

## Distribúcia stopových prvkov v komplexe neovulkanitov v okolí žíl v Banskej Štiavnici

JOZEF FORGÁČ

### Abstract

L'objet de mon exploration était le gisement situé dans le complexe néovolcanique à Banská Štiavnica. J'ai étudié la distribution des éléments-traces aux environs des filons de minerai polymétallique de Pb-Zn-Cu. J'ai suivi les éléments-traces sur les percements situés en travers des filons métallifères sur les longues distances. Les profils étaient choisis de sorte que la zonalité du contenu des filons soit démontrée (conformément à Kodéra 1956, 1963): on passa de la zone supérieure de Pb-Zn à travers la zone inférieure de Pb-Zn et la zone supérieure de Cu jusqu'à la zone profonde de Cu. Le travail présenté se lie au travail précédent de J. Forgáč (1966) lequel montre le caractère pétrographique des roches étudiées et la distribution des macroéléments dans les mêmes profils. Cette contribution-ci veut éclaircir la distribution des éléments: Pb, Zn, Cu, Ag, Ni, Co, Sr, Li, V, Zr, Ga, Sc, La, Mo, Hg, Sn en considération de leur disposition zonale aux environs des filons.

### Úvod

V komplexe neovulkanitov na ložisku v Banskej Štiavnici študoval som distribúciu stopových prvkov v okolí žíl s polymetalickým zrudnením Pb-Zn-Cu. Zastúpenie stopových prvkov sledoval som na prekopoch priečne na rudné žily na väčšie vzdialenosti. Profily prekopov som volil tak, aby bola zachytená zonálnosť žilnej výplne od vrchnej Pb-Zn zóny cez spodnú Pb-Zn zónu, vrchnú Cu zónu až do hlbšej Cu zóny v zmysle M. KODĚRU (1956-1963). Predkladaná práca nadväzuje na prácu J. FORGÁČA (1966), kde je podaná petrografická charakteristika študovaných hornín a distribúcia makroprvkov z tých istých profilov, ako sú stopové prvky v predkladanej práci, v ktorej podávam obraz o distribúcii prvkov Pb, Zn, Cu, Ag, Ni, Co, Sr, Li, V, Zr, Ga, Sc, La, Mo, Hg, Sn so zreteľom na ich zonálne rozmiestnenie v okolí žíl.

### Štručná charakteristika premenených hornín

Mladé vulkanické horniny v štiavnicko-hodrušskej rudnej oblasti boli prestúpené postvulkanickými roztokmi. Pri prestupovaní roztokov cez horniny nastala ich premena. Pri tejto premene došlo v horninách k premene primárnych minerálov a k vzniku minerálov sekundárnych, z ktorých časť je zonálne rozmiestnená v okolí rudných žíl (J. FORGÁČ, 1966).

Najrozšírenejšou premenou v štiavnicko-hodrušskej oblasti je chloritizácia. Pri tejto premene došlo ku chloritizácii tmavých minerálov (pyroxén, amfibol, biotit), k vniku pyritu a malého množstva uhličitanu, sericitu a kremeňa, pričom plagioklasy zostávajú temer čerstvé. Pôvodné chemické zloženie hornín pri tejto premene v podstate zostáva nezmenené. Chlorizácia je rozšírená „regionálne“ a nejaví zonálnosť vo vzťahu k priebehu rudných žíl.



V blízkosti žíl je zonálne rozšírená adularizácia, sericitizácia a prekremonenie. Medzi týmito zónami je navzájom plynulý prechod.

Najvzdialenejšou zónou, ktorá sleduje priebeh žíl je adularizácia. Prejavila sa metasomatickým zatláčaním plagioklasu adulárom (miestami aj chloritu). Horniny sú obohacované o draslík a z hornín je odnášaný sodík. Adularizácia sa intenzívnejšie uplatnila v okolí žíl s rudnou výplňou strednej a spodnej Pb-Zn zóny. V Cu zóne obohacovanie hornín o draslík sa znižuje, až javí tendenciu ubúdania z hornín.

Bližšie k žilám, za zónou adularizácie, sa uplatnila zóna sericitizácie. Je charakterizovaná intenzívnym vznikom sericitu, ktorý ztláča hlavne plagioklas a adulár. Táto zóna je málo výrazná, dosahuje šírky iba niekoľko metrov a miestami sa prekrýva so zónou adularizácie a zónou prekremonenia. V zóne sericitizácie sú horniny obohacované o draslík a kremík a z hornín je odnášané Fe, Mg, Al, Na a Ca.

V bezprostrednej blízkosti žíl je pomerne úzka zóna prekremonenia, výrazná po stránke petrografickej i chemickej. V hornine sú zatláčované kremeňom temer všetky prv vzniklé minerály, preto sú horniny obohacované o kremík a z horniny je odnášané Al, Ca, Na, Fe a Mg.

Sprievodnými sekundárnymi minerálmi v zóne adularizácie, sericitizácie a prekremonenia sú: chlorit, uhličitan, sericit, kremeň, epidot-zoizit, pyrit a limonit. Ich pomerné zastúpenie v jednotlivých zónach je menlivé.

#### Zastúpenie stropových prvkov v horninách

Zastúpenie stopových prvkov v okolí žíl sme sledovali v niekoľkých typoch hornín. V pyroxenickom andezite v okolí Terézia žily na šachte Maxmilián (I., V. a XII. obzor) a v okolí Rozálie žily na XII. obzore pod druhým rudným stĺpom. V dacite na Michal šachte pri podložnej žile Bieber a na žile Rozálie v Bakaly prekope. V kremennom diorite v okolí Terézia žily v štolni Ferdinand. V zastúpení stopových prvkov v uvedených horninách vo vzdialenejších miestach od žíl pozorovať iba nepatrné zmeny, kým v blízkosti žíl u niektorých prvkov sú zmeny v ich zastúpení značné. V jednotlivých typoch hornín sa zmeny v zastúpení stopových prvkov prejavili nasledovne:

