

GEOLOGICKO-ŠTRUKTÚRNE A MINERALIZAČNÉ PREDPOKLADY OBNOVENIA ŤAŽBY NA ŽILE STRIEBORNÁ V ROŽŇAVSKOM RUDNOM POLI (Západné Karpaty)

Tibor Sasvári¹, Marián Jančura² a Ľuboslav Maťo³

GEOLOGICAL, STRUCTURAL AND MINERALIZING ASPECTS OF RENEWAL OF EXPLOITATION ON THE STRIEBORNÁ VEIN IN THE ROŽŇAVA ORE FIELD

In the Rožňava ore field the ore-bearing vein structures were probably originated in transensional regime of the sinistral shear zone of NE-SW direction. The consequences of strain regime manifest by extensional duplex in the near-surface parts of the terrestrial crust. The Strieborná vein was successively reworked by the 11 deformational phases and mineralizing stages. Several types of textures and accumulations of sulphidic ores occur in the quartz - siderite vein. The most significant ore accumulations are present within and along the reactivated subvertical fault systems with high - grade ores; these are focus into pinch and flattening zones of asymmetric siderite boudins of the Strieborná vein.

Key words: Strieborná vein, extensional duplex, subvertical faults, tetrahedrite mineralization, Rožňava ore field, Slovakia.

Všeobecné údaje o rudnom poli

Overenie Striebornej žily ako nového epigenetického ložiska v rožňavskom rudnom poli, patrí medzi najvýznamnejšie výsledky slovenskej ložiskovej geológie v poslednom období. Donedávna neznáme žilné teleso je dôležité ani nie tak rozsahom a množstvom overených zásob, ako skôr kvalitatívnymi charakteristikami rudnej výplne. Z hľadiska hospodárskeho využitia sú zaujímavé hlavne obsahy medi a striebra, ktoré sa vyskytujú v rádovo vyšších koncentráciách, v porovnaní so susedným a historicky známym žilným systémom Mária - Mayer, s ktorým však má Strieborná žila spoločné morfológicko - štruktúrne charakteristiky i analogické mineralogicko - paragenetické vlastnosti. Žila Strieborná je najkvalitnejším slovenským Cu, Ag ložiskom s obsahmi striebra porovnateľnými s niektorými svetovými ložiskami. Na druhej strane je však paradoxom, že pomerne dlhú dobu po jeho overení sa nedarilo nájsť ekonomický a zároveň ekologický spôsob technológiezískavania úžitkových zložiek rudnej výplne, čo súvisí so špecifickou väzbou Ag, Cu, Bi, Sb ako aj Hg a As na najbohatšie zastúpený sulfidický minerál - tetraedrit.

Žila Strieborná je súčasťou rožňavského rudného poľa, situovaného v južnej časti klenovito - antiklinálnej elevácie Spišsko - gemerského rudohoria. Rudné pole je plošne rozsiahle a rozprestiera sa od Rožňavského Bystrého po mesto Rožňavu a ďalej cez jeho SV časť až po masív Turecká. SZ časť rudného poľa predstavuje systém sideritových, takmer monominerálnych už neťažených žíl, z ktorých najväčší význam mali žily Bernardy, Sadlovský, Rudník, Štefan a Piata žila (obr.1). Na SV od mesta Rožňava sa nachádza viacero žíl komplexných sideritovo - sulfidických žilných ložísk, z ktorých najvýznamnejšou je žila Mária a jej odžilok Mayer. Pri overovaní ložiskového významu v dávnej minulosti ťažených žíl na lokalite Rákoš-Turecká sa začiatkom 80. rokov zistila na JV od žily Mária, neznáma žila s veľkým zastúpením tetraedritu v sideritovej žilnej výplni, nazvaná Strieborná žila. Nasledujúcim vyhľadávacím prieskumom (Mesarčík et al., 1991 a Mesarčík, 1996) sa overil jej smerný rozsah o dĺžke 1 350 m a čiastočne jej hĺbkový dosah cca 500 m (obr.2).

Strieborná žila je zložitým žilným epigenetickým telesom s generálnym smerom SV-JZ a úklonom 50-90° k SZ, prípadne k JV. Zložitý a nepravidelný vývoj počas viacnásobných tektonických udalostí sa prejavil aj v morfológii v horizontálnom a i vertikálnom priebehu rudného telesa. Žilu okrem výrazných zmien v smere a úklone charakterizuje variabilita hrúbok, prejavujúca sa vytváraním

¹ Katedra geológie a mineralógie F BERG Technickej univerzity, 043 84 Košice, Park Komenského 15.

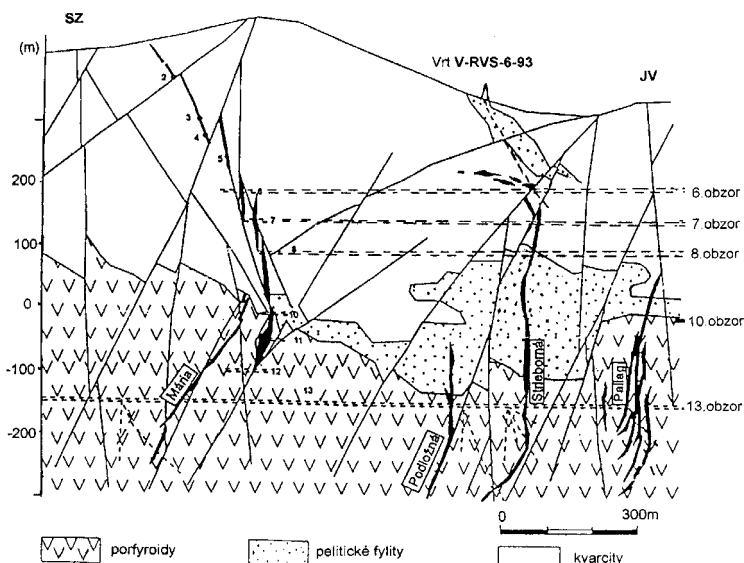
² ŽELBA, š.p., 052 54 Spišská Nová Ves, Štefánikovo nám. č.4

³ Geologický ústav SAV, 974 01 Banská Bystrica, Severná 5.

morfológických rudných stĺpov. Výrazné sú prejavy budínovania, posúvania a presúvania rudných segmentov. V smernom rozsahu sa vyskytujú úseky s rozdielnou koncentráciou sulfidického zrudnenia, vytvárajúce rudné stĺpy.



Obr. 1. Geologická mapa rožňavského rudného poľa. 1-alúvium, 2-deluviálne a eluviálne sedimenty (1-2 kvartér), 3-sivé slienité vápence s polohami slienitých bridlic, 4-pestré bridlice, piesčité vápence a pieskovce, 5-pestré pieskovce a bridlice (mezozoikum Slovenského krasu: 3-kampil, 4-5 spodný kampil), 6-kremence s polohami pieskovca a ojedinele piesčitoilovitých bridlic až fylitov, 7-kremité zlepenice (gočaltovská skupina: 7-rožňavský typ), 8-mikrokonglomeráty, 9-kvarcité, 10-kvarcité v prevaha, alebo v rovnakom pomere s fylitmi, 11-fylity, kremité fylity v prevaha nad kvarcítmi, 12-fylity (8-12 gelnická skupina, drnavské súvrstvie), 13- sivé a zelené nevrstvené sopečné popoly, ojedinele s magnetitom, 14-kremité porfýry, 15-porfýroidy, 16-tmavé a drobnolaminované fylity, ojedinele s prechodom do kremitých a grafitických fylitov, 17-kvarcité, 18-karbonatické horniny, často metasomaticky zmenené na ankerity a siderity (13-18 gelnická skupina, súvrstvie Bystrého potoka), 19-vrstvovitost', 20-bridličnatost' (veľkosť úklonu v grádoch). Podľa Slavkovského (1978).



