

Doterajšie výsledky geochemickej prospekcie na ložisku Strieborná žila

Julián Kondela¹

Present results of geochemical prospecting of the Strieborná vein deposit

„Strieborná vein“ is the deposit in the Rožňava ore area. The vein structure is created by older siderite and younger quartz-sulphidic mineral association. A prevailing mineral from the group of sulphide ones is tetrahedrite. The chemical composition of tetrahedrite is various. Economically significant elements for mining are silver and copper. The knowing a detailed distribution of Ag and Cu is very important for the further development and geological prospecting in the future. On the enclosed 3D (block) diagrams is shown, by means of isolines, the distribution of Ag and Cu and results of geochemical prospecting achieved so far.

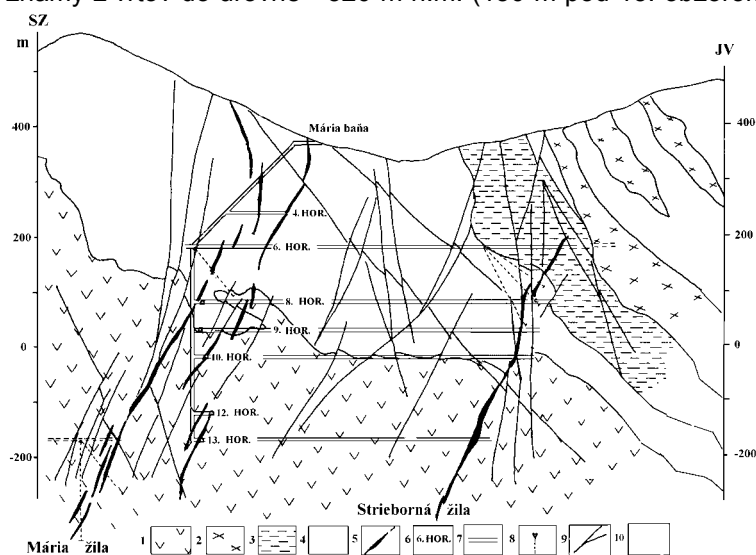
Key words: Strieborná vein, Rožňava ore area, silver, copper, geochemical prospecting.

Ložisko Strieborná žila sa nachádza v rožňavskom rudnom poli na južnom okraji Slovenského rudohoria, medzi Rožňavou a obcou Čučma, v bezprostrednej blízkosti žily Mária. Rožňavské rudné pole je charakteristické výskytom bezmála stovky rudných žíl, z ktorých najvýznamnejšia je sideritová formácia. Do tejto formácie je zahrnutá žila Strieborná.

Žila Strieborná bola prvýkrát nafáraná v r. 1981 na úrovni 13. obzoru bane Mária (obr.1). Žilná štruktúra sa nachádza v podloží žily Mária a je od nej vzdialená asi 600 m v smere na VJV. Je to druhé ložisko v rožňavskom rudnom poli, ktoré nevychádza na povrch (tým prvým bola Siedma žila). Rozsah žily je overený na 13. obzore v smernej dĺžke 350 m so smerom SV - JZ a sklonom 75 - 85°. Na 10. obzore je overená smerná dĺžka 1350 m, so smerom SSZ - JJV a sklonom 80 - 85°. Na 8. obzore je známa smerná dĺžka 300 m, so smerom SV - JZ a sklonom 75 - 85°. Hĺbkový dosah žily je známy z vrtov do úrovne - 320 m n.m. (150 m pod 13. obzorom). Smerom nahor sa žilné teleso vetví pod úrovňou 6. obzoru a postupne prechádza do žilníkového vývoja.

Žila vykliňuje vo výške asi 190 m.n.m. (Sasvári et al., 1996).

Z hľadiska tektonického vývoja je žila podobná svojím tvarom žile Mária. Jej terajší tvar je výsledkom viacnásobne sa opakujúcich alpínskych tektonických udalostí. Štruktúrna evolúcia a deformačné štádiá sú podrobne opísané v práci Sasvári et al. (1996).



Obr.č.1 Geologický rez SV- časťou rudného úseku Rožňava-Mária (Mesarčík in Grecula et. al., 1995, upravené). 1-porphyroid (eyed metapelite), 2-keratophyre metaproclics, 3-sivý a čierny fylit, 4-sericitický svetlý fylit, 5-rudná žila, 6-označenie horizontu, 7-banské diela, 8-vrt, 9-zlom, 10-vybratý blok na geochemické štúdium.

Fig. 1 Geological cross-section through the north-eastern part of ore segment Rožňava-Mária (Mesarčík in Grecula et. al., 1995)- modify. 1-porphyroid (eyed metapelite), 2-keratophyre metaproclics, 3-grey and black phyllite, 4- grey phyllite, 5-ore vein, 6-mining level, 7-workings, 8-borehole, 9-fault, 10-study geological block.

