

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 2014

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 2015**

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

Spišská Nová Ves, 2015

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	15
4.3 Lokalita Kremnica.....	19
4.4 Lokalita Dúbrava.....	22
4.5 Lokalita Pezinok.....	26
4.6 Lokalita Špania Dolina.....	29
4.7 Lokalita Rudňany - Poráč.....	33
4.8 Lokalita Nižná Slaná	38
4.9 Lokalita Slovinky	52
4.10 Lokalita Rožňava.....	55
4.11 Lokalita Smolník	59
4.12 Lokalita Novoveská Huta.....	62
5 Závěry.....	72
6 Literatúra	76

1 ÚVOD

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

Vzhľadom na 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.

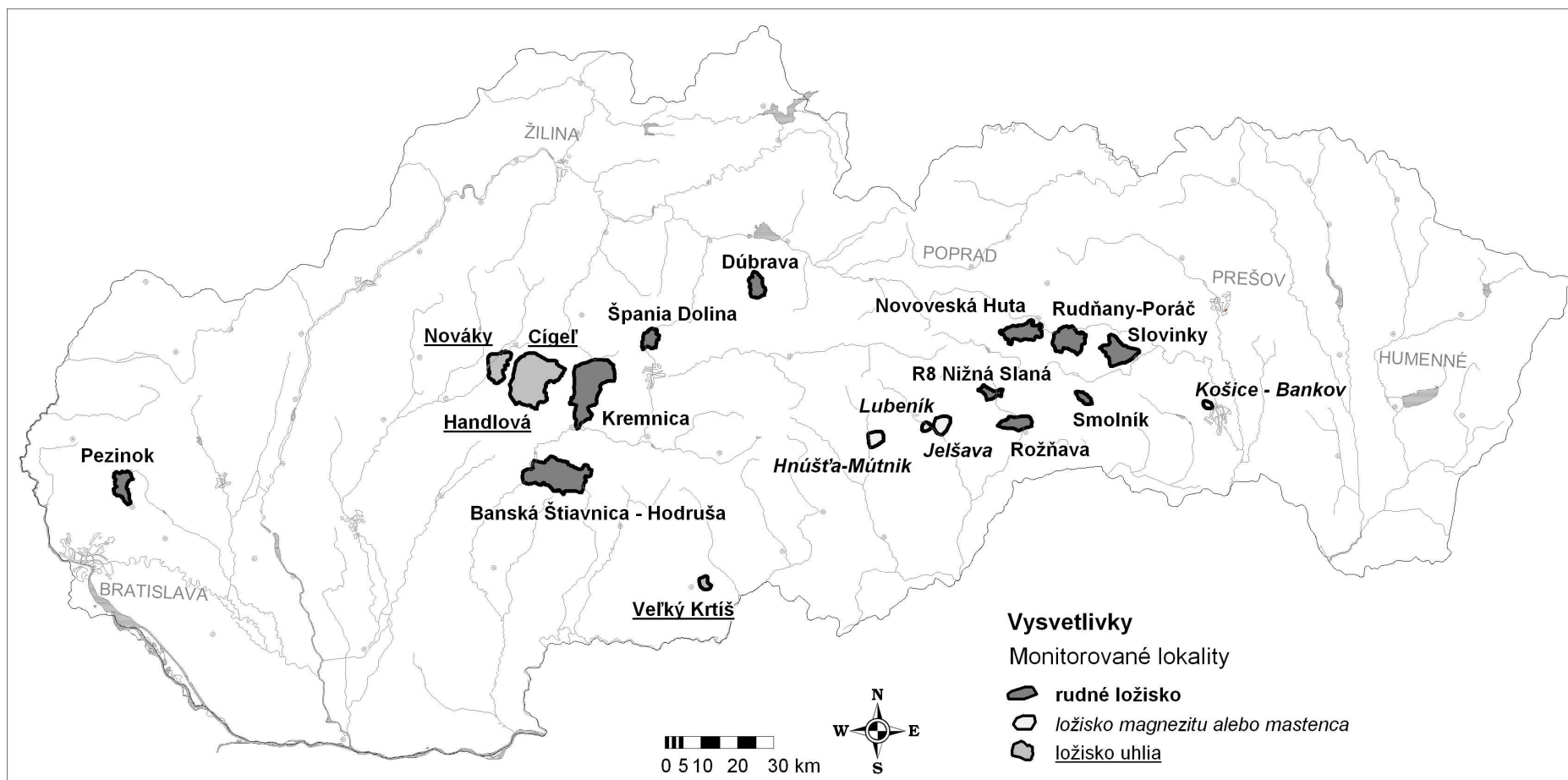
V roku 2006 boli do informačného systému ČMS - Geologické faktory – Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie (ČMS GF VÍŽP) prevzaté vstupné údaje, ktoré sú výsledkom riešenia uvedenej geologickej úlohy. V roku 2007 bolo začaté vlastné monitorovanie na lokalitách, vytypovaných pri riešení vyššie uvedenej 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 (Jeľšava, Lubeník, Hnúšťa-Mútnik a Košice-Bankov). V rokoch 2009 - 2014 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 podsystemu 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 príahleho 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 VŤŽP 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 zrážky nad vydobytými priestormi a banskými dielami, kontaminácia povrchových tokov výtokmi banských vôd, priesakmi z hald a odkalísk a v prípade prevádzky zariadení tepelnej úpravy rudy i imisné zaťaženie územia s negatívnymi dosahmi na kvalitu pôd, rastlinný kryt i kvalitu ovzdušia. Monitoring hydrogeologických a geochemických aspektov je zameraný na dopĺňanie databázy o 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 ťažených ložísk magnezitu a mastenca boli do štátneho monitoringu vplyvov banskej činnosti na životné prostredie zaradené nasledovné lokality: Jelšava, Lubeník, Hnúšť'a-Mútnik a Košice-Bankov. V roku 2008 prebehli stretnutia so zástupcami ťažobných organizácií, pôsobiacich na týchto ložiskách. Počas pracovných jednaní boli špecifikované druhy a rozsah údajov sústreďovaných na jednotlivých ťažobných závodoch v rámci ťažobného prevádzkového monitoringu, ktoré budú preberané do štátneho monitoringu ČMS GF VŤŽP. Všetci zástupcovia ťažiarov deklarovali súhlas s poskytovaním predmetnej dokumentácie a súhlas so vstupmi pracovníkov ŠGÚDŠ do priestorov dobývacích polí za účelom realizácie terénnej fázy štátneho monitoringu. V roku 2014 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 VŤNŽP.
 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 - Sloviniky, 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 2013					Frekvencia meraní	Rozsah kvalitatívnych parametrov
			Povrchový tok	Výver podzemnej vody	Banská voda	Drenáž z odkaliska			
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}	
	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, Ra256, 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, Ra256, 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	
	V	4	0	0	3	1	2x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, SO ₄ , Ca, Mg, As, Cu, Hg, Zn, Mn, 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	
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	

Pokračovanie tab. 1

Pezinok	V	1	1	0	0	0	2x ročne	pH, EC, O ₂ , KNK, ZNK, SO ₄ , Ca, Mg, Fe, Mn, As, Sb, Cu, Hg, Zn, Ra226, Fe _{NF} , Mn _{NF} , As _{NF} , Sb _{NF}
	V	3	0	0	3	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, Ra226, Fe _{NF} , Mn _{NF} , As _{NF} , Sb _{NF}
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 vzoriek. KNK – kyselinová neutralizačná kapacita, ZNK – zásadová neutralizačná kapacita, EC – merná elektrická vodivosť vody, ChSK_{Mn} – chemická spotreba kyslíka manganistanom.

V priebehu rokov 2007 až 2014, sa pri monitoringu inžinierskogeologických aspektov vplyvu ťažby na ŽP naviazalo na vytypované 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 vytypovaných lokalít (20), ako i z dôvodu obmedzeného pridelenia finančných prostriedkov, boli tieto lokality zaraďované 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 2014 bol monitoring inžinierskogeologických aspektov zameraný na dopĺňanie databázy o digitálne priestorové údaje o rozfárani vybraných ložísk z archívnej bansko-meračskej dokumentácie. 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 2014 realizovalo detailné mapovanie závalového pásma (podrobné GNSS zameranie) na ložisku Kobeliarovo lokality Nižná Slaná a podrobné GNSS zameranie a dokumentácia závalu nad ústím Novej štôlne na lokalite Novoveská Huta - Teplička.

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 2014 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. Použitie 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. Použitie 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 oxí-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 Bodiša 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 odtekajú vody po povrchu terénu k miestnemu povrchovému toku a stávajú sa jeho súčasťou. Monitorované banské vody a drenážne vody odkalísk zároveň hodnotíme i porovnaním s indikačným (ID) a intervenčným (IT) kritériom pre podzemnú vodu, podľa prílohy č. 12 metodického pokynu č. 1/2012-7 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 úpravnickej 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 bankských diel alebo bankské 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. Na lokalitách Rudňany – Poráč a Slovinky sa digitalizovali priebehy bankských diel a dobývok z archívnej bansko-meračskej dokumentácie. Digitalizácia a archivácia výstupu bola robená 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 bankské merania	Priebežné dopĺňanie, resp. v závislosti od sprístupnenia preberaných podkladov
MD	Archív, realizované bankské 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

Hydrogeologické a geochemické aspekty

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

Situácia ústí štôlní umožňuje sledovať vplyv vypúšťanej banskej vody na recipient v prípade Starej štôlne v Handlovej a štôlne v Cigli (monitorovaný je výtok zo štôlne, povrchový tok nad a povrchový tok pod výtokom zo štôlne). Situácia v Hlbokom (výtok zo štôlne 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 štôlne a jej vplyv na Krivý potok.

Výsledky monitorovania vplyvu banskej činnosti na životné prostredie v oblasti Hornej Nitry pre obdobie rokov 2007-2014 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 roku 2014 boli vzorky vody odobraté dva krát, 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 spôsobuje jeho mierne zvýšenie z 0,09 na 0,1 mg/l. 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 narastá z vyhovujúcej úrovne 0,02 mg/l na nevyhovujúcu 0,19 mg/l. Nevyhovujúca koncentrácia NO_2 je dokumentovaná i v profile Krivého potoka pod štôľňou v Lehote pod Vtáčnikom, hoci banská voda tejto štôlne obsahuje menej rozpusteného NO_2 ako voda potoka. V roku 2014 bol Krivý potok nad prítokom banskej vody z monitorovanej štôlne 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 $\text{Hg} = 0,002 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Zmerané koncentrácie v ďalších rokoch neprevýšili hodnotu $\text{Hg} = 0,0001 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (v rokoch 2009 – 2013 sú pod medzou stanovenia laboratórnej metódy). Zvýšená koncentrácia arzénu v potoku pod štôľňou v Lehote pod Vtáčnikom má pôvod v banskej vode miestnej štôlne (objekt č. 8). Koncentrácia As prevyšuje požadovanú hodnotu občasne a jednorazovo ju prekročil obsah ortuti (vzorka z 24.10.2007). Úroveň blízku požadovanej hodnote tu dosahuje i obsah mangánu. Jednorazové prekročenie požadovanej úrovne Hg pre povrchovú vodu bolo zistené i v banskej vode štôlne Hlboké (objekt č. 7, vzorka z 24.10.2007), čím sa i priemerná koncentrácia tohto prvku pre sledované obdobie rokov 2007-2014 stala nevyhovujúcou.

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 štôlni 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

Objekt	Obdobie	EC mS/m	pH	SO ₄ mg/l	NH ₄ mg/l	NO ₂ mg/l	NO ₃ mg/l	Mn mg/l	Ca mg/l	Hg mg/l	As mg/l	O ₂ mg/l
1	2007 – 2013	66,7	8,29	175	0,12	0,09	3,76	0,06	63,2	0,00006	0,006	-
	2014	53,5	8,22	122	0,33	-	5,62	0,14	53,7	0,00005	0,002	9,82
2	2007 – 2013	62,6	7,95	139	1,50	0,29	6,43	0,05	77,0	0,00006	0,003	-
	2014	85,0	8,24	244	0,10	0,03	4,16	0,03	47,4	0,00005	0,002	8,31
3	2007 – 2013	60,5	8,29	151	0,62	0,10	5,14	0,07	62,9	0,00010	0,005	-
	2014	59,8	8,47	127	0,15	0,08	4,95	0,04	55,6	0,00005	0,004	9,38
4	2007 – 2013	54,1	7,53	61	0,07	0,02	2,01	0,18	71,6	0,00034	0,003	-
	2014	43,9	7,89	26	0,12	-	1,47	0,45	55,7	0,00005	0,004	9,82
5	2007 – 2013	80,3	7,66	148	0,16	0,07	4,72	0,21	81,9	0,00006	0,006	-
	2014	71,2	7,84	108	0,15	0,04	3,73	0,18	69,3	0,00005	0,006	9,20
6	2007 – 2013	72,1	8,28	151	0,20	0,19	6,03	0,14	75,1	0,00006	0,007	-
	2014	68,7	8,34	110	0,22	-	4,84	0,09	68,2	0,00005	0,007	9,15
7	2007 – 2013	63,2	7,72	93	0,09	0,07	4,53	0,04	51,9	0,00017	0,008	-
	2014	50,2	7,83	36	0,03	0,01	3,14	0,01	65,6	0,00005	0,009	5,48
8	2007 – 2013	58,2	7,31	117	0,30	0,07	2,86	0,35	64,8	0,00011	0,015	-
	2014	55,7	7,25	86	0,38	0,03	2,02	0,27	52,9	0,00005	0,011	7,11
9	2007 - 2013	58,7	7,87	117	0,17	0,12	3,01	0,28	65,5	0,00006	0,015	-
	2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Vysvetlivky: **1** – Handlová, tok Handlovka nad štôľňou pri Rybe; **2** – Handlová, Stará štôľňa; **3** – Handlová, tok Handlovka pod benzínovou pumpou; **4** – Cigeľ, potok nad baňou; **5** – Cigeľ, štôľňa; **6** – Cigeľ, potok pod Cigľom; **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.

Tab. 5: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody regiónu Horná Nitra s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody (2007 - 2014)

Objekt	EC	pH	SO ₄	NH ₄	NO ₂	NO ₃	Mn	Ca	Hg	As	O ₂
1	0,58	V	0,65	0,13	1,50	0,20	0,26	0,78	0,61	0,40	0,51
2	0,61	V	0,65	0,92	3,72	0,28	0,14	0,27	0,61	0,19	0,60
3	0,55	V	0,58	0,40	1,56	0,24	0,23	0,61	0,61	0,36	0,53
4	0,47	V	0,21	0,06	0,26	0,09	0,81	0,68	2,72	0,27	0,51
5	0,71	V	0,56	0,13	1,06	0,21	0,70	0,79	0,61	0,54	0,54
6	0,65	V	0,57	0,16	3,02	0,27	0,42	0,74	0,61	0,60	0,55
7	0,54	V	0,31	0,06	1,03	0,22	0,11	0,55	1,38	0,57	0,81
8	0,52	V	0,44	0,25	0,97	0,13	1,11	0,62	0,94	1,06	0,70
9	0,53	V	0,47	0,13	1,90	0,14	0,93	0,66	0,60	1,08	-

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 (2007 – 2014)

Objekt	EC	pH	NH ₄	NO ₂	Hg	As
2	0,34	V	0,99	1,17	0,03	0,08
5	0,39	V	0,13	0,33	0,03	0,12
7	0,30	V	0,07	0,33	0,07	0,16
8	0,29	V	0,27	0,31	0,05	0,29

Vysvetlivky: Údaje predstavujú podiel zistených charakteristických hodnôt 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. Zo sledovaných zložiek je rizikový obsah As, ktorý je v sedimente banských vôd na lokalite Cigeľ, 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 Cigeľ, 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 výústou vody zo Starej štôľne; **2** – Handlová, Stará štôľňa; **3** – Handlová, Handlovka pod benzínovou pumpou; **4** – Cigeľ, potok nad baňou; **5** – Cigeľ, štôľňa; **6** – Cigeľ, potok pod Cigľom; **7** – štôľňa Hlboké; **8** – Lehota pod Vtáčnikom, štôľňa; **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 VŤŽP.

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 zaväzacie 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 skrývkového podorničného a orníčného 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).

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-hodrušského rudného obvodu (ŠHRO) v súčasnosti vykonáva ťažbu Au, Ag, Pb, Zn rudy len Slovenská banská spol. s r. o., Hodruša-Hámre. V roku 2014 vyťažila 42 kt Au, Ag, Pb, Zn rudy (Kolektív autorov, 2015). Banská činnosť zameraná na zabezpečenie starých banských diel sa v ŠHRO v roku 2014 nevykonávala.

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 VTŽP boli na týchto objektoch odoberané vzorky vody a sedimentu 1x ročne v období 2007 – 2013. V roku 2014 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 VTŽP.

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 bankských 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 bankská 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 štólne Zlatý stôl neprejavuje negatívne na kvalite potoka pod vyústením tejto štólne (objekt č. 18). Riziko negatívneho ovplyvnenia kvality povrchovej vody predstavuje hlavne bankská voda VDŠ (objekt č. 12). Obsah zinku v nej predstavuje v sledovanom období 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 banskej vode Novej odvodňovacej štólne ide o 19-násobné prekročenie požadovanej koncentrácie Zn, 4-násobné prekročenie obsahu Cd a 1,7-násobné prekročenie obsahu Mn. Výdatnosť výtoku banskej vody z VDŠ je v priemere približne 0,3 m³/s, výdatnosť NOŠ asi 37 l/s. Recipientom týchto bankských vôd je rieka Hron. Prietok tejto rieky je dlhodobo pozorovaný na vodomernej stanici Brehy (č. 7290 SHMÚ) a v období 1931 – 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 bankskou vodou tejto štólne (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 bankských 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 prekračuje v priemere približne 4-krát obsah Zn, Cd a Al, a mierne i obsah Pb (tab. 10). Intervenčné kritérium 2,3-násobne prekračuje obsah Al a mierne i obsah Zn a Cd (tab. 11). V drenážnej vode odkaliska v Hodruši je rizikový obsah Al, ktorý 1,4-násobne prekračuje indikačné kritérium (tab. 11). V banskej vode štólne Zlatý stôl nie je z tohto pohľadu rizikový žiaden zo sledovaných ukazovateľov.

Pri porovnaní charakteristických hodnôt obsahu ukazovateľov kvality v banskej vode VDŠ pre rok 2014 s obdobím 2007 – 2013 zisťujeme, že sú nižšie: o 15 % pre Zn, 40-násobne pre Pb, o 32 % pre Cd, o 75% pre Cu, 10-násobne pre Al a Fe, o 18 % pre Mn, 4-násobne pre NH₄ a o 2 % pre SO₄. V štólne Zlatý stôl sú vyššie pre Al, Zn a Pb a nižšie pre SO₄, NH₄, Fe a Mn (tab. 8).

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	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	Ca mg/l	Mg mg/l
10	2007-13	87	8,20	292	0,06	0,01	0,650	0,591	0,202	0,0006	1,636	0,010	0,002	0,009	0,0060	117	29
	2014	68	7,68	191	0,50	0,02	0,162	0,031	0,045	0,0005	0,091	0,003	0,001	0,004	0,003	87	24
11	2007-13	69	8,14	294	0,04	0,01	0,680	0,600	0,204	0,0006	1,685	0,009	0,002	0,009	0,0063	118	29
	2014	72	7,76	235	0,05	0,01	0,152	0,033	0,035	0,0005	0,171	0,003	0,001	0,001	0,004	95	24
12	2007-13	136	7,49	643	0,22	0,01	3,065	3,842	1,106	0,0006	5,597	0,119	0,007	0,040	0,0242	207	67
	2014	135	6,90	630	0,06	0,01	0,277	3,130	0,145	0,0005	4,790	0,003	0,001	0,010	0,0164	193	61
13	2007-13	75	8,00	195	0,21	0,14	1,146	1,636	0,381	0,0006	0,027	0,021	0,000	0,000	0,000	74	16
	2014	83	7,46	296	0,21	0,07	0,239	1,764	0,040	0,0005	0,015	0,003	0,001	0,001	0,002	96	21
14	2007-13	37	8,15	87	0,26	0,14	0,197	0,063	0,076	0,0008	0,023	0,003	0,003	0,002	0,002	49	13
	2014	30	7,88	61	-	-	0,296	0,035	-	-	0,013	0,003	-	0,002	0,002	39	9
15	2007-13	42	7,98	116	0,55	0,17	0,140	0,159	0,041	0,0006	0,026	0,004	0,002	0,002	0,002	57	16
	2014	32	7,90	80	-	-	0,248	0,048	-	-	0,029	0,003	-	0,004	0,002	42	10
16	2007-13	80	7,39	152	0,04	0,01	0,431	0,541	0,013	0,0006	0,008	0,004	0,001	0,001	0,003	131	47
	2014	84	6,99	132	0,03	0,01	0,037	0,360	0,015	0,0005	0,018	0,005	0,001	0,001	0,002	114	42
17	2007-13	27	7,78	73	0,06	0,02	0,235	0,073	0,073	0,0006	0,047	0,003	0,001	0,002	0,002	40	8
	2014	28	7,53	93	0,10	0,04	0,223	0,095	0,090	0,0005	0,008	0,003	0,001	0,003	0,002	42	8
18	2007-13	35	7,78	89	0,04	0,02	0,487	0,238	0,050	0,0006	0,008	0,005	0,001	0,001	0,002	57	16
	2013	32	8,04	83	-	-	0,099	0,101	-	-	0,017	0,003	0,001	0,003	0,002	43	9

Vysvetlivky: **10** – NOŠ pri Hrone; **11** – NOŠ; **12** – VDS; **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.

