

Geochemická zonálnosť ložiska Zlatá Baňa

PAVOL RYBÁR*, RUDOLF ĎUĎA**

* Katedra dobývania ložísk BF VŠT, Park Komenského 19, 043 84 Košice

** Geologický prieskum, 040 51 Košice

(12 obr. v texte)

Doručené 28. 9. 1979

Геохимическая зональность на месторождении Злата Баня

Геохимическую и минералогическую зональность приводим на основании результатов полученных из образцов скважины KCB-15, которая достигла глубину 1513,1 м.

Из керна было взяты 303 геохимических образцов. Каждый образец репрезентирует 5 м. интервал. В образцах следовались элементы: медь, свинец, цинк, кадмий, никель, кобальт, молибден, олово, ртуть, серебро, сурьма, висмут, золото, мышьяк и барий. Результаты спектрального анализа были квантифицированные на гр/т.

Отдельные геохимические расчёты определяющие корреляцию между элементами и вертикальную зональность были сопоставлены с минералогическими результатами.

Geochemical zonality on the Zlatá Baňa base-metal deposit (Slanské vrchy Mts., Eastern Slovakia)

The geochemical zonality has been investigated using results from the KSV-15 deep borehole. In a total amount of 303 samples representing 5 m intervals, the content of Cu, Pb, Zn, Cd, Ni, Co, Mo, Sn, Hg, Ag, Sb, Bi, Au, As and Ba has been determined. By the means of mathematical processing and evaluation, correlations between single elements and a distinct vertical zonality have been ascertained. Mineralogical data were used to explain the geochemical zonality.

Na zistenie vertikálnej distribúcie prvkov ložiska Zlatá Baňa sme použili výsledky z vrtu KSV-15

s celkovou hĺbkou 1513,1 m. Cieľom vrtu bolo zistiť hĺbkové pokračovanie sulfidickej mineralizácie, ktorú

prvýkrát objavil vrt KSV-1 a KSV-2.

Vrtom KSV-15 sme zistili niekoľko odlišných horninových komplexov, ktoré M. Kaličiak (1980) zaradil do dvoch štruktúrnych etáží.

Spodnú štruktúrnu etáž tvorí komplex sedimentárnych hornín a ryolitových vulkanoklastík, vrchnú produkty intermediárneho andezitového vulkanizmu a komagmatický intruzívny komplex dioritových porfyrítov vo forme dajok. Geologickú pozíciu oboch štruktúrnych etáží znázorňuje obr. 9.

Vo vrte sme zistili niekoľko typov polymetalickej mineralizácie.

V hĺbke 190—225 m, 336—350 m a 395—430 m vystupuje polymetalické zrudnenie brekciovitého typu, ktorého rudolokalizujúcim prostredím sú explozívne vulkanické brekcie z úlomkov andezitov, ryolitov a čiernych ílovitých bridlíc. Brekcie boli vhodným litologickým prostredím na akumuláciu sulfidov. Najväčšie koncentrácie zrudnenia sú okolo dajok dioritového porfyritu. Mineralizácia tvorí tmel týchto brekcií a v prevažnej miere ju zastupuje hnedý až tmavohnedý sfalerit s množstvom odmiešanií chalkopyritu. V podradnejšom množstve sa na zrudnení zúčastňuje galenit. Pyrit je vo forme jemnokryštalických agregátov a intenzívne ho zatláčajú mladšie sulfidy. Chalkopyrit sa vyskytuje iba v akcesorickom množstve. V nepatrnej miere, prevažne iba v mikroskopickej forme sa zistil aj tetraedrit, bournonit, py-

rotín, teluridy Ag, antimonit a nepatrne aj Pb—Sb-sulfosoli. Asociáciu z nerudných minerálov doplnia kremeň, manganokalcit, baryt a kalcit.

V hĺbke 520—630 m bol v intruzívnom komplexe navrátny iný typ polymetalického zrudnenia — žilnikovo-impregnačný, ktorý sa od predchádzajúceho odlišuje aj mineralogicky. Drobné žilky tvorí kalcit s kryštalickými agregátmi sfaleritu a galenitu. Obidva minerály sprevádza pyrit a chalkopyrit, ktoré tvoria výplň intergranulárnych priestorov horninotvorných minerálov, resp. intenzívne zatláčajú tmavé porfyrické výrastlice v dioritových porfyritoch v sprievode epidotizácie, chloritizácie a Fe-oxidov.

V hĺbke 1000—1200 m sa zistila Cu—Mo-mineralizácia. Rudolokalizujúcim prostredím tohto typu sú dajky dioritového porfyritu a ryolitové vulkanoklastiká. Mineralizácia má nepravidelný žilnikovo-impregnačný charakter a ojedinelé nahromadeniny (žilami) masívnych liatych Cu-rúd. Žilky sú z karbonátov a kremeňa v asociácii s arzenopyritom, pyritom a molybdenitom. Pyrit a arzenopyrit tvoria spolu s chalkopyritom nepravidelnú, v masívnych polohách Cu-rúd pravidelnú impregnáciu hornín. V masívnych polohách Cu-rúd bol ako podstatný minerál zistený chalkopyrit intenzívne zatláčajúci pyrotín. V chalkopyrite sú časté mikroskopické inklúzie stanínu, bornitu a kubanitu. Veľmi vzácné

sú zrnká rýdzeho zlata v pyrite.

V hĺbke 1072,5—1074 m je v ryolitových vulkanoklastikách v blízkosti dajky dioritového porfyritu skarnové zrudnenie charakteru masivných rúd a tvorí ho zmes magnetitu s aktinolitom, diopsidom, Fe-chloritom, vzácné granátom, epidotom a zirkónom. Pretína ho sieť žiliek pyritovo-pyrotínovo-chalkopyritového zloženia s nepatrným množstvom sfaleritu.

