

NOVÉ VÝSLEDKY PRIESKUMU LOŽÍSK A MODERNÉ TRENDY V ŤAŽBE RUDNÝCH NERASTNÝCH SUROVÍN V ZÁPADNÝCH KARPATOCH

KONFERENCIA VENOVANÁ ING. L. SOMBATHYMU

New results in exploration and modern trends in mining in the Western Carpathians – conference dedicated to Ing. L. Sombathy

25. – 26. 2. 2010 Banská Štiavnica

FRANTIŠEK BAKOS a LUCIA ĎURIGOVÁ

Abstract: On February 25 – 26, 2010 the conference entitled **New results in exploration and modern trends in mining in the Western Carpathians** took place in the old mining town Banská Štiavnica. Because the turn of the 3rd millennium is characterized by the entry of foreign capital into geological exploration and mining in Slovakia as well as by the use of modern methods and technologies, the aim of the conference was to discuss new trends and results of geological exploration, to evaluate mineral deposits and effects of mining on the environment, to solve conflicts of interests and to inform the public about activities in these fields. The contribution brings the selected presentations from the conference.

On February 25 – 26, 2010 the conference entitled *New results in exploration and modern trends in mining in the Western Carpathians* took place in the old mining town Banská Štiavnica. The event was dedicated to Ing. Ladislav Sombathy and was realized under the auspices of the Minister of Environment of the Slovak Republic. The Conference was initiated by the firm Eastern Mediterranean Resources – Slovakia, s. r. o. (EMED), together with the Faculty of Natural Sciences of the Comenius University, the Geological Institute of the Slovak Academy of Sciences, the State Geological Institute of D. Štúr, the Slovak Association of Economic Geologists, Geological Department of the Ministry of Environment, and the Slovak Mining Museum.

The turn of the 3rd millennium is characterized by the entry of foreign capital into geological exploration and mining in Slovakia and by the use of modern methods and technologies. As the exploration and mining process modernized, geological legislative has changed and renewed. The attitude of exploration and mining companies towards the public and environment has also changed. The aim of the conference was to discuss new trends and results of geological exploration, to evaluate mineral deposits and effects of mining on the environment, to solve conflicts of interests and to inform

V dňoch 25. – 26. februára 2009 sa v Banskej Štiavnici uskutočnila konferencia s názvom *Nové výsledky prieskumu ložísk a moderné trendy v ťažbe nerastných surovín v Západných Karpatoch*. Podujatie bolo venované Ing. Ladislavovi Sombathymu a uskutočnilo sa pod záštitou ministra životného prostredia SR. Organizovanie konferencie iniciovala spoločnosť Eastern Mediterranean Resources – Slovakia, s. r. o. (EMED), spolu s Prírodovedeckou fakultou Univerzity Komenského, Geologickým ústavom Slovenskej akadémie vied, Štátnym geologickým ústavom Dionýza Štúra, Slovenskou asociáciou ložiskových geológov, sekciou geológie a prírodných zdrojov Ministerstva životného prostredia SR a Slovenským bankovým múzeom.

Pre koniec 2. a začiatok 3. tisícročia je charakteristický výrazný vstup zahraničného kapitálu do geologického prieskumu a ťažby nerastných surovín na Slovensku, začali sa využívať nové metódy a modernizovať technológie. S modernizáciou prieskumu a ťažby sa zmenila a doplnila geologická legislatíva, zmenil sa postoj prieskumných a ťažiarskych spoločností k verejnosti a životnému prostrediu. Cieľom konferencie bolo diskutovať o nových trendoch a výsledkoch geologického prieskumu, hodnotení ložísk nerastných surovín, vplyvov ťažby na životné prostredie a riešení konfliktu záujmov vo vzťahu k obyvateľstvu, ako aj

the public about the development in these fields. Selected contributions from the conference are published in this issue of *Mineralia Slovaca* (42/1/2010), informative contributions and abstracts of lectures, which were part of the conference, are published below. We believe that the published data will be a valuable source of new information about mineral deposits in the Western Carpathians.

informovať širokú odbornú verejnosť. Vybrané príspevky z tejto konferencie sú uverejnené v tomto čísle (42/1/2010) časopisu *Mineralia Slovaca*, informatívne príspevky a abstrakty prednášok, ktoré odznali na konferencii, nasledujú za týmto textom. Veríme, že publikované údaje budú tradične cenným prameňom nových informácií o ložiskách nerastných surovín v Západných Karpatoch.



Obr. 1. Konferencia sa konala v reprezentatívnych priestoroch Rytierskej sály Starého zámku. Foto F. Bakos.

Fig. 1. The conference took place in representative rooms of the Knight's Hall in the Old Castle. Photo F. Bakos.