¹ Mgr. Julián Kondela, Katedra geológie a mineralógie Fakulty BERG Technickej univerzity, Park Komenského 15, 043 84 Košice
(Recenzovaná revidovaná verzia doručená 5. 8. 1998)

Aj minerálne zloženie žily Strieborná je podobné minerálnemu zloženiu žily Mária. Prevládajúcim minerálom žilnej výplne je siderit a dopĺňa ho mladšia kremeň - sulfidická mineralizácia. Siderit je stredno až hrubozrnný, s rôznymi odtieňami hnedej farby. Pozdĺž puklín a trhliniek je zatlačaný kremeňom a sulfidickými minerálmi. Druhým, často vystupujúcim minerálom je kremeň, ktorý je v žile zastúpený vo viacerých generáciách. V siderite tvorí žilky a hniezda spolu s tetraedritom a chalko-pyritom. Po siderite je druhým hlavným rudným minerálom žilnej výplne tetraedrit. Vytvára tenké sieťovité žilky, prechádzajúce sideritom, častejšie tvorí zhlučky a hniezda. Krehkejšia variéta, s ocelovomodrým odtieňom a vysokým kovovým leskom, býva bohatá na Ag a Hg. Tmavšia variéta, s nižším leskom obsahuje viac Zn a Fe (Sasvári a Maťo, 1996). Podľa vysokého obsahu Ag v tetraedrite dostala žila meno Strieborná. Tetraedrit je okrem vysokého obsahu Ag, Cu a Sb zdrojom aj ďalších využiteľných zložiek, a to Hg, Bi, As. Najväčší ekonomický význam má ale vysoký obsah Ag, ktorý sa v tetraedrite vyskytuje ako izomorfná prímes.

Tab.1 Chemické zloženie tetraedritu zo žily Strieborná z 8 a 10 obzoru (Jeleň in Mesarčík et al., 1991).

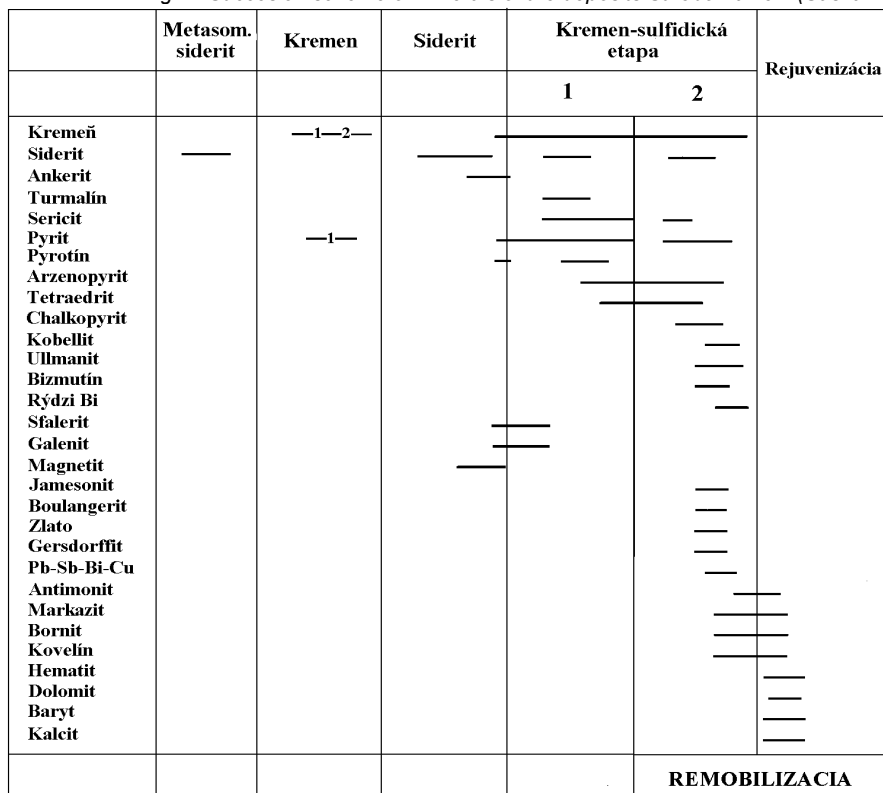
Tab.1 Chemical composition of tetrahedrite from Strieborná vein, 8 and 10 level (Jeleň in Mesarčík et al., 1991).

Prvok [%]	8.obzor			10.obzor		
	maximum	minimum	priemer	maximum	minimum	priemer
As	1,74	0,11	0,99	1,15	0,45	0,80
Zn	3,14	0,65	1,471	1,90	0,27	0,86
Cu	36,88	34,39	35,78	39,17	36,48	37,72
Fe	6,53	3,55	5,26	9,88	4,56	7,05
Sb	30,33	27,03	28,22	30,06	24,76	28,92
Ag	1,06	0,29	0,71	1,00	0,20	0,80
Bi	0,40	0,09	0,18	0,90	0,21	0,52
Hg	0,40	0,03	0,14	1,18	0,49	0,83
S	27,68	25,85	26,87	23,46	21,69	22,6

Ďalším makroskopicky vystupujúcim minerálom v žilnej výplni je chalkopyrit. Prejavuje zonálnosť a smerom do hĺbky nahradzuje tetraedrit. Rudnú výplň dopĺňajú ešte ďalšie rudné minerály makroskopicky a mikroskopicky viditeľné, ako pyrit, arzenopyrit, antimonit, gersdorffit a ďalšie. Kompletná sukcesná schéma mineralizácie je na obrázku č. 2.

Obr.2. Sukcesná schéma mineralizácie na žile Strieborná (Sasvári a Maťo, 1996).

Fig.2. Succession scheme of minerals of the deposits Strieborná vein (Sasvári and Maťo, 1996).