Tab. 9: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality povrchovej a banskej vody ŠHRO s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody (2007 – 2014)

Objekt	EC	pH	SO ₄	NH ₄	NO ₂	Fe	Mn	Al	Hg	Zn	Pb	As	Cu	Cd	Se	Ba	Ca	Mg
10	0,62	V	0,76	0,39	0,12	0,08	0,10	0,23	0,50	1,18	0,27	0,03	0,24	0,26	0,03	0,14	0,87	0,20
11	0,78	V	1,15	0,03	0,10	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
12	1,22	V	2,55	0,16	0,11	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
13	0,69	V	0,83	0,16	2,07	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
14	0,33	V	0,33	0,20	2,24	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
15	0,37	V	0,45	0,43	2,63	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
16	0,73	V	0,59	0,03	0,11	0,17	1,67	0,07	0,61	0,07	0,48	0,05	0,07	0,14	0,03	0,33	1,27	0,23
17	0,25	V	0,30	0,05	0,41	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
18	0,32	V	0,35	0,03	0,27	0,22	0,74	0,25	0,64	0,06	0,51	0,09	0,09	0,09	0,03	0,16	0,55	0,07

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 (2007 – 2014)

Objekt	EC	pH	NO ₂	Al	Hg	Zn	Pb	As	Cu	Cd	Ba
10	0,42	V	0,04	0,73	0,03	0,96	0,08	0,03	0,04	1,06	0,03
11	0,43	V	0,03	0,73	0,03	1,00	0,09	0,04	0,05	1,11	0,03
12	0,67	V	0,03	3,75	0,03	3,87	1,12	0,12	0,18	4,20	0,02
13	0,38	V	0,65	1,37	0,03	0,02	0,19	0,01	0,01	0,03	0,07
16	0,40	V	0,03	0,05	0,03	0,01	0,04	0,02	0,01	0,06	0,05

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 (2007 – 2014)

objekt	EC	pH	NO ₂	Al	Hg	Zn	Pb	As	Cu	Cd	Ba
10	0,28	V	0,02	0,46	0,01	0,29	0,04	0,02	0,02	0,28	0,01
11	0,29	V	0,02	0,46	0,01	0,30	0,04	0,02	0,02	0,31	0,01
12	0,45	V	0,02	2,34	0,01	1,16	0,56	0,06	0,07	1,05	0,01
13	0,25	V	0,33	0,86	0,01	0,01	0,09	0,01	0,01	0,01	0,01
16	0,27	V	0,02	0,03	0,01	0,00	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02

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.

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).

Výsledky monitoringu kvality riečnych sedimentov v Štiavnicko-hodrušskom rudnom obvode 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.

Inžinierskogeologické aspekty

V oblasti ŠHRO sa v minulosti nevyskytli ťažbou indukované geodynamické javy väčšieho rozsahu. Ani v roku 2013 tu neboli zaznamenané významné prejavy nestability povrchu v podrúbaných oblastiach. Ústia hlavných odvodňovacích štôlní (VDSŠ, 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.

Významným produktom banskej činnosti je i veľkoplošné odkalisko v Hornej Vsi, uvedené do prevádzky v roku 1965, po modernizácii vtedajšej úpravne Au-Ag rudy ktorá fungovala od roku 1934 a odpad z ktorej sa vypúšťal priamo do potoka. Na odkalisku sedimentoval odpad z úpravne, po amalgamácii a lúhovaní koncentráta kyanidom sodným. Hrádze sa postupne 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.

Správu odkaliska Horná Ves zabezpečuje Kremnická banská spoločnosť, s. r. o., ďalšie staré odkaliská boli rekultivované. V súčasnosti je odkalisko opustené a zarastá vegetáciou, je odkalisko registrované v Informačnom systéme environmentálnych záťaží ako potenciálna environmentálna záťaž. Substrát sledovaného odkaliska a okolitá pôda obsahujú vysoké koncentrácie ťažkých kovov. Na hrádzi bola zistená koncentrácia arzénu v úrovni $117 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, ktorá prekračuje indikačnú hodnotu pre sanáciu. V kale odkaliska až niekoľko prvkov (As, Cd, Cu, Pb, Zn) niekoľkonásobne prekračuje kontaminačnú hodnotu, ktorá je zároveň indikačnou hodnotou pre sanáciu (Feketeová et al., 2014).

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Rozsiahly systém banských diel kremnického rudného poľa sústreďuje podzemné vody, ktoré na povrch vytekajú len niekoľkými štôľňami.

Bansky postihnutá oblasť s ťažbou rozrušenými východmi rudných telies, sekundárnymi akumuláciami vyťaženej horniny i skládkami odpadov z úpravy zaberá hornú časť povodia Kremnického potoka.

Hydrogeologické pomery sú stabilizované, podstatnú časť prítomných banských diel a nafárané hydrogeologické kolektory odvodňuje Hlavná dedičná štôlna do Hrona, pričom časť z odtekajúceho množstva predstavujú povrchové vody privádzané do podzemia pre prevádzku hydroelektrárne (Kremnická banská spoločnosť, s. r. o.). V rámci štátneho monitoringu boli vlastné hydrogeologické a hydrochemické merania na lokalite začaté v roku 2008 (1 meranie) a pokračovali v rokoch 2009 – 2014 (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 (1,3 násobné prekročenie). Evidentným zdrojom Sb (1,1 násobné prekročenie požadovanej hodnoty) a Mn (2,2-násobné prekročenie) v povodí tohto potoka je banská voda Hlbokej štôlny. V banskej vode Hornoveskej štôlny 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. Banská voda Hlavnej dedičnej štôlny 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	Q l/s	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
Hlavná dedičná štôlna	2008 – 2013	751	54,9	7,41	202	0,953	0,00005	0,054	0,011	0,006	0,003
	2014	558	100,3	7,35	574	2,182	0,00005	0,077	0,008	0,008	0,006
Kremnický potok	2008 – 2013	298,5	27,1	7,75	37	0,064	0,00005	0,023	0,011	0,005	0,003
	2014	2070	16,3	7,80	26	0,056	0,00005	0,014	0,004	0,003	0,002
potok pod odkaliskom	2009 – 2013	38,0	35,9	8,15	57	0,150	0,00005	0,011	0,005	0,004	0,002
	2014	86,1	21,4	7,90	29	0,075	0,00005	0,046	0,004	0,001	0,004
odkalisko Horná Ves	2009 – 2013	0,8	34,9	6,76	133	1,152	0,00005	1,339	0,004	0,008	0,010
	2014	1,5	59,9	6,54	314	3,638	0,00013	1,416	0,003		0,013
Hornoveská štôlna	2009 – 2013	1,7	13,3	6,10	47	0,374	0,00005	0,041	0,003	0,003	0,001
	2014	1,6	13,0	5,90	45	0,332	0,00005	0,032	0,003	0,001	0,001
Hlboká štôlna	2009 – 2013	1,4	94,1	7,00	216	0,698	0,00005	0,029	0,005	0,008	0,002
	2014	1,95	75,9	6,98	101	0,379	0,00005	0,041	0,002	0,002	0,004

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
Hlavná dedičná štôlna	2007 – 2014	0,56	V	1,04	3,81	0,11	0,96	1,42	1,37	0,35
Kremnický potok	2008 – 2014	0,23	V	0,14	0,21	0,11	0,37	1,34	0,95	0,32
potok pod odkaliskom	2009 – 2014	0,30	V	0,21	0,46	0,11	0,28	0,63	0,53	0,28
odkalisko Horná Ves	2009 – 2014	0,42	V	0,89	7,98	0,19	22,92	0,45	0,60	1,29
Hornoveská štôlna	2009 – 2014	0,12	N	0,19	1,22	0,11	0,66	0,39	0,47	0,15
Hlboká štôlna	2009 – 2014	0,83	V	0,79	2,15	0,11	0,51	0,56	1,13	0,24

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 ani priesakovej vody odkaliska nebola počas monitorovaného obdobia v sledovaných parametroch riziková (tab. 15).

Pri porovnaní charakteristických hodnôt obsahu ukazovateľov kvality v banskej vode Hlavnej dedičnej štôlne pre rok 2014 s obdobím 2007 – 2013 zistujeme, že sú vyššie pre SO₄, Mn, Zn, Sb a Cu a nižšie pre As. V Hornoveskej a Hlbokaj štôlni 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
Hlavná dedičná štôlnia	2008 – 2014	0,31	V	0,03	0,04	0,21	0,27	0,02
Odkalisko Horná Ves	2009 – 2014	0,23	V	0,04	0,92	0,07	0,12	0,06
Hlboká štôlnia	2009 – 2014	0,46	V	0,03	0,02	0,08	0,23	0,01
Hornoveská štôlnia	2009 – 2014	0,07	N	0,03	0,03	0,06	0,09	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

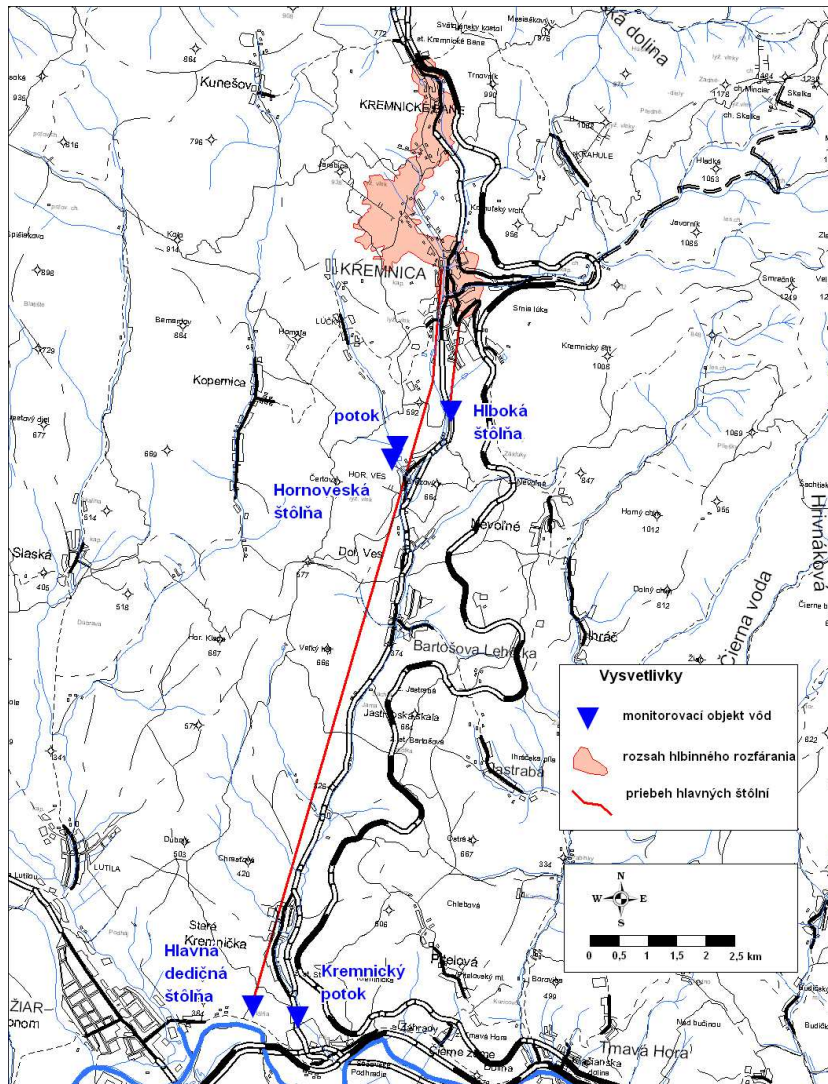
Ozn objektu	Dátum	Se mg/kg	Ni mg/kg	V mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Mo mg/kg
K1	11.10.12	<1	85	71	1,3	390	36	248	15

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 vynucuje si zvláštnu opatrnosť pri rekonštrukčných prácach existujúcich stavebných objektov a budovaní nových. Pre celú oblasť Kremnického rudného poľa je z hľadiska potenciálneho vzniku náhlych poklesov terénu, ako jediných ohrozujúcich prejavov fyzikálnych impaktov vyvolaných predchádzajúcou banskou činnosťou, rozhodujúce poznanie výskytu, rozsahu a priebehu vydobytých priestorov. K najintenzívnejšie podrúbanej oblasti patrí územie centrálnej mestskej zóny v Kremnici, pod ktorou prechádzajú hlavné žily Žigmund a Helena a priečne žily Amália, Zuzana, Sevastopol a Východná Július. Vydobyté banské priestory tu siahajú miestami 10 - 12 m pod povrch územia, to znamená len približne 8 - 9 m pod základovú škáru objektov takmer súvislej zástavby. Doterajšie výsledky však preukázali (Baliak et al., 1989),

že nie je možné dostatočne spoľahlivo identifikovať prejavy podrúbania na povrchu, ale odporúča sa pokračovať v geodetickom monitoringu centrálnej mestskej oblasti (CMO) Kremnica. Zo záverov zvlášť detailného inžinierskogeologického mapovania do mapy M 1: 5 000 však vyplýva, že aj napriek veľkému rozsahu vydobytých priestorov je povrch územia Kremnice stabilný (Baliak et al., 1989). V roku 2014 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.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Environmentálne problémy na tejto lokalite sú spôsobované ukončenou ťažbou Sb-Au rudy. Početné ústia štólni s výtokom vody sprevádzajú rozsiahle haldy, prítomné sú i odkaliská. Viaceré z uvedených objektov boli po ukončení ťažby zabezpečené

a rekultivované. Terénne vzorkovacie a laboratórne práce na dvoch profiloch potoka Paludžanka, odvodňujúceho túto banskou činnosťou postihnutú lokalitu, dokumentujú pretrvávajúcu kontamináciu vody tohto recipienta antimónom. Okrem zjavných sústredených výtokov banskej vody zo štôlní (sumárna výdatnosť siedmych dokumentovaných 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 prípoверхovej zóne horninového masívu.

Na lokalite nebol v minulosti vykonávaný systematický monitoring banských a povrchových vôd. V roku 2008 bol na tejto lokalite začatý štátny terénny monitoring v rámci ČMS GF VĹŽP 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 štôlnia Samuel a Hlavný dopravný prekop. V rokoch 2010 až 2014 boli 2 krát ročne ovzorkované všetky spomenuté objekty.

Charakteristické hodnoty rizikových zložiek odvodené z vykonaných laboratórnych analýz sú uvedené v tab. 17. Zo sledovaných parametrov boli pH, obsah síranového aniónu, arzenu, antimónu a medi stanovené vo vzorkách všetkých odberov, ostatné parametre boli stanovené len pri odberoch v roku 2007 a 2008.

Tab. 17: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Dúbrava

Obj.	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
D1	2008 – 13	558,3	4,8	7,46	7,9	-	-	-	-	-	0,007	0,017	0,001	-
	2014	1623,6	4,8	7,48	6,5	-	-	-	-	-	0,005	0,017	0,001	-
D2	2007 – 13	21,6	20,9	7,78	38,7	0,190	0,012	0,00008	0,009	0,003	0,032	1,177	0,001	0,0007
	2014	33,8	17,3	7,6	49,5	-	-	-	-	-	0,031	1,295	0,002	-
D3	2007 – 13	0,4	58,2	8,17	180	0,044	0,009	0,00010	0,006	0,003	0,057	7,987	0,002	0,0025
	2014	0,6	51,3	7,86	140	0,111	0,002	-	-	-	0,058	7,430	0,002	-
D4	2007 – 13	5,2	38,5	7,95	123,1	0,046	0,006	0,00005	0,008	0,003	0,024	1,246	0,001	0,0007
	2014	6,7	36,7	7,75	112,8	0,12	0,002	-	-	-	0,019	1,188	0,001	-
D5	2007 – 13	12,2	44,5	8,15	123,8	0,090	0,008	0,00008	0,005	0,004	0,033	1,091	0,001	0,0007
	2014	12,6	44,2	8,06	118,5	0,085	0,001	-	-	-	0,031	0,970	0,001	-
D6	2007 – 13	3,1	40,9	8,06	124,8	0,049	0,006	0,00007	0,005	0,002	0,016	1,199	0,001	0,0010
	2014	3,4	43,5	7,88	116,5	0,026	0,001	-	-	-	0,009	0,968	0,001	-
D7	2008 – 13	977,7	8,4	7,78	17,4	0,030	0,015	0,00005	0,007	0,003	0,009	0,141	0,001	0,0010
	2014	2170	7,37	7,68	13,6	0,050	0,001	-	-	-	0,008	0,109	0,001	-
D8	2007 - 13	8,3	33,9	7,75	92,5	0,039	0,019	0,00005	0,007	0,003	0,025	2,587	0,001	0,0035
	2014	12,8	34,6	7,62	84,0	0,050	0,005	12,8	34,6	-	0,023	2,055	0,001	-

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

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).

Výtoky banskej vody obsahujú extrémne vysoké koncentrácie antimónu a vysoké koncentrácie arzenu. Spolu so skrytými priesakmi haldovým materiálom, odkaliskom a geochemicky anomálnou prípoверхovou zónou horninového masívu kontaminujú potok Paludžanka tak, že jeho voda prekračovala v priemere za sledované obdobie požadovaný obsah antimónu 27 krát a arzenu 1,2 krát (tab. 18). 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. Charakteristické hodnoty obsahu Sb vo výtokoch banskej vody za rok 2014 sú mierne nižšie (o 5 – 23 %) pri porovnaní s obdobím 2008 – 2013, s výnimkou štôlne Svätopluk s 10 % nárastom (tab. 17).

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	Fe	Mn	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni
D1	2008 – 2014	0,04	V	0,03	-	-	-	-	-	0,89	3,40	0,19	-
D2	2007 – 2014	0,19	V	0,16	0,10	0,04	0,75	0,22	0,74	4,28	238,6	0,22	0,03
D3	2007 – 2014	0,52	V	0,70	0,04	0,02	1,00	0,15	0,35	7,64	1580,3	0,29	0,11
D4	2007 – 2014	0,35	V	0,49	0,04	0,02	0,50	0,12	0,35	3,08	247,6	0,23	0,03
D5	2007 – 2014	0,40	V	0,49	0,04	0,02	0,75	0,12	0,51	4,32	215,0	0,21	0,03
D6	2007 – 2014	0,37	V	0,50	0,02	0,02	0,67	0,12	0,25	2,13	239,8	0,22	0,05
D7	2008 – 2014	0,07	V	0,07	0,02	0,03	0,50	0,16	0,35	1,16	27,3	0,17	0,05
D8	2008 - 2014	0,31	V	0,37	0,02	0,04	0,50	0,16	0,35	3,32	502,1	0,20	0,16

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.

Tab. 19: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody lokality Dúbrava s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu

Objekt	Obdobie	EC	pH	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni
D2	2007 – 2014	0,10	V	0,04	0,01	0,05	0,64	47,7	0,01	0,01
D3	2007 – 2013	0,29	V	0,05	0,004	0,03	1,15	316,1	0,01	0,03
D4	2007 – 2013	0,19	V	0,03	0,01	0,03	0,46	49,5	0,01	0,01
D5	2007 – 2013	0,22	V	0,04	0,003	0,04	0,65	43,0	0,01	0,01
D6	2007 – 2013	0,20	V	0,03	0,003	0,02	0,32	48,0	0,01	0,01
D8	2007 – 2013	0,17	V	0,03	0,004	0,03	0,50	100,4	0,01	0,04

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

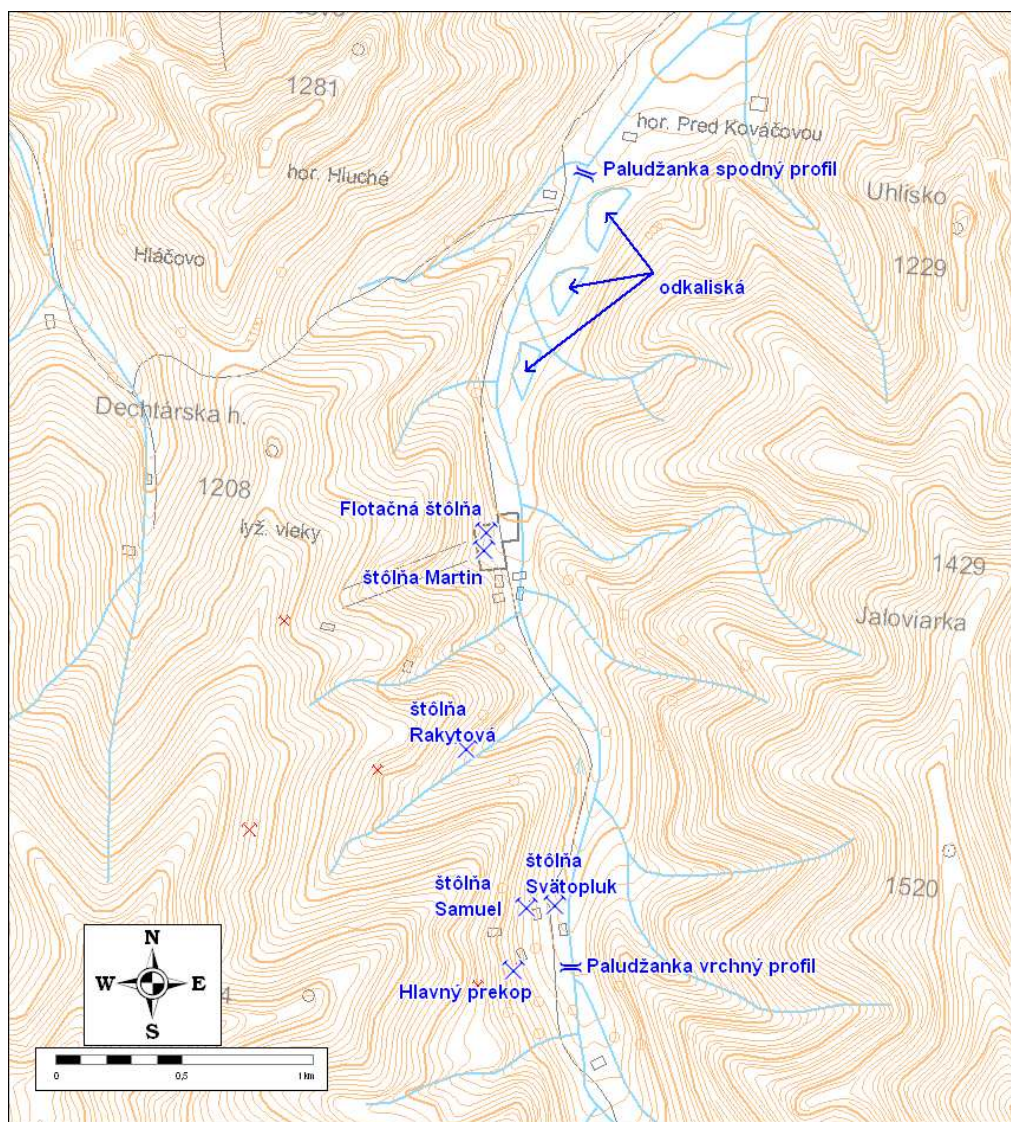
Objekt	Obdobie	EC	pH	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni
D2	2007 – 2014	0,07	V	0,02	0,002	0,03	0,32	23,9	0,003	0,004
D3	2007 – 2013	0,19	V	0,02	0,001	0,01	0,57	158,0	0,003	0,013
D4	2007 – 2013	0,13	V	0,01	0,002	0,01	0,23	24,8	0,003	0,004
D5	2007 – 2013	0,15	V	0,02	0,001	0,02	0,32	21,5	0,002	0,004
D6	2007 – 2013	0,14	V	0,01	0,001	0,01	0,16	24,0	0,003	0,005
D8	2007 – 2013	0,11	V	0,01	0,001	0,01	0,25	50,2	0,002	0,018

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.