Abstrakty – Abstracts

P. BAČO¹, J. BAŠISTA, K. EGYÜD, J. KOMOŇ, M. REPČIAK¹
a J. TÖZSÉR: **Nové údaje o drahokovovej mineralizácii v oblasti Hlivíšť a Ruskej Bystrej (Vihorlatské vrchy)**

¹Štátny geologický ústav D. Štúra, regionálne centrum, Jesenského 8, 040 01 Košice

Cielom geologických prác realizovaných v nedávnom období v prieskumnom území Ruská Bystrá bolo preveriť možnú prítomnosť produktov drahokovovej mineralizácie v centrálnej zóne stratovulkánu Diel vo Vihorlatských vrchoch a v príľahlej časti flyšového pásma identifikovať užší priestor zlatonosných hrubodetritických facií a možnosti výskytu rozsyrov v sedimentoch recentnej hydrosiete.

V centrálnej zóne stratovulkánu Diel sa realizoval komplex geologických (geologické mapovanie, mineralógia), geofyzikálnych (VP, SOP, magnetometria a gravimetria) a geochemických (pôdna geochemia, litogeochemia) prác.

Geologickým mapovaním a špeciálnym mineralogickým štúdiom sa v centrálnej zóne stratovulkánu Diel sa realizovali a priestorovo interpretovali zóny alterácie typu propylitizácie, argilitizácie a zistili sa minerálne premeny typu pokročilej argilitizácie.

V rámci argilitizácie môžeme vyčleniť a interpretovať priestorové rozšírenie jednotlivých zón s charakteristickou asociáciou

sekundárnych minerálov. Periférnu zónu argilitizácie tvorí asociácia montmorillonit/smektit ± illit a vnútornejšiu zónu predstavujú intenzívne alterované horniny s asociáciou montmorillonit/smektit ± illit ± kremeň, montmorillonit/smektit + illit ± kremeň a montmorillonit/smektit + illit + kremeň ± kaolinit. V tomto prostredí je ojedinele prítomná aj pyritizácia. Pre najintenzívnejšie prejavy premien sú charakteristické premeny typu pokročilej argilitizácie. Sekundárne asociácie tvorí illit, kaolinit a kremeň v rôznom vzájomnom pomere alebo s výraznou dominanciou jedného druhu. Ich priestorová pozícia koinciduje s prítomnosťou brekciovitých kavernóznych hornín hydrotermálne-explozívneho charakteru a pravdepodobne sú súčasťou fosilného hydrotermálneho centra. Charakteristická je prítomnosť turmalínu v matrice týchto hornín a sulfidická (Cu, Pb, Zn a Fe) mineralizácia v mikroskopickom vývoji. Prejavy drahokovovej mineralizácie sa zaznamenali iba sporadicky vo veľmi nízkom obsahu – do 0,01 ppm. Pozitívne vzorky priestorovo koincidujú s nateraz zistenou sulfidickou mineralizáciou v hydrotermálne-explozívnych brekciách. Pre tento predpokladaný epitermálny systém je typická prítomnosť Bi a Te v množstve, ktoré umožňuje vystupovanie ich samostatných minerálnych druhov. S vnútornou zónou alterácií priestorovo koinciduje interpretovaný komplex intruzívnych hornín, ktorý sa gravimetricky prejavuje ako kladná anomália na mape Bougerových anomálií. Nad interpretovaným intruzívnym telesom

a čiastočne aj v jeho okolí v hĺbke je prítomná anomália indukovanej polarizácie.

V širšom okolí predpokladaného fosílného hydrotermálneho centra sa vyskytujú koncentrické anomálie Te, Se a As. Stotožňujú sa s anomáliami indukovanej polarizácie a sú nad Bougerovými anomáliami, ktoré indikujú apikálne časti intruzívneho komplexu. Asociácia prvkov Cu, Pb a Zn vytvára koincidujúce anomálie lokalizované na západných a východných svahoch centrálnej zóny a čiastočne presahujúce za hrebeňovú líniu. Oproti predchádzajúcim prvkom majú lineárny charakter s.-j. až sv.-jz. smeru. Sú v prostredí zóny nízko-plotnej argilitizácie a vystupujú na západnej (jz.) aj východnej (sv.) strane anomálií Te, As, IP aj gravimetrie. Obsah prvkov drahokovovej mineralizácie (Au a Ag) v metalometrických vzorkách bol pomerne nízky – maximálne prvé desiatky ppb – a ich výskyt sa sústreďuje v centrálnych, najvnútornejších zónach alterácií. Na základe týchto údajov predpokladáme, že erozívnym zrezom je odkrytá apikálna časť epitermálneho systému so zrudnením v hĺbke asi 50 až 100 m a potenciálnu prítomnosť ekonomicky zaujímavej koncentrácie drahokovovej mineralizácie môžeme očakávať až v hĺbke okolo 200 – 300 m od dnešného povrchu

Problematika klastogénneho zlata v prostredí flyšového pásma sa riešila v širšom okolí Ruskej Bystrej. Zvýšený počet zlatiniek bol identifikovaný v znosovej oblasti pravostranného prítoku Sobraneckého potoka nad obcou Podhorod, ľavostranných prítokov potoka Stežná po ústie potoka Luhy, v doline potoka Tichá voda a v pravo- aj ľavostranných prítokoch potoka Luhy v oblasti obce Ruská Bystrá.

