

MINISTERSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SLOVENSKEJ REPUBLIKY
Sekcia geológie a prírodných zdrojov

ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA
Regionálne centrum Spišská Nová Ves



Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie

Správa za rok 2015

Názov geologickej úlohy: **ČMS Geologické faktory**
Podsystem 04: Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie

Číslo geologickej úlohy: 207

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

Dátum vyhotovenia správy: **október 2016**

Autori správy: **Ing. Peter Bajtoš, PhD.**
Mgr. Eduard Mašlár
Mgr. Ingrid Mašlárová

Spišská Nová Ves, 2016

Obsah**Strana**

1 Úvod	3
2 Základná charakteristika monitorovacej siete	4
3 Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia.....	8
4 Výsledky monitorovania.....	12
4.1 Oblasť Hornej Nitry	12
4.2 Lokality Banská Štiavnica a Hodruša - Hámre	16
4.3 Lokalita Kremnica.....	21
4.4 Lokalita Dúbrava.....	24
4.5 Lokalita Pezinok.....	29
4.6 Lokalita Špania Dolina.....	38
4.7 Lokalita Rudňany - Poráč.....	43
4.8 Lokalita Nižná Slaná	58
4.9 Lokalita Slovinky	67
4.10 Lokalita Rožňava.....	71
4.11 Lokalita Smolník	75
4.12 Lokalita Novoveská Huta.....	79
4.13 Lokality s ťažbou uhlia nemonitorované terénymi prácami	87
4.14 Lokality s ťažbou magnezitu nemonitorované terénymi prácami.....	87
4.13 Lokality s výskytom významných vplyvov ťažby nezaradené do štátneho monitoringu	88
5 Závery	89
6 Literatúra	92

1 ÚVOD

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

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

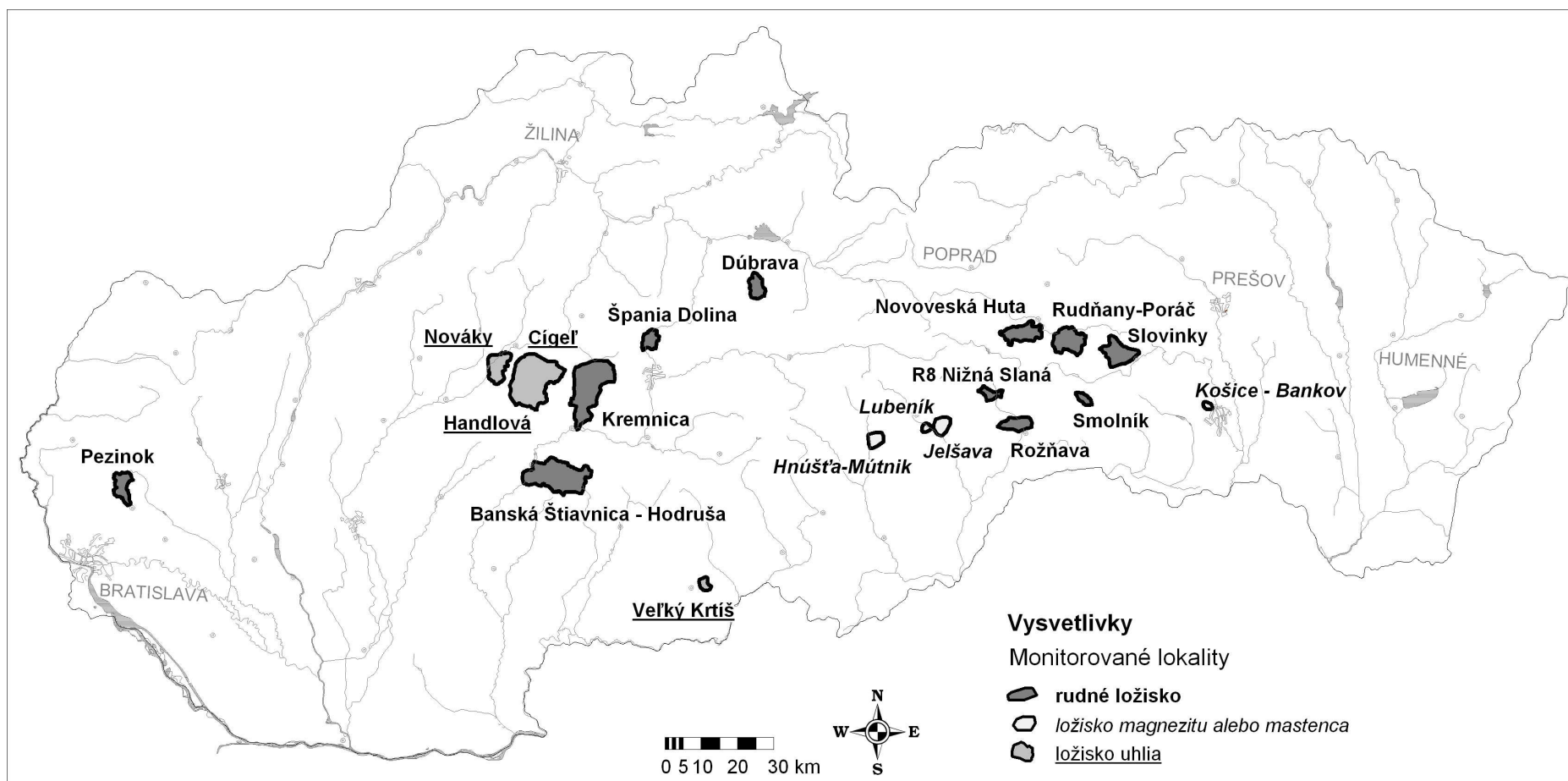
V roku 2006 boli do informačného systému ČMS - Geologické faktory – Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie (ČMS GF VÍŽP) prevzaté vstupné údaje, ktoré sú výsledkom riešenia uvedenej geologickej úlohy. V roku 2007 bolo začaté vlastné monitorovanie na lokalitách, vytypovaných pri riešení vyššie uvedenej geologickej úlohy ako rizikové. Samotný počet monitorovaných lokalít bol limitovaný výškou vyčlenených finančných prostriedkov a týkal sa nasledovných oblastí rudných ložísk: Rudňany, Slovinky, Smolník, Novoveská Huta a Rožňava. Na uvedených lokalitách sa realizovali vlastné terénne vzorkovacie práce s nadväzujúcimi laboratórnymi prácami. Výsledky týchto prác sú doplnené údajmi prevzatými od iných organizácií a zberom a spracovaním súvisiacich dostupných údajov. V roku 2008 boli do monitoringu zahrnuté i zostávajúce rizikové lokality s ťažbou rúd (Pezinok, Kremnica, Špania Dolina, Dúbrava, Nižná Slaná) a s ťažbou magnezitu a mastenca (Jelšava, Lubeník, Hnúšťa-Mútnik a Košice-Bankov). V rokoch 2009 - 2015 sa pokračovalo v monitoringu uvedených lokalít s tým, že vlastné vzorkovacie a laboratórne práce sa vykonávali len na rudných lokalitách. Oblasť Hornej Nitry a lokality Banská Štiavnica a Banská Hodruša sa monitorujú kontinuálne od roku 2007 z hľadiska geochemických aspektov, od roku 2014 i z hľadiska hydrogeologických aspektov. Lokality s ťažbou magnezitu a mastenca v tejto správe nie sú hodnotené, vzhľadom na prebiehajúci prevádzkový monitoring ťažobných organizácií. Taktiež tu nie sú hodnotené inžinierskogeologické aspekty vplyvu ťažby uhlia na Hornej Nitre a pri Veľkom Krtíši, keďže ich dokumentáciu, vyhodnocovanie i sanáciu zabezpečujú ťažobné organizácie. Monitoring vykonávaný v rámci tohto pod systému sa netýka bezpečnostného a stabilitného hodnotenia odkalísk, ktoré sú podľa vodného zákona vodnými stavbami. Vodohospodárska výstavba, š.p. nad nimi vykonáva odborný technicko-bezpečnostný dohľad, ktorý je zameraný na zisťovanie technického stavu vodných stavieb, ktorých poškodenie môže spôsobiť ohrozenie priľahlého územia, životov ľudí a majetku. Taktiež nezahŕňa sledovanie nakladania s banským odpadom podľa zákona č.514/2008 Z.z., ktoré spadá do pôsobnosti príslušných obvodných banských úradov.

2 ZÁKLADNÁ CHARAKTERISTIKA MONITOROVACEJ SIETE

Monitorované lokality intenzívne postihnuté ťažbou nerastov možno z typologického hľadiska rozdeliť do troch hlavných skupín - oblasti s ťažbou rúd, oblasti s ťažbou magnezitu a mastenca a oblasti s ťažbou uhlia. Priestorová distribúcia hodnotených lokalít je znázornená v situačnej mapke na obr. 1 a odráža nerovnomerné rozmiestnenie ťažených ložísk. Na lokalitách s ukončenou ťažbou (ložiská rúd) sa monitorujú vybrané objekty v účelovej monitorovacej sieti vlastnými terénnymi a laboratórnymi prácami (tab. 1 a 3). Na ťažených ložiskách (magnezit a mastenec, uhlie) realizujú prevádzkový monitoring vplyvov ťažby na hydrosféru a stabilitu povrchu ťažobné organizácie podľa požiadaviek príslušných Obvodných banských úradov a Obvodných úradov životného prostredia. Do databázy ČMS GF VÍŽP boli v doterajšom období do roku 2008 preberané výsledky prevádzkového monitoringu ťažených ložísk magnezitu a mastenca. Prevádzkový monitoring ťažobnej organizácie uhoľných ložísk na Hornej Nitre je doplnený štátnym monitoringom geochemických aspektov, vykonávaným v účelovej sieti profilov povrchových tokov a výtokov banskej vody.

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

Spomedzi existujúcich ložísk magnezitu a mastenca boli do štátneho monitoringu vplyvov banskej činnosti na životné prostredie zaradené nasledovné lokality: Jelšava, Lubeník, Hnúšťa-Mútnik a Košice-Bankov. Terénna fáza štátneho monitoringu bola na nich vykonaná len v roku 2008, vzhľadom na prebiehajúci prevádzkový monitoring príslušných ťažobných organizácií. V roku 2015 neboli na týchto lokalitách vykonané vlastné vzorkovacie ani laboratórne práce, preto nie sú v tejto ročnej správe bližšie hodnotené.



Obr. 1: Lokality intenzívne postihnuté ťažbou nerastov monitorované v rámci ČMS GF VTNŽP.
 Označenie lokalít: P1 - Veľký Krtíš, P2A - Nováky, P2C - Cígel', P2D - Handlová, N1 - Jelšava, N2 - Lubeník, N3 - Hnúšťa-Mútnik, N4 - Košice Bankov, R1 - Banská Hodruša, R2 - Banská Štiavnica, R3 - Kremnica, R4 - Liptovská Dúbrava, R5A - Pezinok, R6 - Špania Dolina, R7 - Rudňany, R8 - Nižná Slaná, R9 - Slovinčy, R10 - Rožňava, R11 - Smolník, R16 - Novoveská Huta.

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

Lokalita	Typ obj.	Počet monitor. objektov spolu	Kvantitatívne a kvalitatívne charakteristiky vôd a sedimentov sledované v roku 2015					
			Povrchový tok	Výver podzemnej vody	Banská voda	Drenáž z odkaliska	Frekvencia meraní	Rozsah kvalitatívnych parametrov
Hornonitrianska kotlina	V	5	5	0	0	0	2 x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, HCO ₃ , SO ₄ , Ca, NH ₄ , NO ₃ , Mn, As, Hg
	V	4	0	0	4	0	2 x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, NH ₄ , Ca, Mg, Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , Mn, Al, Pb, Zn, Cu, Cd, As, Se, Hg, SiO ₂ , SO ₄ , Cl, NO ₂ , NO ₃ , HCO ₃
Rudňany	V	5	3	1	0	1	2x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, Mg, Ca, Fe, Mn, SO ₄ , HCO ₃ , As, Sb, Cu, Hg, Ba, Zn, As _{NF} , Sb _{NF}
	V	2	0	0	2	0	2x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, NH ₄ , Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , Mn, Al, Cl, SO ₄ , NO ₃ , As, Sb, Cu, Hg, Ba, Zn, Co, Ni, As _{NF} , Sb _{NF}
Slovinky	V	5	5	0	0	0	2x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, SO ₄ , Ca, Mg, Mn, As, Cu, Sb, Zn, Pb, Hg, As _{NF} , Sb _{NF}
	V	5	0	0	3	2	2x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, Fe ³⁺ , Fe ²⁺ , Mn, Al, NH ₄ , Cl, HCO ₃ , SO ₄ , NO ₃ , SiO ₂ , As, Cu, Sb, Zn, Pb, Hg, As _{NF} , Sb _{NF}
Smolník	V	2	2	0	0	0	2x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, Fe, Mn, As, SO ₄ , Ca, Mg, Cu, Al, Pb, Hg, Zn, Ni, Fe _{NF} , Mn _{NF} , Al _{NF}
	V	5	0	0	3	2	2x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, NH ₄ , Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , Mn, Al, Cl, NO ₃ , SO ₄ , HCO ₃ , SiO ₂ , As, Cu, Al, Pb, Hg, Zn, Ni, Fe _{NF} , Mn _{NF} , Al _{NF}
Novoveská Huta	V	4	4	0	0	0	2x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, HCO ₃ , SO ₄ , Ca, Mg, Cu, As, Sb, Mn, Ba, ²²⁶ Ra, U
	V	3	0	0	3	0	2x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, Fe ³⁺ , Fe ²⁺ , Mn, Al, NH ₄ , Cl, NO ₃ , SO ₄ , HCO ₃ , SiO ₂ , Cu, As, Sb, Ba, ²²⁶ Ra, U, Rn
N. Huta - Teplička	V	4	1	0	3	0	5x ročne	pH, EC, O ₂ , pH, KNK, ZNK, Ca, Mg, HCO ₃ , SO ₄ , RL, NL
Rožňava	V	1	0	0	0	1	2x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, HCO ₃ , Ca, Mg, SO ₄ , As, Sb, Pb, Cu
	V	3	0	0	3	0	2x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , Mn, Al, NH ₄ , Cl, NO ₃ , SO ₄ , HCO ₃ , SiO ₂ , As, Sb, Pb, Cu, Zn, Cr, Ba, Hg
Nižná Slaná	V	1	0	0	0	1	2x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , Mn, Al, NH ₄ , Cl, NO ₃ , SO ₄ , HCO ₃ , SiO ₂ , As, Sb, Zn
Štiavnicko-hodrušský rudný obvod (ŠHRO)	V	5	5	0	0	0	1x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, Fe, Mn, Ca, Mg, Pb, Zn, Cu, Cd, SO ₄ , HCO ₃
	V	4	0	0	3	1	1x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, NH ₄ , Ca, Mg, Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , Mn, Al, Pb, Zn, Cu, Cd, As, Se, Hg, SO ₄ , Cl, NO ₂ , NO ₃ , HCO ₃ , SiO ₂ , Zn _{NF}
Kremnica	V	2	2	0	0	0	2x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, SO ₄ , Ca, Mg, As, Cu, Hg, Zn, Mn, CN ⁻
	V	4	0	0	3	1	2x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, HCO ₃ , SO ₄ , NH ₄ , NO ₃ , Ca, Mg, As, Sb, Cu, Hg, Zn, Mn, Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , CN ⁻
Špania Dolina	V	3	3	0	0	0	2x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, SO ₄ , Ca, Mg, As, Sb, Cu, Hg, Zn
	V	5	0	0	4	1	2x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, NH ₄ , Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , Al, Cl, NO ₃ , SO ₄ , HCO ₃ , As, Sb, Cu, Hg, Zn

Lokalita	Typ obj.	Počet monitor. objektov spolu	Kvantitatívne a kvalitatívne charakteristiky vôd a sedimentov sledované v roku 2015					
			Povrchový tok	Výver podzemnej vody	Banská voda	Drenáž z odkaliska	Frekvencia meraní	Rozsah kvalitatívnych parametrov
Dúbrava	V	2	2	0	0	0	2x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, SO ₄ , Ca, Mg, As, Sb, Cu, Hg, Zn
	V	6	0	0	6	0	2x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, NH ₄ , Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , Mn, Al, Cl, NO ₃ , SO ₄ , HCO ₃ , As, Sb, Cu, Hg, Zn
Pezinok	V	1	1	0	0	0	2x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, Na, K, Ca, Mg, NH ₄ , Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , Mn, Al, Cl, NO ₃ , SO ₄ , HCO ₃ , As, Sb, ²²⁶ Ra, Fe _{NF} , Mn _{NF} , As _{NF} , Sb _{NF}
	V	3	0	0	3	0	2x ročne	
Spolu	V	85	33	1	41	10		
	S	0	0	0	0	0		

Pozn.: Typ objektu: V – voda, S – sediment. Dolným indexom NF sú označené stanovenia prvkov z nefiltrovaných vzorky. KNK – kyselinová neutralizačná kapacita, ZNK – zásadová neutralizačná kapacita, EC – merná elektrická vodivosť vody, ChSK_{Mn} – chemická spotreba kyslíka manganistanom.

V priebehu rokov 2007 až 2015, sa pri monitoringu inžinierskogeologických aspektov vplyvu ťažby na ŽP naviazalo na vytýpané lokality navrhnuté do štátneho monitorovacieho systému z úlohy: Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou (Vrana et al., 2005). Z dôvodu veľkého počtu vytýpaných lokalít (20), ako i z dôvodu obmedzeného pridelenia finančných prostriedkov, boli tieto lokality zaradované do monitoringu postupne. Monitorovacie práce pozostávali hlavne z archívneho dokladovania súhrnných údajov o geometrii, hĺbke a časovom slede vydobytých priestorov a aktualizácie, resp. dopĺňania údajov z predchádzajúceho monitorovania a zhromažďovaním nových podkladov z preberaných údajov do internej databázy. Základný archívny monitoring bol postupne rozširovaný o terénnu rekognoskáciu jednotlivých lokalít vrátane dokumentácie nových udalostí na ložiskách. Vlastný monitoring dočasne nezahŕňa uhoľné ložiská.

V roku 2015 bol monitoring inžinierskogeologických aspektov zameraný na dopĺňanie databázy o digitálne priestorové údaje o rozfárani vybraných ložísk z archívnej bansko-meračskej dokumentácie z lokality Nižná Slaná. V terénnej fáze sa kontroloval technický stav a stabilita ústí vybraných dôležitých banských diel. V zásade ide predovšetkým o dedičné štôlne, ktoré predstavujú hlavné odvodňovacie diela baní a výtoky banskej vody sú monitorované z hľadiska množstva vody a jej kvality (hydrogeologické a geochemické aspekty monitoringu). Zároveň sa v roku 2015 realizovalo detailné mapovanie (podrobné GNSS zameranie) závalového pásma Baniská na lokalite Rudňany a závalového pásma na ložisku Manó na lokalite Nižná Slaná, taktiež i podrobné GNSS zameranie a dokumentácia závalov nad banskými dielami v ložisku Nádej na lokalite Pezinok.

3 POZOROVANÉ UKAZOVATELE A METÓDY ICH HODNOTENIA

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Hydrogeologické a geochemické aspekty vplyvu ťažby nerastov na životné prostredie v hodnotených lokalitách sú monitorované v účelových pozorovacích sieťach. Tie vychádzajú z navrhnutého systému zisťovania a monitorovania pre daný účel (Vrana et al., 2005). V doterajšom priebehu monitorovacích prác sú sledované kvantitatívne a kvalitatívne parametre zdrojov banskej a odpadovej vody (drenáž z odkalísk), podzemnej vody a vody povrchových tokov. Prehľad sledovaných parametrov je spolu so spôsobmi ich stanovenia uvedený v tab. 2. Na každom pozorovacom objekte sa meria prietok, teplota vody, merná elektrická vodivosť vody, reakcia vody a obsah rozpusteného kyslíka. Rozsah sledovaných ukazovateľov kvality je na pozorovaných lokalitách volený podľa geochemického typu ložiska a je preto miestne špecifický (tab. 1). Na vybraných lokalitách sa nepravidelne odoberajú i vzorky sedimentu – v roku 2015 odoberané neboli.

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

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

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

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

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

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

Priamo v teréne boli prenosnými prístrojmi rady WTW vykonávané merania pH, teploty vody a vzduchu, mernej elektrickej vodivosti vody a rozpusteného O₂. Použité boli vzorkovnice dodané laboratóriom, vzorky boli v deň odberu odovzdané do laboratória na ďalšie spracovanie. Vzorky vôd pre stanovenie mikroprvkov boli pri odbere filtrované pomocou vákuovej pumpy Nalgene cez celulózový filter Whatman (0,45 µm) a chemicky stabilizované podľa požiadaviek laboratória.

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

Pri kategorizácii kvality povrchových vôd bola do roku 2011 používaná klasifikácia kvality povrchových vôd podľa STN 75 7221, podľa ktorej sa zaraďuje kvalita povrchovej vody v danom mieste odberu vzoriek do tried kvality podľa zistených hodnôt ukazovateľov porovnaním s ich určenými medznými hodnotami. Rozlišovali sa nasledovné triedy kvality: I. trieda – veľmi čistá voda; II. trieda – čistá voda; III. trieda – znečistená voda; IV. trieda – silno znečistená voda; V. trieda – veľmi silno znečistená voda. Hoci túto normu Slovenský ústav technickej normalizácie ku dňu 1.3.2007 zrušil, podľa nariadenia vlády SR č. 296/2005 Z. z. sa počas jeho platnosti na hodnotenie kvality povrchových vôd používali postupy v nej uvedené. V aktuálne platnom nariadení vlády SR č. 269/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd už odkaz na STN 75 7221 nie je uvedený. Preto v hodnotení kvality povrchových vôd od roku 2012 vrátane uvádzame porovnanie s požiadavkou na kvalitu povrchovej vody uvedenej v prílohe č.1 k nariadeniu vlády SR č. 269/2010 Z. z. Toto hodnotenie sa pre As, Cr, Cd, Cu, Ni, Pb, Hg a Zn robí porovnaním nameraných hodnôt so stanovenými prípustnými koncentráciami zvýšenými o požadované koncentrácie ťažkých kovov. Požadované koncentrácie kovov pre jednotlivé útvary povrchových vôd Slovenska sú uvedené v publikácii Bodiš et al. (2010). Keďže Sb sa nenachádza medzi parametrami požiadavky na kvalitu povrchovej vody (prílohy č.1 k NV SR č.269/2010 Z. z.), v hodnotení kvality povrchovej vody používame jeho medznú hodnotu pre kategóriu A1 povrchovej vody určenej na odber pre pitnú vodu uvedenú v prílohe č. 2 k NV SR č.269/2010 Z. z. Okrem hodnotenia monitorovaných profilov povrchových tokov týmto spôsobom hodnotíme i kvalitu výtokov banskej vody a drenáže odkalísk, keďže vo všetkých prípadoch týchto monitorovaných objektov otekajú vody po povrchu terénu k miestnemu povrchovému toku a stávajú sa jeho súčasťou. Monitorované banské vody a drenážne vody odkalísk zároveň hodnotíme i porovnaním s indikačným (ID) a intervenčným (IT) kritériom pre podzemnú vodu, podľa prílohy č. 12 metodického pokynu č. 1/2012-7 MŽP SR. Ako charakteristické hodnoty koncentrácie rizikových zložiek pre hodnotené obdobie sa uvádzajú ich aritmetické priemery.

Kvalita vzoriek sedimentu odoberaných na totožných miestach spolu so vzorkami vôd je hodnotená podľa indikačných a intervenčných kritérií horninového prostredia a pôd uvedených v prílohe č. 12 metodického pokynu č. 1/2012-7 MŽP SR.

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

Inžinierskogeologické aspekty

Počas roku 2014 sa pokračovalo v zbere dát vo vytvorenom systéme zisťovania a monitorovania (Vrana et al., 2005), v rámci ktorého boli spracované podklady z terénu a z archívnych zdrojov:

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

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

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

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

Získané údaje sú ukladané do účelovej databázy údajov podsystemu 04. Jej základ bol zostavený v priebehu riešenia geologickej úlohy „Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou“ (Vrana et al., 2005). Vytvorená bola aplikácia DBD (prostredie DELPHI 5) – program zabezpečujúci prezeranie a prístup k všetkým zhromaždeným údajom textovo-grafickej časti databázy. Z geografických údajov bol zostavený ArcView projekt, ktorý zobrazuje geograficky lokalizované údaje.

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

Geografická časť databázy obsahuje hodnotené lokality a objekty. V priebehu monitoringu v rokoch 2007-2013 bola dopĺňaná hlavne o georeferencované skeny mapových podkladov so zdrojmi potenciálnych fyzikálnych impaktov. Zdroje impaktov a ich prejavy sa postupne spracovávajú do digitálnej formy – vektorovej grafiky v prostredí MapInfo Professional.

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. 63). Rozlíšené je nízke (trieda A), stredné (B) a vysoké zaťaženie (C). Táto kategorizácia zohľadňuje výskyt a charakter svahových deformácií, poklesov terénu a porúch objektov na povrchu. Pri tomto hodnotení sa rozlišuje potenciálny výskyt daného javu v hodnotenej oblasti, výskyt javu menšieho rozsahu (s rozmermi v m), výskyt javu väčšieho rozsahu (s rozmermi v desiatkach metrov a väčšími). Zároveň sa rozlišuje, či ide o aktívny alebo stabilizovaný jav.

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

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

4 VÝSLEDKY MONITOROVANIA

4.1 Región Hornej Nitry

V tomto regióne vykonávajú dlhodobu banskú činnosť pri dobývaní uhlia Hornonitrianske bane Prievidza, a.s. v Prievidzi (ďalej len „HBP, a.s.“). HBP, a.s. na svojich ťažobných úsekoch (ŤÚ) Cigeľ, Handlová a Nováky vykonáva banskú činnosť zodpovedajúcu energetickej koncepcii Slovenskej republiky s výškou ťažby uhlia odpovedajúcej odbytovým možnostiam. V roku 2015 došlo poklesu ťažby. Jednotlivé bane vykázali spolu 1 594 940 t surovej a 1 820 000 t odbytovej ťažby. Oproti roku 2014 bolo zaznamenané zníženie surovej ťažby o 232 330 t a zníženie odbytovej ťažby o 34 640 t (Kolektív autorov, 2016).

Hydrogeologické a geochemické aspekty

V oblasti hnedouhoľného hornonitrianskeho revíru sú sledované systémy štyroch najvýznamnejších štôlní revíru, a to: Stará štôlna v Handlovej, štôlna Cigeľ, štôlna Hlboké a štôlna v Lehote pod Vtáčnikom.

Situácia ústí štôlní umožňuje sledovať vplyv vypúšťanej banskej vody na recipient v prípade Starej štôlny v Handlovej a štôlny v Cigli (v oboch prípadoch je monitorovaný výtok zo štôlny, povrchový tok nad a povrchový tok pod výtokom zo štôlny). Situácia v Hlbokom (výtok zo štôlny je zachytený a zvedený rúrou, ktorá ústi do rekultivovanej skládky odpadov) umožňuje sledovať len samotnú štôľňu. V Lehote pod Vtáčnikom je možné sledovať samotný výtok zo štôlny a jej vplyv na Krivý potok.

Výsledky monitorovania vplyvu banskej činnosti na životné prostredie v oblasti Hornej Nitry pre obdobie rokov 2007-2015 sú pre vody uvedené v tabuľke č. 4 a pre sedimenty v tabuľke č. 7. V období 2007 – 2013 boli vzorky vody i sedimentu odoberané s frekvenciou raz ročne. V rokoch 2014 a 2015 boli vzorky vody odobraté dva krát ročne, vzorky sedimentu neboli odobraté.

Z výsledkov monitorovania vôd (tab. 5) vyplýva, že z hľadiska požiadaviek na kvalitu povrchovej vody, na monitorovaných profiloch povrchových tokov najčastejšie nevyhovuje obsah dusitanov. V Handlovke prevyšuje priemerný obsah NO_2 medznú hodnotu 0,063 mg/l už v profile nad Starou štôľňou, ktorej banská voda spôsobovala v období rokov 2007 - 2014 jeho mierne zvýšenie, v priemere z 0,09 na 0,1 mg/l. V roku 2015 bol obsah NO_2 v banskej vode Starej štôlny nižší ako medzná hodnota pre povrchovú vodu. Významnejší vplyv na obsah NO_2 v povrchovej vode je zaznamenaný na potoku Moštenica, kde priemerná hodnota NO_2 medzi profilmi č. 4 a č. 6 narastala z vyhovujúcej úrovne 0,02 mg/l na nevyhovujúcu 0,19 mg/l (2007 – 2014). Nevyhovujúca koncentrácia NO_2 bola pre obdobie 2007 - 2013 dokumentovaná i v profile Krivého potoka pod štôľňou v Lehote pod Vtáčnikom, hoci banská voda tejto štôlny obsahuje menej rozpusteného NO_2 ako voda potoka. V rokoch 2014 a 2015 bol Krivý potok nad prítokom banskej vody z monitorovanej štôlny suchý v oboch monitorovacích termínoch. Preto sme vzorku vody na profile č. 9 neodobrali. Okrem samotného prínosu NO_2 do recipientov banskou vodou môže spôsobovať nárast jeho koncentrácie i oxidácia amónneho iónu, obsiahnutého v banskej vode.

Z ďalších ukazovateľov kvality dosahuje v povrchovej vode nepriaznivú priemernú úroveň koncentrácia ortuti v potoku nad baňou v Cigli (monitorovací objekt č.4) a koncentrácia arzénu v potoku pod štôľňou v Lehote pod Vtáčnikom (objekt č. 9). Avšak zistené 2,7 násobné prekročenie požiadavky na ročný priemer podľa prílohy č. 1 časť B nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z. ortuti v potoku nad baňou v Cigli je dôsledkom zaznamenania jednej extrémnej hodnoty, keď 24.10.2007 bola zistená koncentrácia Hg =

0,002 mg·l⁻¹. Zmerané koncentrácie v ďalších rokoch neprevýšili hodnotu Hg = 0,0001 mg·l⁻¹ (v rokoch 2009 – 2013 sú pod medzou stanovenia laboratórnej metódy). Povrchová voda nad baňou v Cigli sa vyznačuje i pomerne vysokou koncentráciou Mn, ktorého charakteristická hodnota za rok 2015 prekročila MH pre povrchovú vodu. Zvýšená koncentrácia arzénu v potoku pod štôľňou v Lehote pod Vtáčnikom má pôvod v banskej vode miestnej štôľne (objekt č. 8). Koncentrácia As prevyšuje požadovanú hodnotu občasne a jednorazovo ju prekročil i obsah ortuti (vzorka z 16.10.2008). Charakteristická hodnota obsahu Mn vo vode tohto objektu za obdobie 2007 - 2014 prekročila medznú hodnotu pre povrchovú vodu. Jednorazové výrazné prekročenie požadovanej úrovne Hg pre povrchovú vodu bolo zistené i v banskej vode štôľne Hlboké (objekt č. 7, vzorka z 16.10.2008, Hg = 0,0007 mg·l⁻¹), čím sa i priemerná koncentrácia tohto prvku pre sledované obdobie rokov 2007-2014 stala nevyhovujúcou. Všetky neskôr odobraté vzorky z tohto objektu však mali koncentráciu Hg nižšiu ako medzu stanovenia laboratórnej metódy.

Z hľadiska hodnotenia kvality banských vôd podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2012-7) môžeme konštatovať, že kvalita monitorovaných zdrojov banských vôd bola v hodnotenom období dobrá. Žiaden zo sledovaných ukazovateľov neprekročil ani indikačné kritérium (ID) podzemnej vody (tab. 6). Najviac sa spomedzi nich približuje hodnote ID obsah As v štôľni Lehota pod Vtáčnikom, je však len na úrovni 0,3 násobku ID pre As. Vcelku môžeme skonštatovať, že hydrogeochemický režim monitorovaných zdrojov banskej vody je relatívne stabilný. Za sledované obdobie 2007 – 2014 nepozorujeme zásadné rozdiely v chemickom zložení monitorovaných zdrojov vôd.

Tab. 4: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody regiónu Horná Nitra

Obj.	Obdobie	EC mS/m	pH	SO ₄ mg/l	NH ₄ mg/l	NO ₂ mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Al mg/l	Hg mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	As mg/l	Cu mg/l	Cd mg/l	Se mg/l	Ba mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l
1	2007 - 14	65.1	8.28	168	0.14	0.09	0.18	0.07	0.03	0.00006	0.005	0.003	0.005	0.001	0.0002	0.0006	0.026	62	17
1	15	59.0	7.92	106	1.12	-	-	0.09	-	0.00005	-	-	0.002	-	-	-	-	56	-
2	2007 - 14	65.4	7.98	152	1.32	0.26	0.13	0.04	0.03	0.00006	0.012	0.004	0.003	0.002	0.0002	0.0006	0.025	77	19
2	2015	86.1	7.97	95	0.00	0.05	0.12	0.03	0.04	0.00005	0.004	0.003	0.006	0.002	0.0002	0.0005	-	73	44
3	2007 - 14	60.4	8.31	148	0.56	0.10	0.36	0.07	0.09	0.00006	0.011	0.003	0.005	0.002	0.0002	0.0006	0.024	62	16
3	2015	53.3	8.33	95	0.13	-	-	0.03	-	0.00005	-	-	0.004	-	-	-	-	43	-
4	2007 - 14	52.8	7.58	57	0.08	0.02	0.17	0.22	0.03	0.00030	0.004	0.003	0.003	0.001	0.0002	0.0006	0.016	70	21
4	2015	53.5	7.75	67	0.06	-	-	0.43	-	0.00005	-	-	0.002	-	-	-	-	68	-
5	2007 - 14	79.2	7.68	143	0.16	0.07	0.43	0.21	0.02	0.00006	0.007	0.005	0.006	0.001	0.0002	0.0006	0.019	80	29
5	2015	70.1	8.25	67	0.09	0.06	0.16	0.15	0.03	0.00005	0.001	0.003	0.007	0.003	0.0002	0.0005	-	65	20
6	2007 - 14	71.7	8.29	146	0.20	0.19	0.28	0.13	0.03	0.00006	0.006	0.003	0.007	0.001	0.0003	0.0006	0.035	74	28
6	2015	62.5	8.13	86	0.06	-	-	0.04	-	0.00005	-	-	0.008	-	0.0000	0.0010	0.000	74	26
7	2007 - 14	61.2	7.75	84	0.08	0.07	0.46	0.04	0.04	0.00015	0.006	0.003	0.008	0.002	0.0002	0.0006	0.033	54	18
7	2015	51.1	8.19	33	0.03	0.01	0.16	0.01	0.01	0.00005	0.001	0.003	0.008	0.002	0.0002	0.0008	0.000	66	22
8	2007 - 14	57.9	7.31	113	0.31	0.07	0.58	0.34	0.03	0.00010	0.008	0.003	0.015	0.001	0.0002	0.0006	0.057	63	18
8	2015	54.8	7.71	85	0.34	0.03	0.25	0.27	0.01	0.00005	0.001	0.003	0.014	0.002	0.0002	0.0005	0.000	53	45
9	2007 - 13	58.7	7.87	117	0.17	0.12	0.41	0.28	0.05	0.00006	0.003	0.003	0.015	0.001	0.0002	0.0006	0.079	66	18

Vysvetlivky: **1** – Handlová, tok Handlovka nad štôľňou pri Rybe; **2** – Handlová, Stará štôľňa; **3** – Handlová, tok Handlovka pod benzínovou pumpou; **4** – Cigel', potok nad baňou; **5** – Cigel', štôľňa; **6** – Cigel', potok pod Cigel'om; **7** – štôľňa Hlboké; **8** – Lehota pod Vtáčnikom, štôľňa; **9** – Lehota pod Vtáčnikom, potok. Frekvencia vzorkovania 1x ročne do roku 2013, 2x ročne v roku 2014 a 2015.

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

Obj.	Obdobie	EC	pH	SO ₄	NH ₄	NO ₂	Fe	Mn	Al	Hg	Zn	Pb	As	Cu	Cd	Se	Ba	Ca	Mg
1	2007-2014	0,59	V	0,67	0,11	1,50	0,09	0,23	0,13	0,63	0,09	0,34	0,37	0,12	0,28	0,03	0,26	0,62	0,08
	2015	0,54	V	0,42	0,87	-	-	0,31	-	0,50	-	-	0,11	-	-	-	-	-	-
2	2007-2014	0,59	V	0,61	1,03	4,13	0,07	0,14	0,15	0,63	0,21	0,46	0,24	0,15	0,22	0,03	0,25	0,77	0,10
	2015	0,78	V	0,38	0,78	0,71	0,06	0,10	0,18	0,50	0,07	0,30	0,43	0,19	0,20	0,03	-	0,73	0,22
3	2007-2014	0,55	V	0,59	0,43	1,56	0,18	0,22	0,44	0,63	0,19	0,39	0,37	0,19	0,28	0,03	0,24	0,62	0,08
	2015	0,48	V	0,38	0,10	-	-	0,09	-	0,50	-	-	0,29	-	-	-	-	0,43	-
4	2007-2014	0,48	V	0,23	0,06	0,26	0,09	0,73	0,17	3,00	0,06	0,42	0,28	0,11	0,23	0,03	0,16	0,70	0,10
	2015	0,49	V	0,27	0,04	-	-	1,42	-	0,50	-	-	0,17	-	-	-	-	0,68	-
5	2007-2014	0,72	V	0,57	0,12	1,11	0,21	0,70	0,09	0,63	0,11	0,59	0,54	0,11	0,28	0,03	0,19	0,80	0,15
	2015	0,64	V	0,27	0,07	0,95	0,08	0,51	0,13	0,50	0,01	0,30	0,61	0,28	0,20	0,03	-	0,65	0,10
6	2007-2014	0,65	V	0,58	0,15	3,02	0,14	0,43	0,16	0,63	0,08	0,36	0,57	0,10	0,35	0,03	0,35	0,74	0,14
	2015	0,57	V	0,35	0,05	-	-	0,14	-	0,50	-	-	0,65	-	-	-	-	0,61	-
7	2007-2014	0,56	V	0,34	0,07	1,16	0,23	0,13	0,22	1,50	0,10	0,32	0,57	0,16	0,32	0,03	0,33	0,54	0,09
	2015	0,46	V	0,13	0,02	0,08	0,08	0,03	0,05	0,50	0,02	0,25	0,56	0,20	0,20	0,04	0,00	0,66	0,11
8	2007-2014	0,53	V	0,45	0,24	1,04	0,29	1,13	0,17	1,00	0,13	0,31	1,09	0,13	0,24	0,03	0,57	0,63	0,09
	2015	0,50	V	0,34	0,26	0,48	0,12	0,90	0,05	0,50	0,02	0,25	1,00	0,20	0,20	0,03	0,00	0,53	0,23
9	2007-2013	0,53	V	0,47	0,13	1,90	0,21	0,93	0,24	0,60	0,05	0,30	1,08	0,12	0,23	0,03	0,79	0,66	0,09

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty podľa nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z. V prípade O₂ ide podiel požadovanej hodnoty a charakteristickej hodnoty. Údaje väčšie ako 1 znamenajú prekročenie medznej hodnoty (v prípade O₂ nedosiahnutie minimálnej požadovanej hodnoty) a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 4.

