

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 2011

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

Číslo geologickej úlohy:

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

Dátum vyhotovenia správy: **október 2012**

Autori správy:

Ing. Peter Bajtoš, PhD.

RNDr. Silvester Pramuka

Doc. RNDr. Stanislav Rapant, DrSc.

Spišská Nová Ves, 2012

Obsah	Strana
1 Úvod	1
2 Základná charakteristika monitorovacej siete	2
3 Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia	5
4 Výsledky monitorovania	9
4.1 Oblasť Hornej Nitry	9
4.2 Lokality Banská Štiavnica a Hodruša - Hámre	12
4.3 Lokalita Kremnica	14
4.4 Lokalita Dúbrava-Magurka	17
4.5 Lokalita Pezinok	21
4.6 Lokalita Špania Dolina	26
4.7 Lokalita Rudňany - Poráč	30
4.8 Lokalita Nižná Slaná	37
4.9 Lokalita Slovinky	39
4.10 Lokalita Rožňava	43
4.11 Lokalita Smolník	46
4.12 Lokalita Novoveská Huta	48
5 Záver	55
6 Literatúra	59

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. Navrhnutý bol systém zisťovania škôd na životnom prostredí a z neho odvodená kategorizácia lokalít a činností podľa rozsahu vplyvov na životné prostredie, vrátane návrhu postupu pre budovanie systému monitorovania. Z hľadiska informačného bolo podstatou riešenia zisťovacej fázy 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 VŤNŽP) prevzaté vstupné údaje, ktoré sú výsledkom riešenia geologickej úlohy „Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou“ (Vrana et al., 2005). V roku 2007 bolo začaté vlastné monitorovanie na lokalitách, vytypovaných pri riešení vyššie uvedenej geologickej úlohy ako rizikové. Samotný počet monitorovaných lokalít bol limitovaný výškou vyčlenených finančných prostriedkov a týkal sa nasledovných oblastí rudných ložísk: Rudňany, Slovinky, Smolník, Novoveská Huta a Rožňava. Na uvedených lokalitách sa realizovali vlastné terénne vzorkovacie práce s nadväzujúcimi laboratórnymi prácami. Výsledky týchto prác sú doplnené údajmi prevzatými od iných organizácií a zberom a spracovaním súvisiacich dostupných údajov. V roku 2008 boli do monitoringu zahrnuté i zostávajúce rizikové lokality s ťažbou rúd (Pezinok, Kremnica, Špania Dolina, Dúbrava, Nižná Slaná) a s ťažbou magnezitu a mastenca (Jelšava, Lubeník, Hnúšťa-Mútnik a Košice-Bankov). V rokoch 2009 - 2011 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. Lokality s ťažbou magnezitu a mastenca v tejto správe nie sú hodnotené, priebežne sú do databázy subsystému preberané údaje z prevádzkového monitoringu ťažobných organizácií.

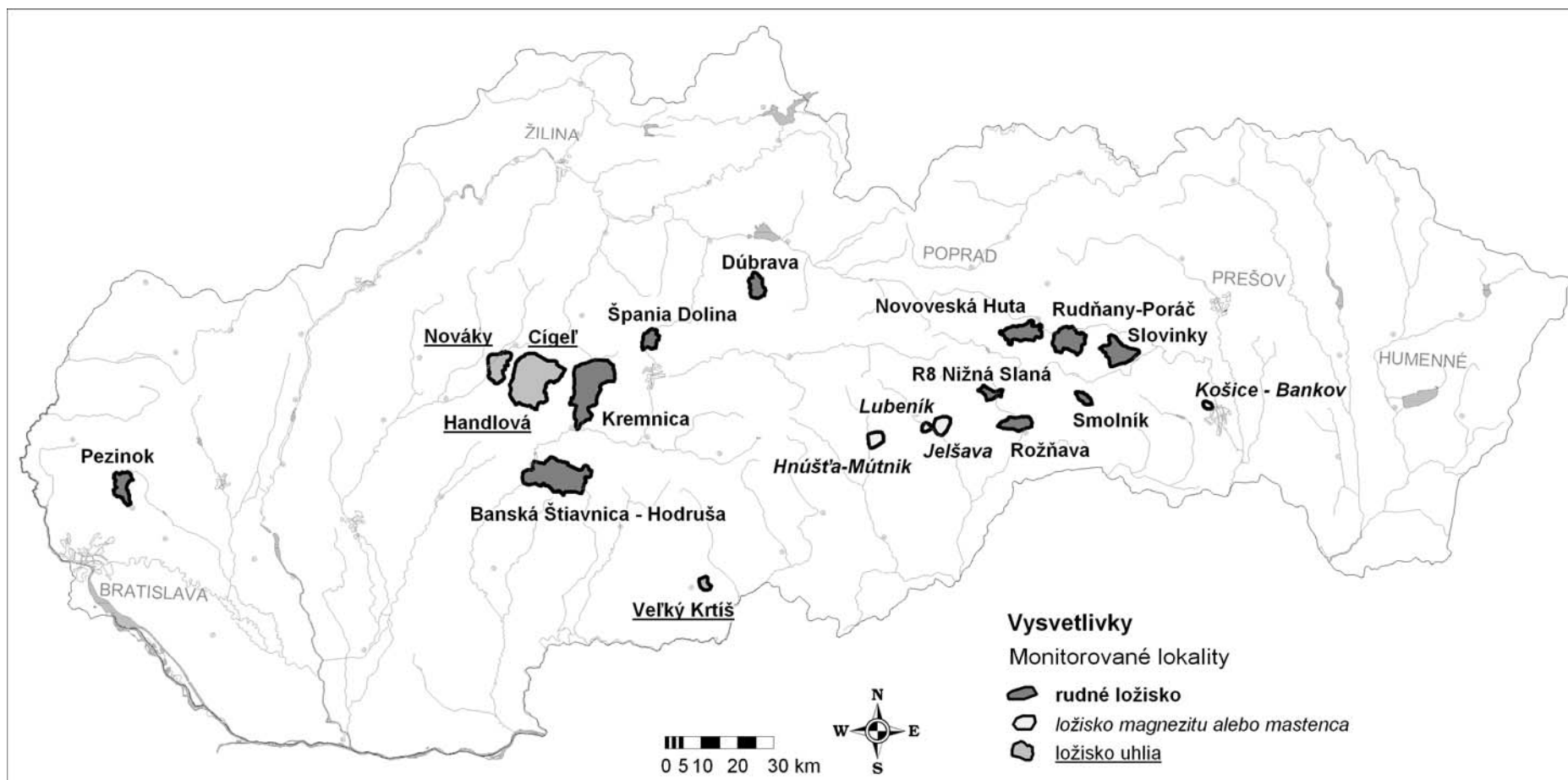
Monitoring vykonávaný v rámci tohto podsystému sa netýka bezpečnostného a stabilitného hodnotenia odkalísk, ktoré sú podľa vodného zákona vodnými stavbami. Nad nimi vykonáva Vodohospodárska výstavba, š.p. odborný technicko-bezpečnostný dohľad, ktorý je zameraný na zisťovanie technického stavu vodných stavieb, ktorých poškodenie môže spôsobiť ohrozenie príslušného územia, životov ľudí a majetku.

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, 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. 2 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 VŤNŽP boli v doterajšom období 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. V súčasnosti prebieha ťažba na sadrovcovom ložisku v Novoveskej Hute a v obmedzenom rozsahu sa ťaží baryt z vrchnej časti žily Droždiak v Rudňanoch. Zlato sa ťaží na bani Rozália v Banskej Hodruši. Ostatné bane na hodnotených lokalitách sú dnes už opustené a zatopené. 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. Najvýznamnejšími pretrvávajúcimi negatívnymi environmentálnymi vplyvmi na týchto lokalitách sú nestabilita horninového masívu spôsobujúca závaly nad vydobýťmi 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 bol 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 2011 neboli na monitorovaných lokalitách vykonané vlastné vzorkovacie ani laboratórne práce, preto nie sú v tejto ročnej správe bližšie hodnotené.



Obr. 1 Lokality intenzívne postihnuté ťažbou nerastov monitorované v rámci ČMS GF VTNŽP
 Označenie lokalít: P1 - Veľký Krtíš, P2A - Nováky, P2C - Čigell, 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- Slovinok, 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	Počet monitorovaných objektov spolu	Kvantitatívne a kvalitatívne charakteristiky vôd a sedimentov					
		Povrchový tok	Výver podzemnej vody	Banská voda	Drenáž z odkaliska	Frekvencia meraní	Rozsah kvalitatívnych parametrov
Hornonitrianska kotlina	9	5		4		1 x ročne	Voda: pH, EC, MIN, SiO ₂ , ChSK _{Mn} , Na, K, NH ₄ , Ca, Mg, Mn, Fe, Al, Cl, NO ₂ , NO ₃ , HCO ₃ , SO ₄ , Hg, As, Se, Cu, Pb, Cd, Zn, Ba, F, Cr; Sediment: Fe, Al, Mn, Ni, Co, Pb, Zn, Cu, Cd, Cr, V, As, Se, Sb, Hg, Mo
Rudňany	6	3	1	1	1	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, Mg, Ca, Fe, Mn, SO ₄ , As, Sb
Slovinky	8	5	0	1	2	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, SO ₄ , Mn, As, Cu, Sb, Zn, Pb, Hg
Smolník	8	2	0	4	2	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, Fe, Mn, As, SO ₄ , Cu, Al, Pb, Hg, Zn, Ni
Novoveská Huta	7	4	0	3	0	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, SO ₄ , Cu, As, Sb, Mn, Ba, ²⁵⁶ Ra, U, Rn
N. Huta - Teplica	5	1	0	3	0	4x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, Ca, Mg, HCO ₃ , SO ₄ , RL, NL
Rožňava	4	0	0	3	1	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, SO ₄ , As, Sb, Pb, Cu
Nižná Slaná	2	0	0	1	1	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, Mg, Ca, Fe, Mn, SO ₄ , As, Sb
Banská Štiavnica	8	3	0	4	1	1x ročne	Voda: pH, EC, MIN, SiO ₂ , ChSK _{Mn} , Na, K, NH ₄ , Ca, Mg, Mn, Fe, Al, Cl, NO ₂ , NO ₃ , HCO ₃ , SO ₄ , Hg, As, Se, Cu, Pb, Cd, Zn, Ba, F, Cr; Sediment: Fe, Al, Mn, Ni, Co, Pb, Zn, Cu, Cd, Cr, V, As, Se, Sb, Hg, Mo
Banská Hodruša	2	1	0	0	1	1x ročne	
Kremnica	5	2	0	3	0	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, SO ₄ , As, Cu, Hg, Zn, Mn
Špania Dolina	9	3	0	5	1	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, SO ₄ , As, Sb, Cu, Hg, Zn
Dúbrava	8	2	0	6	0	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, SO ₄ , As, Sb, Cu
Pezinok	4	1	0	3	0	2x ročne	T, EC, pH, O ₂ , KNK, ZNK, Fe, Mn, SO ₄ , As, Sb
Spolu	85	32	1	41	10		

V priebehu rokov 2007 až 2011 sa pri monitoringu inžinierskogeologických aspektov vplyvu ťažby na ŽP naviazalo na vytipované lokality navrhnuté do štátneho monitorovacieho systému z úlohy: Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou (Vrana, 2005). Z dôvodu veľkého počtu vytipovaných lokalít (20) ako i z dôvodu obmedzeného pridelenia finančných prostriedkov, nepokračoval monitoring kontinuálne na všetkých objektoch, boli tieto lokality zaradované do monitoringu postupne. Z uvedených dôvodov 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 prebraných údajov do internej databázy. Základný archívny monitoring bol postupne rozširovaný o terénnu rekognoskáciu jednotlivých lokalít vrátane dokumentácie nových udalostí na ložiskách. Z uvedených dôvodov monitoringu dočasne nezahŕňal hnedouhoľné ložiská.

V roku 2011 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 banských diel. Na lokalitách Novoveská Huta, Rudňany – Poráč a Nižná Slaná - ložisko Kobeliarovo sa dokumentoval časový vývoj rozsahu závalov na základe leteckých snímok (stav k roku 2004) a družicových snímok Google Earth (snímky z roku 2006 a 2011).

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, 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 preto je miestne špecifický (tab. 1).

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

Veličina	Spôsob stanovenia	Merná jednotka
Prietok	Meranie hydrometrickou vrtuľou Meranie ciachovanou nádobou a stopkami	l.s^{-1}
Teplota vody	Tepelný snímač	$^{\circ}\text{C}$
Merná elektrická vodivosť vody	Prenosný konduktometer WTW	mS.m^{-1}
Reakcia vody pH	Prenosný pH meter	
Obsah rozpusteného kyslíka vo vode	Prenosný oxi-meter	$\% \text{O}_2$ $\text{Mg.l}^{-1} \text{O}_2$
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^{-1}
Obsah prvku - As, Bi, Sb, Se, Hg	Atómová absorpčná spektrometria AAS	$\mu\text{g.l}^{-1}$
Obsah aniónu - SO_4 , Cl, F, NO_3	Iónová chromatografia	mg.l^{-1}
Neutralizačná kapacita	Odmerná analýza	mmol.l^{-1}
Objemová aktivita ^{226}Ra , ^{222}Rn	Scintilačná metóda v Lucasových komorách	Bq.l^{-1}

Hydrometrické merania pre zistenie okamžitého prietoku povrchových tokov, výtokov zo štôlní a výdatnosti prameňov boli vykonané pomocou hydrometrickej vrtule typu A.OTT Kempton. 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 s ISO 5667-1, ISO 5667-2 a ISO 5667-3, ktoré sa zaoberajú návrhmi programov odberu vzoriek, technikami odberu, konzerváciou vzoriek a manipuláciou s nimi. Použité všeobecné názvoslovie je v súlade s názvoslovím spracovaným ISO/TC 147 Kvalita vody, predovšetkým s názvoslovím odberu vzoriek v ISO 6107-2.

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

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 predchádzajúcej etapy prác (Vrana et al., 2005) a vychádza z STN 75 7221 „Klasifikácia povrchových vôd a z Nariadenia vlády SR č.296/2005 Z. z., ktoré bolo neskôr nahradené Nariadením vlády SR č.269/2010 Z. z.

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 po odbere filtrované 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 je použitá 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. Rozlišujú 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. Pre dané miesto odberu vzorky a hodnotené obdobie sledovania sa určí tzv. charakteristická hodnota, ktorá sa porovnáva so zodpovedajúcou sústavou jeho medzných hodnôt. 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 uvádzame i 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 pozadové koncentrácie ťažkých kovov. Pozadové koncentrácie kovov pre jednotlivé útvary povrchových vôd Slovenska sú uvedené v publikácii Bodiša et al. (2010).

Spôsob výpočtu charakteristickej hodnoty závisí od počtu odberov vzoriek n v hodnotenom období:

Ak $n \geq 24$: charakteristická hodnota zodpovedá hodnote súboru hodnôt ukazovateľa kvality s pravdepodobnosťou neprekročenia 90 % (v prípade rozpusteného kyslíka s pravdepodobnosťou prekročenia 90 %).

Ak $n = [11 - 23]$: charakteristická hodnota sa určuje ako priemer troch najnepriaznivejších hodnôt súboru.

Ak $n < 11$: charakteristická hodnota zodpovedá maximálnej hodnote súboru.

Pri hodnotení kvality podzemných vôd, banských vôd priesakov z odkalísk a hálld je použitá klasifikácia kvality podzemných vôd, podľa ukazovateľov a normatífov znečistenia podzemných vôd uvedených v Prílohe k Pokynu Ministerstva pre správu a privatizáciu národného majetku SR a Ministerstva životného prostredia SR z 15.12.1997 č. 1617/97-min. (ďalej len „Pokyn“). Ukazovatele a normatívy sú v ňom uvedené v nasledujúcich kategóriách:

kategória A - fónové hodnoty, charakterizujúce približne ich prírodné obsahy, prípadne dohodnuté hodnoty požadovanej medze citlivosti analytického stanovenia,

kategória B - medzné koncentrácie ukazovateľov, ktorých dosiahnutie vyžaduje prieskumné práce s cieľom vysvetliť pôvod či zdroj znečistenia,

kategória C - medzné koncentrácie ukazovateľov, ktoré vyžadujú asanačný zásah, ak je preukázané riziko migrácie znečistenia do okolia a možnosť poškodenia ďalších zložiek životného prostredia.

Keďže vyššie uvedená norma je orientovaná na jednorazové zistenie stupňa znečistenia podzemných vôd lokality, neupravuje postup pre hodnotenie monitoringu kvality (opakované odbery vzoriek na odberných miestach). Preto sme pristúpili k aplikácii obdobného spôsobu hodnotenia kvality podzemných, banských vôd a priesakov z odkalísk a hálld, ako sa používa pre povrchové vody. To znamená, že pre každé odberné miesto a hodnotený časový úsek je vypočítaná charakteristická hodnota spôsobom odvíjajúcim sa od počtu hodnôt súboru a táto je následne zaradená do príslušnej triedy A, B alebo C porovnaním s normatívmi znečistenia „Pokynu“. V „Pokyne“ nie sú uvedené medzné koncentrácie pre antimón, tento prvok v našom hodnotení zaraďujeme nasledovne: kategória A $Sb > 0,001 \text{ mg.l}^{-1}$, kategória B $Sb > 0,01 \text{ mg.l}^{-1}$ a kategória C $Sb > 0,1 \text{ mg.l}^{-1}$.

Kvalita vzoriek sedimentu odoberaných na totožných miestach spolu so vzorkami vôd je hodnotená podľa ukazovateľov a normatífov znečistenia pôd uvedených v Prílohe k „Pokynu“, v triedach kvality A, B, C.

Novo dokumentované a archívne preberané priestorové údaje o pozostatkoch banskej a úpravníckej činnosti a ich prejavoch, pozícia monitorovacích objektov je prevádzaná do digitálnej formy a ukladaná 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.

Lokalizácia vybraných javov a objektov je vyhodnocovaná a znázorňovaná i na podklade účelovej digitálnej farebnej ortofotomapy SR, spracovanej z leteckého meračského snímkovania z r.2002 a 2003 v mierke približne 1 : 26 000.

Inžinierskogeologické aspekty

Počas roku 2011 sa pokračovalo vo vytvorení systému zisťovania a monitorovania (Vrana, 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 pod povrchom terénu ako:

- 1) vydobyté (vyrúbané) priestory (MP);**
- 2) deformácie horninového masívu (MD);**
- 3) ústia podzemných banských diel alebo banské diela na povrchu terénu (BD);**
- 4) odkaliská - aktívne alebo v štádiu pred rekultiváciou, na ktoré sa vzťahuje v zmysle príslušnej Vyhlášky MPSR č. 524/2002 Z. z. predpísané monitorovanie TBD (OD).**

Pre zhromažďovanie údajov získaných vlastnými terénnymi prácami a preberaných z archívnych podkladov slúži digitálna databáza ČMS GF VTŇŽP. Tieto údaje sú spracovávané i formou čiastkových ročných správ, ktoré obsahujú i spracovaný materiál z dodaných podkladov od správcu či prevádzkovateľa ložiska.

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

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

Získané údaje sú ukladané do účelovej databázy údajov podsystému 04. Jej základ bol zostavený v priebehu riešenia geologickej úlohy „Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou“ (Vrana et al., 2005). 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. V priebehu monitoringu v rokoch 2007-2009 boli aktualizované a dopĺňané záznamové listy (textové dokumenty) fyzikálnych vplyvov banskej činnosti prejavujúce sa na povrchu terénu (svahové deformácie, poklesy terénu, poruchy na objektoch, podmáčanie/zamokrenie, lineárna erózia na povrchu terénu) a zdroje potenciálnych fyzikálnych impaktov (dobývky

a banské diela v podzemí, deformácie horninového masívu, ústia banských diel na povrch, odkaliská).

Geografická časť databázy obsahuje hodnotené lokality a objekty. V priebehu monitoringu v rokoch 2007-2011 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 Novoveská Huta, Rudňany – Poráč a Nižná Slaná - ložisko Kobeliarovo sa digitalizovali plošné rozsahy povrchového výskytu závalov na podklade účelovej digitálnej farebnej ortofotomapy SR, spracovanej z leteckého meračského snímkovania z r.2002 a 2003 v mierke približne 1 : 26 000. a na podklade družicových snímok Google Earth z roku 2006 a 2011. Digitalizácia a archivácia výstupu bola robená v prostredí MapInfo Professional.

4 VÝSLEDKY MONITOROVANIA

4.1 Región Hornej Nitry

Hydrogeologické a geochemické aspekty

V oblasti hnedouhoľného hornonitrianskeho revíru boli sledované systémy štyroch najvýznamnejších štôlní revíru, a to: Handlová pri Rybe, štôlna Cigeľ, štôlna Hlboké a štôlna v Lehote pod Vtáčnikom.

Prírodné systémy jednotlivých štôlní nám umožnili sledovať štôľňu v Handlovej a v Cigli v celom systéme (výtok zo štôlní, povrchový tok nad a povrchový tok pod výtokom zo štôľne). Štôlna v Hlbokom (je zachytená a zvedená rúrou, ktorá ústi do rekultivovanej skládky odpadov) nám umožňovala sledovať len samotnú štôľňu a štôlna v Hlbokom nám umožnila sledovať samotný výtok zo štôľne a jej vplyv v recipiente povrchových vôd. Prírodné pomery tejto lokality neumožňovali sledovať recipient nad štôľňou.

Výsledky monitorovania vplyvu banskej činnosti na životné prostredie v oblasti Hornej Nitry pre obdobie rokov 2007-2011 sú pre prírodné vody uvedené v tab. 4 a 5 a pre sedimenty v tab. 6.

Z výsledkov monitorovania prírodných vôd oblasti vyplýva, že voda Handlovky vplyvom vypúšťanej banskej vody môže nadobúdať vysokú koncentráciu amónneho iónu NH_4^+ (trieda IV. kvality povrchových vôd) i hliníka (až V. trieda). Zvýšené koncentrácie týchto látok nemajú stály charakter. Ďalšími látkami ktoré sú vo zvýšenej miere prítomné v banskej vode sú síranový anión a mangán, ich prínos do toku Handlovky je však aj z iných zdrojov o čom svedčí ich zvýšená koncentrácia v profile nad štôľňou pri Rybe (monitorovací bod č. 1). Banská voda zo štôľne v Cigli (č. 5) ovplyvňuje kvalitu miestneho potoka najmä stabilným prínosom Fe, Mn a SO_4 a občasným prínosom Al. Banská voda štôľne Hlboké má zvýšené koncentrácie Fe, Mn, Al, SO_4 , občasne i Hg. Banská voda štôľne v Lehote pod Vtáčnikom (č.8) ovplyvňuje recipient hlavne prínosom Mn, ale i Fe, Al, As.

Miestne recipienty sa vyznačujú relatívne vysokým stupňom antropogénnej kontaminácie z kumulovaných zdrojov (banská činnosť, poľnohospodárska činnosť, komunálne odpady). Dôležité je, že obsahy potenciálne toxických prvkov z výtokov vôd zo štôlní sú relatívne nízke. Najnepriaznivejšia kategória C kvality podzemnej vody je zaznamenaná len pre obsah amónneho iónu v banskej vode štôľne pri Rybe. Obsahy arzenu, ortuti a bária v monitorovaných banských vodách sú v kategórii A a ostatné sledované rizikové anorganické látky sú v tak nízkych koncentráciách, že nedosahujú ani limit kategórie A. Zvýšené sú obsahy síranov z výtokov zo štôlní (okolo 200 mg.l^{-1}). Tieto obsahy však nie sú výrazne vyššie ako v povrchových recipientoch (prevažne v rozmedzí $120 - 150 \text{ mg.l}^{-1}$). Z hľadiska obsahov potenciálne toxických prvkov môžeme skonštatovať ich prevažne nízke obsahy, väčšinou pod limitné hodnoty normy pre pitnú vodu (NV SR č. 496/2010 Z. z.). Len

v štôlni Lehota pod Vtáčnikom sú dokumentované stabilne zvýšené koncentrácie As do 0,025 mg.l⁻¹. Z hľadiska všeobecných požiadaviek na kvalitu povrchovej (NV SR č. 269/2010 Z. z.) bola zistená zvýšená koncentrácia Ca a SO₄ v Handlovke nad štôľňou (objekt č.1), NH₄, Al, Hg, Cd a ChSK_{Mn} v Handlovke pod štôľňou (č. 3), Hg, Pb a ChSK_{Mn} v potoku Moštenica nad baňou (č. 4), Mn, Cd a ChSK_{Mn} v potoku Moštenica pod baňou (č. 6), Mn a As v potoku Cigľanka (č. 9). V celku môžeme skonštatovať, že hydrogeochemický režim je relatívne stabilný. Nepozorujeme žiadne zásadné rozdiely v chemickom zložení vôd za sledované obdobie 2007 – 2011.

Výsledky monitoringu vplyvu banskej činnosti na životné prostredie pre sedimenty v roku 2011 sú uvedené v tab. 6. V sedimentoch z baní a aj v sedimentoch povrchových recipientov pod štôľňami pozorujeme zvýšené obsahy potenciálne toxických prvkov. Do najhoršej kvalitatívnej triedy **C** patria kvôli vysokej koncentrácii arzenu sedimenty štôľne v Cigli (č. 5) a sedimenty recipienta tejto štôľne (č. 6), ako aj sediment štôľne Hlboké (č. 7). Ďalšími rizikovými zložkami sú hlavne zinok a meď, objavujúce sa v úrovni kategórie **A** v sedimente banskej vody štôľne pri Rybe, sedimente Handlovky pod výusteníím tejto štôľne i v sedimente štôľne Hlboké.

Za sledované obdobie (r. 2007 – 2011) 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. Celkovo z hľadiska sedimentov môžeme oblasť Hornej Nitry hodnotiť v kategórii stredného rizika.