Koncentrát ťažkých minerálov sa získaval z objemu 20 l sedimentu, v miestach zvýšeného obsahu zlata – zlatiniek – sa odobrali veľkoobjemové šlichové vzorky z objemu 100 l. Časť veľkoobjemových vzoriek sa spracovala na koncentračnom stole. Suchý šlich sa pripravil zo vzorky konglomerátu vystupujúceho v sv. oblasti obce Ruská Bystrá.

Veľkosť zlatiniek v štandardných šlichových vzorkách sa v priemere pohybuje do 0,5 mm a maximálne do 2 mm. Charakterizuje to dynamické prostredie vrchnej časti recentných sedimentov a sústredenie väčších zlatiniek do spodnejších horizontov. Zlatinky majú jasnožltú farbu a iba zriedkavo v tomto priestore je na povrchu vyvinutá tenká vrstvička oxidov a hydroxidov Fe a Mn. Najčastejšie majú šupinkovitý, prípadne elipsoidálny tvar. Charakteristický je aj drsný jamkovitý povrch po vtláčaných zrnách iných rezistentných minerálov, najmä kremeňa. Prítomnosť zrníka kremeňa vtláčených do povrchu zlatiniek signalizuje blízkosť ich zdroja a tiež to poukazuje na ich klastogénny pôvod. Koncentrácia a prítomnosť väčších zlatiniek vo vrchných častiach sedimentov je v priestoroch prirodzených pascí, ktoré sa vytvárajú v údoliach s priečnou orientáciou na smer flyšových súvrství. Na týchto miestach pozorujeme jav, pri ktorom sú jednotlivé šupinkovité zlatinky vzájomne stepávané a vytvárajú elipsoidálne a malé diskovité nuggety alebo nuggety nepravidelných tvarov. Pri veľkoobjemových šlichových vzorkách počet zlatiniek prevyšuje násobok objemu ryžovaného materiálu a odzrkadľuje narastanie obsahu zlata smerom ku skalnému podkladu. Počet zlatiniek sa výrazne zvyšuje aj vo vyšších zrnitostných triedach a ojedinele už pribúdajú nuggety zlata.

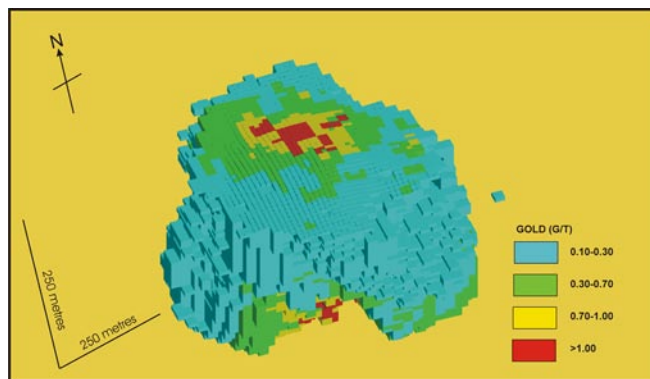
Na základe výsledkov vykonaných prác teda predpokladáme, že v širšom okolí obce Ruská Bystrá sa vyskytujú také akumulácie recentných sedimentov, v ktorých môžeme očakávať rozsypové akumulácie zlata s obsahom do $3 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ a jeho sprievodných minerálov – granátu do $2 \text{ 800 g} \cdot \text{m}^{-3}$ a rutilu do $400 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$.

F. BAKOS¹, P. ŽITŇAN¹, R. HANES¹, P. FUCHS¹, E. CHAPMAN², N. A. ADAMIDES¹, R. D. CUNNEEN¹, D. C. CONSTANTINIDES¹, J. N. CRAN¹, A. G. FARCI¹, J. RAYNER¹ a M. URBAN¹: **Výpočet zásob na ložisku Au porfýrových rúd Detva-Biely vrch**

¹Eastern Mediterranean Resources – Slovakia, s. r. o. (EMED), Železničarska 12, 969 01 Banská Štiavnica

²Snowden, Suite 600, 1090 West Pender Street, Vancouver BC V6E 2N7, Canada

Ložisko Detva-Biely vrch sa nachádza v severovýchodnej časti stratovulkánu Javorie. Bolo objavené v roku 2006 a v súčasnosti predstavuje najväčšie ložisko Au na Slovensku. Na ložisku sa realizovalo 44 jadrových vrtoch s celkovou dĺžkou 13 245,2 m. Na výpočet zásob sa po štatistickom spracovaní údajov a testovaní pomocou variogramov zvolila metóda tzv. krigingu. Rudné teleso do hĺbky 500 m obsahuje celkovo 140 Mt geologických zásob rudy s priemerným obsahom 0,57 ppm Au (80 t čistého Au). Pri alternatívnom výpočte pri cene Au 800 US \$/tr. oz. (obr. 1) a okrajovej vzorky 0,3 ppm Au ložisko obsahuje 33,6 Mt bilančných zásob rudy s priemerným obsahom 0,77 ppm Au (25,9 t čistého Au). Priemerná objemová hmotnosť rudy je 2,44 t/m³. Ruda je nenáročná na úpravu, má priaznivé zloženie a nízky obsah škodlivín (0,2 % S, 18 ppm As, 1 ppm Cd). Vzhľadom na nízky obsah užitočnej zložky je možné rudu ekonomicky spracúvať metódou hromadného kyanidového lúhovania na halde. Na prípadnú ťažbu je vhodná alternatíva povrchového lomu do hĺbky 250 m n. m. Optimálnu výťažnosť Au – okolo 85 % v prípade oxidickej a argilitovej rudy a okolo 60 % v prípade primárnej a zmiešanej rudy – je možné dosiahnuť pri drvení na zrnitosť 12,5 mm.