V pyroxenickom andezite zastúpenie olova vo vzdialenejších miestach od žíl sa pohybuje v rozmedzí od 0,002 do 0,007 ‰ a v blízkosti žíl sa zvyšuje na 0,008 až 0,1 ‰. Zastúpenie zinku je v tisícinách a stotínach v rozmedzí 0,004 až 0,008 ‰. Vo väčších vzdialenostiach od žíl jeho prítomnosť často nebola identifikovaná. V blízkosti žíl sa obsah zinku zvyšuje na 0,078 až 0,3 ‰. Obsah medi v hornine sa pohybuje od 0,001 do 0,006 ‰ a v blízkosti žíl sa zvyšuje až na 0,03 ‰. Kobalt je rozptýlený v andezite temer rovnomerne v rozmedzí 0,0007 až 0,002 ‰, iba ojedinele dosahuje hodnotu 0,003 ‰. Podobne sa chová aj nikel, ktorého obsah sa pohybuje v rozmedzí 0,0006 až 0,005 ‰. Zastúpenie chrómu je v rozmedzí 0,0006 až 0,002 ‰. Anomálne zvýšenie chrómu bolo zistené v pyroxenickom andezite, kde sa zistilo (u 4 vzoriek) pri Rozálie žile na XII. obzore až na desatiny percenta. Striebro je veľmi rozptýleným prvkom a jeho obsah sa pohybuje od 0,0001 do 0,0002 ‰. V blízkosti žíl sa zastúpenie striebra zvyšuje na 0,0003 až 0,0008 ‰. Zastúpenie bária je menlivé s hĺbkou ložiska. V pyroxenickom andezite sa celkove pohybuje



v rozmedzí 0,022 až 0,1 % a pri žilách sa pohybuje od 0,1 do 0,900 % a ojedinele dosahuje až 1 %. Lítium je nepravidelne rozptýlené a jeho koncentrácia sa pohybuje v rozmedzí 0,009 až 0,026 %. Stroncium javí iba slabú tendenciu zmenšovania obsahu v blízkosti žíl. Jeho zastúpenie sa pohybuje prevažne od 0,010 do 0,09 % a iba ojedinele sa zvyšuje na desatiny percenta. Gálium je rozptýlené temer pravidelne a nevykazuje väčšie zmeny v blízkosti žíl, jeho obsah sa pohybuje v rozmedzí od 0,0005 až 0,001 %. Podobne ako gálium ani zirkón nejaví markantnejšie zmeny vzhľadom k priebehu žíl. Jeho obsah sa pohybuje od 0,004 do 0,016 %. Zastúpenie vanádia je od 0,008 do 0,052 %. Ortuť je v poryxenickom andezite rozptýlená v rozmedzí 0,00001 až 0,0001 %. Zo skupiny vzácnych zemín sme sledovali La a Sc. Prítomnosť La nebola identifikovaná a Sc je zastúpené od 0,002 do 0,004 %. Molybdén bol identifikovaný iba ojedinele v rozmedzí 0,002 až 0,009 %.

V dacite sa zmeny v zastúpení prvkov prejavili nasledovne: Zastúpenie olova v miestach vzdialených od žíl je 0,003 až 0,006 % a v blízkosti žíl sa zvyšuje na 0,08–0,1 %. Prítomnosť zinku vo vzdialenejších miestach často nebola zistená, alebo je zastúpená 0,005–0,006 %. Pri žilách sa zvyšuje na 0,022 až 0,3 %. Obsah medi sa pohybuje v rozmedzí 0,001 až 0,006 % a v blízkosti žíl sa zvyšuje na 0,03 %. Nikel v dacite neprejavuje väčšie zmeny v blízkosti žíl a čo do obsahu v hornine jeho obsah sa pohybuje od 0,0006 do 0,0016 %. Podobne ako nikel sa chová Co, ktorý je zastúpený od 0,0007 do 0,002 %. Obsah chrómu je podobný ako u kobaltu od 0,0006 do 0,002 %. Striebro je rozptýlené v dacite v rozmedzí 0,0001–0,0003 %. V blízkosti žíl pozorovať iba nepatrné zvýšenie na 0,0005 až 0,001 %. Obsah bária sa mení v tesnej blízkosti žíl. Vo vzdialenejších miestach od žíl sa pohybuje od 0,016 do 0,0959 a pri žilách sa zvyšuje na 0,100 až 0,50 %. Lítium je v dacite rozptýlené v rozmedzí 0,006 až 0,010 %. Stroncium je rozptýlené v rozmedzí 0,032 až 0,07 % a ojedinele dosahuje desatiny percenta. Gálium je rozptýlené v hornine temer pravidelne v rozmedzí 0,0007 až 0,001 % a iba ojedinele dosahuje 0,002 %. Zirkón neprejavuje zonálne rozmiestnenie v okolí žíl. Jeho obsah sa pohybuje od 0,005 do 0,020 %. Zo vzácnych zemín bol sledovaný La a Sc. Prítomnosť La nebola identifikovaná a obsah Sc bol stanovený v rozmedzí 0,002 až 0,004 %. Obsah ortuti je temer pravidelne v dacite rozptýlený a pohybuje sa v rozpätí od 0,00001 do 0,0001 %. Zastúpenie molybdénu bolo identifikované iba v niekoľkých vzorkách v množstve 0,002–0,003 %.