Tab. 4 Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody regiónu Horná Nitra (2007 - 2011)

	pH	EC	Min	SiO ₂	ChSK _{Mn}	Na	K	NH ₄	Ca	Mg	Mn	Fe	Al
1	8,58	96,5	843,0	37,8	2,49	49	10,8	0,29	113	32	0,16	0,6	0,06
2	8,11	87,5	782,0	32	3,39	44,4	9,81	7,16	106	25,4	0,1	0,23	0,07
3	8,37	72,3	668,0	37,2	13,3	54,6	12,3	3,56	76,3	23,7	0,27	1,99	0,51
4	7,98	72,0	675,0	37,9	6,24	37,7	9,14	0,16	92,8	30,4	0,21	0,44	0,11
5	7,86	89,7	831,7	40,9	1,91	51,4	12,3	0,24	106	32,9	0,37	2	0,02
6	8,46	82,6	831,2	39,8	4,36	55,8	13,1	0,25	97,4	35,5	0,37	1,46	0,09
7	8,25	90,4	738,5	41,2	2,34	59,9	15,9	0,15	75,3	27,1	0,12	1,34	0,16
8	7,70	67,3	612,0	45,4	2,1	33,9	11,2	0,43	75,8	20,3	0,46	1,88	0,18
9	8,07	67,5	619,0	44,5	2,17	34,6	11,1	0,25	75,8	20,4	0,412	1,28	0,17

	Cl	NO ₂	NO ₃	HCO ₃	SO ₄	Hg	As	Se	Cu	Pb	Cd	Zn	Ba	F	Cr
1	6,91	0,34	4,22	256	305	0,0001	0,007	0,001	0,002	0,005	0,0006	0,012	0,04	<0,01	<0,002
2	16,1	0,89	9,82	314	208	0,0001	0,003	0,001	0,002	0,01	0,0004	0,028	0,036	0,33	<0,002
3	25,0	0,16	5,13	241	202,6	0,0004	0,007	0,001	0,006	0,008	0,0009	0,052	0,04	0,36	<0,002
4	6,19	0,05	2,94	363	107	0,002	0,008	0,001	0,002	0,01	0,0006	0,011	0,038	0,2	<0,002
5	7,6	0,17	6,04	445	183	0,0001	0,011	0,001	0,002	0,016	0,0005	0,014	0,047	0,1	<0,002
6	6,12	0,21	6,77	421	204	0,0001	0,01	0,001	0,002	0,006	0,0012	0,02	0,049	0,41	<0,002
7	8,05	0,4	10,1	357	222	0,0007	0,011	0,001	0,003	0,005	0,0008	0,017	0,044	<0,01	<0,002
8	2,94	0,13	3,52	287	149	0,0004	0,025	0,001	0,002	0,005	0,0004	0,021	0,066	0,12	<0,002
9	2,74	0,23	3,41	262	149	0,0001	0,022	0,001	0,002	0,005	0,0004	0,005	0,078	0,42	<0,002

Vysvetlivky: **1** – Handlová, Handlovka nad štôľňou pri Rybe; **2** – Handlová, štôľňa pri Rybe; **3** – Handlová, Handlovka pod benzínovou pumpou; **4** – Cigľ, potok nad baňou; **5** – Cigľ, štôľňa; **6** – Cigľ, potok pod Cigľom; **7** – štôľňa Hlboké; **8** – Lehota pod Vtáčnikom, štôľňa; **9** – Lehota pod Vtáčnikom, potok.

Údaje sú v mg.l⁻¹ s výnimkou pH a mernej elektrickej vodivosti EC (mS.m⁻¹).

Tab. 5 Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných miest regiónu Horná Nitra, 2007 - 2011

	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
1-Handlová, Handlovka nad štôľňou pri Rybe					NH ₄ , Ba, F, Cl, Zn, Pb, As, Cd, Cr, ChSK _{Mn}	Ca, Mg, Fe, Hg,	pH, Mn, Al,	MIN	SO ₄
2 – Handlová, štôľňa pri Rybe	Ba, F, Hg, Zn, Pb, As, Cd, Cr			NH ₄	Ba, Fe, F, Cl, As, Cd, Cr, ChSK _{Mn}	pH, Ca, Mg, Hg, Zn, Pb	Mn, Al, SO ₄ , MIN,		NH ₄
3 – Handlová, Handlovka pod benzínovou pumpou					Mg, Ba, F, Cl, Pb, As, Cd, Cr	pH, Ca,	Fe, Mn, SO ₄ , MIN, Hg, Zn, ChSK _{Mn}	NH ₄	Al
4 – Cigeľ, potok nad baňou					pH, NH ₄ , Ba, Fe, F, Cl, Zn, As, Cd, Cr,	Ca, Mg, SO ₄ , Pb, ChSK _{Mn}	Mn, Al, MIN		Hg
5 – Cigeľ, štôľňa	Ba, F, Hg, Zn, Pb, Cd, Cr	NH ₄ , As			pH, NH ₄ , Ba, F, Cl, Zn, Cd, Cr, ChSK _{Mn}	Ca, Mg, Al, Hg, Pb, As,	SO ₄	Fe, Mn, MIN	
6 – Cigeľ, potok pod Cigľom					NH ₄ , Ba, F, Cl, Pb, Cd, Cr, ChSK _{Mn}	pH, Ca, Mg, Hg, Zn, As	Fe, Al, SO ₄	Mn, MIN	
7 – štôľňa Hlboké	NH ₄ , Ba, F, Zn, Pb, Cd, Cr	Hg, As			NH ₄ , Ba, F, Cl, Zn, Pb, Cd, Cr, ChSK _{Mn}	pH, Ca, Mg, As,	Fe, Mn, Al, SO ₄ , MIN	Hg	
8 – Lehota pod Vtáčnikom, štôľňa	F, Zn, Pb, Cd, Cr	NH ₄ , Ba, Hg, As			pH, Mg, Ba, F, Cl, Pb, Cd, Cr, ChSK _{Mn}	NH ₄ , Ca, SO ₄ , Zn	Fe, Al, MIN, Hg, As	Mn	
9 – Lehota pod Vtáčnikom, potok					NH ₄ , Mg, Ba, F, Cl, Zn, Pb, Cd, Cr, ChSK _{Mn}	pH, Ca, SO ₄ , Hg	Fe, Al, MIN, As	Mn	

Tab. 6 Výsledky monitorovania chemického zloženia sedimentov v oblasti Hornej Nitry za rok 2011

Odborový bod	Limitná hodnota*			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Prvok	A	B	C	2011	2011	2011	2011	2011	2011	2011	2011	2011
Fe				5,9	4,41	4,63	4,17	7,61	5,41	7,07	2,59	4,25
Al				5,88	6,4	5,66	6,41	5,91	5,57	7,09	5,78	7,62
Mn				0,88	0,20	0,16	0,19	1,44	0,43	0,48	0,10	0,14
Ni	35	100	500	31	26	20	15	31	24	25	16	16
Co	20	50	300	9	14	13	14	23	19	10	7	10
Pb	85	150	600	70	34	40	23	23	35	29	22	23
Zn	140	500	3000	849	212	207	77	153	134	243	48	74
Cu	36	100	500	70	31	45	14	35	24	94	10	21
Cd	0,8	5	20	0,9	0,3	0,3	0,2	0,3	0,1	0,3	< 0,1	0,1
Cr	130	250	800	60	56	52	47	62	93	59	65	51
V	120	200	500	106	108	100	116	98	103	133	106	132
As	29	30	50	46	20	18	13	457	63	175	11	32
Se	0,8	5	20	1,9	0,5	0,4	0,2	0,4	0,4	0,3	0,1	1,5
Sb				2,3	1,7	1,9	0,1	1,1	1,0	2,0	0,2	0,8
Hg	0,3	2	10	6,01	0,29	3,3	0,08	0,10	0,20	0,33	0,03	0,06
Mo				4	< 3	< 3	< 3	5	< 3	7	< 3	< 3

Vysvetlivky: **1** – Handlová, Handlovka nad štôľňou pri Rybe; **2** – Handlová, štôľňa pri Rybe; **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.

Hodnoty: Fe – Al v %, Ni – Hg v mg.kg⁻¹.

* - MP MPSR č. 531/1994-540 limitné hodnoty rizikových látok v pôdach.

Údaje spadajúce do kategórie A sú zvýraznené tučným písmom, kategórie B tučnou kurzívou a kategórie C sú orámované dvojčiarou.

4.2 Lokalita Banská Štiavnica R1 a Hodruša-Hámre R2

Hydrogeologické a geochemické aspekty

V oblasti banskoštiavnického rudného revíru boli sledované systémy dvoch najväčších odvodňovacích štôlní (Voznická dedičná štôlna a Nová odvodňovacia štôlna), ďalej jednej zo starých štôlní rajónu – Zlatý stôl a odkalisko v Hodruši. Voznická odvodňovacia štôlna (VOŠ) bola sledovaná len pri jej ústí (cca 50 – 100 m od rieky Hron). Nová odvodňovacia štôlna (NOŠ) bola sledovaná pri ústí štôlne a po cca 800 – 1000 m pri jej vyústení do rieky Hron. Štôlna Zlatý stôl a odkalisko v Hodruši boli sledované aj v recipiente nad a pod výtokom. Výsledky monitoringu vôd v období 2007-2011 sú uvedené v tab. 7 a 8 (vody) a výsledky monitoringu sedimentov v tab. 9.

V prírodných vodách, no najmä vo vodách VOŠ a NOŠ zdokumentované (tab. 7) veľmi vysoké obsahy prakticky všetkých sledovaných potenciálne toxických prvkov, najmä Pb, Zn, Cu, Cd no aj Fe a Mn. Enormne vysoké obsahy Zn ($3,5 - 7,4 \text{ mg.l}^{-1}$), Cd ($0,0123 - 0,0235 \text{ mg.l}^{-1}$) a Pb (do $0,62 \text{ mg.l}^{-1}$) v triede **C** kvality podzemných vôd sú dokumentované v banskej vode VOŠ. Banská voda NOŠ patrí do kvalitatívnej triedy **C** kvôli vysokému obsahu Zn, obsah Cd je v úrovni kategórie **B**. Drenážna voda odkaliska je zaradená v triede **B** pre vysoký obsah Pb. Zo štôlne Zlatý stôl vyteká voda kvalitatívnej kategórie **A**, v porovnaní s limitmi pre pitnú vodu má nevyhovujúce obsahy Fe a Mn. Hodnoty celkovej mineralizácie vôd v recipientoch nad výtokmi banských diel sa pohybujú v rozmedzí približne $220 - 410 \text{ mg.l}^{-1}$. Hodnoty celkovej mineralizácie banskej vody VOŠ sú približne štyri-krát vyššie (cca 1200 mg.l^{-1}) ako je prírodný fón oblasti. Hodnoty banskej vody NOŠ sú približne $600 - 770 \text{ mg.l}^{-1}$, hodnoty zo štôlne Zlatý stôl sú približne na úrovni $800 - 900 \text{ mg.l}^{-1}$. Vo všetkých prípadoch sa jedná o výrazný, približne dvojnásobný nárast celkovej mineralizácie. Najviac sú adekvátne zvýšené obsahy síranov a im ekvivalentných alkálií a alkalických kovov. Z hľadiska časového, nepozorujeme za sledované roky žiadne významné rozdiely v chemickom zložení vôd jednotlivých banských systémoch. Z hľadiska všeobecných požiadaviek na kvalitu povrchovej (NV SR č. 269/2010 Z. z.) bola zistená zvýšená koncentrácia NH_4 , Al, Hg a ChSK_{Mn} v potoku nad odkaliskom v Hodruši, ChSK_{Mn} v potoku pod odkaliskom v Hodruši, Mn, Zn a ChSK_{Mn} v potoku nad ústím štôlne Zlatý stôl, Fe, Mn, Pb v potoku pod ústím štôlne Zlatý stôl.

Výsledky monitoringu kvality riečnych sedimentov v štiavnicko-hodrušskom rudnom obvode sú uvedené v tab. 9. Sedimenty hlavných odvodňovacích štôlní obsahujú extrémne vysoké obsahy mnohých sledovaných rizikových prvkov (Zn, Cu, Pb, Co, Ni, As, Hg), ktoré mnohonásobne prevyšujú legislatívne zavedené hodnoty pre zdravé, neznečistené životné prostredie. Najmä Zn ($60000 - 90000 \text{ mg.kg}^{-1}$) v sedimente Voznickej odvodňovacej štôlne je na úrovni, ktorá veľmi vysoko prevyšuje (niekoľko 1000-krát) legislatívne hraničné hodnoty. Okrem koncentrácie Zn v tomto sedimente podľa výsledkov vzorkovania v roku 2011 patrí do najhoršej kategórie **C** i koncentrácia Pb, Cu, Cd a As a do kategórie **B** koncentrácia Ni a Co. V sedimente Novej odvodňovacej štôlne patrí do kategórie **C** obsah Zn, Cd a As a obsahy Ni, Co, Pb, Cu sú v kategórii **B**. V sedimente štôlne Zlatý stôl je v kategórii **C** len obsah As, obsah Co je v kategórii **B**. Sediment odkaliska zaraďujú do kategórie **B** obsahy Pb, Zn a Cu. Celkovo možno skonštatovať z hľadiska časového (r. 2007 – 2011) stály režim obsahov rizikových prvkov a sústavné pretrvávajúce vysokej environmentálnej záťaže z banskej činnosti na životné prostredie oblasti.

Tab. 7 Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Banská Štiavnica a Hodruša - Hámre (2007 - 2011)

	pH	EC	MIN	SiO ₂	ChSK _{Mn}	Na	K	NH ₄	Ca	Mg	Mn	Fe	Al
10	8,41	134,0	749,9	23,5	0,50	23,6	4,2	0,05	135,0	33,1	0,93	1,19	0,44
11	8,26	134,0	772,2	24,4	0,50	23,7	3,5	0,05	143,0	33,4	1,01	1,30	0,46
12	7,65	139,0	1311,7	22,2	0,60	24,2	4,8	0,86	251,0	74,6	4,51	5,66	2,21
13	8,14	178,0	695,0	24,2	2,88	27,5	23,9	0,26	140,0	21,9	5,53	3,37	1,85
14	9,33	46,7	401,0	14,1	3,68	9,0	6,7	0,84	59,6	15,5	0,16	0,62	0,33
15	8,91	50,6	563,0	14,3	3,33	24,4	9,8	0,61	84,1	24,7	0,30	0,44	0,13
16	7,41	85,3	916,2	18,6	0,67	4,8	3,0	0,05	144,0	53,5	0,87	1,27	0,02
17	8,02	35,3	279,0	14,4	3,60	4,3	2,5	0,09	47,7	10,8	0,31	0,46	0,13
18	7,98	39,2	594,0	16,4	2,47	4,3	2,5	0,06	93,6	30,6	1,39	2,68	0,10

	Cl	NO ₂	NO ₃	HCO ₃	SO ₄	Hg	As	Se	Cu	Pb	Cd	Zn	Ba	F	Cr
10	4,69	0,01	2,10	203	322	0,0001	0,004	0,001	0,013	0,028	0,0087	2,630	0,015	0,52	<0,002
11	4,41	0,01	2,35	215	324	0,0001	0,003	0,001	0,015	0,021	0,0092	2,890	0,014	0,50	<0,002
12	6,32	0,01	2,08	262	685	0,0001	0,011	0,001	0,063	0,620	0,0235	7,380	0,010	0,44	<0,002
13	4,97	0,24	2,67	233	303	0,0001	0,001	0,001	0,006	0,067	0,0003	0,080	0,036	0,20	<0,002
14	6,31	0,24	4,53	195	107	0,0002	0,003	0,001	0,003	0,005	0,0004	0,057	0,017	0,48	<0,002
15	17,20	0,25	7,23	229	152	0,0001	0,003	0,001	0,003	0,005	0,0004	0,085	0,021	0,50	<0,002
16	3,50	0,01	2,22	515	187	0,0001	0,002	0,001	0,002	0,010	0,0007	0,014	0,032	0,39	0,027
17	2,34	0,04	3,89	110	84	0,0001	0,002	0,001	0,007	0,005	0,0003	0,268	0,015	0,44	<0,002
18	2,32	0,03	3,58	317	116	0,0001	0,003	0,001	0,002	0,010	0,0007	0,026	0,016	0,46	<0,002

Vysvetlivky: Údaje sú v mg.l⁻¹ s výnimkou pH a mernej elektrickej vodivosti EC (mS.m⁻¹). Číslovanie monitorovaných objektov: **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.

Tab. 8 Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných miest z lokality Banská Štiavnica a Hodruša - Hámre, 2007 - 2011

	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
10- NOŠ pri Hrone	NH ₄ , Ba, Hg, As, Cr	F, Pb	Cd	Zn	NH ₄ , Ba, Cl, As, Cr, ChSK _{Mn}	pH, Ca, Mg, F, Hg,	Fe, MIN, Pb, Cd	Al	Mn, SO ₄ , Zn,
11 – NOŠ pri ústí	NH ₄ , Ba, F, Hg, As, Cr	Pb	Cd	Zn	NH ₄ , Ba, Cl, As, Cr, ChSK _{Mn}	pH, Ca, Mg, F, Hg,	Fe, MIN, Pb, Cd	Al	Mn, SO ₄ , Zn
12 - VOŠ	Ba, F, Hg, Cr	NH ₄ , As,		Zn, Pb, Cd	pH, Ba, F, Cl, Cr, ChSK _{Mn}	Hg, As	NH ₄ , Mg,	Ca,	Fe, Mn, Al, SO ₄ , MIN, Zn, Pb, Cd
13 – Hodruša odkalisko	Ba, F, Hg, Zn, As, Cd, Cr	NH ₄	Pb		NH ₄ , Mg, Ba, F, Cl, As, Cd, Cr, ChSK _{Mn}	pH, Ca, Hg,	MIN, Zn,	Pb	Fe, Mn, Al, SO ₄ ,
14 – Hodruša, potok nad odkaliskom					Ca, Mg, Ba, F, Cl, Pb, As, Cd, Cr, ChSK _{Mn}	Fe, SO ₄ , MIN,	NH ₄ , Mn, Hg, Zn	pH, Al,	
15 – Hodruša, potok pod odkaliskom					Mg, Ba, Fe, Cl, Pb, As, Cd, Cr, ChSK _{Mn}	NH ₄ , Ca, F, Hg,	pH, Al, SO ₄ , MIN, Zn,	Mn	
16 – Zlatý stôl štôlna	NH ₄ , Ba, F, Hg, Zn, Pb, As, Cd	Cr			pH, NH ₄ , Ba, F, Cl, Zn, As, Cd, ChSK _{Mn}	Ca, Al, Hg, Pb, Cr	Mg, Fe, SO ₄ ,	MIN,	Mn
17 – Zlatý stôl, potok nad štôlnou					NH ₄ , Ca, Mg, Ba, Fe, F, Cl, MIN, Pb, As, Cd, Cr, ChSK _{Mn}	pH, SO ₄ , Hg,	Al,	Mn, Zn	
18 – Zlatý stôl, pod štôlnou					pH, NH ₄ , Ba, F, Cl, As, Cd, Cr, ChSK _{Mn}	Ca, Mg, SO ₄ , Hg, Zn, Pb,	Al, MIN	Fe	Mn

Tab. 9 Výsledky monitorovania chemického zloženia sedimentov v štiavnicko-hodrušskom rudnom obvode za rok 2011

Odberový bod	Limitná hodnota*			10	11	12	13	14	15	16	17	18
Prvok	A	B	C	2011	2011	2011	2011	2011	2011	2011	2011	2011
Fe				4,40	5,97	16,10	4,44	4,43	5,37	16,7	4,2	4,63
Al				6,03	1,73	4,8	6,25	7,36	7,26	1,87	7,47	7,64
Mn				1,19	10,7	9,07	0,93	0,12	0,14	10,1	0,24	0,28
Ni	35	100	500	39	110	150	14	12	14	28	16	17
Co	20	50	300	37	165	148	12	13	13	63	12	16
Pb	85	150	600	152	242	1667	405	107	136	53	172	159
Zn	140	500	3000	9899	69540	79260	977	255	350	116	342	117
Cu	36	100	500	111	305	1861	337	74	100	22	72	73
Cd	0,8	5	20	41	282	405	4,7	1,0	1,1	4,4	1,4	1,5
Cr	130	250	800	57	45	27	25	34	36	< 5	35	40
V	120	200	500	113	30	25	81	125	159	10	136	141
As	29	30	50	37	108	312	13	26	29	115	24	29
Se	0,8	5	20	1	< 1	< 1	0,4	0,5	0,5	0,2	0,8	0,6
Sb				16	33	8	7	6	7	14	5	6
Hg	0,3	2	10	0,48	0,16	0,35	0,2	0,32	0,29	4,32	0,29	0,29
Mo				< 3	32	31	11	< 3	< 3	7	< 3	< 3

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, štôlnia; **17** – Zlatý stôl, potok nad štôlniou; **18** – Zlatý stôl, pod štôlniou.

Hodnoty: Fe – Al v %, Ni – Hg v mg.kg⁻¹.

* - MP MPSR č. 531/1994-540 limitné hodnoty rizikových látok v pôdach.

Údaje spadajúce do kategórie *A* sú zvýraznené tučným písmom, kategórie *B* tučnou kurzívou a kategórie *C* sú orámované dvojitou čiarou.

Inžinierskogeologické aspekty

V roku 2010 v oblasti Banskej Štiavnice a Hodruše neboli zaznamenané významné prejavy nestability povrchu v podrúbaných oblastiach. Ústia hlavných odvodňovacích štôlní sú stabilné a zabezpečené.

4.3 Lokalita Kremnica R3

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Ťažba žil s drahokovovou mineralizáciou v Kremnickom rudnom poli, kulminujúca v 14. a 15. storočí, bola definitívne ukončená v roku 1970. Rozsiahly systém banských diel drénuje podzemné vody, ktoré na povrch vytekajú len niekoľkými štôlniami. Ďalším produktom banskej činnosti je odkalisko v Hornej Vsi s extrémnymi koncentraciami Zn, Cu, Pb a CN⁻. Jeho správu zabezpečuje Kremnická banská spoločnosť, s.r.o., ďalšie staré odkaliská boli rekultivované. Banský postihnutá oblasť s ťažbou rozrušenými východmi rudných telies, sekundárnymi akumuláciami vytťaženej horniny i skládkami odpadov z úpravy zaberá hornú časť povodia Kremnického potoka.

Hydrogeologické pomery sú stabilizované, podstatnú časť prítomných banských diel a naľahané hydrogeologické kolektory odvodňuje Hlavná dedičná štôlnia do Hrona, pričom menší podiel z otekajúceho množstva predstavujú povrchové vody privádzané do podzemia pre prevádzku hydroelektrárne (Kremnická banská spoločnosť, s.r.o.). V rámci štátneho monitoringu boli vlastné hydrogeologické a hydrochemické merania na lokalite začaté v roku 2008 (1 meranie) a pokračovali v rokoch 2009 – 2011 (po 2 merania). Merania sú vykonávané na troch výtokoch zo štôlní a dvoch profiloch povrchových tokov (tab. 10).

Tab. 10 Výsledky hydrometrických meraní výdatnosti výtokov banskej vody a prietokov povrchových tokov na lokalite Kremnica za roky 2008 - 2011

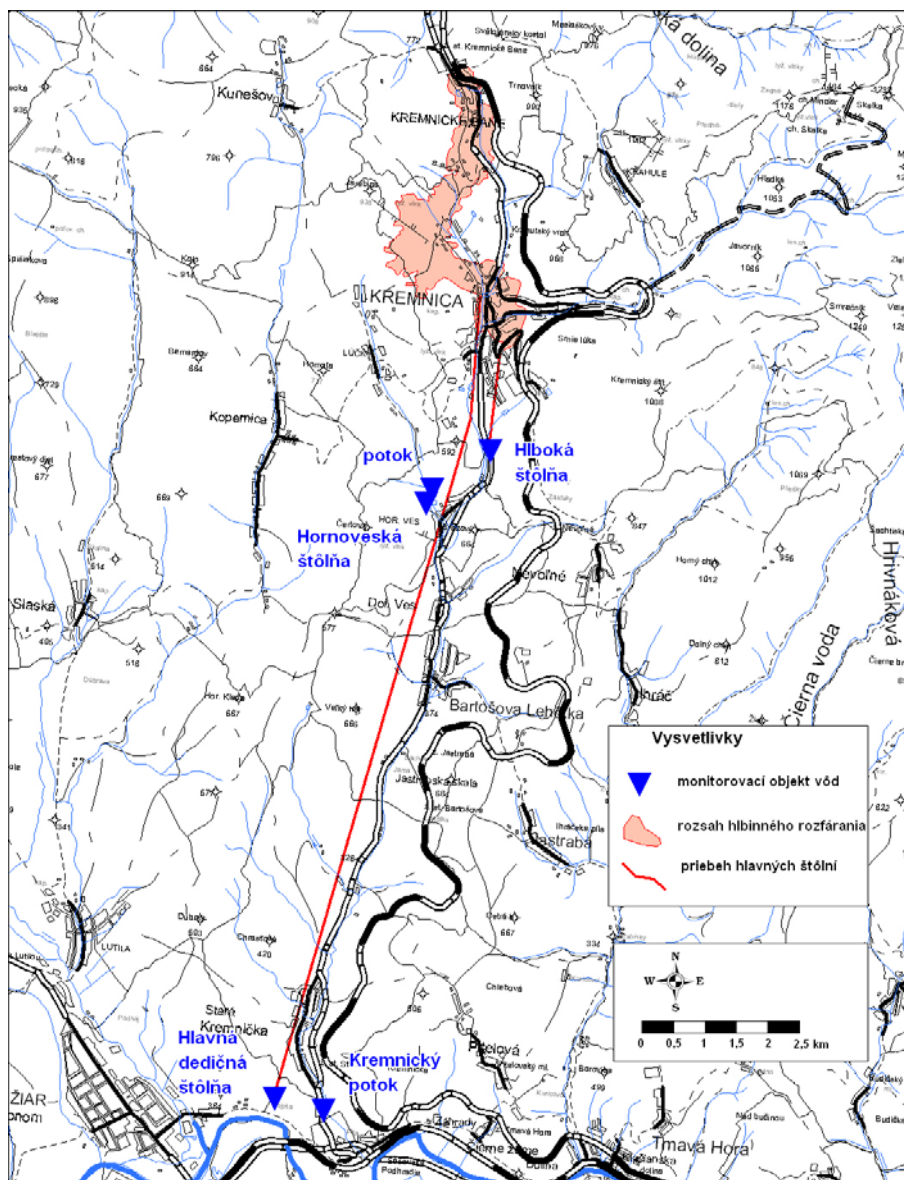
Objekt	$Q_{\min}$ $l \cdot s^{-1}$	$Q_{\max}$ $l \cdot s^{-1}$	Q_{priem} $l \cdot s^{-1}$	Teplota vody $^{\circ}C$	EC $mS \cdot m^{-1}$	n
Hlavná dedičná štôlna	144	1379	584	7,4 - 17,4	26,6 – 74,7	7
Kremnický potok	80	661	327	4,2 - 18,7	17,2 - 39,9	7
potok pod Horn. odkal.	6,0	90,3	25,1	3,8 - 21,8	18,7 - 49,2	6
Hlboká št.	1,24	1,62	1,39	9,5 - 11,2	81,5 - 105,0	6
Hornoveská št.	0,92	2,76	1,64	10,3 - 10,7	12,7 – 13,9	6

V rámci štátneho monitoringu bola raz v roku 2008 (13. novembra) preverená kvalita vody Kremnického potoka v profile pred ústím do Hrona a banskej vody vytekajúcej z Hlavnej odvodňovacej štôlne. V roku 2009 boli tieto objekty ovzorkované dva-krát (10.6., 27.10.), navyše k nim pribudli Hlboká štôlna, Hornoveská štôlna a potok pod Hornoveským odkaliskom. Všetky spomenuté objekty boli 2x ovzorkované i v rokoch 2010 a 2011. Charakteristické hodnoty kvalitatívnych ukazovateľov stanovené pre monitorovacie obdobie sú uvedené v tab. 11. Vo vode Kremnického potoka boli dokumentované zvýšené koncentrácie Al, Zn a Sb (trieda **III** kvality povrchových vôd) a Mn, As (trieda **II**). Potok pod hornoveským odkaliskom zaraďuje do triedy **III** kvality povrchových vôd reakcia vody a koncentrácia Mn a Sb. Z hľadiska všeobecných požiadaviek na kvalitu povrchovej (NV SR č. 269/2010 Z. z.) bola zistená zvýšená koncentrácia Zn a As v Kremnickom potoku. V banskej vode Hlavnej dedičnej štôlne sú zvýšené koncentrácie Mn, SO_4 , Al, Zn a Sb, pričom obsah Sb dosahuje úroveň kvalitatívnej triedy **B** pre podzemné vody. V banskej vode štôlni Hlboká a Hornoveská dosahuje zvýšené obsahy Mn a Sb (tab. 11), v Hornoveskej štôlni navyše i Zn a Al. Kvalita banských vôd týchto štôlní je podľa monitorovaných parametrov v triede **A**.