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

Objekt	Obdobie	EC	pH	NH ₄	NO ₂	Al	Hg	Zn	Pb	As	Cu	Cd	Ba
2	2007-2014	0,33	V	1,10	1,30	0,12	0,03	0,01	0,04	0,07	0,01	0,03	0,05
	2015	0,43	V	0,08	0,23	0,14	0,03	0,003	0,03	0,12	0,02	0,03	-
5	2007-2014	0,40	V	0,13	0,35	0,07	0,03	0,005	0,05	0,13	0,01	0,04	0,04
	2015	0,35	V	0,07	0,30	0,10	0,03	0,001	0,03	0,14	0,02	0,03	-
7	2007-2014	0,31	V	0,07	0,37	0,17	0,08	0,004	0,03	0,15	0,01	0,05	0,07
	2015	0,26	V	0,02	0,03	0,04	0,03	0,001	0,03	0,15	0,01	0,03	-
8	2007-2014	0,29	V	0,26	0,33	0,14	0,05	0,01	0,03	0,30	0,01	0,04	0,11
	2015	0,27	V	0,28	0,15	0,04	0,03	0,001	0,03	0,27	0,01	0,03	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 4.

Výsledky monitoringu chemického zloženia sedimentov za roky 2007 - 2013 sú uvedené v tabuľke 7 (v rokoch 2014 a 2015 kvalita sedimentov nebola monitorovaná). Zo sledovaných zložiek je rizikový obsah As, ktorý je v sedimente banských vôd na lokalite Cigel', Hlboké a Lehota pod Vtáčnikom, vyšší ako intervenčné kritérium pre priemysel. Sediment ľavostranného prítoku Moštenice (objekt č. 6) je podľa uvedených výsledkov ovplyvnený prínosom As z bane Cigel', keďže zistená priemerná koncentrácia As prekračuje intervenčné kritérium pre obytné zóny. Obsah As v sedimente miestneho toku pod štôľňou na lokalite Lehota pod Vtáčnikom (objekt č. 9) je taktiež zvýšený, prekračuje indikačné kritérium. Za sledované obdobie sú obsahy rizikových prvkov relatívne stabilne zvýšené. V rámci jednotlivých rokov pozorovania a ani v porovnaní s rokom 1995 nepozorujeme

žiadne signifikantné rozdiely v ich obsahoch, ktoré by sa nedali vysvetliť rozdielmi v nehomogenite odberu alebo prirodzenom geochemickom režime lokality.

Tab. 7: Výsledky monitorovania chemického zloženia sedimentov v oblasti Hornej Nitry za roky 2007-2013

Objekt	ID	IT-O	IT-P	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fe %	-	-	-	3,8	4,2	4,0	4,5	10,7	4,6	10,1	7,8	4,9
Al %	-	-	-	5,3	5,7	5,5	6,3	4,8	5,4	5,4	5,6	5,9
Mn %	-	-	-	0,3	0,4	0,1	0,4	2,0	0,4	2,7	1,1	0,3
Ni mg/kg	180	250	500	23,3	25,5	25,3	19,0	40,0	25,1	49,8	28,7	17,9
Co mg/kg	180	300	450	10,9	10,7	11,0	18,0	48,4	17,1	56,5	37,9	20,3
Pb mg/kg	250	300	800	45,0	54,0	50,9	24,6	15,4	31,9	25,0	21,5	24,0
Zn mg/kg	1500	2500	5000	353,9	773,6	300,7	124,4	237,6	193,4	422,0	117,9	136,3
Cu mg/kg	500	600	1500	49,3	61,1	61,9	24,3	46,0	30,3	65,5	16,6	17,9
Cd mg/kg	10	20	30	0,4	0,9	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3
Cr mg/kg	450	500	1000	57,0	51,0	61,0	51,4	50,4	77,4	63,0	57,6	65,7
V mg/kg	340	450	550	86,6	100,2	98,6	115,9	102,6	94,1	114,8	121,1	150,6
As mg/kg	65	70	140	28,0	42,0	24,6	64,4	744,9	72,7	370,8	584,7	67,1
Se mg/kg	-	-	-	0,7	1,7	0,4	0,4	0,3	1,0	0,4	0,3	0,5
Sb mg/kg	25	40	80	2,2	2,5	2,6	1,2	1,3	1,8	5,3	0,8	0,9
Hg mg/kg	2,5	10	20	1,3	2,4	2,2	0,1	0,3	0,6	0,4	0,0	0,0
Mo mg/kg	50	100	240	1,9	2,1	1,7	7,1	9,3	1,5	48,6	6,2	1,5

Vysvetlivky: 1 – Handlová, Handlovka nad výustou vody zo Starej štôlne; 2 – Handlová, Stará štôlna; 3 – Handlová, Handlovka pod benzínovou pumpou; 4 – Cigeľ, potok nad baňou; 5 – Cigeľ, štôlna; 6 – Cigeľ, potok pod Cigľom; 7 – štôlna Hlboké; 8 – Lehota pod Vtáčnikom, štôlna; 9 – Lehota pod Vtáčnikom, potok. ID – indikačné kritérium, IT-O – intervenčné kritérium pre obytné zóny, IT-P – intervenčné kritérium pre priemysel (Metodický pokyn MŽP SR 1/2012-7).

Inžinierskogeologické aspekty

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

Dôležité povrchové objekty sú proti negatívnym vplyvom hlbinného dobývania uhlia v Hornonitrianskej kotline chránené ochrannými piliermi. Takto sú chránené zvislé úvodné banské diela uhoľných baní a iné dôležité objekty, napr. časť mesta Nováky, časť obce Koš, štátna cesta medzi Prievidzou a Novákmi, vrátane parovodu, železničná trať a pod. K dôležitým chráneným objektom patrí aj ochrana kúpeľného mesta Bojnice (ochrana termálnych prameňov). Po rokoch 2012 a 2013, i v roku 2014 boli zaznamenané ďalšie plošné poklesy poľnohospodárskej pôdy medzi Laskárom a Košom a medzi Košom a Prievidzou. Poklesy na bývalej štátnej ceste č. III/05061 v intraviláne obce Koš si v roku 2013 vynútili úplnú uzávierku tejto cesty a vytvorenie dočasnej náhradnej komunikácie (Kolektív autorov, 2014). Intenzita poklesov je monitorovaná a dokumentačne vedená organizáciou HBP, a. s. Všetky prejavy podrúbania sú priebežne monitorované a riešené v súlade s dohodami o strete záujmov, organizáciou HBP, a.s., Prievidza. V DP Nováky I. sa v roku 2014 vykonávali čiastočné rekultivačné a zavážacie práce na pozemkoch ovplyvnených podrúbaním v intraviláne obce Koš. Zároveň boli v Koši a v Novákoch asanované niektoré staré rodinné domy a elektrického vedenia. Tiež bola vykonaná predbežná technická rekultivácia poľnohospodárskych pozemkov (Agrodan Koš), s využitím skrytkového podorničného a orničného materiálu zo stavby „Otvárka 11. ťažobného úseku – povrch, SC 06 – Prekládka vodných tokov“. V DP Cigeľ bola v roku 2014 vykonaná rekultivácia súkromného pozemku, spočívajúca vo vyrovnaní terénu navážkou a osiatím lúčnej zmesi (Kolektív autorov, 2015). V roku 2015 boli zaznamenané ďalšie plošné poklesy poľnohospodárskej pôdy v úseku medzi Laskárom a Košom a medzi Košom a Prievidzou. Tieto vplyvy zo strany HBP, a.s. boli

riešené v súlade s dohodami o strete záujmov, ktoré boli súčasťou POPD, predloženého OBÚ v Prievidzi v rámci konania o povolenia banskej činnosti do doby vydobytia zásob hlbinného ložiska hnedého uhlia. Z dôvodu banskej činnosti boli zaznamenané aj poklesy na bývalej štátnej ceste č. III./05061 v intraviláne obce Koš. Intenzita poklesov je monitorovaná a dokumentačne vedená organizáciou HBP, a.s. V tejto súvislosti bola na základe rozhodnutia príslušného orgánu štátnej správy pre cestnú dopravu a pozemné komunikácie riešená dočasná úplná uzávierka uvedenej cesty v obci Koš a vytvorená dočasná náhradná komunikácia (Kolektív autorov, 2016). V DP Nováky I. sa vykonávali v roku 2015 čiastočné rekultivačné a zaväzacie práce na pozemkoch v intraviláne obce Koš, na miestach poškodených vplyvom podrúbania. Za účelom realizácie preventívno-bezpečnostného opatrenia – zaústenia vôd potoka Cigľanka do plastových rúr bola s obcou Koš uzatvorená dohoda o vysporiadaní škody v rámci riešenia stretov záujmov. Cieľom opatrenia je zamedziť úniku vôd z koryta do podzemných banských priestorov po jeho ovplyvnení stenovým porubom 107 019-95. V obci Koš, v oblasti ulíc Víťazstva a Hviezdoslavova, ktoré budú ovplyvnené rúbaním stenového porubu 107 019-95 potrebné zabezpečiť zrušenie časti verejného vodovodu. V obci Koš bola tiež vykonaná revitalizácia pozemkov v priestore golfového ihriska. Vplyvom dobývania stenového porubu 107 075-95 sa vytvorili na pozemkoch v areáli golfového ihriska trhliny a poklesy (šírka 0,25m, dĺžka až 120m). S cieľom zamedziť úrazom osôb pohybujúcich sa po golfovom ihrisku bolo vykonané zahrnutie nebezpečných trhlín miestnym materiálom (zeminou). V priestore poklesovej kotliny bola zahrnutá ornica na dočasnú depóniu. V DP Handlová sa v roku 2015 uskutočnilo zabezpečenie zasypanie trhliny na pozemku KN C par. č. 584 v k.ú. Nová Lehota. Trhlina sa vytvorila na podrúbanom pozemku v oblasti Východnej šachty. Táto bola zasypaná banskou hlušinou v množstve 20 m³. V DP Cigľ v roku 2015 boli vykonané zemné práce súvisiace so sprejazdnením poškodenej lesnej cesty na pozemku parc. č. KNC 7711 v k.ú. Prievidza, dotknutej uskutočnenou banskou činnosťou. Zemné práce pozostávali z vykopania povrchových odvodňovacích kanálov v oblasti zosuvu, urovnania nerovnosti a zasypaní trhlín miestnou zeminou. Poklesy a trhliny na lesnej ceste boli zasypané miestnym materiálom do potrebnej nivelety. Poškodená vozovka v dĺžke 80 m bola obnovená štrkodrvou v množstve 100 t. Ďalej bolo v DP Cigľ vykonané zasypanie trhlín na pozemku KNC parc. č. 1133/1 v k.ú. Veľká Lehôtka, ovplyvnenom hlbinnou ťažbou hnedého uhlia v oblasti pri Jame 5. Trhliny boli zahrnuté miestnym materiálom.

Ústia monitorovaných odvodňovacích štôlní (Stará štôlna v Handlovej, štôlna v Cigli, štôlna Hlboké, štôlna v Lehote pod Vtáčnikom) sú stabilné a zabezpečené.

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

V historicky významnej oblasti ťažby drahokovovej rudy Štiavnicko-hodruškého rudného obvodu (ŠHRO) v súčasnosti vykonáva ťažbu Au, Ag, Pb, Zn rudy len Slovenská banská spol. s r. o., Hodruša-Hámre. V roku 2015 vyťažila 43,2 kt Au, Ag, Pb, Zn rudy (Kolektív autorov, 2016). Na bani Vŕch Svätých a Dedičnej štôlni cisára Františka sa vykonávala banská činnosť pre zabezpečenie starých banských diel podľa plánu zabezpečenia a likvidácie, ktorá bola povolená do 31. 12.2033, rozhodnutím OBÚ v Banskej Bystrici č. 67-352/2013 z 22.04.2013. V súčasnosti sú tieto diela využívané na muzeálne účely.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

V oblasti banskoštiavnického rudného revíru sú sledované výtoky banskej vody z dvoch dedičných odvodňovacích štôlní (Voznická dedičná štôlna - VDŠ a Nová odvodňovacia štôlna - NOŠ), z jednej zo starých štôlní rajónu (štôlna Zlatý stôl) a drenážna voda odkaliska v Hodruši. VDŠ bola sledovaná len pri jej ústí, situovanom cca 50 m od rieky Hron. NOŠ bola sledovaná na dvoch miestach - pri ústí štôlna a po cca 800 m pri jej vyústení do rieky Hron. U štôlna Zlatý stôl a odkaliska v Hodruši bol sledovaný aj ich vplyv na kvalitu vody v recipientoch, monitoringom kvality v profile nad a pod prítokom banskej resp. drenážnej vody. V rámci ČMS GF VŤŽP boli na týchto objektoch odoberané vzorky vody a sedimentu 1x ročne v období 2007 – 2013. V rokoch 2014 a 2015 bola voda na týchto objektoch vzorkovaná dva krát, vzorky sedimentu sa neodoberali. Voznická odvodňovacia štôlna bola navyše vzorkovaná v rámci geologickej úlohy zameranej na štúdium možnosti využitia prírodných sorbentov na úpravu banskej vody (Kovaničová et al., 2014) raz v roku 2011, štyri krát v roku 2012 a raz v roku 2013 – tieto údaje sú zahrnuté do hodnotenia ČMS GF VŤŽP.

Hodnoty celkovej mineralizácie vôd v recipientoch nad výtokmi banských diel sa pohybujú v rozmedzí približne 220 – 410 mg/l. Hodnoty celkovej mineralizácie banskej vody VDŠ sú približne štyri krát vyššie (cca 1200 mg/l) ako je prírodný fón oblasti. Hodnoty banskej vody NOŠ sú približne 600 – 770 mg/l, hodnoty zo štôlna Zlatý stôl sú približne na úrovni 800 – 900 mg/l. Vo všetkých prípadoch sa jedná o výrazný, približne dvojnásobný nárast celkovej mineralizácie. Taktiež sú adekvátne zvýšené obsahy síranov a im ekvivalentných alkálií a alkalických kovov. Z časového hľadiska nepozorujeme za sledované roky významné rozdiely v chemickom zložení vôd v monitorovaných banských systémoch.

Z výsledkov monitorovania povrchových vôd oblasti (objekty č. 14, 15, 17, 18) vyplýva, že v hodnotenom období ich kvalita vyhovovala požiadavkám na kvalitu povrchovej vody. Hoci voda odkaliska v Hodruši (objekt č. 13) má zvýšený obsah Mn, Al a Pb (tab. 9), neprejavilo sa to negatívne na kvalite miestneho recipientu monitorovaného v profile pod odkaliskom (objekt č. 15). Podobne sa zvýšený obsah Mn a Ca v banskej vode štôlna Zlatý stôl neprejavuje negatívne na kvalite potoka pod vyústením tejto štôlna (objekt č. 18). Riziko negatívneho ovplyvnenia kvality povrchovej vody predstavuje hlavne banská voda VDŠ (objekt č. 12). Obsah zinku v nej predstavuje v sledovanom období rokov 2007 - 2014 75-násobné prekročenie požiadavky na ročný priemer podľa prílohy č. 1 časť B nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z. z., obsah Pb 12-násobné, obsah Cd 17-násobné, obsah Mn 13-násobné a obsah Al 5-násobné prekročenie (tab. 9), v roku 2015 je miera týchto prekročení o niečo nižšia (tab. 9). V banskej vode Novej odvodňovacej štôlna išlo v období rokov 2007 - 2014 o 19-násobné prekročenie požadovanej koncentrácie Zn, 4-násobné prekročenie obsahu Cd a 1,7-násobné prekročenie obsahu Mn, v roku 2015 bola miera týchto prekročení výrazne nižšia (tab. 9). Výdatnosť výtoku banskej vody z VDŠ je v priemere približne 0,3 m³/s, výdatnosť NOŠ asi 37 l/s. Recipientom týchto banských vôd je rieka Hron. Prietok tejto rieky je dlhodobo pozorovaný na vodomernej stanici Brehy (č. 7290 SHMÚ) a v období 1931 – 2002 kolísal v intervale 7,7 – 1050 m³ (Blaškovičová et al., 2004). V obdobiach najnižších prietokov predstavuje množstvo pritekajúcej banskej vody necelé 4 % prietoku rieky Hron. Ide o pomer pri ktorom dochádza – z pohľadu kvality riečnej vody - k značnému riedeniu kontaminovanej banskej vody. Prepočet podľa zmiešavacej rovnice ukazuje, že priemerná koncentrácia Zn = 15 µg/l v riečnej vode nad vyústením VDŠ (Dobiašová et al., 2006) sa vplyvom prínosu zinku banskou vodou tejto štôlna (priemerná koncentrácia 5,8 mg/l) zvýši pri minimálnom prietoku 7,7 m³/s na 0,23 mg/l, čo je úroveň 5-násobne vyššia oproti požadovanej úrovni v povrchovej vode. Vyhovujúci stav pri takýchto modelových podmienkach nastáva až pri prietoku Hrona 28 m³/s, pri pripočítaní vplyvu banskej vody z NOŠ však už pri prietoku Hrona 24 m³/s. V roku 2003 dosiahol priemerný ročný prietok Hrona na stanici č.7290 Brehy hodnotu 24,08 m³/s a priemerné mesačné hodnoty vyššie ako 24 m³ boli zaznamenané len v januári, marci, apríli, máji (Blaškovičová et al., 2004).

Modelové výpočty teda naznačujú, že obsah zinku v Hrone pod prítokmi banskej vody z VDŠ a NOŠ býva vyšší ako požadovaná hodnota po väčšinu roka – prevažne v zimnom, letnom a jesennom období. Očakávané koncentrácie kadmia, niklu, medi a olova v Hrone pod vyústením VDŠ a NOŠ sú nižšie ako požadované úrovne.

Z hľadiska hodnotenia kvality banských vôd podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2012-7) môžeme konštatovať, že kvalita banskej vody štólne VDŠ v hodnotenom období je vysoko riziková. Indikačné kritérium podzemnej vody (ID) prekračuje v období 2007 – 2014 v priemere približne 4-krát obsah Zn, Cd a Al, a mierne i obsah Pb (tab. 10). V roku 2015 je prekročenie ID pre Zn, Cd a Al približne 3-násobné a obsah Pb je nižší ako ID. Intervenčné kritérium (IT) 2,3-násobne prekračuje obsah Al a mierne i obsah Zn a Cd pre obdobie rokov 2007 - 2014 (tab. 11), v roku 2015 IT nebolo prekročené. V drenážnej vode odkaliska v Hodruši je rizikový obsah Al, ktorý 1,4-násobne prekračuje indikačné kritérium v období 2007 – 2014 a až 7-násobne v roku 2015 (tab. 11). V banskej vode štólne Zlatý stôl nie je z tohto pohľadu rizikový žiaden zo sledovaných ukazovateľov.

Tab. 8: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody v ŠHRO

Obj.	Obdobie	EC mS/m	pH	SO ₄ mg/l	NH ₄ mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Al mg/l	Hg mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	As mg/l	Cu mg/l	Cd mg/l	Se mg/l	Ba mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l
10	2007 - 2014	84	8.14	280	0.12	0.589	0.521	0.183	0.00006	1.443	0.009	0.002	0.008	0.00531	0.00046	0.0137	114	28
10	2015	67	8.43	220	0.06	0.235	0.100	0.155	0.00005	0.311	0.003	0.002	0.004	0.00080	0.00050	-	98	24
11	2007 - 2014	86	8.09	287	0.05	0.614	0.529	0.183	0.00006	1.496	0.008	0.002	0.008	0.00555	0.00046	0.0137	115	28
11	2015	67	8.42	229	0.04	0.285	0.196	0.010	0.00005	0.393	0.003	0.001	0.001	0.00090	0.00050	-	98	24
12	2007 - 2014	134	7.40	638	0.21	2.897	3.735	0.938	0.00006	5.803	0.112	0.006	0.035	0.02101	0.00063	0.0115	207	66
12	2015	132	7.80	690	0.11	0.705	3.090	0.270	0.00005	4.197	0.008	0.004	0.011	0.01745	0.00075	-	194	65
13	2007 - 2014	76	7.94	208	0.21	1.032	1.652	0.343	0.00006	0.026	0.019	0.001	0.003	0.00016	0.00057	0.0243	76	17
13	2015	111	7.51	577	0.15	0.233	1.808	0.105	0.00005	0.023	0.003	0.001	0.002	0.00015	0.00200	-	134	32
14	2007 - 2014	36	8.11	83	0.26	0.210	0.060	0.076	0.00008	0.021	0.003	0.003	0.002	0.00017	0.00058	0.0200	48	12
14	2015	37	8.14	88	-	0.063	0.035	-	-	0.009	0.003	0.001	0.003	0.00015	0.00050	-	58	12
15	2007 - 2014	41	7.97	111	0.55	0.154	0.145	0.041	0.00006	0.027	0.004	0.002	0.002	0.00018	0.00058	0.0300	55	15
15	2015	48	8.08	159	-	0.111	0.191	-	-	0.043	0.003	0.001	0.003	0.00015	0.00050	-	73	17
16	2007 - 2014	80	7.34	150	0.04	0.382	0.519	0.013	0.00006	0.009	0.004	0.001	0.001	0.00028	0.00057	0.0330	129	46
16	2015	93	7.31	142	0.03	0.183	0.455	0.010	0.00005	0.006	0.003	0.001	0.001	0.00015	0.00050	-	146	49
17	2007 - 2014	27	7.74	75	0.06	0.234	0.075	0.075	0.00006	0.042	0.003	0.001	0.002	0.00015	0.00057	0.0147	40	8
17	2015	28	7.53	93	0.10	0.223	0.095	0.090	0.00005	0.008	0.003	0.001	0.003	0.00015	0.00050	-	42	8
18	2007 - 2014	34	7.77	88	0.04	0.438	0.221	0.050	0.00006	0.009	0.004	0.001	0.002	0.00022	0.00057	0.0163	55	15
18	2015	52	7.88	141	-	0.072	0.154	-	-	0.009	0.003	0.001	0.002	0.00015	0.00100	-	80	17

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

Pri porovnaní charakteristických hodnôt obsahu ukazovateľov kvality v banskej vode VDŠ pre rok 2015 s obdobím 2007 – 2014 zistíme, že sú nižšie: o 28 % pre Zn, 14-násobne pre Pb, o 17 % pre Cd, o 70% pre Cu, 4-násobne pre Al a Fe, o 17 % pre Mn a 2-násobne pre NH₄. V štôlni Zlatý stôl je zistený mierny pokles pre SO₄, NH₄, Zn, Pb, Al, Fe a Mn (tab. 8).

Tab. 9: 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	Hg	Zn	Pb	As	Cu	Cd	Se	Ba	Ca	Mg
10	2007 - 14	0,77	V	1,12	0,09	0,29	1,74	0,91	0,63	18,74	0,94	0,12	0,55	4,25	0,02	0,14	1,14	0,14
	2015	0,61	V	0,88	0,04	0,12	0,33	0,78	0,50	4,03	0,27	0,11	0,24	0,64	0,03	-	0,98	0,12
11	2007 - 14	0,78	V	1,15	0,04	0,31	1,76	0,92	0,63	19,43	0,87	0,11	0,55	4,44	0,02	0,14	1,15	0,14
	2015	0,61	V	0,91	0,03	0,14	0,65	0,05	0,50	5,10	0,27	0,06	0,07	0,72	0,03	-	0,98	0,12
12	2007 - 2014	1,22	V	2,55	0,16	1,45	12,45	4,69	0,63	75,36	12,17	0,39	2,38	16,81	0,03	0,12	2,07	0,33
	2015	1,20	V	2,76	0,09	0,35	10,30	1,35	0,50	54,50	0,87	0,26	0,71	13,96	0,04	-	1,94	0,32
13	2007 - 14	0,69	V	0,83	0,16	0,52	5,51	1,71	0,63	0,17	2,18	0,03	0,15	0,07	0,03	0,24	0,76	0,08
	2015	1,01	V	2,31	0,12	0,12	6,03	0,53	0,50	0,15	0,29	0,08	0,08	0,07	0,10	-	1,34	0,16
14	2007 - 14	0,33	V	0,33	0,20	0,10	0,20	0,38	0,79	0,14	0,37	0,21	0,11	0,08	0,03	0,20	0,48	0,06
	2015	0,34	V	0,35	-	0,03	0,12	-	-	0,06	0,29	0,06	0,16	0,07	0,03	-	0,58	0,06
15	2007 - 14	0,37	V	0,45	0,43	0,08	0,48	0,21	0,64	0,17	0,42	0,12	0,11	0,08	0,03	0,30	0,55	0,08
	2015	0,44	V	0,64	0,00	0,06	0,64	-	-	0,28	0,29	0,06	0,16	0,07	0,03	-	0,73	0,09
16	2007 - 14	0,73	V	0,60	0,03	0,19	1,73	0,07	0,63	0,06	0,47	0,06	0,07	0,13	0,03	0,33	1,29	0,23
	2015	0,85	V	0,57	0,02	0,09	1,52	0,05	0,50	0,04	0,29	0,03	0,05	0,07	0,03	-	1,46	0,24
17	2007 - 14	0,25	V	0,30	0,05	0,12	0,25	0,38	0,63	0,28	0,37	0,08	0,13	0,07	0,03	0,15	0,40	0,04
	2015	0,25	V	0,37	0,08	0,11	0,32	0,45	0,50	0,05	0,29	0,03	0,13	0,07	0,03	-	0,42	0,04
18	2007 - 14	0,31	V	0,35	0,03	0,22	0,74	0,25	0,64	0,06	0,51	0,09	0,09	0,10	0,03	0,16	0,55	0,07
	2015	0,47	V	0,56	-	0,04	0,51	-	-	0,06	0,29	0,06	0,08	0,07	0,05	-	0,80	0,09

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty podľa nariadenia vlády SR č.269/2010 Z. z. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie požadovanej hodnoty a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 8.

Tab. 10: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody ŠHRO s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

objekt	obdobie	EC	pH	NO ₂	Al	Hg	Zn	Pb	As	Cu	Cd	Ba
10	2007-2014	0,42	V	0,04	0,73	0,03	0,96	0,09	0,04	0,04	1,06	0,03
	2015	0,34	V	0,24	0,62	0,03	0,21	0,03	0,04	0,02	0,16	-
11	2007-2014	0,43	V	0,03	0,73	0,03	1,00	0,08	0,03	0,04	1,11	0,03
	2015	0,33	V	0,03	0,04	0,03	0,26	0,03	0,02	0,01	0,18	-
12	2007-2014	0,67	V	0,03	3,75	0,03	3,87	1,12	0,12	0,18	4,20	0,03
	2015	0,66	V	0,03	1,08	0,03	2,80	0,08	0,08	0,05	3,49	-
13	2007-2014	0,38	V	0,65	1,37	0,03	0,02	0,19	0,01	0,01	0,03	0,05
	2015	0,56	V	0,45	7,40	0,05	0,05	0,42	0,00	0,01	0,03	-
16	2007-2014	0,40	V	0,03	0,05	0,03	0,01	0,04	0,02	0,01	0,06	0,07
	2015	0,47	V	0,03	0,04	0,03	0,00	0,03	0,01	0,01	0,03	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 8.

Tab. 11: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody ŠHRO s intervenčným kritériom (IT) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	Al	Hg	Zn	Pb	As	Cu	Cd	Ba
10	2007-2014	0.28	V	0.46	0.01	0.29	0.04	0.02	0.02	0.27	0.01
	2015	0.22	V	0.39	0.01	0.06	0.01	0.02	0.01	0.04	-
11	2007-2014	0.29	V	0.46	0.01	0.30	0.04	0.02	0.02	0.28	0.01
	2015	0.22	V	0.03	0.01	0.08	0.01	0.01	0.00	0.05	-
12	2007-2014	0.45	V	2.34	0.01	1.16	0.56	0.06	0.07	1.05	0.01
	2015	0.44	V	0.68	0.01	0.84	0.04	0.04	0.02	0.87	-
13	2007-2014	0.25	V	0.86	0.01	0.01	0.09	0.01	0.01	0.01	0.01
	2015	0.37	V	0.26	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	-
16	2007-2014	0.27	V	0.03	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01
	2015	0.31	V	0.03	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty IT podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty IT a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 8.

Výsledky monitoringu kvality riečnych sedimentov v Štiavnicko-hodrušskom rudnom obvode, vykonávanom s ročnou frekvenciou do roku 2013, sú uvedené v tabuľke č. 12. Sedimenty hlavných odvodňovacích štôlní obsahujú extrémne vysoké obsahy mnohých sledovaných rizikových prvkov (Zn, Cu, Pb, Co, Ni, As, Hg), ktoré mnohonásobne prevyšujú geochemické pozadie oblasti. Najvyššie prekročenie intervenčného kritéria pre priemysel je dokumentované v sedimente Voznickej odvodňovacej štôlne, keď pre Zn je prekročenie 13-násobné, pre Cd 9-násobné, pre Pb 2-násobné, pre Cu 1,2-násobné. Podobnú úroveň prekročenia IT-P dosahuje i sediment Novej odvodňovacej štôlne. Celkovo možno skonštatovať, že z časového hľadiska je režim obsahov rizikových prvkov stály a že sústavne pretrváva vysoká environmentálna záťaž z banskej činnosti na životné prostredie oblasti.

Tab. 12: Výsledky monitorovania chemického zloženia sedimentov v ŠHRO za roky 2007-2013

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

Vysvetlivky: 10 – NOŠ pri Hrone; 11 – NOŠ; 12 – VOŠ; 13 – Hodruša, odkalisko; 14 – Hodruša, potok nad odkaliskom; 15 – Hodruša, potok pod odkaliskom; 16 – Zlatý stôl, štôlna; 17 – Zlatý stôl, potok nad štôlnou; 18 – Zlatý stôl, pod štôlnou. ID – indikačné kritérium, IT-O – intervenčné kritérium pre obytné zóny, IT-P – intervenčné kritérium pre priemysel (Metodický pokyn MŽP SR 1/2012-7).

Inžinierskogeologické aspekty

V oblasti ŠHRO sa v minulosti nevyskytli ťažbou indukované geodynamické javy väčšieho rozsahu. Ani v roku 2015 tu neboli zaznamenané významné prejavy nestability povrchu v podrúbaných oblastiach. Ústia hlavných odvodňovacích štôlní (VDS, NOS) i štôlne Zlatý stôl sú stabilné a zabezpečené.

4.3 Lokalita Kremnica R3

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

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

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

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Rozsiahly systém banských diel kremnického rudného poľa sústredzuje podzemné vody, ktoré na povrch vytekajú len niekoľkými štôľňami. Banský postihnutá oblasť s ťažbou rozrušenými východmi rudných telies, sekundárnymi akumuláciami vytťaženej 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 otekajúceho 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 – 2015 (po 2 meraniach). Monitoring je vykonávaný na troch výtokoch zo štôlní, dvoch profiloch povrchových tokov a výtoku priesakovej vody z odkaliska (tab. 13, obr. 2).

V monitorovanom období zo sledovaných ukazovateľov kvality vo vode Kremnického potoka prekročila zistená charakteristická hodnota požiadavku na kvalitu povrchovej vody len v prípade arzénu (tab. 14). Evidentným zdrojom Sb a Mn v povodí tohto potoka je banská voda Hlbokej štôlnie. V banskej vode Hornoveskej štôlnie je rizikový hlavne obsah Mn (tab. 14). Voda potoka v profile pod odkaliskom Horná Ves vyhovovala kvalitatívnym požiadavkám pre povrchovú vodu napriek tomu, že občasne vytekajúci priesak z odkaliska obsahuje vysoké koncentrácie Mn, Zn a Cu. V roku 2015 v nej však bola zistená zvýšená úroveň kyanidov, keď charakteristická hodnota 0,009 mg/l CN_{celk} prekračuje medznú hodnotu 0,005 mg/l. Banská voda Hlavnej dedičnej štôlnie je riziková vo vzťahu ku kvalite povrchových vôd najmä koncentráciou Mn, As, Sb a síranového aniónu (tab. 14).

Tab. 13: Charakteristické hodnoty ukazovateľov banskej a povrchovej vody z lokality Kremnica

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	SO ₄ mg/l	Mn mg/l	Hg mg/l	Zn mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l
Kremnický potok	2008 - 2014	25.5	7.76	35	0.06	0.00005	0.022	0.010	0.005	0.003
	2015	28.8	7.29	34	0.07	0.00005	0.012	0.015	0.002	0.004
odkalisko Horná Ves	2008 - 2014	42.0	6.69	193	1.98	0.00008	1.365	0.004	0.008	0.011
	2015	200.0	9.05	1217	18.20	0.00005	4.099	0.019	0.001	0.023
potok pod odkaliskom	2009 - 2014	33.5	8.11	53	0.14	0.00005	0.017	0.005	0.003	0.002
	2015	44.7	7.52	63	0.27	0.00005	0.012	0.006	0.001	0.001
Hlavná dedičná štôlnia	2009 - 2014	62.2	7.40	263	1.15	0.00005	0.058	0.011	0.007	0.003
	2015	58.2	7.03	258	1.09	0.00005	0.044	0.011	0.003	0.004
Hlboká štôlnia	2009 - 2014	91.1	7.00	197	0.64	0.00005	0.031	0.004	0.005	0.002
	2015	58.2	7.03	258	1.09	0.00005	0.044	0.011	0.003	0.004
Hornoveská štôlnia	2009 - 2014	13.3	6.07	47	0.37	0.00005	0.040	0.003	0.002	0.001
	2015	13.6	7.35	48	0.34	0.00005	0.030	0.002	0.001	0.002

Tab. 14: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality povrchovej a banskej vody lokality Kremnica s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO ₄	Mn	Hg	Zn	As	Sb	Cu
Kremnický potok	2008 - 2014	0.23	V	0.14	0.21	0.11	0.37	1.34	0.95	0.32
	2015	0.26	V	0.14	0.22	0.11	0.19	2.00	0.40	0.47
odkalisko Horná Ves	2009 - 2014	0.38	V	0.77	6.60	0.17	22.71	0.48	1.60	1.24
	2015	1.82	N	4.87	60.67	0.11	68.20	2.53	0.15	2.71
potok pod odkaliskom	2009 - 2014	0.30	V	0.21	0.46	0.11	0.28	0.63	0.60	0.28
	2015	0.41	V	0.25	0.90	0.11	0.19	0.80	0.10	0.12
Hlavná dedičná štôlnia	2007 - 2014	0.57	V	1.05	3.83	0.11	0.96	1.46	1.33	0.34
	2015	0.53	V	1.03	3.64	0.11	0.72	1.47	0.60	0.41
Hlboká štôlnia	2009 - 2014	0.83	V	0.79	2.15	0.11	0.51	0.56	1.07	0.24
	2015	0.89	V	0.55	1.52	0.11	0.20	0.33	0.10	0.12
Hornoveská štôlnia	2009 - 2014	0.12	V	0.19	1.12	0.11	0.49	0.27	0.10	0.18
	2015	0.12	V	0.19	1.12	0.11	0.49	0.27	0.10	0.18

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

Z hľadiska hodnotenia kvality banských vôd podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2012-7) môžeme konštatovať, že kvalita banskej vody monitorovaných štôlní nebola počas monitorovaného obdobia

v sledovaných parametroch riziková (tab. 15). Priesaková voda odkaliska v Hornej Vsi má vysoký obsah Zn, ktorého charakteristická hodnota za rok 2015 prekročila indikačné kritérium pre podzemnú vodu. Obsah kyanidov v nej je však relatívne nízky, so zisteným maximom $0,006 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$.

Pri porovnaní charakteristických hodnôt obsahu ukazovateľov kvality v banskej vode Hlavnej dedičnej štôľne pre rok 2015 s obdobím 2007 – 2014 zistujeme, že sú vyššie pre SO_4 , Mn a Zn a nižšie pre Cu. V Hlbokej štôľni poklesol v roku 2015 obsah As, Sb a Cu a stúpol obsah SO_4 , Mn a Zn. V Hornoveskej štôľni dominuje pokles obsahov sledovaných ukazovateľov v roku 2014 oproti predošlému obdobiu (tab. 13).

Tab. 15: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody lokality Kremnica s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	Hg	Zn	As	Sb	Cu
odkalisko Horná Ves	2009 - 2014	0.21	V	0.04	0.91	0.07	0.32	0.05
	2015	1.00	N	0.03	2.73	0.38	0.03	0.12
Hlavná dedičná štôľňa	2007 - 2014	0.31	V	0.03	0.04	0.22	0.27	0.01
	2015	0.29	V	0.03	0.03	0.22	0.12	0.02
Hlboká štôľňa	2009 - 2014	0.46	V	0.03	0.02	0.08	0.21	0.01
	2015	0.49	V	0.03	0.01	0.05	0.02	0.01
Hornoveská štôľňa	2009 - 2014	0.07	N	0.03	0.03	0.06	0.09	0.01
	2015	0.07	V	0.03	0.02	0.04	0.02	0.01

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom.

V roku 2012 bola odobratá vzorka sedimentu Kremnického potoka v profile pred ústím do Hrona. Laboratórna analýza v nej preukázala prekročenie intervenčnej hodnoty pre priemysel v obsahu As, intervenčnej hodnoty pre obytné zóny v obsahu Sb a Co a indikačné kritérium pre zinok (tab. 16).