Obr. 2. Geologický rez cez strednú časť rudného poľa Rožňava-Mária baňa (prevzaté od Greculu et al. 1994, upravil Sasvári).

Žila Strieborná vystupuje vo vulkanogénnych a peliticko - aleuriticko - psamitických metaklastikách. Komplex hornín v oblasti spojovacieho prekopu slepej jamy so žilou Strieborná v úrovni 8. a 10. obzoru je charakteristicky zastúpenými tmavými kremennými fylitmi a jemnozrnnými sericitickými fylitmi, laminovaným sivým až sivozeleným metapieskovcom (kvarcitom) s prevahou kyslého vulkanogénneho materiálu a sporadickým výskytom polôh jemnozrnných konglomerátov ako aj viacerými polohami sivých až sivozelených jemnozrnných kyslých metavulkanitov, ktoré vznikli pravdepodobne z popolového tufu (Sasvári et al., 1995). Tento komplex predstavuje vulkanosedimentárny flyšoidný súbor a zaraďujeme ho medzi bazálne vývoje drnavského súvrstvia gelnickej skupiny.

Od 10. obzoru nižšie v oblasti spojovacieho prekopu je komplex zastúpený sivými až sivozelenými očkovitými metavulkanitmi - hruboporfyrickými metaryolitmi (porfyroidmi), resp. ich tufmi, ktoré zaraďujeme do súvrstvia Bystrého potoka.

Štruktúrna evolúcia a deformačné udalosti

Východnú časť rožňavského rudného poľa charakterizuje regionálna kliváž, najmä SV-JZ smeru. Kremeňovo - sideritovo - sulfidické hydrotermálne rudné žily sú vyvinuté medzi foliačnými plochami tejto kliváže (S_3).

Štruktúrny vývoj Spišsko - gemerského rudohoria má polygénny charakter. Zahŕňa deformačné štádium D_1 hercýnskeho a D_2 - D_4 (D_5) alpínskeho orogénu (Sasvári, 1993).

Deformačné štádium D_1 v rozsahu žily Strieborná reprezentujú miestami zachované modifikované plochy S_1 metamorfnej kryštalizácie S_0 , ktoré predstavujú spodnokarbónskou metamorfózou zmenené plochy primárnej vrstevnatosti SS. Pretvorenie plôch SS, či S_0 , na výraznú plošne - paralelnú foliáciu - bridličnatosť S_1 , vzniklo v dôsledku látkovej heterogenity a parciálnych strižných pohybov na rozhraní litologicky odlišných hornín. Platí $SS \equiv S_0 \equiv S_1$ (Rozložník, 1976).

Deformačné štádium D_2 sa prejavuje vrásnením foliácie S_1 počas paleoalpínskej etapy presunu gemerickej jednotky v dôsledku s.-j. skrátenia kôry. Vrásky F_2 sú 1 až 100 m rádu s mierne uklonenými b_2 - osami V-Z smeru, so severovergentnými stredne uklonenými osovými rovinami.

Deformačné štádium D_3 reprezentuje ponásunové obdobie paleoalpínskeho orogénu, kde predpokladáme pokračovanie komprimácie v s.-j. smere kolízneho priestoru. Vrásové štruktúry (F_3) m, dm a cm rádu sú modifikované a viazané na prevládajúcu kliváž s mierne uklonenými až subhorizontálnymi vrásovými osami b_3 . Osové roviny koincidujú s klivážou S_3 . Kliváž S_3 vystupuje

v Spišsko - gemerskom rudohorí v smeroch SV-JZ a SZ-JV. Predpokladáme, že sú to zdedené smery anizotropie, prekopírované z podsunutých segmentov Českého masívu a Východoeurópskej platformy. Tieto vznikli pokračujúcou krustálnou kompresiou popříkrovových deformácií (Jacko a Sasvári, 1990).

Deformačné štádium D_4 zahŕňa transverzálne deformácie s b_4 osami vrás smeru SSZ-JJV až S-J a so subhorizontálnym sklonom na V a na Z.

Vek sideritovej formácie je vrchnokriedový, pretože rudné žily sú mladšie ako hlavné deformácie karbónu a permu (Rozložník, 1990).

Vývoj mineralizovaných štruktúr pravdepodobne začal už v závere deformačného štádia D_3 , pokračoval v deformačnom štádiu D_4 , až do predmineralizačného deformačného štádia D_5 (Sasvári, 1990), charakteristického plným vývojom rejuvenizovaných extenzných tektonických štruktúr, tvoriacich štruktúrnu osnovu pre následné mineralizačné periódy mezoalpínskeho, prípadne neoalpínskeho orogénu.

Obdobie vývoja mineralizovaných štruktúr D_{min} na žile Strieborná reprezentuje niekoľko navzájom späťtektonických subštádií a mineralizačných periód:

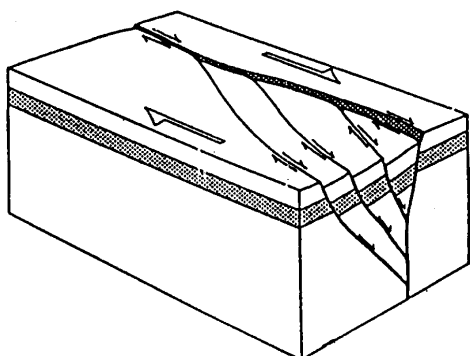
- D_{min}^1 Metasomatický siderit;
- D_{min}^2 Žilné štruktúry vyplnené kremeňom I. (Q_1);
- D_{min}^3 Budinovanie a intrafoliačné vrásnenie štruktúr s kremeňom II. (Q_2);
- D_{min}^4 Formovanie hydrotermálneho žilného sideritu I;
- D_{min}^5 Budinovanie sideritových žíl a intrafoliačné vrásnenie tenších sideritových žiliek;
- D_{min}^6 Vznik rebríkovitých žíl vyplnených kremeňom III. (Q_3) v siderite I. a budinovanie sideritovo - kremeňových žíl;
- D_{min}^7 Tektonická reaktivizácia hlavnej žily a vylučovanie kremeňa IV. (Q_4);
- D_{min}^8 Budinovanie hrubších štruktúr s kremeňovo - sideritovou výplňou;
- D_{min}^9 Otváranie subvertikálnych štruktúr, na styku sideritu I. a kremeňa III.-IV. a ich mineralizácia tetradritom, alterácia tektonicky prepracovaných zón;

D_{min}^{10} Reaktivizácia subvertikálnych štruktúr a ich mineralizácia mladším tetraeditom;
 D_{min}^{11} Rejuvenilizácia štruktúr a hypergenna alterácia.

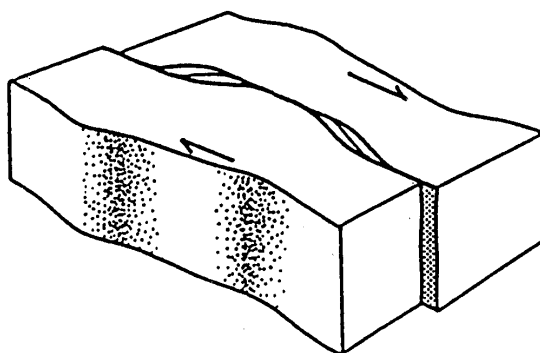
Výškové ukončenie žily Strieborná

Podľa paleonapätovej analýzy zlomov (Marko, 1994), medzi žilami Mária a Strieborná na 8. obzore, sa predpokladá uplatnenie transtenzného režimu v strižnej zóne, ktorý umožnil otváranie štruktúr SV-JZ smeru v dôsledku extenzie. Rudolokalizujúce štruktúry, boli tiež pravdepodobne generované v transtenznom režime sinistrálnej strižnej zóny.

