

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-15-0083****Komplexný model polymetalicko-drahokovovej mineralizácie na Rozália bani v Hodruši - Hámroch**Zodpovedný riešiteľ **doc. Mgr. Peter Koděra, PhD.**Príjemca **Univerzita Komenského v Bratislave - Prírodovedecká fakulta**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Katedra ložiskovej geológie, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava,
Katedra geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta UK, Bratislava,
Ústav vied o Zemi SAV, Bratislava
Ústav vied o Zemi SAV, Banská Bystrica

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Department of Earth Sciences ETH Zürich, Švajciarsko,
Juniata College, Pennsylvania, USA
Centre v Korea Basic Science Institute, Ochang, Južná Korea
Scottish Universities Environmental Research Centre, Glasgow, Veľká Británia
Bayerisches Geoinstitut, University of Bayreuth, Nemecko
Instytut Nauk Geologicznych PAN, Krakow
Friedrich Schiller University of Jena, Nemecko
University of Texas at Austin, USA

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

Nie sú

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

Chovan M., Jágerský I., Delaney V., Žitňan P., Kubač A., Bačík P., Troppová D., Mikuš T. , 2016: Mineralogy of ore dressing products from Banská Hodruša Au (Ag, Pb, Cu) epithermal deposit. Acta Geologica Slovaca, 8, 2, 203-216.

Koděra P., Bakos F., Kubač A., Lexa J. & Sýkora M., 2016: Epithermal Au-Ag mineralisation at the locality Prochot – Lazy in the mantle of the Štiavica Stratovolcano. Acta Geologica Slovaca, 8, 2, 149-163.

Majzlan J., Berkh K., Koděra P., Števkó M., Bakos F. & Milovský R., 2016: A mineralogical, fluid inclusion, and isotopic study of selected epithermal Ag-Au occurrences in the Banská Štiavica–Hodruša–Hámre ore district, Western Carpathians. Acta Geologica Slovaca, 8, 2, 133-147.

Majzlan, J., Berkh, K., Kiefer, S., Koděra, P., Fallick, A.E., Chovan, M. Bakos, F., Biroň A., Ferenc, Š., Lexa, J. (2018): Mineralogy, alteration patterns, geochemistry, and fluid properties of the Ag-Au epithermal deposit Nová Baňa, Slovakia. Mineralogy and Petrology,