Tab. 16: Chemické zloženie sedimentu Kremnického potoka pred ústím do Hrona

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

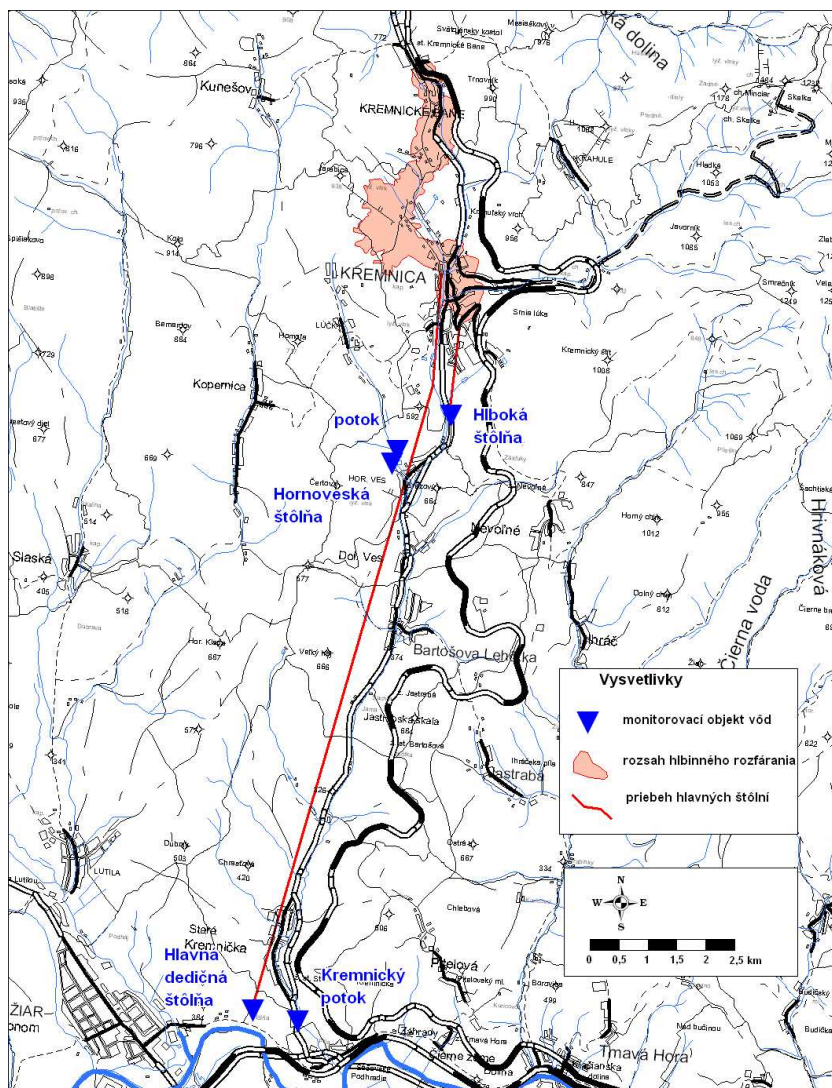
Ozn objektu	Dátum	Se mg/kg	Ni mg/kg	V mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Mo mg/kg
K1	11.10.12	<1	85	71	1,3	390	36	248	15

Vysvetlivky: Červenou sú podfarbené hodnoty prekračujúce intervenčné kritérium pre priemysel, hnedou prekračujúce intervenčné kritérium pre obytné zóny a žltou prekračujúce indikačné kritérium pre horninové prostredie a pôdu podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7.

Inžinierskogeologické aspekty

Významným dedičstvom historickej ťažby rúd je intenzívne podrúbanie centrálnej oblasti Kremnice, ktoré síce nespôsobilo vznik poklesovej kotliny, ale vyžaduje si zvláštnu opatrnosť pri rekonštrukčných prácach existujúcich stavebných objektov a budovaní nových. Pre celú oblasť Kremnického rudného poľa je z hľadiska potenciálneho vzniku náhlých poklesov terénu, ako jediných ohrozujúcich prejavov fyzikálnych impaktov vyvolaných predchádzajúcou banskou činnosťou, rozhodujúce poznanie výskytu, rozsahu a priebehu

vydobytých priestorov. K najintenzívnejšie podrúbanej oblasti patrí územie centrálnej mestskej zóny v Kremnici, pod ktorou prechádzajú hlavné žily Žigmund a Helena a priečne žily Amália, Zuzana, Sevastopoľ a Východná Július. Vydobyté banské priestory tu siahajú miestami 10 - 12 m pod povrch územia, to znamená len približne 8 - 9 m pod základovú škáru objektov takmer súvislej zástavby. Doterajšie výsledky však preukázali (Baliak et al., 1989), že nie je možné dostatočne spoľahlivo identifikovať prejavy podrúbania na povrchu, ale odporúča sa pokračovať v geodetickom monitoringu centrálnej mestskej oblasti (CMO) Kremnica. Zo záverov zvlášť detailného inžinierskogeologického mapovania do mapy M 1: 5 000 však vyplýva, že aj napriek veľkému rozsahu vydobytých priestorov je povrch územia Kremnice stabilný (Baliak et al., 1989). V roku 2015 neboli v tejto oblasti zaznamenané významné prejavy nestability.



Obr. 2: Situácia monitorovaných objektov v oblasti Kremnice

4.4 Lokalita Dúbrava R4

Ložisko antimonitovej rudy v rovnomennom dobývacom poli a chránenom ložiskovom území Dúbrava patrí k ložiskám s ukončenou ťažbou. Jeho správcom je organizácia Rudné Bane š. p. Banská Bystrica, ktorá tu od zastavenia ťažby vykonávala rekultiváciu a dodnes zabezpečuje ochranu banských objektov a odkaliska. Aj v roku 2015 tu realizovala zabezpečenie banských diel (Kolektív autorov, 2016).

Hydrogeologické a geochemické aspekty

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

Na tejto lokalite nebol v minulosti vykonávaný systematický monitoring banských a povrchových vôd. V roku 2008 tu bol začatý štátny terénny monitoring v rámci ČMS GF VÍŽP jednorazovým (1.10.2008) hydrometrovaním a vzorkovaním dvoch profilov potoka Paludžanka a troch štôlní s výtokom banskej vody (tab. 17, obr. 3). V roku 2009 boli vykonané dva odbery vzoriek, pričom vzorkované navyše oproti roku 2008 boli štôlna Samuel a Hlavný dopravný prekop. V rokoch 2010 až 2015 boli 2 krát ročne ovzorkované všetky spomenuté objekty.

Charakteristické hodnoty rizikových zložiek odvodené z vykonaných laboratórnych analýz sú uvedené v tab. 17. Voda potoka Paludžanka má zvýšený obsah Sb už pred vtokom na monitorovanú lokalitu Dúbrava (približne 3-násobne vyššiu ako MH pre povrchovú vodu). Výtoky banskej vody obsahujú extrémne vysoké koncentrácie antimónu a vysoké koncentrácie arzénu. Spolu so skrytými priesakmi haldovým materiálom, odkaliskom a geochemicky anomálnou pripovrchovou zónou horninového masívu kontaminujú potok Paludžanka tak, že jeho voda prekračovala v priemere za obdobie rokov 2008 - 2014 MH pre antimón 27-násobne, v roku 2015 až 30-násobne. MH pre arzénu je prekročená len mierne, v priemere približne o 10 % (tab. 18). Obsah síranov i medi vo vode tohto toku je nízky.

Tab. 17: 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 - 2014	5,1	7,44	8,4	0,0066	0,0170	0,0011
	2015	5,1	7,74	6,9	0,0050	0,0200	0,0090
D7	2008 - 2014	8,3	7,76	17,0	0,0086	0,1355	0,0010
	2015	10,1	7,13	18,0	0,0080	0,1765	0,0020
D2	2007 - 2014	20,4	7,76	40,7	0,0306	1,2171	0,0013
	2015	27,7	7,41	28,5	0,0305	1,2260	0,0025
D4	2007 - 2014	39,1	7,92	125,3	0,0222	1,2693	0,0013
	2015	47,9	8,03	157,5	0,0400	1,6740	0,0020
D5	2007 - 2014	44,3	8,15	121,8	0,0311	1,0642	0,0012
	2015	41,5	8,10	100,0	0,0360	1,0115	0,0015
D6	2007 - 2014	41,8	8,05	122,5	0,0142	1,1675	0,0012
	2015	45,9	8,22	113,5	0,0135	1,1125	0,0015
D8	2007 - 2014	34,0	7,76	92,5	0,0243	2,5663	0,0011
	2015	35,6	7,14	89,1	0,0370	2,4260	0,0010
D3	2007 - 2014	58,4	8,15	176,4	0,0558	7,8800	0,0017
	2015	58,1	7,71	170,0	0,1905	7,9300	0,0035

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.

Tab. 18: 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 - 2014	0,05	V	0,03	0,88	3,40	0,18
	2015	0,05	V	0,03	0,67	4,00	1,55
D7	2008 - 2014	0,08	V	0,07	1,15	27,10	0,17
	2015	0,09	V	0,07	1,07	35,30	0,34
D2	2007 - 2014	0,19	V	0,16	4,08	243,41	0,22
	2015	0,25	V	0,11	4,07	245,20	0,43
D4	2007 - 2014	0,36	V	0,50	2,96	253,86	0,23
	2015	0,44	V	0,63	5,33	334,80	0,34
D5	2007 - 2014	0,40	V	0,49	4,14	212,84	0,20
	2015	0,38	V	0,40	4,80	202,30	0,26
D6	2007 - 2014	0,38	V	0,49	1,89	233,50	0,20
	2015	0,42	V	0,45	1,80	222,50	0,26
D8	2007 - 2014	0,31	V	0,37	3,23	513,25	0,19
	2015	0,32	V	0,36	4,93	485,20	0,17
D3	2007 - 2014	0,53	V	0,71	7,43	1576,00	0,29
	2015	0,53	V	0,68	25,40	1586,00	0,60

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty podľa nariadenia vlády SR č.269/2010 Z. z. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie požadovanej hodnoty a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie monitorovaných objektov ako pri tab. 17.

Z hľadiska hodnotenia kvality banských vôd podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2012-7) sú obsahom Sb rizikové všetky monitorované výtoky banskej vody, najmä však banská voda štôlne Samuel a Hlavného dopravného prekopu (tab. 19 a 20). Obsahom arzénu je riziková len štôlna Samuel. Zistené údaje poukazujú na sezónny charakter kolísania koncentrácie kontaminantov, pričom obsah Sb stabilne vysoko prevyšuje príslušnú indikačnú hodnotu (ID) – u jednotlivých štôlní 40 až 300-násobne. Príslušná intervenčná hodnota je u týchto objektov prekročená 20 až 150-násobne (tab. 20). Charakteristické hodnoty obsahu Sb vo výtokoch banskej vody za rok 2015 sú približne na úrovni obdobia rokov 2007 – 2014 (tab. 17).

Tab. 19: 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 - 2014	0,10	V	0,61	48,68	0,01
	2015	0,14	V	0,61	49,04	0,01
D4	2007 - 2014	0,20	V	0,44	50,77	0,01
	2015	0,24	V	0,80	66,96	0,01
D5	2007 - 2014	0,22	V	0,62	42,57	0,01
	2015	0,21	V	0,72	40,46	0,01
D6	2007 - 2014	0,21	V	0,28	46,70	0,01
	2015	0,23	V	0,27	44,50	0,01
D8	2007 - 2014	0,17	V	0,49	102,65	0,01
	2015	0,18	V	0,74	97,04	0,01
D3	2007 - 2014	0,29	V	1,12	315,20	0,01
	2015	0,29	V	3,81	317,20	0,02

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 17.

Tab. 20: 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 - 2014	0,07	V	0,31	24,34	0,003
	2015	0,09	V	0,31	24,52	0,01
D4	2007 - 2014	0,13	V	0,22	25,39	0,003
	2015	0,16	V	0,40	33,48	0,004
D5	2007 - 2014	0,15	V	0,31	21,28	0,002
	2015	0,14	V	0,36	20,23	0,003
D6	2007 - 2014	0,14	V	0,14	23,35	0,002
	2015	0,15	V	0,14	22,25	0,003
D8	2007 - 2014	0,11	V	0,24	51,33	0,002
	2015	0,12	V	0,37	48,52	0,002
D3	2007 - 2014	0,19	V	0,56	157,60	0,003
	2015	0,19	V	1,91	158,60	0,01

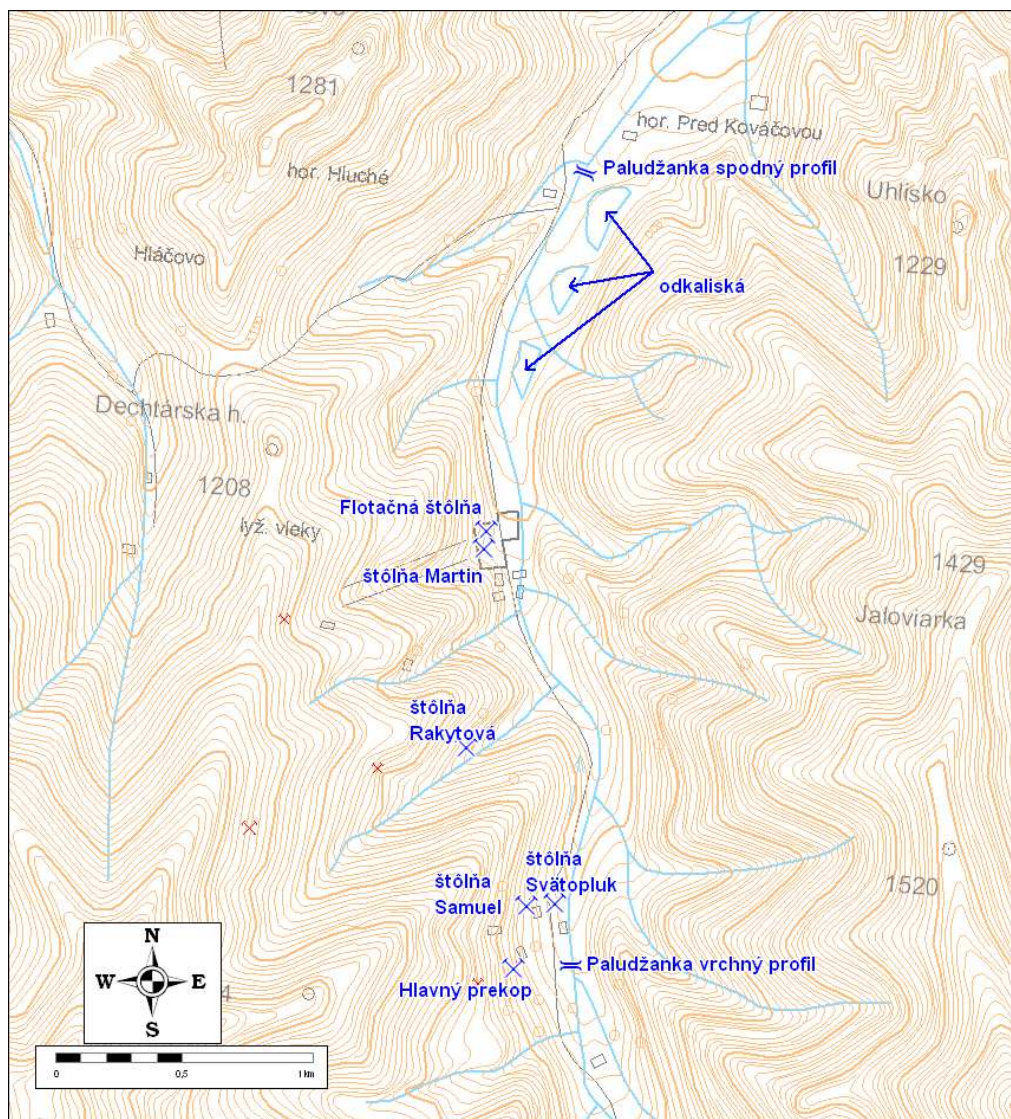
Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty IT podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty IT a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 17.

Kontaminovaná povrchová voda spôsobuje kontamináciu riečneho sedimentu. V profile pri horárni Hluché obsahuje vzorka sedimentu Paludžanky z 10.10.2012 vysokú koncentráciu Sb a As, prekračujúcu intervenčné kritérium pre priemysel pre horninové prostredie a pôdu (tab. 21).

Tab. 21: Chemické zloženie riečneho sedimentu z potoka Paludžanka pri horárni Hluché.

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

Vysvetlivky: Červenou sú podfarbené hodnoty prekračujúce intervenčné kritérium pre priemysel, pre horninové prostredie a pôdu podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7.



Obr. 3: Situácia monitorovaných objektov na lokalite Dúbrava

Inžinierskogeologické aspekty

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

4.5 Lokalita Pezinok R5

Na lokalite Pezinok bola ťažba v minulosti ukončená. Ložisko Pezinok – antimónové rudy je v dobývacom poli Pezinok II, ktorého správcom je organizácia Rudné Bane š. p. Banská Bystrica a v dobývacom poli Pezinok. Toto ložisko je zároveň pokryté CHLÚ, ktorého správcom je firma METAL - ECO SERVIS, spol. s r.o. Pezinok. Po útlme ťažby antimónových rúd v závode Pezinok Rudných baní, š. p., Banská Bystrica sa následne začali vykonávať likvidačné a zabezpečovacie práce na banských dielach. V roku 1999 bol DP Pezinok zmluvne prevedený na organizáciu METAL - ECO SERVIS, spol. s r.o. Pezinok, ktorá vykonávala likvidáciu lomu navážkou základkového materiálu. V DP Pezinok II v roku 2005 pre organizáciu Rudné bane, š. p. Banská Bystrica vykonávala banskú činnosť - zabezpečovanie banských diel dodávateľsky organizácia METAL - ECO SERVIS, spol. s r.o. Pezinok, ktorá vykonávala aj rekultivačné a sanačné práce na „Novom odkalisku“. Likvidácia lomu Kolársky vrch bola ku koncu roka 2009 vykonaná na cca 75% z celkového objemu lomu (Správa o činnosti HBÚ za rok 2009). V roku 2009 bola zároveň v DP Pezinok realizovaná činnosť súvisiaca s likvidáciou prejavov banskej činnosti na povrch – zavážanie prepadaných štôlní, vetracích komínov, úprava nebezpečných odvalov a zabezpečovanie štôlní proti vstupu cudzích osôb (Štefan prekop, IV. Podetáž, Pyritová štôlna, Budúcnosť štôlna, vetrací komín K1), vyčistenie ústí štôlní (Antimónová štôlna, Pyritová štôlna, štôlna Budúcnosť – úprava žľabu v ústí na odtok banskej vody). V roku 2011 bola realizovaná štátnym podnikom Rudné bane, Banská Bystrica, činnosť súvisiaca s likvidáciou prejavu bývalej banskej činnosti na povrchu, a to v sanácii prepadaného terénu (priemer cca 7,5 m s hĺbkou cca 23 m) v mieste bývalého komína K – 1 jeho zavezením vhodným materiálom o objeme cca 885 m³ (Kolektív autorov, 2012). V roku 2012 bola uzatvorená nová nájomná zmluva medzi METAL–ECO SERVIS spol. s r.o., Pezinok a štátnym podnikom Rudné bane, Banská Bystrica, na realizáciu banskej činnosti súvisiacej s likvidáciou lomu Kolársky vrch navážkou základkového materiálu. V roku 2012 bolo na likvidáciu lomu v DP Pezinok privezené 3,6 kt materiálu, v roku 2013 – 12,5 kt materiálu, v roku 2014 17,4 kt a v roku 2015 až 22,4 kt (Kolektív autorov, 2013, 2014, 2015, 2016). DP Pezinok II získala v roku 2012 na základe výberového konania organizácia ELGEO – Trading, s.r.o. Pezinok, ktorá ani v rokoch 2013 a 2014 nevykonávala žiadnu banskú činnosť – banské diela sú tu v zabezpečení (Kolektív autorov 2014 a 2015).

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. V roku 2008 tu bol začatý štátny terénny monitoring v rámci ČMS GF VŤŽP jednorazovým hydrometrovaním a vzorkovaním troch štôlní s výtokom banskej vody a potoka Blatina (13.11.2008) v profile pod ložiskovým územím. Situácia monitorovaných objektov je na obr. 4. V rokoch 2009-2011 sa uvedené objekty vzorkovali 2x ročne, v roku 2012 raz a v rokoch 2013 - 2015 opäť 2x ročne.

V tab. 22 sú uvedené charakteristické hodnoty koncentrácie rizikových zložiek v sledovanom období. Výtoky banskej vody obsahujú zvýšené koncentrácie antimónu a arzénu, ale i mangánu, zinku a niklu. Spolu so skrytými priesakmi haldovým materiálom, odkaliskom a geochemicky anomálnou pripovrchovou zónou horninového masívu kontaminujú potok Blatina tak, že nevyhovuje požiadavkám na kvalitu povrchovej vody koncentráciou antimónu a arzénu (v priemere vyše 7-násobné prekročenie v sledovanom období). Banská voda štôlne Ryhová obsahuje zvýšené koncentrácie Fe, Zn, Sb, Ni a Cd, ktoré nevyhovujú požiadavkám na kvalitu povrchovej vody (tab. 23). Obsah ²²⁶Ra je zvýšený,

avšak v období 2008-2014 vyhovoval požiadavke na kvalitu povrchovej vody. V roku 2015 bol v tomto objekte medzný obsah pre rádium mierne prekročený (tab. 23). Banská voda Pyritovej štôlne má z hľadiska rizika negatívneho ovplyvnenia kvality povrchovej vody zvýšený obsah síranového aniónu, mangánu, arzenu a antimónu, i vysokú celkovú mineralizáciu. Banská voda štôlne Budúcnosť vykazuje zvýšený obsah síranového aniónu, železa, mangánu, zinku, arzenu, antimónu a niklu.

Z hľadiska hodnotenia kvality banských vôd podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2012-7) je obsahom Sb riziková najmä banská voda Pyritovej štôlne, ktorá 8-násobne prekračuje intervenčné kritérium (tab. 25). Banská voda štôlne Budúcnosť prekračuje toto kritérium 2-násobne. Banská voda Ryhovej štôlne navyše prekračuje indikačné kritérium v obsahu niklu (tab. 24). Charakteristický obsah Sb pre rok 2015 je u monitorovaných objektov vyšší ako v období 2008 – 2014 (tab. 22) – na profile potoka Blatina predstavuje vzostup v percentuálnom vyjadrení 20 %, na štôlni Ryhová 34 %, na štôlni Budúcnosť 32 %. Na štôlni Pyritová sa obsah Sb významne nezmenil.

Vplyv banskej činnosti sa tu prejavuje i kontamináciou riečneho sedimentu. V profile nad nemocnicou prekračujú zistené hodnoty vo vzorke sedimentu Blatiny z 6.11.2012 intervenčné kritérium pre priemysel pre horninové prostredie a pôdu v obsahu As 7,8-násobne a v obsahu Sb 2,9-násobne (tab. 26).

Tab. 22: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Pezinok

Objekt	Obdobie	Q l/s	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	Co mg/l	Cd mg/l	²²⁶ Ra (Bq/l)
P1	2008-14	27,4	56,9	6,93	205	5,90	0,29	0,00005	0,216	0,003	0,004	0,010	0,010	0,141	0,007	0,0013	0,141
	2015	13,4	53,2	6,81	194	5,26	0,27	-	-	-	0,003	0,008	-	-	-	-	0,210
P2	2008-14	120,2	50,4	7,90	156	0,34	0,15	0,00005	-	-	0,142	0,038	-	0,018	-	-	0,060
	2015	62,7	44,3	8,19	156	0,21	0,13	0,00005	0,005	-	0,152	0,048	0,001	-	-	-	0,091
P3	2008-14	7,9	123,0	7,74	575	0,42	0,68	0,00005	0,003	0,003	0,039	0,385	0,001	0,009	0,001	0,0002	0,077
	2015	6,4	103,0	8,15	507	0,30	0,69	0,00000	0,000	0,000	0,031	0,381	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,115
P4	2008-14	5,1	84,2	7,39	357	4,28	1,85	0,00005	0,143	0,003	0,031	0,103	0,001	0,079	0,006	0,0002	0,064
	2015	3,1	71,7	7,39	308	1,63	1,27	0,00000	0,000	0,000	0,018	0,078	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,120

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

Tab. 23: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality povrchovej a banskej vody lokality Pezinok s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO ₄	Fe	Mn	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd	²²⁶ Ra
P1	2008 - 14	0,52	V	0,82	2,95	0,96	0,50	2,81	0,30	0,26	2,01	0,53	6,41	0,14	2,00	0,70
	2015	0,48	V	0,77	2,63	0,91	-	-	-	0,17	1,50	-	-	-	-	1,05
P2	2008 - 14	0,46	V	0,63	0,17	0,51	0,50	-	-	8,13	7,57	-	0,82	-	--	0,30
	2015	0,40	V	0,62	0,10	0,44	0,50	0,06	-	8,69	9,50	0,05	-	-	-	0,45
P3	2008 - 14	1,12	V	2,30	0,21	2,27	0,50	0,04	0,30	2,21	77,04	0,05	0,41	0,02	0,23	0,38
	2015	0,94	V	2,03	0,15	2,30	0,00	0,00	0,00	1,77	76,10	-	-	-	-	0,58
P4	2008 - 14	0,77	V	1,43	2,14	6,15	0,50	1,86	0,30	1,79	20,60	0,05	3,59	0,12	0,23	0,32
	2015	0,65	V	1,23	0,82	4,22	0,00	0,00	-	1,00	15,60	-	-	-	-	0,60

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty podľa nariadenia vlády SR č.269/2010 Z. z. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie požadovanej hodnoty a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie monitorovaných objektov ako pri tab. 22. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 4.

Tab. 24: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody lokality Pezinok s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
P1	2008 - 2014	0,28	V	0,03	0,22	0,002	0,09	0,40	0,05	1,41	0,07	0,26
	2015	0,27	V	-	-	-	0,06	0,30	-	-	-	-
P3	2008 - 2014	0,61	V	0,03	0,003	0,002	0,77	15,41	0,01	0,09	0,01	0,03
	2015	0,51	V	-	-	-	0,62	15,22	-	-	-	-
P4	2008 - 2014	0,42	V	0,03	0,14	0,002	0,63	4,12	0,01	0,79	0,06	0,03
	2015	0,36	V	-	-	-	0,35	3,12	-	-	-	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 22.

Tab. 25: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody lokality Pezinok s intervenčným kritériom (IT) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
P1	2008 - 2014	0,19	V	0,01	0,07	0,001	0,31	2,06	0,002	0,40	0,03	0,01
	2015	0,18	V	-	-	-	0,03	0,15	-	-	-	-
P3	2008 - 2014	0,41	V	0,01	0,002	0,001	0,39	7,70	0,002	0,05	0,01	0,01
	2015	0,34	V	-	-	-	0,31	7,61	-	-	-	-
P4	2008 - 2014	0,28	V	0,01	0,07	0,001	0,31	2,06	0,002	0,40	0,03	0,01
	2015	0,24	V	-	-	-	0,18	1,56	-	-	-	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty IT podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty IT a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 22.

Tab. 26: Chemické zloženie sedimentu potoka Blatina

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

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

Vysvetlivky: Červenou sú podfarbené hodnoty prekračujúce intervenčné kritérium pre priemysel, pre horninové prostredie a pôdu podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7.

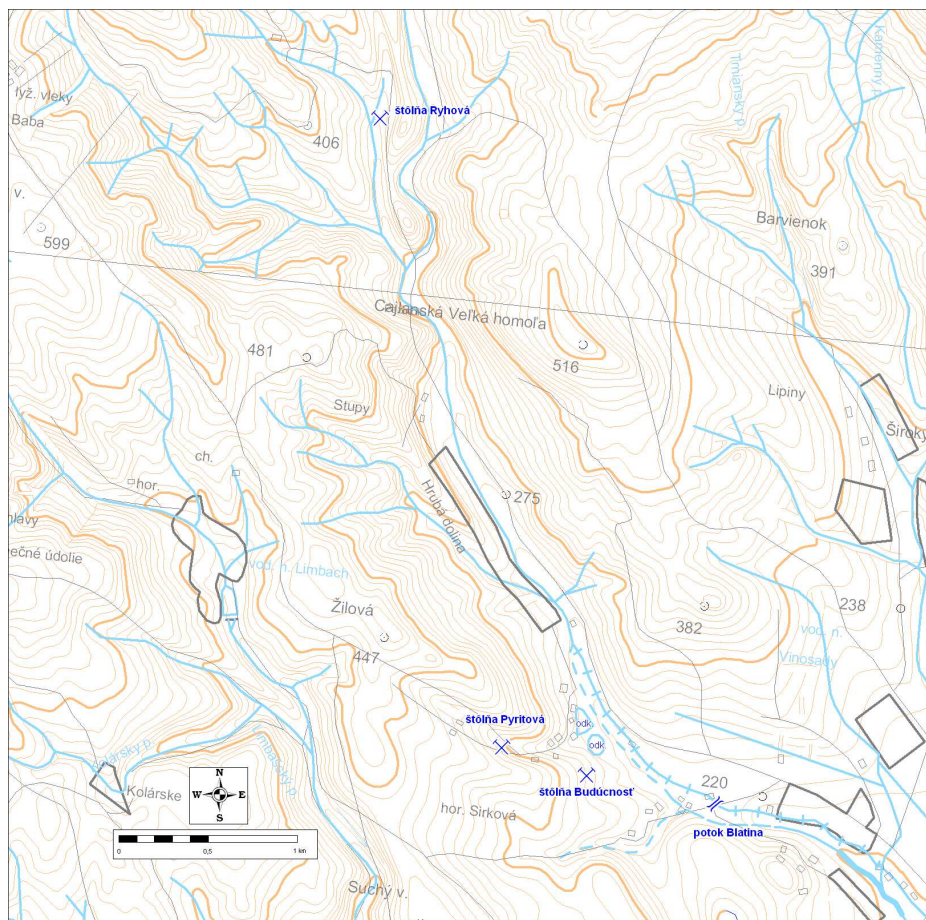
Inžinierskogeologické aspekty

V ložiskovej oblasti Pezinok doterajšie zisťovanie preukázalo, že len u malej časti objektov boli identifikované prejavy vyžadujúce riešenie a predovšetkým, že v týchto prípadoch, namiesto ďalšieho sledovania, postačia jednorazové sanačné opatrenia, alebo zásahy kde prípadné ďalšie následné práce už nepatria do náplne periodického štátneho monitoringu. V rokoch 2012 - 2014 na lokalite neboli zaznamenané nové významné vplyvy podrúbania ani prejavy nestability telesa odkaliska.

Ústia monitorovaných štôlní Pyritová a Budúcnosť sú zabezpečené a v dobe oboch našich návštev lokality v roku 2015 boli nepoškodené. Na zavalenom ústí Ryhovej štôlne neboli zistené zmeny. V roku 2015 sme terénnym výskumom zisťovali stabilitu terénu na ložisku Nádej, otvorenou chodbami zo štôlne Ryhová a ďalších vyššie položených štôlní.

Ložisko Nádej sa nachádza SZ od Pezinku, v údolí potoka Sedláčkov jarok. Dokumentované svahové deformácie, vyvolané podrúbaním, sa nachádzajú na ľavej strane

údolia pravostranného prítoku Sedláčkovho jarku, pod štátnou cestou č. 503 Pezinok – Pernek.



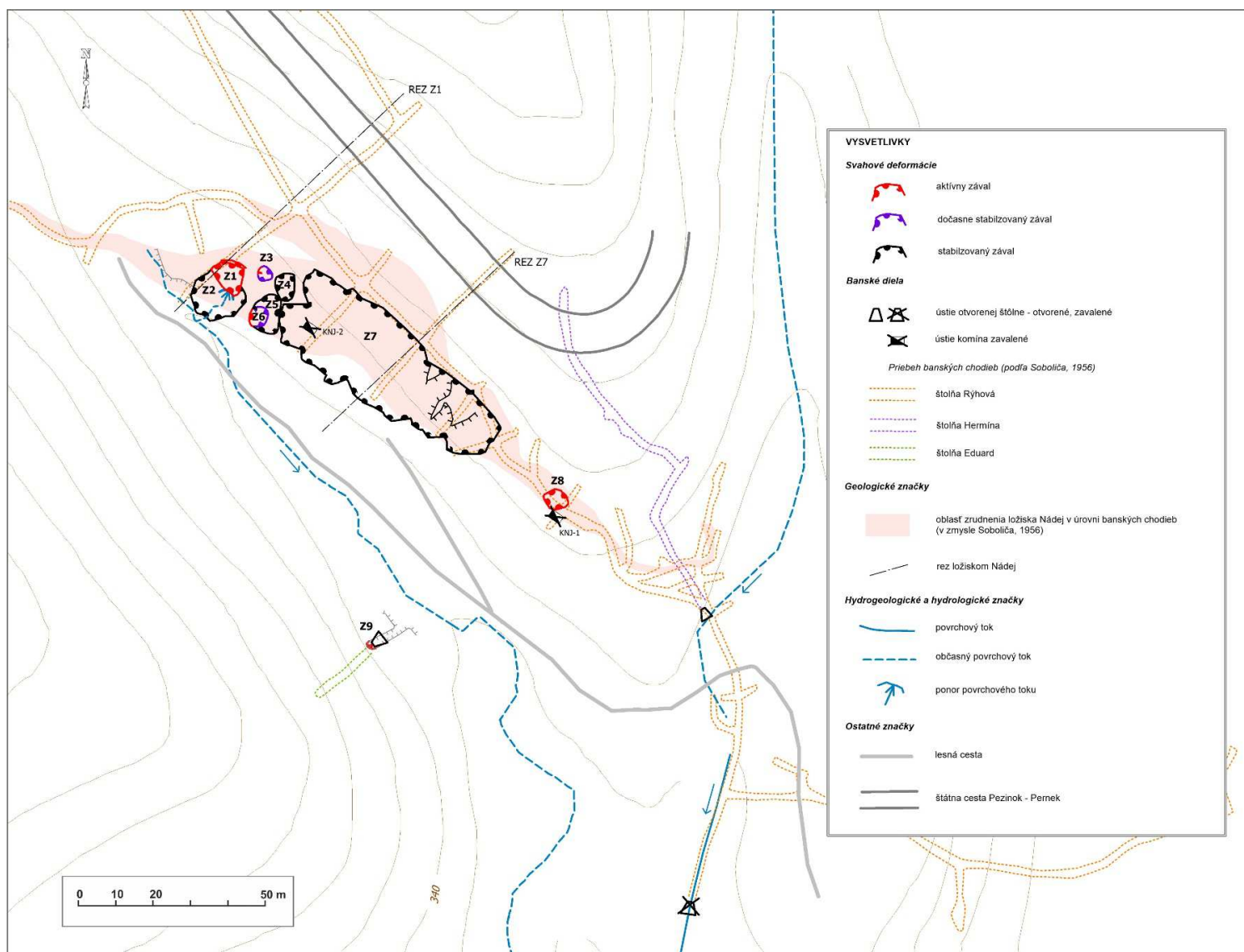
Obr. 4: Situácia monitorovaných objektov na lokalite Pezinok

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

V rámci terénneho výskumu bolo zdokumentovaných a GNSS zameraných niekoľko závalov s označením Z1 až Z8 v oblasti smernej chodby ložiska Nádej a zával Z9 na ústí štôlne Eduard (obr. 5). Zároveň boli GNSS zamerané niektoré morfológické prvky – štátna cesta, lesné cesty, potok a pod. Presnosť GNSS meraní znižoval lesný porast stromov.

Závaly Z1 a Z2

Zával Z1 sa nachádza cca 42 m JZ od št. cesty Pezinok-Pernek. Jedná sa o aktívny zával s čerstvou odlučnou hranou (obr. 6) trojuholníkového tvaru. Hlavná odlučná hrana vo svahu je zvislá, s odhadovanou maximálnou hĺbkou 6 m (obr. 7), ktorá sa smerom do údolia znižuje na cca 1,5 m. Maximálna šírka závalu je cca 9 m a dĺžka cca 7 m. Zával sčasti drénuje povrchový tok. Na dne závalu sa nachádza otvor šošovkovitého tvaru s rozmermi cca 1 x 0,4 m, do ktorého sa sústreďujú drénované vody povrchového toku a sú odvádzané do priestorov banských chodieb.



Obr. 5: Situácia dokumentovaných závalov na ložisku Nádej

Zával Z1 nadväzuje na starší stabilizovaný plytší zával Z2 s premenlivou hĺbkou 1,5 až 2,5 m. Zával Z2 je kruhovitého tvaru s priemerom cca 13 m.

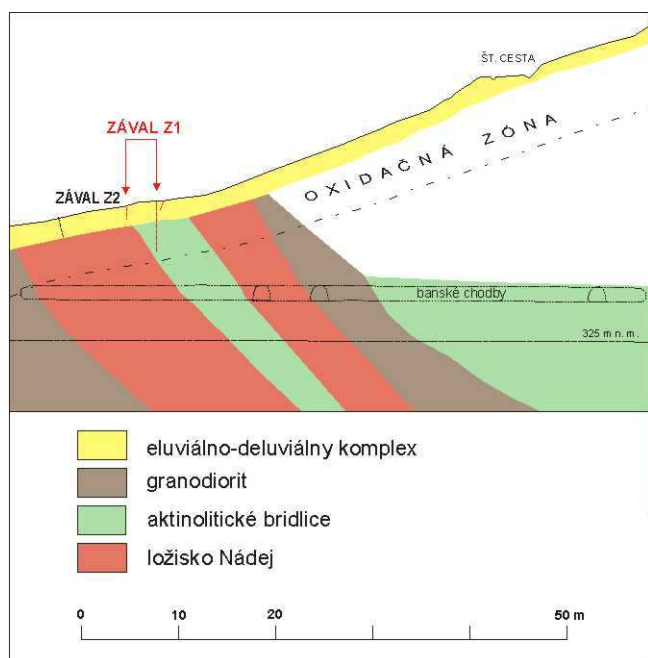
Na obr. 8 je rez ložiskom v mieste závalu Z1. Zo zakreslenia pozície závalu Z1 (resp. aj závalu Z2) vyplýva, že závaly vznikli priamo nad zrudnením ložiska v ukončení banskej chodby štôlne Rýhová. V mieste závalu Z1 je úroveň stropu banskej chodby v hĺbke cca 10 až 11 m, v oblasti juhozápadného okraja závalu Z2 v hĺbke cca 8 m. Z obrázku 8 je tiež zrejmé, že väčšinu, resp. celý profil nadložia banskej chodby v mieste závalov Z1 a Z2 tvorí eluviálno - deluviálny komplex zemín a zóna intenzívneho zvetrania hornín.



Obr 6: Aktívny zával Z1 nad banskou chodbou štôlne Rýhová (pohľad zo severu)



Obr. 7: Hlavná odlučná stena aktívneho závalu Z1



Obr. 8: Rez ložiskom Nádej v oblasti závalov Z1 a Z2 (s použitím podkladov Soboliča, 1956)

Závaly Z3, Z4, Z5, Z6

Jedná sa o staršie stabilizované závaly s lokálnou aktivizáciou, situované juhovýchodne od záválu Z1, v smernom pokračovaní zrudnenia ložiska Nádej. Zával Z3 je lievikovitého tvaru s priemerom cca 4 m a hĺbkou cca 1,5 m. Aktivita bola zaznamenaná len v SZ časti okraja záválu, kde bola zistená otvorená depresia (obr. 5). Podobný morfológický charakter má aj stabilizovaný zával Z4 s priemerom cca 6 až 7 m a hĺbkou cca 2 m, avšak bez prejavov súčasnej aktivity. Stabilizovaný zával Z5 je nepravidelného tvaru s rozmermi cca 8x10 m a hĺbkou 2,5 m. V závale Z5, na jeho západnom okraji je rozvinutý mladší menší dočasne stabilizovaný zával Z6 s priemerom cca 5 m, ktorý prehĺbuje zával Z5 o cca 1 m. Zával Z6 má ostrejšie morfológické črty ako zával Z5. Na jeho západnom okraji je pozorovateľná aktivizácia s obnaženou stenou záválu.