Žilná štruktúra prebieha cez dve odlišné prostredia metamorfovaných hornín. Cez súvrstvie fylitov a súvrstvie porfyroidov (obr.1). V zmysle charakteristiky gelnickej skupiny (Bajaník et al., 1983) sú podľa Sasvári et al.(1995) tieto horniny zaradené medzi vrchné členy súvrstvia Bystrého potoka - vrchný silúr.

Fylity sú horniny zelenkavej, sivozelenej až čiernej farby. Sú kompaktné, výrazne bridličnaté, so žilkami kremeňa a karbonátov. Zriedkavo v nich môžeme vidieť mikroskopicky turmalín. Zložené sú z kremeňa (50 - 75 %), sericitu (20 - 40 %) a chloritu (do 20 %) ± karbonát, ± organická hmota, ± rudné minerály.

Ak je prítomná organická hmota býva koncentrovaná na puklinkách alebo plochách bridličnatosti a fylity sú tmavšie. Na niektorých miestach vystupujú aj typické tmavé bridlice. Štruktúra fylitov je lepidogranoblastická. Veľkosť zŕn kremeňa je do 0,1 mm. Zrná sericitu a chloritu majú veľkosť do 0,05 mm. V tesnej blízkosti žilnej štruktúry sú fylity tektonicky postihnuté a silicifikované. Možno v nich vidieť novotvorený hrubozrnejší kremeň, ktorý zatláča všetky staršie minerály. Z rudných minerálov sa vo fylitoch blízko žily vyskytuje pyrit, chalkopyrit a tetradrit. Zrná sú tektonicky postihnuté a vyskytujú sa v puklinkách alebo sú vytiahnuté po plochách bridličnatosti.

Porfyroidy sú horniny hnedastej až hnedočervenej farby, kompaktné, s výraznou bridličnatosťou. Často môžeme v nich pozorovať žilky karbonátov a kremeňa. Zložené sú z kremeňa, sericitu a živcov. Niekedy v nich môžeme pozorovať chlorit, ± rudné minerály. Majú výraznú porfyrickú štruktúru. Vyrastlice kremeňa sú niekedy vytiahnuté až do tvarov očiek a ich veľkosť je do 1 cm. Akcesoricky sa v nich vyskytuje pyrit.

Geochemickým štúdiom vybratej časti ložiska medzi 8. a 10 obzorom bola preukázaná vertikálna zonálnosť distribúcie Ag, Cu v žile a aj v primárnej geochemickej aureole. V primárnej geochemickej aureole bola zistená aj priečna zonálnosť.

Vybratý priestorový blok (obr.1) je z hľadiska ťažby ložiska ekonomicky najvýznamnejší. Porovnaním základných štatistických analytických parametrov celého ložiska s parametrami vybratej časti (tab.2, 3) je možné vidieť nárast týchto hodnôt minimálne o 50 %.

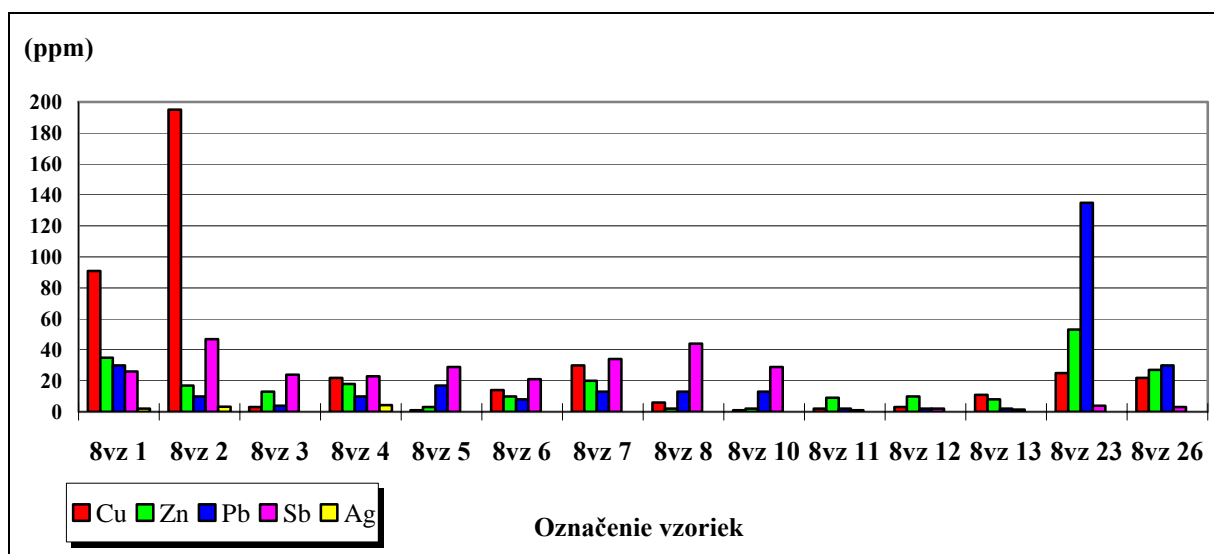
Tab.2. Štatistické parametre sledovaných elementov na celom priebehu žily Strieborná (Blišťan, 1995).
Tab.2. Statistical parameters thickness, Fe, Cu, Ag of the deposit Strieborná vein (Blišťan, 1995).