Obr. 1. 3D model blokov geologických zásob ložiska Au porfýrových rúd Detva-Biely vrch.

Fig. 1. 3D resource block model of Detva-Biely vrch Au porphyry deposit.

M. CHOVAN, B. LALINSKÁ, R. FLAKOVÁ, P. ŠOTTNÍK, L. JURKOVIČ a T. KLIMKO: **Zhodnotenie vplyvu banskej činnosti na okolie opustených Sb-Au ložísk Nízkych Tatier a Slovenského rudohoria**

Univerzita Komenského, Prírodovedecká fakulta, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava

Sb-Au žilné ložiská v Západných Karpatoch sa postupne od 13. storočia ťažili ako ložiská zlata, neskôr od 18. storočia sa začala intenzívna ťažba antimónu. Začiatkom 20. storočia patrili Sb ložiská ZK k trom najväčším svetovým producentom antimónu a takmer počas celého dvadsiateho storočia zabezpečovali potreby česko-slovenského priemyslu. Najdôležitejšie ložiská boli v Slovenskom rudohorí (Čučma, Poproč a ďalšie), Nízkych Tatrách (Magurka, Dúbrava, Medzibrod a ďalšie) a v Malých Karpatoch (Pezinok, Pernek). Antimón je pre územie dnešného Slovenska charakteristický prvok, ktorý okrem úžitku predstavuje aj významný environmentálny problém. Chemicky a svojou toxicitou je antimón podobný na arzén a obidva tieto prvky sú nebezpečné pre ľudské zdravie.

Monitoring kvalitatívnych ukazovateľov vôd a chemické analýzy podzemných a povrchových vôd umožnili charakterizovať plošný rozsah znečistenia na sledovaných lokalitách – Pernek, Dúbrava,

Medzibrod, Čučma a Poproč. Z výsledkov vyplýva, že najväčším zdrojom kontaminácie sú opustené štolíne, resp. výtoky zo štolíni a výtoky spod odkalísk. Najvýraznejšie kontaminanty sú Sb a As, v menšej miere sírany a Fe. Na lokalite Dúbrava je najvyšší obsah Sb vo vode vytekajúcej zo štolíni až do 9,3 mg/l, obsah As do 0,62 mg/l, no maximálny obsah As sa zistil vo vode na lokalite Čučma, až do 1,350 mg/l.

Riedením v povrchovej vode sa eliminuje znečistenie vo vode, ale výraznejšia je potom kontaminácia riečnych sedimentov a pôd. Extrémne vysoká koncentrácia As a menej aj Sb sa viaže na oxidy a hydroxidy Fe, niekedy (napr. na lokalite Dúbrava) sa väčšia časť Sb viaže vo forme rozpustnej vo vode. Niekedy sa zistil aj zvýšený obsah Fe, Pb, Zn, Mn, Al a SO_4^{2-} . V pôdach je obsah As od 60 do 2 800 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, v riečnych sedimentoch od 25 do 5 500 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ a obsah Sb v pôdach od 40 do 2 000 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ a v riečnych sedimentoch od 50 do 1 400 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Hlavným produktom oxidácie sulfidov v sedimentoch odkalísk sú oxidy a oxyhydroxidy železa s významným obsahom As a Sb. Pri oxidácii vznikajú na pôvodných sulfidoch pyrite a arsenopyrite oxidačné lemy, na sulfidoch Sb sú oxidačné lemy zriedkavé. Oxyhydroxidy Fe sú obohatené nielen o pôvodné prvky premenených sulfidov, ale aj o Fe, As a Sb, ktoré sú rozpustené v roztokoch odkalísk. Z týchto roztokov sa tvoria aj Fe-Sb-As hydroxidy s rôznym pomerom týchto prvkov. Tieto fázy sú podobné na minerály stibikonit a tripuhyit. Na väčšine lokalít dochádza k vyžrážaniu okrov z banskej vody pri ústí štolíni, na lokalitách Čučma a Dúbrava aj k precipitácii okrov z vôd presakujúcich spod odkalísk. Z mineralogického hľadiska okro tvorí prevažne zmes ferrihydritu a goethitu, zriedkavo pri nižších hodnotách pH vzniká schwertmannit (Pernek). Na všetkých lokalitách sa zistil vysoký obsah toxických prvkov. Maximálny obsah As – 202 500 ppm – je vo vzorkách z Medzibrodu, najvyšší obsah Sb – 12 360 ppm – je z lokality Poproč. Najnižší obsah oboch prvkov je v okroch spod ústia štolíni v Perneku – As 1 110 ppm a Sb 1 436 ppm.