V hĺbke 1491—1513 m je znovu polymetalické zrudnenie v žilnikovej forme. Rudolokalizujúcim prostredím sú ryolitové pyroklastiká. Mineralizácia je z impregnácií a žiliek pyritu, pyrotínu, sfaleritu a chalkopyritu. Vzácné sa našli zrnká bornitu. Sprevádza ich výraznejšia turmalinizácia. V hĺbke 1513 m bola navrtaná polymetalická žila z pyritu, chalkopyritu, galenitu a sfaleritu. Zo žilných minerálov ich sprevádzajú karbonáty a kremeň. Akcesoricky sa v pyrite zistili relikty pyrotínu. Vzácné sa vyskytuje arzenopyrit, violarit, kubanit a zrnká Bi-minerálov.

Vzorkovanie a analytické podmienky

Z vrtného jadra vrtu KSV-15 sa odobralo 303 litogeochemických vzoriek otlčením z 5 m úsekov. Sledované prvky Cu, Pb, Zn, Cd, Ni, Co, Mo, Sn, Hg, Ag, Sb, Bi, Au, As a Ba sa analyzovali spektrálne

v Laboratórnom stredisku Geologického prieskumu v Spišskej Novej Vsi. Výsledky analýz sa kvantifikovali v g/t.

Histogram distribúcie prvkov

Väzbu sledovaných prvkov na prítomné litologické typy hornín zohľadňuje histogram distribúcie prvkov (obr. 1). Vychodí z neho, že sa na andezitový komplex viažu prvky Sb, Pb, Zn, Cd, Bi a menej výrazne Ag, Au, As a Hg. Na ryolitový komplex sa viaže hlavne Ba a čiastočne Mo, Bi, As a Hg. Na sedimenty sa viažu prvky Sn, Ni a Mo. V sedimentoch úplne chýba Hg a Bi.

Na dioritový porfyrit sa veľmi sporadicky viaže Cu, ale o medi a o kobalte sa dá konštatovať, že sú rovnomerne rozptýlené vo všetkých litologických typoch hornín.

Korelačná analýza

Koeficienty korelácie medzi sledovanými prvkami sa počítali vo Výpočtovom stredisku VŠT v Košiciach pomocou programu kor00 na počítači M 6000.

Celý vrt KSV-15 sme rozdelili do siedmich súborov a v nich sme sledovali koeficienty korelácie osobitne podľa narastania metráže vo vrte.

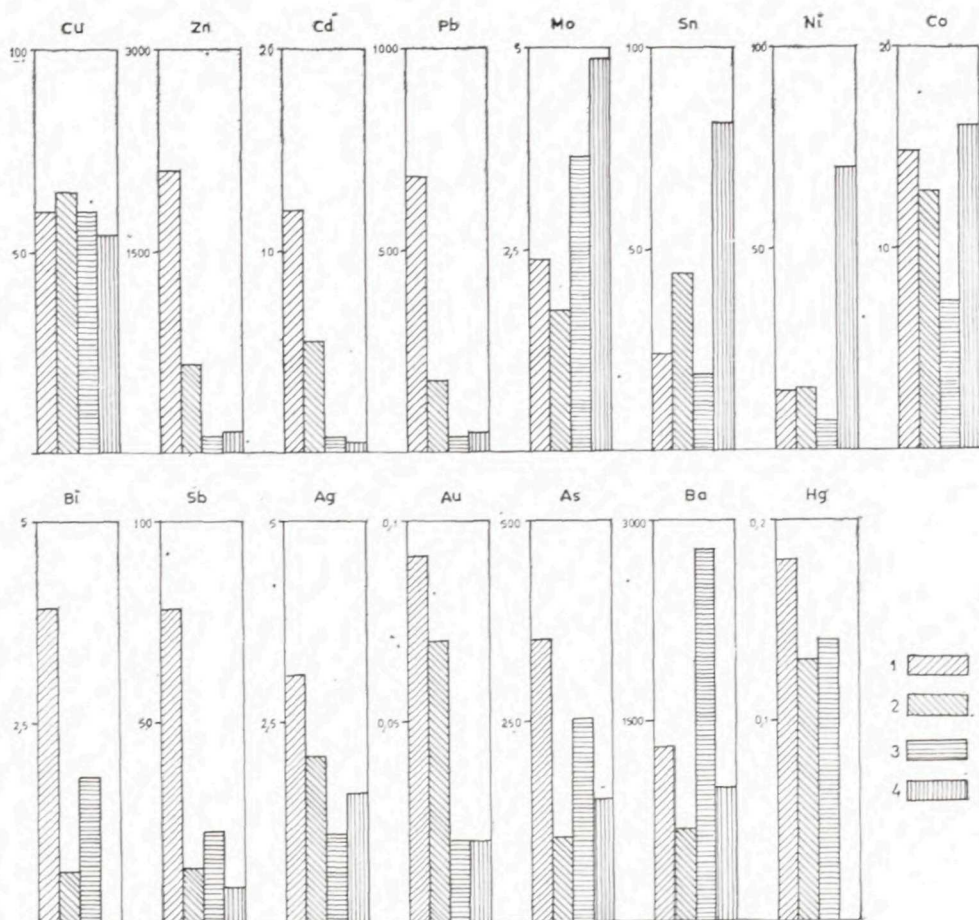
Súbory predstavujú túto metráž (v zátvorke za metrážou sa uvádza počet vzoriek odobratý a zhodnotený z tejto metráže):

0—200 m (40 vz.), 200—400 m (40 vz.), 400—600 m (40 vz.), 600 až 800 m (40 vz.), 800—1000 m (40 vz.), 1000—1250 m (50 vz.) a 1250—1513

metrov (52 vz.).

Pokúsime sa podrobne vysvetliť vzájomnú spätosť prvkov zistenú geochemickými prepočtami pomocou mineralogických faktov.