Dôsledok transtenzie strižnej zóny v pripovrchových častiach zemskej kôry sa prejavil vo vzájomnej kombinácii horizontálnych posunov a poklesov. Morfogeneticky sa vytvorili ťahové duplexy (Woodcock a Fischer, 1986). Geometria poklesových porúch je charakterizovaná zapadaním porúch smerom dovnútra (obr.3), kde sa tieto poruchy (napr. žilný systém bane Mária) môžu zblížovať a v hĺbke vytvoriť samostatnú strižnú zónu (v tomto prípade to môže odpovedať Transgemickej strižnej zóne SZ-JV smeru).



Obr. 3. Ťahový duplex, alebo tzv. negatívna kvetinová štruktúra (Sylvester, 1988).



Obr. 4. Laterálna deformácia k zachovaniu rovinného pretvorenia pri systéme horizontálneho posunu (Woodcock a Fischer, 1986).

Rozšírenie duplexu horizontálneho posunu musí byť vyrovnané laterálnou (bočnou) deformáciou okolitej horniny (vybodovaná oblasť na obr.4), čiže voľného topografického povrchu, lebo len tak sa rovinné pretvorenie zachová v horizontálnom reze. Geometricky je to možné len kompenzáciou laterálne priliehajúceho subvertikálneho poruchového pásma (napr. žila Strieborná).

Výsledky získané vyhodnotením povrchového vrtu V-RVS-6, hlbokého 238,6 m (Mesarčík, 1994) ukazujú, že vrt prešiel kompaktnými sivozelenými metapsamitmi kremenného zloženia a sericitickými a sericiticko - kvarcitickými fylitmi až kvarcitmi v striedaní s detailne prevrásnenými sivočiernymi až čiernymi sericiticko - grafitickými fylitmi. Vrt prevrtal v hĺbkovom intervale 190,5 - 192,3 m nekompaktnú rozpadnutú mineralizovanú štruktúru. Rudná výplň je tvorená hlavne kremeňom so sporadickým podielom sideritu. Zo sulfidov je zriedkavý pyrotín, chalkopyrit a ojedinele tetraedit.

Vykliňovanie k povrchu žilnej štruktúry žily Strieborná je podľa vyššie uvedeného interpretované do intervalu 190,5 - 192,3 m vrtu, v nadmorskej výške 190 m n.m. Zistený úklon mineralizovanej štruktúry je 10-20° k JV.

Poruchy lemujúce ťahové duplexy môžu reprezentovať subparalelné žilné systémy, ktoré sú

charakterizované v pripovrchových častiach miernym a v hĺbších častiach strmším úklonom. Príčinou vrtulovitej deformácie rudných žíl môže byť vplyv pôsobenia priečnej strižnej zóny typu Rejdová, definovaný Greculom et al. (1990), SZ-JV smeru, s dextrálnym vývojom posunu.

Pri úvahe o vzniku žilných štruktúr podľa modelu ťahových duplexov, prechod strmoupadajúcej žily do mierne ukлонenej polohy znamená jej štruktúrny uzáver a ukončenie morfoštruktúrneho výškového vývoja žily.

Genéza morfoštruktúr hlavného hydrotermálneho žilného sideritu I.

Žila Strieborná bola postupne prepracovaná niekoľkými deformačnými fázami a mineralizačnými periódami, z ktorých sa identifikovalo a opísalo 11 deformačných fáz (Sasvári, Maťo a Zacharov, 1995).

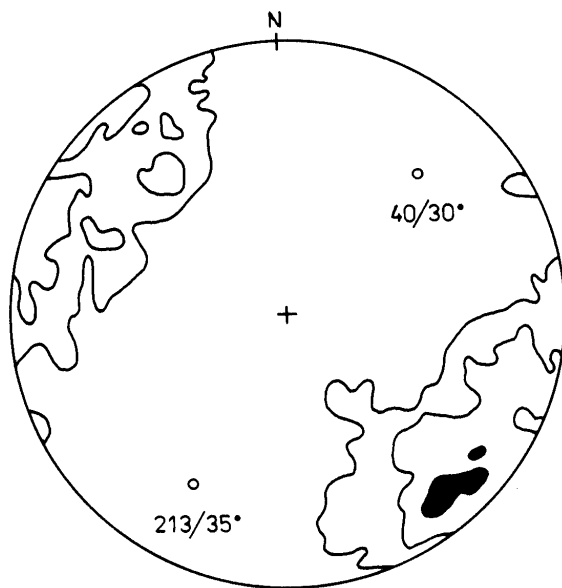
Predpokladáme, že predmineralizačná štruktúra žily Strieborná vznikla modelom ťahových duplexov. Viacnásobnú modifikáciu tejto štruktúry podporujú sukcesívne vyvinuté mineralizačné

periódy, ktoré boli viazané na intramineralizačnú tektoniku tektonických subštádií. Významným tektonickým prvkom štruktúrnej modifikácie štruktúry žily Strieborná sú zachované ostrohranné reliktové metasomatické siderity dm-m rádu (D_{\min}^1), cementované hlavným hydrotermálne žilným sideritom I. (D_{\min}^4). Modifikácia strižnej štruktúry žily Strieborná v strižnom režime je podporená aj budívaním a intrafoliačným vrásnením predsideritových mineralizovaných štruktúr, vyplnených kremeňom I. a II. ($D_{\min}^{2,3}$).

Sideritom I. mineralizované štruktúry primárne orientované do intrafoliačných plôch kliváže S_3 sa pokladajú za významné (D_{\min}^4). Štruktúra žily Strieborná mohla vzniknúť v transtenznom režime (Marko, 1994) a je súčasťou regionálnej Transgemickej strižnej zóny SZ-JV smeru. Vývoj strižného posunu tejto zóny je sinistrálny (Grecula et al., 1990).

Ohriatie prostredia fluidmi, z ktorých sa vylúčil hydrotermálny žilný siderit I. v preexistujúcom poli napätia, s vypočítaným subvertikálnym kompresným napätím σ_1 a subhorizontálnym extenzným napätím σ_3 , umožnilo vývoj harmonických, disharmonických a mullionových vrásových štruktúr (D_{\min}^5).

Mullionové vrásy sa vyvinuli na podložných a nadložných plochách hlavnej sideritovej žily. Dokumentujú rozhranie dvoch reologicky kontrastných prostredí - horniny a sideritovej žily. B-osi harmonických, disharmonických a mullionových vrás (obr.5) dokumentujú smer subhorizontálnej extenzie (σ_3) v poli napätia.

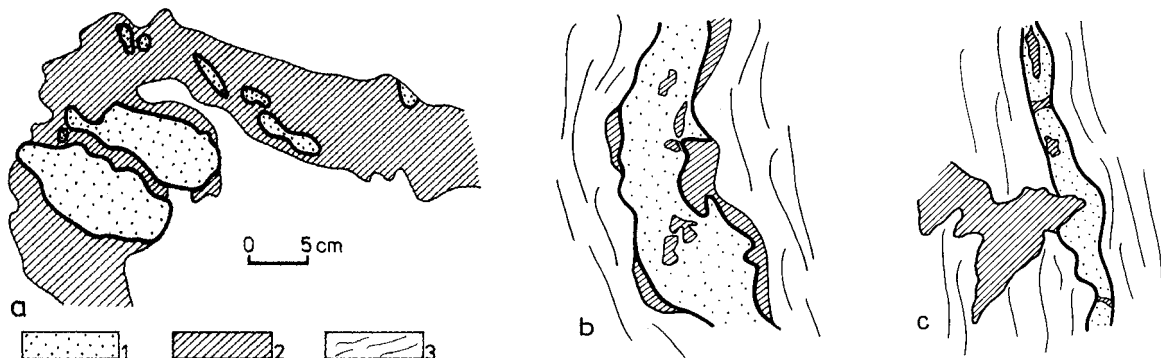


Obr. 5. Sumárny kontúrový tektonogram pólov podložných a nadložných plôch žilnej mineralizácie so sideritom I. Počet meraní 193, izolínie 1,2 - 2,8 - 6,6 %, maximum 330/75°. Kružky (213/35° a 45/30°) označujú priemerné smery sklonov b-osi harmonických, disharmonických a mullionových vrás ako aj lineácie predĺženia budínáže sideritových žíl a žiliek.