V zastúpení stopových prvkov v kremennom diorite sa prejavili tieto zmeny: Obsah olova sa pohybuje v rozmedzí 0,005 až 0,01 % a v blízkosti žily sa jeho zastúpenie zvyšuje na 0,1 %. Vo vzdialenejších miestach od žily obsah zinku sa pohybuje v rozpätí 0,005 až 0,009 %, jeho prítomnosť vo vzorkách často nebola zistená. Zastúpenie zinku v tesnej blízkosti žily sa zvyšuje na 0,01 až 0,3 %. Obsah medi sa pohybuje od 0,001 do 0,007 %. Zastúpenie medi v tesnej blízkosti žily neprejavuje podstatnejšie zmeny. Podobne aj nikel, kobalt a chróm neprejavujú zonálne rozmiestnenie v kremitom diorite v blízkosti žily. Obsah zinku sa pohybuje od 0,0008 do 0,001 %. Obsah kobaltu je od 0,001 do 0,002 % a ojedinele sa zvyšuje na 0,01 % a zastúpenie chrómu sa pohybuje od 0,004 do 0,010 %. Striebro javí iba slabú tendenciu zvýšenia obsahu v tesnej blízkosti žily, jeho obsah sa pohybuje v rozmedzí 0,0001 až 0,0004 % a v tesnej blízkosti žily sa ojedinele zvyšuje



na 0,0005 ‰. Zastúpenie bária v kremitom diorite sa pohybuje v rozmedzí od 0,035 do 0,50 ‰. Obsah lítia sa pohybuje od 0,010 do 0,026 ‰. V okolí žily neprejavuje podstatnejšie zmeny čo do obsahu. Podobne sa chová aj stroncium a jeho obsah sa pohybuje od 0,021 do 0,178 ‰. Gálium je v hornine rozptýlené temer pravidelne od 0,0005 do 0,001 ‰. Zonálne rozmiestnenie v okolí žily neprejavuje ani zirkón a je zastúpený od 0,007 do 0,013 ‰. Obsah vanádia je temer stály a to od 0,020 do 0,052 ‰. Zastúpenie La v študovanej hornine nebolo identifikované a obsah Sc je temer stály od 0,003 do 0,006 ‰. Ortuť je rozptýlená temer pravidelne v rozmedzí 0,00001 až 0,0001 ‰. Prítomnosť molybdénu bola identifikovaná iba ojedinele v množstve 0,002 až 0,004 ‰.

Z celkového zastúpenia stopových prvkov vyplýva, že ich množstvo v pyroxenickom andezite, v dacite a v kremitom diorite vo vzdialenejších miestach od žíl je takmer rovnaké. Tento poznatok dovoľuje použiť rovnaké kritériá pre uvedené typy hornín pri štúdiu zvýšeného, resp. zníženého zastúpenia stopových prvkov v takýchto horninách v blízkosti žíl a stanovení šírky primárných aureol v okolí žíl v rôznych úrovniach štiavnicko-hodrušského rudného obvodu. Otázkou zonálneho rozmiestnenia stopových prvkov v okolí žíl predkladám v ďalšej kapitole.

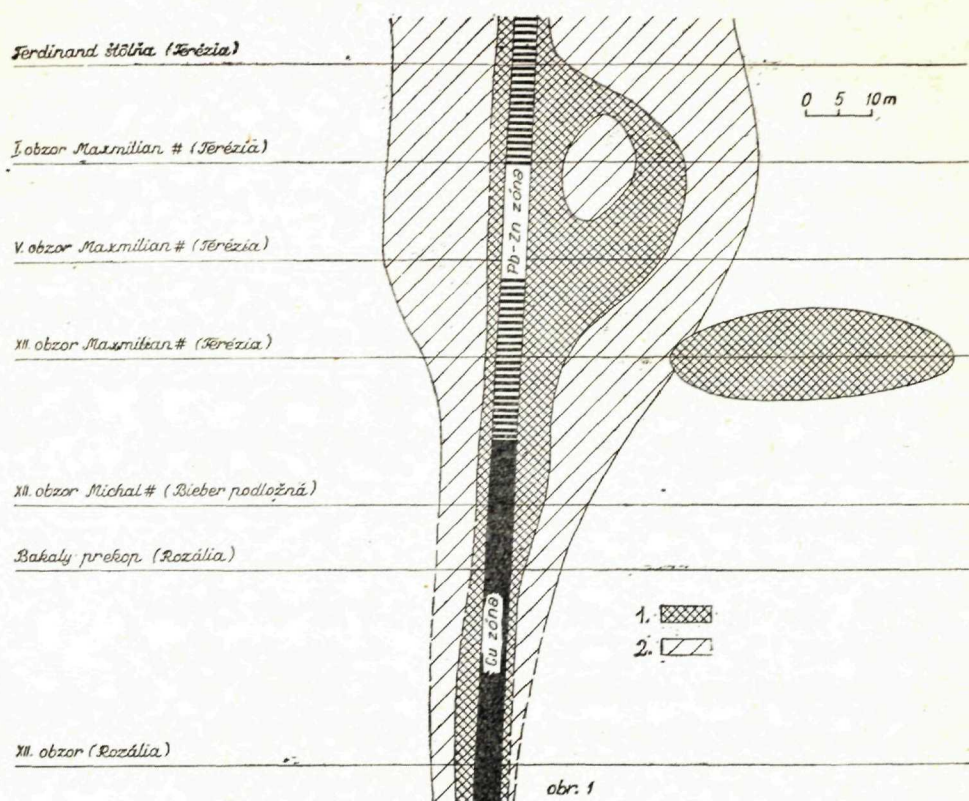
#### Zonálne rozmiestnenie stopových prvkov v okolí žíl

Zastúpenie stopových prvkov v okolí rudných žíl sa študovalo v pyroxenickom andezite, v dacite a v kremennom diorite. Študované profily boli volené priečne na žily a dovolili sledovať zastúpenie stopových prvkov v horninách priamo od žíl na väčšiu vzdialenosť. Týmito profilmi bola zároveň zachytená zonálnosť žilnej výplne od vrchnej Pb-Zn zóny cez spodnú Pb-Zn zónu, vrchnú Cu zónu až do hlbšej Cu zóny podľa M. KODĚRU (1956; 1963). Študované profily sme zoradili pod seba podľa zonálnosti žilnej výplne, čím sme dostali celkový profil ložiskom cez Pb-Zn zónu a Cu zónu. Na základe takto usporiadaných údajov v zastúpení stopových prvkov v horninách predkladáme obraz o rozmiestnení stopových prvkov v okolí žíl v štiavnicko-hodrušskom rudnom obvide. Časť študovaných prvkov v okolí žíl vytvára výraznú zonálnosť, niektoré prvky preukazujú iba slabé znaky zonálnosti, kým časť prvkov neprejavuje znaky zonálneho rozmiestnenia v okolí žíl. Zonálnosť rozmiestnenia obsahu stopových prvkov v okolí žíl sa prejavila nasledovne:

Olovo je zastúpené v tisícinách a stotínach, v blízkosti žíl sa jeho obsah zvyšuje miestami na desatinu percenta. Maximálne koncentrácie boli stanovené do 0,1 ‰. Podľa obsahu olova v horninách sme vyčlenili 2 zóny (obr. 1). Prvá zóna s obsahom olova 0,05 až 0,1 ‰ je rozšírená v blízkosti žíl. V okolí Pb-Zn zóny jej šírka niekoľkonásobne prevyšuje šírku v Cu - zóne a v podloží žíl dosahuje maximálnu šírku 25 metrov a v nadloží iba 2-3 metre. V Cu - zóne sa jej šírka pohybuje okolo rozmedzia od 1,5 do 2,5 m. Druhá zóna s obsahom olova 0,01-0,5 ‰ má tiež väčšie rozšírenie v Pb-Zn zóne ako v zóne Cu. V Pb-Zn zóne je maximálna šírka až 17 m v nadloží a 35 m v podloží žíl, kým v okolí Cu zóny sa zužuje a dosahuje maximálnu šírku 7,5 metra. Zvýšené zastúpenie olova 0,05-0,1 ‰ bolo preukázané na XII. obzore Maximilián šachty v podloží Terézia žily v úseku 20 až 70 metrov od



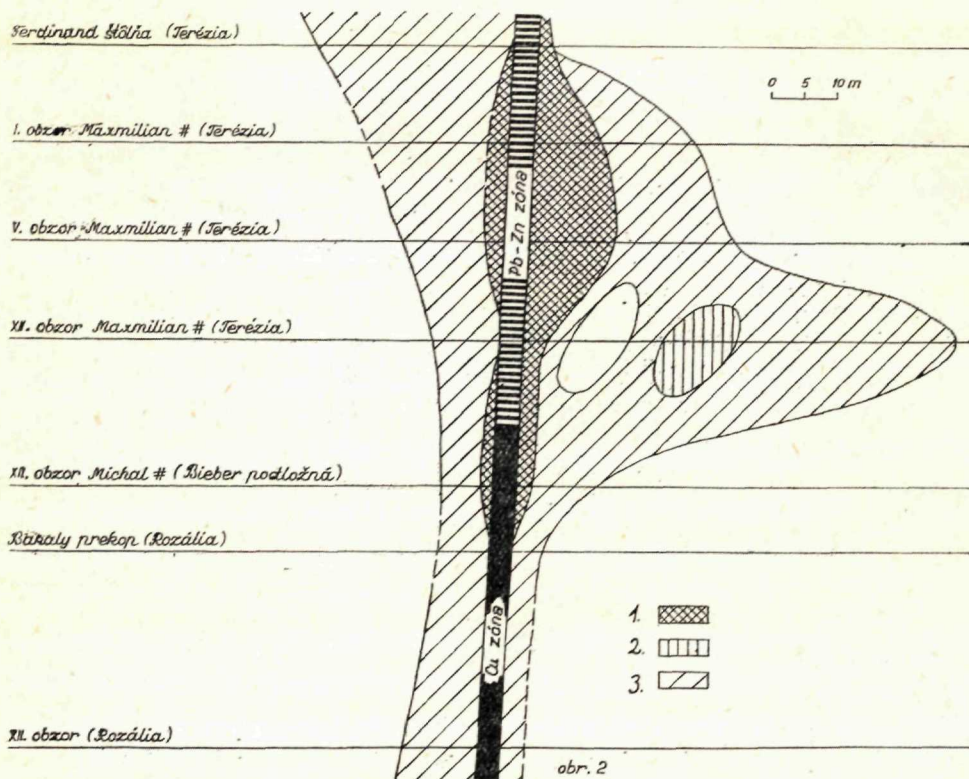
žily t. j. v miestach, kde pyroxenický andezit pretínajú dajky dacitu. Za uvedenými vymedzenými zónami obsah olova v horninách je v rozmedzí 0,002 až 0,01 ‰.



Obr. 1. — Schéma primárnej aureoly olova na ložisku v smere vertikálnom. (Schémy na obr. 1 až 5 boli zostavené z profilov naprieč niekoľkými žilami na ložisku v rôznej hĺbke od povrchu max. cca 600 m. Tieto profily boli zoradené pod seba podľa vertikálnej zonálnosti rudnej výplne na žilách (Pb — Zn — Cu). Mierka na obr. 1 až 5 sa vzťahuje na vzdialenosť od žíl (po ose X). 1. — zastúpenie olova od 0,05 do 0,1 ‰.

Zinok v miestach vzdialených od žíl je zastúpený v tisícinách percenta, často však jeho prítomnosť nebola identifikovaná. V blízkosti žíl sa zastúpenie zinku zvyšuje na desatiny percenta. Koncentrácie zinku boli stanovované do 0,3 ‰. V zastúpení zinku v horninách sme vyčlenili tri zóny (obr. 2). V prvej zóne je obsah zinku od 0,1 do 0,3 ‰ a je rozšírený v blízkosti žíl s rudnou výplňou odpovedajúcou Pb-Zn zóne a zasahuje do vrchnej časti Cu — zóny, smerom do hlbšej Cu — zóny sa stráca. V podloží žíl jej šírka je väčšia ako v ich nadloží. V podloží žíl dosahuje šírku maximálne 16 metrov a v nadloží žíl je šírka tejto zóny iba 5 metrov. Horniny s obsahom zinku 0,05–0,1 ‰ zistili sa aj v podloží Terézia žily na XII. obzore Maximilián šachty vo vzdia-

lenosti od 20 do 31 metrov od žily. V týchto miestach je pyroxenický andezit preniknutý dajkami dacitu. Najrozširenejšia je zóna s obsahom zinku od 0,01 do 0,05 ‰, ktorej šírka v okolí žíl s rudnou výplňou zodpovedajúcou Pb-Zn zóne niekoľkonásobne prevyšuje šírku tejto zóny v okolí žíl s rudnou výplňou prislúchajúcou Cu zóne. Zastúpenie zinku od 0,01 do 0,05 ‰ v horninách v okolí žíl s rudnou výplňou zodpovedajúcou Pb-Zn zóne sa pohybuje v rozmedzí 10 až 65 metrov od žíl, kým v okolí žíl v Cu zóne sa jej šírka pohybuje od 3 do 10 metrov od žíl. V miestach vzdialenejších od žíl, t. j. za uvedenými zónami, sa obsah zinku v horninách pohybuje od 0,004 do 0,01 ‰. V týchto miestach často jeho prítomnosť v študovaných vzorkách nebola identifikovaná.