Obr. 9: Aktívna časť okraja záválu Z3

Zával Z7

Zával Z7 sa prejavuje ako pozdĺžna depresia na úpätí svahu tiahnuca sa pozdĺž údolia s orientáciou SZ-JV (obr. 10). Maximálna dĺžka závalu je cca 67 m, šírka od 14 do 25 m. Hĺbka depresie je premenlivá od cca 2,5 m (v údolí) do 8 m (vo svahu). Prerušovaná je zníženými priečnymi hrebienkami. Na dne i stenách závalovej depresie možno pozorovať porast starších stromov. Horný okraj depresie vo svahu je charakteristický aktívnym pomalým zliezaním sutí (obr. 11). Na dne depresie sa nachádzajú lokálne horninové bloky veľkosti cca 1x1x2 m, ktoré predstavujú materiál staršieho skalného zrútenia. Zával možno v súčasnosti považovať za stabilizovaný.

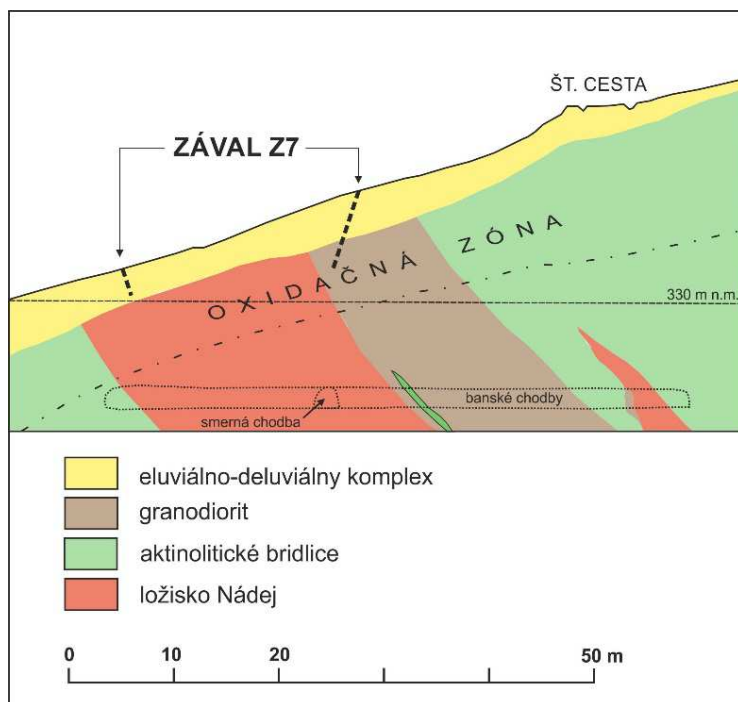


Obr. 10 (vľavo): Zával Z7

Obr. 11 (vpravo): Zliezanie sutí na hornom okraji závalovej depresie Z7

Predpokladaný zával Z7 sa nachádza nad zrudnením ložiska Nádej, pričom horný pozdĺžny okraj závalu sleduje smernú banskú chodbu štôľne Rýhová (obr. 5), čo potvrdzuje aj interpretácia lokalizácie závalu do priečneho rezu ložiska (obr. 12). Ako je zrejmé z obrázku 12 v mieste priečneho rezu je úroveň stropu banskej chodby v hĺbke cca 11 m až 19 m vo vyššej časti svahu. Podobne ako pri závale Z1 väčšinu, resp. celý profil nadložia banskej chodby tvorí eluviálno-deluviálny komplex zemín a zóna intenzívneho zvetrania hornín.

Vzhľadom na pomerne veľký rozsah závalov Z3 až Z6 a predovšetkým závalu Z7 je oprávnené zapochybovať, či sa jedná o povrchové morfológické prejavy – závaly vzniknuté v súvislosti s existenciou banských chodieb štôľne Rýhová. Alternatívne je možné predpokladať, že sa jedná o kombináciu závalov a povrchových dobývok na ložisku alebo o podpovrchové vytlačenie časti ložiska nad rámec známeho rozsahu banských chodieb. Doposiaľ sa nepodarilo získať iné archívne údaje, ktoré by umožnili spresniť genézu predmetných morfológických prvkov.



Obr. 12: Rez ložiskom Nádej v oblasti závalu Z7 (s použitím podkladov Soboliča, 1956)

Zával Z8

Zával Z8 sa nachádza vo svahu, cca 36 m J od ostrej zákruty št. cesty Pezinok-Pernek. Aktívny zával je v priečnom profile lievnikovitého tvaru, na povrchu terénu s priemerom okolo 6 m (obr. 13) . Maximálna hĺbka v strede závalu je cca 2,5 m. Steny závalu sú obnažené. Z porovnania zistenej lokalizácie závalu GNSS zameraním s archívnymi podkladmi vyplýva, že vznik závalu s najväčšou pravdepodobnosťou súvisí s prítomnosťou banského komína s označením KNJ-1, ktorého ústie podľa mapových podkladov je v tesnej blízkosti dokumentovaného závalu (obr. 5). Hĺbka komína je cca 15 m (podľa podkladov Soboliča, 1956). Odsadenie závalu od ústia komína je spôsobené pravdepodobne úklonom komína.



Obr. 13 : Aktívny zával Z8

Zával 9

Jedná sa o zával na ústí štôlne Eduard. Ústie štôlne bolo už v minulosti zavalené s čiastočne otvoreným ústím (v zmysle záverečnej správy Mašlár a kol., 2001). Terénou obhliadkou bola zaznamenaná opätovná aktivizácia zavaľovania ústia štôlne (obr. 14). V súčasnosti je prístupná otvorom s priemerom cca 1,2 m (obr. 15).



Obr. 14 (vľavo): Zával na ústí štôlne Eduard

Obr. 15 (vpravo): Otvor na ústí štôlne Eduard

Z hľadiska bezpečnosti je s ohľadom na voľný pohyb osôb rizikový zával Z1 s možnosťou pádu, vzhľadom na zvislú stenu závalu.

Napriek opätovnému zavaľovaniu ústia štôlne je zachovaná možnosť vstupu do banského diela Eduard, čo môže byť rizikové pre osoby vstupujúce do banského diela.

Pre úplnosť je potrebné sa zmieniť o štôlni Hermína (obr. 5), ktorej ústie sa tiež zavaľuje a nie je zabezpečené zamedzenie vstupu osôb do banského diela. Avšak po zabezpečení ústia z hľadiska zavaľovania a kontrolovaného vstupu osôb a revízie priestorov banskej chodby by bolo možné pravdepodobne toto dielo využívať pre turistické účely.

V budúcnosti je potrebné, vzhľadom na blízkosť štátnej cesty č. 503, vykonávanie monitorovania predmetnej lokality ložiska Nádej (predovšetkým oblasť aktivizovaných závalov Z1, Z3, Z6), pričom pri závale Z1 nemožno vylúčiť rozširovanie závalu smerom k št. ceste.

4.6 Lokalita Špania Dolina R6

Ťažba na ložisku medenej rudy Špania Dolina bola ukončená v roku 1985. V súčasnosti je chráneným ložiskovým územím (ŠGÚDŠ Bratislava), hoci s jeho ťažbou sa neuvažuje.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Ťažba medi tu kulminovala v stredoveku, avšak úplne ukončená bola až v poslednom období. Okrem ťažobných diel sa tu nachádzajú početné rozsiahle haldy. Odpad z úpravy miestnej rudy i Hg-rudy z Malachova je deponovaný na odkaliskách.

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

Na lokalite dosiaľ nebol vykonávaný systematický monitoring banských a povrchových vôd. V roku 2008 bol na tejto lokalite začatý štátny terénny monitoring v rámci ČMS GF VŤŽP hydrometrovaním a vzorkovaním troch profilov povrchových tokov (Banský potok, potok Zelená, Richtársky potok), štyroch štôlní s výtokom banskej vody a priesaku z odkaliska. Vykonaný bol jeden odber vzoriek dňa 23.10.2008 spojený s meraním kvantitatívnych parametrov objektov. V rokoch 2009-2015 sa uvedené objekty vzorkovali 2x ročne. V povodí Banského potoka nad monitorovaným profilom SD1 sa nachádza štôlna Ivan, Denná štôlna a Dopravný prekop, i odkalisko s výtokom drenážnej vody (obr. 17). Dopravný prekop (D6) sa spočiatku monitoroval, pre technické problémy so zabezpečením merania (uzavretý portál, odber vody) a nízku výdatnosť výtoku už nie je sledovaný. Spomenuté štôlne odvodňujú vyššie úrovne južnej časti dobývacieho poľa. V povodí potoka Zelená nad monitorovaným profilom SD4 je významnou 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 v rámci geologickej úlohy zameranej na štúdium možnosti využitia prírodných sorbentov na úpravu banskej vody (Kovaničová et al., 2014) raz v roku 2011 a trikrát v roku 2012 – tieto údaje sú zahrnuté do hodnotenia ČMS GF VŤŽP.

Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Špania Dolina odvodené z výsledkov monitoringu v období rokov 2009-2014 sú uvedené v tab. 27. Výtoky banskej vody obsahujú extrémne vysoké koncentrácie medi, antimónu a arzénu. Spolu so skrytými priesakmi haldovým materiálom, odkaliskom a geochemicky anomálnou pripovrchovou zónou horninového masívu výrazne kontaminujú miestne povrchové toky. Z hľadiska požiadaviek na kvalitu povrchovej vody (NV SR č. 269/2010 Z. z.) sú zistené koncentrácie As, Sb a Cu v sledovanom období nevyhovujúce vo všetkých troch monitorovaných profiloch povrchových tokov. Najvýraznejšie prekročenie požadovaných úrovní je dokumentované na potoku Zelená (takmer 130-násobné prekročenie v obsahu Sb, 80-násobné pre Cu a 6-násobné pre As). Výrazné prekročenie u týchto ukazovateľov je dokumentované i v monitorovanom profile Banského potoka a Richtárskeho potoka (tab. 28). Rizikovo vysoký obsah Zn v banskej vode štôlne Piesky (objekt SD3) sa v roku 2015 prejavuje v povrchovej vode recipientu – v potoku Zelená (objekt SD4) prekročením príslušnej MH.

Z hľadiska hodnotenia kvality banských vôd podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2012-7) sú obsahom Sb rizikové všetky monitorované zdroje banskej vody, najvýraznejšie z nich štôlna Piesky, ktorá takmer 10-násobne prekračuje intervenčné kritérium (tab. 30). Voda tejto štôlne zároveň mierne prekračuje intervenčné kritérium v obsahu Cu. Z ostatných sledovaných ukazovateľov je prekročené intervenčné kritérium len v obsahu As v priesakovej vode odkaliska v Španej Doline. Rizikovou z hľadiska obsahu Cu je i banská voda Dennej štôlne a štôlne Ferdinand (prekročené indikačné kritérium pre podzemnú vodu, tab. 29).

Pri porovnaní charakteristických hodnôt obsahov As, Sb a Cu pre rok 2015 s predošlým obdobím rokov 2008 – 2014 zisťujeme významný pokles o 30 – 50 % v prípade Dennej štôlne. Rapídny pokles obsahu Cu o 70 % je zistený v štôlni Ivan. Pomerne stabilné úrovne týchto prvkov sú vo vode štôlne Ferdinand a Piesky.

Tab. 27: 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	Hg mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Cd mg/l
SD1	2008 - 14	37,8	8,26	50	-	0,039	-	0,00005	0,035	0,000	0,053	0,096	0,039	-	-	-
	2015	44,2	8,08	57	-	0,000	-	0,00005	0,036	0,000	0,076	0,111	0,033	-	-	-
SD2	2008 - 14	58,1	8,20	117	0,127	0,067	0,068	0,00005	0,060	-	0,140	0,328	0,038	0,006	0,002	0,00015
	2015	96,9	8,25	222	0,016	0,000	0,020	0,00005	0,147	-	0,103	0,451	0,059	-	-	-
SD3	2008 - 14	53,9	8,05	74	0,060	0,022	0,010	0,00005	0,092	0,003	0,038	0,470	0,570	0,001	0,001	0,00015
	2015	59,9	8,17	73	0,009	0,000	0,010	0,00005	0,053	0,000	0,037	0,449	0,364	-	-	-
SD4	2008 - 14	44,2	8,27	68	-	-	-	0,00005	0,041	-	0,056	0,635	0,598	-	-	-
	2015	49,7	7,99	67	-	-	-	0,00005	0,072	-	0,068	0,650	0,519	-	-	-
SD5	2008 - 14	29,6	7,93	39	0,062	0,003	0,020	0,00006	0,007	0,003	0,028	0,106	0,228	0,001	0,001	0,00015
	2015	32,8	8,16	47	0,084	-	0,015	0,00005	0,046	-	0,050	0,343	0,456	-	-	-
SD7	2008 - 14	50,1	7,41	85	0,057	0,002	0,013	0,00005	0,022	0,006	0,028	0,140	0,092	0,001	0,001	0,00015
	2015	53,7	7,20	89	0,260	-	0,030	0,00005	0,170	0,276	0,031	0,170	0,319	-	-	-
SH1	2008 - 14	34,0	8,16	45	-	-	-	0,00007	0,005	-	0,013	0,059	0,048	-	-	-
	2015	39,4	7,96	53	-	-	-	0,00005	0,004	-	0,013	0,060	0,080	-	-	-
SH2	2008 - 14	98,8	6,95	284	0,049	0,006	0,015	0,00006	0,111	0,003	0,021	0,199	0,211	0,020	0,001	0,00015
	2015	104,3	7,69	303	0,080	-	0,010	0,00005	0,101	-	0,020	0,205	0,220	-	-	-

Pozn.: Označenie monitorovaných objektov: SD1 - Banský potok pod odkaliskom, SD2 – priesak z odkaliska, SD3 – štôľňa Piesky, SD4 – potok Zelená, SD5 – Denná štôľňa, SD7 – Ivan štôľňa, SH1 – Richtársky potok, SH2 – štôľňa Ferdinand. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 5.

Tab. 28: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov povrchovej a banskej vody lokality Špania Dolina s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Obj.	Dátum	EC	pH	SO ₄	Fe	Mn	Al	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
SD1	2008 - 14	0,34	V	0,20	-	0,13	-	0,50	0,61	-	5,59	19,23	5,35	-	-	-
	2015	0,40	V	0,23	-	-	-	0,50	0,62	-	7,95	22,10	4,52	-	-	-
SD2	2008 - 14	0,53	V	0,47	0,06	0,22	0,34	0,52	1,05	-	14,76	65,66	5,21	0,25	0,04	0,14
	2015	0,88	V	0,89	0,01	0,00	0,10	0,50	2,57	-	10,789	90,100	8,014	-	-	-
SD3	2008 - 14	0,49	V	0,30	0,03	0,07	0,05	0,50	1,61	0,27	3,98	94,03	78,03	0,05	0,02	0,14
	2015	0,54	V	0,29	0,005	-	0,05	0,50	0,92	-	3,84	89,80	49,79	-	-	-
SD4	2008 - 14	0,40	V	0,27	-	-	-	0,54	0,72	-	5,89	127,00	81,94	-	-	-
	2015	0,45	V	0,27	-	-	-	0,50	1,25	-	7,11	129,90	71,10	-	-	-
SD5	2008 - 14	0,27	V	0,16	0,03	0,01	0,10	0,57	0,12	0,27	2,97	21,19	31,24	0,05	0,02	0,14
	2015	0,30	V	0,19	0,04	-	0,08	0,50	0,81	-	5,21	68,60	62,40	-	-	-
SD7	2008 - 14	0,46	V	0,34	0,03	0,01	0,06	0,50	0,38	0,65	2,96	28,09	12,53	0,05	0,02	0,14
	2015	0,49	V	0,36	0,13	-	0,15	0,50	2,98	30,00	3,26	34,00	43,63	-	-	-
SH1	2008 - 14	0,31	V	0,18	-	-	-	0,68	0,09	-	1,32	11,80	6,62	-	-	-
	2015	0,36	V	0,21	-	-	-	0,50	0,07	-	1,32	12,00	10,89	-	-	-
SH2	2008 - 14	0,90	V	1,13	0,02	0,02	0,08	0,57	1,94	0,27	2,25	39,77	28,86	0,91	0,02	0,14
	2015	0,95	V	1,21	0,04	-	0,05	0,50	1,77	-	2,05	40,90	30,14	-	-	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty podľa nariadenia vlády SR č.269/2010 Z. z. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie požadovanej hodnoty a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie monitorovaných objektov ako pri tab. 27. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 5.

Tab. 29: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody lokality Špania Dolina s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Dátum	EC	pH	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
SD2	2008 - 2014	0,29	V	0,03	0,04	-	2,80	13,13	0,19	0,06	0,02	0,03
	2015	0,48	V	0,03	0,10	-	2,05	18,02	0,29	-	-	-
SD3	2008 - 2014	0,27	V	0,03	0,06	0,03	0,76	18,81	2,85	0,01	0,01	0,03
	2015	0,30	V	0,03	0,04	-	0,73	17,96	1,82	-	-	-
SD5	2008 - 2014	0,15	V	0,03	0,00	0,03	0,57	4,24	1,14	0,01	0,01	0,03
	2015	0,16	V	0,03	0,03	0,00	0,99	13,72	2,28	-	-	-
SD7	2008 - 2014	0,25	V	0,03	0,01	0,06	0,56	5,62	0,46	0,01	0,01	0,03
	2015	0,27	V	0,03	0,11	2,76	0,62	6,80	1,59	-	-	-
SH2	2008 - 2014	0,51	V	0,03	0,07	0,03	0,43	7,95	1,05	0,20	0,01	0,03
	2015	0,52	V	0,03	0,07	-	0,39	8,18	1,10	-	-	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 27.

Tab. 30: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody lokality Špania Dolina s intervenčným kritériom (IT) pre podzemnú vodu

Objekt	Dátum	EC	pH	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
SD2	2008 - 2014	0,19	V	0,01	0,01	-	1,40	6,57	0,08	0,03	0,01	0,01
	2015	0,32	V	0,01	0,03	-	1,03	9,01	0,12	-	-	-
SD3	2008 - 2014	0,18	V	0,01	0,02	-	0,38	9,40	1,14	0,01	0,01	0,01
	2015	0,20	V	0,01	0,01	-	0,37	8,98	0,73	-	-	-
SD5	2008 - 2014	0,10	V	0,01	0,001	0,01	0,28	2,12	0,46	0,01	0,01	0,01
	2015	0,11	V	0,01	0,01	0,00	0,50	6,86	0,91	-	-	-
SD7	2008 - 2014	0,17	V	0,01	0,00	0,03	0,28	2,81	0,18	0,01	0,01	0,01
	2015	0,18	V	0,01	0,03	1,38	0,31	3,40	0,64	-	-	-
SH2	2008 - 2014	0,33	V	0,01	0,02	0,01	0,21	3,98	0,42	0,10	0,01	0,01
	2015	0,35	V	0,01	0,02	-	0,20	4,09	0,44	-	-	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty IT podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty IT a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 27.

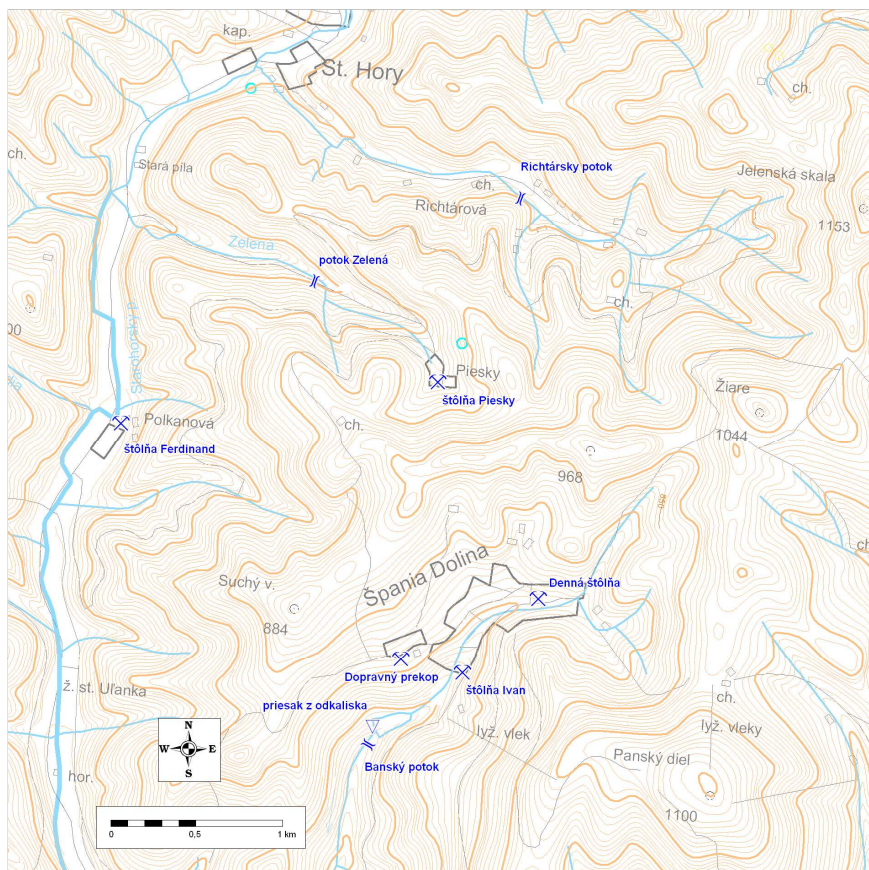
Kontaminovaná povrchová voda spôsobuje kontamináciu riečneho sedimentu. V profile pod odkaliskom v Španej Doline bolo analýzou vzorky sedimentu Banského potoka z 9.10.2012 zistené, že intervenčné kritérium pre priemysel pre horninové prostredie a pôdu je prekročené 3-násobne v obsahu As, dvojnásobne v obsahu Sb a mierne i v obsahu Cu. Indikačné kritérium je tu prekročené v obsahu Hg (tab. 31).

Tab. 31: Chemické zloženie sedimentu Banského potoka v profile pod odkaliskom

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

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
SD1	09.10.12	<1	38	56	0,5	24	59	1542	<3

Vysvetlivky: Červenou sú podfarbené hodnoty prekračujúce intervenčné kritérium pre priemysel, žltou indikačné kritérium pre horninové prostredie a pôdu podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7.

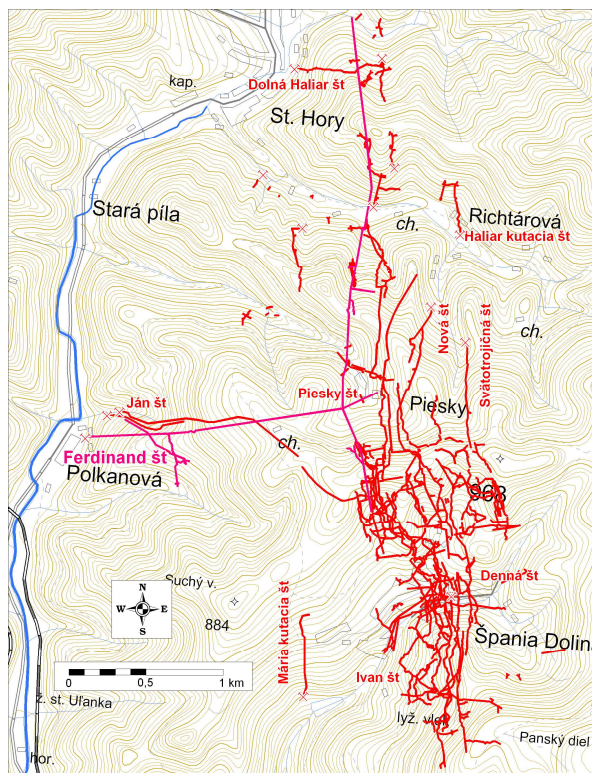


Obr. 16: Situácia monitorovaných objektov na lokalite Špania Dolina

Inžinierskogeologické aspekty

Na ložisku, na ktorom bola ťažba definitívne ukončená v roku 1985, bolo v rámci komplexného zhodnotenia zatvoreného ložiska v r. 2002 (Kusein a Mat'ová, 2002) do základnej siete banských diel zaradených týchto osem šacht: Haliar Trojičná šachta, Terézia šachta, František šachta, Ján Obernauer šachta, Ludovika šachta, Maximilián šachta, Ferdinand šachta a Mária šachta. Za najrozsiahlejšie štôlne boli označené Haliar dedičná štôlna, Pfeiffer štôlna, Spodná a Vrchná severná dedičná štôlna, Nová štôlna, Ferdinand dedičná štôlna, Svätotrojičná štôlna, Južná dedičná štôlna a štôlna Karol dedičná (obr. 17). Takmer celé ložisko medzi Haliar šachtou na severe a Ferdinand šachtou v južnej polovici ložiska bolo podfárané Ferdinand dedičnou štôľňou. Celkový rozsah banských chodieb bez vlastných dobývok odhadol Péch na viac ako 70 km (Péch, 1878 in Bergfest, 1951). K najviac ohrozujúcim objektom patria plytko pod povrchom terénu situované štôlne a chodby (štôlna Dolná Haliar dedičná, Horná kutacia, Horná severná, Nová, Fajtlová, Denná, Vetracia, Trojičná, Mann, Slnko, Dolné Gugl patro, Južná dedičná, Sandberg, Zelená, Weiden medziobzor a Podložný prekop). K významnejším povrchovým prejavom podrúbania tu však v minulosti, ani v poslednom období, nedošlo.

Rudné bane š.p. Banská Bystrica v roku 2011 realizovali zabezpečenie starého banského diela – šachty Ludovika v Španej Doline. V rokoch 2012 - 2015 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 2015 boli nepoškodené.



Obr. 17: Situácia banských diel hlavných štôľňových horizontov na ložisku Špania Dolina. Spracované podľa mapy banských prác in Kusein a Maťová, 2002.

4.7 Lokalita Rudňany - Poráč R7

Na tejto lokalite sa nachádza viacero ložísk pokrytých dobývacím priestorom, prípadne chráneným ložiskovým územím. Historická ťažba Fe-Cu-Hg rudy bola okolo roku 1990 ukončená. V poslednej dobe sa vykonáva ťažba sideritu a barytu v menšom rozsahu nad dedičným horizontom Rochus v oblasti Poráča na ložisku Rudňany (rudné žily), pričom v roku 2015 sa vydobylo len 20 kt barytu (SABAR s.r.o. Markušovce pre Rudohorskú investičnú spoločnosť a. s., Spišská Nová Ves). Organizácia výhradné ložisko dobýva technológiou s použitím dobývacej metódy „Medziobzorové dobývanie krátkymi vrtmi na zával“ so samovoľným zavalovaním vydobytého priestoru. Prejav dobývania je na povrchu vymedzený závalovým pásmom, v ktorom vzniknuté terénne poklesy (prepadliská) sú priebežne zavázané inertným materiálom – elektrárenským popolčekom, ako následná rekultivácia. V priebehu roka 2015 neboli zistené výrazné zmeny oproti predchádzajúcemu roku, čo súvisí s redukciou dobývacích prác v dôsledku stagnácie odbytových možností barytovej suroviny na trhu a úbytkom ťažiteľných zásob. Na ložisku Markušovce – odkalisko vykonáva aktivity firma RIS s. r. o., Spišská Nová Ves. Rudné Bane a. s., Spišská Nová Ves priebežne vykonáva na lokalite Rudňany – Poráč nariadené opatrenia OBÚ v Spišskej Novej Vsi - likvidačné a zabezpečovacie práce na banských dielach, ako aj likvidáciu následkov banskej činnosti a prejavov na povrchu, ktoré ohrozujú verejný záujem. V roku 2014 zabezpečili štôľne Peter, Ištván a Strednú štôľňu Jozef v Poráči (Kolektív autorov, 2015). V roku 2015 pokračovali práce v katastri obce Rudňany na terénnych úpravách závalového pásma v oblasti Krížová v hornej rozsiahlejšej časti R2, na ktorú bola postupne naväzovaná ílovitá zemina a následne rozhrnutá na plochu, na ktorej sa vykonávali úpravy. Taktiež boli vykonávané práce na zabezpečenie banského diela štôľne Rochus v Rudňanoch a na zabezpečení starého banského diela štôľne Pavol v Poráči (Kolektív autorov, 2016).

Odkalisko v Markušovciach je v zmysle zákona č. 514/2008 Z.z. o nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov zaradené do kategórie A. Ide o uzavreté úložisko, s následným materiálovým využitím. V registri zakategorizovaných 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.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

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

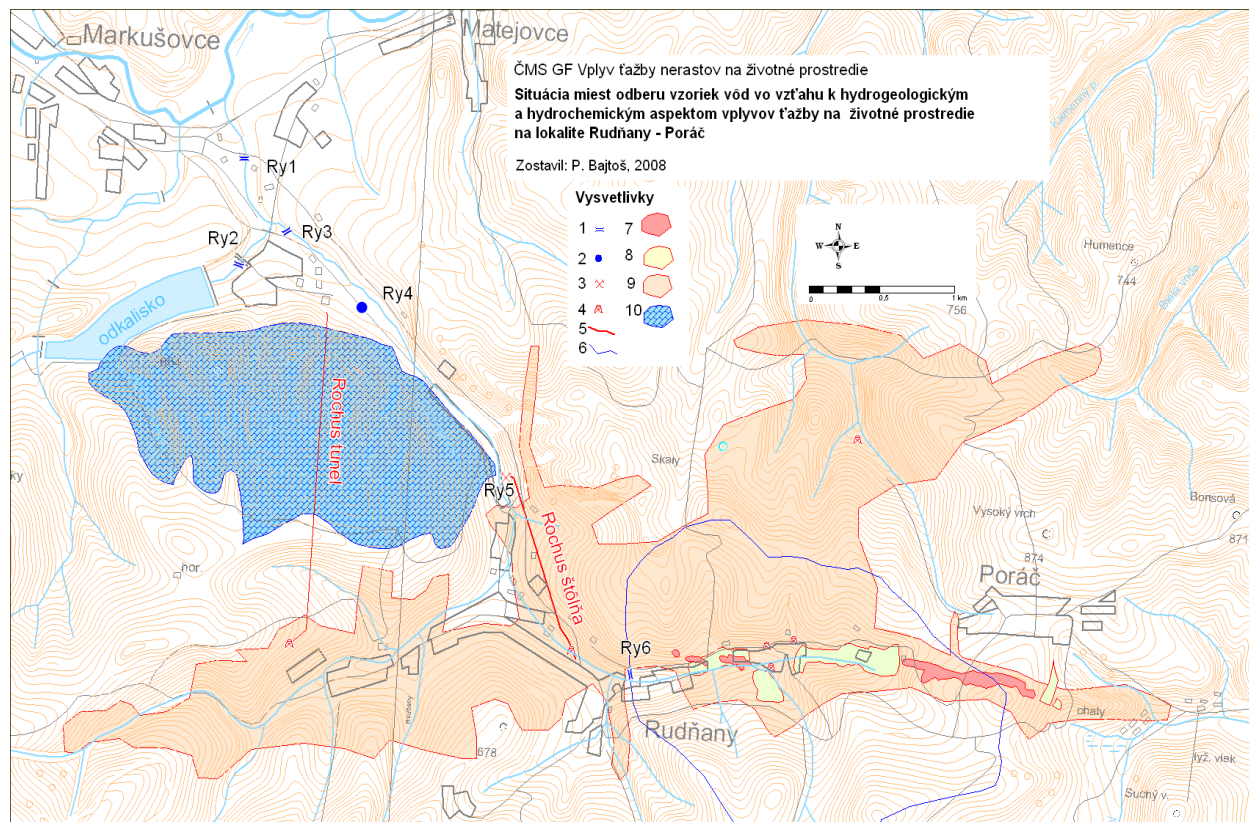
Vplyv vyrazených banských diel na hydrogeologické pomery lokality spočíva v modifikácii pôvodného obehu a režimu podzemných vôd hydrogeologického masívu paleozoických metamorfítov gemerika. Vzhľadom na charakter priepustnosti hydrogeologického masívu sa vplyv drenáže podzemných vôd banskými dielami sústreďuje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

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. 18). Merania výdatnosti na štôľni Rochus vykonávala od zatopenia bane do roku 2009 organizácia Rudné Bane, š. p., Banská Bystrica v rámci likvidačných prác. Frekvencia meraní bola 4x ročne, namerané údaje sú prevzaté do databázy štátneho monitoringu ČMS.

Zdrojov rizikových zložiek, ktoré môžu byť uvoľňované do prostredia procesmi zvetrávania a šírené vodným transportom prípadne vetrom, je v Rudnianskom rudnom poli viacero. Ide o prírodné geochemické anomálie (rudné ložiská a ich primárne a sekundárne geochemické aureoly), haldy vyťaženej rúbaniny (rudné, hlušínové), skládky odpadu po úprave rudy mletím a pražením, skládka flotačného kalu - odkalisko, plošné anomálie pôdy kontaminovanej imisiami technologických plynov a prašného spadu z tepelnej úpravy rúd. Uvedené zdroje kontaminácie sú sústredené hlavne pozdĺž východov žíl na povrch, ústí hlavných banských diel na povrch a v areáli Nového priemyselného závodu (NPZ), kde dlhodobo prebiehala úprava vyťaženej rudy. Anomálie kvality pôdy kontaminovanej imisiami z úpravne sa šíria od zdroja (areál NPZ) hlavne na juh a extrémne zasiahnutý je karbonátový masív Stožky. Uvoľňovanie a šírenie kontaminantov z týchto zdrojov prebieha hlavne v miestnom obehú vôd - pri infiltrácii zrážok zónou aerácie, prúdení podzemných vôd nasýtenou zónou, pri rone a odtoku povrchových vôd dopĺňaných priesakmi podzemnej vody. Vzhľadom na hydrogeologické pomery sa takto mobilizované kontaminanty koncentrujú do Rudnianskeho potoka a ním sú odnášané v rozpustenej a nerozpustnej forme do Hornádu.

Firma RIS, s. r. o., vykonáva prevádzkový monitoring množstva a kvality vôd presakujúcich z odkaliska (objekt Ry2). Kvalita Rudnianskeho potoka je dlhodobo sledovaná na vodomernej stanici základnej siete SHMÚ (ČMS Povrchové vody - Kvalita), v profile označenom H038030D (totožný s vyššie uvedeným profilom Ry1). Rudné bane š. p. Banská Bystrica monitorovali kvalitu banskej vody vytekajúcej zo štôľne Rochus do roku 2009 (frekvencia vzorkovania v rokoch 2006 - 2007 bola 4 krát ročne, v roku 2008 a 2009 raz ročne). V roku 2013 bola k monitorovaným objektom ČMS GF doplnená i štôľňa Všetehsvätých (Ry7), ktorej ústie bolo stabilizované a upravené výstavbou murovaného portálu organizáciou Rudné Bane š.p., v rámci zabezpečovacích prác v roku 2013. Rozsah sledovaných ukazovateľov sa u jednotlivých subjektov vykonávajúcich monitoring vzájomne líši a mení sa i v priebehu času. Dostupné údaje sú preberané do databázy štátneho

monitoringu, dopĺňované sú vlastnými laboratórnymi analýzami vzoriek odoberanými 2x ročne na 6 monitorovaných objektoch (Ry1 až Ry7). Štôľňa Rochus bola navyše vzorkovaná v rámci geologickej úlohy zameranej na štúdium možnosti využitia prírodných sorbentov na úpravu banskej vody (Kovaničová et al., 2014) v období rokov 2012 – 2013, tieto údaje sú zahrnuté do hodnotenia ČMS GF VÍŽP. Charakteristické hodnoty hlavných kontaminujúcich zložiek v regióne odvodené z týchto údajov sú uvedené v tab. 32.



Obr. 18: Situácia miest odberu vzoriek vôd vo vzťahu k hydrogeologickým a hydrochemickým aspektom vplyvov ťažby na životné prostredie na lokalite Rudňany - Poráč. 1 - monitorovaný profil toku s označením, 2 - monitorovaný 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.

Z hľadiska kvality povrchových vôd bol v monitorovanom období 2007-2014 najvýznamnejším kontaminantom oblasti antimón, ktorý presiahol požadovanú úroveň vo všetkých troch monitorovaných profiloch Rudnianskeho potoka (tab. 33). Najvýraznejšie – až 11-násobné prekročenie – je zaznamenané v profile Ry6 v pramennej časti jeho povodia medzi Rudňanami a Poráčom. Pred ústím do Hornádu je priemerný obsah Sb oproti požadovanej úrovni 2-násobný. Lokálne sa v monitorovanej oblasti môže vyskytovať zvýšený obsah bária, čo dokumentujú analýzy vody štôľne Všetehsvätých pri Poráči (Ba = 0,3 mg/l) a povrchovej vody profilu Ry6 toku (charakteristická hodnota Ba pre rok 2015 mierne prevyšuje MH pre povrchové vody). V profile Ry6 mierne prekračuje MH i obsah Cu. Všetky tieto rizikové zložky pochádzajú z ťažených rúd, ich intenzívne uvoľňovanie do prírodného prostredia umožnila ťažba a deponovanie rúd a produktov ich úpravy na povrchu.

Z hľadiska hodnotenia kvality banskej vody, drenážnej vody odkaliska a prameňa Olšo podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2012-7), priemerné hodnoty sledovaných kontaminantov tu neprekročujú indikačné kritériá (tab. 34). Občasne však k ich prekročeniu dochádza, čo bolo dokumentované v prípade priesaku z odkaliska (24.10.2007, Sb = 0,031 mg/l), vody prameňa Olšo

(24.10.2007: Hg = 0,0024 mg/l) a vody štôlne Rochus (12.4.2010: Sb = 0,057 mg/l, prekročené IT; 3.5.2012: Sb = 0,026 mg/l, prekročené ID).

Pri porovnaní charakteristickej hodnoty obsahu Sb pre rok 2015 voči predchádzajúcemu obdobiu 2007 – 2014 zistujeme u všetkých pozorovaných objektoch pokles, pričom miera poklesu dosahuje 8 – 146 %. Naopak, u bária väčšina monitorovaných objektov má charakteristickú hodnotu v roku 2014 vyššiu o 1 – 27 %, oproti predošlému obdobiu.

Tab. 32: 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	Ni mg/l
Ry1	2007 - 14	70,2	8,08	144	0,068	0,134	0,0002	0,008	0,073	0,004	0,010	0,007	0,002
	2015	78,5	8,03	145	0,184	0,131	0,0003	0,004	0,089	0,004	0,007	0,004	0,001
Ry2	2007 - 14	85,1	7,90	242	0,057	0,084	0,0003	0,004	0,042	0,008	0,016	0,003	0,002
	2015	85,1	7,65	213	0,045	0,066	0,0003	0,001	0,039	0,007	0,015	0,003	0,000
Ry3	2009 - 14	27,5	7,87	30	0,094	0,062	0,0001	0,008	0,060	0,003	0,007	0,003	-
	2015	31,8	7,84	28	0,054	0,063	0,0001	0,005	0,070	0,002	0,004	0,002	-
Ry4	2007 - 14	62,2	7,62	103	0,007	0,009	0,0016	0,028	0,073	0,002	0,014	0,002	-
	2015	65,0	7,49	100	0,004	0,002	0,0011	0,001	0,073	0,002	0,011	0,001	-
Ry5	2007 - 14	170,7	7,65	452	0,348	1,457	0,0001	0,006	0,033	0,008	0,012	0,004	0,010
	2015	147,5	7,61	334	0,135	1,290	0,0002	0,001	0,034	0,005	0,005	0,001	0,007
Ry6	2007 - 14	39,8	7,66	32	0,226	0,354	0,0002	0,015	0,098	0,007	0,056	0,011	-
	2015	38,7	7,75	25	0,069	0,236	0,0002	0,007	0,116	0,003	0,029	0,008	-
Ry7	2013 - 24	84,8	7,78	23	0,053	0,036	0,0001	0,004	0,268	0,001	0,004	0,001	-
	2015	97,8	8,18	24	0,053	0,018	0,0001	0,001	0,266	0,001	0,001	0,001	0,001

Vysvetlivky: Ry1 – Rudniansky potok pred ústím do Hornádu, Ry2 – drenáž z odkaliska, Ry3 – Rudniansky potok nad štôľňou Rochus, Ry4 – prameň Olšo, Ry5 – štôľňa Rochus, Ry6 – Rudniansky potok nad jamou Mier, Ry7 – štôľňa Všetehsvätých. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 18.