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 nespôsobila významnejšie geodynamické javy. Nevyskytujú sa tu významné poklesy terénu nad bankskými dielami. Negatívne vplyvy háld, odkalísk a odvalov na životné prostredie boli redukované realizáciou „Plánu zabezpečenia hlavných. bankských diel, likvidácie bankských diel, povrchu a ložiska Dúbrava-Sb v 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 zatrávené a pokryté humusom. V dobývacom priestore Dúbrava pokračovali v roku 2007 likvidačné práce v bankých 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 táto organizácia vykonávala v DP Dúbrava zabezpečenie bankých diel (Kolektív autorov, 2015). Ústia monitorovaných štôlní sú zabezpečené a v dobe oboch našich návštev lokality v roku 2014 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 bankých 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 bankú činnosť - zabezpečovanie bankých diel dodávateľsky organizácia METAL - ECO SERVIS, spol. s r.o. Pezinok, ktorá vykonávala aj rekultivačné a sanačné práce na „Novom odkalisku“. Likvidácia lomu Kolársky vrch bola ku koncu roka 2009 vykonaná na cca 75% z celkového objemu lomu (Správa o činnosti HBÚ za rok 2009). V roku 2009 bola zároveň v DP Pezinok realizovaná činnosť súvisiaca s likvidáciou prejavov banskej činnosti na povrch – zavážanie prepadnutých štôlní, vetracích komínov, úprava nebezpečných odvalov a zabezpečovanie štôlní proti vstupu cudzích osôb (Štefan prekop, IV. Podetáž, Pyritová štôlnia, Budúcnosť štôlnia, vetrací komín K1), vyčistenie ústí štôlní (Antimónová štôlnia, Pyritová štôlnia, štôlnia 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 prepadnutého terénu (priemer cca 7,5 m s hĺbkou cca 23 m) v mieste bývalého komína K – 1 jeho zavezením vhodným materiálom o objeme cca 885 m³ (Kolektív autorov, 2012). V roku 2012 bola uzatvorená nová nájomná zmluva medzi METAL-ECO SERVIS spol. s r.o., Pezinok a štátnym podnikom Rudné bane, Banská Bystrica, na realizáciu banskej činnosti súvisiacej s likvidáciou lomu Kolársky vrch navážkou základkového materiálu. V roku 2012 bolo na likvidáciu lomu v DP Pezinok privezené 3,6 kt materiálu, v roku 2013 – 12,5 kt materiálu a v roku 2014 až 17,4 kt (Kolektív autorov, 2013, 2014, 2015). 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 bankú činnosť – banké 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 bankých 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 - 2014 opäť 2x ročne.

V tab. 22 sú uvedené charakteristické hodnoty koncentrácie rizikových zložiek v sledovanom období. Výtoky banskej vody obsahujú zvýšené koncentrácie antimónu a arzenu, 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 arzenu (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 vyhovuje požiadavke na kvalitu povrchovej vody. 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.

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

Obj.	Obdobie	Q l/s	EC mS/m	pH	SO ₄ mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Hg mg/l	Zn 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	2008-13	28,8	56,8	6,9	208	5,9	0,30	0,0000	0,21	0,00	0,01	0,01	0,14	0,00	0,0013	0,15
	2014	34,8	58,1	6,5	201	8	1	5	6	4	1	0	1	7	0	0,11
P2	2008-13	131,9	51,6	7,8	161	0,3	0,15	0,0000	-	0,14	0,03	-	0,01	-	-	0,06
	2014	142,3	37,4	7,8	95	0,1	0,07	-	-	0,07	0,02	-	-	-	-	0,03
P3	2008-13	9,3	125,6	7,7	588	0,4	0,79	0,0000	0,00	0,03	0,39	0,00	0,00	0,00	0,0001	0,07
	2014	4,0	125,2	7,8	605	0,2	0,46	-	-	0,03	0,38	-	-	-	-	0,07
P4	2008-13	6,3	84,2	7,3	357	4,4	1,86	0,0000	0,14	0,03	0,10	0,00	0,07	0,00	0,0001	0,05
	2014	2,9	82,1	7,5	373	3,1	2,45	-	-	0,02	0,07	-	-	-	-	0,07

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 – 2013	0,52	V	0,83	2,90	0,97	0,50	2,81	0,30	0,26	2,08	0,53	6,41	0,14	2,00	0,71
P2	2008 – 2013	0,47	V	0,60	0,16	0,47	0,50	-	-	7,54	7,25	-	0,82	-	-	0,30
P3	2008 – 2013	1,14	V	2,36	0,21	2,47	0,50	0,04	0,30	2,09	78,67	0,05	0,41	0,02	0,23	0,36
P4	2008 – 2013	0,76	V	1,44	2,12	6,53	0,50	1,86	0,30	1,76	19,98	0,05	3,59	0,12	0,23	0,31

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.

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 2014 je u všetkých monitorovaných objektov nižší ako v období 2008 – 2013 (tab. 22) – na profile potoka Blatina predstavuje pokles v percentuálnom vyjadrení 42 %, na výtokoch banskej vody 3 – 30 %.

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. 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 – 2013	0,29	V	0,03	0,22	0,002	0,09	0,42	0,05	1,41	0,07	0,26
P3	2008 – 2013	0,63	V	0,03	0,003	0,002	0,73	15,73	0,01	0,09	0,01	0,03
P4	2008 – 2013	0,42	V	0,03	0,14	0,002	0,62	4,00	0,01	0,79	0,06	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. 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 – 2013	0,19	V	0,01	0,11	0,001	0,05	0,21	0,02	0,71	0,04	0,07
P3	2008 – 2013	0,42	V	0,01	0,002	0,001	0,37	7,87	0,002	0,05	0,01	0,01
P4	2008 – 2013	0,28	V	0,01	0,07	0,001	0,31	2,00	0,002	0,40	0,03	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. 22.

Tab. 26: Chemické zloženie sedimentu potoka Blatina

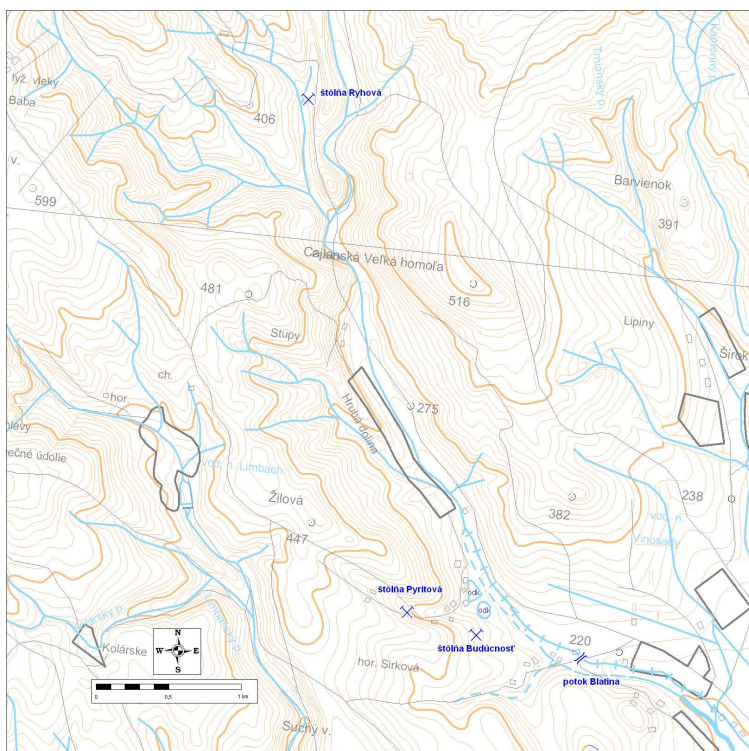
Ozn. objektu	Dátum	Fe %	Mn %	Al %	Hg mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Sb mg/kg
P2	06.11.12	4,91	0,27	6,5	0,12	244	41	1098	231
Ozn. objektu	Dátum	Se mg/kg	Ni mg/kg	V mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Mo mg/kg
P2	06.11.12	<1	139	124	1,1	26	105	49	<3

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 sú zabezpečené a v dobe oboch našich návštev lokality v roku 2014 boli nepoškodené.



Obr. 4: Situácia monitorovaných objektov na lokalite Pezínok

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 medzi 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 VÍŽP 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 2009-2014 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. 5). 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, drenujúca vyššie úrovne severnej časti dobývacieho poľa. Jeho najsevernejšia časť zasahuje až do povodia Richtárskeho potoka východne od obce Staré Hory, ktorý je monitorovaný v profile

SH1. Dedičnou štôľňou dobývacieho poľa je štôľňa Ferdinand, vyústená na ľavom brehu Starohorského potoka na lokalite Polkanová. Drenážna voda odkaliska bola vzorkovaná 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 arzenu. Spolu so skrytými priesakmi haldovým materiálom, odkaliskom a geochemicky anomálnou pripovrchovou zónou horninového masívu výrazne kontaminujú miestne povrchové toky. Z hľadiska požiadaviek na kvalitu povrchovej vody (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 (128-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 štôľne Piesky (objekt SD3) sa výrazne neprejavuje v povrchovej vode recipientu – v potoku Zelená (objekt SD4).

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 štôľňa Piesky, ktorá 10-násobne prekračuje intervenčné kritérium (tab. 30). Voda tejto štôľne 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 štôľne a štôľne Ferdinand (prekročené indikačné kritérium pre podzemnú vodu, tab. 29).

Pri porovnaní charakteristických hodnôt obsahu Sb pre rok 2014 s predošlým obdobím rokov 2008 – 2013 zisťujeme pokles o 6 – 50 % v prípade všetkých objektov banskej a povrchovej vody a nárast o 5 % v prípade priesaku z odkaliska (tab. 27). I pri obdobnom porovnaní charakteristických hodnôt obsahu Cu prevláda pokles, nárast je pozorovaný len na štôľni Piesky (+47 %) a štôľni Ivan (+14 %).

Tab. 27: Charakteristické hodnoty ukazovateľov banskej a povrchovej vody z lokality Špania Dolina

Obj.	Obdobie	Q l/s	EC mS/m	pH	SO ₄ mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Hg mg/l	Zn mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l
SD1	2008-13	25,27	38,8	8,28	51,3	0,0003	0,039	0,00005	0,036	0,054	0,101	0,039
	2014	64,98	30,5	8,18	32,5	-	-	0,00005	0,020	0,037	0,050	0,034
SD2	2008-13	0,92	61,3	8,22	133,1	0,169	0,062	0,00005	0,070	0,128	0,350	0,040
	2014	1,74	56,4	8,08	85,9	0,050	-	0,00005	0,008	0,356	0,367	0,030
SD3	2008-13	3,78	54,7	8,09	75,2	0,039	0,022	0,00005	0,0884	0,039	0,490	0,548
	2014	9,20	47,1	7,86	64,8	0,082	-	0,00005	0,111	0,037	0,406	0,810
SD4	2008-13	4,19	45,4	7,92	69,7	-	-	0,00005	0,042	0,057	0,658	0,614
	2014	8,22	36,9	7,20	51,4	-	-	0,00005	0,033	0,053	0,534	0,402
SD5	2008-13	0,261	30,2	7,93	39,3	0,012	0,003	0,00005	0,007	0,030	0,112	0,244
	2014	0,08	25,7	7,74	31,55	0,112	-	0,00005	0,007	0,018	0,059	0,201
SD7	2008-13	0,734	50,6	7,40	85,8	0,034	0,002	0,00005	0,023	0,028	0,143	0,092
	2014	0,94	49,7	7,43	76,9	0,079	-	0,00005	0,023	0,027	0,127	0,105
SH1	2008-13	50,46	35,0	8,18	46,5	-	-	0,00007	0,006	0,013	0,060	0,049
	2014	128,38	25,2	8,08	27,2	-	-	0,00005	0,003	0,008	0,046	0,033
SH2	2008-13	13,01	101,0	7,00	292,2	0,014	0,006	0,00005	0,112	0,022	0,203	0,214
	2014	23,84	85,5	6,76	213,0	0,083	-	0,00005	0,092	0,022	0,190	0,193

Pokračovanie tab. 27.

Objekt	Obdobie	Al mg/l	Pb mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Cd mg/l	Be mg/l	B mg/l
SH2	2008-13	0,01	0,003	0,020	0,001	0,00015	0,00005	0,01
SD2	2008-13	0,11	-	0,004	0,0017	0,00015	0,00005	-
SD3	2008-13	0,01	0,003	0,001	0,001	0,00015	0,00005	0,01
SD5	2008-13	0,01	0,003	0,001	0,001	0,00015	0,00005	0,01
SD7	2008-13	0,01	0,006	0,001	0,001	0,00015	0,00005	0,05

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 (2008-2014)

Objekt	EC	pH	SO ₄	Fe	Mn	Al	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
SD1	0,34	V	0,19	-	0,13	-	0,50	0,58	-	5,39	18,60	5,24	-	-	-
SD2	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
SD3	0,49	V	0,29	0,03	0,07	0,05	0,50	1,61	0,27	4,02	95,48	80,52	0,05	0,02	0,14
SD4	0,40	V	0,27	-	-	-	0,54	0,71	-	5,92	127,82	79,63	-	-	-
SD5	0,27	V	0,15	0,04	0,01	0,10	0,54	0,12	0,27	2,95	20,80	32,48	0,05	0,02	0,14
SD7	0,46	V	0,34	0,03	0,01	0,07	0,50	0,40	0,65	2,96	28,12	12,83	0,05	0,02	0,14
SH1	0,30	V	0,17	-	-	-	0,69	0,09	-	1,29	11,62	6,33	-	-	-
SH2	0,90	V	1,12	0,03	0,02	0,08	0,54	1,91	0,27	2,27	40,18	28,84	0,91	0,02	0,14

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 (2008-2014)

Objekt	EC	pH	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd	Be
SD2	0,29	V	0,03	0,04	-	2,80	13,13	0,19	0,06	0,02	0,03	0,05
SD3	0,27	V	0,03	0,06	0,03	0,76	19,10	2,94	0,01	0,01	0,03	0,05
SD5	0,15	V	0,03	0,01	0,03	0,56	4,16	1,19	0,01	0,01	0,03	0,05
SD7	0,25	V	0,03	0,02	0,06	0,56	5,62	0,47	0,01	0,01	0,03	0,05
SH2	0,49	V	0,03	0,07	0,03	0,43	8,04	1,05	0,20	0,01	0,03	0,05

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 (2008-2014)

Objekt	EC	pH	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd	Be
SD2	0,19	V	0,01	0,01	-	1,40	6,57	0,08	0,03	0,01	0,01	0,02
SD3	0,18	V	0,01	0,02	0,01	0,38	9,55	1,18	0,01	0,01	0,01	0,02
SD5	0,10	V	0,01	0,001	0,01	0,28	2,08	0,47	0,01	0,01	0,01	0,02
SD7	0,17	V	0,01	0,01	0,03	0,28	2,81	0,19	0,01	0,01	0,01	0,02
SH2	0,33	V	0,01	0,02	0,01	0,22	4,02	0,42	0,10	0,01	0,01	0,02

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.

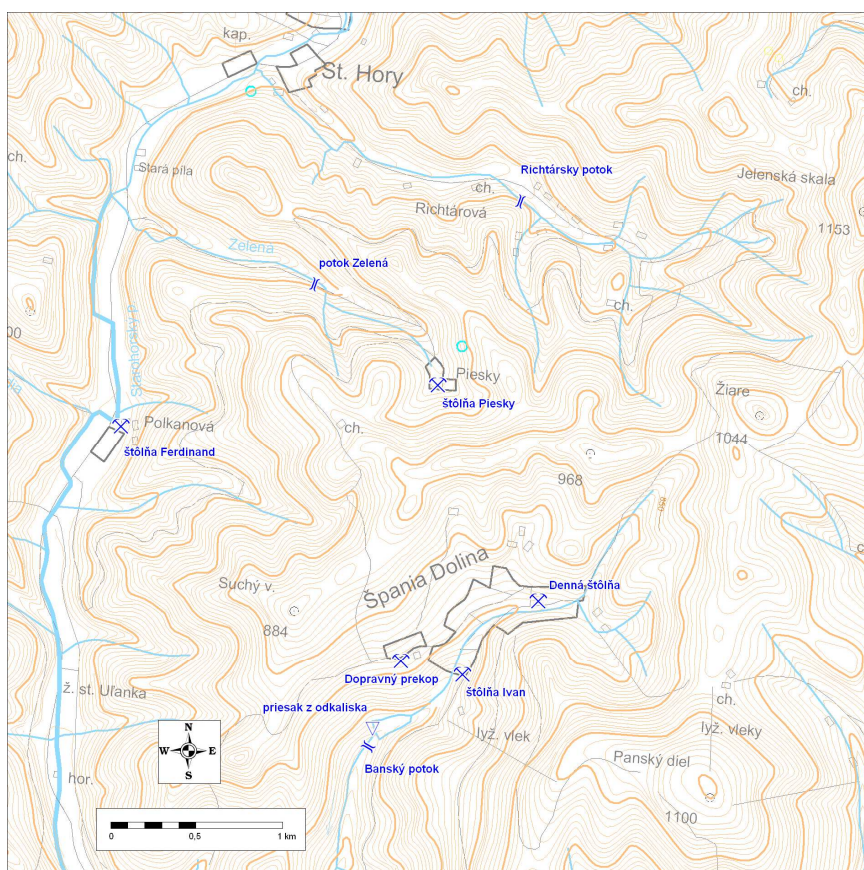
Kontaminovaná povrchová voda spôsobuje kontamináciu riečneho sedimentu. V profile pod odkaliskom v Španej Doline bolo analýzou vzorky sedimentu Banského potoka z 9.10.2012 zistené, že intervenčné kritérium pre priemysel pre horninové prostredie a pôdu je prekročené 3-násobne v obsahu As, dvojnásobne 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
ŠD1	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.



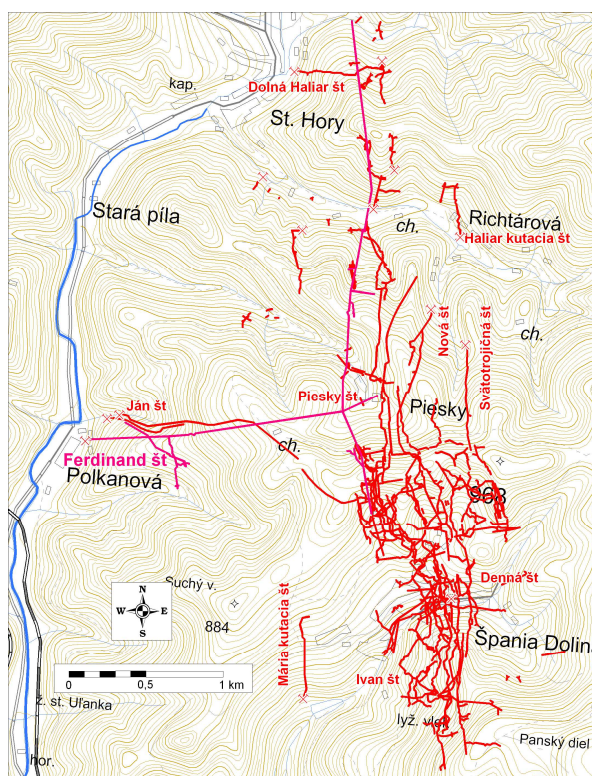
Obr. 5: Situácia monitorovaných objektov na lokalite Špania Dolina

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 Maťová, 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 najrozsiahljšie štôlne boli označené Haliar dedičná štôlna, Pfeiffer štôlna, Spodná a Vrchná severná dedičná štôlna, Nová štôlna, Ferdinand

dedičná štôľňa, Svätotrojičná štôľňa, Južná dedičná štôľňa a štôľňa Karol dedičná (obr. 6). 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 štôľne a chodby (štôľňa Dolná Haliar dedičná, Horná kutacia, Horná severná, Nová, Fajtlová, Denná, Vetracia, Trojičná, Mann, Slnko, Dolné Gugl patro, Južná dedičná, Sandberg, Zelená, Weiden medziobzor a Podložený prekop). K významnejším povrchovým prejavom podrúbania tu však v minulosti, ani v poslednom období, nedošlo.

Rudné bane š.p. Banská Bystrica v roku 2011 realizovali zabezpečenie starého banského diela – šachty Ludovika v Španej Doline. V rokoch 2015 - 2014 v oblasti Španej Doliny neboli zaznamenané prejavy nestability terénu, ani sa tu nevykonávala banská činnosť. Ústia monitorovaných štôľní sú zabezpečené a v dobe oboch našich návštev lokality v roku 2014 boli nepoškodené.



Obr. 6: 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 2014 sa vydobylo len 21 kt barytu (SABAR s.r.o. Markušovce pre Rudohorskú investičnú spoločnosť a. s., Spišská Nová Ves). 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 štôlnu Peter, Ištván a Strednú štôľňu Jozef v Poráči (Kolektív autorov, 2015).