	Mocnosť [m]	Fe [%]	Cu [%]	Ag [ppm]
Extrem value	3.74	39.15	1.94	389.3
Mean	2.02	32.72	0.87	172.9
Standard Error	0.1	0.36	0.06	12.2
Median	1.6	34.04	0.52	102
Mode	0.4	38.48	0.146	0.1
Standart Deviation	1.719	6.42	1.068	216.4
Sample Variance	2.957	41.3	1.1	46847
Kurtosis	3.299	3.1	6.4	6.3
Skewness	1.726	1.6	2.4	2.3
Range	9.2	35.8	6.2	1386.8
Minimum	0.1	5.86	0.001	0.1
Maximum	9.3	41.7	6.243	1386.8
Sum	633.1	10274	272.4	54289.8
Count	314	314	314	314

Tab.3 Štatistické parametre sledovaných elementov v študovanom bloku.
Tab.3 Statistical parameters thickness, Fe, Cu, Ag in the studied block.

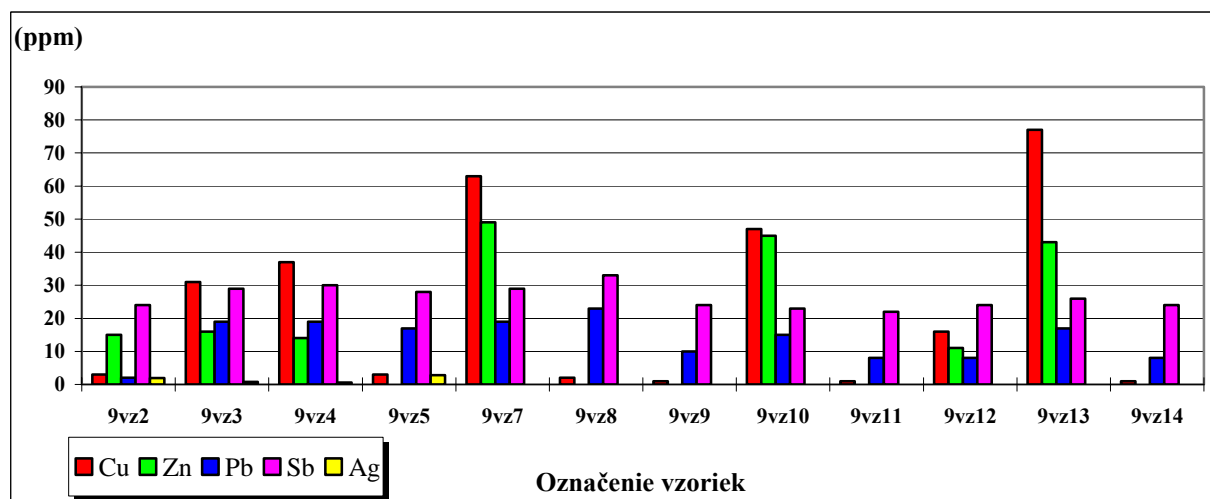
	Mocnosť [m]	Fe[%]	Cu[%]	Ag [ppm]
Extrem value	6.82	39.44	2.73	617.8
Mean	4.16	34.3	1.26	289.8
Standard Error	0.48	0.92	0.26	58.9
Median	4.3	35.9	0.76	179.9
Mode	2.6	35.9	-	-
Standart Deviation	2.654	5.134	1.466	327.9
Sample Variance	7.043	26.364	2.11	107576
Kurtosis	-0.993	3.2	3.9	3.4
Skewness	0.17	-1.6	1.9	1.8
Range	9	22.93	6.2	1382.8
Minimum	0.3	17.22	0.021	4.1
Maximum	9.3	40.1	6.243	1386.9
Sum	129	1063.3	39.126	8984.9
Count	31	31	31	31

Priemerná mocnosť vo vybratom bloku narastá o viac ako 100 % (z 2.02 m - celé ložisko na 4.16 m v bloku). Výrazný je nárast priemerného obsahu Ag z 172,9 ppm na 289,8 ppm. Rastie tiež priemerný obsah Cu, z 0,81 % na 1,26 %. Jedine obsah Fe sa výrazne nemení. Pre uvedené vlastnosti bola študovaná práve táto časť ložiska a samozrejme aj preto, lebo z hľadiska možnej ťažby je táto časť ložiska najzaujímavejšia.



Obr.3. Grafické znázornenie výsledkov kvantitatívnych analýz okolitých hornín na 8. obzore. Poradie analyzovaných prvkov v grafe pri jednotlivých analýzach je také isté ako v legende pod grafom. Ak stĺpec chýba analyzovaný prvok v danej vzorke nebol stanovený.

Fig.3. Grafical interpretation of the results of the chemical analysis on the 8th level in the surrounding rocks.