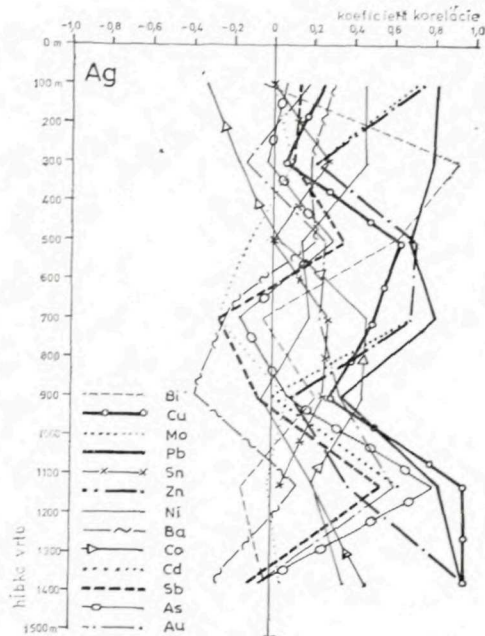
Striebro má stále vysoký koeficient korelácie s Pb (obr. 2). Vzájomná väzba Ag—Pb odráža zvý-



Obr. 1. Histogram distribúcie prvkov v závislosti od litologických typov hornín vo vrte KSV-15. Vysvetlivky: 1 — pyroxenické andezity, 2 — diorit-porfýry, 3 — ryolitové vulkanoklastické horniny, 4 — sedimenty

Fig. 1. Distribution graph of elements investigated depending on the ascertained rock type in the KSV-15 borehole. Explanations: 1 — pyroxene andesite, 2 — diorite porphyrite, 3 — volcanoclastics of rhyolite composition, 4 — sediment.

šený obsah Ag v galenite a v neposlednom rade aj pomerne bežné mikroinklúzie Ag-sulfosolí a Ag-teluridov v galenite a pyrite.



Obr. 2. Koeficienty korelácie Ag vo vrte KSV-15

Fig. 2. Correlation coefficients of Ag in samples from the KSV-15 borehole

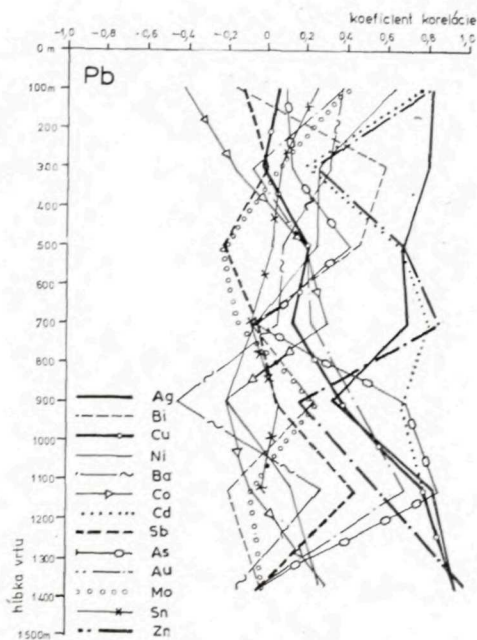
Smerom do hĺbky rastie koeficient korelácie Ag—Cu, čo je odrazom častejšej prítomnosti tetraeditovo-tennantitového radu v strednej hĺbke ložiska.

Koeficient korelácie Ag—Bi smerom do hĺbky klesá. Je to v prítomnosti mikroinklúzií Ag a Bi minerálov v galenite a pyrite a v neposlednom rade aj v samotnom

izomorfnom zastúpení obidvoch prvkov v galenite v závislosti od jeho termálneho charakteru.

So Zn vykazuje nižší stupeň korelácie ako s Pb. Korelácia Ag—Cd je prakticky totožná s koreláciou medzi Ag a Zn. Rozdielnosť korelácie Ag k Zn a k Pb je v rozdielnosti izomorfného zastúpenia Ag vo sfalerite, resp. v galenite. Potvrďuje to aj väzba Ag—Cd.

Olovo má vysoký stupeň korelácie v celom profile vrty s prvkami Ag, Zn a Cd (obr. 3), čo je odrazom tesnej asociácie sfaleritu s galenitom.



Obr. 3. Koeficienty korelácie Pb vo vrte KSV-15

Fig. 3. Correlation coefficients of Pb in samples from the KSV-15 borehole

Koeficient korelácie Pb—Cu má rastúci trend smerom do hĺbky, čo môže spôsobovať stála prítomnosť galenitu v profile vrtu a mierny vzrast podielu chalkopyritu na zrudnení smerom do hĺbky, ale do istej miery môže aj odzrkadľovať prítomnosť bournonitu v hlbšej časti ložiska.

V intervale 1000—1250 m je vysoký stupeň korelácie Pb—As, čo je spôsobené výrazným vzrastom zastúpenia arzenopyritu v hĺbke nad 1000 m.

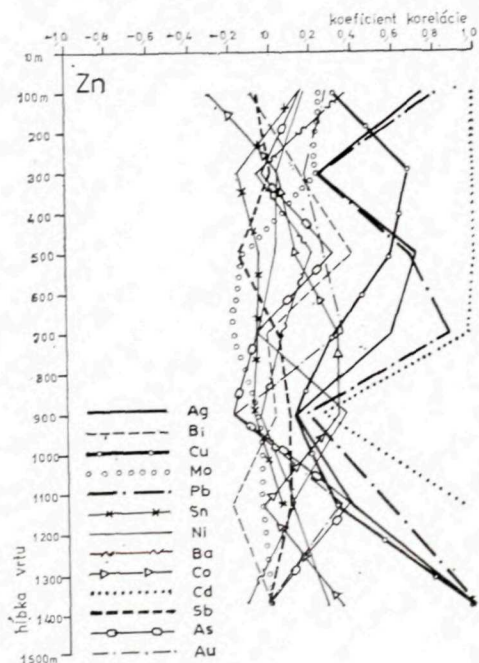
Zinok a kadmium prejavujú najvyšší stupeň korelácie spomedzi

všetkých prvkov (obr. 4). Vysoký stupeň korelácie je aj medzi Zn—Pb, Zn—Ag a Zn—Cu. Korelácia medzi nimi je logická a jednoznačne preukázateľná prítomnosťou mikroinklúzií chalkopyritu v sfaleritoch, stálou paragenézou sfaleritu s galenitom a obsahom Cd vo sfalerite do 0,3 % (M. Kvaček — R. Ďuďa, v tlači).