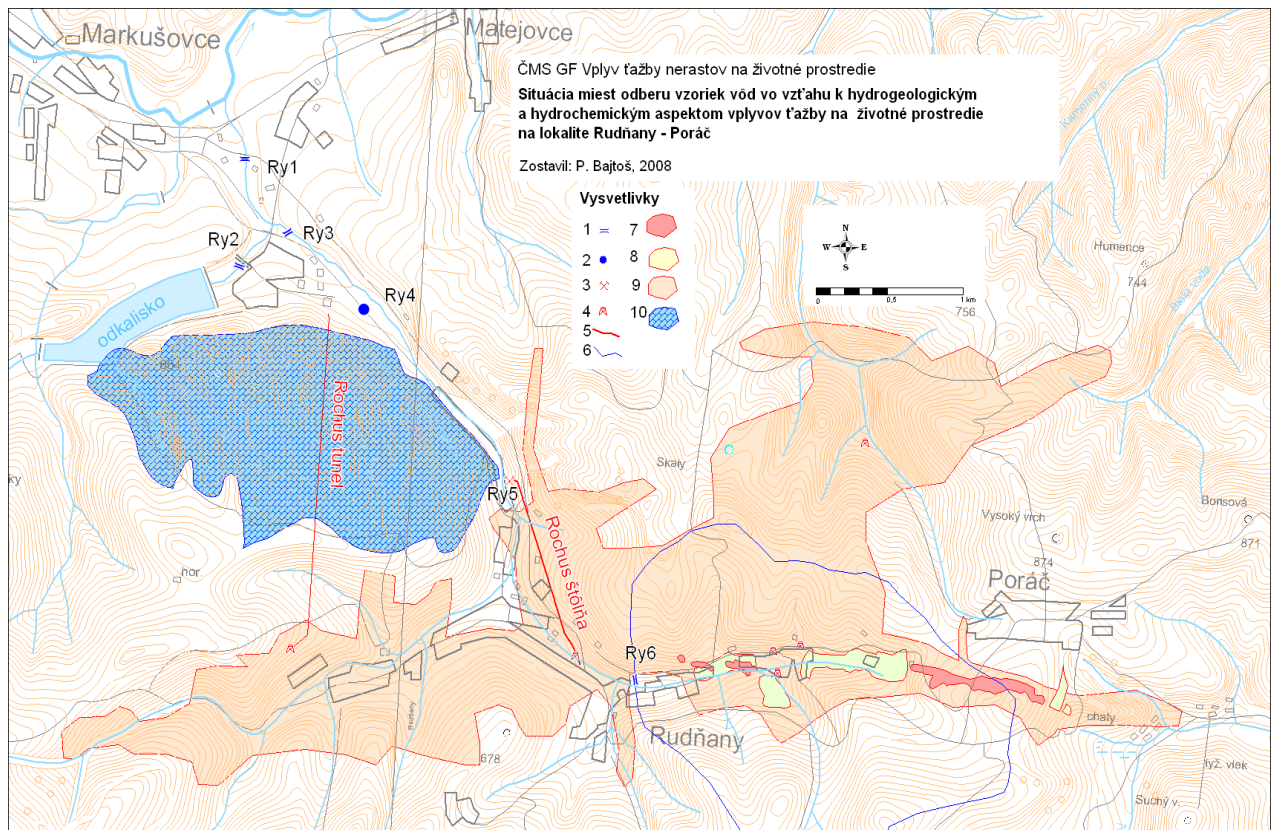
Hydrogeologické a geochemické aspekty

Hydrotermálne-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 štôlny Rochus, drenážny kanál odkaliska pri Novom priemyselnom závode (NPZ), krasovo-puklinový prameň Olšo a tri profily na Rudnianskom potoku (obr. 7). Merania výdatnosti na štôlni 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. Pre zabezpečenie meraní bol pred ústím štôlny Rochus na ľavom brehu Rudnianskeho potoka ešte pred ukončením zatápania vybudovaný merný žľab s trojuholníkovým prepacom.

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.



Obr. 7: 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 štôlne Rochus, 4 - šachta, 5 - štôlna, 6 - rozvodnica, 7 - oblasť podrúbania, 8 - halda, 9 - závalové pásmo, 10 - infiltračná oblasť prameňa Olšo.

Firma RIS, s. r. o., vykonáva prevádzkový monitoring množstva a kvality vôd presakujúcich z odkaliska (objekt Ry2). Kvalita Rudňanského 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 štôlne 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 štôlna Všetšvätých (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). Štôlna Rochus bola navyše vzorkovaná v rámci geologickej úlohy zameranej na štúdium možnosti využitia prírodných sorbentov na úpravu banskej vody (Kovaničová et al., 2014) v období rokov 2012 – 2013, tieto údaje sú zahrnuté do hodnotenia ČMS GF VŤŽP. Charakteristické hodnoty hlavných kontaminujúcich zložiek v regióne odvodené z týchto údajov sú uvedené v tab. 32.

Tab. 32: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Rudňany - Poráč

Obj.	Obdobie	Q l/s	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	2007-13	256,3	70,8	8,05	160	0,065	0,140	0,00018	0,009	0,074	0,004	0,011	0,007	-
	2014	172,5	66,5	8,23	114	0,096	0,093	0,00023	0,005	0,067	0,001	0,004	0,004	0,002
Ry2	2007-13	19,8	85,7	7,90	250	0,082	0,086	0,00031	0,003	0,043	0,009	0,016	0,004	0,002
	2014	12,3	81,2	7,85	187	0,011	0,077	0,00045	0,006	0,047	0,003	0,006	0,003	-
Ry3	2007-13	111,0	27,5	7,89	30	0,106	0,067	0,00006	0,009	0,058	0,003	0,007	0,004	-
	2014	89,4	27,8	7,78	27,8	0,067	0,033	0,00018	0,004	0,070	0,001	0,004	0,003	-
Ry4	2007-13	17,4	62,5	7,63	105	0,009	0,009	0,00158	0,008	0,070	0,003	0,014	0,002	-
	2014	16,0	60,3	7,70	84	0,004	0,002	0,00165	0,144	0,089	0,001	0,012	0,002	-
Ry5	2007-13	36,0	165,7	7,62	398	0,308	1,441	0,00013	0,006	0,033	0,009	0,011	0,006	0,010
	2014	44,9	145,7	7,65	306	0,157	1,400	0,00018	0,005	0,043	0,005	0,007	0,003	0,008
Ry6	2007-13	2,9	38,5	7,65	30	0,247	0,350	0,00019	0,016	0,095	0,007	0,059	0,011	0,001
	2014	1,5	40,6	7,70	31	0,075	0,241	0,00013	0,016	0,106	0,004	0,036	0,007	-
Ry7	2013	0,21	99,4	7,77	23	0,060	0,051	0,00018	0,004	0,316	0,001	0,005	0,002	-
	2014	0,23	70,1	7,79	23	0,046	0,021	0,00005	0,005	0,221	0,001	0,003	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 Vŕševských.

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 môže vyskytovať zvýšený obsah bária, čo dokumentujú analýzy vody štôľne Vŕševských pri Poráči (Ba = 0,3 mg/l). 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 štôľne 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 2014 voči predchádzajúcemu obdobiu 2007 – 2013 zistujeme u všetkých pozorovaných objektoch pokles o 14 – 64 %. Naopak, u bária väčšina monitorovaných objektov má charakteristickú hodnotu v roku 2014 vyššiu o 9 – 30 %, oproti predošlému obdobiu. Výnimkou je Rudniansky potok pred ústím do Hornádu (pokles o 10 %) a banská voda štôľne Vŕševských (o 30 %, monitorovaná od roku 2013). V prípade ortuti je zistený nárast u objektov Ry1 až Ry5 a pokles u objektov Ry6 a Ry7 (tab. 32).

Tab. 33: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality povrchovej a banskej vody lokality Rudňany - Poráč s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody (2008-2014)

Objekt	EC	pH	SO ₄	Fe	Mn	Hg	Zn	Ba	As	Sb	Cu	Ni
Ry1	0,64	V	0,58	0,03	0,45	0,18	0,13	0,73	0,38	2,01	0,63	0,09
Ry2	0,77	V	0,97	0,03	0,28	0,32	0,07	0,42	0,76	3,13	0,32	0,09
Ry3	0,25	V	0,12	0,05	0,21	0,07	0,13	0,60	0,27	1,36	0,33	-
Ry4	0,57	V	0,41	0,003	0,03	1,51	0,45	0,72	0,21	2,79	0,17	-
Ry5	1,55	V	1,81	0,17	4,86	0,13	0,09	0,33	0,78	2,46	0,42	0,47
Ry6	0,37	V	0,12	0,11	1,11	0,17	0,26	0,97	0,61	11,07	1,02	0,05
Ry7	0,77	V	0,09	0,03	0,12	0,11	0,10	2,68	0,06	0,83	0,19	-

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. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 7.

Tab. 34: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality banskej vody lokality Rudňany - Poráč s indikačným kritériom (ID) pre podzemnú vodu (2008-2014)

Objekt	EC	pH	Hg mg/l	Zn mg/l	Ba mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l	Ni mg/l
Ry2	0,43	V	0,17	0,004	0,04	0,16	0,63	0,02	0,02
Ry4	0,31	V	0,79	0,03	0,07	0,04	0,56	0,01	-
Ry5	0,85	V	0,07	0,01	0,03	0,16	0,42	0,03	0,10
Ry7	0,50	V	0,09	0,004	0,32	0,02	0,49	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. 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

V rámci prác pre návrh štátneho monitoringu sledovanie na tejto lokalite zahrňovalo okrem vtedy prebiehajúcich, pokračujúcich, obnovených, resp. novozriadených geodetických bodov resp. polí, aj všetky staršie, časovo izolované úseky geodetických meraní (retrospektívne monitorovanie). Systém tak obsahuje oproti ostatným rudným ložiskám ďaleko najväčší počet geodetických meraní na profiloch, často vrátane podrobného

zhodnotenia. Najčastejšie ide o úseky cestných komunikácií (tzv. nová a stará št. cesta Rudňany - Poráč). Terénou rekognoskáciou boli sledované prejavy závalov a prepادلisk jednak v oblasti nad dobývkami žily Zlatník na sever od obce Poráč, jednak rozsiahle závaly a prepادلiská v oblasti Banísk a jednak závaly na svahoch pri severovýchodnom okraji Rudnian a opustené ústia podzemných banských diel. Súčasťou monitoringu sú merania na početných objektoch prednej a zadnej hrádze odkaliska v Markušovskej doline i sledovanie porúch na niektorých objektoch lokality Ždiarik, retrospektívne aj na objekte už neexistujúcej kompresorovne jamy 5RPI (Vrana et al., 2005).

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 Baníská 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 spojitým 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, z ktorých sa sledujú 4 profily, z toho 3 pri východnom ukončení Banísk južne od obce Poráč.

Organizácia RIS a.s. Spišská Nová Ves v súčasnosti vykonáva ťažbu v osobitnom dobývacom priestore „Poráč I“. Dobýva tu baryt technológiou s použitím dobývacej metódy „mediobzorové dobývanie krátkymi vrtmi na zával“ so samovoľným zavalovaním vydobytého priestoru, kde nevznikajú otvorené vyrúbané priestory takého rozsahu, aby došlo k ohrozeniu bezpečnosti prevádzky a zamestnancov. Prejav dobývania je na povrchu vymedzený závalovým pásmom, v ktorom vzniknuté terénne poklesy (prepادلiská) sú priebežne zavázané inertným materiálom – elektrárenským popolčekom, ako následná rekultivácia. V rokoch 2012 - 2014 nebol na tejto lokalite zaznamenaný vznik nových závalov, ani výrazné zmeny oproti predchádzajúcemu obdobiu (Kolektív autorov, 2013, 2014, 2015). Súvisí to s redukciami dobývacích prác, v dôsledku stagnácie odbytu barytovej suroviny na trhu.

Odkalisko v Markušovciach 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 vykonával v roku 2011 štátny dozor nad plnením požiadaviek a povinnosti prevádzkovateľov úložísk ťažobných odpadov ustanovených zákonom č. 514/2008 Z.z. a rozhodnutiami vydanými na jeho základe. Pri meraní chemického zloženia vôd presakujúcich z odkaliska Markušovce v 4. štvrtroku 2011 namerané množstvo pre nerozpustné latky prekročilo stanovený limit o 7 mg/l a pri meraní chemického zloženia podzemnej vody bolo zistené prekročenie limitnej hodnoty pre Sb o 0,009 mg/l (Kolektív autorov, 2012).

4.8 Lokalita Nižná Slaná R8

Ložisko metasomatického sideritu Nižná Slaná – Manó – Kobeliarovo (DP Nižná Slaná) hlbinne ťažila firmou 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 vstupu 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). 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 laboratórných rozborov za obdobie rokov 2007 - 2014. Zistené sú zvýšené koncentrácie síranového aniónu, mangánu a arzenu vo vode odkaliska, nevyhovujúce požiadavkám na kvalitu povrchovej vody (tab. 38). 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 (preyšuje indikačné kritérium a dosahuje hranicu intervenčného kritéria, tab. 39 a 40). V roku 2014 bola

zistená charakteristická hodnota obsahu As nižšia oproti obdobiu 2009 – 2013 o 14 %, Mn o 21 %, železa o 39 %, amónneho iónu o 17 % a síranového aniónu o 15 % (tab. 36).

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

Obdobie	Q l/s	EC mS/m	pH	SO ₄ mg/l	NH ₄ mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l	As mg/l	Sb mg/l	Cu mg/l
2009-13	1,46	109,3	7,61	357	1,36	1,281	1,539	0,003	0,013	0,099	0,004	0,001
2014	1,72	104,7	8,23	304	1,13	0,782	1,210	-	0,003	0,085	0,004	-

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	Zn	As	Sb	Cu
odkalisko	2009 - 2014	0,99	V	1,39	0,99	0,60	4,95	0,35	0,17	12,88	0,78	0,13

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	Zn	As	Sb	Cu
odkalisko	2009 - 2014	0,54	V	1,07	0,03	0,004	1,93	0,16	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	Zn	As	Sb	Cu
odkalisko	2009 - 2014	0,36	V	0,53	0,01	0,001	0,97	0,08	0,003

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 sú stabilizované a nachádzajú sa v málo navštevovanom a pomerne neprístupnom teréne okolo kóty Rimberg medzi Nižnoslanskou Baňou a Kobeliarovom. Podľa topografickej mapy mierky 1 : 10 000 z roku 1991 sa tu nachádza 31 prevažne menších depresií priemeru do 20 m na ploche 1 km x 300 m. V závalovom pásme ložiska Kobeliarovo pri SZ okraji obce prebiehajú od roku 1995 dynamické zmeny, dochádza tu k pokračujúcemu rozširovaniu a vzájomnému spájaniu pôvodne 19 prepادلísk. Časový vývoj rozsahu tohto závalového pásma sme do roku 2013 sledovali na podklade výrezu z digitálnej farebnej ortofotomapy (Bajtoš et al., 2014) spracovanej z leteckého meračského snímokovania z rokov 2002 a 2003 (Ortofotomapa © Geodis Slovakia, s.r.o.), družicových snímok GoogleEarth z roku 2004 a vlastných meraní

rozsahu závalov v roku 2008 v teréne pomocou GPS prístroja. Celková plocha závalov predstavovala v roku 2003 5 047 m², v roku 2004 10 450 m² a v roku 2008 16 255 m².

Zhodnotenie súčasného stavu závalov v Kobeliarove

Pre možnosť sledovania časových zmien vývoja geodynamických javov v Kobeliarove vplyvom banskej činnosti, a tiež pre možnosť prognózovania ich ďalšieho vývoja, bolo potrebné realizovať ich detailné mapovanie. Preto sme zrealizovali v oblasti závalov podrobné GNSS zameranie prístrojom Trimble Geo7x s horizontálnou presnosťou do 0,1 m (v území bez vyššieho vegetačného pokryvu) a s presnosťou cca do 1,5 – 2,5 m (v území s vyšším vegetačným pokryvom). Súbežne s GNSS meraniami bola vykonávaná písomná dokumentácia zaznamenaných geodynamických javov a ich foto, príp. video dokumentácia.

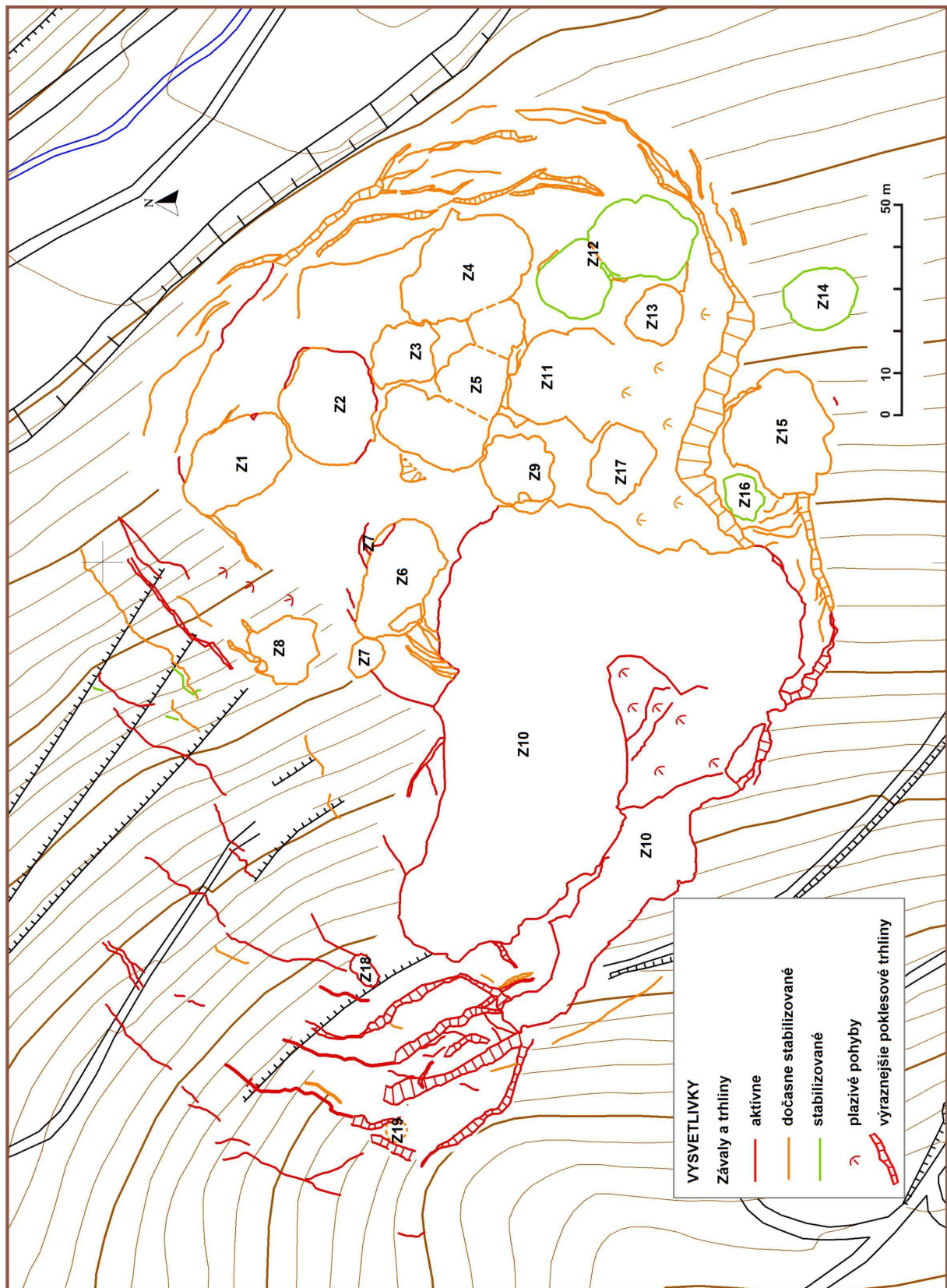
Polohopisné zameriavanie sa sústredilo na všetky prejavy morfológických zmien povrchu terénu vplyvom ťažby na ložisku. Definované boli tieto geodynamické prejavy:

- závaly,
- trhliny poklesového, ťahového a ťahovo-poklesového charakteru.

Výsledkom terénnych zameraní je interpretácia aktivity závalov a ostatných svahových deformácií vplyvom banskej činnosti na ložisku Kobeliarovo vo forme mapy. V mape (obr. 8) je vyobrazená polohopisná situácia závalov a trhlín, kde je farebne orientačne definovaná ich aktivita, resp. stupeň stability, pričom môže ísť o javy stabilné, dočasne stabilizované alebo stabilizované. Pri trhlinách bola dokumentovaná miera poklesu, resp. miera roztvorenosti trhliny, tak ako sa prejavuje na povrchu terénu. Pri trhlinách poklesového charakteru bola dokumentovaná smerová orientácia poklesu.

Z dokumentácie svahových deformácií vyplývajú nasledovné skutočnosti. Celkovo bolo lokalizovaných 19 závalov. Niektoré z nich sú aj ohraničené skupiny predtým samostatných závalov (napr. závaly Z5, Z12). Plošný rozsah závalov (bez trhlín) dosahuje vo V-Z smere šírku približne 200 m (270 m vrátane výskytu trhlín) a v S-J smere približne 170 m (200 m vrátane trhlín).

Najaktívnejšou oblasťou v sledovanom území sa javí juhozápadná až severozápadná časť. Tu sa nachádza aj rozsahom najväčší a zároveň najstarší zával Z10, ktorý začal vznikáť a ďalej sa rozširovať do dnešnej podoby od prvých prejavov vplyvu banskej činnosti, t. j. v apríli 1995. Zával možno považovať stále za aktívny, nakoľko sú steny závalu obnažené (obr. 9). Priebeh závalu nie je tvarovo rovnomerný, podobne aj dno závalu. Približne v strednej časti sa nachádza zvyškový hrebeň, ktorý aktívne poklesáva. Zistené tu boli priečne aktívne otvorené ťahové trhliny so šírkou do cca 25 cm.



Obr. 8: Mapa závalov a ostatných svahových deformácií vplyvom banskej činnosti na ložisku Kobeliarovo (Topografický podklad Ščuka et al., 1982).

Na oblasť závalu sa vzťahujú aj aktívne trhliny, ktoré sa vyskytujú približne až do 70 m od okraja závalu, ktoré spôsobujú rozvoľňovanie horninového masívu do širšej oblasti závalu. Na juhozápadnom a západnom okraji sa vyskytujú trhliny s najväčšou mierou poklesu terénu - až do cca 2 m (obr. 10). Ich JV-SZ smer je paralelný so smerom okrajovej hrany závalu, pričom väčšina z nich prakticky začína od okraja závalu Z10. Ďalšie (vzdialenejšie) trhliny v severozápadnej časti viac-menej nadväzujú na popisované trhliny, pričom ich priebeh sa smerovo stáča do JZ-SV smeru (obr. 11). Zároveň ustupuje, príp. aj absentuje ich poklesový charakter.



Obr. 9: Stena závalu Z10 na jeho západnom okraji.



Obr. 10: Odlučná plocha výraznej ťahovo-poklesovej trhliny v západnej časti oblasti závalov.



Obr. 11: Ťahovo-poklesová trhlina s prevažujúcim ťahovým charakterom v severozápadnej časti oblasti závalov.



Obr. 12: JV stena závalu Z2.



Obr. 13: Zával Z5.



Obr. 14: Zával Z6.



Obr. 15: Zával Z7.



Obr. 16: Poklesový blok na závale Z8.



Obr. 17 : Zával Z9.

Obdobný charakter trhlín pokračuje smerom na východ až severne od závalu Z8 a severozápadne od závalu Z1.