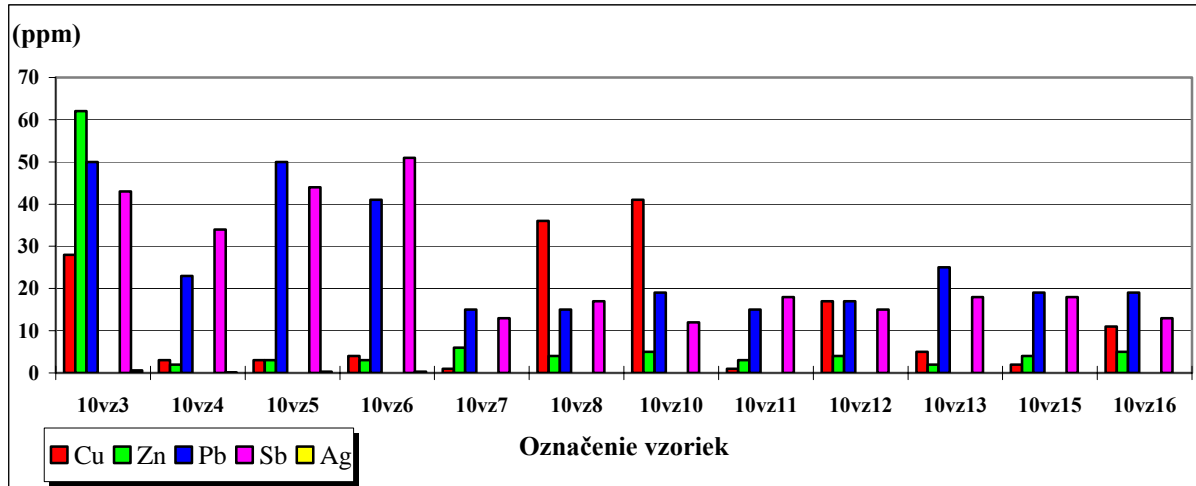


Obr.4. Grafické znázornenie výsledkov kvantitatívnych analýz okolitých hornín na 9. obzore. Poradie analyzovaných prvkov v grafe pri jednotlivých analýzach je také isté ako v legende pod grafom. Ak stĺpec chýba analyzovaný prvok v danej vzorke nebol stanovený.

Fig.4. Grafical interpretation of the results of the chemical analysis on the 9th level in the surrounding rocks.

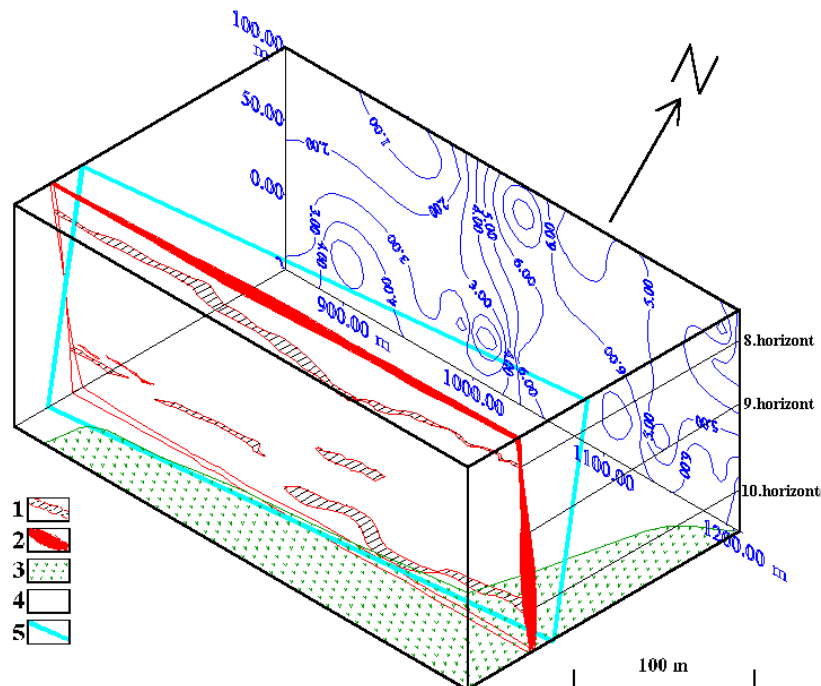
Priestorová distribúcia Ag, Cu a Fe v žile, na prednej stene bloku medzi 8. a 10. obzorom je znázornená izolíniami obsahov týchto prvkov na obr.č. 7, 8, 9. Matematický model žily Strieborná bol zostrojený podľa izolínií mocnosti žily (obr.6), kde izolínie mocnosti sú znázornené na zadnej stene bloku. Analytické výsledky a výsledky merania mocnosti žily sú prebraté zo záverečnej správy (Mesarčík, 1994). Pre porovnanie reálneho priebehu žily so zostrojeným modelom žily je blok doplnený o skutočný priebeh žily na jednotlivých obzoroch. Tento skutočný obraz žily je

vymodelovaný podľa banskej mapy ŽB závod Rožňava, úsek Mária v mierke 1 : 500. Distribúcia sledovaných prvkov v okolitých horninách je znázornená izolíniami obsahu týchto prvkov na pravej strane bloku. Výsledky chemických analýz sú uvedené v grafoch . Poradie analyzovaných prvkov v grafe pri jednotlivých analýzach je také isté ako v legende pod grafom. Analýzy boli vykonané v ekolaboratóriu v Spišskej Novej Vsi a v laboratóriu Katedry geológie a mineralógie F BERG v Košiciach.