DOI 10.1007/s00710-017-0516-0

- Koděra, P., Kubač, A., Uhlík, P., Osacký, M., Vojtko, R., Chovan, M., Lexa, J., Žitňan, P. (2017): Hydrothermal alteration of a shallow-dipping epithermal Au-Ag-Pb-Zn-Cu deposit Banská Hodruša Slovakia. Proceedings of the 14th SGA Biennial Meeting, 20-23 August 2017, Québec City, Canada, Volume 1, 159-162. ISBN: 978-2-9816898-0-1
- Uhlík Peter, Koděra Peter, Biroň Adrian, Kubač Alexander, Bača Boris, Osacký Marek, 2017: Clay minerals in hydrothermal alteration of a shallow-dipping epithermal Au-Ag-Pb-Zn-Cu deposit Banská Hodruša Slovakia. 54th Annual Clay Minerals Society Conference, Edmonton, 2.-8.6.2017. CA. Clay Minerals Society. Centre for Oil Sands Sustainability, 71-72.
- Kubač, A., Chovan, M., Koděra, P., Kyle, R.J., Lexa, J., Vojtko, R. (2018): Mineralogy of the epithermal precious and base metal deposit Banská Hodruša at the Rozália Mine (Slovakia). *Mineralogy and Petrology*, 112, 705-731.
- Majzlan J., Berkh K., Koděra P., Števko M., Bakos F., Milovský R. (2018): A mineralogical, fluid inclusion, and isotopic study of selected epithermal Ag-Au occurrences in the Banská Štiavnica-Hodruša-Hámre ore district, Western Carpathians. *Acta Geologica Slovaca*, 8, 149-163.
- Koděra, P., Lexa, J. (2018): Characteristics and metallogeny of epithermal mineralisation in the Central Slovakia Volcanic Field. Book of Abstracts of the Joint 5th Central-European Mineralogical Conference and 7th Mineral Sciences in the Carpathians Conference, Banská Štiavnica, Mineralogical Society of Slovakia, ISBN 978-80-223-4548-4, 46-49.
- Vojtko, R., Žitňan, P., Prcúch, J., Lexa, J., Chovan, M., Koděra, P., Kubač, A. (2018): Structure of the epithermal Au-Ag deposit of Banská Hodruša (Štiavnica Stratovolcano, Western Carpathians). In: Šujan, M., Csibri, T., Kiss, P., Rybár, S. (Eds.): Environmental, Structural and Stratigraphical Evolution of the Western Carpathians. 11th ESSEWECA Conference, Abstract Book, Bratislava, Univerzita Komenského v Bratislave, 130-131. ISBN 978-80-223-4615-3
- Kubač, A., Koděra, P., Uhlík, P., Fallick, A.E., Chovan, M., Vojtko, R. (2018): Fluid characteristics and evolution of the detachment-hosted epithermal Au-Ag-Pb-Zn-Cu deposit Banská Hodruša, Slovakia. Proceedings of the 15th Quadrennial International Association on the Genesis of Ore Deposits Symposium, Salta, Argentina, 21-22.
- Koděra, P., Uhlík, P., Biroň, A., Kubač, A., Bača, B., Osacký, M. (2018): Illites and chlorites in hydrothermal alteration of a shallow-dipping epithermal Au-Ag-Pb-Zn-Cu deposit Banská Hodruša, Slovakia. Conference Abstract Book of the 9th Mid-European Clay Conference, Croatian Geological Society, Zagreb, s. 61. ISBN 978-953-6907-71-7
- Chovan M., Kubač A., Mikuš T., Žitňan P., Prcúch J. (2019): Au-Ag tellurides and sulphosalts from epithermal Au-Ag-Pb-Zn-Cu deposit Banská Hodruša at the Rozália mine (Slovakia). *Acta Geologica Slovaca*, 11, 43-62.
- Sedláková-Kaduková, J., Kisková, J., Maliničová, L., Timková, I., Jeleň, S., Pristaš, P., (2019): The first evidence of *Acidithiobacillus albertensis* in weathered ore samples from active gold mine Hodruša-Hámre (Slovakia). *Nova Biotechnol Chim* 18(1): 18-24.
- Rottier, B., Audétat, A., Koděra, P., Lexa, J. (2019): Origin and evolution of magmas in the porphyry Au-mineralized Javorie volcano (Central Slovakia): evidence from thermobarometry, melt inclusions, and sulfide inclusions. *Journal of Petrology*, 60, 2482-2449.
- Koděra, P., Kubač, A., Uhlík, P., Vojtko, R., Chovan, M., Lexa, J., Milovský, R., Laurent, O., Fallick, A.E. (2019): Fluid evolution and genesis of epithermal gold deposit hosted by a shear-zone: Banská Hodruša, Slovakia. In: Proceedings of the 15th SGA Biennial Meeting, 27-30 August 2019, Glasgow, UK, Volume 3, 1042-1045. ISBN: 978-0-85261-964-3
- Koděra, P., Kubač, A., Uhlík, P., Laurent, O., Fallick, A.E., Milovský, R. (2019): Fluid properties of an unusual epithermal gold deposit hosted by a shear zone, Banská Hodruša, Slovakia. In: *Acta Mineralogica-Petrographica Abstract Series*, Vol. 10, European Current Research on Fluid Inclusions, 23-27 June 2019, Budapest, Hungary, p. 59.
- Uhlík, P., Koděra, P., Kubač, A., Szczerba, M., Biroň, A., Milovský, R., Bača, B., Osacký, M., Puškelová, Ľ. (2019): Illite – indicator of hydrothermal alteration conditions in a shallow-dipping epithermal precious and base metal deposit Banská Hodruša, Slovakia. In: Book of Abstracts, Euroclay, International conference on clay science and technology, 1-5 July 2019, Paris, France, p. 611.
- Rottier, B., Audétat, A., Koděra, P., Lexa, J. (2020): Magmatic evolution of the mineralized