Súčasne s tvorbou b - osi vrás, v dôsledku subvertikálneho maximálneho napätia σ_1 došlo

v smere ortogonálnom k σ_1 , k budívaniu 5-20 cm hrubých intrafoliačných žíl a žiliek sideritu I., ako aj k budívaniu hlavnej žily Strieborná.

Budívanie žilného systému Strieborná nastalo pred ďalšou fázou mineralizácie, počas ktorej sa vylúčil kremeň III. a IV. Na obr.6a je možné pozorovať kremeňovú výplň v extenzných priestoroch medzi oddelenými budínami, ako aj na subfoliačných rozhraniach hornín so sideritovou žilou (obr.6b). V mnohých prípadoch je vyvinuté naložené prerastanie budívaných sideritových žiliek (obr.6c).



Obr. 6. Budinované žilky so sideritom I., neskôr vyplnené kremeňom III. a IV. 1-siderit, 2-kremeň, 3-foliačné plochy S_3 . a- pozdĺžny rez žilou subparalelnou s foliačnými plochami, b,c-priečné rezy budinovanými sideritovo - kremeňovými žilami.

Budináž sideritovej mineralizácie žily Strieborná (ale aj okolitých žíl rudného poľa) je veľmi významným fenoménom, pretože umožnil vytvoriť celožiskové mega-budiny. Hlavná os predĺženia asymetrických budín odpovedá priemerným smerom sklonov b-osí harmonických, disharmonických a mullionových vrás, ako aj lineácii predĺženia budináže drobnejších sideritových žíl a žiliek (obr. 5).

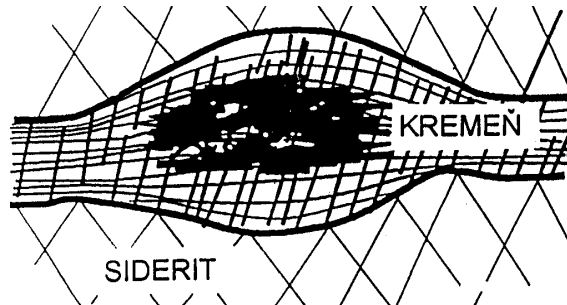
Morfoštruktúrnou analýzou asymetrických budín metrového rádu sa zistilo, že v dôsledku dynamiky strižnej zóny sa vytvorili v ich strednej časti extenzné štruktúry, vhodné pre formovanie nasledujúcej mineralizácie kremeňovo ($D_{\min}^{6,7}$) - sulfidickej ($D_{\min}^{9,10}$), s významným striebromnosným tetraedritom.

Obsadzovanie morfoštruktúrnych foriem tetraedritovou mineralizáciou

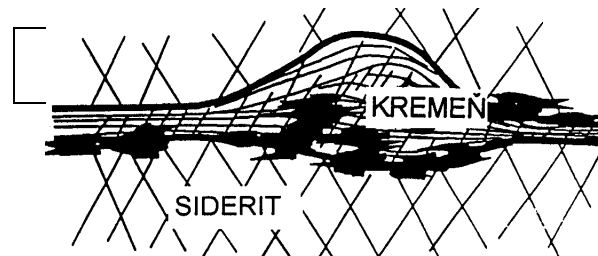
Zastúpenie jednotlivých minerálov a ich distribúciu v žile Strieborná determinujú formy výskytu tetraedritovej mineralizácie (Maťo, 1994).

V kremeňovo - sideritovej žile Strieborná sa rozlíšili viaceré textúry sulfidického zrudnenia a formy výskytu - koncentrácie zrudnenia. Rozhodujúcich je 5 hlavných foriem výskytov zrudnenia na žile Strieborná:

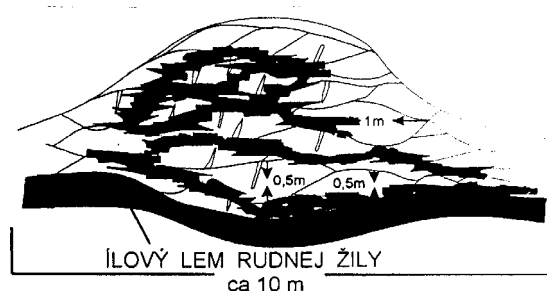
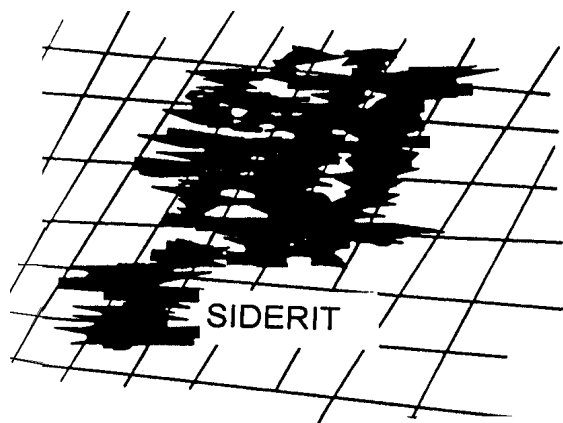
- 1./ v rôzne hrubých asymetrických kremenných budinách v siderite s variabilným a lokálne zvýšeným obsahom zrudnenia (obr.7A),
- 2./ na kontaktoch kremenných žíl so sideritom, tiež lokálne so zvýšeným obsahom zrudnenia (obr.7B),
- 3./ priamo v stredne- až hrubozrnitom siderite s veľkými rozdielmi v distribúcii a obsahoch zrudnenia (obr.7C),
- 4./ na kontaktoch „mikro“ asymetrických sideritových budín v sideritovej "mega" šošovke - budinovanej žily Strieborná s vysokým obsahom zrudnenia (obr.7D),
- 5./ v systéme a okolí reaktivizovaných subvertikálnych zlomov s vysokými koncentraciami zrudnenia (obr.7E).



Obr. 7A. Formy výskytu tetraedritu v asymetrických kremenných budinách v sideritovej žile so šošovkovitou stavbou.



Obr. 7B. Kremeňová žila s prechodom do asymetrických budín v siderite, kde sa tetraedrit koncentruje na kontakte kremeňa a sideritu.



Obr. 7C. Časť žily vyplnenej hrubokryštalickým sideritom s tetraedritom. Tetraedrit sa koncentruje v interstíciách žíl a na plochách klencov sideritu.



Obr. 7D. Asymetrická sideritová „mega“-budina niekoľko metrového rádu, zložená z niekoľkých menších cca 1x0,5 m veľkých sideritových asymetrických budín, na kontaktoch ktorých sa vo zvýšených obsahoch koncentruje tetraedrit s vyšším podielom arzenopyritu, chalkopyritu, markazitu, sulfosolí Pb-Sb-Bi a pyritu.

Obr. 7E. Náčrt subvertikálnych zlomových systémov so sideritovou mineralizáciou. Vo vnútri zlomov sú drobné kremenné a sideritové fragmenty, žilná výplň v týchto častiach má brekcióvu textúru. V okolí subvertikálnych zlomov sú zvyčajne akumulácie tetraedritu veľké až 1x1 m. Sú to najbohatšie úseky žily Strieborná a sú vyvinuté na všetkých sledovaných obzoroch.