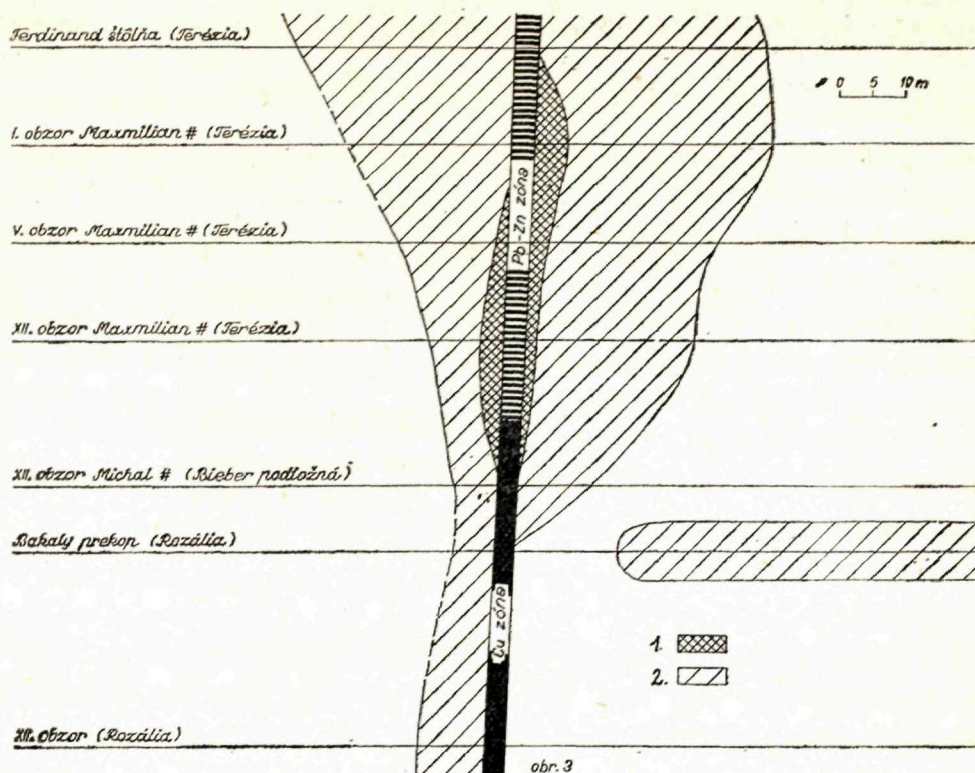


Obr. 2. — Schéma primárnej aureoly zinku na ložisku v smere vertikálnom. 1. — zastúpenie zinku od 0,1 až 0,3 ‰; 2. — zastúpenie zinku od 0,05 až 0,1 ‰; 3. — zastúpenie zinku od 0,01 do 0,05 ‰.

Bárium zo študovaných prvkov tvorí najširšiu zónu so zvýšeným zastúpením bária v horninách. V horninách je jeho obsah prevažne v stotinách až desatinách percenta. Podľa obsahu bária v horninách sme vyčlenili dve zóny v okolí žíl (obr. 3). Prvá zóna s obsahom bária 0,5 až 1 ‰ je nepravidelne rozšírená v bezprostrednej blízkosti žíl s rudnou výplňou prináležiacou Pb-Zn zóne. Maximálna šírka zóny s obsahom bária 0,5 až 1 ‰ je od okraja



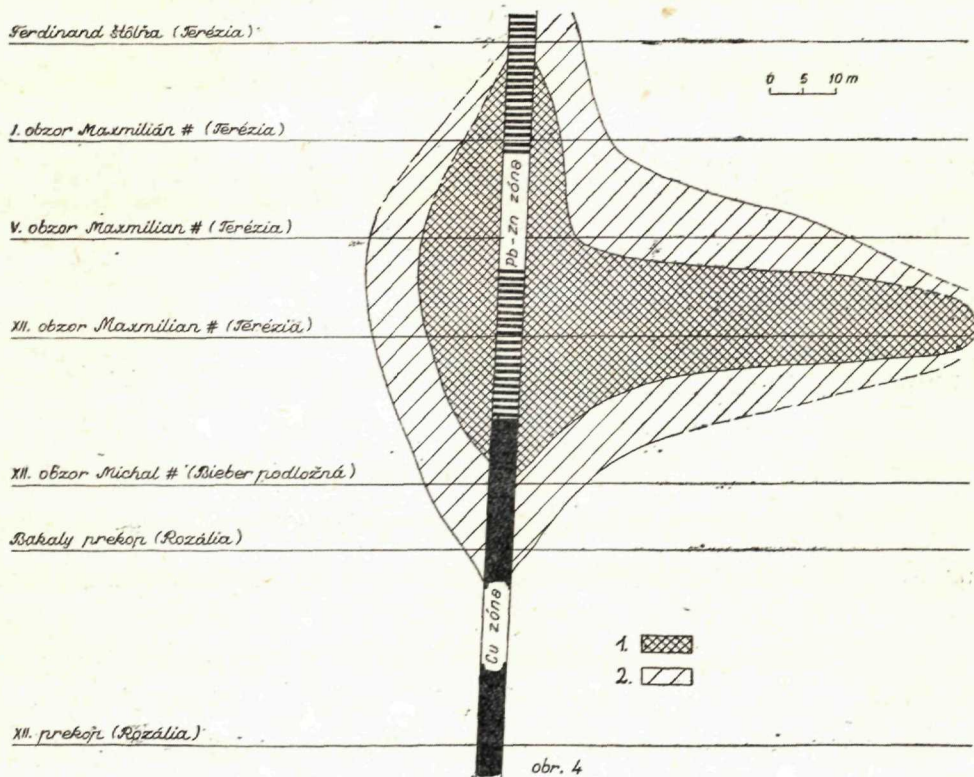
žil do vzdialenosti 5 metrov. Zvýšené zastúpenie bária (0,5–1 ‰) bolo zistené v Bakaly prekope v podloží Rozália žily. Túto anomáliu so zvýšeným obsahom bária a jej vzťah k priebehu rudných žíl bude potrebné študovať v ďalšej etape výskumu.