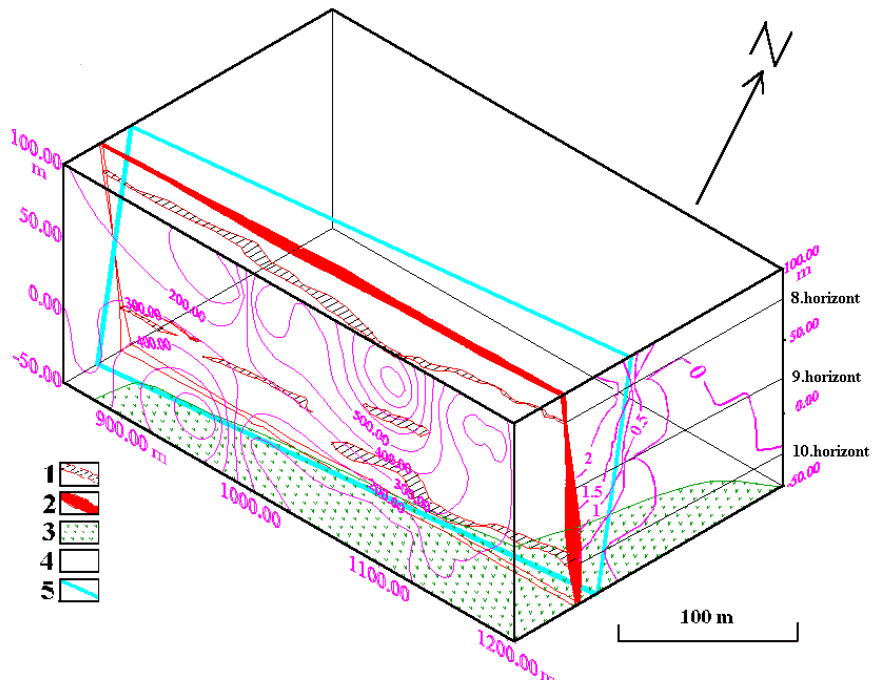
Obr.5. Grafické znázornenie výsledkov kvantitatívnych analýz okolitých hornín na 10. obzore. Poradie analyzovaných prvkov v grafe pri jednotlivých analýzach je také isté ako v legende pod grafom. Ak stĺpec chýba analyzovaný prvok v danej vzorke nebol stanovený.

Fig.5. Graphical interpretation of the results of the chemical analysis on the 10th level in the surrounding rocks.



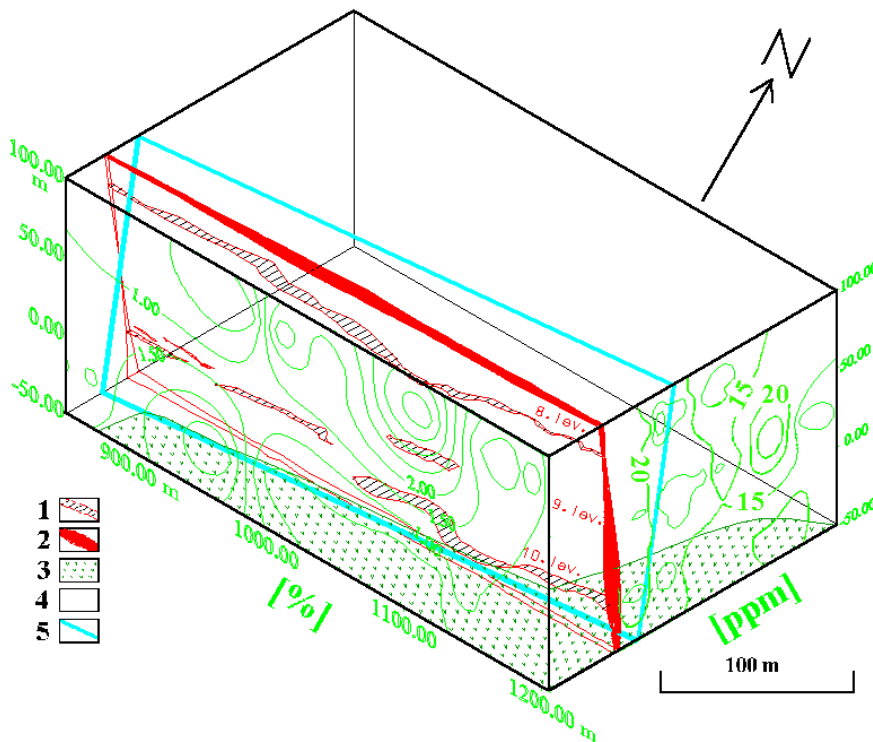
Obr.7. Blokdíagram študovanej časti ložiska so znázorenými izolíniami mocnosti žily [m] Strieborná. 1-reálny priebeh žily, prebratý z banskej mapy, 2-vypočítaný model žily podľa izolínii mocnosti, 3-porfyroidy, 4-fylity, 5-zlom.

Fig.7. Block-Diagram of the studied part of the deposit with the isolines of thickness [m], of the Strieborná Vein. 1-real run of the vein, used from the mining map, 2-model of the vein created from the isolines of thickness, 3-porphyroid (eyed metapelite), 4-grey and black phyllite, 5-fault.