Vo východnej polovici závalového pásma sa vyskytuje najväčší počet závalov, ktoré sa nachádzajú navzájom v pomerne tesnej blízkosti. Niektoré závaly sú zoskupením pôvodne samostatných závalov. Zával Z5 je zával vzniknutý spojením troch a zával Z12 spojením dvoch pôvodných závalov predelených úzkymi poklesnutými hrebienkami. Väčšinu závalov možno považovať za dočasne stabilizované. V súčasnosti totiž prejavujú síce menšie známky aktivity, avšak v minulosti boli postihnuté ustavičným procesom vznikania a rozširovania,

o čom sa zmienime ešte neskôr. Na okrajoch viacerých závalov (Z1, Z2, Z6, Z8, Z9) bol pozorovaný výskyt aktívnych až dočasne stabilizovaných poklesových horninových blokov. O možnom procese ďalšieho rozširovania jednotlivých závalov nasvedčuje, okrem iného aj výskyt kratších trhlín ústiach do závalu so snahou ohybu do súbežného smeru s okrajovou hranou závalov. Takéto prejavy boli spozorované pri viacerých závaloch, a to pri závaloch Z1, Z2, Z6, Z8, Z11, Z12. Vzhľadom na pozíciu trhlín medzi závalmi Z5 a Z11 je možné predpokladať v budúcnosti ich spojenie. Fotografie niektorých závalov sú na obr. 12, 13, 14, 15, 16, 17.

O aktívnych procesoch deformácie terénu aj v oblastiach medzi závalmi svedčí i existencia aktívneho plastického poklesávania terénu, tzv. „creepingu“, ktorý je viditeľný postupným ohybom kmeňov mladších porastov stromov alebo aj výskytom série rovnobežných trhlín hlavne ťahového charakteru (medzi závalom Z10 a Z6, medzi závalom Z1 a Z8).

Východné ohraničenie výskytu závalov charakterizuje prítomnosť pásma paralelných, alebo na seba nadväzujúcich trhlín mierneho oblúkovitého tvaru približne S-J smeru. Ich prejav je ťažko identifikovateľný vzhľadom na hustý porast vysokej trávy. Klasifikované boli ako dočasne stabilizované. Jedná sa o trhliny prevažne ťahovo-poklesového charakteru, menej ťahového charakteru (obr. 18), spravidla s výraznejšou odlučnou poklesovou hranou. Zaujímavým javom je prítomnosť aj trhlín „so spätným poklesom“, t. j. smerom od závalov.



Obr. 18 : Otvorená ťahová trhlina na východnom okraji závalového pásma.

Na pásmo trhlín východného ohraničenia závalového pásma viac menej nadväzujú trhliny poklesového, ťahovo-poklesového aj ťahového charakteru, ktoré sa smerovo postupne stáčajú do SV-JZ až SVV-JZZ smeru.

Najvýraznejšia trhlina, ktorá nadobúda charakter odlučnej hrany šmykovej plochy začína pri závale Z12. Jej smer sa ostro mení zo SV-JZ na JV-SZ a opäť na SV-JZ. V ukončení nadväzuje orientáciou na priebeh steny závalu Z10. Výška odlučnej plochy dosahuje v maxime až 2,5 – 3 m. Prejavuje sa ako dočasne stabilizovaná. Pod týmto poklesom smerom k závalom sa vyskytuje územie s výskytom rozvoľnených horninových blokov a plazivých deformácií.

Výrazná trhlina spája aj zával Z15 a Z10. Smer priebehu trhliny sleduje priebeh odtrhovej hrany závalu Z10, pričom pri zmene orientácie trhliny nastáva aj zmena charakteru z dočasne stabilizovanej poklesovej trhliny SVV-JZZ smeru na aktívnu ťahovú V-Z smeru (obr. 19) a ďalej ťahovo-poklesovú otvorenú trhlinu (JV-SZ smeru) (obr. 20), ktorej poklesový charakter ešte smerom k závalu Z10 narastá až na výškový rozdiel cca 1,6 m.



Obr. 19: Aktívny ťahový priebeh otvorenej trhliny pri južnom okraji závalu Z10.



Obr. 20: Aktívny ťahovo-poklesový priebeh trhliny pri vyústení k závalu Z10.

V priestore medzi trhlinou a závalom je niekoľko kratších trhlín s podobnou zmenou charakteru v ich priebehu ako bola popisovaná na tejto trhlíne.

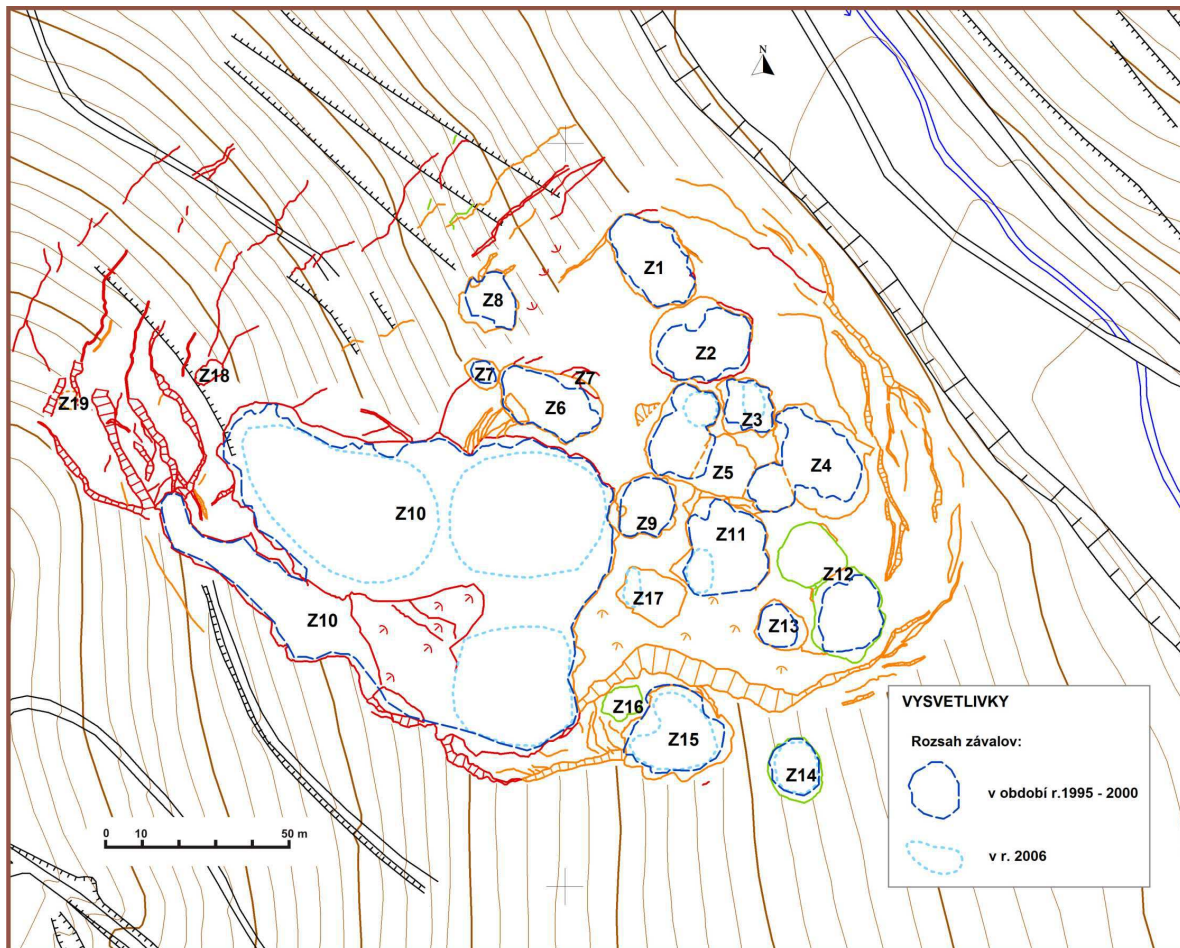
Zával Z14 nejaví známky aktivity, je pravdepodobne stabilizovaný. Prítomný je porast starších stromov. Podobne aj zával Z16. Avšak terén v blízkosti závalu sa javí ako aktívnejší s trendom postupného rozvoľňovania. Lokalizovaná tu bola séria paralelných ťahových a ťahovo-poklesových trhlín pozíčne nad závalom Z15 a Z16. Zával Z15 sa prejavuje ako aktívny s dočasnou stabilizáciou. Viditeľné sú časté osypy na stenách a uvoľnené horninové balvany a bloky.

Historický vývoj závalov

Pre odhad ďalšieho rozvoja závalov napomáha poznanie ich postupného vývoja v minulosti. Z tohto hľadiska boli zakreslené približné ohraničenia závalov v rôznom čase do spoločného mapového zobrazenia na obr. 21.

Najstaršie získané fotografie nie sú presne datované, sú približne z obdobia rokov 1995 – 2000 (obr. 22). Rozsah závalov bol podľa fotografie orientačne zakreslený do mapy (obr. 21). Z nej je zrejmé, že v tomto období vznikli samostatné závaly v súčasnosti spojené do jedného závalu s označením Z10. Vznikli tiež (takmer do svojho súčasného rozsahu) závaly Z14 a Z15. Začal tiež vznikať zával Z3 a malá časť závalu Z5.

Rozsah závalov pre rok 2006 bol približne interpretovaný z ortofotomapy z r. 2006. Z mapy na obr. 21 je zrejmý výrazný nárast počtu novovzniknutých závalov. Z porovnania tohto stavu so súčasným stavom vidieť najmä tendenciu mierneho plošného rozširovania samotných závalov, avšak badateľný je aj prírastok závalov, a to závalu, ktorý prepojil súčasný zával Z5, výrazné rozšírenie závalov Z12 a Z17. Časový vývoj závalov Z16, Z18, Z19 a sčasti závalu Z10 nie je možné vyhodnotiť vzhľadom na ich situovanie v zalesnenom teréne. Z fotodokumentácie na obr. 22 až 25 je vidieť vývoj závalového pásma od roku 1995 až do roku 2014.



Obr. 21: Mapa vývoja závalov na ložisku Kobeliarovo v období od roku 1995 do roku 2014. (Topografický podklad Ščuka et al, 1982).



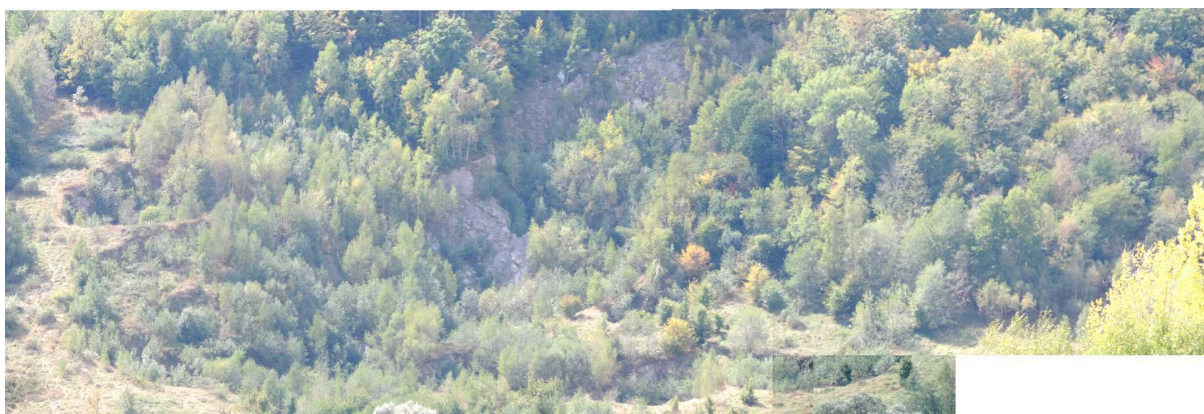
Obr. 22: Pohľad na oblasť závalov na ložisku Kobeliarovo z obdobia niekedy v r. 1995 – 2000. (foto: Dušan Vandrášik, Banícka a geologická expozícia v Nižnej Slanej)



Obr. 23: Pohľad na oblasť závalov na ložisku Kobeliarovo z 2.8.2005 (foto: Stanislav Lukáč).



Obr. 24 : Pohľad na oblasť závalov na ložisku Kobeliarovo z 21.8.2010 (foto: Stanislav Lukáč).

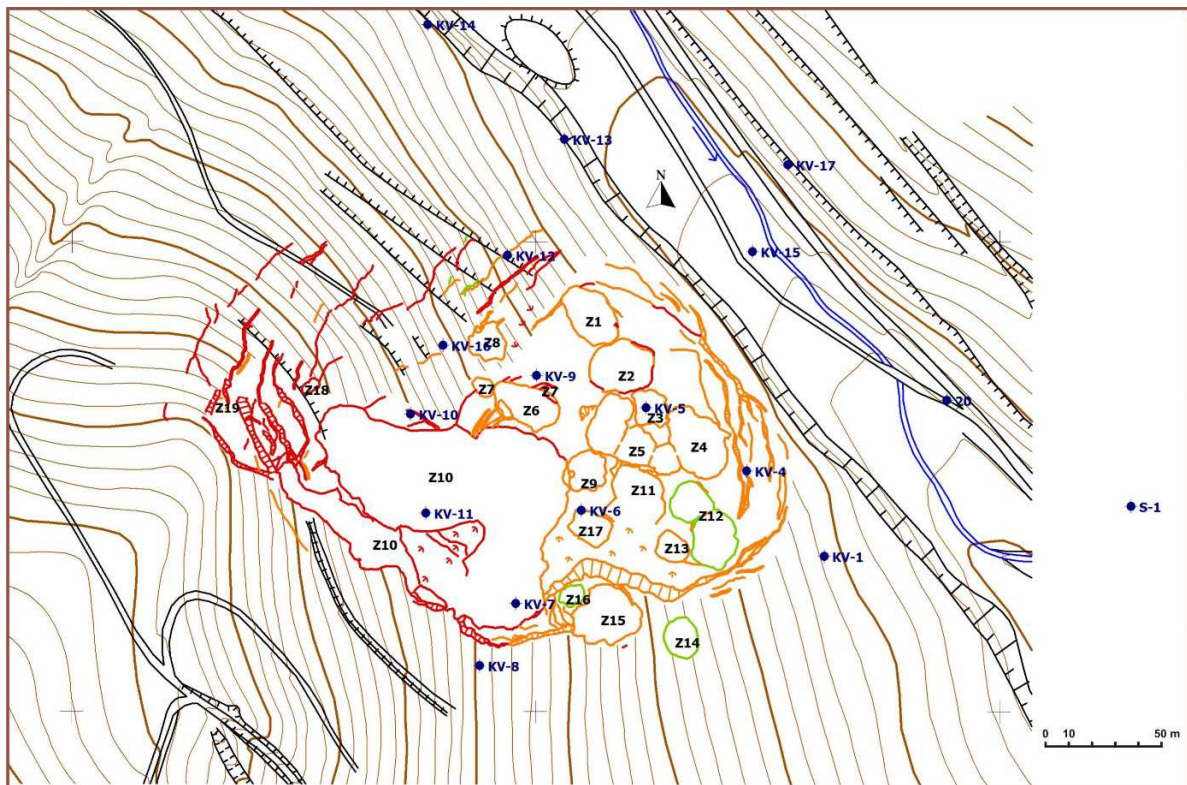


Obr. 25: Pohľad na oblasť závalov na ložisku Kobeliarovo z 8.9.2014.

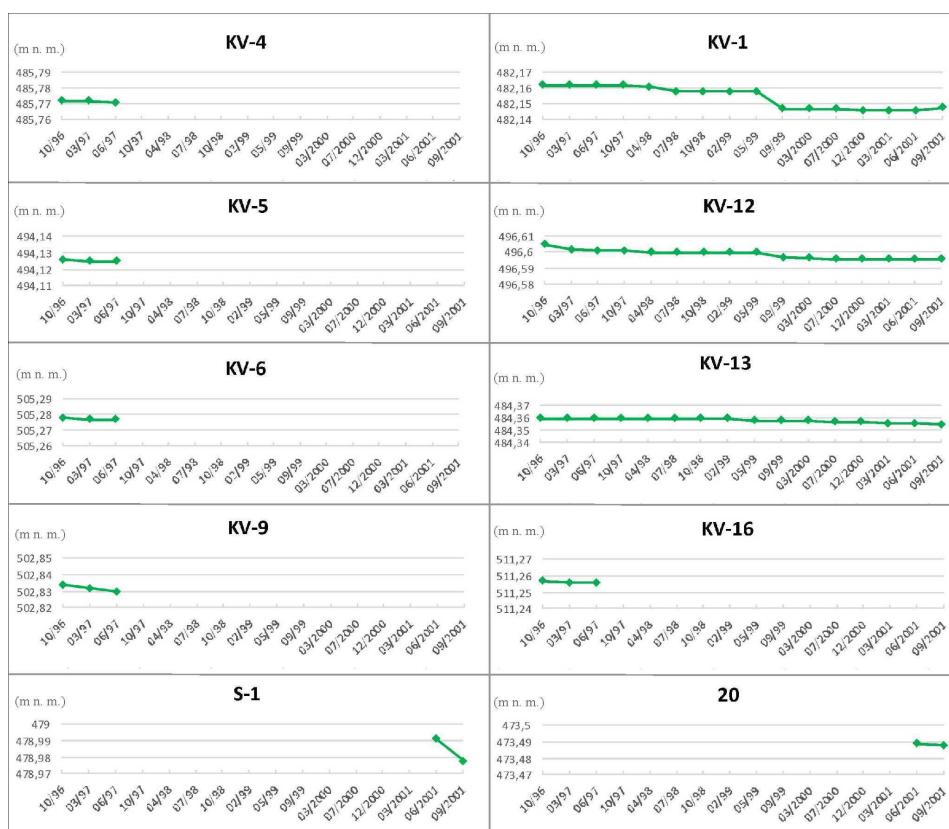
Prognóza vývoja závalov a svahových deformácií vplyvom banskej činnosti

Presnejšie metódy monitorovania vývoja svahových deformácií vplyvom banskej činnosti spočívali v minulosti iba v sledovaní pevných meračských bodov (obr. 26). Tieto body boli zabudované prevažne v strednej a východnej časti súčasného plošného rozšírenia závalov a v širšom okolí smerom na S až V. Tabuľkové údaje o výškových meraniach týchto bodov uvádza ako prílohu správy Vrana (2005). Z analýzy týchto dát, z časového vývoja závalov a vlastných pozorovaní vyplývajú nasledovné skutočnosti. Výškové merania meračských bodov začali v októbri 1996. Veľká časť bodov sa prestala výškovo zameriavať už po krátkom čase – do júna 1997, sčasti z dôvodu prepadnutia bodov (KV-5, KV-6) do vznikajúcich závalov alebo z nám neznámych dôvodov (KV-4, KV-9, KV-16). Niektoré body sa z dôvodu ich prepadnutia do závalov nestihli pravdepodobne ani prvotne zmerať (body KV-7 a KV-11). Z ďalších bodov, ktoré boli kontinuálne sledované dlhšie obdobie, sú k dispozícii výškové zamerania do septembra 2001 (body KV-1, KV-12, KV-13) ako aj body 4 a 5. Avšak k týmto bodom zatiaľ nebolo možné zistiť polohopisnú situáciu.

Zo spomínaných údajov, ktoré uvádza Vrana et al. (2005), sme zostavili grafy časového vývoja poklesov týchto meračských bodov (obr. 27). Z grafov možno konštatovať, že takmer na všetkých meračských bodoch bol zistený minimálny pokles úrovne terénu, najvýraznejší na bodoch KV-1 a KV-12. Pozoruhodné je zistenie poklesávania bodu S-1, ktorý sa nachádza vo vzdialenosti od závalov, kde by sa poklesávanie terénu nemalo očakávať. Vzhľadom na krátku dobu jeho monitorovania (jún až september 2001) nie je možné vyhodnotiť časovú tendenciu i mieru poklesu.



Obr. 26 : Situácia monitorovacích meračských bodov (topografický podklad Ščuka et al.,1982).



Obr. 27: Grafy časového priebehu poklesu meračských bodov na ložisku Kobeliarovo.

Vzhľadom na rozdielnosť doby sledovania a absencie meračských bodov v západnej časti sledovaného územia nie je možné určiť prognózy poklesávania územia. Rekognoskáciou terénu boli nájdené zatiaľ iba 2 meračské body, a to KV- 4 (obr. 28) a KV-8 (obr. 29).



Obr. 28: Pozorovací meračský bod KV-4.



Obr. 29: Pozorovací meračský bod KV-8.

Nasledovná **prognóza plošného rozširovania závalov** vychádza predovšetkým z výsledkov vlastnej dokumentácie terénnych prejavov po banskej činnosti. Z výskumu lokality ložiska Kobeliarovo vyplynulo, že proces svahových deformácií terénu je aktívny s trendom dočasného ustávania.