Kontaminácia okolia starých opustených baní sa prejavuje najmä zvýšeným obsahom toxických prvkov As a Sb v pôdach, riečnych sedimentoch a vody. Je výsledkom viacerých procesov prebiehajúcich v opustených banských dielach a na úložiskách odpadu – odkaliskách a haldách. Poznanie týchto procesov je nevyhnutné na to, aby sa navrhli správne remedičné opatrenia a aby sa podarilo čo najviac obmedziť únik toxických prvkov do životného prostredia.

PodĎakovanie. Výskum financovala Agentúra na podporu výskumu a vývoja a riešil sa v rámci projektu č. APVV-0268-06 *Zhodnotenie vplyvu banskej činnosti na okolie opustených Sb ložísk Slovenska s návrhmi na remediáciu* a APVV-VVCE-0033-07 *Výskumno-vzdelávacie centrum excelentnosti pre výskum pevnej fázy so zameraním na nanomateriály, environmentálnu mineralógiu a materiálovú technológiu (SOLIPHA).*

B. LALINSKÁ, M. CHOVAN, J. MAJZLAN and S. MILOVSKÁ: Mineralogical and geochemical study of contamination sources and remediation project at abandoned Sb deposit Pezinok-Kolársky vrch

Comenius Univ., Faculty of Natural Sciences, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava, Slovakia

Antimony mineralization has been intensively exploited from numerous deposits in Slovakia. This work focuses on the Pezinok-Kolársky vrch deposit, being a significant source of As and Sb pollution. The source of the metalloids is represented by two tailing impoundments which hold ~380 000 m^3 of mining waste and also several adits outflows. The tailings and the discharged water have circumneutral pH values (7.0 ± 0.6) because the acidity generated by the decomposition of the primary sulphides (pyrite, FeS_2 ; arsenopyrite, FeAsS ; stibnite, Sb_2S_3) is rapidly neutralized by the abundant carbonates.

The weathering rims on the primary sulphides are iron oxides which act as very efficient scavengers of As and Sb. Oxidation rims on pyrite obtain up to 10.12 wt.% of As and up to 7.5 wt.% of Sb; As content in rims on arsenopyrite is lower according to primary sulphide, conversely Sb content is up to 50 wt.%. There were not observed rims on stibnite, but there is a large amount of secondary Sb and Sb-Fe oxides present in mine tailings. We suggest that Sb oxides are products of stibnite oxidation and Sb-Fe oxides (including tripuhyite) have probably crystallized from solutions in the environment of mine tailings.

We have also investigated mineralogy and chemical composition of ochreous sediments collected mainly from mine drainages and also from drill holes in alluvium sediments and mine tailings. Fraction under 0.063 mm was analysed using conventional methods, including X-ray diffraction, IR spectroscopy and sequential extractions. Schwertmannite was identified as predominant mineral phase in acidic conditions, but while carbonates are very common in the studied locality, neutral pH prevails and therefore ferrihydrite is precipitating most often. In older sediments ferrihydrite transforms to more stable goethite. Total content of As is up to 9 152 mg/kg in the case of schwertmannite sample and varies from 433 mg/kg to 130 g/kg in ferrihydrite samples; Sb content in schwertmannite is up to 59.8 g/kg and in ferrihydrite samples it is in the range from 16.42 mg/kg to 20.3 g/kg.

The problem of contaminated groundwater is significant and one of the possible remediation method is the Permeable Reactive Barrier system (PRB). We have performed 3 batch and 4 column tests to study the usefulness of zero-valent iron for arsenic and antimony removal from contaminated water. In the first phase, batch tests were run with three different types of iron: iron powder (Lambda), Fe chip (Merck) and turnings. All pilot experiments were successful, with the best results observed in the case of laboratory Fe chips (100 % removed in 4 hours). In the second phase we have focused on effectiveness of these materials in column experiments. We used various mixtures of filling material such as: iron powder mixed with sand in the ratio 700 g of sand/70 g of iron powder; 700 g of sand/140 g of iron powder; pure iron powder in combination with pure sand; iron turnings and, finally, turnings mixed with sand. The best results were observed by using iron turnings as the reactive material, where content of As decreased from 22.5 mg/l to 20 $\mu\text{g/l}$ and content of Sb decreased from 4 480 $\mu\text{g/l}$ to 29 $\mu\text{g/l}$.

J. MICHŇOVÁ a D. OZDÍN: Primárna hydrotermálna Cu-sulfidická mineralizácia v okolí Ľubietovej a Španej Doliny

Katedra mineralógie a petrológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

V okolí Ľubietovej sme študovali mineralizáciu na lokalite Podlipa, Svätodušná a Kolba, v okolí Španej Doliny na lokalite Špania Dolina-Piesky, Staré Hory-Richtárová, Haliar a Polkanová. Mineralizácia sa nachádza v prostredí sedimentárnych hornín permského veku (lokality Špania Dolina-Piesky, Staré Hory-Richtárová, Haliar a Ľubietová-Podlipa) a v horninách kryštalinika veporika (Polkanová, Ľubietová-Svätodušná a Kolba; Polák – ed., 2003).