Med. Koeficienty korelácie Cu k ostatným prvkom všeobecne rastú s hĺbkou. Najtesnejšie korelácie sú medzi dvojicami prvkov Cu—Ag, Cu—Pb, Cu—Zn a Cu—Cd v intervaloch 0—200 m, 600—800 m a 1000—1250 m. Väzba Cu—Ag je odrazom striebornososti tetraedritov, korelácia Cu—Pb prejavom paragenézy chalkopyritu s galenitom a bournonitom, vzťah Cu—Zn odráža stálu prítomnosť mikroinklúzií chalkopyritu vo sfalerite a korelácia Cu—Cd je daná kadmionosnosťou sfaleritu a prítomnosťou mikroinklúzií chalkopyritu vo sfalerite (obr. 5).

Antimón v intervaloch 600—800 m a 1000—1250 m koreluje s prvkami Ag a Cu, čo je spôsobené prítomnosťou minerálov teraedritovo-tennantitovej skupiny (obr. 6).

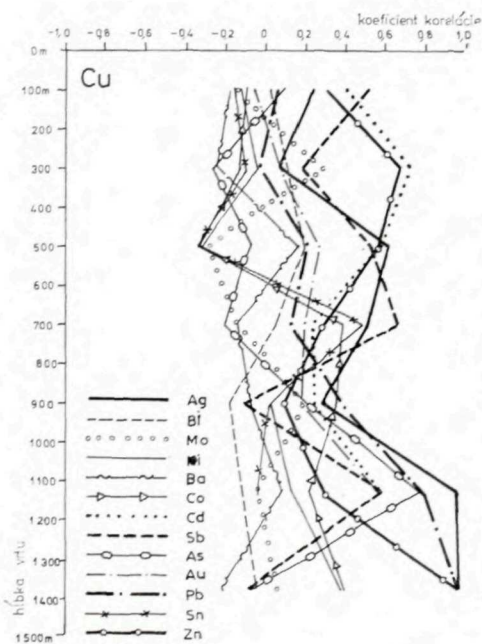
Tieto tri prvky (Sb, Ag, Cu) boli vynesené do trojuholníkového diagramu Cu—Ag—Sb (obr. 10). Ide o hodnoty z intervalu 600—800 m. V diagrame je vynesенý aj teoretický obsah tennantitu (priemerná hodnota z 12 analýz) a tetraedritu (priemerná hodnota z 23 analýz; F. V. Čuchrov 1960). Z teore-



Obr. 4. Koeficienty korelácie Zn vo vrte KSV-15

Fig. 4. Correlation coefficients of Zn in samples from the KSV-15 borehole

tických výpočtov vychodí, že sa v tomto intervale vyskytuje tennantit a v menšom množstve aj tetraedrit. Dôležité je aj zistenie, že aj keď jedna hodnota predstavuje až 5 m interval, zo spektrálnych analýz možno nájsť neznáme alebo predpokladané minerály teoretickým výpočtom a úvahou. Korelácie stanovených prvkov s arzénom, ktorý je prítomný v mineráloch skupiny tetraedrit—tennantit, ruší prítomnosť arzenopyritu.

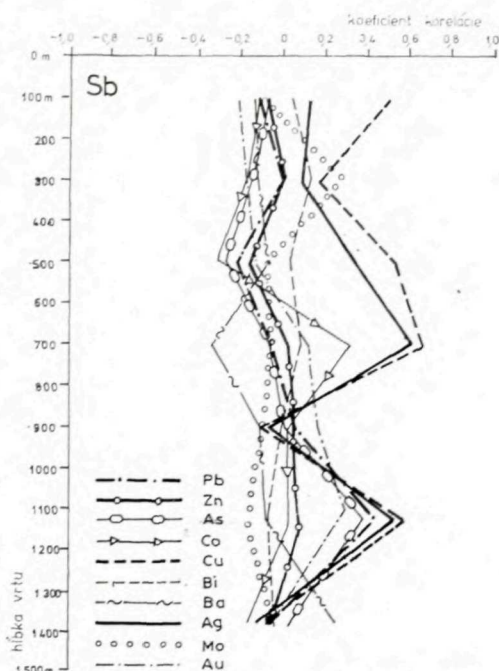


Obr. 5. Koeficienty korelácie Cu vo vrte KSV-15

Fig. 5. Correlation coefficients of Cu in samples from the KSV-15 borehole

Zlato v intervale 1000—1250 m koreluje s prvkami Pb, Ag a As

(obr. 7). Vysoký stupeň korelácie Au—As svedčí o tom, že sa zlato (časť zlata) viaže na arzenopyrit a vzťah medzi Au—Pb a Au—Ag je



Obr. 6. Koeficienty korelácie Sb vo vrte KSV-15

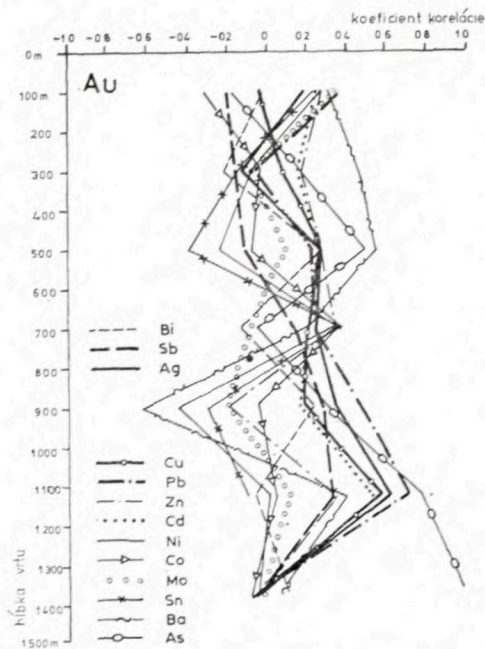
Fig. 6. Correlation coefficients of Sb in samples from the KSV-15 borehole

iba odrazom prítomnosti galenitu v kalcitových žilkách v spomenuťom intervale. Zlatonosnosť arzenopyritu sa zistila v rade ložísk a môže mať aj praktický význam. Jeho asociácia s molybdenitom, pyrotinom a chalkopyritom môže indikovať vyšší termálny charakter zrudnenia.