V rozsahu 8. až 13. obzoru žily Strieborná sa od 10. obzoru prvá (1.) a druhá (2.) forma koncentrácie zrudnenia vyskytuje v nižšom podiele v porovnaní s (3.) až (5.). Štvrtá (4.) a piata (5.) forma sú pomerne časté, dominuje však forma (3.). Vyplýva to z celkovo nižšieho podielu kremeňa

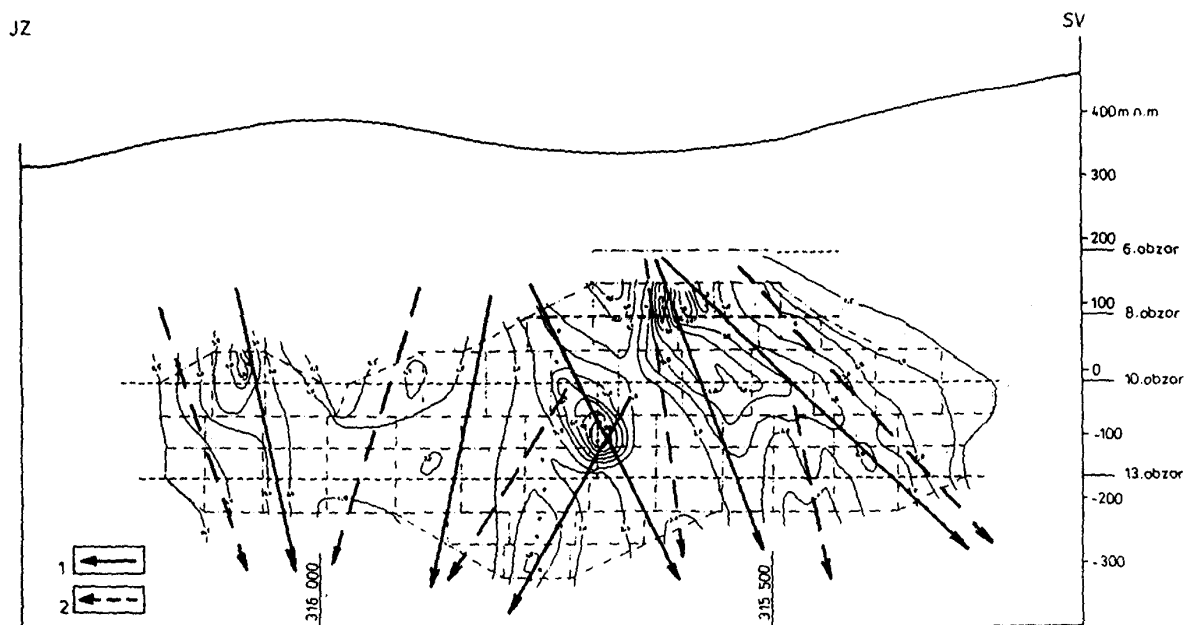
v kremeňovo - sideritovej žile so zrudnením, ktoré smerom do hlbších úrovní žily relatívne ubúda.

S tým do istej miery súvisia aj čiastočné zmeny v charaktere zrudnenia vo vertikálnom intervale a hlavne v smernom priebehu žily Strieborná.

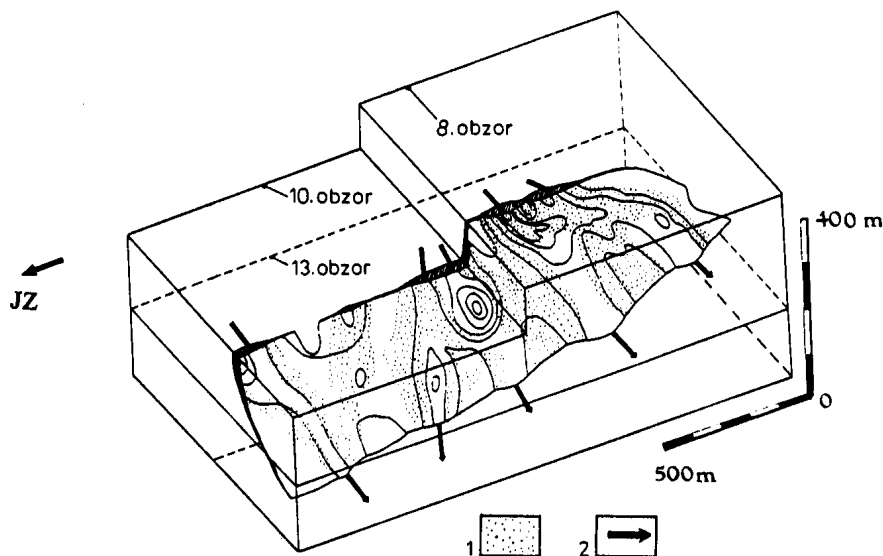
Vzťah priestorovej distribúcie rudnej výplne k modelu ťahových duplexov

Priestorová distribúcia základnej charakteristiky rudnej výplne - mocnosti ložiska (obr.8a), svedčí o vytváraní asymetrických morfológických rudných stĺpov. Ložisko reprezentujú vertikálne predĺžené útvary so šošovkovitým vývojom v intervale hrúbky žily v horizontálnom reze (obr.8b). Tieto sú v ploche žily navzájom prepojené úsekmi menších mocností. V celom overenom telese Striebornej žily je možné vyčleniť aspoň 5 morfológicky výraznejších rudných stĺpov (sideritových budín veľkosti ložiska), ktorých osi predĺženia sú navzájom vejárovite orientované v ploche žily.

Morfológické rudné stĺpy zároveň reprezentujú priestorovú distribúciu množstva sideritu, ako kvantitatívne dominantného minerálu rudnej výplne.



Obr. 8a. Izolínie mocností sideritovej mineralizácie (podľa Mesarčíka, 1991) zo žily Strieborná. 1-os predĺženia asymetrickej budiny veľkosti ložiska, reprezentujúca najväčšiu mocnosť sideritovej žily, 2-os zóny maximálnej koncentrácie Ag, Cu, Sb mineralizácie.



Obr. 8b. Axonometrický pohľad na žilu Strieborná, s vyznačením zón nabohatenia Ag, Cu, Sb mineralizácie (1) a priebehom osí predĺženia asymetrických budín sideritovej žily veľkosti ložiska (2).

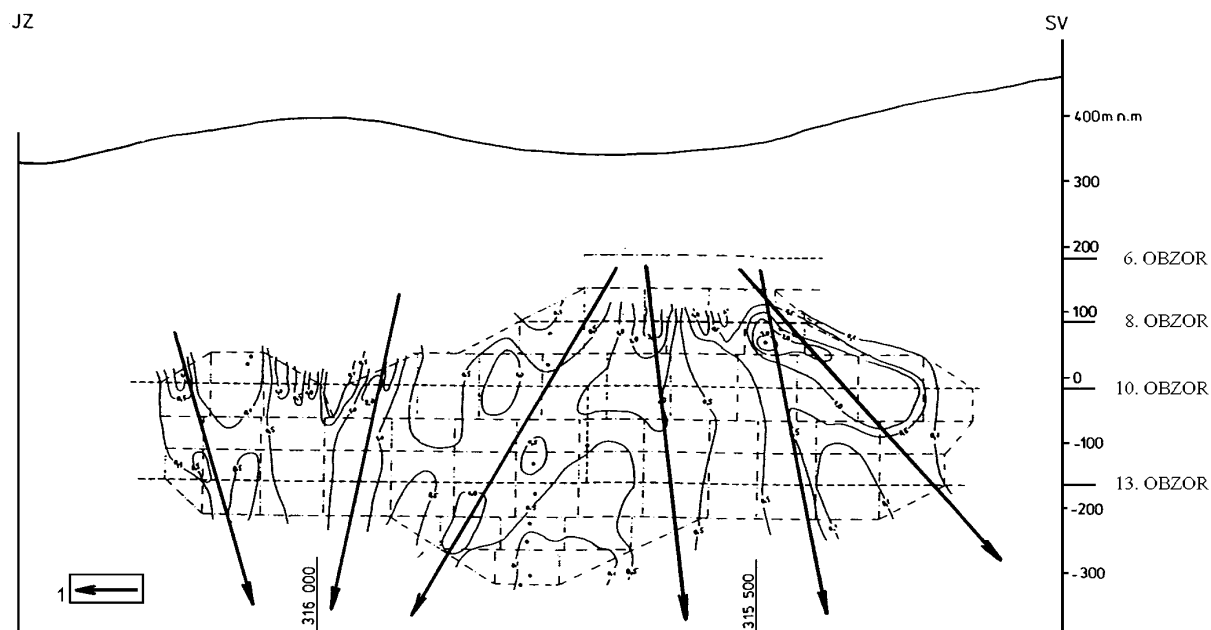
Na obr. 9 a, b, c sú znázornené mapy izolínií obsahov Sb, Cu a Ag. Pri všetkých troch zložkách je zrejma koncentrácia do viacerých rudných stĺpcov (značka „1“) so zvýšenými obsahmi a analogickým vývojom. Obohatené zóny zložiek Sb, Cu a Ag majú pretiahly tvar, pričom ich osi predĺženia majú u všetkých troch prvkov identický priebeh.