V minulosti sa problematike tejto mineralizácie venoval celý rad autorov (napr. Bergfest, 1951; Hauerová et al., 1989; Háber, 1983; Kusein a Matová, 2002; Zepharovicha, 1859 a ďalší), no genetické štúdium mineralizácie sa intenzívnejšie začalo až v posledných rokoch (napr. Chovan et al., 2002; Chovan et al., 2006). Mineralizácia v kryštaliniku v Ľubietovej sa označuje ako sulfidická mineralizácia na sideritových žilách. Spája sa s podobnými procesmi vzniku ako na ostatných sideritových mineralizáciách v Západných Karpatoch. V horninách permu mineralizácia prejavuje znaky podobné mineralizácii na lokalitách v Ľubietovej (Kolba a Svätodušná), ale aj znaky podobné Cu mineralizáciám v sedimentárnych horninách permu (Novoveská Huta).

Dosiahnuté výsledky poukazujú na vznik v niekoľkých štádiách, ktoré sú na všetkých lokalitách približne rovnaké. Najstaršie je karbonátové štádium, nasleduje štádium alpskej paragenézy a ako najmladšie väčšinou vystupuje sulfidické štádium mineralizácie. Na lokalite Špania Dolina-Piesky a Staré Hory-Richtárová je ako najmladšie štádium vyčlenené Ca-karbonátové štádium (nadväzuje na sulfidické štádium). Na lokalite Staré Hory-Polkanová a Haliar sú vyčlenené len dve štádia mineralizácie: staršie, karbonátové štádium a mladšie, kremeňovo-sulfidické štádium.

Študovali sa aj fluidné inklúzie jednotlivých mineralizačných štádií. Dolomit z karbonátového štádia mineralizácie z lokality Špania Dolina-Piesky obsahuje inklúzie $H_2O-NaCl$ s nízkou salinitou (8 až 23,9 hm. % NaCl ekv.) a homogenizačnou teplotou 111 – 224 °C. V barite z lokality Staré Hory-Haliar sú prítomné inklúzie $H_2O-NaCl$ s vyššou salinitou (16,06 – 23,74 hm. % NaCl ekv.) a homogenizačnou teplotou 219 – 314 °C. Izotopové štúdium karbonátov poukazuje na ich juvenilný zdroj alebo zmes kôrových zdrojov. V skorýle zo štádia alpskej paragenézy sú prítomné inklúzie $H_2O-NaCl$ so salinitou 3,4 – 14,4 hm. % NaCl ekv. Asociujúci kremeň obsahuje aj inklúzie $H_2O-CO_2 - NaCl$, ktoré poukazujú na metamorfný pôvod fluid. Homogenizačná teplota inklúzií sa pohybuje od 161 do 337 °C. Na lokalite Špania Dolina-Piesky sa z chemického zloženia chamozitu vypočítala priemerná teplota vzniku tohto štádia 321 °C. V kremeň sulfidického štádia mineralizácie na lokalite Svätodušná a Kolba sú prítomné inklúzie $H_2O-NaCl$ s nízkou salinitou (4,86 – 18,12 hm. % NaCl ekv.) a homogenizačnou teplotou 156 – 259 °C. Obsahuje aj inklúzie $H_2O-CO_2 - NaCl$ s nízkou salinitou (2,24 – 9,94 hm. % NaCl ekv.) a teplotou homogenizácie 253 – 304 °C. V kremeň z lokality Špania Dolina-Piesky sú prítomné inklúzie $H_2O-NaCl$ s vyššou salinitou (6,52 – 19,36 hm. % NaCl ekv.) a nižšou teplotou homogenizácie (120 – 215 °C) ako v Lubietovej. Tento rozdiel pravdepodobne spôsobuje rozdielne horninové prostredie.

Výsledky poukazujú na rovnaký vznik mineralizácií v procese pometamorfneho chladnutia a extenzie, podobne ako v tatriku.

F. MOLNÁR¹, L. MOLNÁR¹ and P. BAČO²: Mineralogical, petrological and fluid inclusion study of the Brehov ore deposit (Eastern Slovakia)

¹Department of Mineralogy, Eötvös Loránd University, Pázmány Péter sétány 1/C, 1117 Budapest, Hungary

²State Geological Institute of D. Štúr, Jesenského 8, 040 01 Košice

We have analysed drillcore (VSB-2 and VSB-2a) and surface samples from the buried base metal ore deposit near Brehov. The samples were divided into four lithological groups: rhyodacite, hydrothermal breccias, pyroclastics and diorite. The rhyodacite samples are heavily altered to illite-sericite, while kaolinite is the product of steam heated acid-sulphate alteration in pyroclastics. The ore forming minerals occur in stockwork and veins (sphalerite, galena, pyrite and hematite). The gangue minerals are quartz together with barite in pyroclastics and rhyodacite and calcite in diorite. Results of fluid inclusion study, which was carried out on quartz samples, show that boiling occurred at different depths of the same paleohydrological system and thus the 10 wt.% NaCl boiling curve can be fitted to the location of samples from various depths. This data shows that we can count about 200 meters of erosion in relation to the paleogroundwater table. Compared to the Tokaj Mts., the age of the volcanic rocks and mineralization fits into the trend observed in the Tokaj Mts., where hydrothermal centres exposed on the surface are progressively younger towards south. Fluid inclusion data for the Brehov deposit show similar salinity as fluids in the transitional zone between the porphyry and epithermal mineralization in the Zlatá Baňa stratovolcano. According to these results, a base metal sulphide rich low sulphidation type epithermal mineralization is present near Brehov and the hydrothermal system can be connected to the subvolcanic diorite intrusions of this area.