Kobalt. Do 800 m sa koeficient korelácie dvojíc prvkov Co—Pb,

Co—Zn a Cd—Co zväčšuje. Co sa viaže na pyrit. S hĺbkou narastá podiel pyrotínu na úkor pyritu a klesá obsah galenitu a sfaleritu, takže relatívna väzba medzi týmito

vodidlom pri určovaní erózneho zrezu na ložisku Zlatá Baňa.



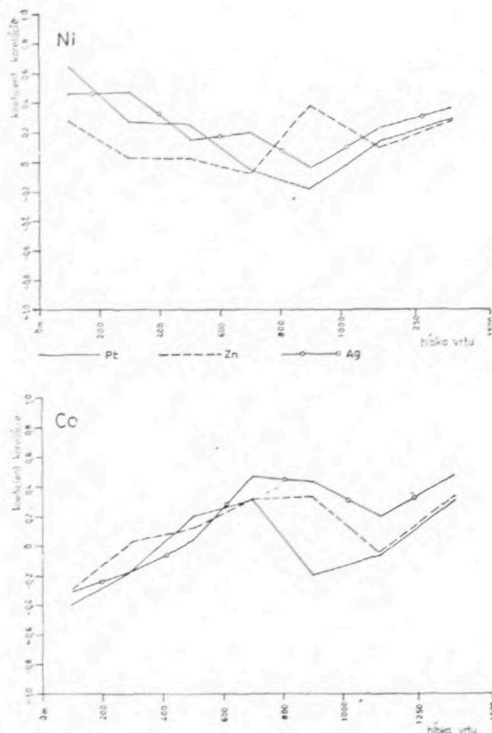
Obr. 7. Koefficienty korelácie Au vo vrte KSV-15

Fig. 7. Correlation coefficients of Au in samples from the KSV-15 borehole

prvkami je. Pod uvedenou hĺbkou sa obsah sfaleritu a galenitu zmenšil neúmerne v porovnaní s pyritom, a preto je rastúci trend koefficienta korelácie porušený (obr. 8).

Nikel. Do hĺbky 800 m má jeho koefficient korelácie klesajúci trend s prvkami Pb, Zn a Ag (obr. 8).

Po vyjasnení vzťahu Co a Ni k prvkom Zn, Pb, Ag a Cd sa práve tieto dva prvky Co a Ni môžu stať

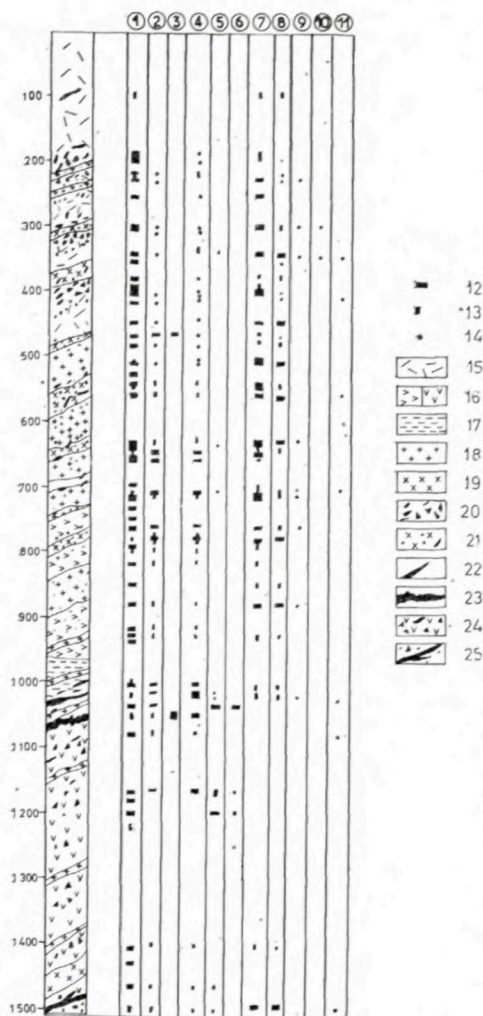


Obr. 8. Koefficienty korelácie Ni a Co vo vrte KSV-15

Fig. 8. Correlation coefficients of Ni and of Co in samples from the KSV-15 borehole

Kumulatívna početnosť

Kumulatívna početnosť všetkých analyzovaných prvkov je vypočítaná tak, že každý 50 m interval každého prvku je reprezentovaný aritmetickým priemerom pre tento interval a prvok. Hodnoty sú zo-



Obr. 9. Schematický profil vrtu KSV-15 s vyznačením typov mineralizácie a kvantitatívneho zastúpenia minerálov. Vysvetlivky: 1 — pyrit, 2 — pyrotin, 3 — magnetit, 4 — chalkopyrit, 5 — arzenopyrit, 6 — molybdenit, 7 — sfalerit, 8 — galenit, 9 — tetraedrit—tennantit, chalkostibit, 10 — teluridy Ag, 11 — rýdze Au, 12 — podstatné minerály, 13 — hlavné minerály, 14 — vedľajšie minerály, 15 — pyroxenické andezity, 16 — rhyolitové vulkanoklastické horniny, 17 — sedimenty, 18 — pyroxenický dioritový porfyr, 19 — pyroxenicko-amfibolický dioritový porfyr, 20 — brekciovitý zrudnenie Pb, Zn, 21 — žilnikovo-impregnačné zrudnenie Pb, Zn, 22 — masívne Cu zrudnenie, 23 — skarnová mineralizácia, 24 — Cu—Mo žilnikovo-impregnačné zrudnenie, 25 — žilno-žilnikové Pb, Zn, Cu zrudnenie.

Fig. 9. Schematic profile of the borehole KSV-15 and ascertained quantitative mineral parageneses. Explanations: 1 — pyrite, 2 — pyrrotite, 3 — magnetite, 4 — chalcopyrite, 5 — arsenopyrite, 6 — molybdenite, 7 — sphalerite, 8 — galenite, 9 — minerals of the grey copper group, 10 — Ag-telluride, 11 — native gold, 12 — important amount, 13 — main mineral component, 14 — accessory component, 15 — pyroxene andesite, 16 — pyroclastics of rhyolite composition, 17 — sediment, 18 — pyroxene diorite porphyrite, 19 — pyroxene-amphibole diorite porphyrite, 20 — lead-zinc mineralization in brecciated structure, 21 — lead-zinc mineralization of stockwork type, 22 — massive copper ore, 23 — skarn mineralization, 24 — molybdenum-copper mineralization of stockwork type

brazené na grafe kumulatívnej početnosti (obr. 11).