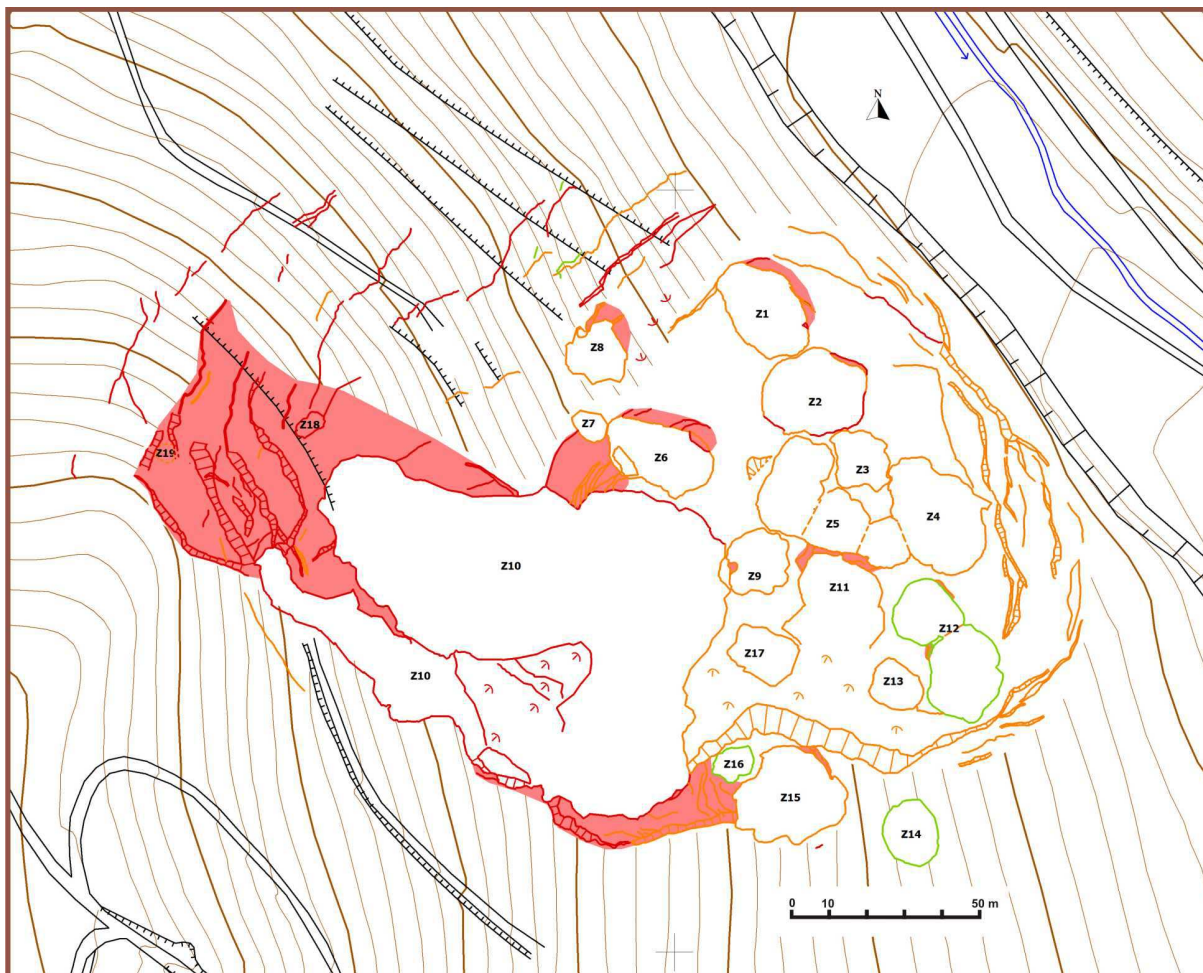
Vývoj prejavov podrúbania územia na ložisku Kobeliarovo sa predpokladá v dvoch základných formách, a to:

- proces dotvárania – plošného rozširovania jednotlivých závalov,
- ďalšia aktivizácia súčasných trhlín a tvorba nových trhlín v okolí závalov.

Ako je zrejmé z mapy na obr. 30, najvýraznejšia aktívna forma trhlín sa vyskytuje v okolí západného okraja závalu Z10, kde boli lokalizované výrazné trhliny prevažne

poklesového charakteru. V oblasti rozšírenia týchto trhlín je opodstatnený predpoklad aj ďalšieho možného rozširovania hlavného závalu Z10 v budúcnosti.

Ďalšie relatívne plošne menšie rozširovania závalov je možné očakávať aj na južnom okraji závalu Z10 a na severnom okraji závalu Z10 v smere k závalu Z6. Menší rozvoj (s možnosťou uvoľňovania väčších horninových blokov do závalov) sa predpokladá v najbližšej dobe aj v okolí ostatných závalov s výskytom kratších trhlín so smerovou orientáciou paralelnou s odtrhovou hranou závalov (závaly Z1, Z2, Z5, Z6, Z8, Z9, Z11, Z12, Z15).



Obr. 30: Prognózne rozširovanie závalov na ložisku Kobeliarovo označené červenými plochami (topografický podklad Ščuka et al., 1982).

Aktivizácia súčasných trhlín s prípadnou tvorbou nových v okolí závalov sa predpokladá v západnej až severnej časti územia predovšetkým v oblasti výskytu aktívnych trhlín, a tiež na južnom okraji územia pri závale Z10. Celú oblasť závalov na ložisku Kobeliarovo možno definovať z hľadiska aktivity trhlín za iba dočasne stabilizovanú až aktívnu.

Ako už bolo spomínané, uvedená prognóza vychádza predovšetkým iba z výsledkov vlastnej dokumentácie terénnych prejavov podrúbania. V prognóze nebol zohľadnený posledný stav rozsahu dobývania ložiska Kobeliarovo (banských chodieb, dobývok, a pod.). Dôvodom je skutočnosť, že posledný stav rozfárnenia ložiska je zatiaľ dostupný iba z výsledkov správy o výpočte zásob ložiska - Záverečná správa Kobeliarovo Fe PoP nad VI. obzorom z r. 1995 (Mihók, Jančura, 1995). Vzhľadom na to, že ťažba na ložisku je ukončená a ťažobná organizácia zanikla, dokumentácia z dobývania ložiska je uložená v Štátnom

ústrednom banskom archíve v Banskej Štiavnici. Podľa vyjadrenia Ing. Márie Mihókovej, vedúcej oddelenia starších fondov, dokumentácia nie je zatiaľ sprístupnená, nakoľko ešte nebola spracovaná.

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).

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Banské priestory v oblasti medzi Slovinkami a Gelnicou, ktorými boli v minulosti hlbinné ťažené žily sideritovo-sulfidickej rudy, sú dnes opustené. 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 hľad 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. 31): S14 - banská voda ložiska vytekajúcu štôľňou Alžbeta, S15 - drenážna voda odkaliska Bodnárec, S11 - Slovinský potok nad ložiskom, S12 - Slovinský potok pred sútokom s Poráčskym potokom, S13 - ústie Poráčskeho potoka a S16 - Slovinský potok pod ložiskom. Od roku 2009 sa monitoruje i priesak z odkaliska Kalligrund (S17). Charakteristické hodnoty rizikových zložiek odvodené z výsledky laboratórnych analýz odobratých vzoriek vôd za roky 2008 - 2014 sú uvedené v tab. 40.

V hodnotenom období rokov 2007 - 2014 v profile Slovinského potoka pod oblasťou postihnutou ťažobnými aktivitami (profil S16) bola monitoringom zistená vysoká koncentrácia As, Sb nevyhovujúca požiadavkám na kvalitu povrchových vôd (tab. 41). Slovinský potok má pritom pri vstupe do ložiskovej oblasti (S11) vyhovujúcu kvalitu, v profile pred sútokom s Poráčskym potokom (S12) je však už nevyhovujúci obsah antimónu. Kvalita Poráčskeho potoka na jeho ústí do Slovinského potoka (S13) 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 45% vyššia v roku 2014 ako v období 2007 – 2013 (tab. 40). Na profile Slovinského potoka pod ložiskom tento nárast predstavuje 17 % pre As i Sb. Pre obsah síranového aniónu, mangánu, zinku i medi je však na tomto monitorovanom objekte pozorovaný pokles.

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

Obj.	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
S11	2007-13	187,6	16,7	8,18	22	-	0,008	0,00005	0,030	0,003	0,002	0,003	0,004
	2014	141,9	16,6	8,09	22	-	0,006	0,00013	0,002	0,003	0,002	0,004	0,002
S12	2007-13	269,4	21,7	8,21	29	-	0,012	0,00005	0,005	0,003	0,004	0,020	0,012
	2014	198,7	21,3	8,22	26	-	0,005	0,00005	0,003	0,003	0,005	0,014	0,007
S13	2007-13	255,3	36,0	8,34	26	-	0,029	0,00006	0,004	0,003	0,002	0,003	0,002
	2014	214,6	36,2	8,39	22	-	0,015	0,00005	0,003	0,003	0,001	0,002	0,002
S14	2007-13	28,8	104,9	7,72	342	0,117	0,504	0,00006	0,005	0,003	0,240	0,010	0,005
	2014	36,7	102,2	7,96	307	0,467	0,307	0,00005	0,003	0,003	0,348	0,009	0,001
S15	2007-13	7,2	131,5	7,71	669	0,167	3,983	0,00006	0,021	0,003	0,037	0,007	0,009
	2014	4,9	126,7	7,82	596	0,106	2,495	0,00005	0,016	0,003	0,052	0,003	0,005
S16	2007-13	589,0	42,0	8,28	76	-	0,089	0,00005	0,007	0,004	0,029	0,012	0,007
	2014	490,0	39,9	8,36	62	-	0,041	0,00005	0,003	0,003	0,034	0,014	0,004
S17	2009-13	15,6	98,8	8,00	288	0,211	0,252	0,00005	0,010	0,003	0,015	0,010	0,003
	2014	17,5	84,7	8,14	207	0,122	0,141	0,00005	0,011	0,003	0,019	0,008	0,004
G1	2014	42,0	36,1	8,46	49	-	0,010	0,00008	0,011	0,003	0,003	0,024	0,013
G2	2014	1,3	69,6	7,77	70	0,128	0,015	0,00005	0,022	0,003	0,009	0,139	0,087
G3	2014	2,9	43,0	7,92	86	0,128	0,019	0,00005	0,010	0,003	0,002	0,006	0,024

Vysvetlivky.: S11 - Slovinský potok nad ložiskom, S12 - Slovinský potok pred sútokom s Poráčskym potokom, S13 - ústie Poráčskeho potoka, S14 - banská voda ložiska vytekajúcu štôľňou Alžbeta, S15 - drenážna voda odkaliska Bodnarec, S16 - Slovinský potok pod ložiskom, S17 – drenážna voda odkaliska Kalligrund, G1 – potok Turzov, G2 – štôľňa Nová Krížová, G3 – štôľňa Jozef.

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

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO ₄	Fe	Mn	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co
S11	2008 – 2014	0,15	V	0,09	-	0,03	0,05	0,49	0,38	0,15	0,57	0,21		
S12	2008 – 2014	0,20	V	0,12	-	0,04	0,05	0,08	0,37	0,38	4,08	0,62		
S13	2008 – 2014	0,33	V	0,10	-	0,10	0,06	0,07	0,37	0,15	0,53	0,10		
S14	2007 – 2014	0,95	V	1,37	0,09	1,68	0,06	0,08	0,41	20,68	1,95	0,27	0,05	0,04
S15	2008 – 2014	1,20	V	2,68	0,07	13,28	0,06	0,34	0,34	3,16	1,40	0,48	2,01	1,18
S16	2008 – 2014	0,38	V	0,30	-	0,30	0,05	0,11	0,48	2,48	2,48	0,36		
S17	2009 – 2014	0,90	V	1,15	0,09	0,84	0,05	0,17	0,39	1,33	2,03	0,16	0,09	0,04
G1	2014	0,33	V	0,20	-	0,03	0,07	0,18	0,30	0,26	4,80	0,66		
G2	2014	0,63	V	0,28	0,06	0,05	0,05	0,36	0,30	0,73	27,70	4,63		
G3	2014	0,39	V	0,34	0,06	0,06	0,05	0,16	0,30	0,15	1,10	1,28		

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
S14	2007 – 2014	0,52	V	0,03	0,004	0,03	5,48	0,39	0,03	0,01	0,02
S15	2008 – 2014	0,68	V	0,03	0,02	0,03	0,80	0,27	0,05	0,44	0,59
S17	2009 – 2014	0,49	V	0,03	0,01	0,03	0,31	0,37	0,01	0,02	0,02
G2	2014	0,35	V	0,03	0,02	0,03	0,17	5,54	0,44		
G3	2014	0,21	V	0,03	0,01	0,03	0,04	0,22	0,12		

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. 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
S14	2007 – 2014	0,35	V	0,01	0,002	0,02	2,74	0,13	0,02	0,01	0,01
S15	2008 – 2014	0,46	V	0,01	0,01	0,01	0,37	0,14	0,02	0,22	0,30
S17	2009 – 2014	0,33	V	0,01	0,01	0,02	0,15	0,19	0,01	0,01	0,01
G2	2014	0,23	V	0,01	0,01	0,01	2,77	0,17	0,17		
G3	2014	0,14	V	0,01	0,005	0,01	0,02	0,11	0,05		

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 S16 pod odkaliskom Kalligrund

Ozn objektu	Dátum	Fe %	Mn %	Al %	Hg mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Sb mg/kg
S16	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
S16	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.

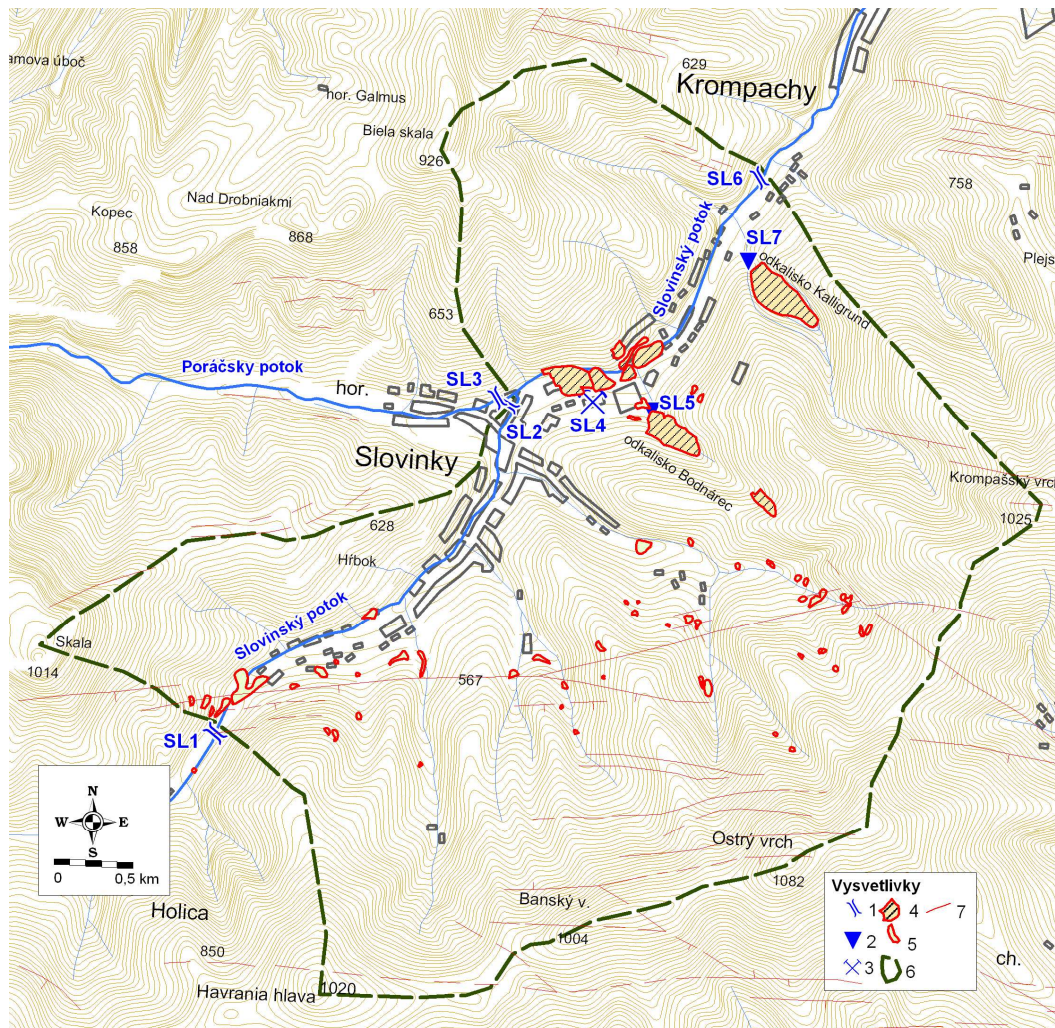
Inžinierskogeologické aspekty

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, prepahliská), boli v doterajšom období technicky sanované RB Banská Bystrica. V roku 2010 boli vykonané práce na definitívnom zabezpečení jamy Dorotea. Práce na zasýpaní jamy Emil II sa vykonávali v rokoch 2010 - 2011. V roku 2010 sa začali práce na zabezpečení štólne Krížová v Gelnici. V roku 2012 tento podnik vykonával technické úpravy toku Slovinského potoka v úseku pod bývalým závalom 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. Nevyhnutné terénne úpravy odkaliska Bodnárec vykonali aj v rokoch 2011-2013 Rudné Bane š. p.



Obr. 31: Lokalizácia monitorovacích objektov na lokalite Slovinky. 1 – monitorovaný profil povrchového toku, 2 – monitorovaná drenáž odkaliska, 3 – monitorované ústie štólne, 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 vytlačenie 0,18 kt rudy (Kolektív autorov, 2015).

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. V roku 2012 sa vykonávala pravidelná údržba 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 merané 2x ročne i v rámci monitoringu VŤŽP. Množstvo vody kolísalo medzi 3,35 až 22,32 l/s. Pre odvodnenie ložiska kvôli obnoveniu ťažby na Striebornej žile bolo 17.8.2011 začaté čerpanie banskej vody na šachte Mária, s priemerným čerpaným množstvom 25 l/s. Dňa 13.7.2012 dosiahla úroveň vody v bani klenby náraziska na 6. horizonte (180 m n.m.). 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. 32. 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 2014 (tab. 45). 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 2008-2014. 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 štôlni Sadlovský bol jednorazovo zistený zvýšený obsah ortute (0,2 µg/l). Z hľadiska hodnotenia kvality vody podľa kritérií hodnotenia rizika znečistenia podzemnej vody (metodický pokyn MŽP SR č.1/2012-7) prevyšuje intervenčné kritérium len obsah Al v banskej vode Dopravného prekopu (tab. 48). Indikačné kritérium navyše prevyšuje obsah As a merná elektrická vodivosť banskej vody štôlne Augusta (tab. 47).

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 (Blašková 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

Obj.	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
Ro1*	2007-13	10,7	155,5	4,22	897	75,9	32,5	0,00008	0,074	0,008	0,016	0,006	0,128	0,061	0,018	0,00027
	2014	~10	170,6	6,26	1051	4,9	32,6	0,00005	0,859	0,007	0,004	0,001	0,017	-	-	-
Ro2	2007-13	8,7	97,7	8,14	245	0,33	0,04	0,00013	0,008	0,004	0,003	0,005	0,001	0,001	0,001	0,00015
	2014	7,0	100,2	8,29	228	-	-	-	-	0,003	0,003	0,002	0,001	-	-	-
Ro3	2007-13	7,3	217,7	7,58	852	1,13	2,69	0,00008	0,008	0,004	0,065	0,005	0,002	0,003	0,005	0,00015
	2014	9,03	184,6	7,59	666	-	-	-	-	0,003	0,052	0,003	0,001	-	-	-
Ro4	2007-13	7,8	187,0	7,78	790	1,13	1,96	-	-	0,003	0,048	0,006	0,002	-	-	-
	2014	5,3	177,6	8,02	606	-	-	-	-	0,003	0,045	0,004	0,001	-	-	-

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 bola vzorkovaná banská voda pred vstupom do úpravne. Do rieky Slaná je 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 (2007-2014)

Objekt	EC	pH	SO ₄	Fe	Mn	Al	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
Ro1	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
Ro2	0,89	V	0,97	0,17	0,12	-	1,25	0,13	0,33	0,29	0,95	0,07	0,05	0,02	0,23
Ro3	1,94	V	3,31	0,57	8,97	-	0,75	0,14	0,33	5,52	0,91	0,11	0,14	0,10	0,23
Ro4	1,69	V	3,05	0,57	6,52	-	-	-	0,29	4,15	1,13	0,11	-	-	-

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. 36.

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

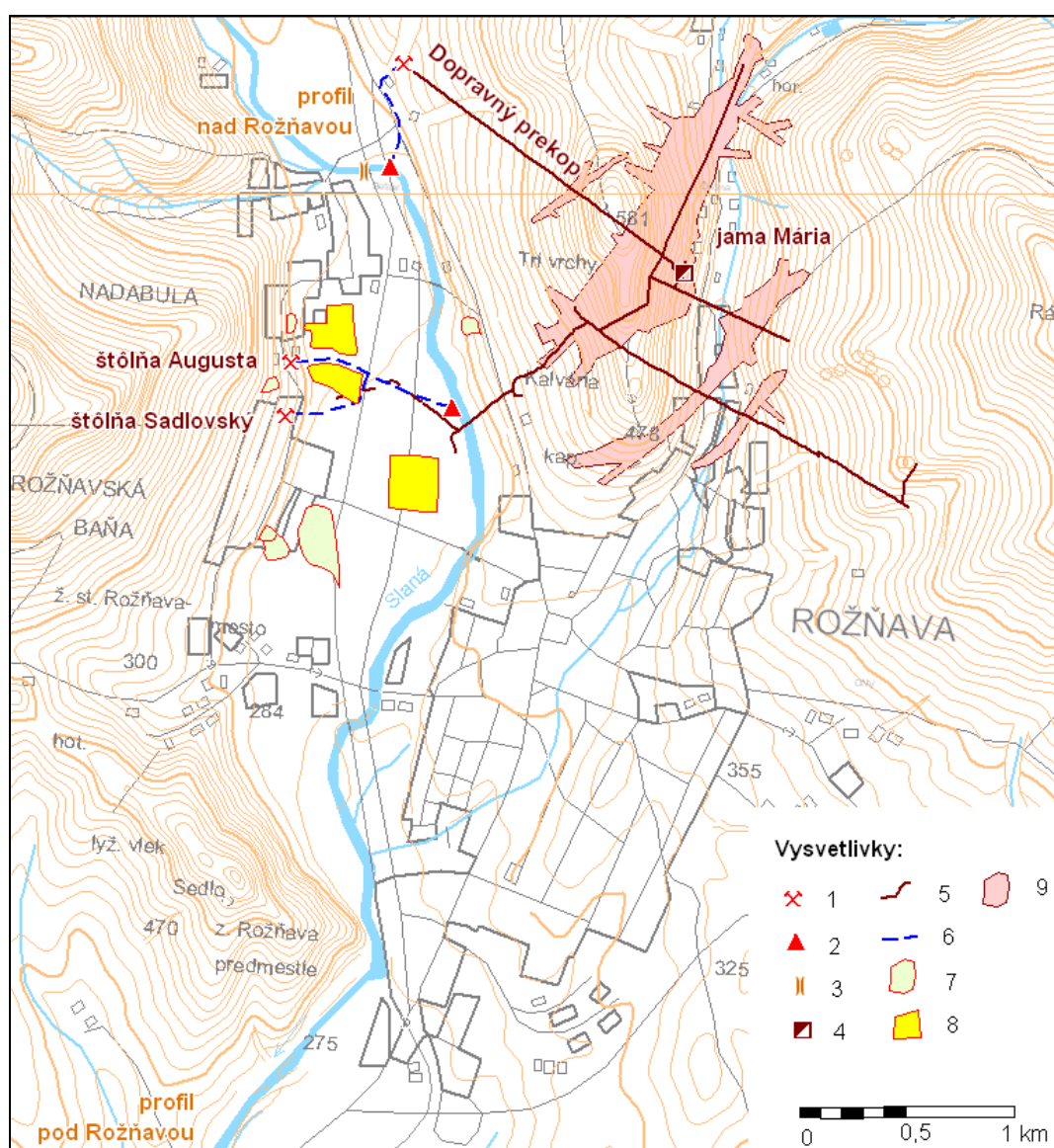
Objekt	Dátum	EC	pH	Al	Hg	Zn	Pb	As	Sb	Cu	Ni	Co	Cd
Ro1	2008 – 2014	0,79	N	1,58	0,03	0,17	0,01	0,28	0,20	0,57	0,61	0,18	0,05
Ro2	2007 – 2014	0,49	V	-	0,06	0,01	0,002	0,07	0,19	0,01	0,01	0,01	0,03
Ro3	2007 – 2014	1,07	V	-	0,04	0,01	0,002	1,27	0,18	0,01	0,03	0,05	0,03
Ro4	2008 - 2014	0,93	V	-	-	-	0,002	0,95	0,23	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	2008 – 2014	0,52	N	0,99	0,01	0,09	0,002	0,14	0,10	0,23	0,31	0,09	0,01
Ro2	2007 – 2014	0,33	V	-	0,03	0,004	0,001	0,03	0,10	0,003	0,01	0,01	0,01
Ro3	2007 – 2014	0,71	V	-	0,02	0,004	0,001	0,64	0,09	0,003	0,02	0,03	0,01
Ro4	2008 – 2014	0,62	V	-	-	-	0,001	0,48	0,11	0,003	-	-	-

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.