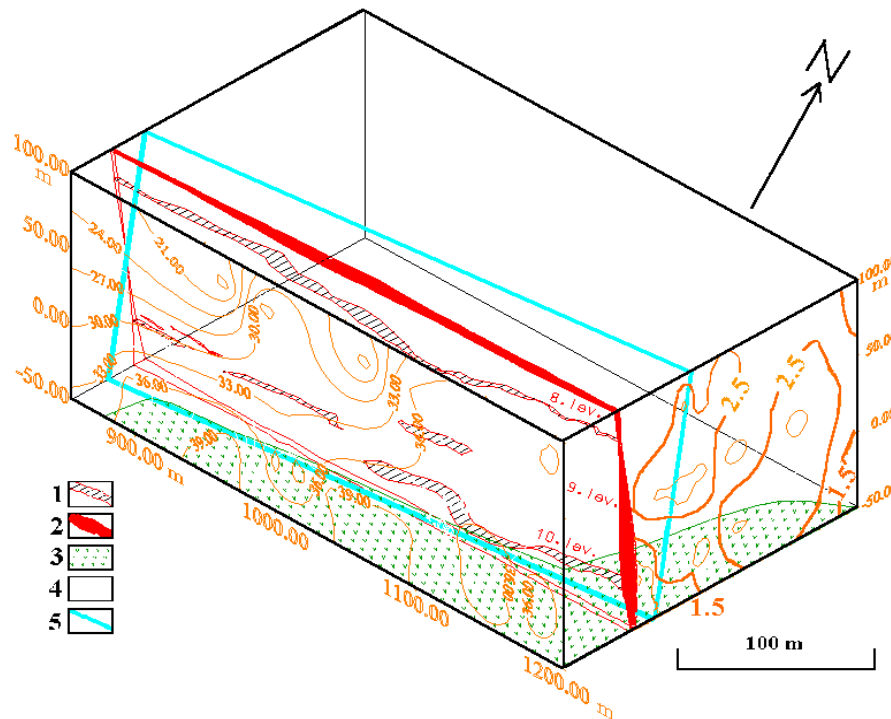
Obr.8. Blokdíagram študovanej časti ložiska so znázorenými izolíniami obsahu Ag [ppm] v žile (predná stena bloku) a v okolitých horninách (pravá stena bloku). Vysvetlivky podľa obr. 3.

Fig.8. Block-Diagram of the studied part of the deposit with the isolines of Ag-content in the vein (the front wall of the block), and in the surrounding rock. For explanation see Fig. 3.



Obr.9. Blokdíagram študovanej časti ložiska so znázorenými izolíniami obsahu Cu v žile (predná stena bloku) a v okolitých horninách (pravá stena bloku). Vysvetlivky podľa obr. 3.

Fig.9. Block-Diagram of the studied part of the deposit with the isolines of Cu-content in the vein (the front wall of the block), and in the surrounding rock. For explanation see Fig. 3.



Obr.10. Blokdigram študovanej časti ložiska so znázornenými izolínami obsahu Fe [%] v žile (predná stena bloku) a v okolitých horninách (pravá stena bloku). Vysvetlivky podľa obr. 3.

Fig.10. Block-Diagram of the studied part of the deposit with the isolines of Fe-content in the vein (the front wall of the block), and in the surrounding rock. For explanation see Fig. 3.

Na 8. obzore boli identifikované tmavé fylity na styku priamo so žilou. Na tomto mieste sú pyritizované (veľkosť idiomorfnych zŕn pyritu je do 1 cm) hlavne po puklinách a po plochách bridličnatosti. Okrem pyritu boli v nich identifikované chalkopyrit a tetraedrit mikroskopických rozmerov. Najvyšší obsah Ag v týchto horninách je 4,2 ppm. V týchto fylitoch sa najkontrastnejšie prejavila primárna geochemická anomália Ag a Cu do vzdialenosti 40 m od žily (obr.č. 7, 8 a 9). Je pravdepodobné, že výskyt organickej hmoty vo fylitoch ovplyvnil distribúciu sulfidov v nich a aj v žile. Na 8. obzore boli analyticky zistené maximálne koncentrácie Ag až 1386 ppm. Takisto tu bola zistená maximálna koncentrácia Cu až 6,24%. Zaujímavým zistením je to, že mocnosť žily tu tiež dosahuje maximum, čo môže súvisieť práve so zmenou litológie v okolí žily.

Z máp izolíní Ag a Cu v žile v študovanom bloku (obr.7 a 8) možno vidieť, že miesta s najvyššou koncentráciou sú mimo najväčších mocností žily (obr.3). Takisto tento jav možno pozorovať v horninovom okolí žily. Primárna geochemická aureola Ag a Cu sa v oblasti medzi 9. a 10. horizontom zužuje, teda tam, kde narastá mocnosť žily. Je možné súhlasiť s predstavou určitých zón nabohatenia Ag a Cu, ktorých kvantita narastá v miestach ubúdania mocnosti žily. Tento poznatok sa zhoduje

s doterajšími štruktúrnymi výsledkami. Naozaj platí, že osi morfológických sideritových rudných stĺpov nie sú totožné s osami zón nabohatenia Ag a Cu (Sasvári et al., 1996). V sledovanom bloku sú nápadné 2 zóny nabohatenia Ag a Cu. Podľa tvaru izolíní možno povedať, že uvedené elementy sa koncentrovali na subvertikálnych štruktúrach, čo by odpovedalo doterajším štruktúrnym zisteniam. Distribúcia Fe samozrejme narastá s mocnosťou žily a klesá tam, kde narastá kvantita Ag a Cu. V okolí žily Fe nejaví žiadnu zonálnosť.

Doterajšie výsledky geochemického štúdia vybratej časti ložiska poukazujú na niektoré vlastnosti primárnej geochemickej aureoly, ktoré je možné využiť pri prípadnom pokračovaní v prieskume a vyhľadávaní podobných štruktúr, ako je žila Strieborná. Ako indikátor sa javí primárna aureola Ag, ktorá má síce veľmi malý rozsah (max. do 50m), ale prejavila sa v blízkosti najvyššej koncentrácie Ag v žile. Primárna geochemická aureola Cu je vyvinutá pozdĺž celej štruktúry Strieborná. Jej kontrastnosť v okolitom prostredí oproti aureole Ag je vyššia, ale vo svojom tvare neodráža vertikálnu zonálnosť, ktorá je zjavná v žilnej štruktúre.