V porovnaní s distribúciou mocnosti ložiska sú nápadné dva rozdiely:

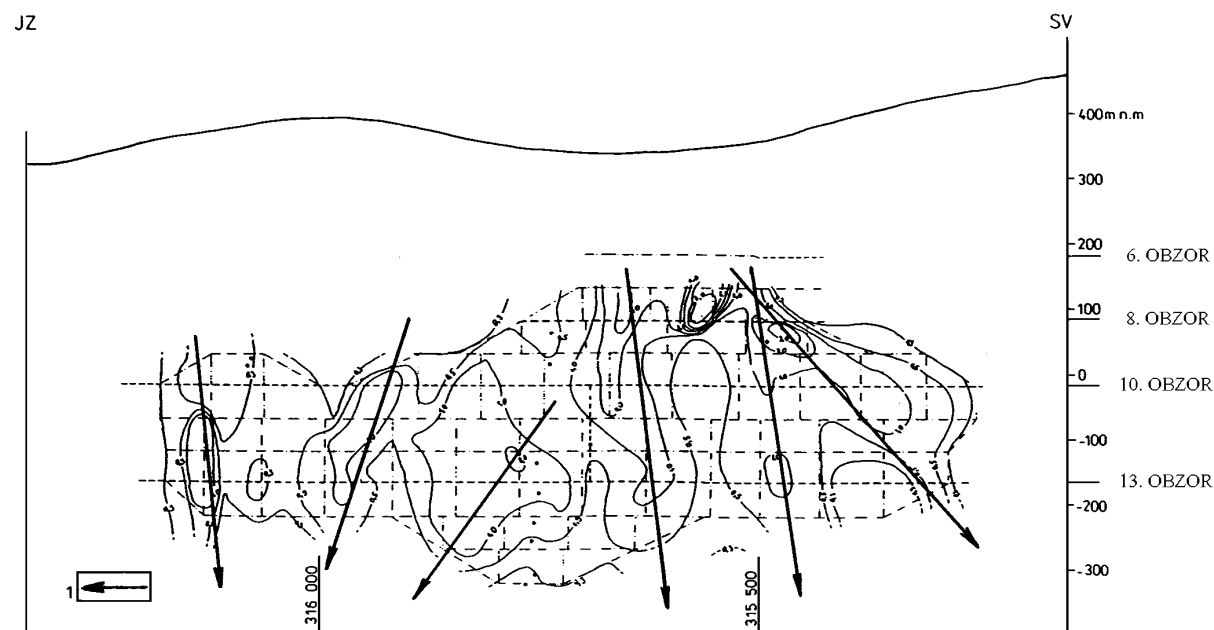
a/ Priebehy zón nabohatenia väčšinou nemôžeme stotožniť s priebehom morfológických rudných stĺpcov. Zóny zvýšených obsahov tetraedritových prvkov vertikálne lemujú stĺpy väčších mocností. Platí tiež, že miesta najväčších mocností (s výnimkou oblasti nad 8. obzorom) sú najchudobnejšie na tetraedritové prvky.

Predpokladáme preto, že pri otváraní a reaktivácií subvertikálnych štruktúr (Sasvári et al., 1995) v deformačných štádiách $D_{min}^{9,10}$, došlo k prednostnému krehkému porušeniu vyťahnutých a zúžených častí asymetrických budín sideritovej žily veľkosti ložiska. Vytvorili sa regionálne štruktúry, vhodné pre sulfidickú mineralizáciu.

b/ Osi morfologických stípkov nie sú totožné s osami zón nabohatenia tetraedritu, ale sa navzájom striedajú pričom ich priebehy tvoria vejárovité usporiadanie tak, že v centrálnej časti Striebornej žily je uzáver vejáru orientovaný smerom nadol.

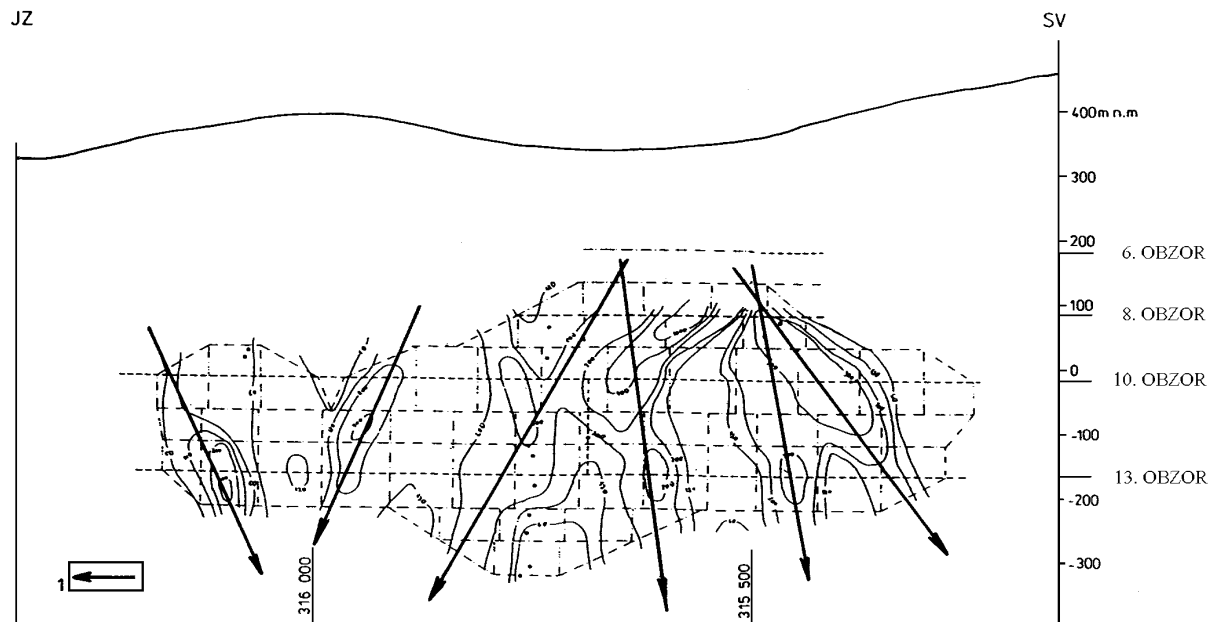


Obr. 9a. Izolínie distribúcie Sb na žile Strieborná (podľa Mesarčíka, 1991). 1-os rudných stípkov.



Obr. 9b. Izolínie distribúcie Cu na žile Strieborná (podľa Mesarčíka, 1991). 1-os rudných stípkov.

Vnútri tetraedritových zón nabohatenia je zrejme vertikálne ubúdanie Cu a Ag zložky s hĺbkou. Tam, kde sa osi zóny nabohatenia zbiehajú (úroveň medzi 9. a 7. obzorom), vzniká takmer súvislý pás neobyčajne bohatý na sulfidickú mineralizáciu ($700 - 1\,300 \text{ g.t}^{-1} \text{ Ag}$), pričom vplyv tejto zóny je preukázaný aj mimo žily Strieborná v horninovom prostredí spojovacích prekopov medzi jamou Mária a Striebornou žilou. Kondela (1996) overil na 8. obzore distribúciu Ag v horninách v rozpätí $2 - 4,3 \text{ g.t}^{-1}$, čo približne 50 násobne prekračuje klarkové hodnoty ($0,2 \text{ g Ag}$). Na 9. obzore je striebro distribuované v horninách v rozsahu $0,6 - 2,8 \text{ g.t}^{-1} \text{ Ag}$.