J. SCHWARZ: Skúsenosti z procesu posudzovania vplyvov na životné prostredie činnosti Zlatý projekt Kremnica

ENVIGEO, a. s., Banská Bystrica

V decembri 2005 predložila spoločnosť Kremnica GOLD, a. s., Banská Bystrica, dcérska spoločnosť Tournigan Gold Corporation, Vancouver (Kanada), zámer činnosti podľa zákona č. 127/1994 Z. z. (v súčasnosti nahradený zákonom č. 24/2006 Z. z.) o posudzovaní vplyvov na životné prostredie na činnosť Zlatý projekt Kremnica.

Po útlme banskej činnosti po r. 1989 a postupnom uzatváraní banských prevádzok, ktoré sa však začalo ešte pred r. 1989, to bol prvý pokus o obnovenie ťažby drahých kovov v nových ekonomických podmienkach s ambíciou plne vyhovieť všetkým environmentálnym požiadavkám vyplývajúcim z členstva Slovenska v Európskej únii a z medzinárodných dohovorov.

Environmentálny manažment projektu vykonávala spoločnosť Golder Associates (UK) z Londýna, ako lokálny environmentálny konzultant participovala na činnosti aj spoločnosť ENVIGEO, a. s., Banská Bystrica.

Prednáška oboznamuje s rozsahom monitorovacích a environmentálnych prác vykonaných v rámci vypracovania zámeru (*Base Environmental Study*). Išlo o podrobný monitoring kvality podzemnej vody (11 odberných bodov), prietoku a kvality povrchovej vody (6 profilov), vybraných ukazovateľov bioty (rastlinstvo a vegetácia, živočíšstvo – 7 lokalít) a kampaňový monitoring kvality ovzdušia (6 meracích bodov v dvoch sezónach).

Opisuje priebeh procesu posudzovania vplyvov – od predloženia zámeru činnosti cez náročné rokovania o rozsahu hodnotenia, analýzy rozsah hodnotenia aj to, aké požiadavky z neho vyplývajú na vykonávanie dodatočných štúdií, analýz a meraní (asi 30 špecifických požiadaviek). Informuje aj o intervencii maďarského ministerstva životného prostredia s požiadavkou na dodanie informácií podľa Dohovoru z Espoo (50 dodatočných požiadaviek).

Proces posudzovania vplyvov na drahokovovom ložisku Kremnica – Šturec bol po viacerých stránkach unikátny, či už z hľadiska rozsahu prác vykonaných v rámci zámeru, alebo z hľadiska intenzity odporu určitých skupín obyvateľstva, ktoré sa postavili proti realizácii zámeru. Do istej miery sa tento proces vplyvom medializácie a kvôli svojej ojedinelosti stal meradlom kvality projektov podobného zamerania.

Pre organizačné zmeny u navrhovateľa, na ktoré mal zrejme vplyv aj pokles ceny zlata na svetových trhoch, sa v procese posudzovania vplyvov nepokračovalo podľa harmonogramu – teda správa o hodnotení nebola vypracovaná.

Hoci sa navrhovateľovi nepodarilo dosiahnuť svoj cieľ a dotiahnuť proces hodnotenia vplyvov na životné prostredie do konca, snahy o otvorenie rudných ložísk na Slovensku pretrvávajú. Aj skúsenosti z tohto procesu môžu byť pre banickú komunitu zaujímavé.

P. UHLÍK, P. KODĚRA a M. JÁNOŠÍK: Analýza hrúbky ílových minerálov – indikátor geologických dejov

Katedra ložiskovej geológie, Prírodovedecká fakulta UK v Bratislave, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava

Ílové minerály sú významný produkt okolorudných alterácií. Patria medzi indikačné minerály napríklad na odlišenie vysoko sulfidačných a nízko sulfidačných hydrotermálnych premien. Popri identifikácii ílových minerálov sa z hľadiska poznania hydrotermálnych aktivít ukazujú perspektívna aj znalosť priemernej hrúbky kryštálov vrstvomitých silikátov, ako aj ich distribúcie. Bertautova-Warrenova-Averbachova (BWA) technika uspokojivo vyriešila meranie hrúbky koherentne difraktujúcich domén. BWA technika oddeľuje interferenčnú funkciu, ktorá je závislá od hrúbky kryštálov, z intenzity rtg. difrakčného reflexu. Rastúca hrúbka kryštálov poukazuje na zlepšujúce sa podmienky na kryštalizáciu. Tie súvisia napríklad so zvyšujúcou sa teplotou, vhodnými geochemickými podmienkami alebo cirkuláciou fluid. Z distribúcie hrúbky kryštálov je možné odvodiť mechanizmus rastu

kryštálov. Prítomnosť bimodálnej, resp. polymodálnej distribúcie indikuje existenciu dvoch či viacerých fáz (generácií) toho istého minerálu.