Tab. 11: Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Kremnica (2008 - 2010)

	pH	EC $mS \cdot m^{-1}$	SO_4 $mg \cdot l^{-1}$	Mn $mg \cdot l^{-1}$	Hg $mg \cdot l^{-1}$	Zn $mg \cdot l^{-1}$	As $mg \cdot l^{-1}$	Sb $mg \cdot l^{-1}$	Cu $mg \cdot l^{-1}$
Hlavná dedičná štôlna	7,78	74,7	335	1,640	<0,0001	0,106	0,019	0,010	0,004
Kremnický potok	7,93	39,9	52,7	0,097	<0,0001	0,081	0,016	0,008	0,004
Potok pod Horn. odkal.	8,62	49,2	85,4	0,286	<0,0001	0,023	0,007	0,004	0,004
Hlboká št.	7,33	105,0	141	0,277	<0,0001	0,020	0,007	0,009	0,003
Hornoveská št.	5,62	13,9	50,7	0,415	<0,0001	0,089	0,004	0,004	<0,002

V súčasnosti je odkalisko registrované v Informačnom systéme environmentálnych záťaží ako potenciálna environmentálna záťaž. V dobe nášho vzorkovania bolo odtokové potrubie drenážneho systému odkaliska suché.



Obr. 2 Situácia monitorovaných objektov v oblasti Kremnice

Tab. 12 Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných miest na lokalite Kremnica, 2008 - 2010

	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
Hlavná dedičná štôlna	Hg, Zn, Pb, Cr, Cu, Cd	As	Sb		pH, Hg, Pb, Cr, Cu, Cd	Fe, As	EC, Sb	Zn, Al	Mn, SO ₄
Kremnický potok					EC, pH, SO ₄ , Hg, Pb, Cu	Mn, As	Al, Zn, Sb		
potok pod Hornovským odkaliskom					Al, Hg, Pb, As, Cu	EC, Zn, SO ₄	pH, Mn, Sb		
Hlboká št.	Hg, Zn, Pb, Cu	As, Sb			pH, Al, Hg, Pb, As, Cu, CN ⁻	SO ₄ , Zn	EC, Sb, Mn		
Hornoveská št.	Hg, Zn, Pb, As, Cu	Sb			EC, SO ₄ , Hg, Pb, As, Cu		Al, Sb, Zn,	pH, Mn	

Pozn. Klasifikácia Fe, Al, Pb, Cr, Cd je udaná na základe výsledkov jednorazového vzorkovania.

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 náhlých poklesov terénu, ako jediných ohrozujúcich prejavov fyzikálnych impaktov vyvolaných predchádzajúcou banskou činnosťou, rozhodujúce poznanie výskytu, rozsahu a priebehu vydobytých priestorov. K najintenzívnejšie podrúbanej oblasti patrí územie centrálnej mestskej zóny v Kremnici, pod ktorou prechádzajú hlavné žily Žigmund a Helena a priečne žily Amália, Zuzana, Sevastopol a Východná Július. 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 odporúčajú pokračovať v geodetickom monitoringu centrálnej mestskej oblasti (CMO) Kremnica. Zo záverov zvlášť detailného inžinierskogeologického mapovania do mapy M 1: 1 000 však vyplýva, že aj pri veľkom rozsahu vydobytých priestorov je povrch územia Kremnice stabilný (Baliak et al., 1989). V roku 2011 neboli v tejto oblasti zaznamenané významné prejavy nestability.

4.4 Lokalita Dúbrava R4

Ložisko antimonitovej rudy v rovnomennom dobývacom poli a chránenom ložiskovom území Dúbrava patrí k ložiskám so zastavenou ťažbou. Jeho správcom je organizácia Rudné Bane š.p. Banská Bystrica, ktorá tu od zastavenia ťažby vykonáva rekultiváciu a zabezpečovanie banských objektov a odkaliska.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Environmentálne problémy na tejto lokalite sú spôsobované ukončenou ťažbou Sb-Au rudy. Početné ústia štôlní 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, drénujúceho túto banskou činnosťou postihnutú lokalitu, preukázali pretrvávajúcu kontamináciu vody tohto recipienta antimónom v najhoršej piatej triede klasifikácie kvality povrchových vôd. Okrem zjavných sústredených výtokov banskej vody zo štôlní (sumárna výdatnosť siedmich dokumentovaných štôlní dosahuje cca 50 l.s⁻¹) ju spôsobujú aj skryté priesaky depóniami haldového materiálu, úpravárenských kalov (z časti rekultivovaných) i prírodnými ložiskovými geochemickými anomáliami v pripovrchovej zóne horninového masívu.

Na lokalite dosiaľ nebol vykonávaný systematický monitoring banských a povrchových vôd. V roku 2008 bol na tejto lokalite zahájený štátny terénny monitoring v rámci ČMS GF VŤNŽP jednorazovým (1.10.2008) hydrometrovaním a vzorkovaním dvoch profilov potoka Paludžanka a troch štôlní s výtokom banskej vody (tab. 13, obr. 3). V roku 2009 boli vykonané dva odbery vzoriek, pričom vzorkované navyše oproti roku 2008 boli štôlna Samuel a Hlavný prekop. V roku 2010 a 2011 boli 2x ovzorkované všetky spomenuté objekty.

Tab. 13 Výsledky hydrometrických meraní výdatnosti banskej vody a povrchových tokov na lokalite Dúbrava za roky 2008 - 2011

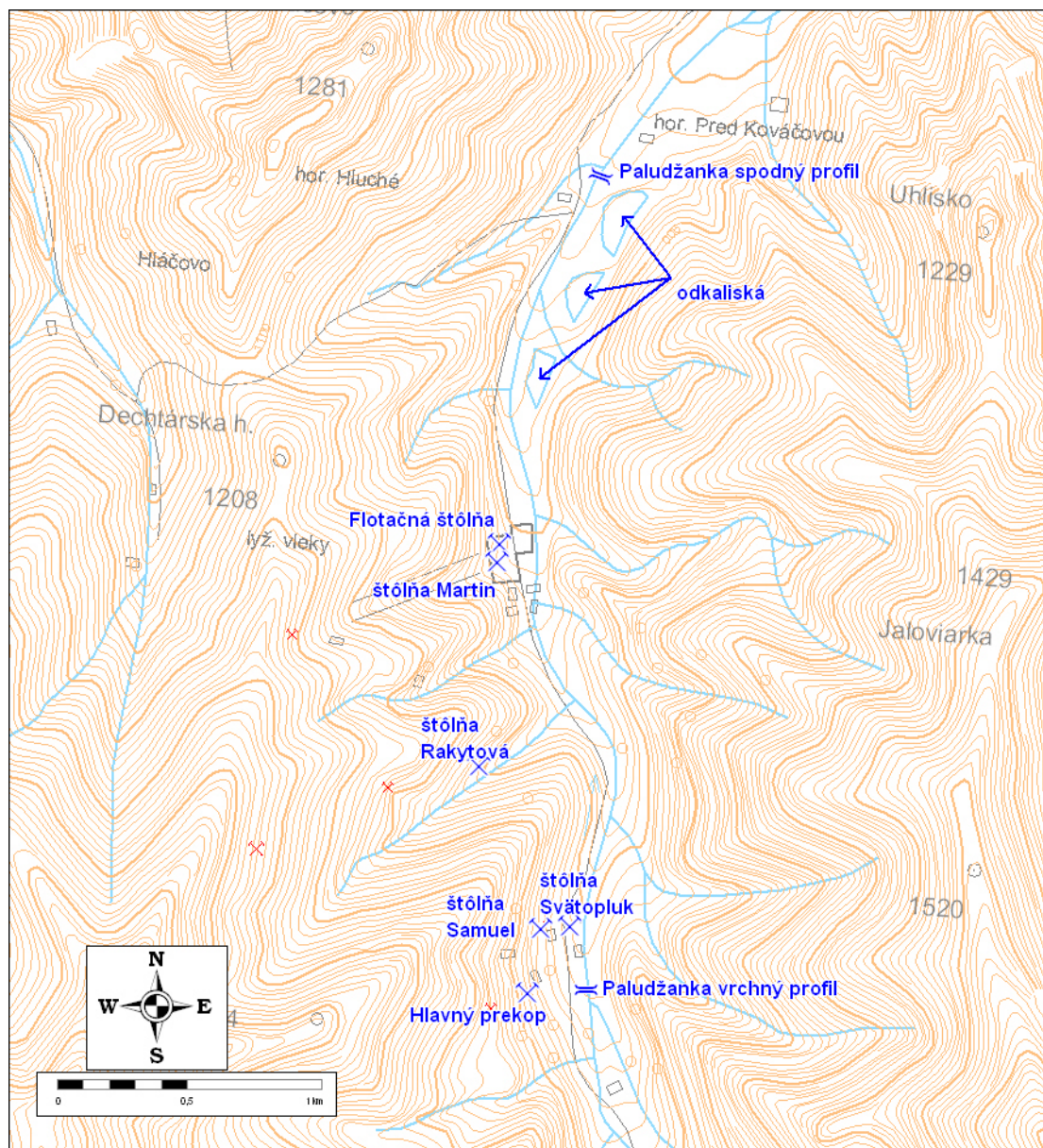
Objekt	$Q_{\min}$ (l.s ⁻¹)	$Q_{\max}$ (l.s ⁻¹)	Q_{priem} (l.s ⁻¹)	Teplota vody (°C)	EC (mS.m ⁻¹)	n
Štôľňa Svätopluk	13,2	31,8	19,6	5,1 - 6,2	12,2 - 27,5	7
Štôľňa Rakytová	1,1	10,3	6,0	5,6 - 7,0	16,7 - 56,9	7
Štôľňa Martin	6,0	22,4	10,8	5,6 - 7,1	29,7 - 51,1	7
Flotačná štôľňa	2,5	3,9	3,2	6,5 - 7,9	27,0 - 45,2	7
Štôľňa Samuel	0,02	0,67	0,26	2,6 - 6,5	36,1 - 70,6	7
Hlavný prekop	3,8	11,5	6,7	4,7 - 5,7	20,6 - 36,6	6
Potok Paludžanka - nad závozom	69	442	285	2,0 - 6,3	2,3 - 8,7	7
Potok Paludžanka - pod závozom	312	1326	656	2,3 - 8,5	3,8 - 12,5	7

Charakteristické hodnoty rizikových zložiek odvodené z vykonaných laboratórnych analýz sú uvedené v tab. 14. Zo sledovaných parametrov boli pH, obsah síranov, arzenu, antimónu a medi stanovené vo vzorkách všetkých troch odberov, ostatné parametre boli stanovené len v prvom odbere 1.10.2008.

Výtoky banskej vody obsahujú extrémne vysoké koncentrácie antimónu a vysoké koncentrácie arzenu. Spolu so skrytými priesakmi haldovým materiálom, odkaliskom a geochemicky anomálnou pripovrchovou zónou horninového masívu kontaminujú potok Paludžanka tak, že dosahuje najnepriaznivejšiu kvalitatívnu triedu V (tab. 15). Z hľadiska všeobecných požiadaviek na kvalitu povrchovej (NV SR č. 269/2010 Z. z.) sú zistené koncentrácie SO₄, Mn, Zn, Pb, As a hodnota pH a mernej elektrickej vodivosti vody vyhovujúce (limit pre Sb tu nie je stanovený). Zistená charakteristická hodnota obsahu Sb 74-krát prevyšuje medznú hodnotu kategórie A1 povrchovej vody určenej na odber pitnej vody (NV SR č. 269/2010 Z. z.) v spodnom monitorovanom profile Paludžanky a 5-krát ho prevyšuje v hornom monitorovanom profile.

Tab. 14 Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Dúbrava (2007- 2010)

	pH	EC mS.m ⁻¹	SO ₄ mg.l ⁻¹	As mg.l ⁻¹	Sb mg.l ⁻¹	Cu mg.l ⁻¹
Paludžanka horný pr.	6,76	8,7	17	0,011	0,024	<0,002
Paludžanka dolný pr.	8,53	12,5	27	0,016	0,370	<0,002
št. Svätopluk	8,26	27,5	50	0,057	1,650	<0,002
št. Rakytová	8,14	56,9	198	0,039	2,300	0,002
št. Martin	8,47	51,1	149	0,041	1,670	0,002
Flotačná št.	8,30	45,2	129	0,019	1,460	0,002
Št. Samuel	8,34	70,6	227	0,074	17,300	0,003
Hlavný prekop	8,22	36,6	101	0,034	3,280	<0,002



Obr. 3 Situácia monitorovaných objektov na lokalite Dúbrava

Tab. 15 Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných miest na lokalite Dúbrava, 2007 - 2011

	Podzemná voda				Povrchová voda				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
Štôlna Martin	Hg, Zn, Pb, Cr, Cu, Cd	As		Sb	Fe, Mn, Al, Hg, Zn, Pb, Cr, Cu, Cd	pH, EC, SO ₄	As		Sb
Flotačná štôlna	Cu	As		Sb		pH, EC, SO ₄ , As			Sb
Štôlna Rakytová	Hg, Zn, Pb, Cr, Cu, Cd	As		Sb	pH, Fe, Mn, Al, Hg, Zn, Pb, Cr, Cu, Cd	EC	SO ₄ , As		Sb
Štôlna Svätopluk	Hg, Zn, Pb, Cr, Cu, Cd		As	Sb	pH, EC, SO ₄ , Fe, Mn, Al, Hg, Zn, Pb, Cr, Cu, Cd			As	Sb
Štôlna Samuel	Cu		As	Sb	Cu	pH	EC, SO ₄	As	Sb
Hlavný prekop	Cu	As		Sb	Cu	pH, SO ₄	As		Sb
Potok Paludžanka - horný profil					pH, EC, SO ₄ , Mn, As, Cu		Sb		
Potok Paludžanka - spodný profil					EC, SO ₄ , Mn, Cu	As	pH		Sb

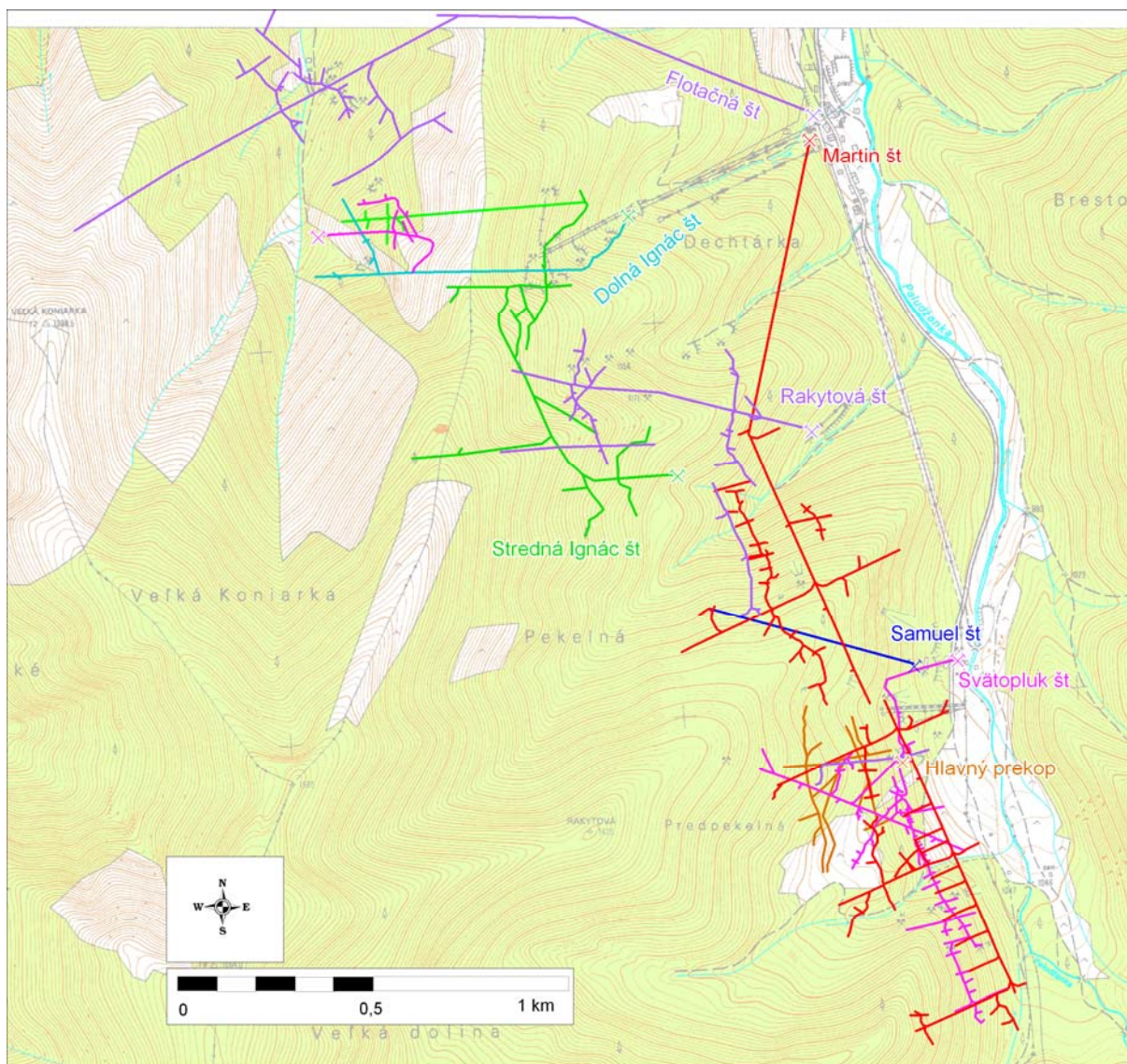
Pozn.: Klasifikácia Fe, Al, Pb, Cr, Cd je udaná na základe výsledkov jednorazového vzorkovania. Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 9.

Inžinierskogeologické aspekty

Negatívne vplyvy hald, odkalísk a odvalov na životné prostredie sú eliminované realizáciou „Plánu zabezpečenia hlavných. banských diel, likvidácie banských diel, povrchu a ložiska Dúbrava-Sb v r. 1991-1995“. Už v roku 1976 sa zabezpečila rekultivácia na viacerých hlušinových odvaloch.

Na niektorých haldách resp. odkaliskách už v roku 1993 prebiehala rekultivácia (prekrytie zeminou); koruna a vonkajší svah hrádze odkaliska 3 sú zatrávnené a zahumusované. V dobývacom priestore Dúbrava pokračovali aj v roku 2007 likvidačné práce v banských dielach štôlní Rakytová a Martin a zabezpečovanie štôlní Svätopluk a 1. máj. V roku 2008 sa tu vykonávali likvidačné práce na štôlni Martin. V roku 2010 už RB Banská Bystrica nezabezpečovali strážnu službu areálu bývalého ťažobného závodu, ako tomu bolo v doterajšom období. Ústia monitorovaných štôlní sú zabezpečené a v dobe oboch návštev lokality v roku 2011 boli nepoškodené.

V rámci monitoringu VŤNŽP bol v roku 2011 z dostupnej bansko-meračskej dokumentácie (Michálek et al. 1982, 1983 a 1993) digitalizovaný vo vektorovom formáte priebeh banských diel štôlní Martin, Flotačná, Rakytová, Svätopluk, Samuel a Hlavný prekop. Táto sústava banských diel zaberá pôdorysnú plochu 3x0,7 km (obr. 4). Nad banskými priestormi sa nenachádza závalové pásmo.



Obr. 4 Situácia banských diel hlavných štôľňových horizontov na ložisku Dúbrava; zostavené na podklade bansko-meračskej dokumentácie Micháleka et al. 1982, 1983 a 1993

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 (ŠGÚDŠ Bratislava). Toto ložisko je zároveň pokryté CHLÚ, ktorého správcom je firma METAL - ECO SERVIS, spol. s r.o. Pezinok. Po útlme ťažby antimónových rúd v závode Pezinok Rudných baní, š.p., Banská Bystrica sa následne začali vykonávať likvidačné a zabezpečovacie práce na banských dielach. V roku 1999 bol DP Pezinok zmluvne prevedený na organizáciu METAL - ECO SERVIS, spol. s r.o. Pezinok, ktorá vykonávala likvidáciu lomu navážkou základkového materiálu. V DP Pezinok II v roku 2005 pre organizáciu Rudné bane, š.p. Banská Bystrica vykonávala banskú činnosť - zabezpečovanie banských diel dodávateľsky organizácia METAL - ECO SERVIS, spol. s r.o. Pezinok, ktorá vykonávala aj rekultivačné a sanačné práce na „Novom odkalisku“. Likvidácia lomu Kolársky vrch bola ku koncu roka 2009 vykonaná na cca 75 % z celkového objemu lomu (Správa o činnosti HBÚ za rok 2009). V roku 2009 bola zároveň v DP Pezinok realizovaná činnosť súvisiaca s likvidáciou prejavov banskej činnosti na povrch – zavážanie prepadnutých štôľní, vetracích komínov, úprava nebezpečných odvalov a zabezpečovanie

štôlní proti vstupu cudzích osôb (Štefan prekop, IV. Podetáž, Pyritová štôlna, Budúcnosť štôlna, vetrací komín K1), vyčistenie ústí štôlní (Antimónová štôlna, Pyritová štôlna, štôlna Budúcnosť – úprava žľabu v ústí na odtok banskej vody). V roku 2011 bola realizovaná štátnym podnikom Rudné bane, Banská Bystrica činnosť súvisiaca s likvidáciou prejavu bývalej banskej činnosti na povrch, a to sanácia prepadnutého terénu (priemer cca 7,5 m s hĺbkou cca 23 m) v mieste bývalého komína K – 1 jeho zavozením vhodným materiálom o objeme cca 885 m³ (OBÚ Bratislava – Správa o činnosti za rok 2011).

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Obeh podzemných vôd v oblasti je stabilizovaný, režim výtokov zo štôlní je úzko naviazaný na zrážkovo klimatický režim. Na lokalite dosiaľ nebol vykonávaný systematický monitoring banských a povrchových vôd. V roku 2008 tu bol začatý štátny terénny monitoring v rámci ČMS GF VŤNŽP jednorazovým hydrometrovaním a vzorkovaním troch štôlní s výtokom banskej vody a potoka Blatina (13.11.2008). Situácia monitorovaných objektov je na obr. 5. V dobe vzorkovania bolo koryto potoka nad ústím štôlne Ryhová suché. V rokoch 2009-2011 sa uvedené objekty vzorkovali 2x ročne. Výsledky hydrometrických prác sú uvedené v tab. 16.

Tab. 16 Výsledky hydrometrických meraní výtokov banskej vody a povrchových tokov na lokalite Pezinok, 2008 - 2010

	$Q_{\min}$ (l.s ⁻¹)	$Q_{\max}$ (l.s ⁻¹)	Q_{priem} (l.s ⁻¹)	Teplota vody (°C)	EC (mS.m ⁻¹)	n
Štôlna Budúcnosť	1,03	38,65	7,99	9,0 - 10,5	75,5 - 90,2	7
Pyritová štôlna	3,24	33,81	10,55	8,5 - 10,5	87,9 - 150,6	7
štôlna Ryhová	12,04	84,44	32,84	9,3 - 10,7	42,2 - 64,9	7
Potok Blatina - pod záводom	29,9	409	153,9	8,3 - 16,1	29,1 - 68,2	7

V tab. 17 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 v profile pod závodom dosahuje najnepriaznivejšiu kvalitatívnu triedu **V** v obsahu arzenu. Obsahy antimónu sú v triede **IV**, síranového aniónu a mangánu v triede **III**. (tab.16). V úseku tohto toku pod ústím štôlne Ryhová dochádza k intenzívnemu zrážaniu železitého okru a jeho akumulácii v koryte potoka. Banská voda štôlne Ryhová má zvýšenú úroveň rádioaktivity, obsah ²²⁶Ra však neprevyšuje medznú hodnotu požiadaviek na kvalitu povrchovej vody (NV č. 269/2010 Z. z.). Zároveň obsahuje vysokú koncentráciu Sb (trieda **B** kvality podzemných vôd), z pohľadu ovplyvnenia kvality povrchového toku sú rizikové Fe, Mn, Ni a Zn. Koncentrácia Sb v banskej vode štôlne Pyritová a Budúcnosť dosahuje kvalitatívnu triedu **C**.