Obr.9c. Izolínie distribúcie Ag na žile Strieborná (podľa Mesarčíka, 1991). 1-os rudných stĺpov.

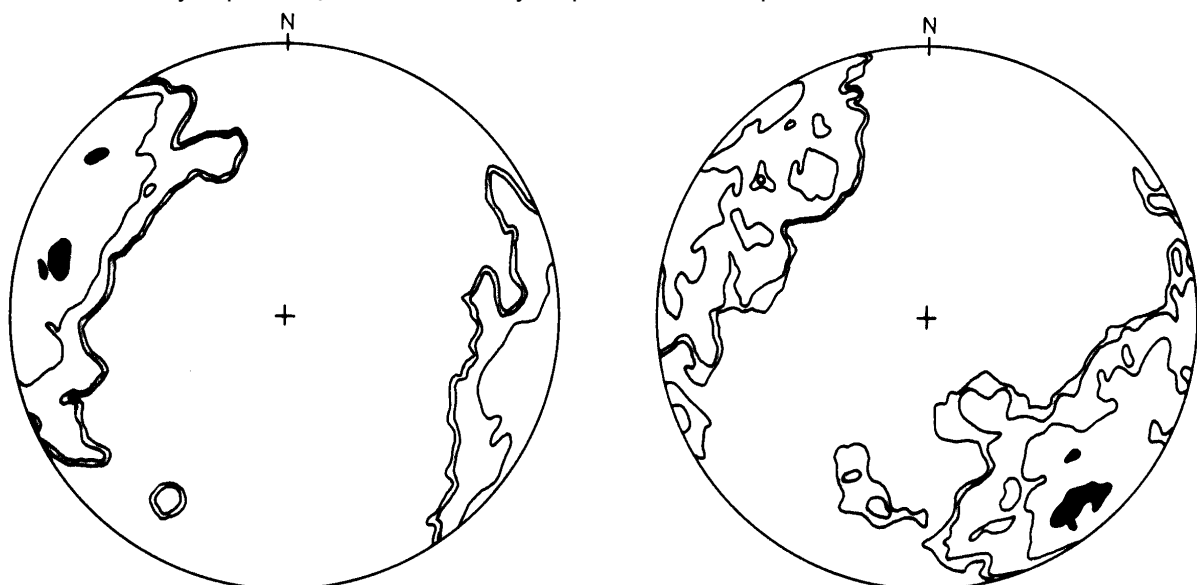
Priestorová distribúcia tak moci ako aj nabohatených sulfidických zón, svedčí o rozčlení na pohľad jednotného telesa žily do rudných stĺpov ložiskových rozmerov, prepojených menej intenzívne zrudnenými asymetrickými budinami. Smerom do hĺbky a v JZ krídle aj smerom k povrchu

v doposiaľ nepreskúmaných častiach, môže Strieborná žila nadobudnúť analogický vývoj ako systém Mária - Mayer, ktorej pripovrchové časti boli tiež bohaté na striebornosý tetradrit (zmienky o striebornom baníctve v historických prameňoch).

Trendy vývoja morfológických rudných stĺpov i nabohatených zón sú dôležitým vyhľadávacím ložiskovým kritériom a umožňujú prognózovanie neznámych častí ložiska.

Priestorové vzťahy kliváže S_3 , žily Strieborná a hlavných puklinových a zlomových systémov

Kliváž S_3 je charakterizovaná subparalelnou foliáciou, ktorá je najhustejšia v pelitických fylitoch (mm - cm listricke plochy) a menej hustá v kvarcitoch a porfyroidoch (cm - dm rád). Skutočná hustota foliačných plôch S_3 závisí od lokálnych podmienok kompetencie hornín.



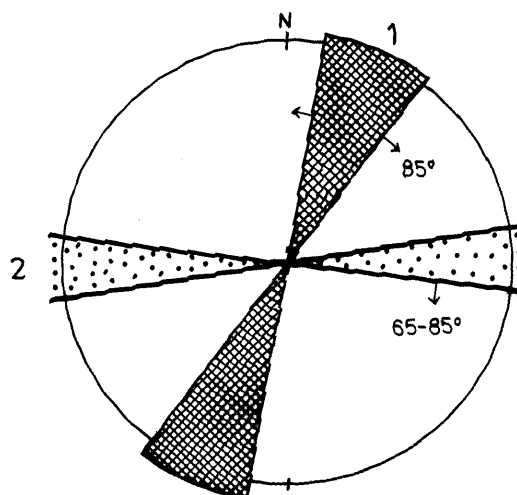
Obr. 10. Kliváž S_3 je zastúpená na všetkých horizontoch žily Strieborná. Pólový kontúrový tektonogram ukazuje

SSV-JJZ smer kliváže so strmým, 69° úklonom. Počet meraní 343, izolínie 2,7-8,4-10 %, maximum $105/69^\circ$.

Obr. 11. Pólový tektonogram nadložných a podložných plôch žily Strieborná. Počet meraní 193, izolínie 1,2-2,8-

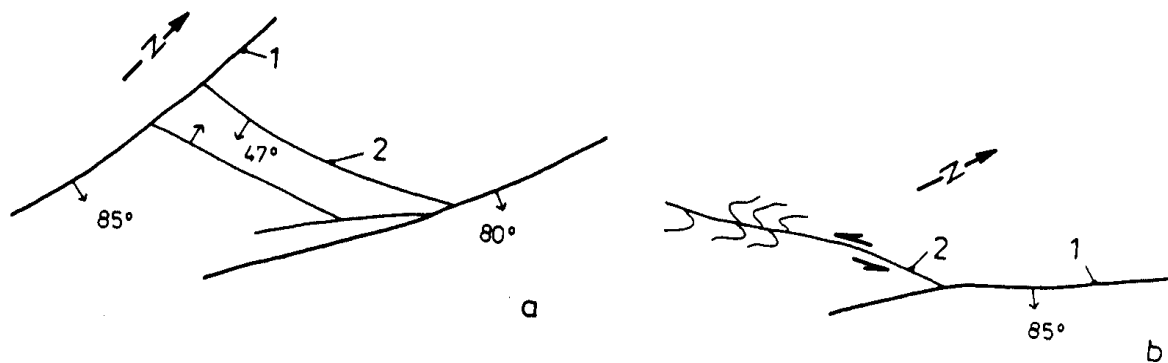
6,3-8 %, maximum 330/75°.

Zistilo sa, že žila Strieborná je subparalelná s foliačnými plochami S_3 . Distribúcia štruktúrnych prvkov foliácie S_3 (obr.10) a nadložných, či podložných plôch žily Strieborná (obr.11) ukazuje, že obe plochy majú široký rozptyl čo do smeru, menej do úklonu. Zdôvodňujeme to veľmi zložitým priestorovým priebehom foliácie S_3 a žily Strieborná, medzi 8. a 13. obzorom. Koincidencia ich pólových kontúrových tektonogramov potvrdzuje vrtulovitý priebeh týchto plôch.