Využili sme relatívne bohatú kolekciu monominerálnych vzoriek ílovej frakcie z oblasti Kremnických vrchov na analýzu hrúbky kryštálov a ich distribúcie. Databáza vzoriek sa vytvorila na riešenie genézy premien ryolitových vulkanitov pomocou štúdia stabilných izotopov. Vznikla tak unikátna možnosť porovnania dvoch nezávislých parametrov. Prvé údaje sa získali o smektitoch. Distribúcia hrúbky ich kryštálov je lognormálna. Parametre lognormálnej funkcie všetkých študovaných vzoriek poukazujú na mechanizmus rastu smektitových kryštálov riadený povrchom. Ich priemerná hrúbka sa pohybuje od 5 do 15 nm. Izotopové zloženie kyslíka smektitov klesá s rastúcou hrúbkou smektitových kryštálov. Je možné to interpretovať ako dôsledok zvyšujúcej sa teploty kryštalizácie. Smektity v tejto oblasti dosahujú široký rozsah oboch typov údajov, no s obmedzenou variabilitou pre jednotlivé lokality. Preto je možné použiť ich pri rekonštrukcii distribúcie teploty a smerov prúdenia paleofluid v oblastiach ich výskytu.

J. ŽITŇAN¹, P. KODĚRA¹, J. LEXA² a A. BIRON³:
Charakteristika premien typu pokročilej argilitizácie na Au porfýrovom ložisku Biely vrch

¹Katedra ložiskovej geológie, Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava; kodera@fns.uniba.sk

²Geologický ústav SAV, Dúbravská cesta 9, 840 05 Bratislava; Jaroslav.Lexa@savba.sk

³Geologický ústav SAV, Severná 5, 974 01 Banská Bystrica; biron@savbb.sk

Premena typu pokročilej argilitizácie je najvrchnejšia a obvykle najmladšia zóna premien prítomná na objektoch s porfýrovým typom

mineralizácií. Vzniká kondenzáciou magmatických pár obohatených o kyselinotvorné zložky (najmä SO₂). Na Au porfýrovom ložisku Biely vrch tvorí na povrchu dve rozsiahle, štruktúrne kontrolované zóny dlhé niekoľko sto metrov. Smerom do hĺbky sa postupne vyklinujú a v hlbších častiach ložiska sú už len úzke zóny s hrúbkou od decimetrov až po prvé desiatky metrov. Táto mineralizácia je naložená na staršie typy premien, najmä strednú argilitizáciu a draselno-metasomatickú premenu, pričom lokálne má aj formu hydrotermálne-explozívnych brekcií.

V oblastiach intenzívnej premeny vplyvom kyslého lúhovania prebiehal odnos alkálií a vznikali kaolinit a pyrofylyt zatlačujúce magmatické minerály a produkty starších premien. Oba minerály hojne tvoria aj žilky. Röntgenovou difrakčnou analýzou sa zistila aj prítomnosť dickitu, alunitu, augelitu, dumortieritu, millosevichitu, topásu a rozličných, bližšie neidentifikovaných fosfátov-sulfátov. Elektrónovou mikroanalýzou (WDS) sa potvrdila prítomnosť kaolinitu, alunitu, augelitu, rutilu a pyritu a zistila sa aj prítomnosť natroalunitu, woodhouseitu a andaluzitu, ktoré sa vyskytujú najmä na tenkých žilkách. V oblastiach najintenzívnejšej premeny došlo aj k odnosu hliníka za vzniku zón s dominantným poréznym kremeňom a intenzívnou silicifikáciou. Tieto zóny pravdepodobne predstavujú prívodné cesty kyslých alteračných fluid s pH < 2.

Oblasti postihnuté pokročilou argilitizáciou nie sú zrudnené, s výnimkou zón výskytu kremenných žiliek, ktoré aj inde na ložisku korešpondujú s oblasťou výskytu Au zrudnenia. Kremenné žilky sú vždy staršie ako žilky s minerálmi pokročilej argilitizácie. Zlato sa tu vyskytuje najmä v širšom okolí kremenných žiliek v asociácii s kaolinitom alebo pyrofylytom, zriedkavejšie aj s rutilom alebo v kremenných zrnách silicifikovaných zón. Rozmery zlata tu dosahujú od 4 μm do 10 μm, zriedka až do 37 μm. Zlato v zónach s pokročilou argilitizáciou, s výnimkou jednej vzorky, obvykle vykazuje veľmi vysokú rýdzosť, 992 až 994, ktorá je vyššia ako v mineralizovaných zónach bez tejto premieny (875 – 978). To môže poukazovať na jeho remobilizáciu spôsobenú fluidami zodpovednými za túto premenu.