Z hľadiska všeobecných požiadaviek na kvalitu povrchovej vody (NV SR č. 269/2010 Z. z.) sú zistené koncentrácie SO₄, Fe, Mn, Hg, Ni, ²²⁶Ra a hodnota pH a mernej elektrickej vodivosti vody v spodnom profile potoka Blatina vyhovujúce (limit pre Sb tu nie je stanovený), nevyhovuje koncentrácia As (10-násobné prekročenie). V hornom profile potoka Blatina nevyhovuje obsah SO₄, Fe, Mn a Zn. Zistená charakteristická hodnota obsahu Sb 12-krát prevyšuje medznú hodnotu kategórie A1 povrchovej vody určenej na odber pitnej

vody (NV SR č. 269/2010 Z. z.) v spodnom monitorovanom profile Blatiny a 2,6-krát ho prevyšuje v hornom monitorovanom profile.

Tab. 17 Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Pezinok (2008 - 2011)

	pH	EC <i>mS.m⁻¹</i>	SO ₄ <i>mg.l⁻¹</i>	Fe <i>mg.l⁻¹</i>	Mn <i>mg.l⁻¹</i>	Hg <i>mg.l⁻¹</i>	As <i>mg.l⁻¹</i>	Sb <i>mg.l⁻¹</i>	Ni <i>mg.l⁻¹</i>	Ra <i>Bq.l⁻¹</i>
Štôlna Ryhová	6,56	64,9	252	10,4	0,387	<0,0001	0,007	0,013	0,147	0,194
potok Blatina - spodný profil	8,20	68,2	226	0,69	0,189	<0,0001	0,169	0,182	0,018	0,072
št. Pyritová	8,09	174,4	883	1,15	1,630	<0,0001	0,104	0,654	0,052	
št. Budúcnosť	7,58	90,2	429	7,02	3,400	<0,0001	0,055	0,150	0,081	

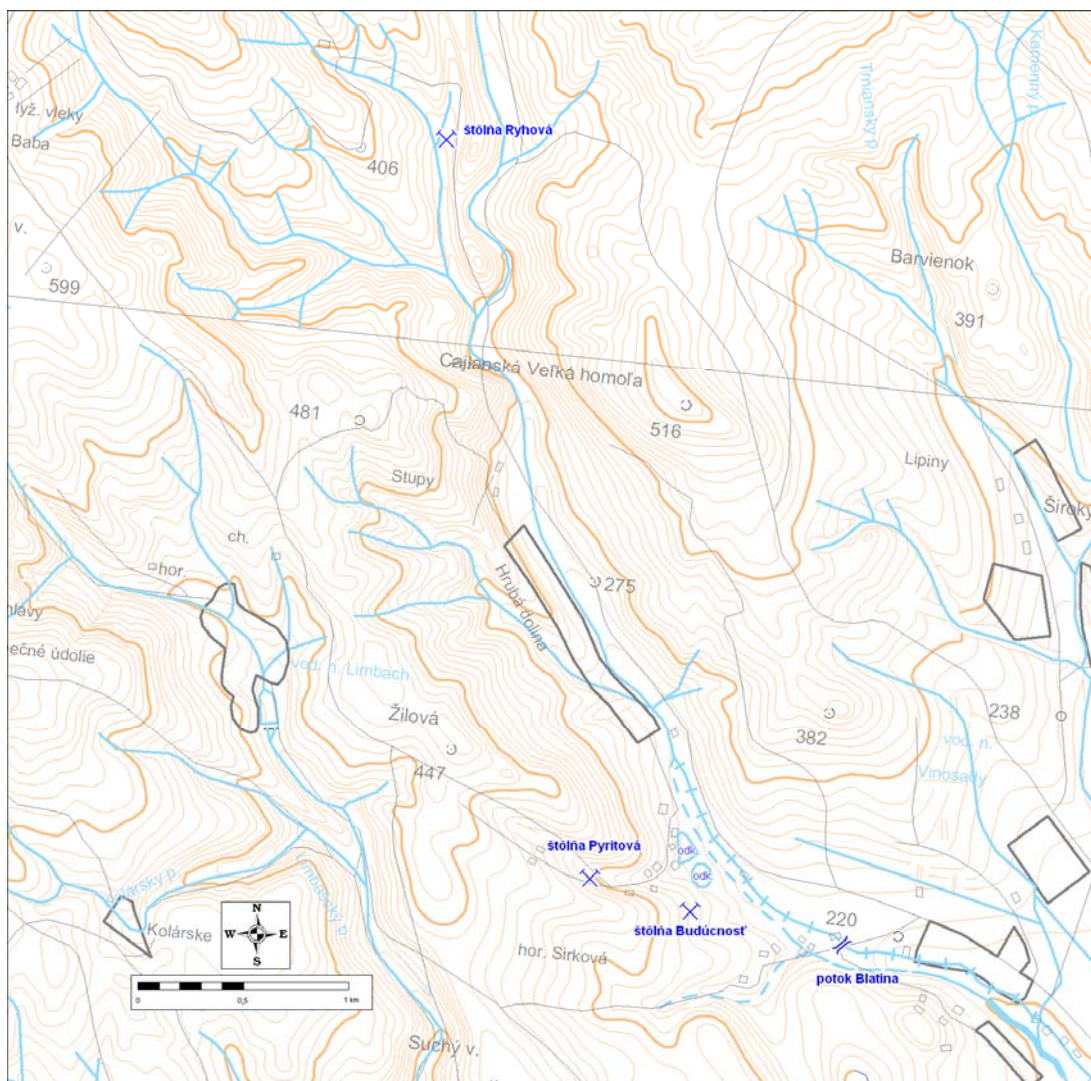
Tab. 18 Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných miest na lokalite Pezinok, 2007 - 2011

	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
Štôlna Pyritová	Hg, Zn, Pb, Cr, Cu, Cd, Co, ²²⁶ Ra	Ni	As	Sb	Al, Hg, Zn, Pb, Cr, Cu, Cd	pH	Ni, Fe	EC, Mn,	Mn, SO ₄ , As, Sb
Štôlna Budúcnosť	Hg, Zn, Pb, Cr, Cu, Cd, Co	Ni	As	Sb	pH, Al, Hg, Pb, Cr, Cu, Cd, Co		EC, Ni	As, Zn	SO ₄ , Fe, Mn, Sb
Štôlna Ryhová	Hg, Zn, Pb,	Zn, As, Ni	²²⁶ Ra, Sb		pH, Al, Hg, Pb, As	EC	Sb, Cu, ²²⁶ Ra	Mn, SO ₄ , Zn, Ni	Fe
Potok Blatina - pod závodom					Hg, ²²⁶ Ra	pH, EC, Fe	SO ₄ , Mn,	Sb	As

Pozn.: Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 11.

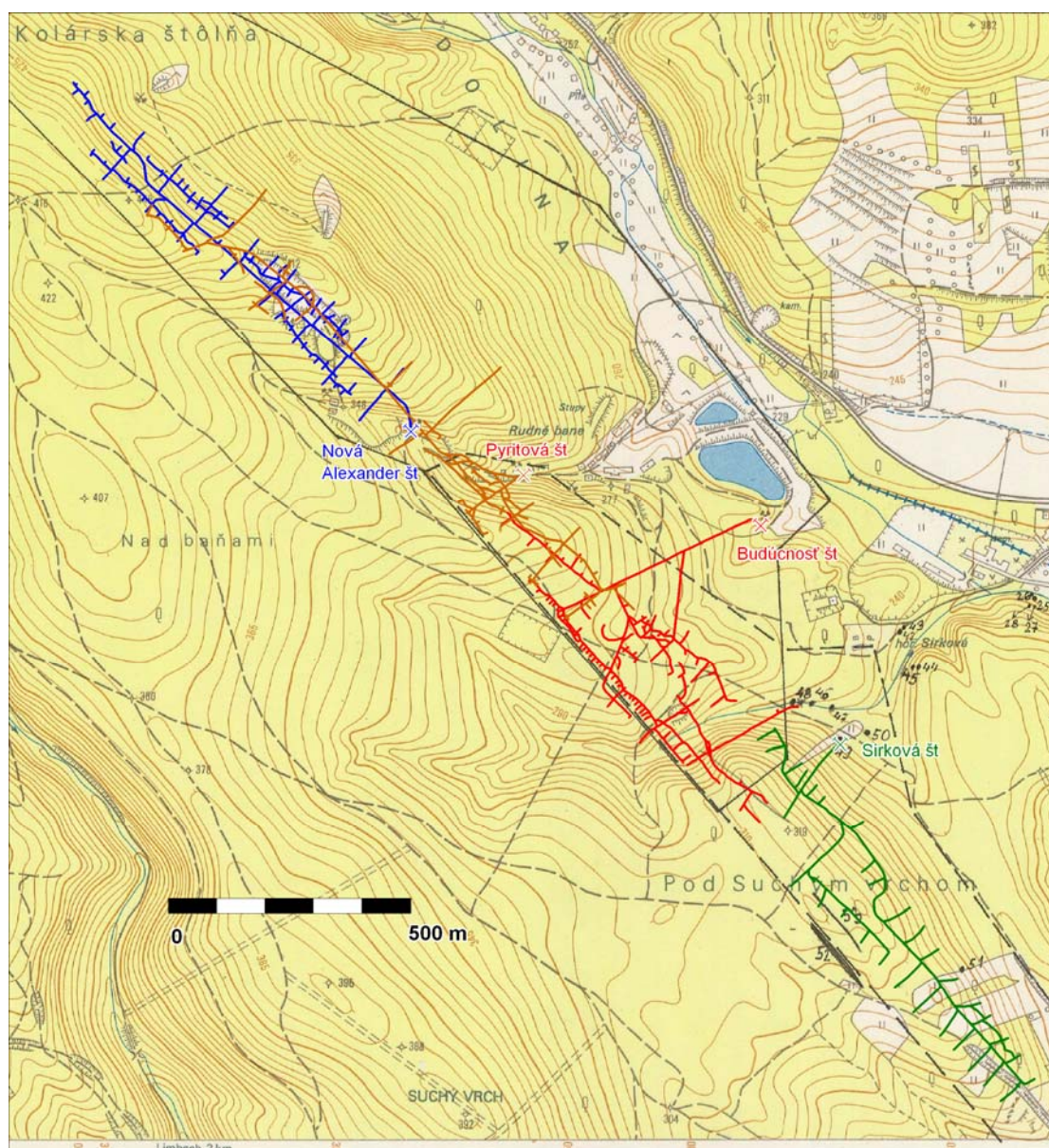
Inžinierskogeologické aspekty

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 roku 2011 na lokalite neboli zaznamenané nové významné vplyvy podrúbania ani prejavy nestability telesa odkaliska.

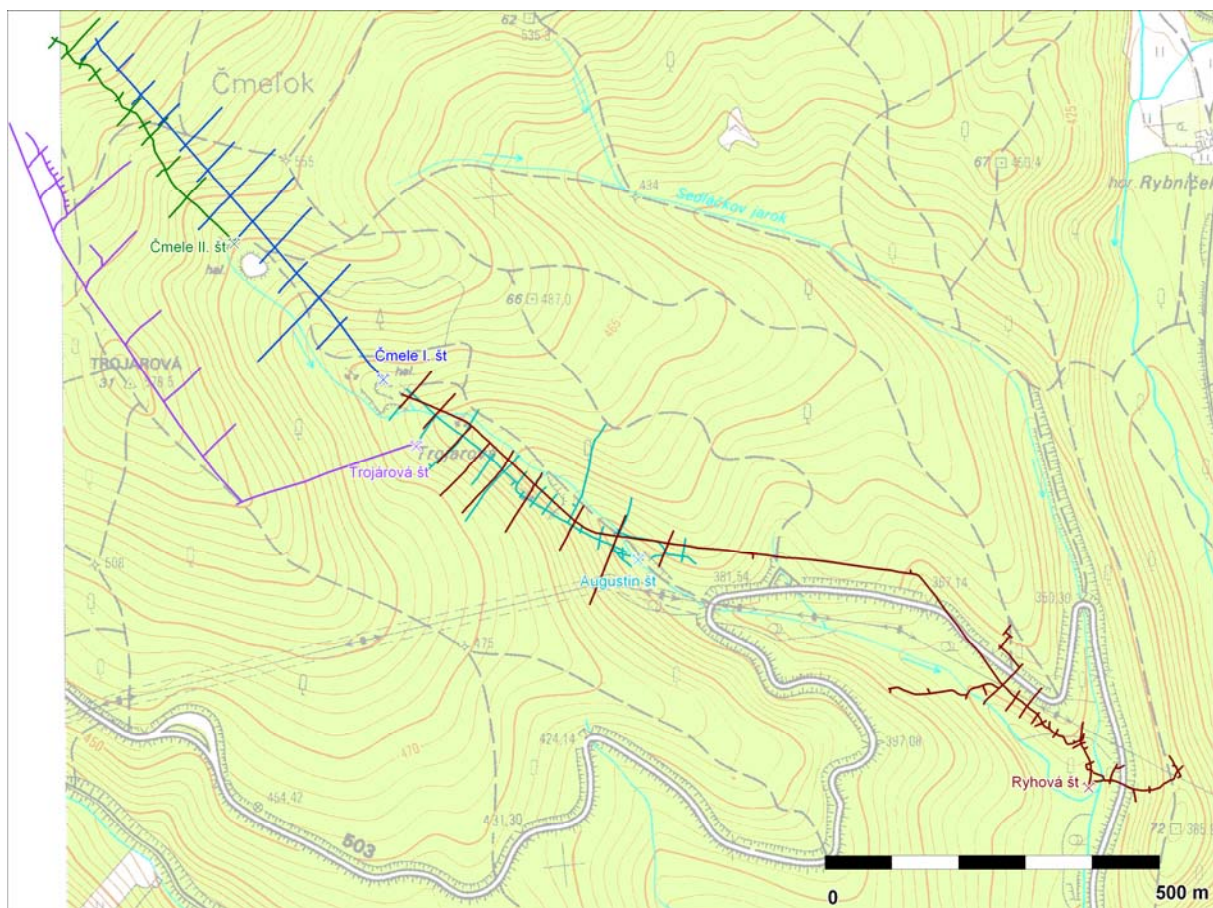


Obr. 5 Lokalizácia monitorovaných objektov na lokalite Pezinok

V rámci monitoringu VŤNŽP bol v roku 2011 z dostupnej bansko-meračskej dokumentácie sústredenej počas hodnotenia nepriaznivých účinkov starej banskej činnosti na životné prostredie tejto ložiskovej oblasti (Mašlár et al. 2001) spracovaný vektorový formát (v súradnicovom systéme JTSK) priebehu banských diel štôlní Sirková, Budúcnosť, Pyritová na lokalite Pezinok a štôlní Ryhová, Augustín, Trojárová, Čmele I a Čmele II na lokalite Pezinok – Trojárová. Sústava banských diel na lokalite Pezinok zaberá pôdorysnú plochu 2,8 km x 100 – 200 m (obr. 6). Sústava banských diel na lokalite Pezinok – Trojárová (obr. 7) je na ploche dlhej 2 km a širokej do 300 m. Nad uvedenými banskými priestormi sa nenachádza závalové pásmo.



Obr. 6 Situácia banských diel hlavných štôľňových horizontov na lokalite Pezinok; zostavené s využitím mapy banských diel Mašlára et al. 2001, na topografickom podklade z roku 1982



Obr. 7 Situácia banských diel hlavných štôľňových horizontov na lokalite Pezinok – Trojárová; zostavené s využitím mapy banských diel Mašlára et al. 2001, na topografickom podklade z roku 1982

4.6 Lokalita Špania Dolina R6

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

Hydrogeologické a geochemické aspekty

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

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

Na lokalite dosiaľ nebol vykonávaný systematický monitoring banských a povrchových vôd. V roku 2008 bol na tejto lokalite zahájený štátny terénny monitoring v rámci ČMS GF VŤNŽP hydrometrovaním a vzorkovaním troch profilov povrchových tokov (Banský potok, potok Zelená, Richtársky potok), štyroch štôľní 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 2009-2011 sa uvedené objekty vzorkovali 2x ročne. Výsledky vykonaných hydrometrických prác sú uvedené v tab. 19.

Tab. 19 Výsledky hydrometrických meraní výtokov banskej vody a povrchových tokov na lokalite Špania Dolina, za roky 2008 - 2010

	$Q_{\min}$ $l \cdot s^{-1}$	$Q_{\max}$ $l \cdot s^{-1}$	Q_{priem} $l \cdot s^{-1}$	Teplota vody $^{\circ}C$	EC $mS \cdot m^{-1}$	n
Štôľňa Ferdinand	1,07	18,69	8,84	9,3 - 10,0	82,9 - 112,7	7
Štôľňa Piesky	1,10	5,81	3,12	6,6 - 8,0	46,8 - 62,5	7
Denná štôľňa	0,12	0,49	0,24	7,8 - 10,1	23,8 - 37,3	7
Ivan štôľňa	0,46	0,97	0,70	8,7 - 9,1	44,8 - 55,2	7
Priesak z odkaliska	0,22	1,31	0,76	7,3 - 12,9	34,4 - 77,9	7
Banský potok	8,7	40,4	20,3	7,1 - 10,5	31,6 - 44,6	7
Potok Zelená	1,9	6,0	3,6	6,2 - 8,0	36,0 - 55,3	7
Richtársky potok	17,0	102,3	42,8	6,7 - 12,1	24,2 - 44,3	7

Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Špania Dolina odvodené z výsledkov monitoringu v období rokov 2009-2011 sú uvedené v tab. 20. Výtoky banskej vody obsahujú extrémne vysoké koncentrácie medi, antimónu a arzénu (tab. 20, 21). Spolu so skrytými priesakmi haldovým materiálom, odkaliskom a geochemicky anomálnou pripovrchovou zónou horninového masívu kontaminujú miestne povrchové toky tak, že dosahujú najnepriaznivejšie kvalitatívne triedy. Z hľadiska všeobecných požiadaviek na kvalitu povrchovej vody (NV SR č. 269/2010 Z. z.) sú zistené koncentrácie SO_4 , Fe, Mn, Hg a hodnota pH a mernej elektrickej vodivosti vody v profile Banského potoka vyhovujúce (limit pre Sb tu nie je stanovený), nevyhovuje koncentrácia Zn, As (8-násobné prekročenie) a Cu (7-násobné prekročenie). V profile potoka Zelená a Richtárskeho potoka nevyhovuje obsah As a Cu. Zistená charakteristická hodnota obsahu Sb 27-krát prevyšuje medznú hodnotu kategórie A1 povrchovej vody určenej na odber pitnej vody (NV SR č. 269/2010 Z. z.) v monitorovanom profile Banského potoka, 150-krát v potoku Zelená a 16-krát ho prevyšuje v Richtárskom potoku.

Tab. 20 Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Špania Dolina (2008 - 2011)

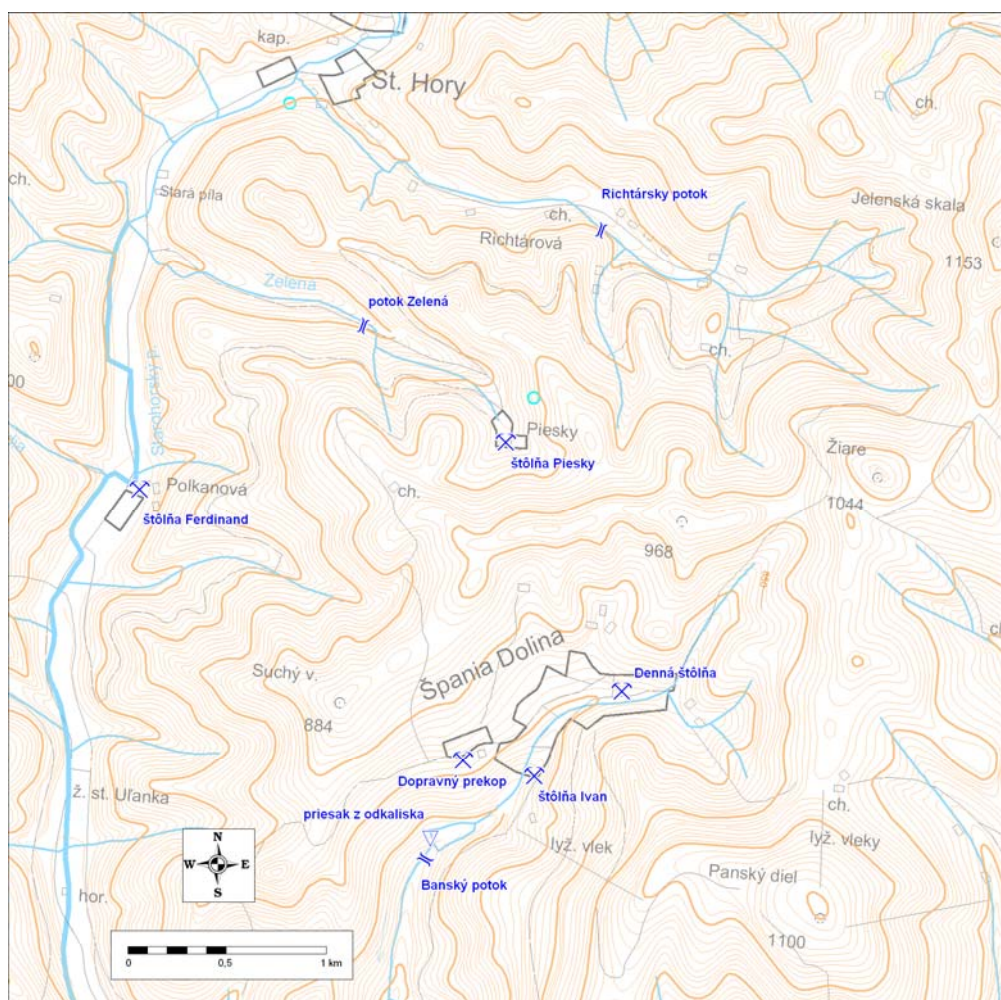
	pH	EC $mS \cdot m^{-1}$	SO_4 $mg \cdot l^{-1}$	Hg $mg \cdot l^{-1}$	Zn $mg \cdot l^{-1}$	As $mg \cdot l^{-1}$	Sb $mg \cdot l^{-1}$	Cu $mg \cdot l^{-1}$
št. Ferdinand	6,75	112,7	368	0,0001	0,133	0,028	0,310	0,270
št. Ivan	7,87	55,2	102	<0,0001	0,022	0,035	0,165	0,108
Denná št.	8,29	37,3	55,1	0,0001	0,011	0,038	0,156	0,519
št. Piesky	8,44	62,5	86,0	<0,0001	0,102	0,050	0,590	0,840
odkalisko	8,41	77,9	240	<0,0001	0,128	0,150	0,472	0,059
Banský potok	8,33	44,6	72,4	<0,0001	0,058	0,077	0,137	0,050
potok Zelená	8,26	55,3	91,3	<0,0001	0,053	0,065	0,750	0,879
Richtársky potok	8,24	44,3	64,3	0,0003	0,008	0,020	0,082	0,076

Laboratórium: GAL ŠGUDŠ Spišská Nová Ves

Tab. 21 Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných objektov na lokalite Špania Dolina, 2008 - 2011

	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
Št. Ferdinand	Hg, Zn , Pb, Cr, Cd	As		Cu, Sb	pH, Fe, Mn, Al, Pb, Cr, Cd	Hg	As	EC, Zn	SO ₄ , Sb, Cu
Št. Ivan	Hg, Zn , Pb, Cr, Cd	As	Cu	Sb	pH, Fe, Mn, Al, Hg, Pb, Cr, Cd	EC, SO ₄ , Zn	As		Sb, Cu
Št. Denná	Hg, Zn , Pb, Cr, Cd	As		Cu, Sb	EC, SO ₄ , Fe, Mn, Al, Zn, Pb, Cr, Cd	pH, Hg	As		Sb, Cu
Št. Piesky	Hg, Zn, Pb, Cr, Cd	As		Cu, Sb	Fe, Mn, Al, Hg, Pb, Cr, Cd	EC, pH, SO ₄		Zn, As	Sb, Cu
Priesak z odkaliska	Hg, Zn		As, Cu	Sb	Hg	pH	EC, SO ₄	Cu, Zn	As, Sb
Banský potok					SO ₄ , Hg, Mn, Fe	EC, pH	Zn	As, Cu	Sb
Potok Zelená					Hg	EC, pH, SO ₄	Zn	As	Sb, Cu
Richtársky potok					SO ₄ , Zn	EC, pH	Hg, As	Sb, Cu	

Pozn.: Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 13.

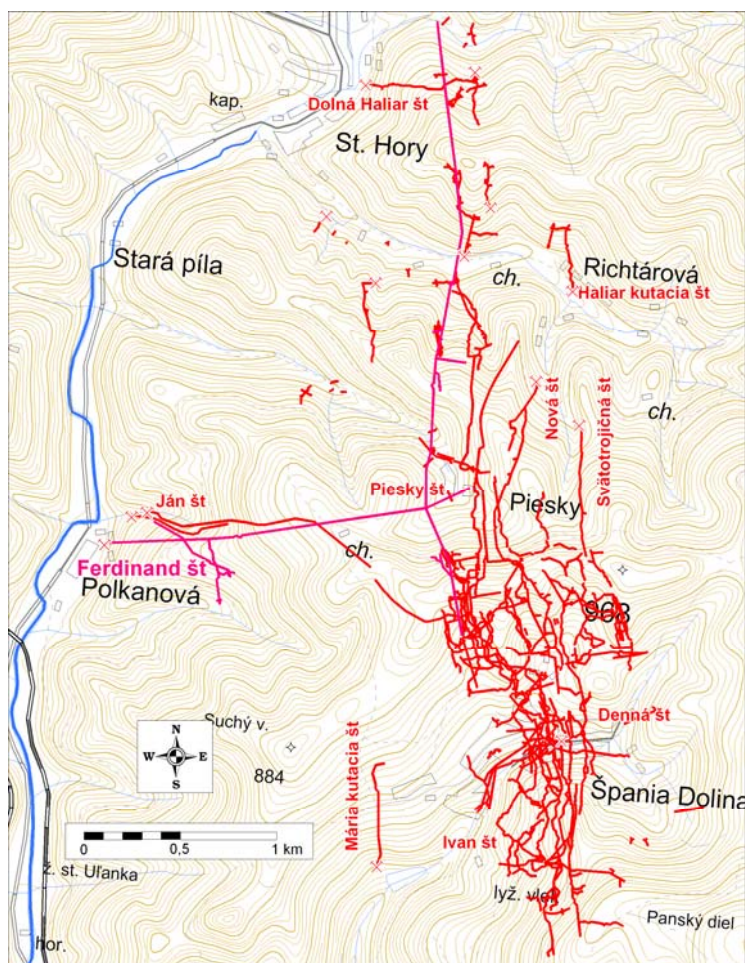


Obr. 8 Situácia monitorovaných objektov na lokalite Špania Dolina

Inžinierskogeologické aspekty

Na ložisku, na ktorom bola ťažba definitívne ukončená v roku 1985, bolo v rámci komplexného zhodnotenia zatvoreného ložiska v r. 2002 (Kusein - Maťová, 2002) do základnej siete banských diel zaradených týchto osem šacht: Haliar Trojičná šachta, Terézia šachta, František šachta, Ján Obernauer šachta, Ludovik šachta, Maximilián šachta, Ferdinand šachta a Mária šachta. Za najrozsiahljšie štôlne boli označené Haliar dedičná štôľňa, Pfeiffer štôľňa, Spodná a Vrchná severná dedičná štôľňa, Nová štôľňa, Ferdinand dedičná štôľňa, Svätotrojičná štôľňa, Južná dedičná štôľňa a štôľňa Karol dedičná. Takmer celé ložisko medzi Haliar šachtou na severe a Ferdinand šachtou v južnej polovici ložiska bolo podfárané Ferdinand dedičnou štôľňou. Celkový rozsah banských chodieb bez vlastných dobývok odhadol Péch na viac ako 70 km (Péch, 1878 in Bergfest, 1951). K najviac ohrozujúcim objektom patria plytko pod povrchom terénu situované štôlne a chodby (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 Podložný prekop).