Obr. 3. — Schéma primárnej aureoly bária na ložisku v smere vertikálnom. 1. — zastúpenie bária od 0,5 do 1,0 ‰. 2. — zastúpenie bária od 0,1 do 0,5 ‰.

Druhá zóna s obsahom bária od 0,1 do 0,5 ‰ je veľmi výrazná najmä v okolí žíl strednej a vrchnej Pb-Zn zóny, kde dosahuje šírku 38 metrov od kraja rudných žíl. Smerom do hĺbky, t. j. do Cu zóny sa rýchlo zužuje a postupne stráca. Za uvedenými zónami na väčšie vzdialenosti je zastúpenie bária v horninách temer konštantné a pohybuje sa v rozmedzí 0,02 až 0,1 ‰. Bárium svojimi vlastnosťami je blízke draslíku a môže sa s ním izomorfne zastupovať. Táto geochemická blízkosť oboch prvkov sa prejavila na študovaných profiloch. V miestach, kde dochádza v procese premeny hornín v okolí rudných žíl k obohateniu hornín o draslík, zvyšuje sa i obsah bária. Smerom do hĺbky ložiska (v hlbšej Cu zóne) u bária sa prejavili iba slabé znaky zvýšenia jeho obsahu v horninách a u draslíka sa začínajú prejavovať znaky znižovania jeho obsahu v horninách. Zastúpenie draslíka v okolí rudných žíl na ložisku je znázornené na obr. č. 4.

Meď v horninách je zastúpená v tisícinách percenta a v blízkosti žíl hlavne v okolí Cu zóny sa zvyšuje na desatiny percenta. Z hlavných ekonomicky významných prvkov (Pb, Zn, Cu) na ložisku tvorí najužšiu zónu so zvýšeným obsahom v horninách v okolí žíl. Maximálne koncentrácie boli stanovované do 0,03 ‰. Podľa obsahu medi v horninách sme rozlíšili dve zóny (obr. č. 5). Prvá zóna s obsahom medi od 0,01 do 0,03 je rozšírená v horninách v okolí žíl s rudnou výplňou odpovedajúcou Cu zóne. Jej šírka sa pohybuje od 2 do 10 metrov. Najväčšiu šírku dosahuje v hlbšej Cu zóne a smerom vyššie sa šírka tejto zóny znižuje a v Pb-Zn zóne sa stráca.



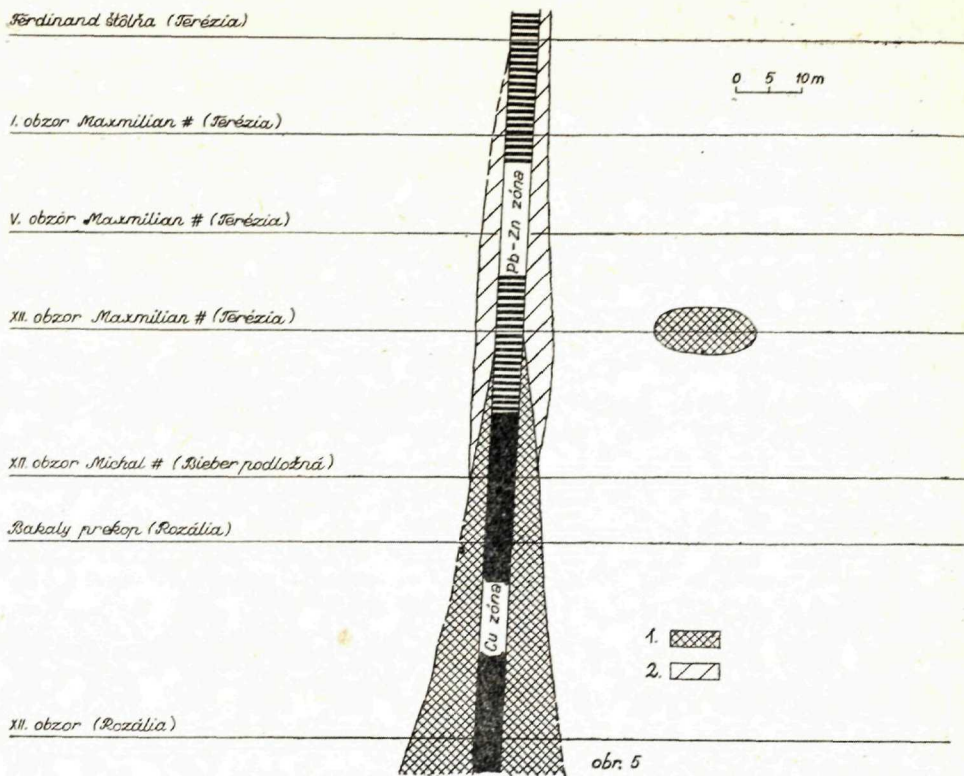
Obr. 4. — Schéma primárnej aureoly draslíka na ložisku v smere vertikálnom. 1. zastúpenie  $K_2O$  nad 6 ‰; 2. — zastúpenie  $K_2O$  nad 3,5 ‰.

Druhá zóna s obsahom medi v horninách od 0,006–0,01 ‰ je rozšírená v okolí žíl s rudnou výplňou Pb-Zn zóny, kde jej maximálna šírka dosahuje 6 m. Smerom do hĺbky, t. j. do Cu zóny, akoby vykliňovala a je nahradzovaná zónou s vyšším obsahom medi v horninách. Zvýšené zastúpenie medi (0,01–0,03 ‰) bolo zistené v pyroxenickom andezite v podloží Terézia žily na XII. obzore Maximilián šachty v úseku 20 až 35 metrov v podloží žily.