Tab. 33: 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	Ni	Co
Ry1	2007 - 2014	0,64	V	0,58	0,03	0,45	0,18	0,13	0,73	0,38	2,06	0,63	0,09	0,04
	2015	0,71	V	0,58	0,09	0,44	0,24	0,06	0,89	0,38	1,40	0,33	0,05	0,02
Ry2	2007 - 2014	0,77	V	0,97	0,03	0,28	0,32	0,07	0,42	0,76	3,13	0,32	0,09	-
	2015	0,77	V	0,85	0,02	0,22	0,24	0,02	0,39	0,67	2,90	0,29	-	-
Ry3	2009 - 2014	0,25	V	0,12	0,05	0,21	0,07	0,13	0,60	0,27	1,36	0,33	-	-
	2015	0,29	V	0,11	0,03	0,21	0,05	0,07	0,70	0,14	0,70	0,19	-	-
Ry4	2007 - 2014	0,57	V	0,41	0,003	0,03	1,56	0,45	0,73	0,20	2,83	0,17	-	-
	2015	0,59	V	0,40	0,002	0,01	1,05	0,02	0,73	0,19	2,20	0,10	-	-
Ry5	2007 - 2014	1,55	V	1,81	0,17	4,86	0,13	0,09	0,33	0,78	2,46	0,42	0,47	0,09
	2015	1,34	V	1,34	0,07	4,30	0,14	0,02	0,34	0,43	1,00	0,10	0,32	0,04
Ry6	2007 - 2014	0,36	V	0,13	0,11	1,18	0,17	0,25	0,98	0,63	11,18	1,08	-	-
	2015	0,35	V	0,10	0,03	0,79	0,17	0,11	1,16	0,29	5,80	0,76	-	-
Ry7	2013 - 2014	0,77	V	0,09	0,03	0,12	0,11	0,10	2,68	0,06	0,83	0,19	-	-
	2015	0,89	V	0,10	0,03	0,06	0,07	0,02	2,66	0,05	0,10	0,15	0,05	0,02

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty podľa nariadenia vlády SR č.269/2010 Z. z. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie požadovanej hodnoty a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 32.

Tab. 34: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody lokality Rudňany - Poráč s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	Hg	Zn	Ba	As	Sb	Cu	Ni	Co
Ry2	2007 - 2014	0,43	V	0,17	0,004	0,04	0,16	0,63	0,02	0,02	-
	2015	0,43	V	0,13	0,001	0,04	0,14	0,58	0,02	-	-
Ry4	2007 - 2014	0,31	V	0,82	0,03	0,07	0,57	0,57	0,01	-	-
	2015	0,32	V	0,55	0,001	0,000	0,44	0,44	0,01	-	-
Ry5	2007 - 2014	0,85	V	0,07	0,01	0,03	0,16	0,49	0,02	0,10	0,04
	2015	0,74	V	0,08	0,001	0,03	0,09	0,20	0,01	0,07	0,02
Ry7	2013 - 2014	0,42	V	0,06	0,004	0,27	0,17	0,17	0,01	-	-
	2015	0,49	V	0,04	0,001	0,27	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID. Označenie objektov ako pri tab. 32.

Kontaminácia povrchovej vody sa prejavuje v chemickom zložení sedimentu Rudnianskeho potoka. Vzorka z 13.9.2012 dokumentovala, že v profile pred ústím do Hornádu obsahuje sediment ortuť (23 násobok) a antimón (5 násobok) v úrovni nad intervenčným kritériom pre priemysel (tab. 35) a As, Cu (približne 2 násobok) nad intervenčným kritériom pre obytné zóny.

Tab. 35: Chemické zloženie sedimentu Rudnianskeho potoka v profile pred ústím do Hornádu

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

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

Vysvetlivky: Červenou sú podfarbené hodnoty prekračujúce intervenčné kritérium pre priemysel, hnedou prekračujúce intervenčné kritérium pre obytné zóny, pre horninové prostredie a pôdu podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7.

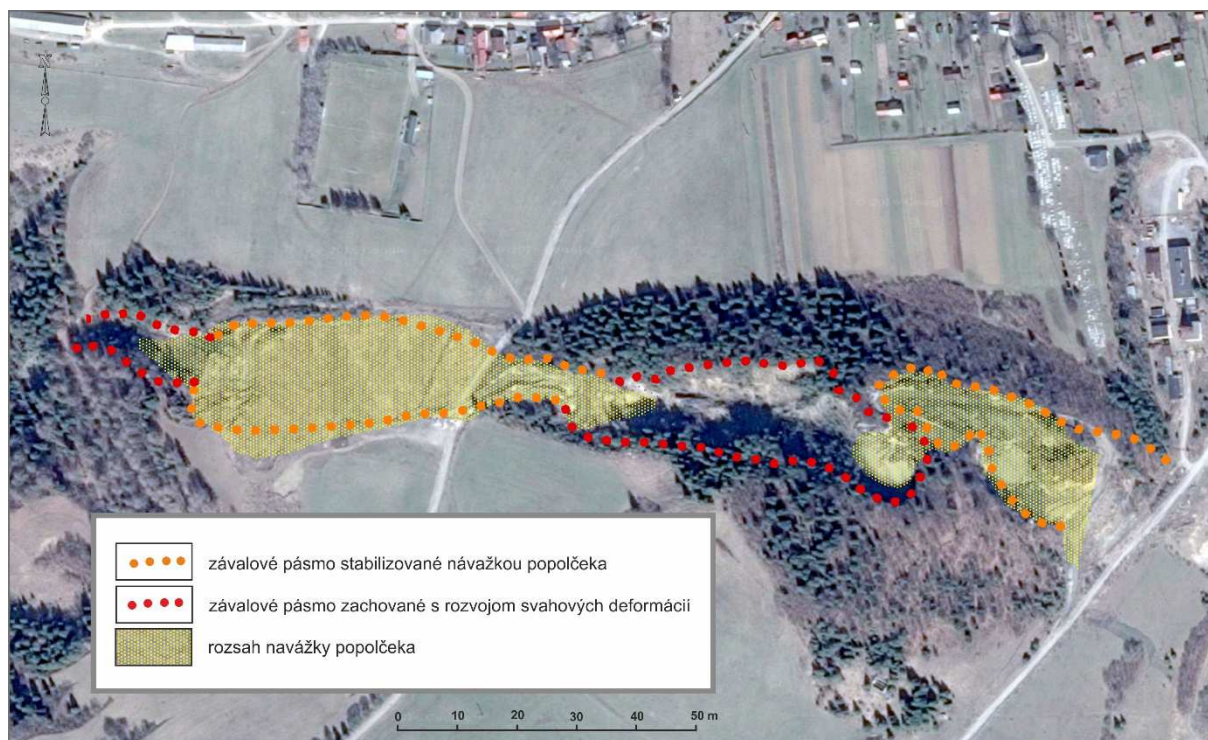
Inžinierskogeologické aspekty

Na území ložiska došlo v dôsledku rozsiahleho podrúbania k preukázateľnému poškodeniu a ohrozeniu majetku vo veľkom rozsahu. Fyzikálne zmeny v horninovom masíve po dlhodobom dobývaní rúd s masovým využívaním metód ťažby bez základky a následným vznikom otvorených priestorov vyvolali poklesy terénu so závalmi na veľkých plochách: na lokalite Baniská dĺžky takmer 1 km, na dne a úpätných svahoch medzi Rudňanami a Poráčom, na niekoľkých miestach nad Hrubou žilou niekoľko sto metrov na sever od dna údolia a ojedinele v oblasti žily Zlatník asi 1,5 km na sever od obce Poráč. K poklesom so spojeným pretvorením terénu došlo v minulosti po celej dĺžke údolia a prilahlých svahov medzi jamou Mier a jamou Poráč. Tieto javy boli doteraz sledované na 14 geodetických profiloch.

Sledovanie inžinierskogeologických aspektov na tejto lokalite sa v roku 2015 sústredilo na oblasť závalového pásma Baniská južne od obce Poráč. Jedná sa o oblasť s najrozsiahlejšími a najvýraznejšími prejavmi svahových deformácií vplyvom banskej činnosti, ktorých aktívne prejavy stále pretrvávajú.

V tejto oblasti sme realizovali GNSS zameriavanie. Zamerané bolo predovšetkým ohraničenie závalového pásma, prejavy svahových deformácií a rozsah zavážania závalového

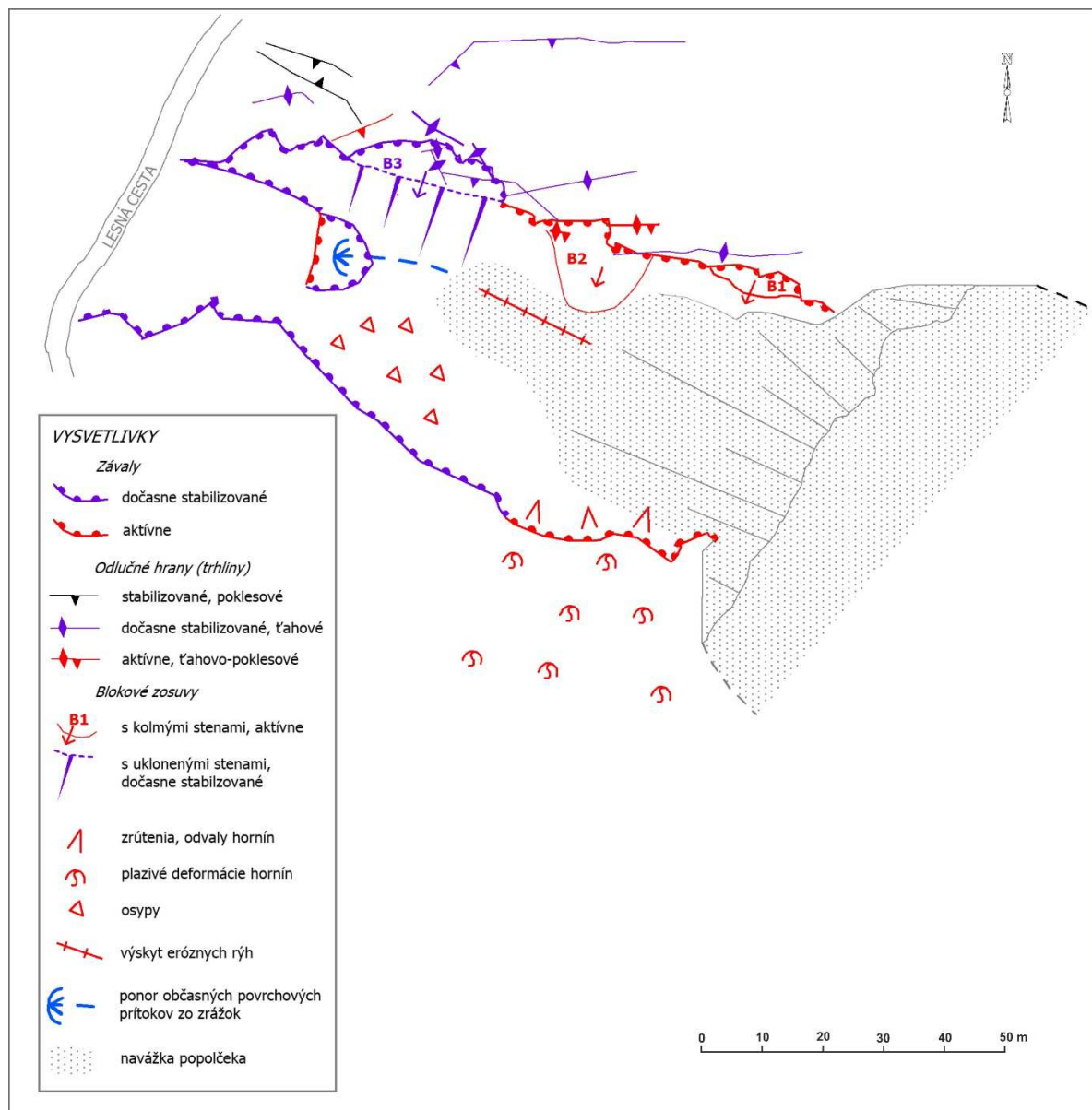
pásma popolčekom. Keďže východná časť a časť strednej oblasti závalového pásma bola zavezená popolčekom (obr. 19), predmetom dokumentácie bol západný okraj a časť východnej oblasti závalového pásma.



Obr. 19: Situácia závalového pásma Baniská

Západná časť závalového pásma

Ako je zrejmé z obr. 20, západná oblasť závalového pásma je sčasti zavezená popolčekom (obr. 21). Návážka popolčeka je rozplavovaná v predpolí svahu návážky v dĺžke cca 25 m, pričom v materiáli návážky vznikajú erózne ryhy pomerne veľkej hĺbky - až do cca 2 m (obr. 22). Svah návážky popolčeka je postihnutý plošnou aj výmoľovou eróziou. V oblasti návážky popolčeka je vyvážaný i odpad TKO. V dne závalu je samostatný zával rozmerov cca 10x10 m s otvorom smerujúcim na západ do banských priestorov. Tu sa sústreďujú povrchové vody z prívalových zrážok, ktoré pritekajú zo svahov návážky popolčeka a ponorom vtekajú do banských priestorov (obr. 23). Smerom na západ, v smere pokračujúcich banských priestorov, môže dochádzať k rozširovaniu závalu.



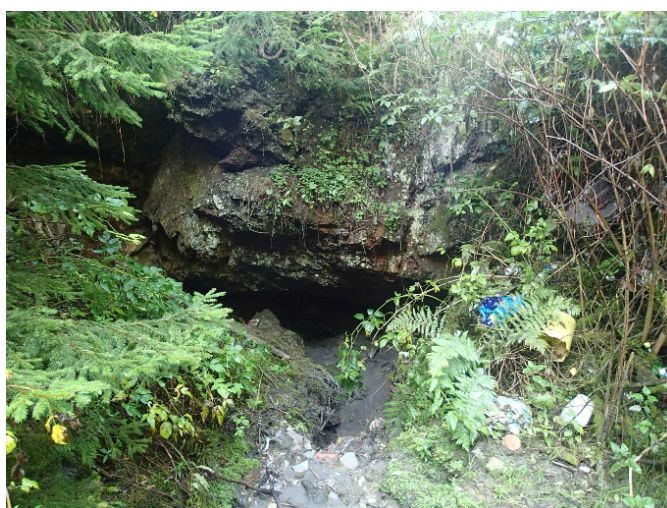
Obr. 20: Prejavy svahových deformácií v západnej časti závalového pásma Baniská



Obr. 21: Vyznačenie zavezenej oblasti popolčekom v západnej časti závalu – pohľad zo SZ



Obr. 22 (vľavo): Erózna ryha v rozplavenom popolčeku



Obr. 23 (vpravo): Ponor povrchových vôd do banských priestorov

Južný okraj západnej časti závalového pásma

Časť okraja závalu v blízkosti navážky popolčeka, v dĺžke cca 35 m, má aktívny charakter. Prejavuje sa rozvoľňovaním a rozpadaním horninových blokov do závalu, pričom dochádza k zrúteniam blokov hornín. V príľahlom svahu možno pozorovať plazivé deformácie hornín.

V západnom pokračovaní možno okraj závalu považovať za dočasne stabilizovaný, bez pozorovaných aktívnych prejavov svahových deformácií. Na úpätí svahu sú lokálne pozorované osypy hornín, ktorých akumulácia zmierňuje strmé steny závalového pásma.

Severný okraj západnej časti závalového pásma

Časť okraja závalu v blízkosti navážky popolčeka, možno považovať za aktívny. Obdobne ako v časti južného okraja závalového pásma tu možno pozorovať rozvoľňovanie a rozpadanie horninových blokov a ich rútenie.

Vo východnej časti sa nachádza aktívny zosuvný blok B1 (obr. 24). Od horninového masívu je oddelený otvorenou trhlinou s hĺbkou cca 2 m. V hornej časti dosahuje šírku cca 2 m. Severne od bloku B1 bola zaznamenaná dočasne stabilizovaná ťahová trhlina, ktorá sa prejavuje ako otvorená trhlina so šírkou cca 0,3 m. Je situovaná v tesnej blízkosti závalu. Smerom na západ prechádza do miestami prerušovanej terénnej depresie. Vo svojom priebehu je sčasti presypovaná odvalovým materiálom. V dolnej časti vyznieva až do aktívneho bloku B2.

Aktívny blok B2 (obr. 25) s rozmermi 16x14 m je rozvoľnený. K bloku vyznieva v jeho severnej časti aktívna ťahovo – poklesová trhlina s výškou poklesu 0,3 m. Šírka trhliny je cca 0,6 m. K poklesu a odvalovaniu bloku dochádza pozdĺž ťahovo – poklesovej trhliny klinovitého tvaru. Miera poklesu bloku je cca 1 m, šírka trhliny cca 2 m. Z obrázku 2 je zrejmé situovanie trhlín v smere S-J, príp. SV-JZ, teda paralelne s okrajom závalu.

Dočasne stabilizované poklesové blokové pole B3 má dĺžku cca 26 m a tiahne sa pozdĺž okraja závalu. V oblasti blokového poľa B3 sa nachádza viacero dočasne stabilizovaných trhlín. Ťahové a ťahovo – poklesové trhliny sa tiahnu v smere V-Z a SZ-JV. Severozápadne od bloku B3 je situovaná aktívna poklesová trhlina, ktorá s prerušením pokračuje ako dočasne stabilizovaná severovýchodným smerom so zalomením do V-Z smeru, vo vzdialenosti cca 20-30 m od závalu. O aktivite poklesu s výškou cca 0,3 až 0,5 m svedčia napínané korene stromov.



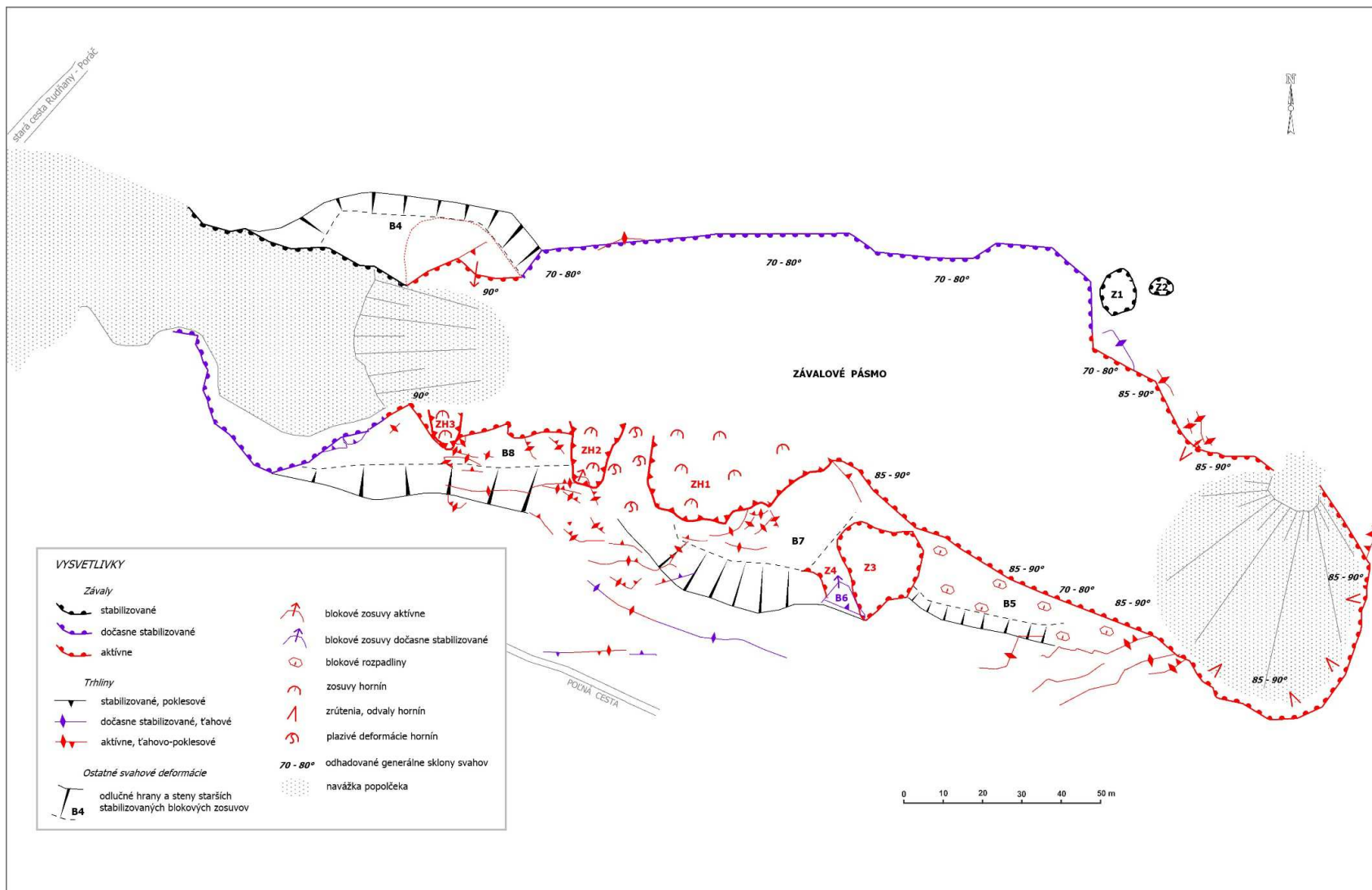
Obr. 24: Blok B1

Obr. 25: Pohľad na blok B2 z dna závalu

Východná časť závalového pásma

Oblasť zasypania závalu popolčekom pokračuje z popisovanej západnej časti závalového pásma smerom na východ, pričom je závalové pásmo zavezené až po odlučnú hranu závalového pásma. Ohraničenie závalového pásma je už nezreteľné a navážka popolčeka splýva s okolitým pôvodným terénom. V strednej časti závalového pásma, v oblasti križovania prepadnutej pôvodnej cesty Rudňany – Poráč, je možné znovu pozorovať hlavnú odlučnú hranu závalového pásma v dĺžke cca 50 až 70 m západne od hrany násypu navážky (obr. 26). V tomto úseku je pozorovateľná južná aj severná stena závalu do výšky cca 2 až 5 m od súčasnej úrovne navážky popolčeka. V tomto úseku už zával nepredstavuje oblasť, kde možno predpokladať významnejší rozvoj prejavov podrúbania, resp. rozširovanie hlavnej odlučnej hrany závalu, vzhľadom na relatívnu stabilizáciu územia navážkou popolčeka. To však nevylučuje vznik nových deformácií územia s ohľadom na ďalšie aktivity banskej činnosti v danom území.

Ohraničenie severného a južného okraja závalového pásma vychádza sčasti z Mapy svahových porúch strednej a východnej časti závalového pásma „Baniská“, ktorá bola zostavená v rámci úlohy Čiastkového monitorovacieho systému geologických faktorov SR so stavom k 31.12.1997 (Klukanová a kol., 1998) a vlastných GNSS meraní ohraničenia hlavného závalu. GNSS zamerané boli aj ostatné prejavy deformácie terénu vplyvom poddolovania, ktoré majú podstatný význam pre ďalší rozvoj a rozširovanie závalového pásma. Charakteristika prejavov podrúbania tejto časti závalového pásma je na obr. 26. Pohľad na východnú časť závalového pásma nezavezenú popolčekom je na obr. 27.



Obr. 26: Situácia východnej časti závalového pásma Baniská



Obr. 27: Východná časť závalového pásma – pohľad zo západu

Severný okraj závalového pásma

V oblasti ukončenia navážky popolčeka je lokalizovaný v súčasnosti stabilizovaný zosuvný horninový blok B4 (obr. 28) celkovej dĺžky cca 50 m. Blok je sčasti stabilizovaný násypom navážky popolčeka, časť bloku však naďalej podlieha doznievajúcemu rozvoľňovaniu. Na bloku sú pozorovateľné staršie, predovšetkým ťahové trhliny. Vo východnej časti bloku bola zaznamenaná aj významnejšia aktívna poklesová trhlina s poklesom cca 1,2 m.



Obr. 28 (vľavo): Zosuvný horninový blok B4



Obr. 29 (vpravo): Severný okraj závalového pásma

V blízkosti bloku B4 bola zaznamenaná aktívna pravdepodobne súvislá ťahová trhlinka, ktorá sa na povrchu prejavuje vo forme viacerých otvorov v línii trhliny. Šírka trhliny je 0,1 až 0,4 m, viditeľná hĺbka do cca 0,4 až 0,8 m. Prechádza cez odlučnú hranu závalu s možnosťou odvalenia časti steny závalu.

V ďalšom priebehu sa severný okraj závalového pásma smerom na východ javí ako dočasne stabilizovaný (obr. 29), viac-menej s monotónnym priebehom, bez zaznamenania prítomnosti trhlín, s odhadovaným sklonom stien závalu cca 70 – 80°.

Vo východnom ukončení vyššie popisovaného dočasne stabilizovaného úseku sa v blízkosti hlavnej odlučnej hrany nachádzajú stabilizované závaly Z1, Z2 s hĺbkou cca 4 m. Zával Z1 má priemer cca 10 m, Z2 cca 6 m.

V týchto miestach okraj závalového pásma mení smer z V-Z na SZ-JV. Steny odlučnej hrany sú takmer kolmé. Predmetný úsek hlavnej odlučnej hrany závalu je aktívny. Boli tu zaznamenané viaceré aktívne trhliny. V blízkosti závalu Z1 je situovaná nesúvislá dočasne stabilizovaná ťahová trhlinka charakteru viacerých otvorov v jej línii. Viditeľná hĺbka je do 0,5 m. Pod trhlinou sa nachádza kolmá stena vysoká 10 – 12 m, so sklonom do 90° a čiastočným previsom. V budúcnosti možno predpokladať aktivizáciu popisovanej trhliny. Ďalej bol zaznamenaný priebeh piatich, prevažne ťahových trhlín, viac-menej paralelných s hlavnou odlučnou hranou závalu. Sú situované v smere SZ-JV. Jedná sa o aktívne trhliny so šírkou 0,2 až 0,8 m a viditeľnou hĺbkou 0,2 až 1 m.

Hlavná odlučná hrana odvalu je vo východnom pokračovaní prerušená navážkou popolčeka (obr. 30). V jej ďalšom priebehu sa stáča do smeru SSV-JJZ, kde tvorí východné ohraničenie závalu. V tejto časti je odlučná hrana odvalu takmer kolmá, so sklonom do 90°, obnažená, s aktívnymi prejavmi rozvolňovania horninového masívu, opadávania úlomkov a rútenia horninových blokov.



Obr. 30: Navážka popolčeka vo východnej časti závalového pásma

Južný okraj závalového pásma

Južný okraj závalového pásma možno považovať za aktívny, a to až po oblasť zavezenia závalu popolčekom v strednej časti závalového pásma Baniská.

Vo východnej časti okraja boli identifikované viaceré aktívne trhliny s približne paralelnými smermi JZ-SV. Jedná sa o ťahové a poklesové trhliny. Ťahové trhliny majú šírku 0,6 až 2,5 m, pri poklesových a ťahovo-poklesových trhlínach bol zaznamenaný pokles 0,3 až 1,2 m. Z orientácie a charakteru trhlín je zrejmé v tejto oblasti poklesávanie a rozvoľňovanie horninového masívu smerom k hlavnej odlučnej hrane závalu (obr. 31).

V západnom pokračovaní prechádza okraj závalového pásma do blokových rozpadlín B5 aktívneho charakteru, kde dochádza k rozpadu bloku na menšie horninové bloky s poklesmi 1 až 1,5 m.

Na rozhraní blokov B5 a B7, a to na svahu odlučnej hrany blokov sa nachádzajú pomerne „čerstvé“ aktívne závaly Z3 a Z4 nepravidelného tvaru. Priemer závalu Z3 je cca 22 - 23 m, rozmery závalu Z4 cca 9x7 m. Výška odtrhovej hrany závalu v hornej časti svahu dosahuje 8 až 10 m, smerom dolu svahom sa znižuje na cca 2 m.



Obr. 31: Východný okraj závalového pásma

Obr. 32: Skalný zosuv ZH1

Blokový zosuv B6 predstavuje starší, dočasne stabilizovaný zosuv s výškou odtrhovej hrany 1 až 1,5 m.

V staršom stabilizovanom skalnom bloku B7 sa v súčasnosti vyvinul aktívny zosuv skalných hornín ZH1 (obr. 32). Jedná sa o ďalší rozvoj a rozširovanie hlavného závalového pásma v tejto oblasti. Vo svahu nad zosuvom bol zaznamenaný väčší počet trhlín, ktoré smerovo sledujú odlučnú hranu zosuvu hornín (obr. 33). Väčšina z nich je situovaných v smere JZ-SV až Z-V. Trhliny sú aktívne, pričom smerom k odlučnej hrane sa mení ich charakter z ťahových na ťahovo – poklesové, príp. poklesové trhliny. Šírka trhlín je od 0,1 do 1 m, no smerom k odlučnej hrane zosuvu dochádza k zväčšovaniu ich šírky, lokálne až do 2 m. Pri ťahovo - poklesových a poklesových trhlínach bol zaznamenaný pokles 0,3 až 1,5 m.

V oblasti medzi blokmi B7 a B8 sa nachádza hrebeň, ktorý miernejšími svahmi (so sklonom cca 45°) vedie až ku dnu závalu. Celý hrebeň sa prejavuje aktívnymi plazivými deformáciami hornín. Nad hrebeňom a popisovaným zosuvom skalných hornín je oblasť

výskytu aktívnych trhlín, ktoré sú prejavom retrográdneho rozvoja svahových deformácií v oblasti nad zosuvom hornín a príľahlým hrebeňom. Generálna orientácia trhlín je prevažne SZ-JV až Z-V. Trhliny sa vyznačujú prevažne ťahovo – poklesovým charakterom so zisteným poklesom 0,2 až 1 m. Šírka trhlín sa pohybuje v rozpätí 0,1 až 0,5 m.



Obr. 33: Trhlina nad zosuvom ZH1



Obr. 34: Trhlina nad zosuvom ZH3

Medzi popisovaným hrebeňom s plazivými deformáciami hornín a blokom B8 bol identifikovaný aktívny zosuv skalných hornín ZH2 so šírkou cca 8 až 10 m. Západne od zosuvu, v oblasti bloku B8, sú situované trhliny, ktorých generálny smer SSZ-JJV indikuje retrográdnú aktivizáciu bočnej odľučnej hrany zosuvu. Jedná sa o aktívne ťahovo – poklesové trhliny so šírkou 0,5 až 1,5 m a poklesom cca 0,5 m.

V oblasti blokového zosuvu B8 sa nachádza aktívny zosuv skalných hornín ZH3 so šírkou cca 6 m. Nad zosuvom ZH3 dochádza k aktivizácii trhlín (obr. 34), ktorých smerovanie je prevažne paralelné s okrajom závalu. Charakter trhlín je prevažne ťahový až ťahovo – poklesový. Šírka trhlín dosahuje 0,1 až 0,7 m, s poklesom 0,1 až 0,5 m. V tejto oblasti dochádza k retrográdnej aktivizácii hlavnej odľučnej hrany zosuvu ZH3.

V západnej časti bloku B8 možno pozorovať aktívnu ťahovú trhlínu so šírkou 0,1 m, ktorá indikuje rozvolňovanie okraja závalového pásma v oblasti končiacej navážky popolčeka. Na okraji závalu dochádza k uvoľňovaniu horninového bloku s dĺžkou cca 1,5 m a šírkou cca 1 m. V jej blízkosti sa tiahne dočasne stabilizovaná poklesová trhlina s výškou poklesu 1 až 1,5 m. Trhlina široká cca 0,5 m oddeľuje menšie poklesové bloky so šírkou cca 2 m.

V ďalšom západnom pokračovaní možno okraj závalového pásma považovať za dočasne stabilizovaný vzhľadom na zavezenie závalu popolčekom. Po navezení popolčeka tu zostali steny okraja závalu vo výške do cca 5 m. Na zvyšku okraja závalu doznievajú prejavy svahových deformácií, avšak vzhľadom na výšku stien už nie sú natoľko významné.

V ďalšom uvádzame najpodstatnejšie zmeny v rozsahu svahových deformácií závalového pásma od roku 1997. Z polohopisného nákresu svahových porúch západného okraja závalového pásma „Baniská“, ktorý bol zostavený v rámci tejto úlohy Čiastkového monitorovacieho systému geologických faktorov SR so stavom k 31.12.1997 (Klukanová a kol., 1998) vyplýva, že na severnom okraji sa nachádzala séria paralelných aktívnych trhlín v oblasti súčasných blokov B1 a B2. Vlastnou dokumentáciou bolo zistené, že v týchto miestach došlo k rozvoľneniu horninových blokov. Vo východnej časti závalového pásma boli v roku 1997 zaznamenané viaceré dočasne stabilizované trhliny v oblasti blokov B5 a B7. Vlastnou dokumentáciou bol v tejto oblasti v súčasnosti potvrdený aktívny rozvoj svahových deformácií. Na severnom okraji závalového pásma bola v porovnaní s rokom 1997 uvoľnená časť bloku B4. Taktiež došlo k uvoľneniu blokov na okraji hlavnej odlučnej hrany závalového pásma, juhovýchodne od stabilizovaného závalu Z1.

V ďalšom monitorovaní lokality je potrebné sa zamerať:

- v oblasti západnej časti závalového pásma najmä na sledovanie aktívnych svahových deformácií - na severnom okraji v oblasti rozvoľňovania a rozpadania horninových blokov,
- v oblasti východnej časti závalového pásma najmä na južný okraj závalového pásma s výskytom výrazne aktívnych zosuvov hornín, rozpadom horninových blokov a s rozvojom retrográdnych trhlín vo svahoch nad závalovým pásmom,
- na sledovanie postupnosti rozsahu zavážania závalového pásma popolčekom.

4.8 Lokalita Nižná Slaná R8

Ložisko metasomatického sideritu Nižná Slaná – Manó – Kobeliarovo (DP Nižná Slaná) hlbinné ťažila firma Siderit s.r.o., Nižná Slaná. Tá sa však pre platobnú neschopnosť v novembri 2008 dostala do konkurzu a ťažba bola zastavená. V nasledujúcich rokoch prebiehali neúspešné pokusy o obnovenie ťažby, pričom ložisko bolo odvodňované čerpaním banskej vody. Na základe rozhodnutia Obvodného banského úradu č. 549-1709/2011 z 03.08.2011 bola organizácii Siderit, s.r.o. Nižná Slaná povolená banská činnosť - likvidácia hlavných banských diel v dobývacom priestore „Nižná Slaná“. Obvodný banský úrad v Spišskej Novej Vsi nariadil tejto organizácii, aby vypracovala hydrogeologickú štúdiu zatápania bane a následne i Plán likvidácie hlavných banských diel, ktorý mal túto štúdiu zohľadniť. Hydrogeologickú štúdiu zatápania bane v Nižnej Slanej, resp. ložiska Manó – Gabriela, vypracoval pre Siderit, s.r.o. Nižná Slaná Ing. Marián Bachňák – ENVEX Rožňava (Bachňák, 2011). Doba zatopenia bane sa v tejto štúdii odhaduje na 20 rokov a množstvo vytekajúcej banskej vody na 7 – 12 l/s. Pre zamedzenie vzniku nežiaducich priesakov v zastavanom priestore medzi šachtou a riekou Slaná, kde prechádza štátna cesta, sa v štúdii navrhuje vyrazenie odvodňovacej štôlne vo výškovej úrovni miestnej eróznej bázy 360 m n.m. Po odpojení elektrickej energie došlo 18.08.2011 na XIII. obzore a 19.08.2011 na XII. obzore k ukončeniu odvodňovania podzemia čerpaním. Odvtedy prebieha samovoľné zatápanie tejto bane. Z dôvodu nebezpečnej situácie, ktorá vznikla po likvidácii povrchovej časti banskej prevádzky tým, že vstupe do podzemia cez hlavné banské diela nebolo zabránené žiadnymi technickými prostriedkami, bolo Obvodným banským úradom Spišská Nová Ves nariadené organizácii Rudné bane, štátny podnik, Banská Bystrica vykonať opatrenia na odstránenie tohto nebezpečného stavu a ďalej bolo nariadené, aby zaistila plnenie podmienok rozhodnutia o likvidácii hlavných banských diel v dobývacom priestore Nižná Slaná. V roku 2013 organizácia Zamgeo s.r.o., Rožňava vyrazila úvodnú časť odvodňovacej štôlne Marta, vybudovanie ktorej bolo navrhnuté vyššie uvedenou hydrogeologickou štúdiou, v dĺžke 53 m (Kolektív autorov, 2015). Organizácia Rudné bane, š.p. Banská Bystrica,

stredisko Spišská Nová Ves v rámci nariadených opatrení OBÚ v Spišskej Novej Vsi v DP Nižná Slaná dokončila razenie štôlne Marta – odvodňovacieho banského diela z povrchu až do telesa jamy Gabriela o celkovej dĺžke 110 m, pričom v roku 2015 bolo vyrazených 57 m. (Kolektív autorov, 2016).

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

Hydrogeologické a geochemické aspekty

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 dlhodobým 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. Ťažiarom bol realizovaný prevádzkový monitoring množstva a kvality banskej vody a priesakovej vody z odkaliska. V zmysle programu v schválenom manipulačnom a prevádzkovom poriadku odkaliska sa na ňom pravidelne vykonávali merania hladiny podzemnej vody v sondách a geodetické merania posunu hrádze odkaliska.

Ťažobná organizácia poskytla do databázy ČMS GF VŤŽP prevádzkové údaje o kvalite odpadových a banských vôd za roky 2005 - 2009. Vlastnými laboratórnymi prácami sme 2 krát ročne zisťovali kvalitu drenážnej vody z odkaliska v rokoch 2009 až 2014. V tab. 36 uvádzame charakteristické hodnoty sledovaných kvalitatívnych ukazovateľov, odvodené z výsledkov laboratórnych rozborov za monitorované obdobie. Zistené sú zvýšené koncentrácie síranového aniónu, mangánu a arzenu vo vode odkaliska, nevyhovujúce požiadavkám na kvalitu povrchovej vody (tab. 37). Z hľadiska hodnotenia kvality drenážnej vody odkaliska podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2012-7) je priesaková voda odkaliska riziková obsahom As (prevyšuje indikačné kritérium a dosahuje hranicu intervenčného kritéria), (tab. 38 a 39). Taktiež mierne prekračuje hodnotu indikačného kritéria pre obsah amónneho iónu. V roku 2015 bola zistená charakteristická hodnota obsahu As vyššia oproti obdobiu 2009 – 2014 o 51 %, Sb o 35 %, Mn o 5 %, amónneho iónu o 20 % a síranového aniónu o 15 %, nižšia u železa o 26 % (tab. 36).