V roku 2011 v oblasti Španej Doliny neboli zaznamenané prejavy nestability terénu. Rudné bane š.p. Banská Bystrica v roku 2011 na základe povolenia realizovali zabezpečenie starého banského diela – šachty Ludovika v Španej Doline. Bola vykonaná stabilizácia ústia šachty, prekrytie ústia šachty, osadenie plošín na úrovni – 9,5 m a + 1 m a vyčistenie areálu od navezeného výkopového materiálu (OBÚ Banská Bystrica – Správa o činnosti za rok 2011).



Obr. 9 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 rudy bola okolo roku 1990 ukončená a na objektoch po nej dosiaľ vykonáva likvidačné a zabezpečovacie práce organizácia Rudné Bane š.p. Banská Bystrica. Ťažbu barytu a sideritu v menšom rozsahu nad dedičným horizontom Rochus v oblasti Poráča na ložisku Rudňany (rudné žily) sa v roku 2009 nevykonávala. Na ložisku Markušovce – odkalisko vykonáva aktivity firma RIS s.r.o. Spišská Nová Ves. Rudné Bane a.s. Spišská Nová Ves tu priebežne vykonáva likvidačné a zabezpečovacie práce, aj likvidáciu následkov banskej činnosti a prejavov na povrchu, ktoré ohrozujú verejný záujem.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Hydrotermálno-metamorfné žilné sideritovo-sulfidicko-baritové ložisko Rudňany - Poráč je od roku 2006 zatopené po dedičný horizont Rochus, ktorým je i prirodzene gravitačne odvodňované. Recipientom banskej vody gravitačne vytekajúcej štôľnou Rochus na povrch je Rudniansky potok. Technické práce pri uzavretí dedičnej štôľne Rochus vykonávala organizácia Rudné bane, š.p., Banská Bystrica, ktorá dodnes realizuje monitoring jej technického stavu.

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.

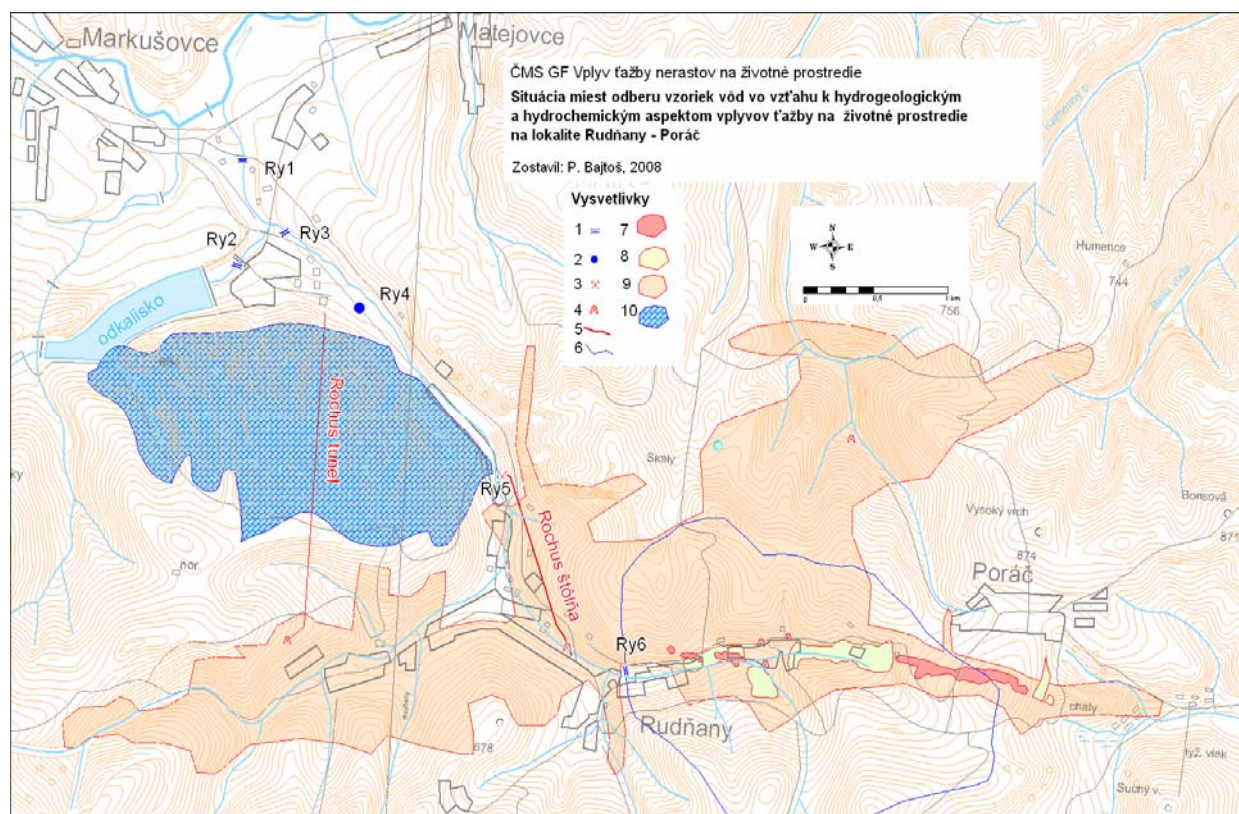
Do štátneho monitoringu hydrogeologických aspektov lokality Rudňany - Poráč je zaradený objekt štôľne Rochus, drenážny kanál odkaliska pri Novom priemyselnom závode (NPZ), krasovo-puklinový prameň Olšo a tri profily na Rudnianskom potoku (obr. 6 a 7).

Merania výdatnosti na štôľni Rochus vykonávala od zatopenia bane 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 štôľne Rochus na ľavom brehu Rudnianskeho potoka ešte pre ukončením zatápania vybudovaný merný žľab s trojuholníkovým prepacom. V období rokov 2007 – 2011 kolísala výdatnosť výtoku banskej vody zo štôľne Rochus na základe dokumentovaných údajov (spolu 17 meraní) v intervale $11,8 - 40 \text{ l.s}^{-1}$ s priemerom $21,9 \text{ l.s}^{-1}$ (tab. 22). V rámci ČMS GF je meraný okamžitý prietok priesaku z odkaliska hydrometrickou vrtuľou, dvakrát ročne. Zistené hodnoty prietoku sú z intervalu $12,3 - 26,2 \text{ l.s}^{-1}$ (tab. 22).

Tab. 22 Výsledky hydrometrických meraní výtokov banskej vody a povrchových tokov na lokalite Rudňany za obdobie rokov 2007 - 2011

Objekt	$Q_{\min}$ (l.s ⁻¹)	$Q_{\max}$ (l.s ⁻¹)	Q_{priem} (l.s ⁻¹)	Teplota vody (°C)	EC (mS.m ⁻¹)	n
Št. Rochus (Ry5)	11,8	40,0	21,9	11,4-11,9	99,9-236,0	19
Prameň Olšo (Ry4)	14,4	24,4	18,8	7,5-9,7	36,6-69,0	9
Priesak z odkaliska (Ry2)	12,3	26,2	21,3	8,9-11,2	60,7-94,5	9
Rudniansky potok nad ústím Rochus (Ry7)	64,4	238	125	6,8-14,9	19,1-30,8	6
Rudniansky potok nad jamou Mier (Ry6)	0,18	11,72	2,73	6,2-14,0	28,2-55,2	7
Rudniansky potok, ústie (Ry1)	112	668	174	4,0-14,4	32,9-88,3	9

Pozn.: Ide o merania okamžitého prietoku hydrometrickými metódami.



Obr. 10 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



Obr. 11 Letecká snímka odkaliska a areálu NPZ južne od Markušoviec s lokalizáciou monitorovaných objektov

Zdrojmi 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 spádu 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, prúde 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.

Vzhľadom na vyššie uvedené skutočnosti je vhodné zamerať monitoring geochemických aspektov na kvalitu povrchovej vody vo vhodne zvolených profiloch Rudnianskeho potoka, kvalitu banskej vody sústredene vytekajúcej na povrch štôľňou Rochus a kvalitu podzemnej vody krasovo-puklinového prameňa Olšo odvodňujúceho karbonátový masív Stožky extrémne kontaminovaný imisiami z úpravne rúd. Situáciu týchto objektov približuje mapa na obr. 10 a 11.

Firma RIS, s.r.o., dosiaľ vykonáva monitoring kvality vôd drénovaných z odkaliska (objekt Ry2), pričom monitoring kvality vody Rudnianskeho potoka v profiloch pred NPZ (objekt Ry3) a pred ústím do Hornádu (Ry1) ukončila v roku 2006. Kvalita Rudnianskeho potoka bola dlhodobo sledovaná na vodomernej stanici základnej siete SHMU (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 (frekvencia vzorkovania v rokoch 2006 – 2007 4x ročne, v roku 2008 a 2009 1x ročne). 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 (Ry-1 až Ry-6). Charakteristické hodnoty hlavných kontaminujúcich zložiek v regióne odvodené z týchto údajov sú uvedené v tab. 23.

Tab. 23 Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Rudňany (2007 - 2011)

	EC (mS.m ⁻¹)	pH	SO ₄ mg.l ⁻¹	Mn mg.l ⁻¹	As mg.l ⁻¹	Sb mg.l ⁻¹	Zn mg.l ⁻¹	Cu mg.l ⁻¹	Hg mg.l ⁻¹	Ba mg.l ⁻¹
Št. Rochus (Ry5)	236,0	8,08	884	1,96	0,018	0,057	0,017	0,027	0,0003	0,036
Prameň Olšo (Ry4)	69,0	8,31	124	0,024	0,005	0,018	0,027	0,005	0,0024	0,079
Priesak z odkaliska (Ry2)	94,5	8,26	311	0,172	0,011	0,031	0,010	0,0067	0,0007	0,070
Rudn. potok nad št.Rochus (Ry7)	30,8	8,19	33,7	0,081	0,008	0,009	0,021	0,011	0,0001	0,066
Rudn. potok nad jamou Mier (Ry6)	55,2	7,84	61	0,930	0,022	0,275	0,083	0,024	0,0009	0,103
Rudn. potok ústie (Ry1)	87,3	8,29	263	0,226	0,008	0,013	0,0233	0,017	0,00025	0,154

Dlhodobá ťažba a úprava železnej, medenej, ortuťovej a barytovej suroviny v oblasti Rudnianskej indukovala vznik priaznivých podmienok pre uvoľňovanie rizikových chemických zložiek do prírodného obehu vôd. Hlavnými zdrojmi znečistenia sú prírodné geochemické anomálie (rudné ložiská a ich primárne a sekundárne geochemické aureoly), haldy vyťaženej rúbanky (rudné, hluštinové), skládky odpadu po úprave rudy mletím a pražením, skládka flotačného kalu - odkalisko a plošné anomálie pôdy kontaminovanej imisiami technologických plynov a prašného spádu z tepelnej úpravy rúd. Zdroje kontaminácie sú nepravidelne rozmiestnené v údolí Rudnianskeho potoka od jeho prameništ'a pri obci Poráč až po jeho ústie do Hornádu. Lokálny charakter obehu podzemných vôd v hydrogeologickom masíve paleozoických hornín spôsobuje, že kontaminácia uvoľňovaná do vodného roztoku sa sústreďuje v Rudnianskom potoku. Z hľadiska kategorizácie kvality povrchových vôd boli v monitorovanom období 2007 - 2011 najvýznamnejšími kontaminantmi oblasti ortuť, antimón, mangán, síranový anión (až kvalitatívna trieda V), spolu s meďou, arzénom a báriom (trieda III-IV). 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. Vyslovené závery dokumentujú údaje v tab. 24, kde sú pre možnosť priameho porovnania zdroje podzemnej vody (výtok zo štôlne Rochus, prameň Olšo) zatriedené i podľa klasifikácie kvality povrchových vôd.

Z hľadiska všeobecných požiadaviek na kvalitu povrchovej (NV SR č. 269/2010 Z. z.) sú zistené koncentrácie Fe, Mn, Zn, As, Pb, Cr, Cd, Hg a hodnota pH a mernej elektrickej vodivosti vody v profile Rudnianskeho potoka Ry1 vyhovujúce (limit pre Sb tu nie je stanovený), nevyhovuje koncentrácia SO₄ a Cu (1,6-násobné prekročenie). V profile Rudnianskeho potoka pri jame Mier nevyhovuje obsah Mn, As a Cu. Zistená charakteristická hodnota obsahu Sb 2,6-krát prevyšuje medznú hodnotu kategórie A1 povrchovej vody určenej na odber pitnej vody (NV SR č. 269/2010 Z. z.) v spodnom profile Rudnianskeho potoka, 55-krát ho prevyšuje v profile pri jame Mier.

Tab. 24 Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných miest v oblasti Rudňany - Poráč, monitorované obdobie 2007 - 2011

	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
Št. Rochus (Ry5)	Ba	Zn, Hg, As, Cu	Sb		Zn	pH, As, Ba	Hg, Cu	Sb	EC, Mn, SO ₄
Prm Olšo (Ry4)	Cu, Zn	As, Ba	Hg, Sb		Mn, As	EC, pH, SO ₄ , Zn, Cu	Ba, Sb		Hg, SO ₄
Priesak z odkaliska (Ry2)	Zn, Pb, Cu	As, Hg, Ba	Sb		Fe, Pb	pH, , Zn As, Cu	EC, Mn, Hg, Sb, Ba		SO ₄
Rudn. potok nad jamou Mier (Ry6)					pH, SO ₄	EC	Zn, Cu, As	Ba	Hg, Sb, Mn
Rudn. potok nad št.Rochus (Ry4)					Fe, As	EC, pH, Mn, Hg, Zn	Sb, Ba, Cu	SO ₄	
Rudn. potok ústie (Ry1 = profil H038030D SHMÚ)					As, Pb, Cr, Cd	pH, Zn	EC, Mn, Sb, Cu, Hg	Ba, SO ₄	

Pozn.: Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 15.

Inžinierskogeologické aspekty

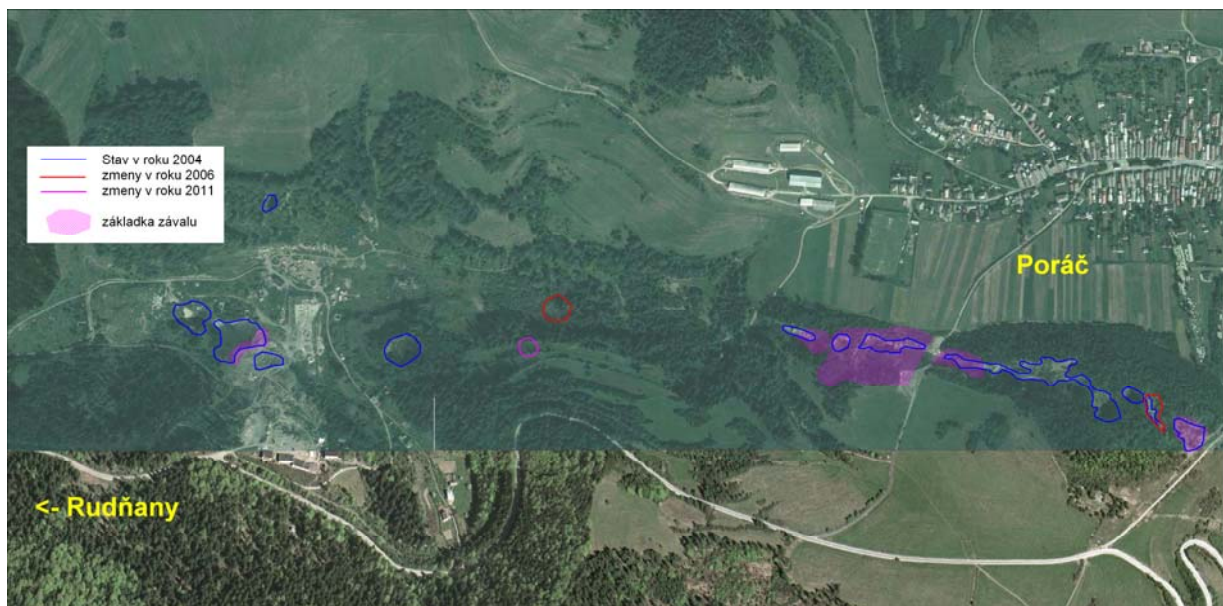
V rámci prác pre návrh štátneho monitoringu sledovanie na tejto lokalite zahrňovalo okrem vtedy prebiehajúcich, pokračujúcich, obnovených resp. novozriadených geodetických bodov, resp. polí, aj všetky staršie, časovo izolované úseky geodetických meraní (retrospektívne monitorovanie). Systém tak obsahuje, 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 prepادلísk 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, respektíve aj na objekte už neexistujúcej kompresorovne jamy 5RPI (Vrana, 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 Baniská dĺžky takmer 1 km, na dne a úpätných svahoch medzi Rudňanami a Poráčom, na niekoľkých miestach nad Hrubou žilou niekoľko sto metrov na sever od dna údolia a ojedinele v oblasti žily Zlatník asi 1,5 km na sever od obce Poráč. K poklesom so spojeným pretvorením terénu došlo v minulosti po celej dĺžke údolia a priľahlých 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.

Časový vývoj povrchových prejavov závalového pásma medzi Rudňanami a Poráčom v poslednom období ilustruje obr.12 . Oproti stavu z roku 2004, dokumentovanému leteckým snímkovaním, pozorujeme v rokoch 2004 a 2006 v malej miere rozširovanie jednotlivých závalov, avšak v strednej časti lokalitu vznikli dva nové závaly. Plochy postihnuté závalom v jednotlivých rokoch sú nasledovné:

- rok 2004 29 457 m²

- rok 2006 32 349 m²
- rok 2011 33 341 m², z toho 8 263 m² plochy závalov zavezených základkou.



Obr. 12 Časový vývoj rozsahu závalového pásma Rudňany – Poráč; stav z rokov 2004, 2006, a 2011 na podklade ortofotomapy z leteckého snímkovania z rokov 2002-2003

V roku 2011 nebol na tejto lokalite zaznamenaný vznik nových závalov. Závalové pásmo Baniská bolo zavážané elektrárenským popolčekom, pričom úsek okolo starej štátnej cesty Rudňany – Poráč je už zaplnený do úrovne terénu (obr. 14). Silnejší vietor spôsobuje veternú eróziu a prašnosť v okolí tejto skládky popolčeka (obr. 13).



Obr. 13 Zvýšená prašnosť pri zavážaní závalového pásma elektrárenským popolčekom; v popredí domy obce Poráč. Foto: P. Bajtoš 7.5.2011



Obr. 14 Zavážanie závalového pásma J od obce Poráč elektrárenským popolčekom – situácia z 31.12.2006 (hore) a z 9.11.2011; družicové snímky Google Earth

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 $7 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ a pri meraní

chemického zloženia podzemnej vody bolo zistené prekročenie limitnej hodnoty pre Sb o $0,009 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (OBÚ Spišská Nová Ves – Správa o činnosti za rok 2011).

4.8 Lokalita Nižná Slaná R8

Ložisko metasomatického sideritu Nižná Slaná – Manó – Kobeliarovo (DP Nižná Slaná) sa hlbinné ťažilo 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. 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. 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 vykonával v roku 2011 štátny dozor nad plnením požiadaviek a povinností 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 dlhodobo zdrojom emisií plyných zložiek a tuhých úletov kontaminujúcich ovzdušie a povrch ich spádovej oblasti najmä sírou, železom, mangánom a arzénom. Nemagnetický podiel separácie tepelne spracovanej rudy bol skladovaný na odkalisku lokalizovanom v blízkosti bansko-úpravárenského závodu. Počas prevádzky sa čerpaná banská voda používala v technológii úpravy rudy a jej prebytok bol prečerpávaný na odkalisko. Realizovaný bol 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.

Výsledky vlastných meraní okamžitého prietoku drenáže z odkaliska spolu s hodnotami teploty vody a mernej elektrickej vodivosti vody sú uvedené v tab. 25.

Tab. 25 Výsledky hydrometrických meraní výtokov banskej a priesakovej vody na lokalite Nižná Slaná za obdobie rokov 2008 - 2011.

Objekt	$Q_{\min}$ ($\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$)	$Q_{\max}$ ($\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$)	Q_{priem} ($\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$)	Teplota vody ($^{\circ}\text{C}$)	EC ($\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$)	n
Priesak z odkaliska	0,56	3,21	1,59	13,1 – 16,8	72,8-202,0	6
Šachta Gabriela	Čerpaná výdatnosť 5 $\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$ do konca r.2011			8,9 – 14,9	32,4-574	3

Ťažobná organizácia poskytla do databázy ČMS GF VŤNŽP 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 2011. V tab.

26 uvádzame charakteristické hodnoty sledovaných kvalitatívnych ukazovateľov, odvodené z laboratórnych rozborov za obdobie rokov 2007 – 2011. Zistené sú zvýšené koncentrácie arzénu, síranového aniónu, mangánu a olova (tab. 27).

Tab. 26 Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Nižná Slaná (2009-2010)

	pH	EC <i>mS.m⁻¹</i>	SO ₄ <i>mg.l⁻¹</i>	Fe <i>mg.l⁻¹</i>	Mn <i>mg.l⁻¹</i>	Hg <i>mg.l⁻¹</i>	Zn <i>mg.l⁻¹</i>	Pb <i>mg.l⁻¹</i>	As <i>mg.l⁻¹</i>	Sb <i>mg.l⁻¹</i>	Cu <i>mg.l⁻¹</i>
Odkalisko - drenáž	5,79	115,9	597	0,469	2,14	<0,0001	0,006	0,0246	0,447	0,009	0,0078
Šachta Gabriela	8,10	574,0	2519	0,15	0,29	<0,0001	<0,003	0,0684	0,013		0,0063

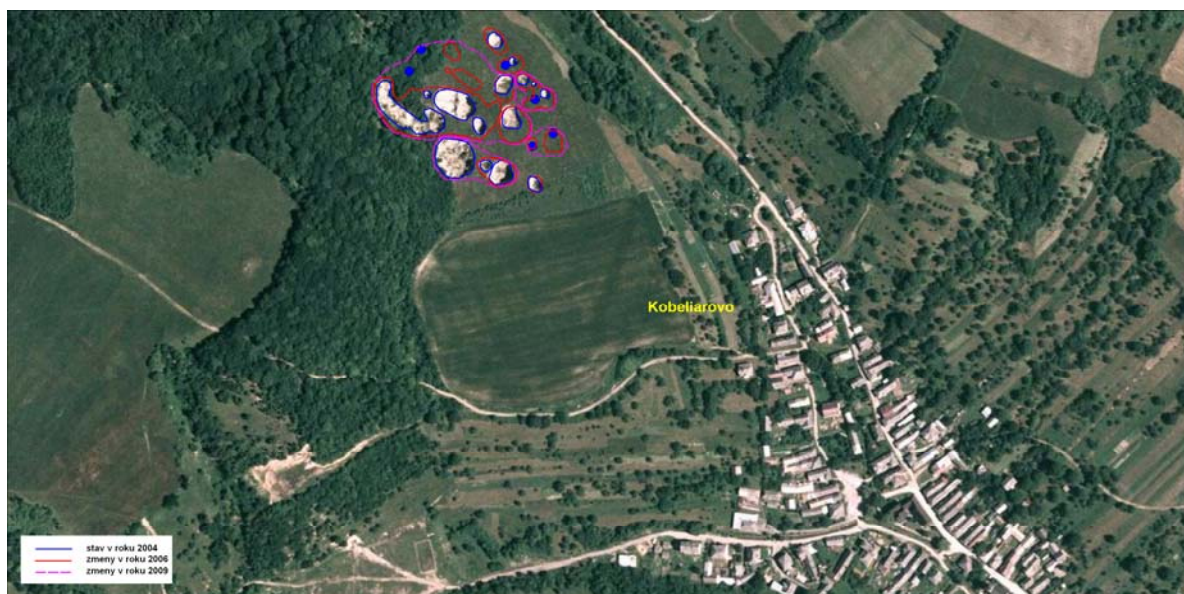
Tab. 27 Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných miest na lokalite Nižná Slaná, 2009-2010

	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
Odkalisko - drenáž	Hg, Zn, Cu, Cd	Pb, Sb		As	Fe, Hg, Zn, Cd	Cu	Pb, Sb	EC, pH	As, Mn, SO ₄
Šachta Gabriela	Cu, Zn, Hg, Cd	As	Pb, Sb		Al, Zn, Cr, Cd	pH, Hg, Cu	Fe, Mn, As	Sb, Pb	EC, pH, SO ₄

Hydrogeologickú štúdiu zatápania bane v Nižnej Slanej, resp. ložiska Manó – Gabriela, vypracoval pre SIDERIT, s.r.o. Nižná Slaná Ing. Marián Bachňák – ENVEX Rožňava. Doba zatopenia bane sa v tejto štúdii odhaduje na 20 rokov a množstvo vytekajúcej banskej vody na 7 – 12 l.s⁻¹. Pre zamedzenie vzniku nežiadúcich priesakov v zastavanom priestore medzi šachtou a riekou Slaná, kde prechádza štátna cesta, sa navrhuje vyrazenie odvodňovacej štôlne vo výškovej úrovni miestnej eróznej bázy 360 m n.m.