Stiavnica volcano (Central Slovakia) evidence from thermobarometry, melt inclusions, and sulfide inclusions. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 401, 1-23. 106967
Russ, A., Kaňa, R., Hrdlovič, Ľ., Jeleň, S. (2020): Kvety baní minerály stredoslovenskej banskej oblasti. *Banskoštiavnicko-hodrušský banický spolok Banská Štiavnica*, 288 s. ISBN 978-80-973265-2-4

Uplatnenie výsledkov projektu

K hlavným výstupom, priamo aplikovateľným v praxi pre odberateľa projektu, patria vzájomne prepojené modely ťaženého ložiska na Rozália bani, ktoré využívajú komplexnú GIS databázu: štruktúrno-genetický model, model mineralizácie, alteračný model a genetický model. Okrem toho bol vytvorený model vývoja centrálnej zóny štiavnického stratovulkánu a model magmatického vývoja štiavnického stratovulkánu, ktoré sú kľúčom pre pochopenie genézy mineralizácie. Nové poznatky o štruktúrnych zákonitostiach distribúcie rudonosných žíl, ich minerálneho zloženia, charakteru premien a ich vzťahu ku zrudneniu umožnili definovanie prognózných kritérií a realizáciu prognózneho hodnotenia výskytu polymetalicko-drahokovovej mineralizácie v okolí známeho ložiska, ako aj širšom priestore centrálnej zóny štiavnického stratovulkánu. Vytvorenie typológie zlata a údaje o minerálnych paragenézach so zlatom sú využívané pri optimalizácii technologického postupu úpravy rúd za účelom maximalizácie získania zlata z rudy do rudného koncentráту. Vytvorený komplexný GIS ložiska, obsahujúci súbor koncepčných modelov v 3D GIS, pracujúcich s otvorenou databázou 3D priestorových údajov (3D model bankský diel, 3D model geologickej stavby ložiska a 3D model distribúcie Au, Ag), je využívaný pri efektívnejšom operatívnom aj dlhodobom plánovaní banskej a prieskumnej činnosti na ložisku (projektovanie nových bankských pracovísk, infraštruktúry a logistického zabezpečenia bane, plánovanie prieskumných prác). Po spustení databázového servera s GIS databázou a dátového skladu (úložisko) NAS Synology v areáli bane Rozália sa podstatne urýchlil proces dokumentácie novovznikajúcich bankských diel. Jedným zo základných atribútov databázy a GIS je ich otvorenosť z hľadiska pravidelného dopĺňania o nové údaje aj po skončení projektu.