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

Objekt	Dátum	EC mS/m	pH	SO ₄ mg/l	NH ₄ mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Pb mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l
odkalisko	2009 - 2014	108,52	7,71	348,3	1,28	1,20	1,48	0,0025	0,0966	0,0039	0,0015
	2015	129,85	7,72	410,0	1,60	0,95	1,56	0,0025	0,146	0,006	0,001

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

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO ₄	NH ₄	Fe	Mn	Pb	As	Sb	Cu
odkalisko	2009 - 2014	0,99	V	1,39	0,99	0,60	4,95	0,35	12,88	0,78	0,13
	2015	1,18	V	1,64	1,24	0,47	5,18	0,35	19,47	1,20	0,09

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

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

Objekt	Obdobie	EC	pH	NH ₄	Pb	As	Sb	Cu
odkalisko	2009 - 2014	0,54	V	1,07	0,03	1,93	0,16	0,01
	2015	0,65	V	1,33	0,03	2,92	0,24	0,01

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom.

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

Objekt	Obdobie	EC	pH	NH ₄	Pb	As	Sb	Cu
odkalisko	2009 - 2014	0,36	V	0,53	0,01	0,97	0,08	0,003
	2015	0,43	V	0,67	0,01	1,46	0,12	0,002

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty IT podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty IT a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom.

Inžinierskogeologické aspekty

V ložiskovej oblasti Nižná Slaná sa objekty terénnych depresií viažu na staršie dobývky sideritovej šošovky Manó a na novšie závaly nad dobývkami menšej sideritovej šošovky pri Kobeliarove. Terénne depresie nad ložiskom Manó sa nachádzajú v málo navštevovanom a pomerne neprístupnom teréne okolo kóty Rimberg medzi Nižnoslanskou Baňou a Kobeliarovom. V roku 2015 sme tu terénnym výskumom zisťovali aktuálny stav stability povrchu v blízkosti povrchových a podpovrchových dobývok. V závalovom pásme ložiska Kobeliarovo, nachádzajúcom sa pri SZ okraji obce Kobeliarovo, prebiehajú od roku 1995 dynamické zmeny, ktoré sme podrobne hodnotili v ročnej správe za rok 2014. V roku 2015 sme terénnou rekognoskáciou zisťovali zmeny rozsahu závalov a ich sprievodných prejavov.

Ložisko Manó

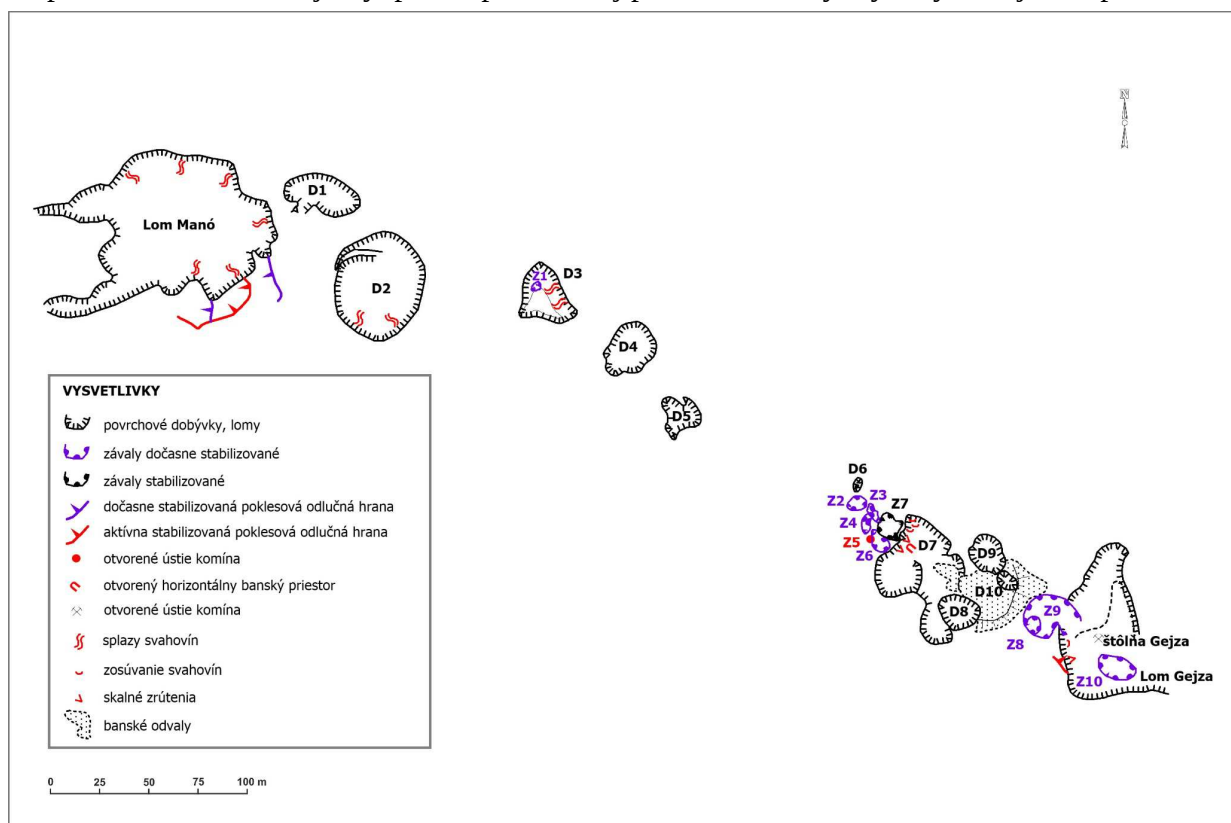
Ložisko Manó tvorí 150 – 200 m hrubý pruh s úklonom k JZ s celkovou dĺžkou 2 km, tiahnuci sa od obce Nižná Slaná, južne od severného výbežku Rimberku k juhovýchodným výbežkom Bučiny, kde má tektonické ukončenie. Zrudnený pruh je v podloží tvorený ílovitými, prekremenými bridlicami, tvoriacimi asi 20 m hrubú vrstvu. Nad nimi nasleduje 80-120 m hrubý pruh čiernych grafitických bridlíc, nad nimi potom ležia svetlé slienité bridlice až fylity. Medzi podložnými bridlicami a grafitickými bridlicami sa nachádza vlastné ložisko. Ložisko je tvorené ankeritovým telesom, asi 800 m dlhým a najviac 70 m hrubým, smerom k podložíu ostro ohraničeným, pričom do strán i do nadložia pozvoľne prechádza do grafitických bridlíc. Stred tohto ankeritového telesa tvoria viac-menej súvislé šošovky sideritu

s celkovou dĺžkou asi 550 m, ale veľmi kolísavej hrúbky, od niekoľkých metrov do maximálne 50 m (na 3. obzore). Siderit poskytoval rudu s nízkym obsahom železa (35-39°), znehodnotenú ešte aj vysokým obsahom SiO₂. O niečo bohatšou rudou je limonit, ktorého zvyšky sa dobývali v západnej časti ložiska, medzi druhým a prvým obzorom, v hĺbke 60 m pod povrchom. Vo východnej časti sú štôľne Natália a Katarína, ktoré ležia asi 80 m pod povrchom. Nad nimi sa nachádza ešte štôľňa Gejza, ktorá je najvyššie ležiacou štôľňou s podpovrchovým dobývaním. Vo vyššie uvedených štôľňach sa limonit ako ruda nevyskytuje. Z toho vyplýva, že zóna oxidácie siaha približne do hĺbky 60 m pod povrch. Ložisko bolo ťažené výstupkovou metódou so základkou, ktorá sa banským dielom dopravovala z lomu Manó (Odehnal, 1948).

V nasledovnom uvádzame bližšiu charakteristiku dokumentovaných povrchových prejavov banskej činnosti v oblasti povrchového a pripovrchového dobývania ložiska Manó.

V roku 2015 sme vykonali GNSS zameranie výrazných terénnych depresíí – povrchových dobývok, lomov a závalov v oblasti vystupovania ložiska Manó k povrchu v dĺžke cca 550 m, pričom bola dokumentovaná miera aktivity svahových deformácií (obr. 35). Situácia zameraných morfológických prvkov bola následne konfrontovaná s dostupnou archívnu dokumentáciou.

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



Obr. 35: Situácia závalov na ložisko Manó

Zával Z1

Zával malých rozmerov, s priemerom cca 5 m, bol zistený v severozápadnom rohu dobývky D3. Je lievikovitého tvaru s hĺbkou cca 2 m. Pri porovnaní situovania závalu s mapou povrchových prác na sideritovom ložisku Manó, ktorú uvádza Odehnal (1948), jedná

sa o zával banského komína vedeného z banskej chodby štôlne Gejza na povrch. V závale sú v súčasnosti vyvrátené stromy (obr. 36). V súčasnosti je zával bez známk aktivity, okrem prepádávania jeho južného okraja v oblasti od dna dobývky D3.



Obr. 36: Zával Z1



Obr. 37: Zával Z2

Zával Z2

Podľa morfológických prejavov terénu sa jedná pravdepodobne o menší dočasne stabilizovaný zával s rozmermi 10x7 m a hĺbkou cca 3 m (obr. 37). Na strmšej JV stene so sklonom cca 60° možno pozorovať aktívne splazy sutí, ostatné steny majú sklon cca 45°.

Závaly Z3, Z4

Jedná sa o plytšie závaly s rozmermi cca 10x4 m a hĺbkou 1 až 1,5 m, pričom zával Z3 má tvar písmena L a zával Z4 je šošovkovitého tvaru (obr. 38). Zával Z3 sa v teréne prejavuje ako mierna poklesová depresia. Závaly sú bez súčasných aktívnych prejavov, len na Z stene závalu Z4 sú viditeľné splazy sutí. Závaly sú bez rastlinného pokryvu, zapadané lístím. Vzájomne sú prepojené poklesnutými hrebienkami.



Obr. 38: Zával Z4

Zával Z5

V juhovýchodnej časti závalu Z4 bol zistený „čerstvý“ aktívny zával banského komína elipsovitého tvaru (obr. 39). Na povrchu sa prejavuje ako otvor s priemerom 1,5 až 2 m, ktorý sa smerom do hĺbky lievikovito zužuje (obr. 40). Vo viditeľnej hĺbke cca 8 m má priemer okolo 1 m. Zdá sa, že v spodnej časti sa stáča k JV. Podľa archívnych materiálov (Odehnal, 1948) možno odhadovať hĺbku komína po úroveň štôlne Gejza okolo 50 m.



Obr. 39: „Čerstvý“ zával banského komína Z5

Obr. 40: Pokračovanie závalu Z5 smerom do hĺbky

Zával Z6

Zával Z6 je prepojený poklesovým hrebienkom so závalom Z4. Dočasne stabilizovaný zával je podlhovastého tvaru s rozmermi cca 12x8 m a hĺbkou cca 3 m. Steny a dno závalu sú zapadané lístím, s polomom konárov a stromov.

Zával Z7

Stabilizovaný zával Z7 je nepravidelného tvaru s rozmermi cca 15x13 m. Hĺbka závalu je 3 až 4 m. Prevažne na východnej stene závalu sa nachádzajú splazy sutí. Na stenách a dne je bukový porast veku cca 10 až 50 rokov. Zával je zapadaný lístím s polomom stromov a konárov.

Zával Z8

Jedná sa o menší zával lievikovitého tvaru s priemerom cca 8 m a hĺbkou cca 1 m, pričom nadväzuje na vedľajší zával Z9. V súčasnosti je bez prejavov aktivity.

Zával Z9

Zával Z9 predstavuje zával štôlne Gejza líniového tvaru s rozmermi cca 25x25 m a hĺbkou cca 5 až 6 m. Zával poukazuje na smerové vedenie štôlne od jej ústia (obr. 41). V dolnej časti závalu možno pozorovať aktívne splazy sutí. V tejto časti dochádza v hornej časti svahu k poderodovaniu humusovej vrstvy so vznikom previsu. Pod previsom vystupuje skalná stena obnažená závalom s otvorom vedúcim pravdepodobne do štôlne (obr. 42). Otvor má rozmery 40x10 cm. Steny a dno závalu sú takmer bez rastlinného pokryvu, s ojedinelým stromovým porastom buka.



Obr. 41: Zával Z9 štôlne Gejza

Obr. 42: Otvor v závale Z9



Zával Z10

Zával Z10 je pravdepodobne závalom ústia úpadnice k štôlni Gejza. Je oválneho tvaru s rozmermi cca 19x13 m a hĺbkou cca 5 m. Na jeho západnej stene sú menej výrazné splazy sutí. Zával je zarastený rastlinným, krovinatým a sporadicky mladým bukovým porastom.

Lom Manó

Jedná sa o výraznú povrchovú depresiu. Z porovnania situácie vlastného GNSS zamerania a prehľadnej mapy povrchových prác na sideritovom ložisku Manó, ktorú uvádza Odehnal (1948) vyplýva, že sa jedná o lom Manó. Lom je situovaný v oblasti západného vyústenia štôlne Gejza na povrch. Lom má priemer cca 80 až 90 m a hĺbkou 8 až 15 m. V západnej časti lomu možno pozorovať vyústenie dvoch pozdĺžnych depresií z lomu. Horné okraje sa postupne zosúvajú a dochádza k vývratu stromov v oblasti okraja lomu. Steny lomu sú lokálne nestabilné, s aktívnymi pomalými splazmi hlinito-kamenitých sutí, o čom svedčia i ohnuté kmene mladých stromov, ako aj vývraty stromov.

Nad juhovýchodným okrajom lomu bola zdokumentovaná poklesová hrana s výškou poklesu 0,5 - 1,5 m, pričom výška poklesu narastá smerom dolu svahom – južným smerom. Podľa ohnutých kmeňov stromov možno predpokladať, že pokles je aktívny, s pomalým priebehom (obr. 35). Východne od tohto poklesu bol zaznamenaný dočasne stabilizovaný pokles s výškou 30-60 cm. V súčasnosti je bez aktívnych prejavov. Západne od aktívneho poklesu sa nachádza plastický, plynulý, dočasne stabilizovaný pokles s výškou cca 0,5 m. Tieto poklesy pravdepodobne súvisia s podpovrchovými dobývkami realizovanými z banských chodieb štôlní Gejza a Natália.

Lom Gejza

Lom Gejza, s rozmermi cca 80x40 m, sa nachádza v oblasti ústia štôlne Gejza. Výška stien lomu dosahuje maximálne 20 m. Na vrchnej hrane svahov lomu vznikajú dielčie zosuvy malých rozmerov. Na západnej stene lomu vidieť aktívne skalné zrútenie. Horná časť svahu je obnažená a tvorí mierny previs, z ktorého opadávajú kamene a skalné bloky. Akumulačná časť s rozmermi cca 15x6 m je na úpätí svahu lomu. Severne od skalného zrútenia sa nachádza úzky plytký prúdový zosuv s dĺžkou cca 20 m a šírkou cca 4 m. Materiál zosuvu je tvorený hlinito-kamenitými suťami hnedej farby. Nad strmou západnou stenou lomu, v oblasti vyššie popisovaného zosuvu bola zaznamenaná poklesová hrana s výškou poklesu cca 0,8 m.

Jedná sa o zónu v šírke 3 až 5 m s prebiehajúcou plastickou pomalou deformáciou. Aktivitu deformácie možno vidieť aj na ohnutých kmeňoch stromov.

Povrchová dobývka D1

Steny dobývky D1 sú stabilizované s rastlinným a stromovým porastom. Hĺbka dobývky je cca od 2 do 5m. Dobývka je charakteristická plochým dnom a miernymi svahmi, pričom po okrajoch sú zreteľné menšie kutacie jamy. V juhozápadnej časti je vyústená ryhou. V oblasti dobývky neboli pozorované žiadne sekundárne prejavy svahových deformácií vplyvom podrúbania.

Povrchová dobývka D2

Podľa morfológických prejavov terénu sa jedná pravdepodobne o povrchovú dobývku lievikovitého tvaru s hĺbkou cca 20 m a priemerom cca 50 m. Na veľmi strmých svahoch so sklonom 60-70° možno predovšetkým v južnej časti dobývky pozorovať aktívne splazy sutí. V tejto časti sú svahy len so sporadickým stromovým porastom, na ostatných stenách a dne dobývky je hustejší stromový a rastlinný porast. V severozápadnej časti dobývky je náznak situovania prístupovej cesty do predpokladanej dobývky.

Povrchová dobývka D3

Dobývka má v juhovýchodnej časti hĺbku cca 2 m, ktorá sa smerom k SZ zvyšuje na cca 6 m. Severovýchodná stena je strmá, s aktívnymi splazmi sutí (obr. 43) sprevádzanými vývratmi stromov na jej hornom okraji. V južnej časti vyúsťuje z telesa dobývky plytká ryha. V severozápadnej časti dobývky možno pozorovať zával Z1.

Povrchová dobývka D4

Jedná sa o stabilizovanú dobývku šošovkovitého tvaru (obr. 44) s priemernou hĺbkou cca 8 m, pričom v spodnej južnej časti klesá na 2-3 m, v hornej časti stúpa až na cca 10 m. Jej rozmery sú cca 22x30 m. Dno dobývky tvorí depresia kužeľovitého tvaru. V JZ časti možno identifikovať pravdepodobne vyúsťovaciu ryhu. V oblasti dobývky neboli pozorované žiadne sekundárne prejavy svahových deformácií vplyvom podrúbania.

Povrchová dobývka D5

Rozmery dobývky nepravidelného tvaru sú cca 20x20 m, s hĺbkou cca 4 až 7 m. Svahy so stromovým porastom sú bez prejavov svahových deformácií. Taktiež je bez povrchových prejavov vplyvu podrúbania.

Povrchová dobývka D6

Jedná sa pravdepodobne o menšiu povrchovú dobývku oválneho tvaru s rozmermi cca 7x4 m a hĺbkou cca 2 m. V súčasnosti je bez prejavov svahových deformácií.

Povrchová dobývka D7

Dobývka má pomerne veľké rozmery – cca 40x50 m a hĺbku cca 15 m (obr. 45). Aktivitu je vidieť v oblasti severozápadnej steny dobývky, pričom na jej dne sa nachádzajú skalné bloky – materiál skalného zrútenia. V SZ stene sa nachádza horizontálny otvor banského priestoru (obr. 46). Možno predpokladať, že sa jedná o podpovrchové dovrchné dobývky zo štôlne Gejza realizované pred realizáciou povrchovej dobývky. Klenba otvoru je „čerstvo“ prepadnutá. SZ stena dobývky je nestabilná, s možnosťou aktivizácie skalného zrútenia. V severnej časti dobývky sa nachádza plytký nevýrazný aktívny zosuv a v SV časti cca 7 m dlhý splaz sutí. V oblasti juhozápadnej steny dobývky možno zaznamenať staršie stabilizované skalné zrútenie s odvaleným blokom rozmerov cca 5x1,5x1,5m.

O povrchovom dobývaní svedčí ukladaný prítomný rudný odvalový materiál v západnej oblasti dobývky D7 a odvalový hlušinový materiál medzi dobývkami D8 a D9.



Obr. 43: Severovýchodná stena dobývky D3



Obr. 44: Dobývka D4



Obr. 45: Dobývka D7 – pohľad zo SZ



Obr.46: Otvor ban. priestoru v oblasti dobývky D7

Povrchové dobývky D8, D9, D10

Podľa morfológických prejavov v teréne nie je jednoznačne identifikovateľná ich genéza. Charakteristické sú lievikovitým tvarom. Dobývka D8 má rozmery cca 18x21 m, maximálnu hĺbku 10 m. Na jej okrajoch možno pozorovať pomerne čerstvý vývrat stromov. Dobývka D9 má priemer cca 19 m, hĺbku cca 6 m. Severná stena dobývky je takmer bez vegetačného pokryvu s aktívnymi splazmi sutí, južná stena je so stromovým porastom. Dobývka D10 je menších rozmerov – 11x7 m, s hĺbkou 3 až 4 m. Na stenách dobývky prebiehajú pomalé splazy sutí.

V nasledujúcom období je potrebné monitorovať dokumentované aktívne prejavy svahových deformácií. Je možné predpokladať i vznik ďalších prejavov banskej činnosti na povrchu, a to predovšetkým prepadnutia ústí banských komínov v sledovanej oblasti ložiska Manó.

Ložisko Kobeliarovo

Práce sa v roku 2015 sústredili na rekognoskáciu závalov na ložisku v porovnaní zo zisteniami v r. 2014, pričom neboli zaznamenané výraznejšie zmeny v rozširovaní závalov a rozsahu sprievodných prejavov svahových deformácií – terénnych trhlín.

4.9 Lokalita Slovinky R9

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

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. Z hydrogeologického hľadiska je tu situácia stabilizovaná. Zatopené banské priestory odvodňuje dedičná štôlna Alžbeta do povodia Slovinského potoka a viacero ďalších štôlní (Slovinský prekop, štôlna Krížová a i.) do povodia Hnilca. Na gelnickej strane sa nachádza viacero výdatných výtokov zo štôlní, najvýznamnejšími sú štôlne Stará Krížová a Jozef. Režim výtokov banskej vody je úzko naviazaný na zrážkovo-klimatické pomery lokality. Banská voda štôlne Alžbeta dlhodobo obsahuje zvýšené koncentrácie As, Sb, Mn a SO₄ a spolu s priesakmi z miestnych odkalísk a hald spôsobuje zhoršenie kvality vody Slovinského potoka.

Meranie množstva banskej vody odtekajúcej štôľňou Alžbeta zabezpečovali od roku 2002 do roku 2009 s frekvenciou 4x ročne pracovníci Rudné bane, š.p. Banská Bystrica, pričom sa 1x ročne sledovala i jej kvalita v obmedzenom rozsahu parametrov. Množstvo drenážnej vody z existujúcich odkalísk touto organizáciou nebolo sledované. Vlastný monitoring v rámci ČMS GF VŤŽP je od roku 2008 realizovaný na týchto pozorovacích objektoch (obr. 47): Sl4 - banská voda ložiska vytekajúcu štôľňou Alžbeta, Sl5 - drenážna voda odkaliska Bodnárec, Sl1 - Slovinský potok nad ložiskom, Sl2 - Slovinský potok pred sútokom s Poráčskym potokom, Sl3 - ústie Poráčskeho potoka a Sl6 - Slovinský potok pod ložiskom. Od roku 2009 sa monitoruje i priesak z odkaliska Kalligrund (Sl7). Charakteristické hodnoty rizikových zložiek odvodené z výsledky laboratórnych analýz odobratých vzoriek vôd za roky 2008 - 2015 sú uvedené v tab. 40. Od roku 2014 sa s frekvenciou 2x ročne monitoruje i kvalita Thurzovho potoka v gelnickej časti tohto ložiskového územia, spolu s výtokmi banskej vody zo štôlne Krížová a štôlne Jozef.

V hodnotenom období rokov 2007 - 2014 v profile Slovinského potoka pod oblasťou postihnutou ťažobnými aktivitami (profil Sl6) bola monitoringom zistená vysoká koncentrácia As, Sb nevyhovujúca požiadavkám na kvalitu povrchových vôd (tab. 41). Slovinský potok má

pritom pri vstupe do ložiskovej oblasti (SI1) vyhovujúcu kvalitu, v profile pred sútokom s Poráčskym potokom (SI2) je však už nevyhovujúci obsah antimónu. Kvalita Poráčskeho potoka na jeho ústí do Slovinského potoka (SI3) je vyhovujúca. Z hľadiska hodnotenia kvality banskej vody štôlne Alžbeta a drenážnej vody odkalísk podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2012-7) je riziková len štôlna Alžbeta, a to v obsahu As (tab. 42, 43), ktorý v priemere 2,7-násobne prekračuje príslušné intervenčné kritérium. Charakteristická hodnota obsahu As v banskej vode štôlne Alžbeta je o 20 % vyššia v roku 2015 ako v období 2007 – 2014 (tab. 40).

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

Objekt	Obdobie	Q l/s	EC mS/m	pH	SO ₄ mg/l	Mn mg/l	Hg mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Cd mg/l
SI1	2008-14	181,0	16,7	8,17	22,1	0,0074	0,00006	0,0257	0,0030	0,0018	0,0029	0,0037	-	-	-
	2015	51,5	20,4	8,11	22,2	0,0045	0,00005	0,0020	0,0025	0,0008	0,0025	0,0035	-	-	-
SI2	2008-14	259,3	21,7	8,21	28,5	0,0105	0,00005	0,0048	0,0030	0,0045	0,0194	0,0109	-	-	-
	2015	85,9	26,4	8,11	29,6	0,0245	0,00005	0,0040	0,0025	0,0060	0,0190	0,0140	-	-	-
SI3	2008-14	249,5	36,0	8,35	25,4	0,0267	0,00006	0,0038	0,0030	0,0016	0,0025	0,0019	-	-	-
	2015	129,4	39,8	8,28	25,4	0,0275	0,00005	0,0015	0,0025	0,0020	0,0008	0,0020	-	-	-
SI4	2007-14	30,2	104,5	7,75	336,6	0,4756	0,00007	0,0043	0,0032	0,2741	0,0096	0,0051	0,0010	0,0020	0,0002
	2015	24,3	102,6	7,55	275,0	0,2705	0,00005	0,0020	0,0025	0,3445	0,0065	0,0015	-	-	-
SI5	2008-14	6,3	136,6	7,68	714,9	4,2660	0,00006	0,0204	0,0027	0,0399	0,0067	0,0090	0,0443	0,0590	0,0002
	2015	3,1	166,1	7,67	721,0	0,7805	0,00005	0,0080	0,0025	0,0480	0,0100	0,0050	-	-	-
SI6	2008-14	574,9	41,7	8,29	73,7	0,0819	0,00005	0,0064	0,0038	0,0294	0,0126	0,0064	-	-	-
	2015	278,1	47,4	7,94	78,4	0,0445	0,00005	0,0045	0,0025	0,0440	0,0105	0,0065	-	-	-
SI7	2009-14	14,2	98,7	8,08	288,3	0,2333	0,00005	0,0102	0,0031	0,0153	0,0093	0,0029	0,0020	0,0020	0,0002
	2015	10,9	96,2	7,37	271,0	0,2245	0,00005	0,0080	0,0025	0,0125	0,0065	0,0030	-	-	-
G1	2014	42,0	36,1	8,46	49,05	0,0100	0,00008	0,0110	0,0025	0,0030	0,0240	0,0125	-	-	-
	2015	22,0	42,3	8,26	56,1	0,0090	0,00005	0,0110	0,0025	0,0030	0,0265	0,0120	-	-	-
G2	2014	1,3	69,6	7,77	70,4	0,0145	0,00005	0,0220	0,0025	0,0085	0,1385	0,0870	-	-	-
	2015	0,2	58,1	8,00	38,2	0,0045	0,00013	0,0100	0,0025	0,0075	0,1310	0,0520	-	-	-
G3	2014	2,9	43,0	7,92	85,8	0,0001	0,00005	0,0095	0,0025	0,0018	0,0055	0,0240	-	-	-
	2015	1,7	48,6	8,25	92,3	0,0001	0,00005	0,0060	0,0025	0,0005	0,0055	0,0180	-	-	-

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

V profile Thurzovho potoka pred ústím do Hnilca je dokumentovaná zvýšená koncentrácia Sb. Jeho zdrojom je hlavne banská voda štôlne Krížová, v ktorej obsah Sb približne 3-násobne prevyšuje intervenčné kritérium pre podzemnú vodu (tab. 43).

Kontaminovaná povrchová voda spôsobuje kontamináciu riečneho sedimentu. V profile SI6 pod odkaliskom Kalligrund prekročili zistené hodnoty vo vzorke sedimentu Slovinského potoka intervenčné kritérium pre priemysel 7,5 násobne v obsahu As a 1,3 násobne v obsahu Sb. Indikačné kritérium je tu 2,2 násobne prekročené v obsahu Hg (tab. 44).

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

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO ₄	Mn	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
SI1	2008 - 14	0,15	V	0,09	0,02	0,06	0,42	0,37	0,15	0,59	0,20	-	-	-
	2015	0,19	V	0,09	0,02	0,05	0,03	0,30	0,06	0,50	0,19	-	-	-
SI2	2008 - 2014	0,20	V	0,11	0,04	0,05	0,08	0,36	0,39	3,89	0,58	-	-	-
	2015	0,24	V	0,12	0,08	0,05	0,07	0,30	0,52	3,80	0,74	-	-	-
SI3	2008 - 14	0,33	V	0,10	0,09	0,06	0,06	0,36	0,14	0,50	0,10	-	-	-
	2015	0,36	V	0,10	0,09	0,05	0,02	0,30	0,17	0,15	0,11	-	-	-
SI4	2007 - 14	0,95	V	1,35	1,59	0,07	0,07	0,39	23,63	1,93	0,27	0,05	0,04	0,23
	2015	0,93	V	1,10	0,90	0,05	0,03	0,30	29,70	1,30	0,08	-	-	-
SI5	2008 - 2014	1,24	V	2,86	14,22	0,06	0,33	0,33	3,44	1,33	0,48	2,01	1,18	0,23
	2015	1,51	V	2,88	2,60	0,05	0,13	0,30	4,14	2,00	0,27	-	-	-
SI6	2008 - 14	0,38	V	0,29	0,27	0,05	0,11	0,46	2,54	2,53	0,34	-	-	-
	2015	0,43	V	0,31	0,15	0,05	0,07	0,30	3,79	2,10	0,35	-	-	-
SI7	2009 - 14	0,90	V	1,15	0,78	0,05	0,17	0,38	1,32	1,87	0,16	0,09	0,04	0,23
	2015	0,87	V	1,08	0,75	0,05	0,13	0,30	1,08	1,30	0,16	-	-	-
G1	2014	0,33	V	0,20	0,03	0,07	0,18	0,30	0,26	4,80	0,66	-	-	-
	2015	0,38	V	0,22	0,03	0,05	0,18	0,30	0,26	5,30	0,64	-	-	-
G2	2014	0,63	V	0,28	0,05	0,05	0,36	0,30	0,73	27,70	4,63	-	-	-
	2015	0,53	V	0,15	0,02	0,12	0,16	0,30	0,65	26,20	2,77	-	-	-
G3	2014	0,39	V	0,34	0,06	0,05	0,16	0,30	0,15	1,10	1,28	-	-	-
	2015	0,44	V	0,37	0,05	0,05	0,10	0,30	0,04	1,10	0,96	-	-	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty podľa nariadenia vlády SR č.269/2010 Z. z. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie požadovanej hodnoty a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 40. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 35.

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

Objekt	Obdobie	EC	pH	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
SI4	2007 - 2014	0,52	V	0,03	0,00	0,03	5,48	0,39	0,03	0,01	0,02	0,03
	2015	0,51	V	0,03	0,00	0,03	6,89	0,26	0,01	-	-	-
SI7	2009 - 2014	0,49	V	0,03	0,01	0,03	0,31	0,37	0,01	0,02	0,02	0,03
	2015	0,48	V	0,03	0,01	0,03	0,25	0,26	0,02	-	-	-
SI5	2008 - 2014	0,68	V	0,03	0,02	0,03	0,80	0,27	0,05	0,44	0,59	0,03
	2015	0,83	V	0,03	0,01	0,03	0,96	0,40	0,03	-	-	-
G2	2014	0,35	V	0,03	0,02	0,03	0,17	5,54	0,44	-	-	-
	2015	0,35	V	0,06	0,01	0,03	0,15	5,24	0,26	-	-	-
G3	2014	0,21	V	0,03	0,01	0,03	0,04	0,22	0,12	-	-	-
	2015	0,24	V	0,03	0,01	0,03	0,01	0,22	0,09	-	-	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 40.

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

Objekt	Obdobie	EC	pH	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
SI4	2007 - 2014	0,35	V	0,01	0,00	0,02	2,74	0,19	0,01	0,01	0,01	0,01
	2015	0,34	V	0,01	0,00	0,01	3,45	0,13	0,003	-	-	-
SI7	2009 - 2014	0,33	V	0,01	0,01	0,02	0,15	0,19	0,01	0,01	0,01	0,01
	2015	0,32	V	0,01	0,004	0,01	0,13	0,13	0,01	-	-	-
SI5	2008 - 2014	0,46	V	0,01	0,01	0,01	0,40	0,13	0,02	0,22	0,30	0,01
	2015	0,55	V	0,01	0,004	0,01	0,48	0,20	0,01	-	-	-
G2	2014	0,23	V	0,01	0,01	0,01	0,09	2,77	0,17	-	-	-
	2015	0,19	V	0,03	0,01	0,01	0,08	2,62	0,10	-	-	-
G3	2014	0,14	V	0,01	0,005	0,01	0,02	0,11	0,05	-	-	-
	2015	0,16	V	0,01	0,003	0,01	0,01	0,11	0,04	-	-	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty IT podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty IT a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 40.

Tab. 44 Chemické zloženie sedimentu Slovinského potoka v profile SI6 pod odkaliskom Kalligrund

Ozn objektu	Dátum	Fe %	Mn %	Al %	Hg mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Sb mg/kg
SI6	08.10.12	7,85	0,39	7,56	5,49	456	76	1051	104

Ozn objektu	Dátum	Se mg/kg	Ni mg/kg	V mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Mo mg/kg
SI6	08.10.12	<1	47	108	0,3	50	131	1161	6

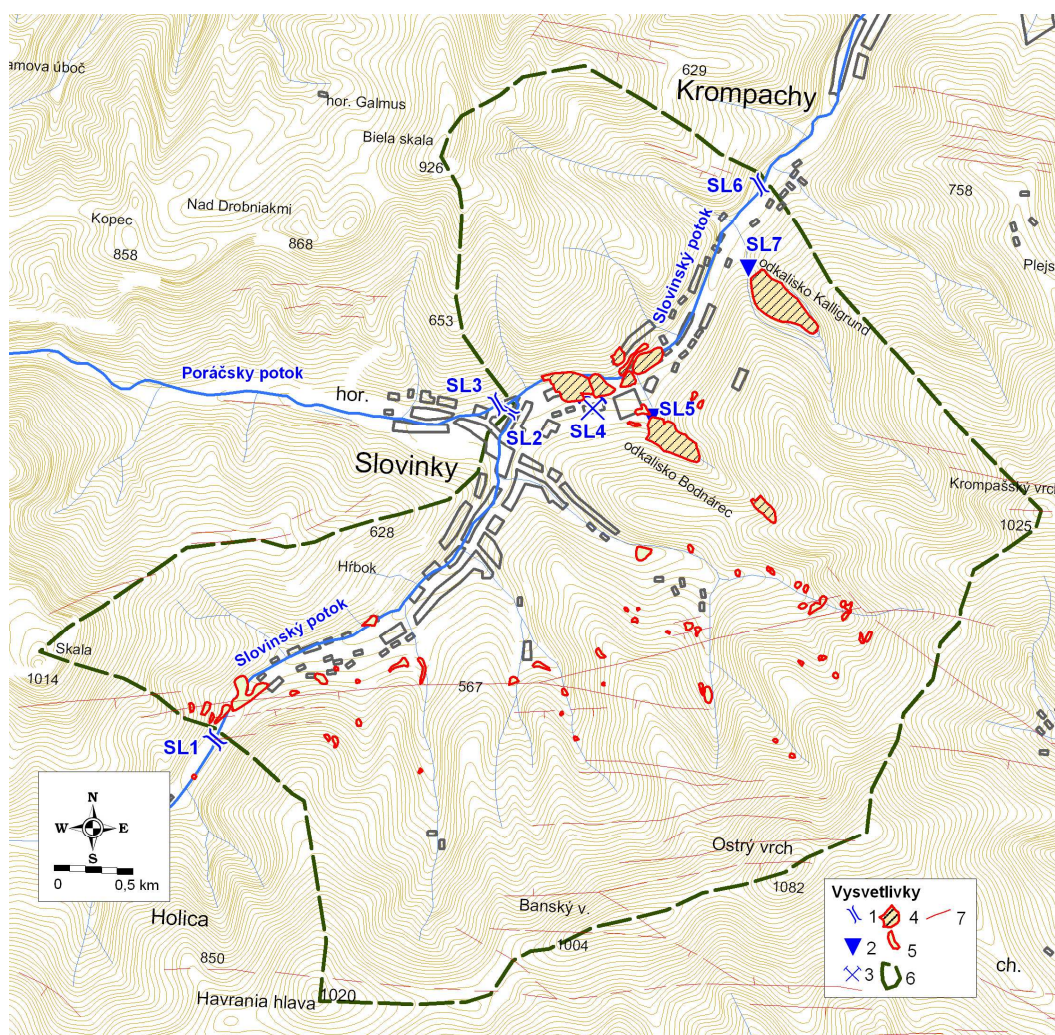
Vysvetlivky: Červenou sú podfarbené hodnoty prekračujúce intervenčné kritérium pre priemysel, hnedou prekračujúce intervenčné kritérium pre obytné zóny a žltou prekračujúce indikačné kritérium pre horninové prostredie a pôdu podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7.

Inžinierskogeologické aspekty

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

Prejavy poklesov terénu v okolí jamy Dorota (závaly, prepadliská), boli v doterajšom období technicky sanované RB Banská Bystrica. V roku 2010 boli vykonané práce na definitívnom zabezpečení jamy Dorotea. Práce na zasýpaní jamy Emil II sa vykonávali v rokoch 2010 - 2011. V roku 2010 sa začali práce na zabezpečení 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 - 2014 sa v oblasti Slovinky nevyskytli nové povrchové prejavy nestability.

Na základe výsledkov práce Vodohospodárskej výstavby š. p. Bratislava bolo v roku 2011 Mestským úradom v Krompachoch zvolané pracovné rokovanie za účelom zaistenia bezpečného stavu odkaliska „Slovinky“. Boli prijaté preventívne bezpečnostné opatrenia, ktoré však narážali na prekážku ich realizovateľnosti z dôvodu absencie súčinnosti vlastníka tejto vodnej stavby. Nevyhnutnú údržbu odkaliska Bodnárec vykonali aj v rokoch 2011-2015 Rudné Bane, š. p. Banská Bystrica.



Obr. 47: Lokalizácia monitorovacích objektov na lokalite Slovincy. 1 – monitorovaný profil povrchového toku, 2 – monitorovaná drenáž odkaliska, 3 – monitorované ústie štôlne, 4 – odkalisko, 5 – halda, 6 – rozvodnica, 7 – rudná žila.