Inžinierskogeologické aspekty

Výskyt prejavov podrúbania - závalov, prepادلísk a poklesov terénu na ložisku Kobeliarovo v rámci monitorovania boli obmedzené do roku 2004 na časť DP ložiska o rozmeroch cca 200 x 200 m. K prepadávaní povrchu terénu v oblasti ložiska Kobeliarovo, pri severozápadnom okraji obce, dochádza podľa doteraz presnejšie nedoložených. informácií od polovice 90. rokov 20. storočia. Podľa podkladov spoločnosti Siderit, s.r.o. Nižná Slaná, prvý zával vznikol v roku 1995. Od augusta 2002 boli v oblasti závalového pásma vykonávané opakované terénne sledovania a detailná fotodokumentácia najprv deviatich v tom čase existujúcich závalov, neskôr na konci obdobia monitorovania (august 2004) až 19 závalov, ktoré v závalovom pásme postupne vznikli. Pre vysoké bezpečnostné riziko vyplývajúce z hrozby náhleho poklesu terénu bolo geodetické sledovanie závalov ťažobnou organizáciou minimalizované na nevelký počet okrajových závalov a na dve - tri obdobia. Podľa výsledkov meraní na 5 bodoch (KV-1, KV-12, KV-13, 4, 5), ktoré boli sledované od októbra 1996 do júla 2004, možno konštatovať, že len na dvoch bodoch bol zaznamenaný markantnejší, ale v konečnom dôsledku veľmi pomalý pokles (KV-1: -0,026 m; KV-12: -0,042 m) a na ďalších troch bodoch bola hodnota poklesu zanedbateľná (0,000 – 0,008 m). Za veľmi pomalý pokles je možno označiť aj výsledné kumulatívne vertikálne zmeny namerané na dvoch dodatkových bodoch sledovaných od júna 2001 po dobu 3 rokov (0,004 – 0,013 m) (Vrana, 2005).



Obr. 15 Časový vývoj rozsahu závalového pásma v Kobeliarove so stavom k rokom 2004, 2006, a 2009 na podklade ortofotomapy z leteckého snímkovania

Situácia časového vývoja rozsahu závalového pásma v Kobeliarove je dokumentovaná na obr. 15. Na podklade ortofotomapy so stavom k roku 2004 sú zobrazené kontúry závalov z roku 2006 a 2009, získané z družicových snímkov Google Earth. Stav z roku 2004 zodpovedá stavu zdokumentovanému v správe Vranu et al. (2005). Oproti tomuto stavu je viditeľné rozšírenie jednotlivých závalov a vzniku nových závalov v priestore nad ťaženým ložiskom sideritu. Veľkosti plôch postihnuté závalom v jednotlivých rokoch na lokalite Kobeliarovo sú nasledovné:

rok 2004	5 047 m ²
rok 2006	10 451 m ²
rok 2009	16 255 m ² .

Na ložisku Manó – Gabriela je závalové pásmo stabilizované a neboli tu zaznamenané nové povrchové prejavy nestability. Podľa topografickej mapy mierky 1 : 10 000 z roku 1991 sa tu pozdĺž hrebeňa Rimberg nachádza 31 prevažne menších prepahlísk priemeru do 20 m na ploche 1 km x 300 m. Ich kontúry sme v roku 2011 zdigitalizovali a zaradili do databázy podsystemu. V súvislosti s ukončením ťažby na tomto ložisku bola na základe rozhodnutia Obvodného banského úradu č. 549-1709/2011 z 03.08.2011 organizácii SIDERIT, s.r.o. Nižná Slaná povolená banská činnosť pri likvidácii hlavných banských diel v dobývacom priestore „Nižná Slaná“.

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 ŽB.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Banské priestory v oblasti medzi Slovinkami a Gelnicou, ktorými boli v minulosti hlbinné ťažené žily sideritovo-sulfidickej rudy, sú dnes uzavreté a zatopené.

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. 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 háld spôsobuje zhoršenie kvality vody Slovinského potoka. V roku 2011 Rudné Bane š.p. vykonali opravu systému odvedenia banských vôd zo štôlne Alžbeta Slovinky popri štátnej ceste.

Meranie množstva banskej vody odtekajúcej štôľňou Alžbeta zabezpečovali od roku 2002 s frekvenciou 4x ročne pracovníci RB Banská Bystrica. Množstvo drenážnej vody z existujúcich odkalísk touto organizáciou nebolo sledované. Vlastnými terénnymi meraniami sa okrem štôlne Alžbeta v rámci monitoringu ČMS GF sleduje priesak z dvoch odkalísk a štyri profily povrchových tokov (tab. 28, obr. 17).

Tab. 28 Výsledky hydrometrických meraní výtokov banskej vody a povrchových tokov na lokalite Slovinky za obdobie rokov 2007 - 2010.

Objekt	Q _{min} (l.s ⁻¹)	Q _{max} (l.s ⁻¹)	Q _{priem} (l.s ⁻¹)	Teplota vody (°C)	EC (mS.m ⁻¹)	n
štôlna Alžbeta (SI4)	15,0	49,8	30,3	12,6-13,1	69,6-118,8	17
Staré odkalisko (SI5)	2,1	21,4	7,8	7,8-13,6	74,3-179,1	8
Nové odkalisko (SI7)	8,6	23,7	13,2	7,1-9,5	63,3-122,1	7
Slovinský potok - nad ložiskom (SI1)	16,5	407	164	6,5-17,1	10,6-21,3	8
Slovinský potok pred sútokom s Poráčskym potokom (SI2)	44	517	220	6,8-19,0	13,5-27,1	8
Poráčsky potok - ústie (SI3)	98	456	228	7,1-16,8	23,8-40,6	8
Slovinský potok - pod ložiskom (SI6)	218	916	485	6,5-18,9	26,7-53,4	8

Kvalitu banskej vody vytekajúcej štôľňou Alžbeta v obmedzenom rozsahu parametrov 1x ročne vykonávali RB Banská Bystrica od roku 2002 Tieto údaje boli prevzaté do databázy. Vlastný monitoring v rámci ČMS GF VTNŽP je od roku 2008 realizovaný na týchto pozorovacích objektoch (obr. 16): SI4 - banská voda ložiska vytekajúcu štôľňou Alžbeta, SI5 - drenážna voda Nového odkaliska a SI1 - Slovinský potok nad ložiskom, SI2 - Slovinský potok pred sútokom s Poráčskym potokom, SI3 - ústie Poráčskeho potoka a SI6 - Slovinský potok pod ložiskom. V rokoch 2009 až 2011 sa vzorkoval i priesak z Nového odkaliska (Kalligrund, SI7). Charakteristické hodnoty rizikových zložiek odvodené z výsledky laboratórnych analýz odobratých vzoriek vôd za roky 2008 – 2011 sú uvedené v tab. 29.

V hodnotenom období rokov 2007 – 2011 dosiahla kvalita vody štôlne Alžbeta triedu **C**, a to v obsahu As. Obsah Sb bol v úrovni triedy **B**, obsahu Hg a Cu v triede **A**. Priesaky zo Starého a Nového odkaliska dosiahli zistenými koncentraciami antimónu kvalitatívnu triedu **B**. Povrchová voda v sledovaných profiloch Slovinského a Poráčskeho potoka patrí do kvalitatívnej triedy **III** kvôli obsahom Sb, resp. i Cu (Slovinský potok) a Hg (Poráčsky potok). Pritom koncentrácia Sb dosahuje túto nepriaznivú triedu kvality v profiloch tokov pred vstupom do priestoru ložiska Slovinky (profily SI1 a SI3). V profile Slovinského potoka pod oblasťou postihnutou ťažobnými aktivitami (profil SI6) sa zistili koncentrácie As, Sb a Mn v triede kvality **III** povrchových vôd (tab. 30).

Tab. 29 Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Slovinky (2007 - 2011)

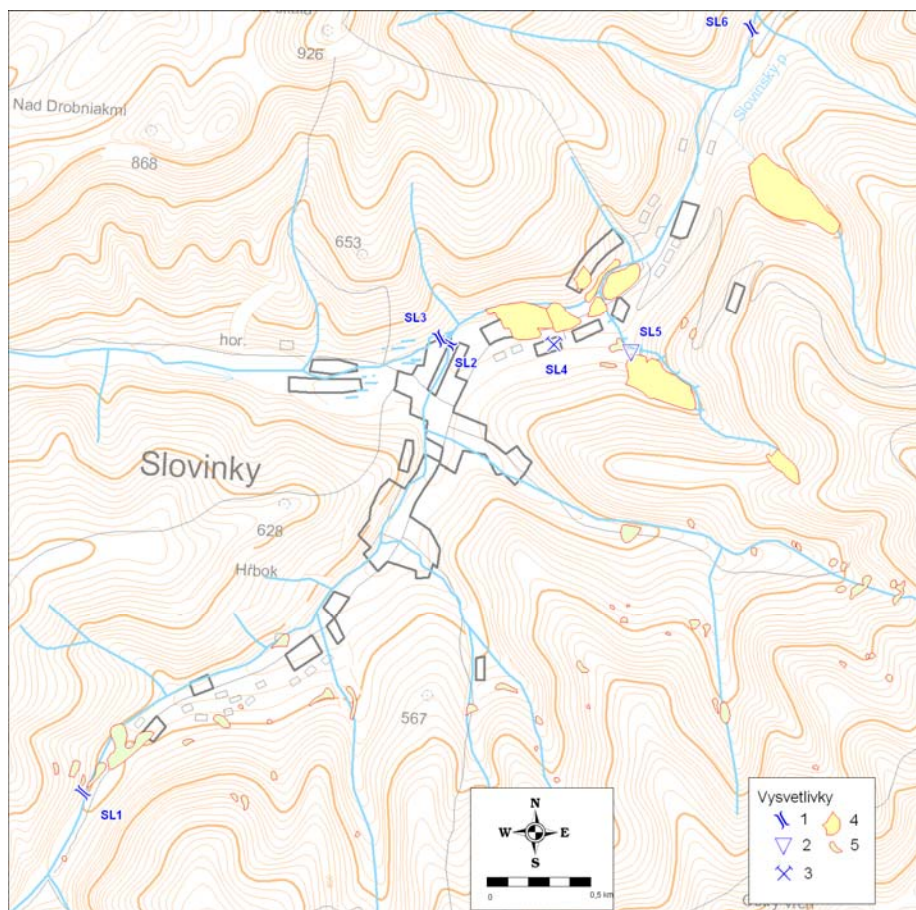
	EC (mS.m ⁻¹)	pH	Mn mg.l ⁻¹	SO ₄ mg.l ⁻¹	Hg mg.l ⁻¹	Zn mg.l ⁻¹	Pb mg.l ⁻¹	As mg.l ⁻¹	Sb mg.l ⁻¹	Cu mg.l ⁻¹
štôľňa Alžbeta (SI4)	118,8	8,18	0,66	473	0,0002	0,018	0,008	0,288	0,014	0,018
Staré odkalisko (SI5)	179,1	8,20	15,40	1049	0,0002	0,049	<0,005	0,072	0,016	0,021
Nové odkalisko (SI7)	122,1	8,33	0,40	335	<0,0001	0,025	0,007	0,018	0,012	0,004
Slovinský potok - nad ložiskom (SI1)	21,3	8,36	0,01	24	<0,0001	0,314	0,006	0,013	0,003	0,006
Slovinský potok pred sútokom s Poráčskym (SI2)	27,1	8,45	0,02	31	0,0001	0,015	0,009	0,011	0,032	0,016
Poráčsky potok - ústie (SI3)	40,6	8,51	0,05	28	0,0002	0,013	0,009	0,004	0,005	0,004
Slovinský potok - pod ložiskom (SI6)	53,4	8,33	0,17	98	0,0001	0,013	0,011	0,044	0,014	0,009

Tab. 30 Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných miest v oblasti Slovinky za obdobie rokov 2007 - 2011

	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
Št. Alžbeta (SI4)	Zn, Pb, Cu	Hg	Sb	As	Fe, Zn, Pb	pH	Hg, Sb, Cu	EC, Mn	SO ₄ , As
Odkalisko staré (SI5)	Zn, Pb	Hg, Cu	As, Sb		Pb	pH, Zn	Hg, Sb, Cu	As	EC, Mn, SO ₄
Odkalisko nové (SI7)	Hg, Zn, Pb, Cu	As,	Sb		Hg, Pb, Cu	pH, Zn, As	Sb	EC, Mn	SO ₄
Slovinský potok - nad ložiskom (SI1)					EC, Mn, SO ₄ , Hg, Pb	pH, Cu, As	Sb	Zn	
Slovinský potok - pred sútokom s Poráčskym potokom (SI2)					EC, Mn, SO ₄ , Zn, Pb, As	pH, Hg	Sb, Cu		
Poráčsky potok - ústie (SI3)					Mn, SO ₄ , Zn, Pb, As, Cu	EC, pH	Sb, Hg		
Slovinský potok - pod ložiskom (SI6)					Zn	EC, pH, SO ₄ , Hg, Cu, Pb	Mn, As, Sb		

Pozn.: Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 11.

Z hľadiska všeobecných požiadaviek na kvalitu povrchovej (NV SR č. 269/2010 Z. z.) sú zistené koncentrácie SO₄, Mn, Hg, Zn, Cu a hodnota pH a mernej elektrickej vodivosti vody v profile Slovinského potoka SI6 vyhovujúce (limit pre Sb tu nie je stanovený), nevyhovuje koncentrácia Pb (1,3-násobné prekročenie) a As (3,8-násobné prekročenie). V profile Slovinského potoka SI1 nad ložiskom nevyhovuje obsah Zn a As. Zistená charakteristická hodnota obsahu Sb 2,8-krát prevyšuje medznú hodnotu kategórie A1 povrchovej vody určenej na odber pitnej vody (NV SR č. 269/2010 Z. z.) v spodnom profile Slovinského potoka, v profile nad ložiskom mu vyhovuje.



Obr. 16 Lokalizácia monitorovacích objektov na lokalite Slovinky

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 wydobyté 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 Dorotea (závaly, prepادلiská) boli v doterajšom období technicky sanované RB š.p. Banská Bystrica. V roku 2010 boli vykonané práce na definitívnom zabezpečení jamy Dorotea. Práce na zasýpaní jamy Emil II sa vykonávali v rokoch 2010 - 2011. V roku 2010 sa začali práce na zabezpečení štôlne Krížová v Gelnici. V roku 2011 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 Bodnarec vykonali v roku 2011 Rudné Bane š.p.

4.10 Lokalita Rožňava R10

Na tejto lokalite boli v časti východne od rieky Slaná v minulosti ťažené ložiská Fe-Cu rudy Rožňava – Mária žila (DP Rožňava I) a Rožňava – Strieborná žila (DP Rožňava III). V súčasnosti je správcom oboch DP firma Global Minerals Slovakia, s.r.o. V druhej polovici roka 2011 sa tu vykonávalo sprístupňovanie Dopravného prekopu k jame Mária a príprava odvodňovania bane. V oblasti Nadabuly západne od rieky Slaná sa 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. V roku 2011 sa vykonávala pravidelná údržba odtokových ciest banských vôd štôlne Augusta v Rožňave, mestskej časti Nadabula.

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Zatopené bane Mária a Sadlovský sú oddelené údolím rieky Slaná. Ťažila a spracovávala sa tu Fe, Cu ruda viazaná na karbonátovo-kremeňovo-sulfidické rudné žily. V období ťažby boli v podzemí priamo prepojené prekopom. Ten bol neskôr utesnený hrádzou, ktorá dnes hydraulicky oddeľuje obe zatopené bane. Hydrogeologické pomery lokality po nedávnom ukončení zatápania sú stabilizované. Bane sú odvodňované najnižšie položenými štôľňami Dopravný prekop (baňa Mária), Augusta a Sadlovský (baňa Sadlovská). Tieto sú z hľadiska hydrogeologických i geochemických aspektov sledované v rámci štátneho monitoringu ČMS GF VTNŽP od roku 2007 s frekvenciou 2x ročne.

Zatopená baňa Mária (zatápanie tejto bane prebiehalo v období od augusta 2000 do apríla 2005) je sústredene odvodňovaná Dopravným prekopom na povrch. Portál prekopu je zabetónovaný a banská voda je zvedená uzavretým drenážnym potrubím k rieke Slaná, kde je vybudovaný merný žľab s trojuholníkovým prepacom. Objekt nie je dlhodobu 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 meraný 2x ročne i v rámci monitoringu VTNŽP. Množstvo vody kolísalo medzi 3,35 až 22,32 l·s⁻¹ (tab. 31).

Zatopená baňa Sadlovský na pravom brehu rieky Slaná je odvodňovaná dedičnými štôľňami Sadlovská 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. 17.

Kvantitatívne merania výtoku zo štôlne Augusta, štôlne Sadlovský a kanála K2 boli opakovane vykonané v rámci štátneho monitoringu VTNŽP v rokoch 2007 až 2011 (tab. 31). Z oboch uvedených štôľní vytekalo sumárne 5,8 – 55,5 l·s⁻¹ banskej vody. Do rieky Slaná kanálom K2 však vyteká zhruba o polovicu menšie množstvo vody. Chýbajúca časť pravdepodobne infiltruje netesnosťami v potrubí do alúvia.

Tab. 31 Výsledky hydrometrických meraní výtokov banskej vody na lokalite Rožňava (2007 - 2011)

Objekt	$Q_{\min}$ l·s ⁻¹	$Q_{\max}$ l·s ⁻¹	Q_{priem} l·s ⁻¹	Teplota vody °C	EC mS·m ⁻¹	n
Dopravný prek.	3,35	22,32	6,12	10,0-10,6	109,8-165,5	11
Augusta št.	2,49	20,17	6,55	13,6-16,2	166,0-283,0	9
Sádlovská št.	3,36	35,36	8,69	8,8-11,8	65,5-112,9	9
Kanál K2	2,82	22,70	8,11	14,0-14,9	45,0-227,0	8

V rámci štátneho monitoringu ČMS GF VTNŽP boli tieto objekty ovzorkované raz v roku 2007, a dvakrát v rokoch 2008-2011. Charakteristické hodnoty rizikových

komponentov odvodené z výsledkov vlastných i prevzatých laboratórnych analýz vôd monitorovaných objektov sú uvedené v tab. 32.

Banská voda Dopravného prekopu sa podľa výsledkov monitoringu v období rokov 2007 - 2011 obsahom Cu zaraďuje do triedy **C** kvality podzemných vôd, pričom obsahy Hg, Pb, As, Cr a Ni sú v kategórii **A**. Obsah arzénu zaraďuje vodu štôlne Augusta do kategórie **B**. Obsah antimónu zaraďuje vodu štôlne Sadlovska do kategórie **B**. Z parametrov nekategorizovaných v klasifikácii kvality podzemných vôd sú na lokalite Rožňava zaznamenané zvýšené koncentrácie síranového aniónu, mangánu, železa, v prípade Dopravného prekopu i hliníka a striebra (tab. 32, 33). Voda kanála K2 patrí k silno znečisteným vodám, triedy **V** klasifikácie kvality povrchových vôd.

Tab. 32 Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Rožňava (2007 - 2011).

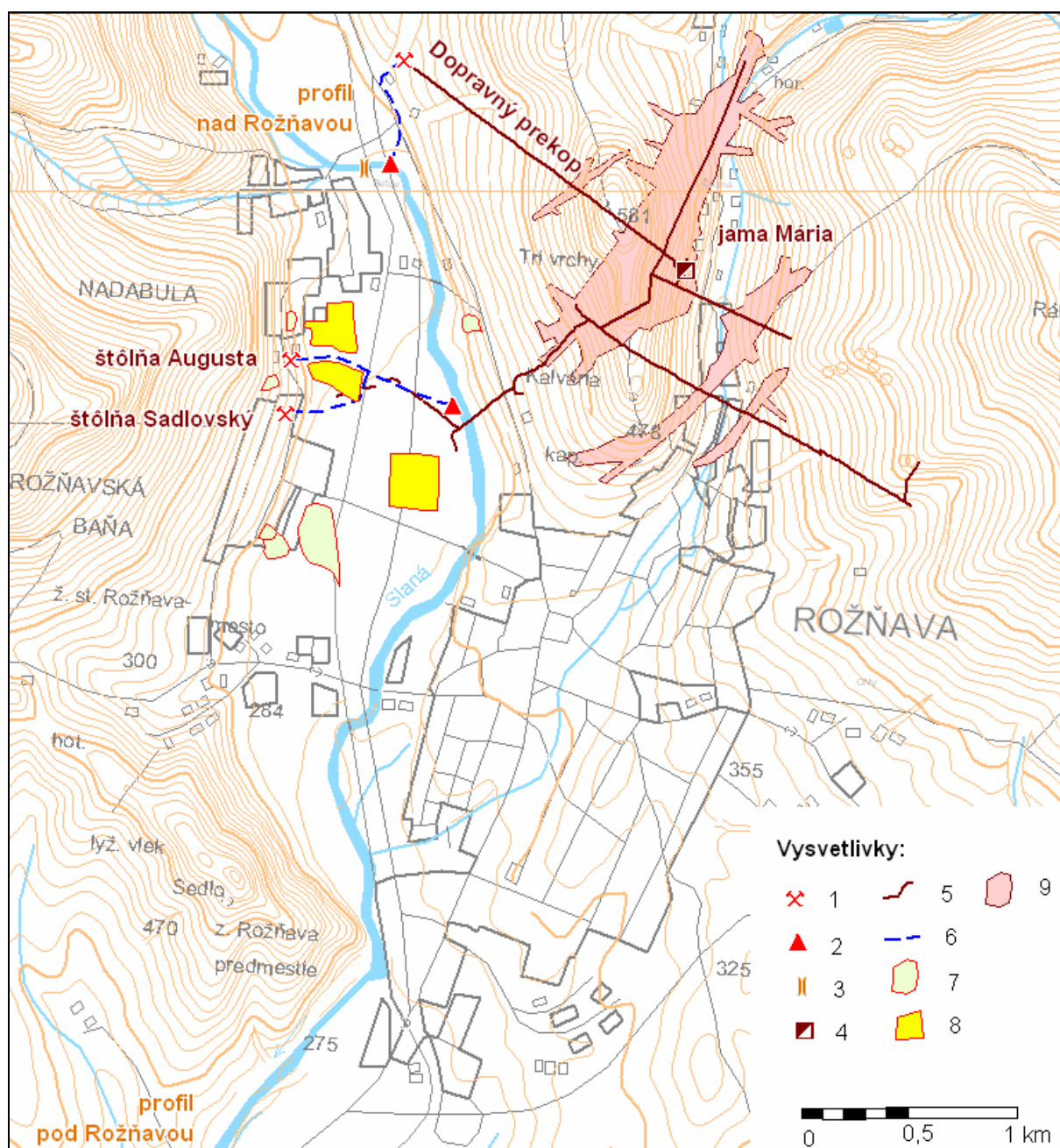
	EC <i>mS.m⁻¹</i>	pH	SO ₄ <i>mg.l⁻¹</i>	Fe <i>mg.l⁻¹</i>	Mn <i>mg.l⁻¹</i>	Al <i>mg.l⁻¹</i>	Hg <i>mg.l⁻¹</i>	Zn <i>mg.l⁻¹</i>	Pb <i>mg.l⁻¹</i>	As <i>mg.l⁻¹</i>	Sb <i>mg.l⁻¹</i>	Cr <i>mg.l⁻¹</i>	Cu <i>mg.l⁻¹</i>
DP*	156,2	4,18	774	104	38,5	2,57	0,0002	0,143	0,014	0,027	0,007	0,008	0,459
K2	227,0	8,18	935	1,81	2,26				0,006	0,061	0,013		0,005
Augusta	283,0	8,05	994	2,17	2,83	<0,02	0,0001	0,015	0,011	0,087	0,008	<0,002	0,016
Sadlovska	112,9	8,53	298	0,77	0,05	<0,02	0,0002	0,014	0,008	0,006	0,013	<0,002	0,003

Vysvetlivky: DP - Dopravný prekop, K2 - kanál K2 v Nadabule, * - okrem vlastných údajov i údaje prevzaté od Dianišku (2008), analyzované GAL ŠGÚDŠ Spišská Nová Ves.

Tab. 33 Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných miest na lokalite Rožňava, 2007 - 2011

	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
Dopravný prekop (NH4)	Zn, Pb Cd, Co	Hg, As, Sb, Cr, Ni		Cu	Cr, Cd, Co	Pb	Hg, Sb, Ni, Ag, As	EC, Zn	pH, SO ₄ , Fe, Mn, Al, Cu
Štôlna Augusta (NH7)	Hg, Zn, Pb, Cr, Cu, Cd, Ni, Co, Ag	Sb	As		Al, Zn, Cr, Cd, Ni, Co, Ag	pH, Hg, Pb, Ca	Sb, Cu	Fe, As	RL, SO ₄ , Mn, Mg
Štôlna Sadlovska (NH5)	Zn, Pb, Cr, Cu, Cd	As, Hg	Sb		Al, Zn, Pb, As, Cr, Cu, Cd	Fe, Mn	pH, Sb, Hg	EC, SO ₄	
Kanál K2 (NH3)	Pb, Cu		As, Sb		Pb	pH, Cu	Fe, Sb	As	EC, SO ₄ , Mn

Pozn.: Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 17.



Obr. 17 Situácia miest odberu vzoriek vôd vo vzťahu k hydrogeologickým a geochemickým aspektom vplyvov ťažby na lokalite Rožňava
 1 - ústie štôlny, 2 - ústie drenážneho kanála do rieky Slaná, 3 - monitorovaný profil rieky Slaná,
 4 - zatopená jama bane Mária, 5 - priebeh hlavných banských diel v podzemí, 6 - drenážny kanál,
 7 - halda, 8 - skládka kalu, 9 - územie podrúbané baňou Mária

Inžinierskogeologické aspekty

V monitorovanom období tu neboli zistené významné prejavy 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 (investor Global Minerals Ltd.) sprístupnený a stabilizovaný Dopravný prekop.