Za uvedenými zónami na väčšie vzdialenosti od žíl obsah medi v horninách sa pohybuje v rozmedzí od 0,002 do 0,006 ‰.



Striebro je v horninách temer pravidelne rozptýlené v desattisícinách percenta. Zastúpenie striebra v horninách javí iba slabé znaky zonálnosti vzhľadom k priebehu rudných žíl. V miestach vzdialenejších od žíl sa obsah striebra v horninách pohybuje od 0,0001 do 0,0004 ‰ a v blízkosti žíl javí tendenciu zvyšovania obsahu na 0,0005 až 0,0008 ‰.



Obr. 5. — Schéma primárnej aureoly medi na ložisku v smere vertikálnom. 1. — zastúpenie medi od 0,01 do 0,03 ‰; 2. — zastúpenie medi od 0,006 do 0,01 ‰.

Kobalt v študovaných horninách je temer rovnomerne rozptýlený v množstve 0,0007–0,0002 ‰. V blízkosti rudných žíl v porovnaní s predchádzajúcimi prvkami v obsahu kobaltu v horninách sa neprejavujú podstatnejšie zmeny. Kobalt sa v horninách pravdepodobne izomorfne zastupuje s  $Fe^{+2}$ , s ktorým je jeho polomer ionu veľmi blízky ( $Fe^{+2} = 0,83 \text{ \AA}$ ,  $Co = 0,83 \text{ \AA}$ ).

Nikel neprejavuje podstatnejšie zmeny v koncentracii v horninách vzhľadom k priebehu rudných žíl. Je v horninách rozptýlený podobne ako kobalt. Jeho obsah v horninách je od 0,0006 do 0,003 ‰. Nikel má rovnaký polomer iónu ako horčík a môže sa s ním izomorfne zastupovať. Horčík v študovaných horninách sa viaže prevažne na chlority, v ktorých sa nikel môže izomorfne zastupovať s horčíkom.



Chró m je zastúpený v horninách v tisícinach a stotinach percenta. Vzhľadom k priebehu rudných žíl nejaví markantnejšie zväčšovanie ani zmenšovanie zastúpenia v horninách. Jeho obsah v horninách sa celkove pohybuje od 0,0006 do 0,002 ‰. Zvýšený obsah chrómu na desatiny percenta bol zaznamenaný u štyroch vzoriek v okolí Rozália žily na XII. obzore. Chróm sa pravdepodobne v horninách izomorfne zastupuje s hliníkom.

Lítium je v horninách nepravidelne rozptýlené v stotinach a tisícinach percenta. Jeho zastúpenie sa pohybuje od 0,006 do 0,026 ‰. Lítium v horninách neprejavuje závislosť na priebehu rudných žíl. Samostatné minerály nevytvára, ale pravdepodobne izomorfne zastupuje hliník v plagioklasoch.

Stroncium je zastúpené v horninách prevážne v stotinach a iba v malej miere v desatinách percenta. Stroncium je prvok, ktorý temer pravidelne sprevádza vápnik a sa s ním izomorfne zastupuje najmä v plagioklasoch. V blízkosti žíl javí slabú tendenciu zmenšovania obsahu v horninách. Ubúdanie stroncia v blízkosti žíl je spojené s intenzívnym rozpadom plagioklasov a odnosom vápnika z hornín. Miestami pri žilách sa jeho zastúpenie slabo zvyšuje a to v miestach, kde pri premene hornín sa intenzívnejšie tvorili uhličitaný.

Gálium je v horninách pravidelne rozptýlené a neprejavuje podstatnejšie zmeny v obsahu vzhľadom k priebehu rudných žíl. V študovaných horninách sa obsah gália pohybuje prevažne v rozmedzí 0,0005–0,001 ‰ a iba veľmi ojedinele dosahuje hodnotu 0,002–0,003 ‰. V horninách sa pravdepodobne izomorfne zastupuje s hliníkom.

Vanádium je rozptýlené vo všetkých študovaných typoch hornín prevažne v stotinach. Jeho koncentrácia v horninách sa pohybuje od 0,007 do 0,050 ‰. Vanádium v blízkosti žíl prejavuje iba slabú tendenciu zmenšovania obsahu v horninách. Vanádium polomerom iónu je blízky trojmocnému železu. V blízkosti žíl dochádza v horninách k ubúdaniu železa, čo poukazuje, že vanádium v horninách izomorfne zastupuje trojmocné železo.

Zirkón je v horninách zastúpený v tisícinach a stotinach percenta. V akcesorickom množstve v horninách tvorí samostatný minerál – zirkón. Jeho obsah v horninách vzhľadom k priebehu rudných žíl neprejavuje markantnejšie zmeny, ale je v nich nepravidelne rozptýlený v rozmedzí 0,004 až 0,026 ‰.

Ortuť je temer rovnomerne rozptýlená v horninách v rozmedzí 0,00001 až 0,0001 ‰. V blízkosti rudných žíl sa neprejavuje zväčšovanie ani zmenšovanie obsahu ortuti v horninách.

Molybdén je zriedkavo prítomný a vo väčšine vzoriek jeho prítomnosť nebola identifikovaná. Jeho prítomnosť bola zaznamenaná iba u niekoľkých vzoriek v tisícinach percenta v rozmedzí 0,002–0,009 ‰.

Zo skupiny vzácnych zemín sme sledovali skandium a lantan. Skandium je prvok všeobecne veľmi rozptýlený. V študovaných horninách je zastúpené v tisícinach percenta a pohybuje sa v rozmedzí 0,002–0,006 ‰. Skandium neprejavuje zvyšovanie obsahu v horninách v závislosti na priebehu rudných žíl. Jeho iónový polomer (0,83 Å) mu dovoľuje izomorfne sa zastupovať s horčíkom a dvojmocným železom v alumosilikátoch, v našom prípade najmä v pyroxenoch a amfiboloch. Prítomnosť lantanu v študovaných horninách nebola identifikovaná ani v jednom vzorku.