4.10 Lokalita Rožňava R10

Na tejto lokalite boli v časti východne od rieky Slaná v minulosti v bani Mária ťažené ložiská komplexnej Fe-rudy Rožňava – Mária žila (DP Rožňava I) a Rožňava – Strieborná žila (DP Rožňava III). Ťažba na bani Mária bola ukončená v roku 2000 a baňa bola zatopená. Pre opätovný záujem o ťažbu Striebornej žily sa tu v druhej polovici roka 2011 vykonávalo sprístupňovanie Dopravného 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 vyťaženie 0,18 kt rudy (Kolektív autorov, 2015). Banská činnosť bola v mesiacoch január –február 2015 zameraná na dobývanie komplexných Fe rúd na Striebornej žile a na čerpanie vody zo slepej jamy pod

úrovňou VI. obzoru, tak aby hladina vody bola stále minimálne na úrovni 80 m pod úrovňou VI. obzoru (Kolektív autorov, 2016).

V 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 sa vykonáva pravidelná údržba a čistenie odtokových ciest banských vôd zo štôlne Augusta.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

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

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

Zatopená baňa Sadlovský na pravom brehu rieky Slaná je odvodňovaná dedičnými štôľňami Sadlovský a Augusta. Výtoky banskej vody z oboch štôľní sú zvedené do spoločného drenážneho kanála K2, ktorý ich odvádza do rieky Slaná. Objekty neboli prevádzkovo systematicky monitorované. Situácia uvedených objektov je znázornená na obr. 48. Kvantitatívne merania výtoku zo štôlne Augusta, štôlne Sadlovský a kanála K2 boli opakovane vykonané v rámci štátneho monitoringu ČMS GF VŤŽP v rokoch 2007 až 2015. Z oboch uvedených štôľní vytekalo sumárne 5,8 - 55,5 l/s banskej vody. Do rieky Slaná kanálom K2 však vyteká zhruba o polovicu menšie množstvo vody. Chýbajúca časť pravdepodobne infiltruje netesnosťami v potrubí do alúvia. V rámci štátneho monitoringu ČMS GF VŤŽP boli tieto objekty ovzorkované raz v roku 2007 a dvakrát v rokoch 2008-2015. Charakteristické hodnoty rizikových komponentov odvodené z výsledkov vlastných i prevzatých laboratórnych analýz vôd monitorovaných objektov sú uvedené v tab. 45.

Monitorované zdroje banskej vody sú rizikové vo vzťahu k negatívnemu ovplyvneniu kvality povrchovej vody najmä zvýšenou celkovou mineralizáciou, vysokým obsahom síranového aniónu, Mn, As, Sb a u Dopravného prekopu i Fe, Cu, Ni a Zn (tab. 46). V štôľni Sadlovský bol jednorazovo zistený zvýšený obsah ortuti (0,2 µg/l). Z hľadiska hodnotenia

kvality vody podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2012-7) intervenčné kritérium nedosahuje žiaden z pozorovaných ukazovateľov (tab. 48). Indikačné kritérium prevyšuje obsah As a merná elektrická vodivosť banskej vody štôlne Augusta (tab. 47) a občasne obsah Al v banskej vode z bane Mária.

Prietok rieky Slaná dosahuje v Rožňave podľa pozorovania z rokov 1968 – 2002 interval 0,39 – 130 m³/s, pričom ročný priemer pre rok 2003 dosiahol 2,05 m³/s (Blaškovičová et al., 2004). Pri takýchto prietokoch sú kontaminované banské vody z monitorovaných štôlní dostatočne riedené z pohľadu požadovanej kvality povrchovej vody, čo sa týka obsahov potenciálne toxických kovov As, Sb, Ni, Zn a Cu. Rizikovými sú však železo a mangán, ktoré v obdobiach nižších prietokov môžu spôsobiť zhoršenie kvality riečnej vody – avšak len v prípade ak by banská voda z bane Mária nebola čistená.

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

Objekt	Dátum	Q l/s	EC mS/m	pH	SO ₄ mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Al mg/l	Hg mg/l	Zn mg/l	Pb mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Cd mg/l
Ro1	2007 - 2014	10,6	157,4	4,47	916	67,03	32,52	0,40	0,00007	0,172	0,008	0,014	0,005	0,114	0,061	0,018	0,00027
	2015	10,0	126,7	6,63	659	6,55	10,51	0,04	0,00008	0,026	0,003	0,004	0,004	0,018	0,025	0,015	-
Ro2	2007 - 2014	8,2	97,9	8,18	244	0,33	0,04	-	0,00013	0,008	0,003	0,003	0,005	0,001	0,001	0,001	0,00015
	2015	4,9	102,1	7,92	247	0,20	0,04	0,02	0,00005	0,006	0,003	0,004	0,005	0,003	0,003	-	-
Ro3	2007 - 2014	7,2	214,7	7,60	839	1,13	2,69	-	0,00008	-	0,003	0,061	0,005	0,002	0,003	0,005	0,00015
	2015	8,3	176,9	8,09	616	0,92	1,37	0,02	0,00005	0,005	0,003	0,058	0,002	0,002	0,003	-	-
Ro4	2008 - 2014	7,4	185,6	7,81	764	1,13	1,96	-	-	-	0,003	0,048	0,006	0,002	-	-	-
	2015	4,2	174,7	7,86	606	0,62	0,87	0,03	0,00005	0,003	0,003	0,037	0,002	0,003	-	-	-

Vysvetlivky: Ro1 - Dopravný prekop, Ro2 – štôlna Sadlovský, Ro3 – štôlna Augusta, Ro4 - kanál K2 v Nadabule. * - okrem vlastných údajov i údaje prevzaté od Dianišku (2008), analyzované GAL ŠGÚDŠ Spišská Nová Ves.

Poznámka: U Dopravného prekopu je do rieky Slaná vypúšťaná upravená voda so súhlasom príslušného orgánu ochrany ŽP.

Tab. 46: 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	Co	Cd
Ro1	2008-14	1,43 N		3,66	33,51	108,39	1,98	0,70	3,02	0,74	1,23	1,00	7,47	2,78	0,36	0,41
	2015	1,15 V		2,64	3,27	35,02	0,20	0,75	0,45	0,25	0,35	0,80	1,14	1,14	0,30	-
Ro2	2008-14	0,89	V	0,98	0,17	0,12	-	1,25	0,13	0,32	0,28	0,97	0,09	0,05	0,02	0,23
	2015	0,93	V	0,99	0,10	0,14	0,10	0,50	0,10	0,25	0,35	0,90	0,20	0,14	-	-
Ro3	2008-14	1,95 V		3,36	0,57	8,97	-	0,75	0,00	0,32	5,34	0,90	0,10	0,14	0,10	0,23
	2015	1,61 V		2,46	0,46	4,57	0,08	0,50	0,09	0,25	5,04	0,40	0,13	0,14	-	-
Ro4	2008-14	1,69 V		3,05	0,57	6,52	-	-	-	0,00	0,05	0,01	0,00	-	-	-
	2015	1,59 V		2,42	0,31	2,90	0,15	0,50	0,05	0,25	3,22	0,40	0,20	-	-	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty podľa nariadenia vlády SR č.269/2010 Z. z. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie požadovanej hodnoty a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 45. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 48.

Tab. 47: 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	Co	Cd
Ro1	2007 - 2014	0,66	N	1,52	0,04	0,08	0,01	0,03	0,02	0,48	0,00	0,0000	0,03
	2015	0,63	V	0,16	0,04	0,03	0,000	0,08	0,16	0,09	0,25	0,15	-
Ro2	2007 - 2014	0,49	V	-	0,06	0,01	0,002	0,06	0,19	0,01	0,01	0,01	0,03
	2015	0,51	V	0,08	0,03	0,01	0,002	0,08	0,18	0,02	0,03	-	-
Ro3	2007 - 2014	1,07	V	-	0,04	-	0,002	1,23	0,18	0,01	0,03	0,05	0,03
	2015	0,88	V	0,06	0,03	0,01	0,002	1,16	0,08	0,01	0,03	-	-
Ro4	2008 - 2014	0,93	V	-	-	-	0,001	0,48	0,11	0,00	-	-	-
	2015	0,58	V	0,08	0,01	0,002	0,001	0,37	0,04	0,01	-	--	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 45.

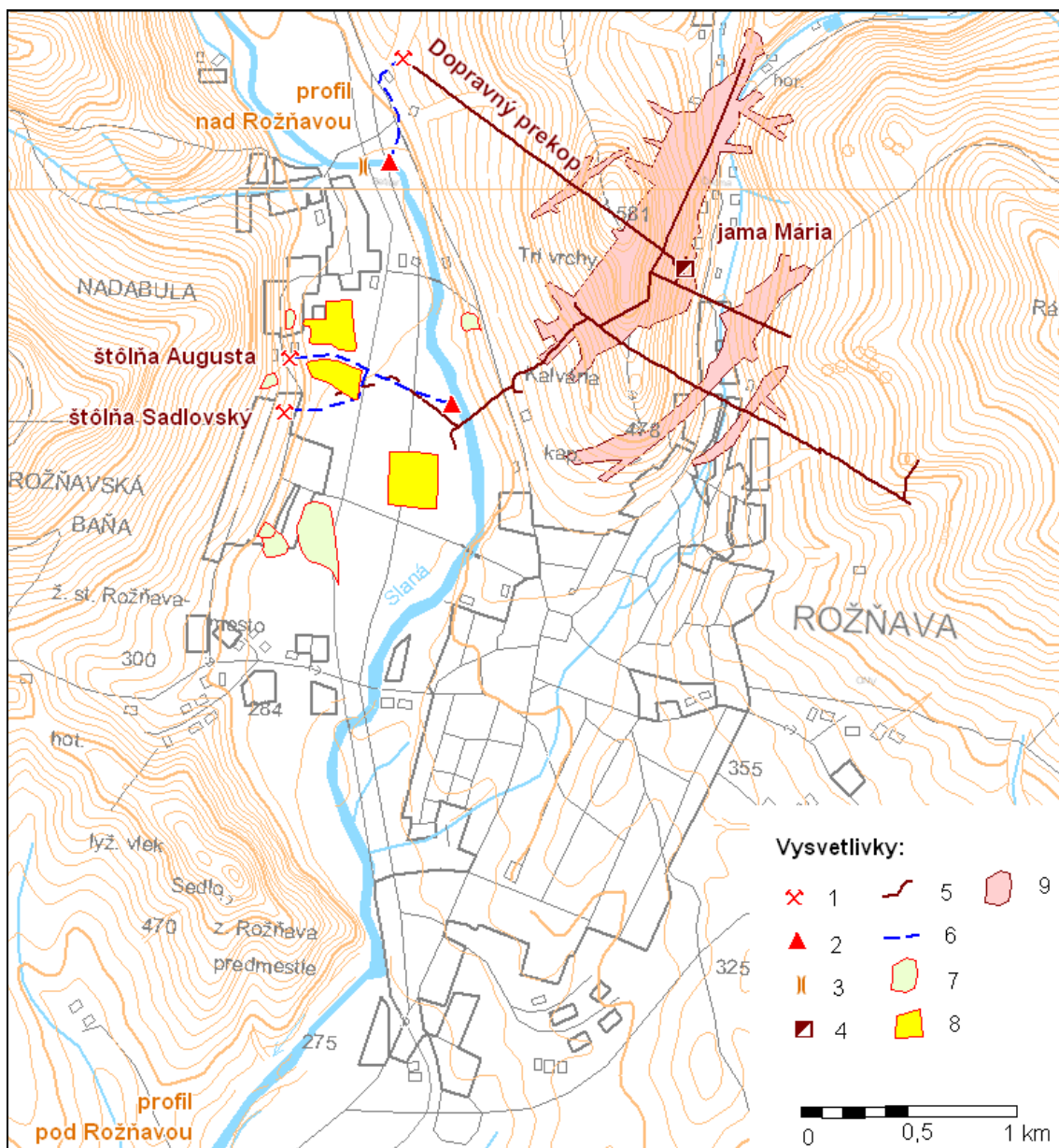
Tab. 48: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Rožňava s intervenčným kritériom (IT) pre podzemnú vodu

Objekt	Dátum	EC	pH	Al	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
Ro1	2007 - 2014	0,52	N	0,99	0,01	0,09	0,002	0,14	0,10	0,23	0,31	0,09	0,01
	2015	0,42	V	0,10	0,02	0,01	0,001	0,04	0,08	0,04	0,13	0,08	-
Ro2	2007 - 2014	0,33	V	-	0,03	0,004	0,001	0,03	0,10	0,00	0,01	0,01	0,01
	2015	0,34	V	0,05	0,01	0,00	0,00	0,04	0,09	0,01	0,02	-	-
Ro3	2007 - 2014	0,72	V	-	0,02	-	0,001	0,61	0,09	0,003	0,02	0,03	0,01
	2015	0,59	V	0,04	0,01	0,00	0,00	0,58	0,04	0,00	0,02	-	-
Ro4	2008 - 2014	0,62	V	-	-	-	0,00	0,48	0,11	0,004	-	-	-
	2015	0,58	V	0,08	0,01	0,00	0,00	0,37	0,04	0,01	-	-	-

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty IT podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty IT a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 45.

Inžinierskogeologické aspekty

V monitorovanom období tu neboli zistené významné vplyvy nestability povrchu, ani v období nasledujúcom po zatopení bane. Ústia hlavných odvodňovacích banských diel sú stabilné a zabezpečené. Ich priebežnú údržbu v bani Sadlovský (Nadabula) zabezpečujú Rudné Bane, š. p. Banská Bystrica. V rámci sprístupňovania bane Mária pre uvažovanú ťažbu Striebornej žily bol v roku 2011 firmou Gemer – Can, s.r.o. (investor Global Minerals Ltd.) sprístupnený a stabilizovaný Dopravný prekop. V roku 2012 sa čerpaním banskej vody sprístupnilo ložisko po VI. horizont, pričom pri znižovaní hladiny v bani neboli v jej okolí zaznamenané negatívne prejavy. Ani v roku 2015 tu neboli zistené prejavy nestability terénu ani poškodenie objektov ústí štôlní.



Obr. 48: Situácia miest odberu vzoriek vôd vo vzťahu k hydrogeologickým a geochemickým aspektom vplyvov ťažby na lokalite Rožňava. 1 - ústie štólne, 2 - ústie drenážneho kanála 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.

4.11 Lokalita R 11 Smolník

Pyritové ložisko v Smolníku je evidované ako ložisko medenej rudy s CHLÚ Smolník v správe ŠGÚDŠ Bratislava. Po ukončení ťažby tu okrem pôvodnej ťažobnej organizácie Železoruďné bane š. p. Spišská Nová Ves vykonávala likvidačné a zabezpečovacie práce organizácia Rudné bane š. p. Banská Bystrica. V roku 2013 táto organizácia vykonala pravidelnú údržbu odkaliska (Kolektív autorov, 2014), v roku 2014 zabezpečila stabilitu bezmennej štólne a šachty Rothenberg (Kolektív autorov, 2015). V roku 2015 boli vykonané práce na zabezpečení starého banského diela štólne Karitas v Smolníckej Hute (Kolektív autorov, 2016).

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Zatopené pyritové ložisko Smolník je odvodňované hlavne šachtou Pech a čiastočne i štôľňami Karitas a Karoli i neregulovanými priesakmi do Smolníckeho potoka. Prevádzkový monitoring výtoku zo šachty v súvislosti s likvidáciou ložiska tu od roku 2000 do roku 2009 vykonávala spoločnosť Rudné Bane, Banská Bystrica. Hydrometrickými, vzorkovacími a laboratórnymi prácami štátneho monitoringu ČMS GF bola v období rokov 2008 - 2014 dokumentovaná banská voda šachty Pech, štôľní Karoli a Novej, priesaky z odkaliska a dva profily Smolníckeho potoka.

Zatopené ložisko je odvodňované sústredeným výtokom zo šachty Pech a čiastočne i nekontrolovanými priesakmi v jej okolí, Novou štôľňou, štôľňou Karoli a občasne štôľňou Karitas. Meranie množstva banskej vody vytekajúcej zo šachty Pech s frekvenciou 2x ročne a priesaku z odkaliska raz ročne od roku 2000 do roku 2009 vykonávala organizácia RB Banská Bystrica. Tieto výsledky boli preberané do databázy, doplnené sú vlastnými hydrometrickými meraniami a vzorkovaním vody šachty Pech i dvoch výpustí z odkaliska a dvoch profilov Smolníckeho potoka, vykonávanými s frekvenciou 2x ročne. Výtok banskej vody zo šachty Pech bol vzorkovaný i v rámci geologickej úlohy zameranej na štúdium možnosti využitia prírodných sorbentov na úpravu banskej vody (Kovaničová et al., 2014) raz v roku 2012 a 5x v roku 2013 – tieto údaje sú zahrnuté do nášho hodnotenia. Situáciu monitorovaných objektov približuje obr. 49.

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

Objekt	Obdobie	Q l/s	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	Cu mg/l	Ni mg/l
Sm1	2008-14	685,4	10,3	7,17	16	0,3	0,1	0,04	0,00005	0,023	0,003	0,001	0,005	0,001
	2015	237,1	11,7	7,37	15	1,4	0,2	0,10	0,00005	0,043	0,003	0,002	0,008	0,001
Sm2	2008-14	4,0	25,5	5,28	108	32,9	3,1	7,61	0,00005	0,106	0,003	0,001	0,084	0,173
	2015	0,8	29,3	5,29	151	9,3	1,5	2,44	0,00005	0,087	0,003	0,001	0,067	0,209
Sm3	2008-14	12,1	296,2	4,01	2705	327,3	25,9	68,39	0,00014	7,562	0,067	0,038	2,353	0,147
	2015	14,0	262,0	4,02	1880	250,0	20,4	47,85	0,00005	6,128	0,043	0,051	0,926	0,136
Sm4	2008-14	0,2	49,6	5,91	224	2,5	3,3	0,33	0,00005	0,561	0,004	0,002	0,102	0,065
	2015	0,1	44,4	7,01	200	0,3	0,1	0,05	0,00005	0,052	0,003	0,001	0,004	0,003
Sm6	2008-14	1,1	176,7	6,32	1035	12,5	15,1	0,16	0,00005	0,128	0,004	0,103	0,063	0,048
	2015	0,9	184,6	6,53	1360	17,9	14,4	0,02	0,00005	0,077	0,003	0,151	0,014	0,052
Sm7	2008-14	0,7	273,5	6,38	1987	68,6	18,4	0,15	0,00005	0,458	0,006	0,608	0,017	0,065
	2015	0,6	310,5	6,43	2076	59,9	16,9	0,03	0,00005	0,200	0,003	0,693	0,003	0,071
Sm8	2008-14	760,4	31,0	6,17	135	12,2	1,3	2,30	0,00005	0,372	0,004	0,006	0,119	0,012
	2015	259,0	36,1	5,80	176	13,2	1,5	1,91	0,00005	0,382	0,003	0,006	0,068	0,013

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

Charakteristické hodnoty hlavných kontaminantov lokality Smolník, odvodené z výsledkov laboratórných analýz vzoriek vôd, obsahuje tab. 49. V hodnotenom období rokov 2007 - 2015 z hľadiska požiadaviek na kvalitu povrchovej vody (NV SR č. 269/2010 Z. z.) sú na výstupnom profile Smolníckeho potoka Sm8 z hodnotenej oblasti zistené nevyhovujúce koncentrácie Fe, Mn, Al, Zn a Cu (tab. 50), hoci na vstupnom profile Sm1 sú vyhovujúce. Z hľadiska hodnotenia kvality zdrojov banskej vody nachádzajúcich sa v hodnotenej oblasti a drenážnej vody odkaliska podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2012-7) prevyšuje intervenčné kritérium obsah Al (až 170-

násobné prekročenie), Zn a Cu v šachte Pech, obsah Al v Novej štôlni a obsah As v oboch výustiach drenáže z odkaliska (tab. 52). Indikačné kritérium je okrem toho prekročené pre hodnotu EC pre šachtu Pech a dolnú výusť drenáže odkaliska, pre obsah Ni v šachte Pech a v Novej štôlni a pre obsah Al v štôlni Karoli (tab. 51).

Na výtoku banskej vody zo šachty Pech (Sm4) sú charakteristické hodnoty Fe, Mn, Al, Zn a Cu pre rok 2015 vyššie v porovnaní s obdobím 2008 – 2014. Naopak, u síranového aniónu a niklu ide o pokles, pričom Hg, Pb a As nevykazujú zmenu.

Pri výskume možnosti úpravy kvality banských vôd (Kovaničová et al., 2014) boli v roku 2013 z výtoku zo šachty Pech odobraté vzorky, v ktorých bol stanovený okrem nami sledovaných ukazovateľov i obsah kobaltu, kadmia a berýlia. Dokumentovaný obsah Co sa pohyboval v intervale 0,112 – 0,42 mg/l a vysoko (v priemere približne 5x) prevyšuje požadovanú hodnotu pre povrchové toky, približne 2-násobne i indikačné kritérium pre podzemnú vodu a tesne i jej intervenčné kritérium. Obsah kadmia sa pohyboval v rozmedzí <0,0003 – 0,016 mg/l a priemernou hodnotou vysoko prevyšuje požadovanú úroveň pre povrchovú vodu, približne 2-násobne i indikačné kritérium pre podzemnú vodu. Obsah berýlia v rozmedzí 1,5 – 2,4 µg/l taktiež nevyhovuje požadovanej úrovni pre povrchovú vodu ani intervenčnému kritériu podzemnej vody.

Kontaminovaná povrchová voda spôsobuje kontamináciu riečneho sedimentu. V profile pod odkaliskom prekračuje vo vzorke odobratej 12.9.2012 sediment Smolníckeho potoka intervenčné kritérium pre obytné zóny pre horninové prostredie a pôdu 1,5-násobne v obsahu As. Sediment banskej vody šachty Pech prekračuje intervenčné kritérium pre priemyselné zóny v obsahu As 11 násobne, zároveň prekračuje intervenčné kritérium pre obytné zóny v obsahu Pb 3-násobne a v obsahu Cu a Sb 2-násobne (tab. 53).

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

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO ₄	Fe	Mn	Al	Hg	Zn	Pb	As	Cu	Ni
Sm1	2008 - 2014	0,09	V	0,06	0,16	0,19	0,21	0,50	0,75	0,39	0,15	0,01	0,001
	2015	0,09	V	0,06	0,09	0,09	0,05	0,50	0,24	0,30	0,08	0,11	0,03
Sm2	2008 - 2014	0,23	N	0,43	16,44	10,49	38,03	0,50	3,46	0,41	0,10	3,20	5,75
	2015	0,27	N	0,60	4,64	5,02	12,18	0,50	2,81	0,30	0,05	2,57	6,95
Sm3	2007 - 2014	2,69	N	10,82	163,64	86,42	341,96	1,39	245,53	8,14	3,97	90,14	4,90
	2015	2,38	N	7,52	125,00	68,00	239,25	0,50	198,96	5,24	5,26	35,48	4,52
Sm4	2008 - 2014	0,45	N	0,89	1,27	11,07	1,67	0,50	18,22	0,45	0,24	3,91	2,15
	2015	0,40	V	0,80	0,14	0,20	0,23	0,50	1,67	0,30	0,05	0,13	0,10
Sm6	2008 - 2014	1,61	V	4,14	6,26	50,19	0,80	0,50	4,17	0,50	10,70	2,40	1,59
	2015	1,68	V	5,44	8,93	48,00	0,08	0,50	2,48	0,30	15,68	0,52	1,73
Sm7	2008 - 2014	2,49	V	7,95	34,29	61,21	0,75	0,54	14,86	0,78	63,38	0,003	0,07
	2015	2,82	V	8,30	29,95	56,33	0,15	0,50	6,49	0,30	72,19	0,11	2,35
Sm8	2008 - 2014	0,28	V	0,54	6,09	4,50	11,52	0,50	12,08	0,53	0,67	4,57	0,39
	2015	0,33	N	0,70	6,58	5,07	9,53	0,50	12,39	0,30	0,63	2,61	0,43

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty podľa nariadenia vlády SR č.269/2010 Z. z. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie požadovanej hodnoty a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 49. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 33.

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

Objekt	Obdobie	EC	pH	Al	Hg	Zn	Pb	As	Cu	Ni
Sm2	2008 - 2014	0,13	N	30,42	0,03	0,07	0,03	0,02	0,42	1,73
	2015	0,15	N	9,74	0,03	0,06	0,03	0,01	0,34	2,09
Sm3	2007 - 2014	1,48	N	273,56	0,07	5,04	0,67	0,76	11,76	1,47
	2015	1,31	N	191,40	0,03	4,09	0,43	1,01	4,63	1,36
Sm4	2008 - 2014	0,25	N	1,33	0,03	0,37	0,04	0,05	0,51	0,65
	2015	0,22	V	-	-	-	0,18	0,03	0,02	0,03
Sm6	2008 - 2014	0,88	N	0,64	0,03	0,09	0,04	2,05	0,31	0,48
	2015	0,92	V	0,06	0,03	0,05	0,03	3,01	0,07	0,52
Sm7	2008 - 2014	1,37	N	0,60	0,03	0,31	0,06	12,17	0,08	0,65
	2015	1,55	N	0,12	0,03	0,13	0,03	13,86	0,02	0,71

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 49.

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

Objekt	Obdobie	EC	pH	Al	Hg	Zn	Pb	As	Cu	Ni
Sm2	2008 - 2014	0,08	N	19,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,17	0,86
	2015	0,10	N	6,09	0,01	0,02	0,01	0,01	0,13	1,04
Sm3	2007 - 2014	0,99	N	170,98	0,03	1,51	0,33	0,38	4,71	0,73
	2015	0,87	N	119,63	0,01	1,23	0,22	0,51	1,85	0,68
Sm4	2008 - 2014	0,17	N	0,83	0,01	0,11	0,02	0,02	0,20	0,32
	2015	0,15	V	0,11	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Sm6	2008 - 2014	0,59	N	0,40	0,01	0,03	0,02	1,03	0,13	0,24
	2015	0,62	V	0,04	0,01	0,02	0,01	1,51	0,03	0,26
Sm7	2008 - 2014	0,91	N	0,38	0,01	0,09	0,03	6,08	0,03	0,32
	2015	1,04	N	0,08	0,01	0,04	0,01	6,93	0,01	0,35

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 49.

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

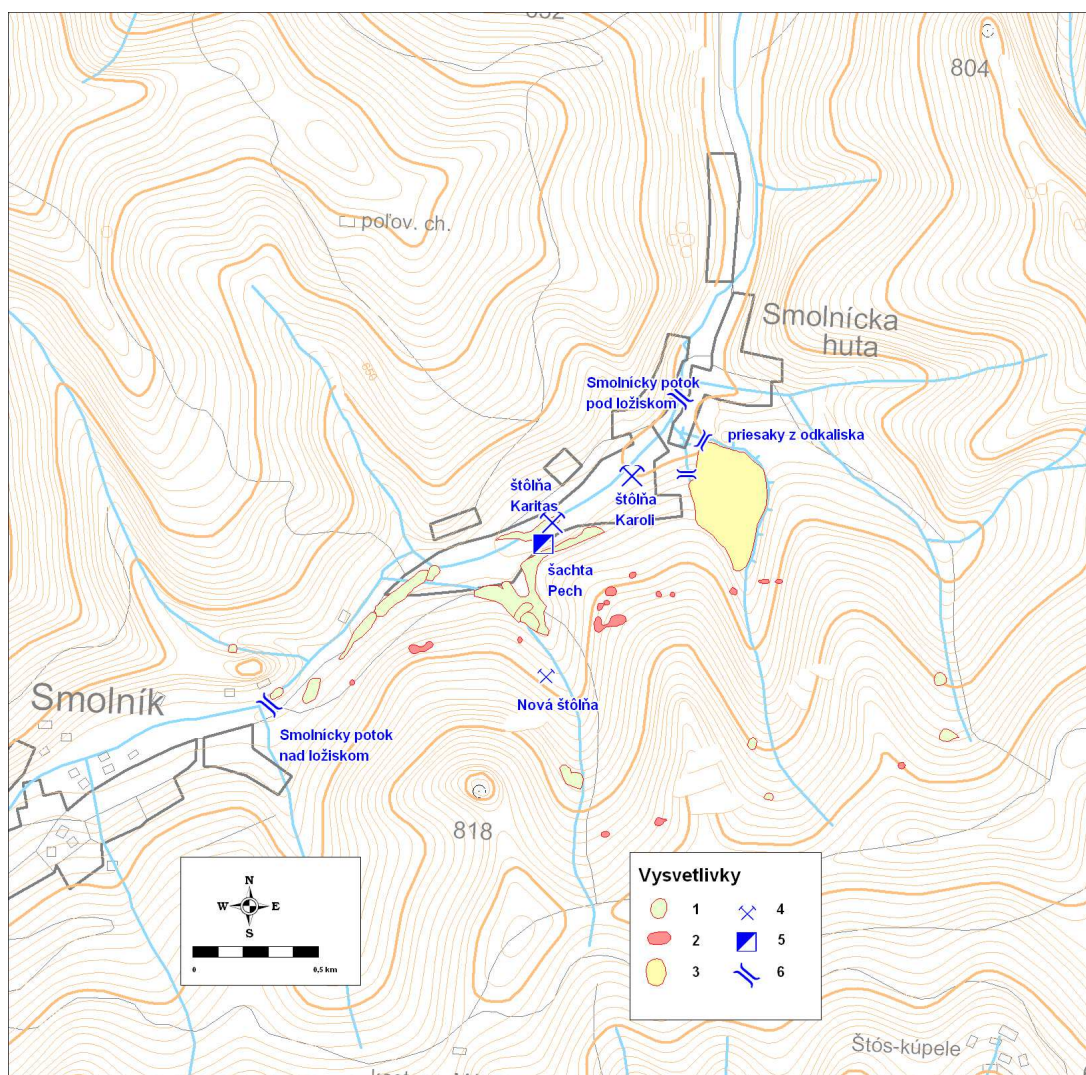
Ozn. objektu	Dátum	Fe %	Mn %	Al %	Hg mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Sb mg/kg
Sm8	12.09.12	6,59	0,07	6,97	0,61	297	115	104	21
Sm3	12.09.12	25,1	0,11	5,1	2,19	671	799	1531	78

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

Vysvetlivky: Červenou sú podfarbené hodnoty prekračujúce intervenčné kritérium pre priemysel, hnedou prekračujúce intervenčné kritérium pre obytné zóny a žltou prekračujúce indikačné kritérium pre horninové prostredie a pôdu podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7. Označenie monitorovaných objektov ako pri tab. 49.

Inžinierskogeologické aspekty

Medzi Smolníkom a Smolníckou Hutou sa nachádza pásmo závalov nad vydobýťmi časťami pyritového ložiska (obr. 49). V rokoch 2012 - 2015 na tejto lokalite neboli zaznamenané významné prejavy nestability telesa odkaliska ani povrchu terénu nad banskými priestormi.



Obr. 49: Situácia monitorovaných objektov a hlavných prejavov ťažby na lokalite Smolník. 1 - halda, 2 - zával, 3 - odkalisko, 4 - výtok z ústia štólne, 5 - výtok zo šachty, 6 - monitorovaný profil na povrchovom toku.

4.12 Lokalita Novoveská Huta R16

Na lokalite sa nachádza zatopená opustená baňa s uránovo-molybdénovou a medenou rudou, hlbinne ťažené ložisko sadrovca a anhydritu Spišská Nová Ves – Novoveská Huta (baňa Mária, DP Spišská Nová Ves, Východoslovenské kameňolomy, a. s. Spišská Nová Ves), ložisko Sadrovca Šafárka (DP Spišská Nová Ves I) a ťažený lom na stavebný kameň Spišská Nová Ves – Gretľa – Tisovec (VSK Mineral s.r.o. Košice). V roku 2015 ťažba na bani Mária dosiahla objem 53 kt, o 1 kt menej ako v roku 2014 (Kolektív autorov, 2016). Na ložisku Šafárka sa povrchovým spôsobom vyťažilo 0,1 kt sadrovca.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Na lokalite Novoveská Huta sa kumulujú dôsledky dosiaľ vykonávanej hlbínnej ťažby sadrovca (baňa Mária) a minulej ťažby kremeňovo-ankeritových žíl s chalkopyritom, priestorovo sa prelínajúcich so stratiformnými polohami U-Mo rudy (baňa Novoveská Huta a sprievodné štôľne), (obr. 50). Ťažená sadrovcová baňa Mária sa nachádza v tesnej blízkosti opustenej bane Novoveská Huta, nie je však s ňou priamo prepojená banskými dielami. Vzniknutý hydraulický spád medzi týmito baňami vytvára potenciálne riziko postupného vývoja krasu v polohe sadrovca zachytenej oboma baňami a prienik banskej vody zo zatopenej bane do ťaženej sadrovcovej bane.

Na **ložisku anhydritu a sadrovca** ťažba pokračuje aj v súčasnosti. Ložisko tvorí mohutná šošovka o dĺžke cca 3,5 km, smerná dĺžka ložiska dosahuje až 5 km, mocnosť ložiskovej polohy kolíše od 1 do 15 m, mocnosť celého ložiska je 150 m. Na JV vystupuje samostatné ložisko Gretľa. Prvé písomné údaje o ložisku sadrovca sú z roku 1876, ale ťažba sa začala ešte okolo roku 1856 na východnom svahu Rittenbergu krátkymi štôľňami. Najprv sa dobývali pripovrchové polohy sadrovca na úpätí Skalky, pomocou štôlní. V roku 1906 až 1921 sa ložisko neťažilo, ťažba sadrovca sa potom rozvíjala najmä po roku 1926 a prebiehala potom až do súčasnosti. Otvárka, príprava a ťažba prebieha v tomto období na „0“ (nultom), I. (540 m n. m.) a II. (485 m n. m.) hlbinnom horizonte, v smere ložiska. Ako dobývacie metódy sa uplatňujú dve modifikácie dobývania otvorenou komorou a podetážové dobývanie na zával. Pre možný zvýšený prítok vôd bola v roku 2009 táto baňa rozhodnutím banského úradu zaradená do kategórie baní s nebezpečenstvom prievalov vody. Napriek prijatým opatreniam došlo aj v roku 2010 k mimoriadnej udalosti zatopením bane po mimoriadne výdatných zrážkach. Zvýšený prítok v podzemí bol spôsobený prienikom dažďového ronu cez povrchové závaly. Pre rok 2014 udáva ťažobná organizácia priemerný prítok do bane vo výške 4,39 l/s. Banská voda je z bane čerpaná z úrovne na povrch z úrovne II. horizontu a je vypúšťaná do potoka Holubnica, III. horizont (420 m n.m.) je zatopený.

Baňa Novoveská Huta s **ložiskami U-Mo a Cu rúd** je v súčasnosti uzavretá a zatopená. Hlbinná ťažba medzi tu prebiehala už od 13. storočia štôľňami, od začiatku 19. storočia i šachtami. V druhej polovici 20. storočia sa na ňom ťažili i uránové rudy U-Mo-(Cu) $\pm$ V. Ložiskové telesá vystupujú v dvoch polohách, ktoré sú vertikálne vzdialené približne 200 m. Dĺžka spodnej polohy je 4 km, šírka 200-600 m a hrúbka niekoľko metrov až desiatok metrov. Tvar ložiska je trojuholníkový, šošovkovité rudné telesá dosahujú plochu desiatok až stoviek m² a niekoľkometrovú hrúbku. Vyhľadávanie uránových rúd prebiehalo v rokoch 1947 - 1957, skúšobná ťažba v rokoch 1954, 1956 a 1957. V rokoch 1964-1968 sa pokusne povrchovo ťažilo v priestore vrchu Muráň a hlbinne na ložisku Novoveská Huta. Používal sa výstupkový a zostupkový spôsob dobývania. Počas rokov 1961 - 1990 sa z lokalít ložiska vyťažilo 153 494 kg U, no po roku 1989 došlo k útlmu ťažby. Dňa 26.6.1990 bol vyhlásený útlmový program ťažby U a Cu rudy. Od r.1991 do 1993 bola baňa Novoveská Huta postupne zatopená samovoľným prítokom podzemnej vody.

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

Štátny monitoring v rámci ČMS GF 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 bane Mária (obr. 50). Z porovnania výsledkov monitoringu kvality (tab. 54) s požiadavkami na kvalitu

povrchových vôd vyplýva (tab. 55), že spomedzi monitorovaných profilov povrchových tokov najhoršiu kvalitu dosahuje voda Suchohorského potoka v profile NH6 pod haldou lomu Muráň, kvôli kyslej reakcii a vysokej koncentrácii mangánu, medi (tab. 54 a 55), i hliníka (priemerná koncentrácia Al = 0,79 mg/l v období 2007 – 2014 predstavuje 85-násobné prekročenie medznej hodnoty, v roku 2015 je prekročenie 22-násobné) a niklu (priemerná koncentrácia Ni = 26 µg/l v období 2013 – 2014 predstavuje 1,2-násobné prekročenie medznej hodnoty, v roku 2015 nedošlo k prekročeniu). Vďaka riedeniu prítokmi dochádza postupne v tomto toku k zlepšovaniu kvalitatívnych vlastností vody a v profile pred sútokom s Holubnicou (profil NH2) už dosahuje vyhovujúce parametre kvality. V rokoch 1992 – 1993 boli na profile NH6 odobrané 3 vzorky vody (Bajtoš, 1993). Voda mala kyslú reakciu s priemernou hodnotou pH = 3,64 a vysoké obsahy železa (0,16 – 11,48 mg/l), mangánu (1,20 – 1,97 mg/l), hliníka (1,11 – 3,88 mg/l), medi (0,46 – 1,06 mg/l), niklu (0,08 – 0,13 mg/l), arzénu (0,002 – 0,027 mg/l) a prírodného uránu (0,26 mg/l). Úroveň kontaminácie tohto toku v dobe ukončenia ťažby bola teda výrazne vyššia v porovnaní so súčasnosťou.

Potok Holubnica v oboch vzorkovaných profiloch dosahuje dobrú kvalitu, hoci úsek toku medzi týmito monitorovanými profilmi predstavuje časť povodia intenzívne postihnutého banskou činnosťou, s viacerými výtokmi banských vôd zo štôlní a prítomnými haldami vytŕaženého materiálu. Napriek tomu tu neboli zaznamenané výrazné nárasty koncentrácií rizikových zložiek (^{226}Ra , U_{nat} , Cu, As) vo vode potoka Holubnica medzi pozorovanými profilmi. Najvyššia úroveň objemovej aktivity ^{226}Ra je zaznamenaná monitoringom v povrchovej vode profilu NH6 pod lomom Muráň, s priemerom 0,096 Bq/l a variačným rozpätím 0,039 – 0,175 Bq/l. Prekročenie medznej hodnoty tohto parametra pre povrchovú vodu 0,2 Bq/l teda na lokalite Novoveská Huta v sledovanom období nebolo zaznamenané.