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 ŽB Spišská Nová Ves vykonávala likvidačné a zabezpečovacie práce organizácia RB š.p. Banská Bystrica.

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 dosiaľ vykonáva RB š.p. Banská Bystrica. Hydrometrickými, vzorkovacími a laboratórnymi prácami štátneho monitoringu ČMS GF bola v roku 2008 – 2011 dokumentovaná banská voda šachty Pech, štôľní Karoli a Novej, priesaky z odkaliska a dva profily Smolníckeho potoka.

Zatopené ložisko je odvodňované sústredeným výtokom zo šachty Pech a čiastočne i nekontrolovanými priesakmi v jej okolí 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 vykonáva organizácia RB š.p. Banská Bystrica. Tieto výsledky boli preberané do databázy, doplnené sú vlastnými hydrometrickými meraniami šachty Pech i dvoch výpustí z odkaliska a dvoch profilov Smolníckeho potoka vykonávanými s frekvenciou 2x ročne. Výsledky týchto meraní sú uvedené v tab. 34, situáciu monitorovaných objektov približuje obr. 18.

Tab. 34 Výsledky hydrometrických meraní výtokov banskej vody a povrchových tokov na lokalite Smolník za obdobie rokov 2008 - 2010

Objekt	$Q_{\min}$ (l.s ⁻¹)	$Q_{\max}$ (l.s ⁻¹)	Q_{priem} (l.s ⁻¹)	Teplota vody (°C)	EC (mS.m ⁻¹)	n
šachta Pech (Sm3)	4,42	17,32	10,45	11,5-14,2	216,0-369,0	12
Štôľňa Karoli (Sm4)	0,05	0,37	0,16	6,5-10,5	42,9-61,5	7
Nová štôľňa (Sm2)	0,80	14,6	4,41	6,1-7,8	19,0-31,4	7
odkalisko - spodná výpusť (Sm6)	0,41	0,95	0,65	8,0-9,3	245-300	8
odkalisko - horná výpusť (Sm7)	0,97	1,37	1,05	7,7-9,5	155,5-189,6	8
Smolnícky potok - nad ložiskom (Sm1)	203	3252	738	6,3-14,5	8,1-12,1	8
Smolnícky potok - pod ložiskom (Sm8)	256	3288	804	4,7-15,8	14,1-40,6	8

Charakteristické hodnoty hlavných kontaminantov lokality Smolník odvodené z výsledkov laboratórnych analýz vzoriek vôd obsahuje tab. 35. V hodnotenom období rokov 2007 – 2011 dosiahla kvalita vody šachty Pech triedu **C** v obsahu Cu, Zn, Be (tab. 36) a triedu **B** v obsahu Pb, As, Ni, Co. Triedu **A** dosiahli koncentrácie Cd. V uvedenom období dosahovala kvalita priesakovej vody z odkaliska Smolnícka Huta v monitorovaných parametroch triedu **V** v obsahu SO₄, Fe, Mn, Al a As, triedu **IV** v obsahu Zn a As, triedu **III** v obsahu Cu, Ni a reakcii vody. Voda Smolníckeho potoka sa v úseku ložiska Smolník kontaminuje najmä železom, mangánom a hliníkom za zhoršenia kvality z triedy **III** na triedu **V**, ale i zinkom a meďou za zhoršenia z druhej do štvrtej kvalitatívnej triedy. Reakcia vody pritom prechádza z neutrálnej do kyslej v triede kvality **IV** a obsah síranového aniónu prechádza z triedy **I** do triedy **III**.

Z hľadiska všeobecných požiadaviek na kvalitu povrchovej (NV SR č. 269/2010 Z. z.) sú zistené koncentrácie SO₄, Hg, Ni a mernej elektrickej vodivosti vody v profile

Smolníckeho potoka Sm8 vyhovujúce (limit pre Sb tu nie je stanovený), nevyhovuje koncentrácia Fe (11-násobné prekročenie), Mn (7x), Al (47x), Zn (22x), Pb (1,2x), As (1,3x), Cu (9,3x). V profile Smolníckeho potoka Sm1 nad ložiskom charakteristické hodnoty uvedených parametrov vyhovujú limitom.

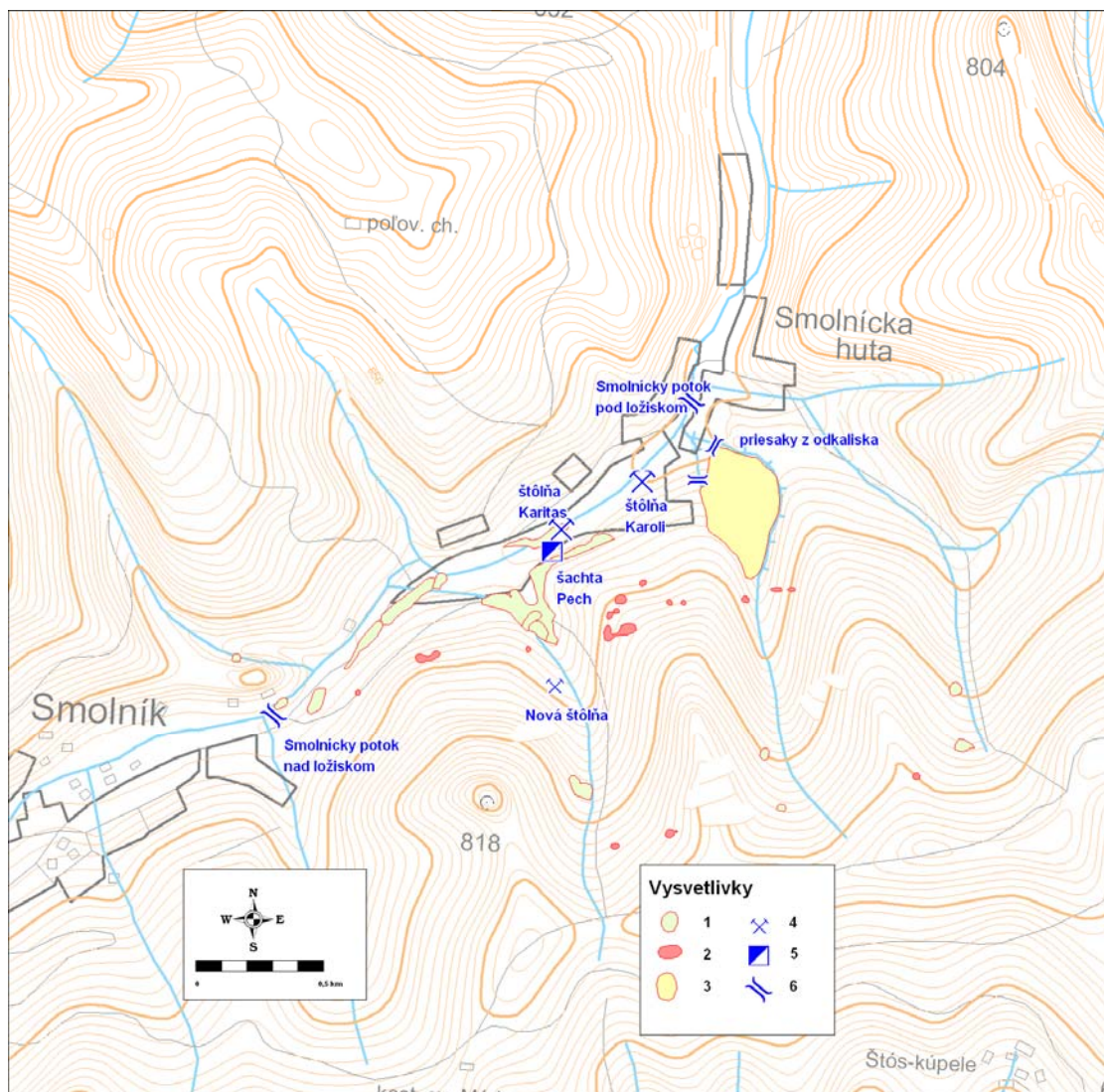
Tab. 35 Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Smolník (2008 - 2011).

	pH	EC <i>mS.m⁻¹</i>	SO ₄ <i>mg.l⁻¹</i>	Fe <i>mg.l⁻¹</i>	Mn ²⁺ <i>mg.l⁻¹</i>	Al <i>mg.l⁻¹</i>	Cu <i>mg.l⁻¹</i>	Zn <i>mg.l⁻¹</i>	As <i>mg.l⁻¹</i>	Pb <i>mg.l⁻¹</i>	Ni <i>mg.l⁻¹</i>	Co <i>mg.l⁻¹</i>
šachta Pech (Sm3)	4,13	369,0	3193	436	32,9	81,6	4,30	10,69	0,054	0,079	0,173	0,118
odkalisko - spodná výpusť (Sm6)	6,23	300,0	2043	73,4	19,3	0,64	0,059	1,002	0,793	0,018	0,082	
odkalisko - horná výpusť (Sm7)	6,11	189,6	1107	15,9	16,6	0,76	0,163	0,185	0,146	0,008	0,053	
Smolnícky potok - nad ložiskom (Sm1)	6,49	12,1	17,2	1,03	0,119	0,06	0,008	0,031	0,003	<0,005	0,002	
Smolnícky potok - pod ložiskom (Sm8)	5,60	40,6	190	22,4	2,02	9,39	0,242	0,673	0,012	0,010	0,018	

Tab. 36 Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných miest na lokalite Smolník (2008 - 2011)

	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
šachta Pech (Sm3)	Cr	Cd	Hg, Pb, As, Ni, Co	Zn, Cu, Be	Hg, Cd, Cr	B		Pb, As, Ni	EC, pH, SO ₄ , Fe, Mn, Al, Zn, Cu, Co
odkalisko - spodná výpusť (Sm6)	Pb	Hg, Ni	Cu	As, Zn	Cd	Hg, Pb	pH, Ni	Zn, Cu	EC, SO ₄ , Fe, Mn, Al, Zn, As
odkalisko - horná výpusť (Sm7)	Hg, Pb	Zn, Ni	As, Cu		Hg, Pb		pH, Ni	Zn,	EC, SO ₄ , Fe, Mn, Al, As, Cu
Smolnícky potok - nad ložiskom (Sm1)					EC, SO ₄ , Hg, Pb, As, Ni	Zn, Cu	pH, Fe, Mn, Al		
Smolnícky potok - pod ložiskom (Sm8)					Hg	EC, Pb, As, Ni	SO ₄	pH, Cu	Fe, Mn, Al, Zn

Pozn.: Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 18.



Obr. 18 Situácia monitorovaných objektov a hlavných prejavov ťažby na lokalite Smolník
1 - halda, 2 - zával, 3 - odkaliska, 4 - výtok z ústia štólne, 5 - výtok zo šachty, 6 - monitorovaný profil na povrchovom toku

Inžinierskogeologické aspekty

V roku 2011 na lokalite neboli zaznamenané významné prejavy nestability telesa odkaliska ani povrchu terénu nad banskými priestormi.

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 (DP - VSK a.s. Spišská Nová Ves) a ťažený lom na stavebný kameň Spišská Nová Ves – Grétla – Tisovec (DP – VSK Mineral s.r.o. Košice).

Hydrogeologické a geochemické aspekty

Na lokalite Novoveská Huta sa kumulujú dôsledky dosiaľ vykonávanej ťažby sadrovca a minulej ťažby kremeňovo-ankeritových žíl s chalkopyritom priestorovo sa prelínajúcich s polohami U-Mo rudy. Sadrovcová baňa nie je priamo banskými dielami prepojená so sústavou banských diel overujúcich rudné žily a uránonosné polohy. Odvodňovaná je čerpaním s úrovne III. horizontu v úrovni 420 m n. m. úpadnicou, banská voda je

v priemernom množstve okolo 5 l.s^{-1} vypúšťaná do potoka Holubnica. Bezprostredne susediaca opustená zatopená baňa je od roku 1993 samovoľne odvodňovaná v úrovni 555 m n.m. Vodnou štôľňou (výdatnosť okolo 7 l.s^{-1}) i vyššie položenými štôľňami nižších výdatností. 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, v roku 2002 došlo iba k zmene vlastníka dobývacích práv. Ložisko tvorí mohutná šošovka o dĺžke cca 3,5 km, smerná dĺžka ložiska dosahuje až 5 km, hrúbka ložiskovej polohy kolíše od 1 do 15 m, hrúbka celého ložiska je 150 m. Na JV vystupuje samostatné ložisko Grétla. Prvé písomné údaje o ložisku sadrovca sú z roku 1876, ale ťažba sa začala ešte okolo roku 1856 na východnom svahu Rittenbergu-krátkymi štôľňami. Dobývali sa najprv pripovrchové polohy sadrovca na úpätí Skalky, štôľňovým spôsobom. 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 poslednej epoche ťažby 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 vôd. 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.

Ložisko rádioaktívnych rúd Novoveská Huta, kde sa v druhej polovici 20. storočia ťažili uránové rudy $\text{U-Mo-(Cu)}\pm\text{V}$, je v súčasnosti uzavreté. 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 m^2 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 podzemne 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 boli vydobyté priestory sprístupnené Jamou č. 3 zaplavované banskou vodou podľa harmonogramu likvidačného zámeru.

Zatopené ložisko uránu a Cu rudy je 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.

Štátny monitoring v rámci ČMS GF VŤNŽP 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 ložiska anhydritu Tollstein. Výsledky merania prietokov spolu s mernou elektrickou vodivosťou vody a teplotou vody za doterajšie obdobie 2007 – 2011 sú uvedené v tab. 37. Z prehľadu kvalitatívneho zatriedenia analyzovaných vzoriek povrchových vôd (tab. 38) vyplýva, že najnepriaznivejšiu triedu **V** dosahuje voda Suchohorského potoka v profile pod haldou lomu Muráň kvôli kyslej reakcii a vysokej koncentrácii mangánu, hliníka a medi. Vďaka riedeniu prítokmi dochádza postupne v tomto toku k zlepšovaniu kvalitatívnych vlastností vody a v profile pred sútokom s Holubnicou už dosahuje triedu **III**. Tu sú dokumentované zvýšené obsahy medi, antimónu a bária. Potok Holubnica v oboch vzorkovaných profiloch dosahuje triedu kvality **III** kvôli zvýšenej koncentrácii antimónu a bária. Úsek toku medzi týmito monitorovanými profilmi predstavuje časť povodia intenzívne postihnutého banskou činnosťou, s viacerými výtokmi banských vôd zo štôľní a prítomnými haldami vytŕaženého

materiálu. Napriek tomu tu neboli zaznamenané výrazné nárasty koncentrácií rizikových zložiek (^{226}Ra , U_{nat} , Cu , As) vo vode potoka Holubnica medzi pozorovanými profilmi.

Tab. 37 Výsledky hydrometrických meraní výtokov banskej vody a povrchových tokov na lokalite Novoveská Huta (2007 - 2011)

Objekt	$Q_{\min}$ (l.s^{-1})	$Q_{\max}$ (l.s^{-1})	Q_{priem} (l.s^{-1})	Teplota vody ($^{\circ}\text{C}$)	EC (mS.m^{-1})	n
Vodná štôlna (NH4)	4,86	12,42	8,15	8,6 – 8,9	45,2-81,0	9
Výver pod haldou Jamy č.1 (NH7)	3,57	11,20	5,92	7,3-11,1	26,9-46,8	8
Holubnica - pod ložiskom (NH3)	52,5	610	189	1,0-12,2	16,1-26,1	9
Holubnica - Rybníky (NH5)	48,2	560	167	0,5-12,5	13,9-24,9	9
Suchohorský potok - ústie (NH2)	36,8	299	88	0,4-11,0	11,5-19,2	9
Suchohorský potok - Muráň (NH 6)	1,74	48,0	8,7	3,3-10,5	11,6-27,9	9

Banská voda Vodnej štôlne vteká do Holubnice tesne pod monitorovaným profilom NH3 tohto toku. V klasifikácii kvality podzemných vôd dosahuje kategóriu **B** z dôvodu obsahu rádia 226. Podľa klasifikácie kvality povrchových vôd by dosiahla triedu **IV** pre vysoký obsah síranového aniónu, keď navyše koncentrácie Ba, Mn, Cu, As, Sb dosahujú triedu **III**. Banská voda ložiska Tollstein ako typická voda so sulfátogénnou mineralizáciou obsahuje okrem vysokej koncentrácie síranového aniónu a vápnika i zvýšenú objemovú aktivitu ^{226}Ra v kategórii **B**.

Z hľadiska všeobecných požiadaviek na kvalitu povrchovej (NV SR č. 269/2010 Z. z.) sú zistené koncentrácie SO_4 , Mn, Zn, Cu, As, Ra^{226} a U_{nat} a hodnota pH a mernej elektrickej vodivosti vody v profile potoka Holubnica NH3 i NH5 vyhovujúce (limit pre Sb tu nie je stanovený). V profile Suchohorského potoka NH2 nevyhovuje obsah Cu, v profile NH6 nevyhovuje Mn a Cu. Zistené charakteristické hodnoty obsahu Sb vyhovujú medznej hodnote kategórie A1 povrchovej vody určenej na odber pitnej vody (NV SR č. 269/2010 Z. z.) vo všetkých monitorovaných potočných profiloch.

Tab. 38 Charakteristické hodnoty ukazovateľov kvality banskej a povrchovej vody z lokality Novoveská Huta (2007 - 2011)

	pH	EC mS.m^{-1}	Ba (mg.l^{-1})	Al (mg.l^{-1})	Mn ²⁺ (mg.l^{-1})	SO_4 (mg.l^{-1})	Cu (mg.l^{-1})	As (mg.l^{-1})	Sb (mg.l^{-1})	^{222}Rn (Bq.l^{-1})	^{226}Ra (Bq.l^{-1})	U_{nat} (mg.l^{-1})
Baňa Sadrovka	7,88	333,0	0,025		0,048	1469	0,003	0,004	0,005	3	0,188	0,007
Vodná št. (NH4)	8,10	81,0	0,071		0,233	288	0,048	0,041	0,017	16	0,136	0,008
Výver pod haldou Jamy č. 1 (NH7)	8,27	46,8	0,106		0,031	87	0,004	0,004	0,002	16	0,188	0,043
Holubnica - pod ložiskom (NH3)	8,21	26,1	0,060		0,027	44	0,005	0,002	0,002		0,109	0,003
Holubnica - Rybníky (NH5)	8,24	24,9	0,049		0,014	44	0,003	0,003	0,002		0,117	<0,005
Suchohorský potok - ústie (NH2)	8,14	19,2	0,074		0,095	37	0,013	0,002	0,004		0,138	0,005
Suchohorský potok - Muráň (NH6)	3,86	27,9	0,030	1,90	1,220	111	0,347	<0,001	0,001		0,175	0,042

Tab. 39 Prehľad klasifikácie kvality podzemných a povrchových vôd monitorovaných miest na lokalite Novoveská Huta, 2007 - 2011

	Klasifikácia kvality podzemných vôd				Klasifikácia kvality povrchových vôd				
	-	A	B	C	I	II	III	IV	V
Baňa Sadrovka (NH1)	Ba, Hg, Cu, As,	Sb, U _{nat}	²²⁶ Ra		pH, Fe, Mn, Hg, Cu, As, U _{nat}	Ba	Sb, ²²⁶ Ra		RL, SO ₄
Vodná štôlna (NH4)	Hg	Ba, Cu, As, U _{nat}	²²⁶ Ra, Sb		Fe, Hg, U _{nat}	pH, ²²⁶ Ra	EC, Ba, Mn, Cu, As, Sb	SO ₄	
Výver pod haldou Jamy č.1 (NH7)	Cu, As	Sb, Ba	²²⁶ Ra, U _{nat}		Mn, Cu, As	pH, EC, SO ₄	Sb, ²²⁶ Ra, U _{nat}	Ba	
Holubnica - pod ložiskom (NH3)					Mn, SO ₄ , Cu, As, U _{nat}	pH, ²²⁶ Ra	Sb, Ba		
Holubnica - Rybníky (NH5)					EC, Mn, SO ₄ , As, U _{nat}	pH, Cu, ²²⁶ Ra	Sb, Ba		
Suchohorský potok - ústie (NH2)					EC, SO ₄ , As, U _{nat}	pH, Mn, ²²⁶ Ra	Ba, Cu, Sb		
Suchohorský potok - Muráň (NH 6)					EC, As	Ba, SO ₄ ,	Sb, ²²⁶ Ra, U _{nat}		pH, Al, Mn, Cu

Pozn.: Lokalizácia objektov je znázornená v situačnej mapke na obr. 19.

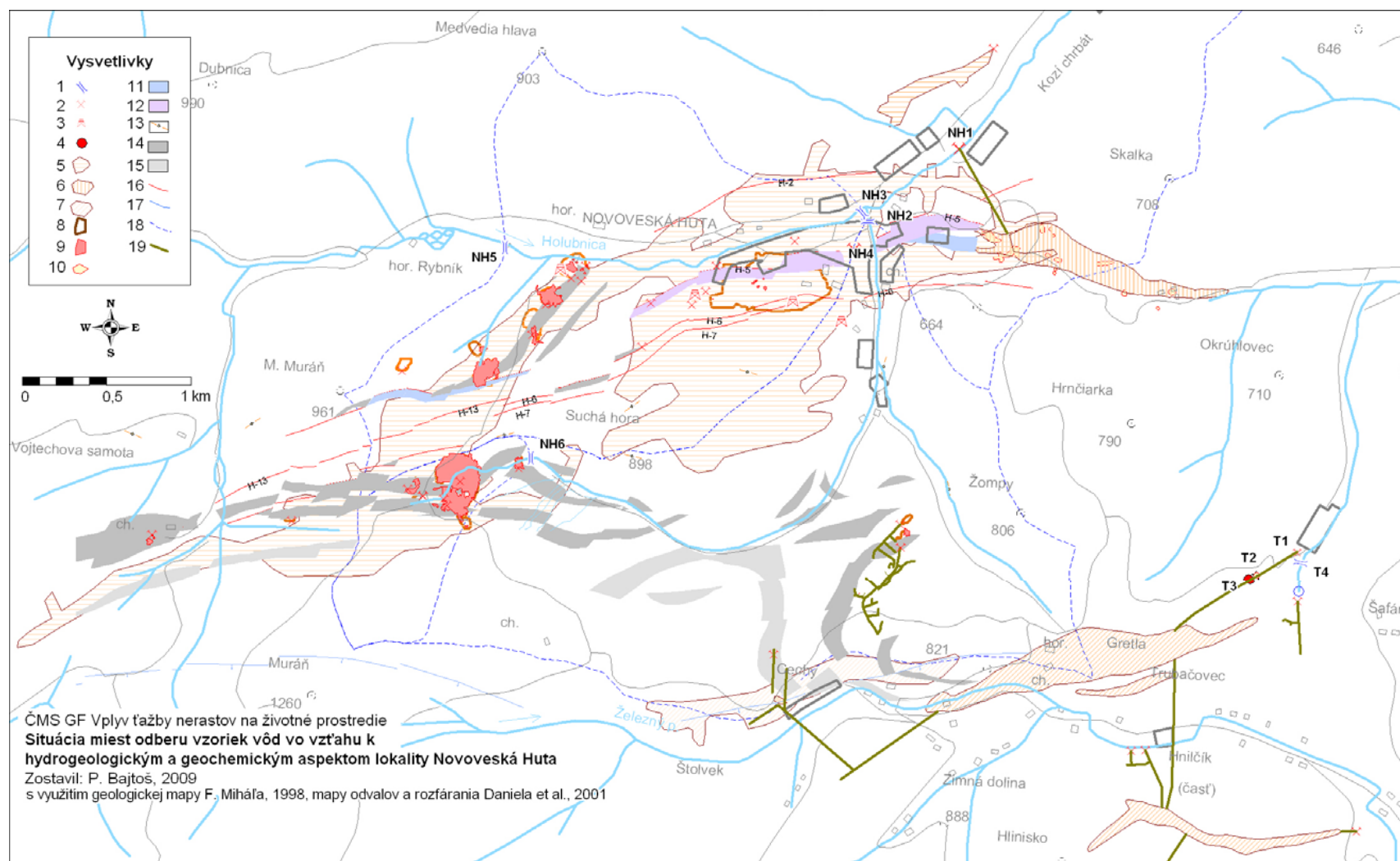
Prievaly banskej vody z Novej štôlnie pri Novoveskej Hute

V rokoch 2008 - 2009 došlo na lokalite Nová štôlna, vzdialenej asi 1,6 km juhovýchodne od východného okraja sadrovcovej bane Tollstein, k neočakávaným havarijným udalostiam. Išlo o prievaly banskej vody z Novej štôlnie, ktorou sa v minulosti ťažila medená ruda zo žily Gezwäng lokalizovanej južnejšie v oblasti Hnilčíka a predtým i železná ruda z V. grételskej žily prebiehajúcej hrebeňom Grétle. Po ukončení ťažby bola Nová štôlna zabezpečená pri realizácii likvidačných prác (roku 1992). Odvtedy do polovice roka 2008 bol výtok z Novej štôlni prirodzený a neovplyvnený závalmi, pohyboval sa podľa aktuálnej hydrologickej situácie v rozmedzí 5,91 – 26,23 l.s⁻¹, s priemerom 16,23 l.s⁻¹. Problémy vznikli po nelegálnej demontáži banskej oceľovej výstuže v úvodných desiatkach metrov opustenej štôlnie. To vyvolalo masívny zosun zvetraných hornín, pokrývajúcich svah nad ústím Novej štôlnie (Daniel - Jančura, 2009). Zvýšenie hladiny vôd vplyvom prvého závalu spôsobilo intenzívne rozpúšťanie sadrovca v evaporitovom súvrství (sadrovec, 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 banský 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 štôlnie. 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 banskou vodou a postupné zväčšovanie jej naakumulovaného množstva. Náhle prevalenie závalu vodou v dôsledku vysokého hydrostatického tlaku spôsobilo vznik extrémnej prietokovej vlny, ktoré po dosiahnutí povrchu zničilo ústie štôlnie, poškodilo 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 vytieklo zo štôlnie 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 navrhuje spôsob riešenia havarijného stavu. Odvrtal sa monitorovací vrt MV-1 situovaný do chodby za závalom a postavila sa protiprievalová 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.