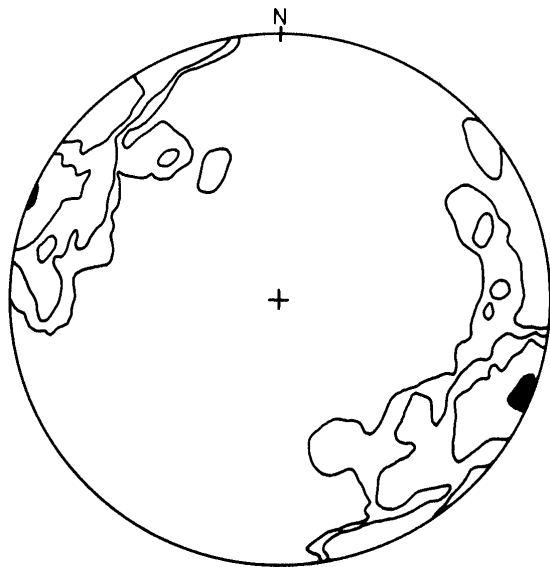


Obr. 12. Azimut rozptylu diagonálnych porúch (1) na žile Strieborná a k nim druhotných porúch (2).

Staršie, významnejšie poruchy sú diagonálne k žile Strieborná. Mnohokrát porušujú, aj posúvajú túto žilu. Obr. č.12 ukazuje azimut rozptylu týchto porúch, označený číslom „1“. V dôsledku relatívneho posunu pozdĺž SSV-JJZ porúch (1) vznikali druhotné pukliny a poruchy, označené číslom „2“. Tieto poruchy zastupujú tak extenzné (obr.13a), ako aj kompresné (obr.13b) štruktúry.



Obr. 13a,b. Relatívny vzťah porúch (1) k poruchám (2).



Obr. 14. Sumárny pólový tectonogram alterovaných (zailovaných) porúch. Hlavný smer orientácie je SSV-JJZ, a sú vo väčšine prípadov subparalelné so žilou Strieborná. Počet meraní 81, izolínie 2,2-5,0-11,2-14 %, maximum 295/84°.

Najmladšie a regionálne významné poruchy sú široké od cm do m mocnosti (obr.14). Vyplnené sú hypogénnym ílovitým materiálom svetlej farby. Ich pohyb na základe indikátorov - ryhovania je tak subhorizontálny ako aj subvertikálny.

Dĺžka týchto porúch je od niekoľko metrov až do niekoľko desiatok metrov.

Záver

Výsledky štúdia vzniku mineralizačných štruktúr bane Mária v Rožňave, hlavne však uplatnenie modelu ťahových duplexov a jeho konfrontácie so znalosťami o obsadzovaní morfoštruktúrnych foriem tetraedritovou mineralizáciou a distribúcií ložiskových charakteristík na Striebornej žile, majú praktické využitie pri pripravovanom začatí ťažby a spracovania komplexných Fe, Cu, Ag rúd žily Strieborná štátnym podnikom Želba Spišská Nová Ves v roku 1996.

1. Z modelu ťahových duplexov je možné odvodiť ukončenie morfoštruktúrneho výskového vývoja žily Strieborná v jej centrálnej časti, lokalizovanej pod mestom Rožňava. Možné je predpokladať prechod strmo upadajúcej žily do mierneho úklonu, čo znamená jej štruktúrny uzáver a vyznievanie ťažiteľných častí ložiska pre malé úklony a dezintegráciu ložiska.

2. Členenie žily Strieborná do budín veľkosti ložiska s definovateľnými zónami nabohatenia úžitkových prvkov viazaných na tetraedrit, umožní budúcu orientáciu ťažby, ktorá vzhľadom na ekonomické podmienky nadobudne zrejme selektívny charakter. Nabohatená zóna nad 8. obzorom s výskytom vysokých koncentrácií Ag, uľahčí prekonanie počiatkových problémov s financovaním začiatku ťažby na predpokladaných 110 kt.rok⁻¹ a dobudovanie definitívnej technológie úpravy hydrometalurgickou finalizáciou tetraedritových koncentrátov v roku 1998.

Z priestorovej distribúcie úžitkových zložiek sa dá odvodiť orientácia ťažobných postupov - zakladanie porubov pri voľbe optimálneho spôsobu vyťaženia ložiska.

3. Z trendov vývoja distribúcie Ag a Cu zložky, ale aj mocností v ploche Striebornej žily vyplývajú možnosti overenia ďalších, priemyselne využiteľných zásob. Strieborná žila ako štruktúra nevychádzajúca na povrch nemá overený hĺbkový dosah. Získané poznatky ako vyhľadávacie ložiskové kritériá umožnia ďalšiu orientáciu geologickoprieskumných prác.

4. Z aplikácie teórie strižných zón vyplýva možnosť vyhľadať a overiť vo východnej časti rožňavského rudného poľa ďalšie mineralizované štruktúry analogického štruktúrneho charakteru a mineralizácie, ako je žila Strieborná.

Literatúra

Grečula, P., Návesňák, D., Bartalský, B., Gazdačko, L., Németh, Z., Ištván, J., Vrbatovič, P.: Shear zones and ore structures of Gemericum. The Western Carpathians. *Mineralia slov.*, 22, Bratislava 1990, s. 97-110.

Grečula, P., Bartalský, B., Radvanec, M.: Rožňava ore vein deposit. *Vol. of abstract, Int. conf. Variscan metallogeny in the Alpine orogenic belt. Stará Lesná 1994, pp. 93-98.*

- Jacko,S. and Sasvári,T.: Some remarks to an emplacement mechanism of the West Carpathian paleo-alpine Nappes. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 41,3, Bratislava 1990, pp. 179-197.
- Kondela,J.: Zhodnotenie výsledkov doterajšieho geochemického výskumu žily Strieborná v rožňavskom rudnom poli. *Manuskript - KGaM, F BERG TU, Košice 1996, 6 s.*
- Marko,F.: Dokumentácia a analýza štruktúrneho inventára v prekope (P-10) zo slednej chodby žily Mária na žilu Strieborná na úrovni 8. obzoru. (*Záverečná správa*). *Manuskript - Geoprieskum, Rožňava 1994, 33 s.*
- Maťo,L.: Mineralogy of the Strieborná vein, Mária mine, Rožňava. *Manuskript - SAMAX, London 1994, pp.56.*
- Mesarčík,I., Jeleň,M., Bachňák,M., Švantnerová,E., Zatroch,P., Leška,S., Hajči,T., Palčo,A., Tuček,L., Košuth,M., Ujpál,Z., Marko,F. a Stupák,J.: Záverečná správa s výpočtom zásob Rožňava - Strieborná žila, VP. *Manuskript - Geol. prieskum, š.p., Spišská Nová Ves, Geologická oblasť Rožňava 1991, 133 s.*
- Mesarčík,I.: Čiastková správa s operatívnym výpočtom zásob. *Rožňava - Strieborná žila II. Manuskript - Geoenvex, s.r.o., Rožňava 1994, 25 s.*
- Rozložník,L.: Vzťah metalogenézy sideritovej formácie k tektogenéze v Spišsko - gemerskom rudohorí a jej postavenie v rámci alpíd. *Dokt.diz.práca - archív KGaM, Fakulta BERG TU, Košice 1976, 301 s.*
- Sasvári,T.: Kinematika vývoja žilných štruktúr severovýchodnej časti Spišsko - gemerského rudohoria. *Mineralia slov.*, 22, Bratislava 1990, s. 131-138.
- Sasvári,T.: Štruktúrno - ložiskové väzby s. a sv. časti Spišsko - gemerského rudohoria. *Mineralia slov.*, 25, Bratislava 1993, s. 375-378.
- Sasvári,T., Maťo,L., Zacharov,M.: Štruktúrna, mineralogická a litostratigrafická charakteristika striebornej žily v rožňavskom rudnom poli. *Mineralia slov.*, 27, Bratislava 1995, s. 412-426.
- Slavkovský,J.: Štruktúrna analýza rožňavského rudného rajónu. *Mineralia slov.*, 10, 1978, s. 505-526.
- Sylvester,A.G.: Strike - slip faults. *Geol.Soc.Am.Bull.*, V.100, 1988, pp. 1666-1703.
- Woodcock,N.H. and Fischer,M.: Strike - slip duplexes. *J.Struct.Geol.*, V.8, 1986, pp. 725-735.