Výsledky projektu prinášajú komplexné riešenie dlhohodobej udržateľnosti ťažby polymetalicko-drahokovovej mineralizácie na bani Rozália v Hodruši - Hámroch, zahrňujúcej oblasti efektívnej prospekcie, ťažby a optimalizácii technologického postupu úpravy rúd. Komplexný model ložiska umožňuje racionálnejšie a efektívnejšie vyhľadávanie pokračovania polymetalicko-drahokovových žilných štruktúr v okolí známeho ložiska na území dobývacieho priestoru Slovenskej banskej spoločnosti, s.r.o., ale aj v celej centrálnej zóne štiavnického stratovulkánu a udrží zamestnanosť v tejto firme minimálne na súčasnej úrovni aj v mnohých ďalších rokoch po ukončení projektu. Výsledky projektu budú využiteľné aj pre iné subjekty, ktoré by realizovali vyhľadávací prieskum v tejto oblasti s potenciálom objaviť nové zásoby ekonomicky využiteľných nerastných surovín. Genetický model nezvyčajného ložiska na bani Rozália je prínosom pre poznanie genézy epitermálnych mineralizácií aj všeobecne inde vo svete.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Projekt sa zaoberal ťaženým ložiskom polymetalicko-drahokovovej mineralizácie v Hodruši – Hámroch, ktoré je výnimočné štruktúrnou pozíciou na subhorizontálnych žilách. Hlavným cieľom bolo zlepšiť úroveň poznatkov o ložisku a zabezpečiť tak dlhodobú udržateľnosť ťažby. V štruktúrno-geologickom výskume projektu bola reinterpretovaná stavba ložiska a jeho postavenie v geologickom, štruktúrnom, magmatickom a metalogenetickom vývoji štiavnického stratovulkánu. Mineralogický výskum identifikoval paragenézy zo zlatom, sukcesiu a priestorovú variabilitu zrudnenia na ložisku. Genetický výskum umožnil pochopiť zákonitosti vzniku ložiska. Vytvorené boli vzájomne prepojené modely ložiska, ktoré využívajú komplexnú 3D GIS databázu s rôznymi hladinami informácií: štruktúrno-genetický model, model mineralizácie, alteračný model a genetický model. Vytvorený bol aj 3D model bankský diel, 3D model geologickej stavby ložiska a 3D model distribúcie Au, Ag na ložisku. Modely a vizualizácia geologických, geochemických, mineralogických a genetických údajov umožnili definovanie prognózných kritérií a realizáciu prognózneho hodnotenia výskytu polymetalicko-drahokovovej mineralizácie v okolí ložiska. Genetický model a prognózne kritériá sa opierajú o nový poznatok, že študovaná mineralizácia je viazaná na nízkoúhlovú

strižnu zónu, súvisiacu so sektorovým kolapsom vulkánu a fluidami magmatického pôvodu, ktoré do nej prenikli z magmatickej komory s magmou dlhodobo nasýtenej vodou. Rudná mineralizácia vznikala v miestach priblíženia hlavných plôch strižnej zóny v extenzných štruktúrach v dôsledku varu fluid pri poklese tlaku. Výsledky projektu majú priame využitie v oblasti efektívnej prospekcie, ťažby a úpravy rúd.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

The project was dealing with the mined base and precious mineralisation in Hodruša-Hámre, which is exceptional in terms of its structural position on subhorizontal veins. The main aim was to improve the level of knowledge about the deposit to secure sustainable mining. In the structural-geological research the structure of the deposit was reinterpreted as well as its position in the geological, structural, magmatic and metalogenetic evolution of the Štiavnica stratovolcano. Mineralogical research has identified paragenesis with gold, succession and spatial variability of the ore mineralisation at the deposit. Genetic research enabled to understand factors governing the genesis of the deposits. Several mutually interconnected models of the deposit were created, that are using a complex 3D GIS database with several levels of information: structural-genetic model, model of mineralisation, alteration model and genetic model. A 3D model of mining works, 3D model of the structure of the deposit and 3D model of distribution of Au-Ag were also created. Models and visualisation of geological, geochemical, mineralogical, and genetic data enabled to define criteria for a resource assessment of the base and precious metal mineralisation in the vicinity of the deposit. The genetic model and the criteria are based on a new recognition that the studied mineralisation is hosted by a low-angle shear zone, related to a sector collapse of the volcano and fluids of magmatic origin that ascended from a magma chamber with a long-term fluid-saturated magma. The ore mineralisation was formed in areas of approximation of two main planes of the shear zones, in extensional structures, due to boiling of fluids in response to pressure decrease. The results of the project have a direct use in the areas of effective exploration, mining, and ore processing.