Obr. 32: 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 bankských diel v podzemí, 6 - drenážny kanál, 7 - halda, 8 - skládka kalu, 9 - územie podrúbané baňou Mária.

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 2014 tu neboli zistené prejavy nestability terénu ani poškodenie objektov ústí štôlní.

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 štôlne a šachty Rothenberg (Kolektív autorov, 2015).

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 vykonáva RB Banská Bystrica. Hydrometrickými, vzorkovacími a laboratórnymi prácami štátneho monitoringu ČMS GF bola v roku 2008 - 2014 dokumentovaná banská voda šachty Pech, štôlní 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 a štôľňami Karitas a Karoli. 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 hodnotenia ČMS GF VÍŽP. Situáciu monitorovaných objektov približuje obr. 33.

Charakteristické hodnoty hlavných kontaminantov lokality Smolník, odvodené z výsledkov laboratórných analýz vzoriek vôd, obsahuje tab. 49. V hodnotenom období rokov 2007 - 2014 z hľadiska požiadaviek na kvalitu povrchovej vody (NV SR č. 269/2010 Z. z.) sú na výstupnom profile Smolníckeho potoka z hodnotenej oblasti zistené nevyhovujúce koncentrácie Fe, Mn, Al, Zn a Cu (tab. 50), hoci na vstupnom profile 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 výúst' drenáže odkaliska, pre obsah Ni v šachte Pech a v Novej štólňi a pre obsah Al v štólňi Karoli (tab. 51).

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

Obj.	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	2008-13	689,2	10,4	7,26	16	0,34	0,06	0,05	0,00005	0,026	0,003	0,002	0,006	0,001
	2014	662,3	9,5	6,99	15	0,18	0,03	0,01	0,00005	0,008	0,003	0,001	0,003	0,001
Sm2	2008-13	4,2	25,9	5,14	118	41,98	3,82	9,63	0,00005	0,121	0,003	0,001	0,096	0,181
	2014	4,4	19,7	6,27	52	3,4	0,9	0,6	0,00005	0,051	0,003	0,001	0,030	0,114
Sm3	2008-13	11,1	296,2	3,99	2634	314,3	24,40	67,97	0,00015	7,53	0,073	0,038	2,676	0,155
	2014	21,4	266,5	4,09	2595	286,3	20,1	50,9	0,00005	5,08	0,041	0,034	1,013	0,127
Sm4	2008-13	0,2	49,4	5,85	228	3,11	4,12	0,41	0,00005	0,666	0,004	0,003	0,127	0,077
	2013	0,16	44,5	6,23	206	0,32	0,14	0,05	0,00005	0,144	0,003	0,001	0,002	0,017
Sm6	2008-13	1,0	174,6	6,33	1010	11,97	15,14	0,15	0,00005	0,136	0,005	0,105	0,074	0,048
	2013	1,3	189,6	6,28	1205	17,05	13,85	0,06	0,00005	0,102	0,003	0,101	0,020	0,046
Sm7	2008-13	0,7	270,4	6,36	1946	69,12	18,62	0,16	0,00005	0,486	0,007	0,622	0,018	0,065
	2014	1,1	292,0	6,48	2230	65,40	16,85	0,08	0,00005	0,285	0,005	0,529	0,005	0,065
Sm8	2008-13	767,9	32,5	6,14	142	13,29	1,46	2,67	0,00005	0,405	0,005	0,007	0,134	0,012
	2014	715,3	22,0	6,35	88	5,44	0,65	0,10	0,00005	0,175	0,003	0,003	0,031	0,008

Označenie monitorovaných objektov: Sm1 – Smolnícky potok nad ložiskom, Sm2 – Nová štólňa, Sm3 – šachta Pech, Sm4 – štólňa Karoli, Sm6 – horná výúst' drenáže odkaliska, Sm7 – dolná výúst' drenáže odkaliska, Sm8 – Smolnícky potok pod odkaliskom. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 33.

Na monitorovanom profile Smolníckeho potoka pod ložiskom (Sm8) i výtoku banskej vody zo šachty Pech (Sm4) sú charakteristické hodnoty všetkých monitorovaných ukazovateľov pre rok 2014 nižšie v porovnaní s obdobím 2008 – 2013.

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) preyšuje 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 preyšuje 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.

Tab. 50: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Smolník s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody (2008 - 2013)

Objekt	EC	pH	SO ₄	Fe	Mn	Al	Hg	Zn	Pb	As	Cu	Ni
Sm1	0,20	V	0,06	0,16	0,19	0,22	0,50	0,75	0,39	0,15	0,20	0,04
Sm2	0,24	N	0,48	19,38	12,00	45,04	0,50	3,81	0,43	0,10	3,61	6,15
Sm3	2,69	N	10,82	163,64	86,42	341,96	1,39	245,53	8,14	3,97	90,14	4,90
Sm4	0,45	N	0,89	1,27	11,07	1,67	0,50	18,22	0,45	0,24	3,91	2,15
Sm6	1,61	V	4,14	6,26	50,19	0,80	0,50	4,17	0,50	10,70	2,40	1,59
Sm7	2,49	V	7,95	34,29	61,21	0,75	0,54	14,86	0,79	63,38	0,63	2,15
Sm8	0,28	N	0,54	6,09	4,50	11,52	0,50	12,08	0,53	0,67	4,57	0,39

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 (2008-2013)

Objekt	EC	pH	Al	Hg	Zn	Pb	As	Cu	Ni
Sm2	0,13	N	36,00	0,03	0,08	0,04	0,02	0,47	1,84
Sm3	1,48	N	273,56	0,07	5,04	0,67	0,76	11,76	1,47
Sm4	0,25	N	1,33	0,03	0,37	0,04	0,05	0,51	0,65
Sm6	0,88	N	0,64	0,03	0,09	0,04	2,05	0,31	0,48
Sm7	1,37	N	0,60	0,03	0,31	0,07	12,17	0,08	0,65

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 (2008-2013)

Objekt	EC	pH	Al	Hg	Zn	Pb	As	Cu	Ni
Sm2	0,09	N	22,52	0,01	0,02	0,02	0,01	0,19	0,92
Sm3	0,99	N	170,98	0,03	1,51	0,33	0,38	4,71	0,73
Sm4	0,17	N	0,83	0,01	0,11	0,02	0,02	0,20	0,32
Sm6	0,59	N	0,40	0,01	0,03	0,02	1,03	0,13	0,24
Sm7	0,91	N	0,38	0,01	0,09	0,03	6,08	0,03	0,32

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.

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

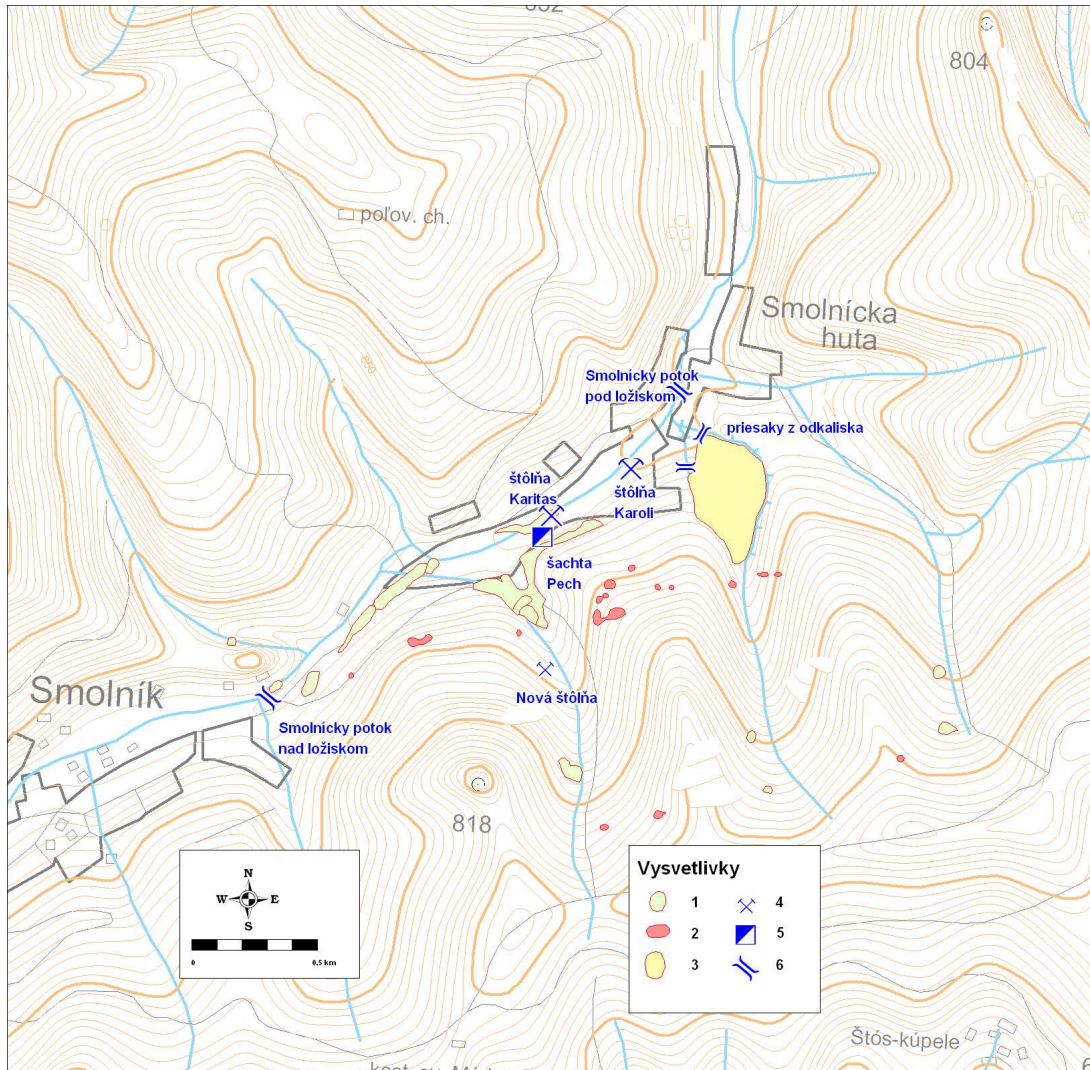
Ozn. objektu	Dátum	Fe %	Mn %	Al %	Hg mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	As mg/kg	Sb mg/kg
Sm8	12.09.12	6,59	0,07	6,97	0,61	297	115	104	21
Sm3	12.09.12	25,1	0,11	5,1	2,19	671	799	1531	78

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 vydobytými časťami pyritového ložiska (obr. 33). V rokoch 2012 - 2014 na tejto lokalite neboli zaznamenané významné prejavy nestability telesa odkaliska ani povrchu terénu nad bankskými priestormi.



Obr. 33: Situácia monitorovaných objektov a hlavných prejavov ťažby na lokalite Smolník. 1 - halda, 2 - zával, 3 - odkalisko, 4 - výtok z ústia štôlny, 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 – Východoslovenské kameňolomy, a. s. Spišská Nová Ves) a ťažený lom na stavebný kameň Spišská Nová Ves – Gretľa – Tisovec (DP – VSK Mineral s.r.o. Košice). V roku 2014 ťažba na bani Mária dosiahla objem 54 kt (o 2 kt menej ako v roku 2013), na lome Gretľa sa vyťažilo 239 kt vápenca (Kolektív autorov, 2015).

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Na lokalite Novoveská Huta sa kumulujú dôsledky dosiaľ vykonávanej 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. 35). 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 štôľní. V roku 1906 až 1921 sa ložisko neťažilo, ťažba sadrovca sa potom rozvíjala najmä po roku 1926 a prebiehala potom až do súčasnosti. Otvárka, príprava a ťažba prebieha v tomto období na „0“ (nultom), I. (540 m n. m.) a II. (485 m n. m.) hlbinnom horizonte, v smere ložiska. Ako dobývacie metódy sa uplatňujú dve modifikácie dobývania otvorenou komorou a podetážové dobývanie na zával. Pre možný zvýšený prítok vôd bola v roku 2009 táto baňa rozhodnutím banského úradu zaradená do kategórie baní s nebezpečenstvom prievalov vody. Napriek prijatým opatreniam došlo aj v roku 2010 k mimoriadnej udalosti zatopením bane po mimoriadne výdatných zrážkach. Zvýšený prítok v podzemí bol spôsobený prienikom dažďového 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. 35). 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 = 0,75 mg/l v období 2007 – 2014 predstavuje 81-násobné prekročenie medznej hodnoty) a niklu (priemerná koncentrácia Ni = 26 µg/l v období 2013 – 2014 predstavuje 1,2-násobné prekročenie medznej hodnoty). 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), arzenu (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 vyťaženej materiálu. Napriek tomu tu neboli zaznamenané výrazné nárasty koncentrácií rizikových zložiek (²²⁶Ra, U_{nat}, Cu, As) vo vode potoka Holubnica medzi pozorovanými profilmi. Najvyššia úroveň objemovej aktivity ²²⁶Ra 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	Dátum	Q l/s	EC mS/m	pH	SO ₄ 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	2008 – 2013	4,80	257,2	7,75	1328	0,027	0,019	0,002	0,002	0,002	0,080	0,008	2,2
	2014	4,39	275,5	7,82	1460	0,019	0,021	0,003	0,005	0,004	0,049	0,011	4,0
NH2	2007 – 2013	80,5	17,9	7,94	31	0,017	0,065	0,002	0,001	0,006	0,062	0,004	-
	2014	71,4	17,7	7,86	31	0,010	0,049	0,001	0,002	0,004	0,060	0,003	-
NH3	2007 – 2013	182,8	23,8	7,93	40	0,012	0,044	0,002	0,001	0,004	0,074	0,003	-
	2014	162,3	24,5	8,16	37	0,007	0,046	0,002	0,002	0,003	0,057	0,003	-
NH4	2007 – 2013	7,9	76,0	7,28	252	0,108	0,061	0,023	0,013	0,03	0,080	0,005	11,8
	2014	11,6	86,7	7,73	300	0,056	0,061	0,016	0,007	0,018	0,050	0,007	4,0
NH5	2007 – 2013	147,2	22,3	8,05	39	0,007	0,037	0,001	0,001	0,002	0,069	0,003	-
	2014	108,7	22,7	8,18	37	0,003	0,033	0,002	0,005	0,002	0,058	0,004	-
NH6	2007 – 2013	8,2	47,6	5,63	73	0,645	0,023	0,001	0,001	0,152	0,096	0,021	-
	2014	7,6	20,0	6,40	81	0,372	0,022	0,001	0,001	0,404	0,086	0,033	-
NH7	2008 – 2013	6,4	41,9	7,94	76	0,015	0,078	0,0024	0,0009	0,0020	0,113	0,033	12,0
	2014	7,3	41,2	8,04	66,7	0,008	0,070	0,004	0,001	0,017	0,122	0,041	9,5

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

Poznámka: Hodnoty výdatnosti Q pre monitorovaný objekt NH1 sú stanovené prevádzkovým monitoringom ťažiaru.

Tab. 55: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Novoveská Huta s požiadavkami na kvalitu povrchovej vody

Banská voda Vodnej štôlne vteká do Holubnice tesne pod monitorovaným profilom NH3 tohto toku a lokálne, pred nariadením vodou jej pravostranného prítoku - Suchohorskeho 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 sadrovkovej 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).

Objekt	Obdobie	EC	pH	SO ₄	Mn	Ba	As	Sb	Cu	²²⁶ Ra	U _{nat}
NH1	2008 – 2014	2,36	V	5,39	0,09	0,19	0,18	0,46	0,24	0,38	0,17
NH2	2007 – 2014	0,16	V	0,13	0,05	0,63	0,15	0,23	0,64	0,31	0,07
NH3	2007 – 2014	0,22	V	0,16	0,04	0,44	0,20	0,21	0,42	0,35	0,06
NH4	2007 – 2014	0,71	V	1,03	0,34	0,61	2,28	2,38	3,64	0,38	0,11
NH5	2007 – 2014	0,20	V	0,16	0,02	0,37	0,14	0,26	0,18	0,34	0,06
NH6	2007 – 2014	0,19	N	0,30	2,03	0,23	0,09	0,13	21,66	0,47	0,46
NH7	2008 – 2014	0,38	V	0,30	0,05	0,77	0,26	0,18	0,46	0,57	0,69

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	Objekt	Dátum	EC	pH	Hg	Ba	As	Sb	Cu
NH1	sadrovka	2008 – 2014	1,30	V	0,03	0,02	0,03	0,09	0,01
NH4	Vodná št.	2007 – 2014	0,39	V	0,05	0,06	0,44	0,48	0,16
NH7	Pod jamou č.1	2008 – 2014	0,21	V	-	0,08	0,05	0,04	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. 54.

Tab. 57: Porovnanie charakteristických hodnôt ukazovateľov kvality vody oblasti Novoveská Huta s intervenčným kritériom (IT) pre podzemnú vodu

Objekt	Objekt	Dátum	EC	pH	Hg	Ba	As	Sb	Cu
NH1	sadrovka	2008 – 2014	0,87	V	0,01	0,01	0,02	0,05	0,004
NH4	Vodná št.	2007 – 2014	0,26	V	0,02	0,03	0,22	0,24	0,06
NH7	Pod jamou č.1	2008 – 2014	0,14	V	-	0,04	0,03	0,02	0,00

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. 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 a 2014 na lokalite Novoveská Huta neboli odoberané ďalšie vzorky sedimentu.

Tab. 58: 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, vzdalenej asi 1,6 km juhovýchodne od východného okraja sadrovcevej 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 Hnilčička 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. Problémy vznikli po nelegálnej demontáži banskej oceleovej výstuže v úvodných desiatkach metrov opustenej štôlne. To vyvolalo masívny zosun zvetraných hornín, pokrývajúcich svah nad ústím Novej štôlne (Daniel - Jančura, 2009). Zvýšenie hladiny vôd vplyvom prvého závalu spôsobilo intenzívne rozpúšťanie sadrovca v evaporitovom súvrství (sdrovec, anhydrit, klastiká s anhydritovým tmelom) spodného triasu, ktoré štôlna prerazila v metrži 250-650 m od ústia. Súvrstvie evaporitov je tu navyše prerazené prieskumnými chodbami, ktoré kedysi firma Drevársky a bankský priemysel vyrazila s cieľom dobývať sadrovec, ale i krasovými priestormi (Turnovec, 1965). Sekundárnym dôsledkom rozpúšťania sadrovca bolo zväčšenie podzemných dutín, prevalenie stropu a vznik závalového lievikovitého krátera vo vzdialenosti 278 m od ústia štôlne. Nadložie sadrovcovo-anhydritového súvrstvia totiž v tomto mieste budujú zvetrané bunkovité dolomity - rauvaky, sadrovcové rezíduá a hrubé vrstvy zvetranej sute, čiže sypký úlomkovitý materiál. Zával utesnil Novú štôlnu, podmienil zvyšovanie vodného stĺpca pritekajúcou bankskou vodou a postupné zväčšovanie jej naakumulovaného množstva. Náhle prevalenie závalu vodou v dôsledku vysokého hydrostatického tlaku spôsobilo vznik extrémnej prietokovej vlny, ktorá po dosiahnutí povrchu zničila ústie štôlne, poškodila cestu vedúcu k Novej štôlni a spôsobila i škody v záhradách a príbytkoch obyvateľov Tepličky v spádovom povodí Tepličského Brusníka. Takéto prievaly sa opísaným spôsobom opakovali štyri krát: pri prvom 26.9.2008 vyteklo zo štôlne cca 95,8 tis. m³ vody, pri druhom 7.12.2008 72,1 tis. m³, pri treťom 30.1.2009 23,3 m³ a pri poslednom 17.2.2009 až približne 120 tis. m³ (Daniel a Jančura, 2009).

Na podnet Obvodného banského úradu Spišská Nová Ves sa sanáciou problému začala zaoberať organizácia Rudné Bane, š. p., Banská Bystrica. V čase po prvom prievale bol opravený a spevnený portál Novej štôlne. Druhý prieval vody ho však znova zničil a spôsobil ďalšie škody, preto primátor mesta Spišská Nová Ves zvolal koordinačnú poradu zainteresovaných organizácií a odborníkov. Následne bola vypracovaná odborná štúdia, v ktorej sa navrhol spôsob riešenia havarijného stavu. Odvrtal sa monitorovací vrt MV-1 situovaný do chodby za závalom a postavila sa prievalová hrádza pri ústí štôlne s možnosťou voľného odtoku vody. Účelom 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 dovedy 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 rozkyv rýchlo reaguje na zrážky a možno predpokladať že uvedenými tromi objektmi je odvodňované celé množstvo vody infiltrovanej do banskej sústavy Novej štôlne. Vzduť hladiny vody v banskej sústave však spôsobuje nežiaduce krasovatenie sadrovcového súvrstvia nad úrovňou štôlne a možno očakávať vznik ďalších závalov povrchu. V prípade porušenia závalu nastane ďalší prieval banskej vody, ktorý však bude utlmený prievalovou hrádzou (za predpokladu že táto vydrží nápor uvoľnenej vody) vybudovanou na ústí štôlne.