Krivky jednotlivých prvkov tvoria v istých intervaloch „skoky“, zodpovedajúce anomálnemu nahromadeniu prvkov v týchto intervaloch.

Najvýraznejšie „skoky“ tvoria krivky prvkov Zn, Cd a Pb, teda prvkov, ktoré v ložisku tvoria hlav-

nú zložku zrudnenia — sfalerit a galenit.

Pomocou takto počítanej kumulatívnej početnosti možno v hrubých črtách určiť vertikálnu distribúciu sledovaných prvkov. Od povrchu smerom nadol vyzerá takto:

Hg tvorí „skok“ pri povrchu, čo svedčí o možnej prítomnosti rumelky alebo o zvýšenom obsahu Hg vo

sfalerite;

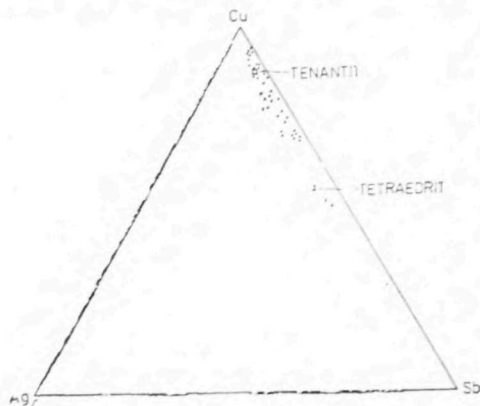
Sb od povrchu do 150 m, resp. 350 m. Prejavuje sa tu prítomnosť antimonitu, Ag-sulfosolí, resp. tetraedritu;

Ag od povrchu do 350 m — prítomnosť Ag-sulfosolí, Ag-teluridov a izomorfné prímesi Ag v galenite;

Pb od 150—450 m, resp. do 800 m, čo spôsobuje galenit a hlbšie aj bournonit;

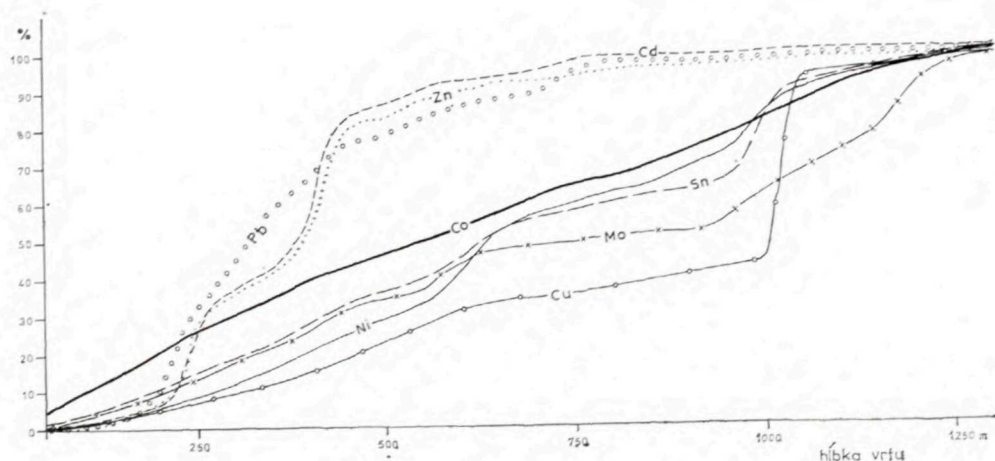
Zn a Cd od 200—450 m, resp. do 800 m — vplyv sfaleritu, ktorý je kadmionosný;

Bi od 300—500 m, prejavujú sa Bi-inklúzie v galenite, resp. samo-



Obr. 10. Trojuholníkový diagram Cu—Ag—Sb. Malými krúžkami sú vynesené hodnoty z vrtu KSV-15, veľkými krúžkami teoretické hodnoty (v bode tennantit je vynesená priemerná hodnota z 12 analýz, v bode tetraedrit je vynesená priemerná hodnota z 23 analýz; F. V. Čuchrov, 1960)

Fig. 10. Triangle plot of Cu—Ag—Sb contents. Small circles are mean values from the borehole KSV-15, large circles are average contents (see the text) according to F. V. Chukhrov (1960)



Obr. 11. Kumulatívny graf prvkov vo vrtu KSV-15 (Pb, Zn, Cd, Co, Sn, Ni, Mo, Cu, Bi, Sb, Hg, Ag, Au, As) na 100 ‰

Fig. 11. Plot of cumulative element contents in samples from the borehole KSV-15 recalculated to 100 p. c. for Pb, Zn, Cd, Co, Sn, Ni, Mo, Cu, Bi, Sb, Hg, Ag, Au and As

statné Bi-minerály;

Au od 200 m, resp. od 300 m do 500 m — prítomnosť Au v pyrite a mikroinklúzie v iných sulfidoch;

Ni od 550 do 700 m — Ni v pyritoch (?);

Ba od 900 m do 1300 m;

Sn, Ni II, As od 950 m do 1050 m, čo je spôsobené prítomnosťou mikroinklúzií stanínu v chalkopyritoch, arzenopyritu a milleritu, violaritu, sčasti aj breithauptitu v chalkopyritoch a pyritoch (R. Ďuďa, v tlači);

Mo od 950 do 1300 m — prítomnosť molybdenitu;

Cu od 1000 do 1050 m — prítomnosť hlavne chalkopyritu a v menšej miere aj kubanitu a bornitu;

Bi II od 1000 do 1250 m — prítomnosť minerálov radu emplektit — wittichenit (?), čiastočne aj Bi v galenite.