Z priestorovej distribúcie elementov sledovaných v študovanom bloku je zrejmé, že žila Strieborná je veľmi nehomogénnym ložiskom, z hľadiska distribúcie užitočných zložiek. Túto vlastnosť je potrebné zohľadniť pri vzorkovaní, výpočte zásob a samozrejme pri ťažbe.

Literatúra

- Bajaník, Š., Hanzel, V., Ivanička, J., Mello, J., Pristaš, J., Reichwalder, P., Snopko, L., Vozár, J. a Vozárová, A.: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského rudohoria, východná časť, 1:50 000. *GÚDŠ, Bratislava, 1983, 223 s.*
- Blišťan, P.: Analýza kvalitatívnych a kvantitatívnych parametrov ložiska Rožňava-Strieborná žila. *Manuskript - archív KGaM, F BERG, TU, Košice, 1995, 61s.*
- Grecl, P. et al.: Ložiská nerastných surovín Slovenského rudohoria. Zväzok 1. *Geokomplex Bratislava, 1995, 834 s.*
- Mesarčík I. et al.: ZS – Rožňava-Strieborná žila. *MS-GP, 1991.*
- Mesarčík I. et al.: ČZS - VZ Rožňava- Strieborná žila II. *MS-GP, 1994.*
- Sasvári, T. and Maťo, L.: Chronology of tectonic events and mineralization on the epigenetic Strieborná vein, Rožňava ore district, Slovakia. *Mineral. Slov.-Monography, Bratislava, 1996, pp. 251-282.*
- Sasvári, T., Jančura, M. a Maťo L.: Geologicko-štruktúrne a mineralizačné predpoklady obnovenia ťažby na žile Strieborná v rožňavskom rudnom poli. *Acta Montanistica Slovaca, 1, 1996, 1-12.*

Present results of geochemical prospecting of the Strieborná vein deposit

Strieborná vein has been discovered by mining at the beginning of 1981 on the 13th level of Mária mine towards SE from the southern segment of the Maria vein (-170 below sea level). The vein structure is created by older siderite and younger quartz-sulphidic mineral association (Fig.2). A prevailing mineral from the group of sulphide ones is tetrahedrite. The chemical composition of tetrahedrite is various (Tab.1). Economically significant elements for mining are silver and copper.

The isolines on the 3D No 7, 8, 9 show a distribution of Ag, Cu, and Fe in the vein between the 8 and 10 levels on the front wall of the block. The isolines of the thickness of the vein were used as a base for the construction of the mathematical model of the Strieborná vein (Fig.6). The isolines of thickness are figured on the rear wall of the block. The analytical results and the results of measurements of the vein thickness were used from the final report (Mesarčík, 1994). To enable a comparison of a real run and the constructed model of the vein, the block was complemented with a real run of the vein on each level. This real idea of the run of the vein was created by using a mining map (Ratio 1:500) from ŽB Rožňava district.

Areas with the highest concentration of Ag and Cu in the vein are outside of the biggest thickness of the vein (Fig.6). This could be seen from the map of isolines of Ag and Cu in the vein of the studied block (Fig.7, 8). It could also be seen in the rock, surrounding the vein. In the area of growing thickness of the vein (the area between the levels 9 and 10), a primary geochemical aureole of Ag and Cu goes narrower. We could agree with an existing idea of particular zones, enriched with Ag and Cu. The quantity of the enriched zones increases in the areas, where the vein lowers its thickness. This knowledge is identical with present structural results. It is really true that the axis of the morphological siderite ore chimneys are not identical with the zones enriched with Ag and Cu (Sasvári et al., 1996). There are two zones enriched with Ag and Cu in the studied block. The shape of isolines shows that Ag and Cu concentrated on subvertical structures. This finding is identical with a present structural knowledge.

Fe distribution certainly increases with the vein thickness and decreases with the growing quantity of Ag and Cu. Fe does not show any zoning in the vein surrounding.

Present results of the geochemical study of the studied part of the deposit show particular qualities of the primary geochemical aureole. Those qualities could be used in the future research and exploration of similar structures as the Strieborná vein.

The primary aureole of Ag could be used as an indicator. Although it has a very small range (max. up to 50 m) it is present near to the highest concentration of Ag in the vein. The primary geochemical aureole of Cu is developed along the general structure of Strieborná vein. It shows a bigger contrast in the surrounding environment as the Ag aureole but in its shape it does not reflect the vertical zoning. The vertical zoning is apparent in the vein structure.

The Strieborná vein is a nonhomogenous deposit, as it is apparent from the distribution of elements (Ag and Cu) in the studied block. It is important to use this knowledge in the proces of sampling, predicting of reserves and of mining.

Complex results have been processed also with the support of the grant of Ministry of Education of Slovak Republic – No: 1/5277/98, „Sasvári a Maťo: *Links between structural – tectonical characteristics of deposits in the Rožňava and Nižná Slaná ore field, Spissko-gemer Ore Mts. Siderite, polysulphidic and precious-metal mineralisation*“.