V období rokov 2012 až 2014 bol odtok banských vôd na tejto lokalite stabilizovaný, nevyskytli sa neočakávané výrony na povrch. V roku 2014 dosahovalo sumárne množstvo odtekajúcich banských vôd z Novej štôlne a z krátera nad jej ústím 7,4 - 27,3 l/s. Preliv na vrte MV-1 bol zaznamenaný len dva krát – dňa 22.5.2014 dosahoval 17,2 l/s a dňa 9.9.2014 výdatnosť 5,2 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 štôlne, hlavne vďaka prítoku z krátera nad Novou štôľňou. Prítokom banskej vody sa koncentrácia týchto chemických zložiek ešte zvyšuje. Z hľadiska požiadaviek na kvalitu povrchovej vody (NV SR č. 269/2010 Z. z.) sú ich koncentrácie nevyhovujúce.

Tab. 59: 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
T1	2009 – 2013	3,7	140,7	7,69	759	270,2	89,5	1435,3	75
	2014	2,9	152,7	7,66	568	248,0	74,4	1315,6	9
T2	2009 – 2013	12,7	146,2	7,30	614	231,1	83,0	1040,0	120
	2014	5,5	123,4	7,28	379	181,6	63,8	968,0	23
T3	2009 – 2013	8,38	169,0	7,57	924	108,6	42,1	638,0	6
	2014	4,5	120,0	7,15	351	153,0	63,6	994,0	28
T4	2009 - 2013	45,1	106,7	8,21	535	209,4	61,1	1067,8	15
	2014	21,6	309,1	8,30	353	161,2	46,5	820,8	14

Vysvetlivky: T1 – Nová štôľňa, T2 – kráter nad ústím Novej štôlne, T3 – vrt, T4 – potok nad ústím Novej štôlne.

Tab. 60: 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	RL ₁₀₅ mg/l
T1	2009 – 2014	1,42	V	3,00	2,70	0,45	1,59
T2	2009 – 2014	1,35	V	2,45	2,31	0,41	1,16
T3	2009 – 2014	1,61	V	3,70	1,09	0,21	0,71
T4	2009 – 2014	1,09	V	2,01	1,95	0,28	1,14

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 objektov ako pri tab. 59. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 35.

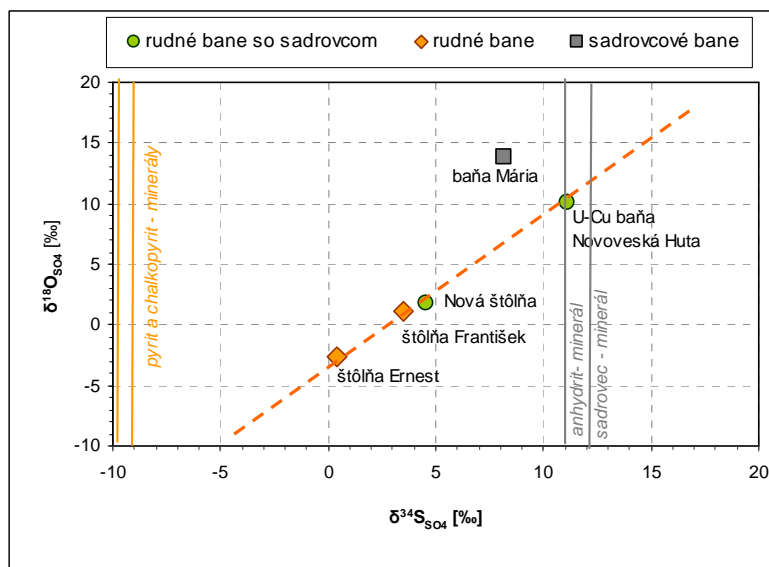
Intenzita vývoja sadrovcového krasu

Na základe výsledkov laboratórnych analýz banskej vody monitorovaných baní a sledovania ich množstva sme odhadli intenzitu odnosu sadrovca v rozpustenej forme banskou vodou. Modelový výpočet predpokladá, že v banskej vode sadrovcovej bane Mária a U – Cu bane Novoveská Huta podstatný podiel síranov rozpustených v banskej vode pochádza z rozpúšťania stratiformných sadrovcových polôh a podiel síranov iného pôvodu je zanedbateľný. V prípade banskej vody Novej štôlne predpokladáme, že podiel síranov z rozpúšťania sadrovca je maximálne 80 % a zvyšný podiel pochádza hlavne z oxidácie sulfidov prítomných v rudných žilách. Uvedené predpoklady vychádzajú z výsledkov starších analýz ložiskových vôd v hodnotených baniach a z izotopového zloženia banskej vody týchto baní (obr. 34), dokumentovaného počas regionálneho výskumu bankských vôd Slovenska (Bajtoš et al., 2010). Z priemerných hodnôt výdatnosti banskej vody vytekajúcej z týchto baní a priemerného obsahu síranového aniónu možno odvodiť, že na sadrovcovej bani Mária predstavuje ročný odnos sadrovca 282 ton, čo predstavuje objem 113 m³. Toto množstvo reprezentuje približne 0,5 % objemu ťažby z posledných rokov. Krasovatenie prebieha na ploche východu ložiska so závalovým pásmom, s rozlohou asi 0,2 km².

Intenzita odnosu sadrovca na U-Cu bani Novoveská Huta odhadnutá vyššie uvedeným postupom môže dosahovať až 115 t/r, čo reprezentuje objem 46 m³. Predbežné výsledky inverzného modelovania zmeny chemického zloženia banskej vody medzi jamou č. 1 a výtokom z Vodnej štôlne však dávajú nižšiu hodnotu – okolo 40 t/r resp. 17 m³/r. Predpokladaná zóna krasovatenia s rozlohou asi 0,07 km² sa nachádza v intraviláne Novoveskej Huty, v minulosti sa tu už vyskytli problémy so stabilitou povrchu.

Na Novej štôlni možno odhadnúť ročný odnos sadrovca na úroveň do 282 t/r resp. 113 m³/r. Predpokladané zóny krasovatenia sú veľmi úzko priestorovo vymedzené na plochu približne 0,02 km² situovanú v blízkosti ústia Novej štôlne, čo je veľmi rizikový faktor vo vzťahu k bezproblémovému odvodňovaniu bane touto štôľňou.

Intenzitu krasovatenia na hodnotených lokalitách možno vyjadriť pomocou hodnoty merného odnosu sadrovca, prepočtom na rozlohu predpokladanej zóny krasovatenia. V našom prípade je merný odnos sadrovca najvyšší pri ústí Novej štôlne, kde dosahuje 14,1 kt/(r· km²). V zostávajúcich dvoch prípadoch ide približne o 1 rád nižšie hodnoty: na U-Cu bani Novoveská Huta dosahuje 1,6 kt/(r· km²) a na sadrovcovej bani Mária 1,4 kt/(r· km²). Vo všetkých prípadoch ide o výrazne vyššie hodnoty v porovnaní s ťažbou neovplyvneným prostredím – experimentálne určená hodnota na povrchu je 0,8 kt/(r· km²) (Spiridonova & Goryachkin).



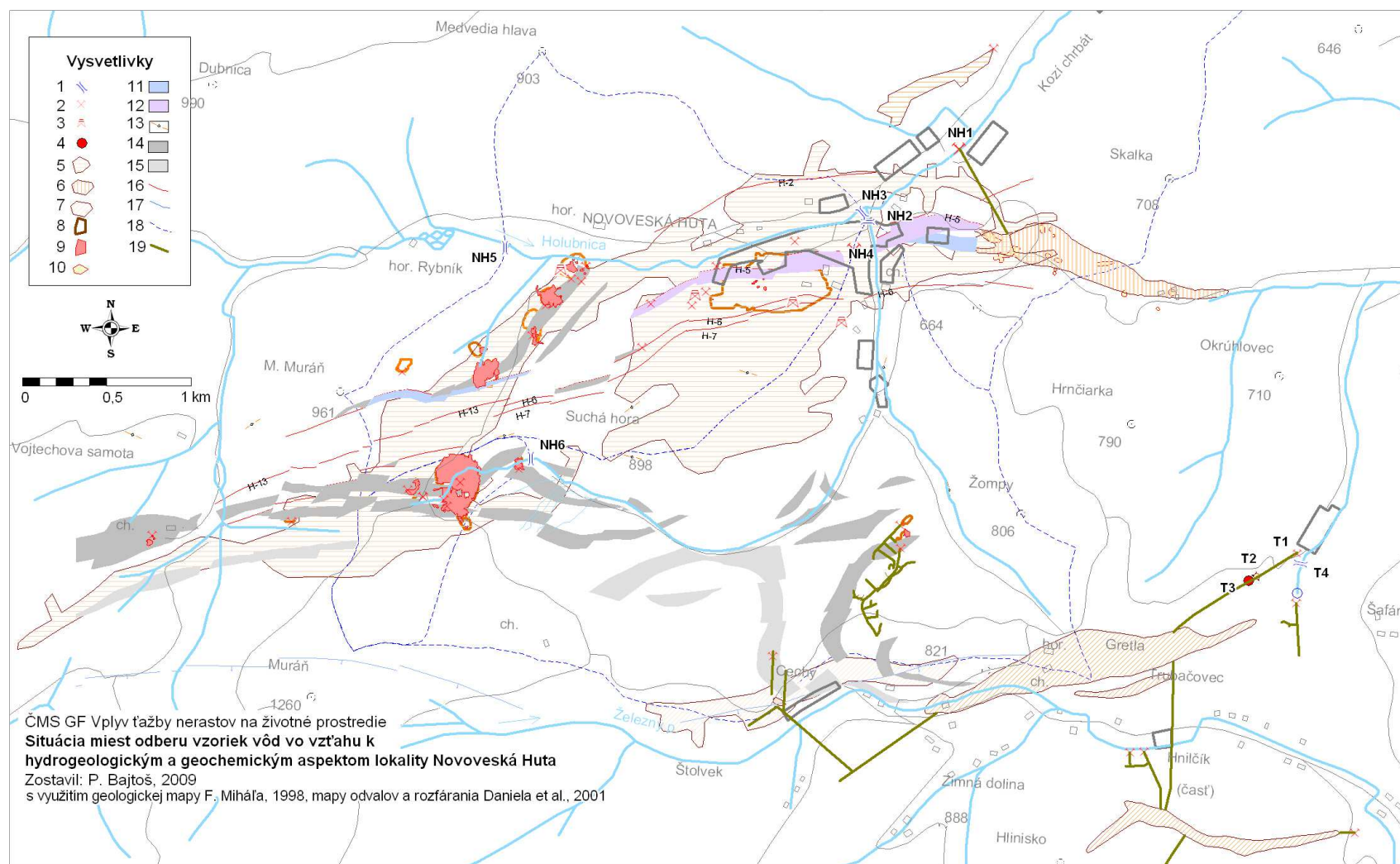
Obr. 34: Izotopové zloženie síranov v banskej vode bane Mária a Novej štólne vo vzťahu k banskej vode blízkych rudných baní a minerálov sadrovca a sírnikov

Inžinierskogeologické aspekty

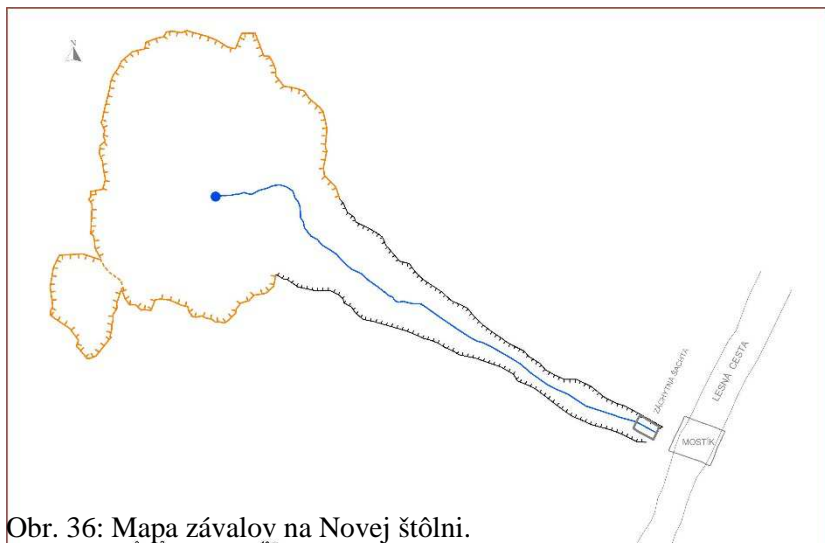
Sadrovec a anhydrit na bani Mária v Novoveskej Hute sa dobýva technológiou s použitím dobývacej metódy „obzorové dobývanie na skládku“ s riadenou likvidáciou vyrúbaného priestoru s prejavom podrúbania až na povrch v závalovom pásme. Pri inšpekčných kontrolách OBÚ bolo zistené, že vyrúbané priestory (prefárané 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 odbornú geotechnickú komisiu, ktorá bude pracovať na vytvorení matematicko-geotechnického 3D modelu napätovo-deformačného stavu horninového masívu bane a bezprostredného okolia (Kolektív autorov, 2014). V roku 2014 vykonala ťažobná organizácia dva likvidačné odstrelly 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).

Na lokalite Nová štolňa 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. Zával má nepravidelný kruhovitý tvar s priemerom približne 18 m, s max. hĺbkou 8 m. Podľa terénneho výskumu sa geodynamická aktivita hlavného závalu sústreďuje na okrajovú hranu závalu, kde dochádza k doznievaniu pripovrchového zosúvania deluviálnych kamenito-hlinitých zemín (až pod korene stromového porastu), čím sa zmierňuje sklon svahov závalu (svahy sa „stabilizujú“) (obr. 37, obr. 38). Následkom toho však môže dochádzať postupne k vyval'ovaniu stromového porastu. V strede závalu je sústredený nezachytený výtok zo štólne, ktorý je odvádzaný vykopanou ryhou až k lesnej ceste s prepustom.

Na juhozápadnom okraji hlavného závalu sa nachádza menší zával s nepravidelným kruhovitým tvarom s priemerom približne 5 m. Je spojený s hlavným závalom menším zníženým hrebienkom. V strede sú pozorovateľné vývraty stromov (obr. 39). Závaly možno v súčasnosti považovať za stabilizované, s doznievaním vyššie uvedených aktivít na hranách závalu.



Obr. 35: Situácia miest odberu vzoriek vôd vo vzťahu k hydrogeologickým a geochemickým aspektom vplyvov ťažby na lokalite Novoveská Huta. 1 - monitorovaný profil toku, 2 - ústie štôlne, 3 - šachta, 4 - vrt, 5 - rozsah rozfárnenia U a Cu rúd, 6 - rozsah rozfárnenia ložiska sadrovca, 7 - rozsah rozfárnenia Fe-Cu rúd, 8 - halda, 9 - plochy zvýšenej rádioaktivity, 10 - závaly, 11 - východ sadrovca, 12 - východ sadrovcového súvrstvia, 13 - Cu pieskovce, 14 - 2. uránová poloha, 15 - 1. uránová poloha, 16 - Fe-dolomitové žily s Cu, 17 - sideritové žily, 18 - rozvodnica, 19 - priemet hlavného banského diela.



Obr. 36: Mapa závalov na Novej štôlni.



Obr. 37 Severná stena hlavného závalu na Novej štôlni.



Obr. 38 Južná stena hlavného závalu na Novej štôlni



Obr. 39 Menší zával na okraji hlavného závalu na Novej štôlni

5 ZÁVERY

Predkladaná ročná správa hodnotí výsledky monitorovacích prác, realizovaných v priebehu roku 2014 v rámci geologickej úlohy ČMS Geologickej faktory, podsystem 04 „Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie“, pri hodnotení rizikových lokalít ťažby nerastov na Slovensku. Monitorovacie práce sú na jednotlivých lokalitách zamerané na monitoring inžinierskogeologických, hydrogeologických a geochemických aspektov vplyvov ťažby na životné prostredie a ich hodnotenie je podané v nadväznosti na predchádzajúci monitoring v rokoch 2007-2013 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 Geologickej faktory, podsystem 04 Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie (ČMS GF VŤNŽP) boli začaté v roku 2007 monitoringom vybraných lokalít postihnutých ťažbou rúd (Banská Štiavnica, Banská Hodruša, Rudňany, Slovinky, Smolník, Novoveská Huta a Rožňava) a uhlia (oblasť Hornej Nitry).

Na sledovaných lokalitách je v monitorovanom období rokov 2007-2014 dokumentovaný pretrvávajúci nepriaznivý vplyv prítomnosti ťažených ložísk 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. 61). 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 zatiaľ nie je možné hodnotiť, vzhľadom na nízku frekvenciu odberu vzoriek (1-2 krát ročne). Postupne doplňovaná databáza údajov umožňuje pre jednotlivé sledované parametre štatisticky významne určiť ich strednú hodnotu a variačné rozpätie, prípadne ďalšie základné parametre popisnej štatistiky.

Tab. 61: 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	NO ₂ , Mn, Hg, As	NO ₂ , As, Hg	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	SO ₄ , Mn, Zn, As, Sb, Cu	As	-	-
Dúbrava	Sb, As	Sb, As	Sb, As	Sb
Pezinok	EC, SO ₄ , Fe, Mn, Zn, As, Sb, Ni, Cd	Sb, As	Sb, Ni	Sb
Špania Dolina	SO ₄ , Zn, As, Sb, Cu	As, Sb, Cu	As, Sb, Cu	As, Sb, Cu
Rudňany	EC, SO ₄ , Mn, Hg, Sb, Ba	Sb, Cu, Mn	-	-
Nižná Slaná	SO ₄ , Mn, As		As, NH ₄	As
Slovinky	EC, SO ₄ , Mn, As, Sb, Cu, Ni, Co	As, Sb, Cu	As	As
Rožňava	EC, pH, SO ₄ , Fe, Mn, Al, Hg, Zn, As, Sb, Cu, Ni		EC, Al, As	-
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	pH, Al, Zn, As, Cu
Novoveská Huta	EC, RL, SO ₄ , As, Sb, Cu, Ca	EC, RL, SO ₄ , Mn, Cu, Al, 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 Huty (tab. 62). K ďalším rizikovým kontaminantom dokumentovaným v sedimentoch tokov patria Pb, Zn, Cd, Hg, Co, Cu.

Tab. 62: 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.

Monitorované lokality 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 vytváraniu nových povrchových závalov, v roku 2014 na nich však nebol zaznamenaný výskyt nebezpečných geodynamických javov. Intenzívne geodynamické prejavy prebiehajú v súčasnosti v závalovom pásme v Kobeliarove. (monitorovaná lokalita Nižná Slaná). Tu sme v roku 2014 vykonali detailné mapovanie závalového pásma (podrobné GNSS zameranie) a jeho dokumentáciu. Výsledkom terénnych zameraní je interpretácia aktivity závalov a ostatných svahových deformácií vplyvom banskej činnosti na ložisku Kobeliarovo vo forme mapy. Na ich základe vypracovaná prognóza plošného vývoja prejavov podrúbania územia na ložisku Kobeliarovo predpokladá dva základné formy prejavov, a to (1) proces dotvárania – plošného rozširovania jednotlivých závalov a (2) ďalšiu aktivizáciu súčasných trhlín a tvorbu nových trhlín v okolí existujúcich závalov. V roku 2014 sme taktiež realizovali podrobné GNSS zameranie a dokumentáciu závalu nad ústím Novej štôlne na lokalite Novoveská Huta - Teplička. Tento zával možno

v súčasnosti považovať za stabilizovaný, s doznievaním geodynamických aktivít na hranách závahu.

Najvýznamnejšie povrchové prejavy podrúbania v rámci Slovenska sa vzhľadom na rozsiahlu hlbinnú ťažbu uhlia vyskytujú v Hornonitrianskej kotline. V roku 2014 nedošlo k ich podstatným zmenám, avšak bolo zaznamenané rozširovanie výskytu plošných poklesov poľnohospodárskej pôdy medzi Laskárom a Košom a medzi Košom a Prievidzou (Kolektív autorov, 2015). 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). Tieto javy sú priebežne monitorované a riešené v súlade s dohodami o strete záujmov, organizáciou HBP, a.s., Prievidza. Na Bani Dolina pri Veľkom Krtíši pokračuje útlmový program, uznesením vlády SR č.449/2012 sa dobývanie zvyškových otvorených zásob hnedého uhlia predlžuje do 31.12.2015. V roku 2014 v závalových pásmach a v podzemí ťažených ložísk magnezitu v Jelšave (vyťažených 792 kt) a Lubeníku (vyťažených 87,2 kt) významné geodynamické javy nenastali. Na magnezitovej bani Bankov sa v roku 2015 opäť neťažilo, vykonávali sa tu len zabezpečovacie práce a odčerpávanie banskej vody. Závalové pásmo nad vyťaženými priestormi je sledované ťažobnou organizáciou. Ložisko mastenca Mútnik-Hnúšťa sa v roku 2015 neťažilo. Ťažobná organizácia zabezpečila osadenie nových nivelačných bodov nad rigolom štátnej cesty III/531 013 Hnúšťa – Polom zo strany zárezu a následne vykonala zameranie nivelačného bodového poľa, v súvislosti s meraním poklesov štátnej cesty a s kontrolou stability ochranného piliera pod cestou (Kolektív autorov, 2015).

Tab. 63: 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.

Z lokalít, ktoré nie sú zaradené do ČMS GF VŤŽP, došlo k havarijnej udalosti – prievahu zvodnených pieskov – na bani Čáry (Kolektív autorov, 2015). V roku 2014 sa na tejto bani vyrúbalo 166 kt lignitu. V minulom 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).

Organizácia Rudné bane š. p. Banská Bystrica zabezpečovala aj v roku 2014 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. 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).

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 zaťažených 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, L., Rapant, S., Pramuka, S., 2012: Monitoring geologických faktorov vplyvu ťažby nerastov na životné prostredie v rizikových oblastiach na Slovensku v rokoch 2007 - 2011. Mineralia Slovaca, 44/4/2012, s.375 – 392.
- Bajtoš, P., Záhorová, L., Stupák, J., Pramuka, S., 2011: Analýza potenciálnych nebezpečenstiev týkajúcich sa prievalov banských vôd a stavu odkalísk po ukončení banskej činnosti. Manuskript, archív RB š. p. Banská Bystrica.
- Baliak, F., Malgot, J., Letavay, M., Bartók, J., Kuchár, Š., Šebová, H., Solmanová, A., a kol., 1989: Inžinierskogeologická mapa Kremnica M 1: 5000. Manuskript, ŠGÚDŠ Bratislava.
- 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 taxocenózy odkaliska Horná Ves a blízkeho okolia. Phytopedon, Bratislava, vol. 13, 2014/2 s. 14-19.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Turnovec, I., 1965: Sádrcový 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.