Po vybudovaní monitorovacieho vrtu bolo firmou Uranpres s.r.o. Spišská Nová Ves merané v období apríl 2009 – október 2009 stúpanie hladiny vo vrte MV-1. Hladina vo vrte plynule stúpala: z úrovne 33,7 m pod odmerným bodom (640,3 m n.m.) dňa 22.4.2009 na 4,25 m p.o. (669,75 m n.m.) dňa 22.10.2009. Po prekročení úrovne terénu dňa 16.11.2009 nastal preliv z monitorovacieho vrtu. Neskôr začala voda vytekať i z nižšie položeného závalu. Z ústia Novej štôlne zároveň stabilne vytekalo malé množstvo vody, ktoré nebolo merané. Vzhľadom na vážnosť situácie boli k dovtedy monitorovaným objektom lokality Novoveská Huta v rámci ČMS Geologické faktory - Vplyv ťažby nerastov na ŽP (ŠGÚDŠ) 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 3.12.2009 meraný prietok, merná elektrická vodivosť vody a teplota vody, s frekvenciou 1 až 2x týždenne podľa meteorologickej situácie. Výsledky meraní sú uvedené v tab. 40. Z meraní vyplýva, že baňa je za daných podmienok odvodňovaná stabilným odtokom z ústia Novej štôlne a prelivom zo závalu, pričom z najvyššie položeného ústia vrtu MV-1 je preliv banskej vody značne rozkolísaný. Jeho rozkvyv rýchlo reaguje na zrážky a možno predpokladať že uvedenými tromi objektmi je odvodňované celé množstvo vody infiltrovanej do banskej sústavy Novej štôlne. Vzduť 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 roku 2011 bol odtok banských vôd na tejto lokalite stabilizovaný, nevyskytli sa neočakávané výrony na povrch. Dňa 2.5.2011 dosahovalo sumárne množstvo odtekajúcich banských vôd z Novej štôlne a z-krátera nad jej ústím $6,5 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, dňa 13.10.2011 bola hodnota sumárneho odtoku $8,03 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Miestny potok ktorý je recipientom banskej vody, obsahuje vysokú koncentráciu síranového aniónu (v kategórii **V** kvality povrchových vôd) už v profile nad prítokom banskej vody. Prítokom banskej vody sa koncentrácia síranového aniónu ešte zvyšuje. Taktiež koncentrácia vápnika v banskej i povrchovej vode je značne vysoká, dosahuje kategórie **III – IV** kvality. Z hľadiska všeobecných požiadaviek na kvalitu povrchovej vody (NV SR č. 269/2010 Z. z.) zistené koncentrácie Mg a rozpusteného O_2 a hodnota pH a mernej elektrickej vodivosti vody v profile potoka nad Novou štôľňou vyhovujú. Nevyhovuje zistená koncentrácia Ca a SO_4 .



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

Tab. 40 Výsledky hydrometrických meraní na lokalite Novoveská Huta - Teplička za obdobie 3.12.2009 - 14.12.2011 (ŠGÚDŠ Bratislava)

	$Q_{\min}$ (l.s ⁻¹)	$Q_{\max}$ (l.s ⁻¹)	Q_{priem} (l.s ⁻¹)	Teplota vody (°C)	MEV (mS.m ⁻¹)	n
Nová štôlna (T1)	2,25	6,18	3,78	7,6 - 8,8	94,0 - 198,1	98
Zával (T2)	1,51	109,9	13,9	8,0 - 9,7	75,0 - 218,0	98
Vrt MV-1 (T3)	0	65,7	9,5	8,1 - 9,0	104,9 - 225,0	44
Potok nad ústím Novej štôlny (T4)	11,6	449	47,3	2,6 - 11,4	50,9 - 144,0	98

Tab. 41 Výsledky monitoringu kvality vôd na lokalite Novoveská Huta - Teplička v roku 2011

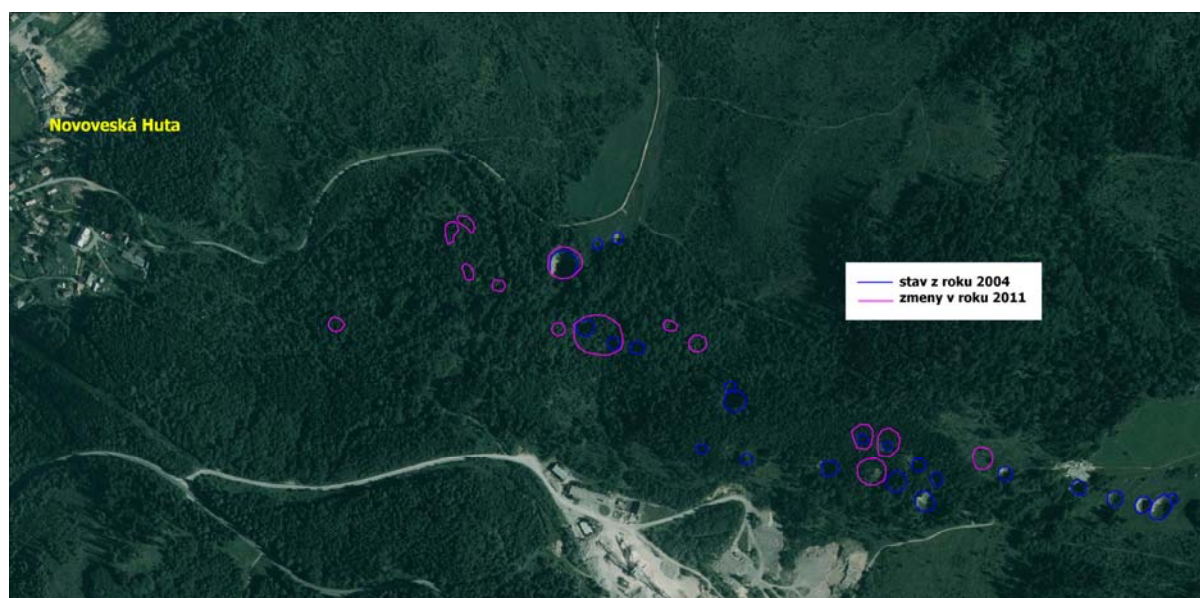
Objekt / dátum	Q l.s ⁻¹	T °C	EC mS.m ⁻¹	pH	Ca mg.l ⁻¹	Mg mg.l ⁻¹	SO ₄ mg.l ⁻¹	HCO ₃ mg.l ⁻¹	O ₂ %
T1/2.5.2011	2,50	8,8	99,5	7,8	272	86,8	681	346	93,3
T1/13.10.11	2,25	8,3	162,7	7,67	227	68,5	728	381	90,4
T2/2.5.2011	5,53	9,1	96,7	7,13	244	81,1	573	420	20,6
T2/13.10.11	4,26	8,7	150,7	7,35	177	57,5	572	456	61,3
T4/2.5.2011	14,71	11,4	84,0	8,09	193	56,6	474	299	108,3
T4/13.10.11	11,64	8,6	128,6	8,26	157	42,4	518	337	100,7

Vysvetlivky: T1 – Nová štôlna, T2 – kráter nad ústím Novej štôlny, T4 – potok nad ústím Novej štôlny.

Inžinierskogeologické aspekty

V roku 2011 bol sledovaný stav-kráterovitého závalu nad Novou štôlnou na lokalite Novoveská Huta – Teplička. Oproti roku 2010 neboli na ňom zistené významné zmeny.

Zmeny v rozsahu závalového pásma nad sadrovcovou baňou Mária v Novoveskej Hute sú zobrazené na obr. 20. Porovnaním snímok z roku 2004 (letecké snímkovanie) a 2011 (satelitná snímka Google Earth) zisťujeme, že v tomto období došlo k zväčšeniu niektorých starších závalov, ako aj k vzniku nových závalov. Nové závaly vznikajú hlavne v severozápadnej časti sledovanej lokality bližšie k osídleniu v Novoveskej Hute. Uvedené závaly sa nachádzajú vnútri vymedzeného DP.



Obr. 20 Časový vývoj rozsahu závalového pásma v Novoveskej Hute; stav z rokov 2004 a 2011 na podklade ortofotomapy z leteckého snímkovania z roku 2004

Plochy postihnuté závalom v jednotlivých rokoch sú nasledovné:

rok 2004	10 908 m ²
rok 2011	22 172 m ² .

5 ZÁVER

Predkladaná ročná správa hodnotí výsledky monitorovacích prác, realizovaných v priebehu roku 2011 v rámci geologickej úlohy ČMS Geologické faktory, podsystém 04 „Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie“, pri hodnotení rizikových lokalít ťažby nerastov na Slovensku. Monitorovacie práce sú na jednotlivých lokalitách zamerané na monitoring inžinierskogeologických, hydrogeologických a geochemických aspektov vplyvov ťažby na životné prostredie a ich hodnotenie je podané v náväznosti na doterajší monitoring rokov 2007-2010 i poznatky z predošlého obdobia.

Monitorovacia sieť lokalít a objektov i spôsob monitoringu vychádza z návrhov obsiahnutých v záverečnej správe geologickej úlohy *Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou* (Vrana et al., 2005). Vlastné práce v rámci ČMS Geologické faktory, podsystém 04 Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie (ČMS GF VTNŽP) 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 2007-2011 dokumentovaný pretrvávajúci nepriaznivý vplyv prítomnosti ťažených ložísk na kvalitu prírodných vôd. Vzhľadom na hydrogeologické pomery lokalít zložky uvoľňované do podzemnej vody rýchlo prestupujú do miestnych povrchových tokov a zhoršujú ich kvalitu (tab. 42). Najnepriaznivejšia situácia je na lokalitách Smolník, Špania Dolina, Dúbrava, Pezinok, Banská Štiavnica a v regióne Horná Nitra, kde hlavné recipienty dosahujú v monitorovaných profiloch najhoršiu triedu **V**, a na lokalite Rudňany (trieda **IV**). Lokálne negatívne ovplyvnenie kvality miestnych povrchových tokov sa zistilo i na lokalitách Novoveská Huta, Slovinky. Z hľadiska všeobecných požiadaviek na kvalitu povrchovej (NV SR č. 269/2010 Z. z.) možno konštatovať, že na každej lokalite zistené, že koncentrácie niektorých zo sledovaných ukazovateľov kvality sú nevyhovujúce (tab. 43).

Tab. 42 Kvalita vôd monitorovaných lokalít v období rokov 2007-2011

Lokalita	Kvalita povrchovej vody			Kvalita banskej, drenážnej a podzemnej vody		
	III	IV	V	A	B	C
Horná Nitra	As, Fe, Zn, ChSK _{Mn}	MIN, NH ₄ , Mn	SO ₄ , Al, Hg	As, Hg, Ba	-	NH ₄
B.Štiavnica-Hodruša	NH ₄ , Zn, SO ₄ , MIN	Al, Zn, Fe	Mn	F, NH ₄ , As, Cr		Zn, Pb, Cd
Kremnica	pH, Mn, Sb, Al, Zn	-	-	As	Sb	-
Dúbrava	pH	-	Sb	-	²²⁶ Ra, As	Sb
Pezinok	Cu, ²²⁶ Ra	Sb, Mn, SO ₄ , Zn, Ni	As, Fe	Zn, Ni	As,	Sb
Špania Dolina	Zn, Hg	As	Sb, Cu	-	As	Cu, Sb
Rudňany	EC, Mn, Cu, Zn, As	Ba, SO ₄	Hg, Sb, Mn	Hg, As, Cu, Ba	Hg	-
Nižná Slaná				-	Pb, Sb	As
Slovinky	Mn, As, Sb, Hg, Cu	Zn	-	Hg, Cu	Sb	As
Rožňava				Hg, Cr, Ni	Sb, As	Cu
Smolník	SO ₄	pH, Cu	Fe, Mn, Al, Zn	Cd	Hg, Pb, Ni, Co	Zn, Cu, Be, As
Novoveská Huta	Ba, Sb, SO ₄ , ²²⁶ Ra, U _{nat}	-	pH, Al, Mn, Cu	Ba, Cu, As	Sb, ²²⁶ Ra, U _{nat}	-

Pozn.: Najnepriaznivejšie triedy kvality zistené pre sledované ukazovatele v monitorovaných objektoch na jednotlivých lokalitách.

Tab. 43 Ukazovatele kvality povrchovej vody nevyhovujúce požiadavkám NV SR č. 269/2010 Z. z., zistené na monitorovaných lokalitách za obdobie 2007 - 2011

	Povrchová voda	Povrchová voda určená na odber pre pitnú vodu.
	Príloha č.1 NV č. 269/2010 Z. z.)	Príloha č.2A NV č. 269/2010 Z. z.)
Horná Nitra	Ca a SO ₄ NH ₄ , Al, Hg, Cd a ChSK _{Mn} , Hg, Pb, Mn, Cd, As	
B.Štiavnica-Hodruša	Fe, Mn, Zn NH ₄ , Al, Pb, Hg a ChSK _{Mn}	
Kremnica	Zn, As	
Dúbrava		Sb
Pezinok	As, SO ₄ , Fe, Mn a Zn	Sb
Špania Dolina	Zn, As, Cu	Sb
Rudňany	Mn, SO ₄ , As, Cu	Sb
Slovinky	Pb, As, Zn	Sb
Smolník	Fe, Mn, Al, Pb, As, Cu	
Novoveská Huta	Cu, Mn, Ca, SO ₄	²²⁶ Ra, U _{nat}

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

Vzhľadom na nízku frekvenciu vzorkovania (zväčša 2x ročne) je úroveň poznatkov o sezónnej variabilite koncentrácie kontaminantov vo väzbe na zrážkovo-odtokové pomery lokalít nedostatočná. Preto je žiadúce v nasledujúcom období na vybraných lokalitách realizovať časovo obmedzené podrobné sledovanie prietoku a základných fyzikálno-chemických parametrov automatickou registračnou technikou doplnenou vzorkovaním s vysokou frekvenciou, ktoré by bolo podkladom pre úpravu frekvencie vzorkovania pri dlhodobom monitoringu.

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 s prevažne aktívnym prejavom. Podľa uvedeného zatriedenia ložísk k najrizikovejšej skupine patria ložiská magnezitu. Vysoko riziková je i oblasť ložiska Rudňany-Poráč, Novoveská Huta a oproti predošlému roku i Nižná Slaná kvôli závalovému pásu nad ložiskom Kobeliarovo. Na týchto lokalitách stále prebiehajú dynamické javy smerujúce k rozširovaniu pôvodných a vytváraniu nových povrchových závalov.

V roku 2012 budú pokračovať monitorovacie práce na dosiaľ rozpracovaných lokalitách v obdobnom rozsahu monitorovacích prác. Keďže podľa NV SR č. 269/2010 Z. z. sa pri hodnotení ukazovateľov kvality ako pomocné kritérium používajú triedy tvrdosti vyjadrené koncentráciou CaCO_3 , je potrebné tento parameter doplniť k dosiaľ monitorovaným parametrom.

Tab. 44 Zatriedenie monitorovaných lokalít podľa dokumentovaného výskytu pretrvávajúcich inžinierskogeologických impaktov

Ložisko	SD-TR svah. deform.	PT-TR Poklesy ter.	PO-TR Poruchy obj	Trieda ložiska
R1 Banská Štiavnica		M	P	B
R2 Hodruša-Hámre			M	B
R3 Kremnica	M		MA	B
R4 Dúbrava-Magurka				C
R5 Pezinok				C
R6 Špania Dolina			P	C
R7 Rudňany - Poráč		VA	MA	A
R8 Nižná Slaná		VA		A
R9 Slovinky		VS, MA		B
R10 Rožňava				C
R11 Smolník		VS, MA		B
R16 Novoveská Huta		VA		A
N1 Jelšava		VA		A
N2 Lubeník		VA		A
N4 Košice	M	V, MA		A
N5 Mútnik-Hnúšťa		M	MA	B

Poznámka: P - potenciálny výskyt javu, M - výskyt javu menšieho rozsahu, V - výskyt javu väčšieho rozsahu, (A- aktívny, S- stabilizovaný jav)

Záverom sa navrhuje:

- (1) Na vybraných lokalitách zriadiť vlastnú sieť pozorovacích bodov pre meranie poklesov terénu v podrúbaných územiach (Kremnica - baňa Mária, Rudňany - Baniská, Nižná Slaná - Kobeliarovo).
- (2) Pri terénnych výjazdoch na monitorované lokality zamerané na merania banských vôd dokumentovať i technický stav a stabilitu ústí štôlní, zabezpečenie plynulého odvádzania banských vôd zo štôlní a sedimentáciu materiálu v úvodných úsekoch štôlní, pre identifikáciu rizika vzniku prievalov banskej vody na povrch.
- (3) Na ložisku soli v Solivare pri Prešove vykonať podrobný prieskum životného prostredia lokality, s cieľom určiť riziká vzniku geodynamických javov a negatívneho ovplyvnenia

kvality podzemných a povrchových vôd, ako dôsledku ukončenej ťažby, navrhnúť monitorovací systém lokality.

Po vyhlásení konkurzu na organizáciu SOLIVARY akciová spoločnosť Prešov ešte v júni 2009 bolo potrebné riešiť aj ďalšie zaistenie bezpečnosti na lúhovacom poli v dobývacom priestore „Prešov I - Solivary“, kde prebiehala ťažba soli. Úrad rozhodnutím nariadil potrebné opatrenia. Následne táto organizácia podala žiadosť o zabezpečenie tohto lúhovacieho poľa. Zabezpečenie podľa povolenia a overeného plánu bolo ukončené v novembri 2010. Dobývanie soli sa v roku 2010 a 2011 už nevykonávalo. V priebehu roka 2011 v lúhovacom poli došlo ku poškodeniu a krádeži uzáverov na sondách. Úrad túto skutočnosť niekoľkokrát preveroval a nariadil ďalšie opatrenia aj za spolusúčinnosti Obvodného oddelenia PZ v Prešove. Polícia tieto činy zaklasifikovala ako priestupky a postúpila Obvodnému úradu životného prostredia. V súčasnosti nariadené opatrenia realizuje organizácia EKOFARMA, s.r.o. ako nový majiteľ vrtov a zariadení v lúhovacom poli.

(4) pri monitoringu geochemických aspektov v budúcnosti sledovať v monitorovaných vodných útvaroch okrem zložiek v rozpustenej forme i množstvo a kvalitu splavenín na lokalitách Smolník, Slovinky, Rudňany, Novoveská Huta, Pezinok a Dúbrava, aby bolo zdokumentované celkové množstvo kontaminantov splavované z týchto banských lokalít pri vysokých zrážkových úhrnoch a kulminačných prietokoch tokov; podľa finančných možností zvýšiť frekvenciu vzorkovania na monitorovaných objektoch a na vybraných lokalitách vykonávať časovo obmedzené podrobné monitorovanie závislosti časovej variability kvalitatívnych parametrov vo vzťahu k zrážkovo-odtokovým charakteristikám za použitia automatickej registračnej techniky.

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. 1993: Novoveská Huta – Rudňany, banské vody. Záverečná správa vyhl'adávacieho hydrogeologického prieskumu. Manuskript. Geofond Bratislava.
- Bajtoš, P., 1999: Impact of mine working on the hydrogeological conditions of the Rudňany Ore Field. Proceedings. XXIX congress of IAH „Hydrogeology and land use management“, Bratislava. ISBN 80-968200-9-5. 733-738 p.
- Bajtoš, P., 2007: Špecifiká krasovatenia ťažených ložísk magnezitu a mastenca v Spišsko-gemerskom rudohorí. Zborník 14. slovenskej hydrogeologickej konferencie, Banská Bystrica. Slovenská asociácia hydrogeológov - Katedra hydrogeológie Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave, s. 39-40.
- 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., 2001: Praktické dôsledky charakteru priepustnosti rozfáraných ložísk Spišsko-gemerského rudohoria. In *Sborník, XI. národní hydrogeologický kongres „Hydrogeologie - multidisciplinárni pojetí oboru“*. Publ. VŠB-TU Ostrava, HGF, Institut geologického inženýrství. 2001, pp 171-174.
- Bajtoš, P., Cicmanová, S., 2005: Mobilizácia hliníka v obehu vôd bansky rozfáraného horninového masívu andezitov s cinabaritovou a drahoopálovou mineralizáciou na lokalite Dubník a súvisiace environmentálne dôsledky. Zborník 13.slovenskej hydrogeologickej konferencie „Človek a voda“. Brusno. ISBN 80-969342-1-X. 50-55 s.
- Bajtoš, P., 2008: Actual and Potential Utilisation of Mine waters in the Spišsko-gemerské Rudohorie Mts., Slovakia. 10th International Mine Water Association Congress, Karlovy Vary, Czech Republic.
- Bajtoš, P., Kotulák, P., Verdon, P., 2000: Hydrogeologická charakteristika ložiska kamennej soli Prešov – Soľná baňa a problematika jeho zatápania. Exkurzný sprievodca X. Slovenskej hydrogeologickej konferencie. Slovenská asociácia hydrogeológov. 21-26.
- Bajtoš, P., Záhorová, Ľ., Stupák, J., Pramuka, S., 2011: Analýza potenciálnych nebezpečenstiev týkajúcich sa prievalov banských vôd a stavu odkalísk po ukončení banskej činnosti. Manuskript, archív RB š.p. Banská Bystrica.
- Baliak, F., Malgot, J., Letavay, M., Bartók, J., Kuchár, Š., Šebová, H., Solmanová, A., a kol., 1989: Inžinierskogeologická mapa Kremnice M 1: 5000. Manuskript, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Beharka, M., 1992: Gelnica – využitie banských vôd. Manuskript. Archív Geologia, s.r.o., Spišská Nová Ves.
- Beharka, M. a kol., 1999: Environmentálne vplyvy zatápania bane v Rudňanoch. Manuskript, archív OBÚ Spišská Nová Ves.
- Bergfest A., 1951: Baníctvo v Španej doline, na Starých Horách a v Polkanovej. Manuskript, ŠGÚDŠ 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.
- Cabalová, K., Cabala, D., 1976: Gelnica - ložisko Križová, hydrogeologické zhodnotenie. Manuskript, ŠGÚDŠ Bratislava.

- Cicmanová, S., Bajtoš, P., 2000: Hydrogeologické a hydrogeochemické aspekty vplyvu uvažovaného zatopenia komplexu banských diel bane Mária v Rožňave. Manuskript, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Cicmanová, S.- Bajtoš, P. - Mesarčík, I. - Jančura, M., 2002: Geologické a hydrogeologické pomery ložísk Rožňava - Mária a Rožňava - Strieborná žila vo vzťahu k environmentálnym dôsledkom zatopenia bane. Slovenské banské múzeum - SPRAVODAJ - banský výskum Prievidza - č. 2 - 3/20002.
- 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.
- Gazdačko, Ľ., et al., 1998: Komplexné zhodnotenie zatvorených ložísk Grétla-Roztoky a Smolník – Jedľovec. Manuskript. ŠGÚDŠ Bratislava.
- Hrušovský, S., Dojčáková, V. 1993: ZS Grétla - Nová štôlna - Dedičný hoizont. Cu, komplexné rudy a spekularit. Manuskript - archív odboru Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Jaško, V. 1996: Smolník - komplexné hydrogeologické a hydrochemické posúdenie ložiska Cu - Fe rúd, štúdia. Manuskript, Geofond Bratislava.
- Klukanová, A., Rapant, S., 1999: Impact of mining activities upon the environment of the Slovak Republic: two case studies. Journal of Geochemical Exploration. Vol. 66, No. 3, s. 299 – 306.
- Korpeľ, P., Valko, P., 1978: Gelnica - Krížová - surovina: Cu, stav k: 1.1.1978, výpočet zásob. Manuskript, Geofond Bratislava.
- Kráľ, V., Kotras, J., 1966: Záverečná správa a výpočet zásob Gelnica-Krížová Cu. Manuskript, Geofond Bratislava.
- Kusein, M., Maťová, V., 2002: Špania Dolina - komplexné zhodnotenie zatvoreného ložiska, regionálna geológia. Manuskript, Geofond Bratislava.
- Mašlár, E., Daniel, J., Mašlárová, I., Hrbatý, J. a Mihál, F., 2001: Zhodnotenie nepriaznivých účinkov starej banskej činnosti na životné prostredie Malých Karpát. Manuskript – archív ŠGÚDŠ Bratislava, 312 s.
- Mesarovičová, M., Slávik, I., Koval'ková J., 2006: Geotechnický audit odkaliska SMZ, a.s., Jelšava. Nariadenie vlády SR 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.
- Michálek, J., Hroncová, Z., Šlepecký, T., Sandanus, M., Lukaj, M., 1982: Dúbrava - Rakytová, surovina: Sb, záverečná správa a výpočet zásob, stav k 1.VII.1982. Manuskript, Geofond Bratislava, a. č. 54549.
- Michálek, J., Šlepecký, T., Sandanus, M., Lukaj, M., Valko, P., 1983: Dúbrava - Ľubel'ská, záverečná správa a výpočet zásob, surovina: Sb, VP, stav k 1.7.1983. Manuskript, Geofond Bratislava, a. č. 59889.
- Michálek, J., Hauerová, J., Meleško, A., Makuša, M., Šuchová, M., Mudráková, M., Linkešová, M., Šlepecký, T., Kúšik, R., Kačeňáková, A., Dvoršťák, J., Adam, J., Adamják, M., 1993: Záverečná správa úlohy "Dúbrava - Martin štôlna", surovina: antimonit, vyhľadávací prieskum, stav k 1.9.1992. Manuskript, Geofond Bratislava, a. č. 79081.
- 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.
- Onačila, D., Rojkovičová, L., Jeleň, S., Hojstričová, V., Štohl, J., Lexa, J., Žáková, E., 1995: Komplexná dokumentácia revíru Banská Štiavnica-Hodruša. Manuskript, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Ozdín, D., 2010: Prepad cesty do štôlne Stará Paurovská pri Vyšnej Boci. Montanrevue, 21,
- Repka, T., 1969: Štúdium hydrogeologických podmienok rudných ložísk Spišsko-gemerského rudohoria. Rigorózna práca. Manuskript. Geofond Bratislava.
- ROZHODNUTIE MP SR o najvyšších prípustných hodnotách škodlivých látok v pôde a o určení organizácií oprávnených zisťovať skutočné hodnoty týchto látok (číslo 531/1994 – 540) MP SR, 1994.
- Turnovec, I., 1965: Sádrovcový kras na dole Grétla ve Spišsko-gemerském rudohoří. Geografický časopis XVII, 2, 185-186.
- Vrana, K., Vojtaško, I., Žák, D., Piovarči, M., Kúšiková, S., Puchnerová, M., Lanc, J., Naštický, J., 2005: Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou, orientačný IGP. Geocomplex, a.s., Bratislava: 2005, pp 1-76. Manuskript.