Vertikálna zonálnosť

Vertikálnu zonálnosť vo vrte KSV-15 sme vypočítali tak, že sme najprv vypočítali hodnotu aritmetického priemeru každého prvku pre stometrové úseky. Tieto hodnoty sme označili $A_{i,j}$, pričom A — aritmetický priemer (g/t), i — poradové číslo stometrového intervalu, j — sledovaný prvok.

Zavedením hodnôt $A_{i,j}$ sme odstránili čiastkové lokálne extrémny jednotlivých prvkov, ktoré veľmi sťažujú „čítať“ zonálnosť grafu.

Z hodnôt $A_{i,j}$ sme opäť vypočítali priemernú hodnotu pre každý prvok — B_j , pričom B — priemerná hodnota z $A_{i,j}$ (g/t), j — sledovaný prvok.

Každý prvok má takto vypočítanú vlastnú hodnotu B_j , ale do grafu vertikálnej zonálnosti (obr. 12) boli všetky B_j vynesené v priamke v hodnote jeden.

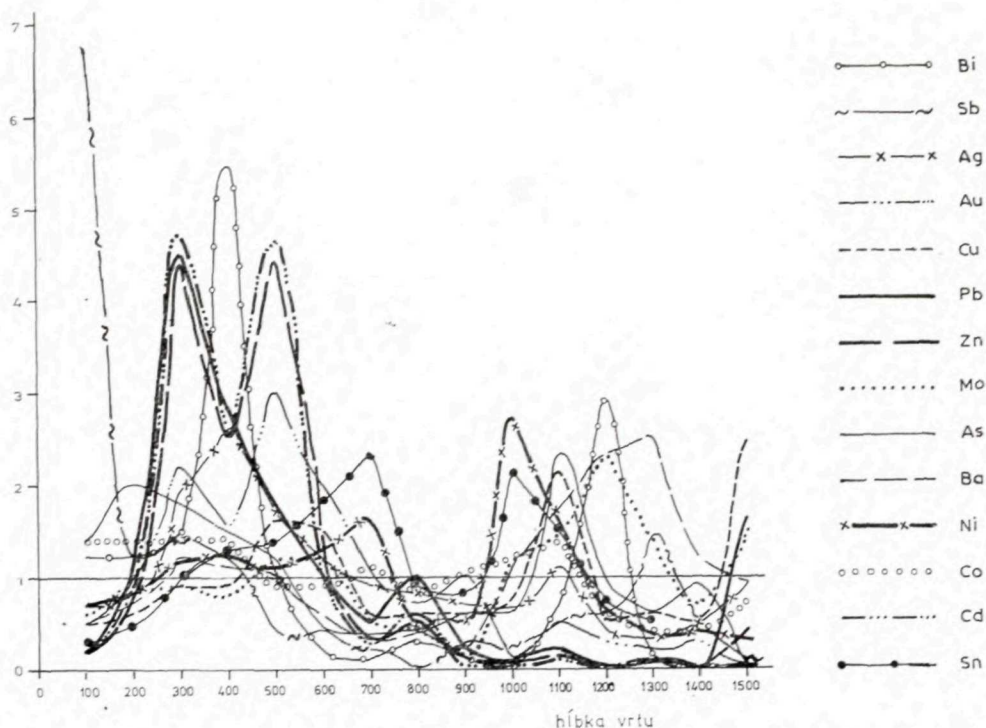
Pomery jednotlivých $A_{i,j}$ k B_j sú bezrozmerné čísla a sú vynesené na vertikálnej osi. Takto sme vyrovnali na jednu úroveň všetky prvky bez ohľadu na to, či sú udané rádovo 10^4 g/t pre 5 m interval (Zn) alebo v desatinách g/t (Ag).

Vertikálna zonálnosť rudných prvkov vo vrte KSV-15 je od povrchu smerom do hĺbky takáto:

Sb_I (As_I) — Pb_I, Zn_I, Cd_I, Ag_I, Au_I — Ag_I, Bi_I — Zn_{II}, Cd_{II}, Au_{II}, Cu_I — Sn_I, Ni_I — Cu_{II}, As_{II} — Mo, Bi_{II}, Co, (Ba) — (Ba, Sb_{II}) — Pb_{II}, Zn_{III}, Cu_{III}

Vertikálna zonálnosť rudných prvkov vo vrte KSV-15 pomerne verne odzrkadľuje charakter mineralizácie vo vrte. Najspodnejšia zóna (Pb_{II}, Zn_{III}, Cu_{III}) odráža staršiu polymetalickú mineralizáciu žilného charakteru spätú s druhou etapou vulkanoplutonického vývoja celého rudného rajónu (M. Kaličiak, R. Ďuďa, v tlači).

Ťažko vysvetliť interval reprezentovaný prvkami Sn a Ni, pretože obidva prvky sú antagonistické a viažu sa hlavne na sedimenty. Je možné, že Sn bol prítomný už v pô-



Obr. 12. Graf vertikálneho rozptylu prvkov vo vrte KSV-15

Fig. 12. Graph of vertical zonality of elements in samples from the borehole KSV-15

vodných sedimentoch vo forme kassiteritu a zvýšený obsah Ni je odrazom prínosu subvulkanickými intrúziami dioritových porfyrítov a napokon Ni sa môže viazať aj na pyrit.

vrchnú aureolu polymetalického zrudnenia zisteného v hĺbke 1500 m. Nad vrchnou polohou zrudnenia, ktoré je od 200 m do 600 m, sa Ba neobjavuje.

Bárium pravdepodobne tvorí

Recenzoval I. Matula a M. Kaličiak

LITERATÚRA

- Cuchrov, F. V. 1960: Mineraly. Tom 1. Moskva, Izd. AN SSR. 616 s.
 Duďa, R. et al.: Mineralógia severnej časti Slanských vrchov. *Mineralia slov.* (v tlači).
 Kaličiak, M. — Duďa, R.: Ložiskové a mineralogicko-paragenetické pomery v zlatobanskom rudnom poli. *Mineralia slov.* (v tlači).