Tab. 54: 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 - 14	259,8	7,76	1346	0,210	0,026	0,019	0,002	0,002	0,002	0,075	0,008	2,5
	2015	279,5	7,89	1460	0,228	0,008	0,021	0,001	0,001	0,002	0,098	0,019	1,0
NH2	2007 - 14	17,9	7,90	31	-	0,021	0,063	0,001	0,001	0,006	0,059	0,003	-
	2015	18,5	7,69	28	-	0,006	0,069	0,001	0,001	0,003	0,083	0,003	-
NH3	2007 - 14	24,1	7,97	39	-	0,012	0,044	0,002	0,001	0,004	0,066	0,003	-
	2015	23,8	7,54	34	-	0,007	0,045	0,002	0,001	0,003	0,056	0,003	-
NH4	2007 - 14	78,4	7,42	261	0,135	0,096	0,060	0,024	0,012	0,031	0,069	0,006	11,0
	2015	79,1	8,25	214	0,167	0,061	0,056	0,019	0,008	0,021	0,096	0,007	7,0
NH5	2007 - 14	22,4	8,03	39		0,007	0,036	0,001	0,001	0,002	0,067	0,003	-
	2015	22,0	7,40	31		0,004	0,036	0,001	0,001	0,002	0,105	0,003	-
NH6	2007 - 14	21,2	5,63	70		0,636	0,023	0,001	0,001	0,197	0,093	0,024	-
	2015	18,2	8,16	71	0,207	0,236	0,024	0,001	0,001	0,056	0,127	0,014	-
NH7	2008 - 14	41,8	7,95	75	0,114	0,014	0,077	0,002	0,001	0,004	0,115	0,034	11,7
	2015	42,7	8,14	68	0,212	0,010	0,075	0,003	0,001	0,001	0,185	0,037	6

Označenie objektov: NH1 – čerpaná banská voda ložiska sadrovca, NH2 – Suchohorský potok pred ústím do Holubnice, NH3 – Holubnica nad sútokom so Suchohorským potokom, NH4 – Vodná štôlna, NH5 – Holubnica v profile Rybníky, NH6 – Suchohorský potok pod haldou na Muráni, NH7 – výtok spod haldy jamy č.1. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mape na obr. 35.

Banská voda Vodnej štôlne vteká do Holubnice tesne pod monitorovaným profilom NH3 tohto toku a lokálne, pred nariedením vodou jej pravostranného prítoku - Suchohorského potoka, v ňom zvyšuje koncentráciu síranového aniónu, As, Sb a Cu (tab. 55). Banská voda bane Mária ako typická voda so sulfátogénnou mineralizáciou obsahuje vysokú koncentráciu

síranového aniónu a vápnika. Z hľadiska hodnotenia kvality zdrojov banskej vody nachádzajúcich sa v hodnotenej oblasti podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2012-7) prevyšuje indikačné kritérium len merná elektrická vodivosť (EC) banskej vody sadrovcovej bane (tab. 56). Intervenčné kritérium nedosahuje žiadny zo sledovaných parametrov. Obsah prírodného uránu v monitorovaných profiloch povrchových tokov je tiež stabilne nižší ako príslušná medzná hodnota 0,05 mg/l (tab. 54).

Tab. 55: 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 - 2014	2,36	V	5,39	0,11	0,09	0,19	0,16	0,41	0,24	0,38	0,17
	2015	2,54	V	5,84	0,11	0,03	0,21	0,08	0,15	0,23	0,49	0,38
NH2	2007 - 2014	0,16	V	0,13	-	0,07	0,63	0,14	0,21	0,69	0,29	0,07
	2015	0,17	V	0,11	-	0,02	0,69	0,05	0,10	0,34	0,41	0,05
NH3	2007 - 2014	0,22	V	0,16	-	0,04	0,44	0,19	0,19	0,43	0,33	0,06
	2015	0,22	V	0,14	-	0,02	0,45	0,16	0,10	0,34	0,28	0,05
NH4	2007 - 2014	0,71	V	1,04	0,07	0,32	0,60	2,49	2,43	3,54	0,35	0,12
	2015	0,72	V	0,86	-	0,20	0,56	1,93	1,50	2,33	0,48	0,14
NH5	2007 - 2014	0,20	V	0,16	-	0,02	0,36	0,12	0,24	0,18	0,34	0,06
	2015	0,20	V	0,12	-	0,01	0,36	0,05	0,10	0,17	0,52	0,05
NH6	2007 - 2014	0,19	N	0,28	0,10	2,12	0,23	0,09	0,12	22,39	0,46	0,48
	2015	0,17	N	0,28	0,10	0,79	0,24	0,05	0,10	6,31	0,63	0,28
NH7	2008 - 2014	0,38	V	0,30	0,06	0,05	0,77	0,24	0,17	0,46	0,57	0,69
	2015	0,39	V	0,27	0,11	0,03	0,75	0,26	0,10	0,11	0,93	0,73

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty podľa nariadenia vlády SR č.269/2010 Z. z. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie požadovanej hodnoty a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 54. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 35.

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

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	Ba	As	Sb	Cu
NH1	2007 - 2014	1,30	V	0,02	0,03	0,08	0,01
	2015	1,40	V	0,02	0,02	0,03	0,01
NH4	2007 - 2014	0,39	V	0,06	0,48	0,49	0,16
	2015	0,40	V	0,06	0,37	0,30	0,10
NH7	2008 - 2014	0,21	V	0,08	0,05	0,03	0,02
	2015	0,21	V	0,08	0,05	0,02	0,01

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty ID podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie hodnoty ID a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 54.

V profile NH3 potoka Holubnica bol v roku 2012 vzorkovaný sediment pre zistenie jeho kvalitatívneho stavu. Výsledky laboratórnej analýzy ukázali, že žiaden zo zisťovaných parametrov nedosahuje indikačné kritérium pre horninové prostredie a pôdu (tab. 58). V rokoch 2013 až 2015 na lokalite Novoveská Huta neboli odoberané ďalšie vzorky sedimentu.

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

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

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

Pozn. Žiaden zo sledovaných prvkov neprekročil indikačnú hodnotu pre horniny a pôdu podľa metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7.

Lokalita Nová štôlna pri Novoveskej Hute

V rokoch 2008 - 2009 došlo na lokalite Nová štôlna, vzdialenej asi 1,6 km juhovýchodne od východného okraja sadrovcovej bane Tollstein, k neočakávaným havarijným udalostiam. Išlo o prievaly banskej vody z Novej štôlne, ktorou sa v minulosti ťažila medená ruda zo žily Gezwäng lokalizovanej južnejšie v oblasti Hnilčíka a predtým i železná ruda z V. grételskej žily prebiehajúcej hrebeňom Gretli. Po ukončení ťažby bola Nová štôlna zabezpečená pri realizácii likvidačných prác (v roku 1992). Odvtedy do polovice roka 2008 bol výtok z Novej štôlne prirodzený a neovplyvnený závalmi, pohyboval sa podľa aktuálnej hydrologickej situácie v rozmedzí 5,91 - 26,23 l/s, s priemerom 16,23 l/s. Takéto prievaly, vyvolané prítomnosťou sadrovcového krasu v úvodnom úseku Novej štôlne, sa opakovali štyri krát: pri prvom 26.9.2008 vytieklo zo štôlne cca 95,8 tis. m³ vody, pri druhom 7.12.2008 72,1 tis. m³, pri treťom 30.1.2009 23,3 m³ a pri poslednom 17.2.2009 až približne 120 tis. m³ (Daniel a Jančura, 2009).

Na podnet Obvodného banského úradu Spišská Nová Ves sa sanáciou problému začala zaoberať organizácia Rudné Bane, š. p., Banská Bystrica. V čase po prvom prievale bol opravený a spevnený portál Novej štôlne. Druhý prieval vody ho však znova zničil a spôsobil ďalšie škody, preto primátor mesta Spišská Nová Ves zvolal koordinačnú poradu zainteresovaných organizácií a odborníkov. Následne bola vypracovaná odborná štúdia, v ktorej sa navrhol spôsob riešenia havarijného stavu. Odvrtal sa monitorovací vrt MV-1 situovaný do chodby za závalom a postavila sa prievalová hrádza pri ústí štôlne s možnosťou voľného odtoku vody. Účelom 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: z úrovne 33,7 m pod odmerným bodom (640,3 m n.m.) dňa 22.4.2009 na 4,25 m p. o. (669,75 m n.m.) dňa 22.10.2009. Po prekročení úrovne terénu dňa 16.11.2009 nastal preliv z monitorovacieho vrtu. Neskôr začala voda vytekať i z nižšie položeného závalu. Z ústia Novej štôlne zároveň stabilne vytekalo malé množstvo vody, ktoré nebolo merané. Vzhľadom na vážnosť situácie boli k dovtedy monitorovaným objektom lokality Novoveská Huta v rámci ČMS GF VŤŽP doplnené i štyri monitorovacie objekty v okolí ústia Novej štôlne: samotné ústie Novej štôlne (T1), zával nad ústím Novej štôlne s výtokom banskej vody (T2), monitorovací vrt MV-1 (T3) a profil miestneho potoka nad ústím Novej štôlne (T4). Na týchto objektoch bol od decembra 2009 do novembra 2010 meraný prietok, merná elektrická vodivosť vody a teplota vody, s frekvenciou 1 - 2x týždenne podľa meteorologickej situácie. Z meraní vyplýva, že baňa je za daných podmienok odvodňovaná stabilným odtokom z ústia Novej štôlne a prelivom zo závalu, pričom z najvyššie položeného

ústia vrtu MV-1 je preliv banskej vody značne rozkolísaný. Jeho rozkvyv rýchlo reaguje na zrážky a možno predpokladať že uvedenými tromi objektmi je odvodňované celé množstvo vody infiltrovanej do banskej sústavy Novej štôľne. Vzdušná hladina vody v banskej sústave však spôsobuje nežiaduce krasovatenie sadrovcového súvrstvia nad úrovňou štôľne a možno očakávať vznik ďalších závalov povrchu. V prípade porušenia závalu nastane ďalší prieval banskej vody, ktorý však bude utlmený prievalovou hrádzou (za predpokladu že táto vydrží nápor uvoľnenej vody) vybudovanou na ústí štôľne.

V období rokov 2012 až 2015 bol odtok banských vôd na tejto lokalite stabilizovaný, nevyskytli sa neočakávané výrony na povrch. V roku 2015 dosahovalo sumárne množstvo odtekajúcich banských vôd z Novej štôľne, vrtu a z krátera v priemere 6,4 l/s. Miestny potok, ktorý je recipientom tejto banskej vody, obsahuje vysokú koncentráciu síranového aniónu a vápnika i vysokú celkovú mineralizáciu (tab. 59, 60) už v profile nad výtokom z Novej štôľne, hlavne vďaka prítoku z krátera nad Novou štôľňou. Prítokom banskej vody sa koncentrácia týchto chemických zložiek ešte zvyšuje. Z hľadiska požiadaviek na kvalitu povrchovej vody (NV SR č. 269/2010 Z. z.) sú ich koncentrácie nevyhovujúce (tab. 59).

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

Objekt	Obdobie	Q l/s	EC mS/m	pH	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	RL105 mg/l	NL mg/l
Nová štôľňa	2009 - 2014	2,8	155	7,74	752	273	91	1467	80,2
	2015	2,9	155	7,93	674	230	70	1312	7,0
kráter	2009 - 2014	5,7	141	7,29	658	273	91	1467	80,2
	2015	2,9	155	7,93	674	230	70	1312	7,0
vrt MV-1	2009 - 2014	2,9	162	7,57	893	297	116	1731	21,0
	2015	0,6	130	8,30	429	186	62	1030	7,5
potok nad ústím Novej štôľne	2009 - 2014	18,8	156	8,26	510	200	59	1032	17,4
	2015	12,6	112	8,62	423	172	48	902	7,5

Poznámka: Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 50.

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

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	RL105 mg/l
Nová štôľňa	2009 - 2014	1,41	V	3,01	2,73	0,45	1,63
	2015	1,41	V	2,70	2,30	0,35	1,46
kráter	2009 - 2014	1,29	V	2,63	2,45	0,45	1,35
	2015	1,21	V	1,89	1,83	0,31	1,19
vrt	2009 - 2014	1,48	V	3,57	2,97	0,58	1,92
	2015	1,18	V	1,72	1,86	0,31	1,14
potok	2009 - 2014	1,42	V	2,04	2,00	0,29	1,15
	2015	1,02	V	1,69	1,72	0,24	1,00

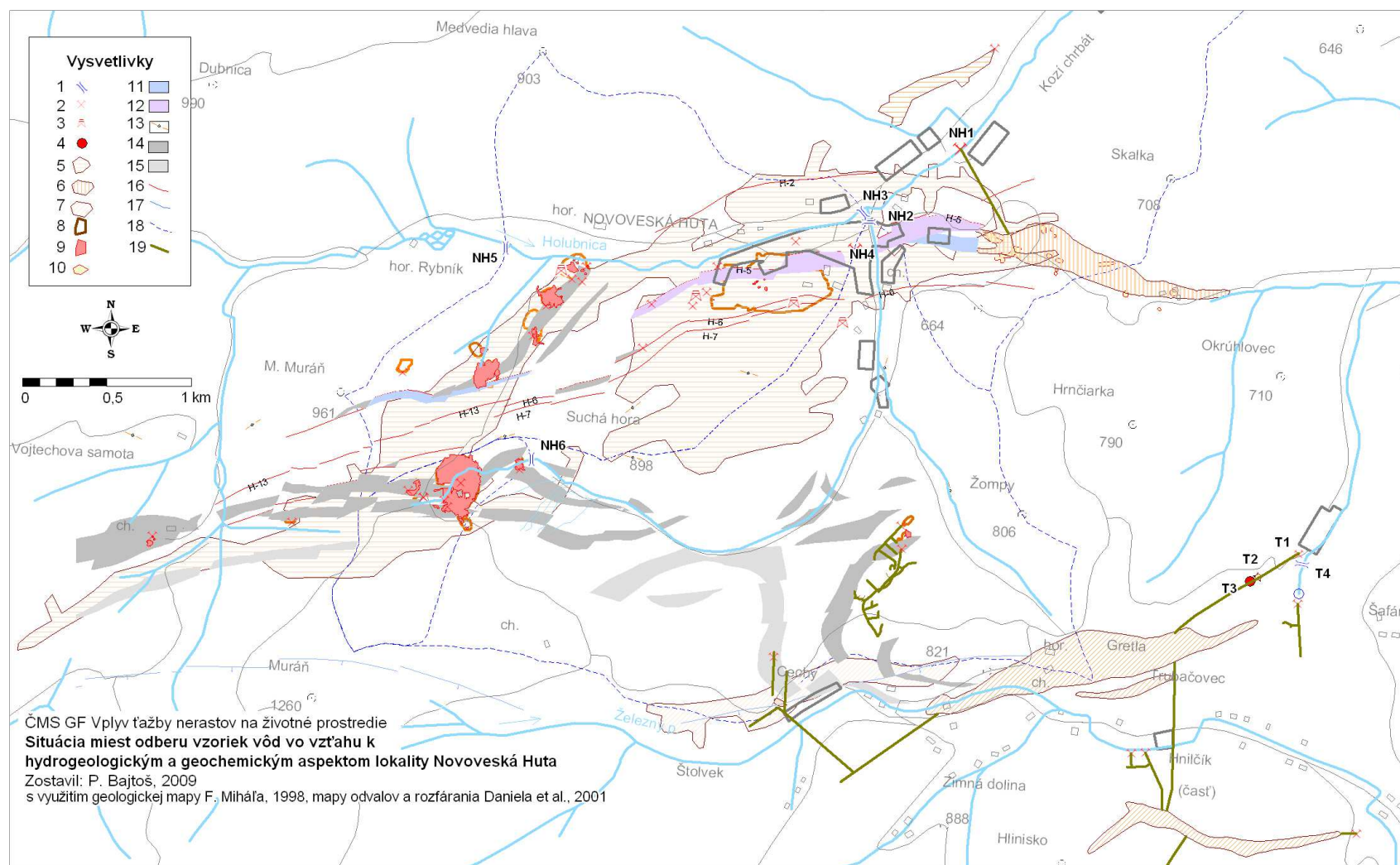
Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistenej charakteristickej hodnoty pre sledované obdobie a požadovanej hodnoty podľa nariadenia vlády SR č.269/2010 Z. z. Hodnoty väčšie ako 1 znamenajú prekročenie požadovanej hodnoty a sú zvýraznené podfarbením a tučným písmom. Označenie objektov ako pri tab. 59.

Inžinierskogeologické aspekty

Sadrovec a anhydrit na bani Mária v Novoveskej Hute sa dobýva technológiou s použitím dobývacej metódy „obzorové dobývanie na skládku“ s riadenou likvidáciou vyrúbaného priestoru s prejavom podrúbania až na povrch v závalovom pásme. Pri inšpekčných kontrolách OBÚ bolo zistené, že vyrúbané priestory (prefárané pri kontrole) boli

vyplnené závalovým materiálom s prejavom až na povrch v závalovom pásme a organizácia v rámci svojich možností realizuje technické práce pre likvidáciu vyrúbaných priestorov (Kolektív autorov, 2013). Navyše, ťažobná organizácia vypracovala v roku 2012 dodatok k plánu otvárk, prípravy a dobývania, ktorý variantným spôsobom rieši postup likvidácie alebo zabezpečenia starých neprístupných banských diel a vyrúbaných priestorov, ako potenciálneho zdroja nebezpečenstva. Zároveň, na odporúčanie štátnej banskej správy, zriadila v roku 2013 odbornú geotechnickú komisiu, na riešenie problematiky likvidácie a zabezpečenia vyrúbaných priestorov (Kolektív autorov, 2014). V roku 2014 vykonala ťažobná organizácia dva likvidačné odstrely pri likvidácii vyrúbaných komôr a tým vytvorila podmienky na spustenie závalového materiálu do týchto vydobytých priestorov. Prejavy takejto likvidácie sa priebežne prejavujú na povrchu (Kolektív autorov, 2015, 2016).

Na lokalite Nová štôlna bolo v r. 2014 v rámci vlastných prác ČMS GF VŤŽP realizované podrobné GNSS zameranie povrchového závalu (obr. 36), vzniknutého v roku 2008 vyššie popísaným spôsobom. V roku 2015 tu podrobné merania závalov neboli realizované. Ústie Novej štôlny bolo v čase návštev lokality pri vyššie popísaných vzorkovacích prácach v dobrom technickom stave, bez zmien oproti minulosti. Ani na kráteri nad ústím Novej štôlny neboli vizuálnymi obhliadkami zistené zmeny.



Obr. 50: Situácia miest odberu vzoriek vôd vo vzťahu k hydrogeologickým a geochemickým aspektom vplyvov ťažby na lokalite Novoveská Huta. 1 - monitorovaný profil toku, 2 - ústie štôlnie, 3 - šachta, 4 - vrt, 5 - rozsah rozfárnenia U a Cu rúd, 6 - rozsah rozfárnenia ložiska sadrovca, 7 - rozsah rozfárnenia Fe-Cu rúd, 8 - halda, 9 - plochy zvýšenej rádioaktivity, 10 - zaval, 11 - východ sadrovca, 12 - východ sadrovcového súvrstvia, 13 - Cu pieskovce, 14 - 2. uránová poloha, 15 - 1. uránová poloha, 16 - Fe-dolomitové žily s Cu, 17 - sideritové žily, 18 - rozvodnica, 19 - priemet hlavného banského diela.

4.13 Lokality s ťažbou uhlia nemonitorované terénnymi prácami

Útlmový program v a. s. Baňa Dolina prebiehal aj v 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. 06.2015 a týmto dňom ukončila aj banskú činnosť (Kolektív autorov, 2016). 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. 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.

4.14 Lokality s ťažbou magnezitu nemonitorované terénnymi prácami

Celková ťažba v organizácii Slovenské magnezitové závody, a.s. Jelšava v roku 2015 predstavovala výšku 788,9 kt, čo je oproti roku 2014 menej o 3,1 kt, t.j. o 0,4 %. Organizácia dobýva ložisko technológiou s použitím dobývacej metódy so zakladaním vyrúbaných priestorov základkovým materiálom. Súčasne realizuje riadenú likvidáciu vyrúbaných priestorov, ako pozostatok po predchádzajúcom dobývaní dobývacou metódou „otvorenou komorou“ s prejavom podrúbania až na povrch. V rámci aplikovaného výskumu bol v súvislosti s hľadaním optimálneho spôsobu zabezpečenia a likvidácie otvorených komôr vytvorený 3D model geotechnickej situácie ložiska, ako aj 3D model otvorených wydobytých priestorov v troch variantoch. Do úvahy pripadá fyzická likvidácia týchto vyrúbaných priestorov (trhacími prácami), alebo ich založenie vhodným základkovým materiálom, resp. kombináciou týchto možností. Na začiatku tohto roka bol za účasti organizácie a zástupcov štátnej banskej správy, prerokovaný odborný posudok vypracovaný tímom odborných pracovníkov Technickej Univerzity v Košiciach Fakulty BERG spolu s návrhom ďalšieho postupu tejto výskumnej úlohy. Bolo navrhnuté vypracovanie ďalšieho 3D modelu, ktorý nasimuluje situáciu, kde sa zohľadní geotechnický stav horninového masívu ložiska, po wydobytí terajších otvorených a pripravených zásob t.j. po úroveň obzoru 220 m n. m. (dokončenie projektu je naplánované na rok 2016).

V organizácii Slovmag, a.s. Lubeník sa celkovo vytťažilo 79,3 kt magnezitovej suroviny, čo je oproti roku 2014 menej o 7,9 kt, t.j. o 9,1 %. Okrem ťaženej suroviny z ložiska sa v úpravni, v hydrocyklónovej linke, spracovávala aj surovina z odvalu tejto organizácie v množstve 1,6 kt (v roku 2014 0,1 kt). Organizácia dobýva ložisko technológiou s použitím dobývacej metódy „Dobývanie otvorenou komorou z 2. medziobzorových chodieb“ s riadenou likvidáciou vyrúbaného priestoru s prejavom podrúbania až na povrch v závalovom pásme. Organizácii bol OBÚ vydaný záväzný príkaz, ktorý rieši i problematiku problematiku geodetického zamerania povrchu v závalovom pásme z hľadiska kontroly prejavu poklesov. V roku 2015 organizácia vykonala jeden likvidačný odstrel dvoch wydobytých komôr, čím došlo k výraznej stabilizácii pôsobenia napäťovo-deformačného stavu horninového masívu bane (Kolektív autorov, 2016).

V organizácii Gemerská nerudná spoločnosť, a.s. Hnúšťa sa vytťažilo 8,6 kt magnezitovej suroviny, čo predstavuje oproti roku 2014 zvýšenie ťažby o 0,4 kt – t.j. 4,9 % (Kolektív autorov, 2016). Organizácia výhradné ložisko dobýva technológiou s použitím dobývacej metódy „Medziobzorové dobývanie magnezitu na zával“. Prejav podrúbania na

povrch, ktorý je vymedzený závalovým pásmom nad vydobytými priestormi, nie je v súčasnosti veľmi evidentný, nakoľko tento priestor je už značne zarastený bujnou vegetáciou. Je možné konštatovať, že pri dobývaní tohto pomerne plytko uloženého ložiska, vplyvom dostatočného nakyprenia nadložných hornín, dochádza vzhľadom k hĺbke dobývania k vyplneniu vydobytých priestorov do takej miery, že k prejavu na povrch nedochádza. V podzemí bane nevznikajú nadrozmerné priestory, ktoré by bolo potrebné dodatočne likvidovať. V tomto roku organizácia vykonala ročné zameranie nivelačného bodového poľa, v súvislosti s meraním poklesov štátnej cesty III/531 013 Hnúšťa – Polom a taktiež v súvislosti s kontrolou stability ochranného piliera pod cestou zo strany zárezu. K výrazným poklesom a pohybom štátnej cesty v súčasnosti podľa tohto merania nedochádza.

OBÚ v Košiciach vydal v mesiaci apríl rozhodnutie č. 157-1243/2015 z 27. 04. 2015 o povolení banskej činnosti - otvárk, prípravy a dobývania výhradného ložiska magnezitu v DP Košice podľa overeného plánu otvárk, prípravy a dobývania pre organizáciu MEOPTIS s.r.o. Bratislava, konkrétne sa jednalo o dobývanie magnezitu v ložiskovej časti „Medvedza“ na výstupku V-602. Organizácia v roku 2015 so samotným dobývaním nezačala, vykonala len zabezpečovacie práce spočívajúce vo vyčistení a rekonštrukcií prístupovej rampy z lomu na výstupok V-602. Zároveň ostalo naďalej v platnosti rozhodnutie úradu č. 1127/2001 z 11.6.2001 o povolení banskej činnosti – zabezpečenia banských diel a lomu podľa overeného „Plánu zabezpečenia banských diel, lomu a povrchových objektov DZ Bane Bankov“. Na základe toho v roku 2015 boli v podzemí a na povrchu tejto bane vykonávané aj naďalej ďalšie zabezpečovacie práce (najmä prehliadky a kontroly banských diel, objektov a zariadení v podzemí a na povrchu, prehliadky a kontroly závalového pásma, čerpanie vôd, skúšky a revízie na funkčných zariadeniach, kontrolné merania banského ovzdušia, údržba, opravy a obnova zariadení, prevádzkovanie funkčnej skládky odpadov a ďalšie zabezpečovacie práce podľa overeného plánu (Kolektív autorov, 2016).

4.13 Lokality s výskytom významných vplyvov ťažby nezaradené do štátneho monitoringu

Z lokalít, ktoré nie sú zaradené do ČMS GF VŤŽP, došlo v roku 2014 k havarijnej udalosti – prievalu zvodnených pieskov – na bani Čáry (Kolektív autorov, 2015). V roku 2013 sa tu vyskytli povrchové prejavy vyvolané hlbinnou ťažbou. Vytvorili sa tu poklesy bez trvalého zamokrenia a bez výraznejšieho poškodenia porastových drevín (Kolektív autorov, 2014). V roku 2015 sa na tejto bani vyrúbalo 97 kt lignitu. Prejav poklesov obdobného charakteru ako v roku 2013 sa zistila i v roku 2015 (Kolektív autorov, 2016). Banské vody čerpané na tejto bani sú výtlačným potrubím vyvedené na povrch do čistiarne odpadových vôd, odkiaľ sú po mechanickom prečistení vypúšťané do potoka Had'máš.

Organizácia Rudné bane š. p. Banská Bystrica zabezpečovala aj v roku 2015 na území Slovenska likvidáciu následkov bývalej banskej činnosti a prejavov na povrchu, ktoré ohrozovali verejný záujem i v lokalitách, ktoré nie sú v súčasnosti monitorované v rámci ČMS GF VŤŽP. Konkrétne išlo o zabezpečenie banského diela štôlne Franc – Jozef v Hnilčíku, zabezpečenie portálu starého banského diela štôlne Ernest v Hnilčíku a štôlne Strieborná v katastrálnom území Poprad, mestská časť Kvetnica. OBÚ v Košiciach nariadil tejto organizácii vykonať opatrenia na odstránenie nežiaduceho stavu vzniknutého v dobývacom priestore Prešov I – Solivary, kde v roku 2012 vytekala soľanka z poškodených ústí lúhovacích vrtov. Vo veci stavu zabezpečenia a likvidácie vrtov a sond v lúhovacích poliach a zabránenia ďalšieho poškodzovania cudzieho majetku, životného prostredia a všeobecného ohrozenia v tomto dobývacom priestore, HBÚ následne nariadil do doby realizácie riadenej likvidácie podľa vypracovanej dokumentácie likvidácie hlavných banských

diel vykonávať kontrolu a zabezpečenie sond. V roku 2014 sa fyzickými kontrolami nezistili negatívne zmeny na technickom zariadení, ani výtoky soľanky (Kolektív autorov, 2014 a 2015). Organizácia Rudné bane, š.p. podala v roku 2015 proti týmto rozhodnutiam HBÚ návrh na vydanie protestu prokurátora. Prokurátor tomuto protestu vyhovel, preto v roku 2015 už kontrola zariadení na lúhovacom poli nebola vykonávaná (Kolektív autorov, 2016).

5 ZÁVERY

Predkladaná ročná správa hodnotí výsledky monitorovacích prác, realizovaných v priebehu roku 2015 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 2007-2014, 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 (ČMS GF VŤŽP) boli začaté v rokoch 2007 - 2008 monitoringom vybraných lokalít postihnutých ťažbou rúd (Štiavnicko-hodrušský rudný obvod, Kremnica, Dúbrava, Pezinok, Špania Dolina, Rudňany - Poráč, Nižná Slaná, Slovinky, Rožňava, Smolník a Novoveská Huta a) a uhlia (oblasť Hornej Nitry).

Monitoring hydrogeologických aspektov vplyvu ťažby na abiotickú zložku životného prostredia ukazuje, že na sledovaných lokalitách s opustenými rudnými ložiskami je režim odvodňovania sústav banských diel stabilizovaný, pričom množstvo vytekajúcich banských vôd a priesakových vôd z odkalísk v čase kolíše podľa aktuálnych zrážkovo-klimatických podmienok. Nestabilný hydrogeologický režim je v súčasnosti na sideritovom ložisku v Nižnej Slanej, kde prebieha samovoľné zatápanie opustenej bane s predpokladom dosiahnutia úrovne miestnej drenážnej bázy okolo roku 2030. Dynamický hydrogeologický režim na lokalite Novoveská Huta je spôsobený odvodňovaním sadrovcovej bane Mária pre umožnenie ťažby a hydraulický dosah tohto zníženia hladiny podzemnej vody je v kvôli zložitým hydrogeologickým pomerom ťažko presnejšie vymedziť. Dynamický hydrogeologický režim pretrváva i na ťažených ložiskách magnezitu a mastenca v Slovenskom rudohorí a na ťažených ložiskách uhlia na hornej Nitre a na bani Dolina, kde je zaznamenávaný prevádzkovým monitoringom ťažobných organizácií.

Monitoring geochemických aspektov vplyvu ťažby v doterajšom období rokov 2007 – 2015 poukazuje na pretrvávajúci nepriaznivý vplyv ťažobnej činnosti na kvalitu prírodných vôd. Vzhľadom na hydrogeologické pomery lokalít postihnutých ťažbou rudných ložísk, zložky uvoľňované zvetrávaním minerálov do podzemnej vody rýchlo prestupujú do miestnych povrchových tokov a zhoršujú ich kvalitu (tab. 60). Najnepriaznivejšia situácia je na lokalite Smolník, kde je voda miestneho Smolníckeho potoka kontaminovaná Fe, Mn, Al, Zn a Cu. Výrazne kontaminované sú i miestne povrchové toky na lokalitách Dúbrava, Pezinok a Špania Dolina. Lokálne negatívne ovplyvnenie kvality miestnych povrchových tokov je preukázané i na ostatných monitorovaných lokalitách, vrátane oblasti Hornej Nitry s ťažbou uhlia. Sezónne a medziročné zmeny úrovne kontaminácie nie je možné hodnotiť, vzhľadom na nízku frekvenciu odberu vzoriek (1-2 krát ročne).

Tab. 60: Ukazovatele nevyhovujúce požiadavkám NV SR č. 269/2010 Z. z. pre kvalitu povrchovej vody a kritériám rizikovosti kvality podzemnej vody podľa Metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7 zistené na monitorovaných lokalitách pre obdobie 2007 – 2014

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

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

Tab. 61: Ukazovatele kvality sedimentov nevyhovujúce kritériám Metodického pokynu MŽP SR 1/2012-7 pre horninové prostredie a pôdy zistené na monitorovaných lokalitách pre obdobie 2007 - 2013

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

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

Monitoring inžinierskogeologických aspektov vplyvu ťažby zachytáva výskyt významných geodynamických javov, ktoré na sledovaných lokalitách vznikajú v dôsledku

narušenia horninového masívu banskými dielami. V roku 2015 sme podrobne dokumentovali výskyt a charakter týchto javov na ložisku Nádej pri Pezinku, v závalovom pásme na žile Droždiak pri Poráči a nad východom ložiska Manó pri Nižnej Slanej. V nasledujúcom období je potrebné monitorovať dokumentované aktívne prejavy svahových deformácií a poklesov terénu, hlavne na lokalitách Rudňany – Poráč, Nižná Slaná a Novoveská Huta. Geodynamické javy vznikajúce dôsledkom prebiehajúcej ťažby uhoľných ložísk a ložísk magnezitu a mastenca sú sledované prevádzkovým monitoringom ťažobných organizácií. Rizikové lokality zaradené do ČMS GF VŤŽP môžeme zatriediť podľa doposiaľ dokumentovaného výskytu pretrvávajúcich inžinierskogeologických impaktov a ich významnosti do troch tried. Do triedy **C** sme zaradili ložiská bez významného výskytu svahových pohybov, poklesov terénu a porúch objektov vyvolaných banskou činnosťou. V triede **B** boli dokumentované vyššie spomínané dopady, ale boli menšieho rozsahu. Pre triedu **A** je charakteristický výskyt sledovaných porúch väčšieho rozsahu prevažne s aktívnym prejavom. Podľa uvedeného zatriedenia ložísk k najrizikovejšej skupine patria ložiská magnezitu. Vysoko riziková je i podrúbaná oblasť ložiska Rudňany-Poráč, Novoveská Huta a časť lokality Nižná Slaná nad ložiskom Kobeliarovo. Na týchto lokalitách stále prebiehajú geodynamické javy smerujúce k rozširovaniu pôvodných a vytváraníu nových povrchových závalov. Intenzívne geodynamické prejavy prebiehajú v súčasnosti najmä v závalovom pásme v Kobeliarove.

Tab. 62: Zatriedenie monitorovaných lokalít podľa dokumentovaného výskytu pretrvávajúcich inžinierskogeologických impaktov

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

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

6 LITERATÚRA

- Bachňák, M., 2011: Nižná Slaná. Zatápanie ložiska Manó – Gabriela. Geologický prieskum životného prostredia – orientačný prieskum. Manuskript, archív OBÚ Spišská Nová Ves, 25 s.
- Bajtoš, P., 2009: Zmeny kvality vody vybraných tokov v Slovenskom rudohorí v priebehu ťažby rudných ložísk a po jej ukončení. Zborník 10. česko-slovenského medzinárodného hydrogeologického kongresu, Ostrava, s. 205-208.
- Bajtoš, P., 2012: Bilancia hmotnostného prietoku kontaminantov v horských oblastiach zaťažovaných banskou činnosťou na príklade Sb ložiska Dúbrava a Cu ložiska Slovinky. Podzemná voda, XVIII, 1, 104-116.
- Bajtoš, P., Cicmanová, S., Baláž, P., Stupák, J., Pramuka, S., Michalko, J., Šesták, P., 2011: Banské vody Slovenska vo vzťahu k horninovému prostrediu a ložiskám nerastných surovín. Záverečná správa. Manuskript, archív Geofond, Bratislava, 258 s.
- Bajtoš, P., 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.
- Bajtoš, P., Záhorová, Ľ., Stupák, J., Pramuka, S., 2011: Analýza potenciálnych nebezpečenstiev týkajúcich sa prievalov banských vôd a stavu odkalísk po ukončení banskej činnosti. Manuskript, archív RB š. p. Banská Bystrica.
- Baliak, F., Malgot, J., Letavay, M., Bartók, J., Kuchár, Š., Šebová, H., Solmanová, A., a kol., 1989: Inžinierskogeologická mapa Kremnica M 1: 5000. Manuskript, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Blaškovičová, L., Podolinská, J., Liová, S., Fabišíková, M., Ľupták, Ľ., Rischanecková, M., Marikovičová, J., 2004: Hydrologická ročenka. Povrchové vody 2003. SHMÚ Bratislava.
- Bodiš, D., Kordík, J., Slaninka, I., Kučárová, K., Valúchová, M., Shearman, A., Pekárová, P., 2010: Pozad'ová koncentrácia vybraných ukazovateľov v povrchovej a podzemnej vode Slovenska. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava, ISBN 978-80-89343-43-0.
- Daniel, J., Jančura, M., 2009: Prípad Nová štôlna - periodické výrony banských vôd z opustenej bane.
- Dianiška, I. 2008: Vplyv zatopeného ložiska bane Mária na hydrogeologické pomery okolia mesta Rožňava. Diplomová práca, PriF UK Bratislava.
- Dobiašová, M., Mrafková, L., Vančová, A., Ďurkovičová, D., 2006: Kvalita povrchových vôd na Slovensku 2003 – 2004. SHMÚ Bratislava, 332 s.
- Finka, O., Matúšková, L., 2010: Vplyv banskej činnosti na životné prostredie – odkalisko Horná Ves. Banská Bystrica, Kremnica Gold, s. r. o. , 11 s.
- Feketeová, Z., Mangová, B., Hulejová Sládkovičová, V., 2014: Vybrané taxacenózy odkaliska Horná Ves a blízkeho okolia. Phytopedon, Bratislava, vol. 13, 2014/2 s. 14-19.
- Klukanová, A. a kol., 1998: Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov životného

- prostredia Slovenskej republiky. Stav k 31.12.1997. Čiastková záverečná správa. GSSR Bratislava.
- Kolektív autorov, 2012: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2011. Hlavný banský úrad Prievidza.
- Kolektív autorov, 2013: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2012. Hlavný banský úrad Prievidza.
- Kolektív autorov, 2014: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2013. Hlavný banský úrad Prievidza.
- Kolektív autorov, 2015: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2014. Hlavný banský úrad Prievidza.
- Kolektív autorov, 2016: Správa o činnosti HBÚ a OBÚ SR za rok 2015. Hlavný banský úrad Prievidza.
- 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, Geofond Bratislava.
- Mašlár, E., Daniel, J., Mašlárová, I., Hrbatý, J., Mihál', F., 2001: Zhodnotenie nepriaznivých účinkov starej banskej činnosti na životné prostredie v oblasti Malých Karpát, Uranpres, s.r.o., Spišská Nová Ves.
- Metodický pokyn č. 1/2012-7 z 27. januára 2012 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia. Ministerstvo životného prostredia SR.
- Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 296/2005 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na kvalitu a kvalitatívne ciele povrchových vôd a limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia odpadových vôd a osobitných vôd.
- Nariadenie vlády SR č.269/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd.
- Nariadenie vlády SR č. 496/2010 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády SR č. 354/2006 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.
- Odehnal, L., 1948: Stručná správa o prieskume železorudných baní v oblasti Nižnej Slanej. Slovenský ústredný ústav geologický, Bratislava.
- Rozhodnutie MP SR o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde a o určení organizácií oprávnených zisťovať skutočné hodnoty týchto látok (číslo 531/1994 – 540) MP SR, 1994.
- Sobolič, P., 1956: Pezinok – pyritové ložisko Augustín a okolité zrudnenia. Výpočet zásob k 1.10.1956, Západoslovenský rudný prieskum, n. p., závod Pezinok
- Turnovec, I., 1965: Sádrovcový kras na dole Grétla ve Spišsko-gemerském rudohoří. Geografický časopis XVII, 2, 185-186.
- Vrana, K., Vojtaško, I., Žák, D., Piovarči, M., Kúšiková, S., Puchnerová, M., Lanc, J., Naštický, J., 2005: Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou, orientačný IGP. Geocomplex, a. s., Bratislava: 2005, pp. 1-76. Manuskript.