## Záver

V procese postvulkanických premien horniny boli prestúpené roztokmi, ktoré podmienili tvorbu rúd. Pri tomto procese, popri zmenách v petrografickom zložení hornín, došlo aj ku zmenám v zastúpení stopových prvkov v horninách. Podľa obsahu stopových prvkov v horninách v miestach vzdialených od žíl a v blízkosti prívodných dráh, po ktorých vystupovali rudotvorné roztoky, stopové prvky je možné začleniť do troch skupín.

Do prvej skupiny patria prvky, ktoré v blízkosti rudných žíl majú zvýšený obsah v horninách a tvoria v okolí žíl výraznú zonálnosť. Do tejto skupiny patrí olovo, zinok, meď a bárium. U prvkov Pb, Zn a Ba sa uplatnila výraznejšia zonálnosť v okolí žíl s rudnou výplňou odpovedajúcou Pb-Zn zóne, kde šírka primárnych aureol niekoľkokrát prevyšuje ich šírku v okolí žíl s Cu zónou. Podobne ako Pb, Zn a Ba sa chová aj draslík, ktorý v horninách tvorí samostatný minerál adulár vzniknutý pri postvulkanických premenách hornín. Meď v porovnaní s Pb, Zn, Ba a K tvorí primárne aureoly s vyšším obsahom meďi v horninách v okolí žíl s rudnou výplňou Cu zóny ako v okolí žíl s Pb-Zn zónou. Šírka primárnej aureoly Cu je celkove podstatne menšia ako u prvkov Pb, Zn, Ba a K. Anomálne zvýšenie obsahu Pb, Zn, Cu a K je v podloží Terézia žily na XII. obzore Maximilián šachty v mieste, kde pyroxenický andezit je preniknutý dajkami dacitu. Tento poznatok poukazuje, že dacity a rudonosné roztoky použili tie isté výstupové dráhy, čo potvrdzuje poznatky J. ŠTOHLA (1962), že dacity a rudotvorné roztoky použili rovnaké výstupové dráhy.

Do druhej skupiny prvkov patrí striebro a stroncium, ktoré javia iba slabé znaky zmeny obsahu v horninách v okolí žíl. U striebra sa prejavili iba slabé znaky zvyšovania obsahu v horninách v blízkosti žíl. U stroncia sa prejavuje závislosť na vápniku. V miestach, kde došlo k výraznejšiemu odnosu vápnika z hornín aj stroncium javí slabé znaky ubúdania, kým v miestach, kde pri premene hornín došlo k väčšej tvorbe uhličitanov, stroncium javí slabé znaky zvyšovania obsahu v horninách.

Najväčšia je tretia skupina prvkov a to: Co, Ni, Li, Ga, V, Zr, Hg, Mo, Sc, u ktorých sa v blízkosti žíl neprejavili markantnejšie zmeny v ich zastúpení v okolitých horninách.

Lektoroval: dr. Karol Karolus, CSc.  
Doručené: 28. 7. 1969

Geologický ústav Dionýza Štúra,  
Bratislava

## Literatúra

- Forgáč J., 1964: K-metasomatóza v banskoštiavnickom rudnom poli. Zprávy o geologických výskumoch v roku 1963, Bratislava.
- Forgáč J., 1965: Premeny hornín v neovulkanitoch banskoštiavnicko-hodrušského rudného obvodu. Zprávy o geologických výskumoch v roku 1964, Bratislava.
- Forgáč J., 1966: Petrografia a geochemia premenených hornín v banskoštiavnicko-hodrušskom rudnom obvode. Sborník geol. vied, Západné Karpaty, zväzok 5, Bratislava.
- Koděra M., 1956: Paragenéza a chemizmus Terézia žily v Banskej Štiavnici. Geol. práce, Zošit 42, Bratislava.



Kodéra M., 1959: Paragenetický a geochemický výskum Rozália žily v Hodruši. Geol. práce, Zošit 54, Bratislava.

Kodéra M., 1963: Polimetalličeskije mestoroždenija subvulkaničeskogo proischoždenija Banská Štiavnica i Hodruša. Problemy postmagmatičeskogo rudoobrazovanija, Praha.

## The Distribution of Trace Elements in a Neovolcanite Complex Around Veins in Banská Štiavnica

JOFEF FORGÁČ

### Resumé

In a neovolcanite complex on a polymetallic deposit in Banská Štiavnica, the distribution of trace elements around some Pb-Zn and Cu veins with vertical zonality was studied in connection with a work by J. Forgáč 1966, presenting petrographical and other alterations in macroelements around the veins.

The trace elements may be divided into three groups according to their distribution around the veins. The first group includes elements present in an increased amount in the rocks near the veins and showing a conspicuous zonality. Such are Pb, Zn, Cu and Ba. In Pb, Zn and Ba elements. Zonality was more conspicuous around the veins with ore filling of Pb-Zn zone, where the width around the veins with Cu zone is exceeded by the width of primary aureoles. Similar is the behaviour of K, forming an independent mineral - adularia - rising in postvolcanic alterations of rocks.

Copper - in comparison with Pb, Zn, Ba and K-forms primary aureoles with higher Cu amount in the rocks around the veins with ore filling of Cu zone than around the veins with Pb-Zn zone. The width of a primary aureola of Cu is generally lesser than in Pb, Zn, Ba and K. An anomalous increase of the above mentioned elements is in the basement of Terézia vein on the XIIth horizon of the Maximilian pit on the places with pyroxene andesite penetrated with dacite dykes.

This information supports J. Štohl's (1962) opinion about the equal ascending ways of dacites and ore-bearing solutions:

Another group of trace elements including Ag and Sr, shows only slight indications of alternations in the rocks around the veins. Ag showed only slight indications of the increased content in the rocks around the veins. In Sr it depends on calcium. In the places with more conspicuous transport of calcium from the rocks also strontium shows some indications of decrease, while in the places with more frequent carbonates in metamorphosis, strontium, too, shows some indications of increasing amount in the rocks.

Largest is the third group of trace elements, i. e. Co, Ni, Li, Ga, V, Zr, Hg, Mo and Sc, without any considerable change near veins as for their amount in the surrounding rocks.