- Kaličiak, M. 1980: Geologická stavba a vývoj neogénneho subsekventného magmatizmu v oblasti zlatobanského vulkanického aparátu (severná časť Slanských vrchov). *Mineralia slov.*, 12, 1, s. 1–25.
- Kvaček, M. — Duša, R.: Chemizmus sulfidických minerálov rudných formácií zlatobanského vulkanotektonického aparátu. *Mineralia slov (v tlači)*.

Geochemical zonality on the Zlatá Baňa base-metal deposit (Slanské vrchy Mts., Eastern Slovakia)

PAVOL RYBÁR — RUDOLF DUŠA

The vertical distribution of elements on the Zlatá Baňa base-metal deposit has been investigated on samples from the KSV-15 deep borehole (1,513.1 m final depth). The purpose of drilling was to ascertain downward continuation of a previously known mineralization.

The geological edifice proved by the drilling comprises two main structural units. The upper structural level consists of andesite and intermediate pyroclastics in a stratovolcanic sequence whereas in the lower one volcanoclastics of rhyolite composition and clayey—sandy sediments are intruded by a dyke swarm of diorite-porphyrite composition.

Several mineralized portions have been pierced by the borehole. A base-metal mineralization occurs at 190–225 m, 336–350 m and 395–430 m depths. Structures of the ore are mainly brecciated ones and ore minerals compose the matrix of the breccia. Mainly sphalerite and less abundant galenite and pyrite as well as accessory chalcopryrite occur there. Tetraedrite, bournite, pyrrhotite, Ag-tellurids, antimonite and lead-antimony sulphosalts are present only in microscopic amounts. Quartz, mangano-calcite, baryte and calcite compose the gangue.

The mineralization at 520–630 m depth interval has a stockwork pattern around diorite-porphyrite veins. Calcite and an aggregate of sphalerite-galenite form minute veinlets where pyrite and chalcopryrite occur only in subordinate amounts.

A copper-molybdenum mineralization between 1000–1200 m depth is of irregular stockwork nature with rare chambers of massive copper ore ("amas"). Quartz and carbonates associate with arsenopyrite, pyrite and molybdenite in minute veinlets whereas pyrite, arsenopyrite and chalcopryrite appear in irregular impregnations disseminated throughout the enclosing rock.

Chalcopryrite contributes mainly to the composition of massive ores intensively metasomatizing here pyrrhotite. Microscopic inclusions of stannite, bornite and cubanite occur within chalcopryrite. Very rare native gold was found to occur in pyrite.

A massive mineralization of skarn type occurs at 1072–1074 m depths. Magnetite associates here with actinolite, diopside, Fe-chlorite, rare garnet, epidote and zircon. Another kind of base-metal mineralization occurs in 1491–1513 m interval. Pyrite occurs there disseminated or in minute veinlets together with pyrrhotite, sphalerite and chalcopryrite. In lowermost portions, an ore vein has been pierced by the borehole. Pyrite, chalcopryrite, galenite and sphalerite compose the ore-mineral association whereas quartz and carbonate occur as the gangue. Remnants of pyrrhotite in pyrite grains and rare arsenopyrite, violarite and cubanite besides rare grains of Bi-minerals were found to occur in the vein filling.

Geochemical computations in the first phase aimed at discovery of relations

between single ore-forming elements and between ascertained lithological rock types. These relations appear in distribution graphs of investigated elements (Fig. 1).

To estimate correlations between elements, all analyses were divided into seven sample sets. Coefficients of correlation were then evaluated separately for each set. Results for single element pairs are plotted on Figs. 2—8. The borehole log and the ascertained mineral associations sketched into the Fig. 9 contribute to the explanation of results.

Contents of Sb, Ag and Cu for the 600—900 m depth interval were recalculated to 100 p. c. Results are plotted on the Cu—Ag—Sb triangle (Fig. 10) where figurative points of tennantite obtained from an average of 12 analyses and of tetraedrite from average of 23 analyses are introduced as well (analytical data from F. V. Chukhrov 1960). The scatter of points clearly shows the presence of mainly tennantite and less tetraedrite. It is important to note that though a sampling interval of 5 m and spectral analytical technique giving only data in grams per tons were used, the results contributed even to the identification of participating ore minerals. The relation to the arsenic usually present in minerals of the grey copper group was impossible to assume from the results due to the participating arsenopyrite in mineral associations.

The cumulative graph of single element contents in the borehole analyzed allows to suggest also the vertical zonality. For this plot (Fig. 11), arithmetic means for 50 m intervals were calculated in the first step. Sums of these means have been then normalized to 100 p. c. On obtained cumulative graphs for single elements, characteristic "jumps" appear in certain depth interval related here to anomalous increase of the element content.

Such jump for mercury appears right at the surface proved here by finding

of cinnabar and by elevated mercury contents in sphalerite grains.

Jumps on the graph for lead (150—450 m and 800 m) are caused by the increase of galenite content and in deeper portion even of bournonite content. The rapid increase of Zn and Cd contents between 200—450 m and in 800 m reflect influences of cadmium-rich sphalerite. Jumps in the nickel content in 550—700 m depth interval remain until unexplained (nickeliferous pyrite?). Changes in tin content reflect probably microinclusions of stannite in chalcopryite, millerite and violarite or partly even that of breithauptite in chalcopryite and in pyrite. The jump on the Mo—graph reflects the influence of ascertained molybdenite between 950 m and 1300 m depth whereas jumps on the graph of copper are related to the presence of chalcopryite and lesser cubanite and bornite between 1000—1050 m depths.

Arithmetic means for each element content were calculated for 100 m depth intervals ($A_{i,j}$) to evaluate the vertical zonality of disseminated mineralization. This procedure smoothed local extreme values which complicate the comparison of single graphs. An average arithmetic mean has been then calculated from partial averages for each element and for the whole sampled interval ($B_{i,j}$). These means were then normalized to 1 and plotted into the graph of vertical zonality (Fig. 12). The relation (fraction) $A_{i,j}/B_{i,j}$ has been calculated for each element and for each 100 m depth interval expressing relative enrichment of single elements in single 100 m depth intervals. The procedure excludes influences of the absolute element content. The graph proves vertical zonality in distribution of single elements.

This vertical zonality clearly points to the distribution pattern of mineralization present in the borehole.

Preložil I. Varga