

Niektoré otázky štúdia sekundárnych geochemických polí pri metalometrii elúvia

(9 tab. a 11 obr. v texte)

IVAN ČILLÍK*

Certains problèmes concernant l'étude des champs géochimiques secondaires, lors de la métallographie de l'éluvion

L'étude des champs géochimiques secondaires (le sol ainsi que la végétation) et leur rapport aux champs primaires dans le voisinage des gisements de minéral de sidérite-sulfuré complexes dans les roches cristallines, de minéral d'antimoine dans les granitoïdes et de minéral de plomb-zinc dans les roches carboniques du Mésozoïque, avait montré, en accord avec les données de la littérature, l'influence différenciée des procédés de la hypergenèse sur la structure du champs géochimique (la distribution de la teneur en éléments et la corrélation entre eux), ce qui peut conduire au rétrécissement de la sphère des éléments qui conviennent à la prospection géochimique. Les complications s'accroissent proportionnellement au nombre des sphères de la migration (sol-végétation). Ces faits doivent être mis au jour dans l'étape expérimentale de la prospection géochimique et pris en considération lors de son application en masse.

Pri vyhľadávaní ložísk nerastných surovín geochemickými metódami sa sleduje priestorová distribúcia prvkov i minerálov — geochemických indikátorov v hypogénnej a hypergénnej zóne. Výsledky štúdia distribúcie v hypogénnej zóne — primárnom geochemickom poli — určitého ložiska ako typu slúžia na rozpracovanie metodiky a zhodnotenie výsledkov geochemických prác vo zvetraninovom plášti v obdobných geologicko-ložiskových pomeroch. Okrem toho sa využívajú pri vyhľadávaní ložísk a ložiskových telies pod zemou. Pri aplikovaní výsledkov štúdia primárneho geochemického poľa vo vyhľadávaní ložísk na povrchu — v sekundárnom geochemickom poli — nás zvlášť zaujíma stupeň zachovania a zmeny zákonitostí zistených pod zemou v súvislosti s rôznymi migračnými schopnosťami prvkov-indikátorov v hypergénnych podmienkach.

Pre prospekčné účely má veľký význam vyriešenie štruktúry sekundárneho geochemického poľa. Na jej charakteristiku slúži sústava klasifikovateľných znakov — geochemických indikátorov, ich distribúcia v pôde nad geochemicky odlišnými typmi hornín a v priestore skúmaného objektu, variačné rozpätie hodnôt ich obsahov kvôli dostatočnej kontrastnosti anomálií, prah anomálnych hodnôt ich obsahov a morfológia geochemického poľa.

* Ing. Ivan Čillík, CSc., Geologický prieskum Spišská Nová Ves, Geologické stredisko, 974 00 Banská Bystrica.

Niektoré všeobecné zákonitosti formovania sekundárneho geochemického poľa

Spracovanie pomerne rozsiahleho geochemického materiálu z rôznych ložísk nerastných surovín Slovenska v poslednom období upozornilo na niektoré problémy štúdia sekundárneho geochemického poľa.

Sekundárne geochemické pole vzniká mechanickou (štúdium prevažne mineralogickými metódami — šľichy), fyzikálno-chemickou (štúdium pôdnogeochemickými a hydrogeochemickými metódami), plynou (atmometria) a biogénnou (geobotanika, biochémia, čiastočne hydrogeochémia a pôdna geochémia) migráciou prvkov v hypergéennej zóne. Prekážky v migrácii prvkov v hypergéennej zóne sú rôzne. Obráz o distribúcii sledovaných prvkov sa komplikuje úmerne počtu sfér migrácie (mechanická, mechanicko-vodná, chemicko-biogénna, biogénna), ktorými prvok pri vetraní prešiel. Tak v sekundárnom geochemickom poli oproti primárnemu obyčajne klesá priemerný obsah hlavne perzistentnejších prvkov, a to viac v hydrosfére a biosfére ako v pôde. Súčasne klesá aj variačná šírka a kontrastnosť anomálnych obsahov. Komplikuje sa aj štruktúra normálneho geochemického poľa zistená v primárnej zóne. Klesá počet prvkov-indikátorov, ktoré navzájom korelujú. Z hľadiska metalometrie pôdy sú zaujímavé otázky predovšetkým fyzikálno-

Fyzikálno-chemická bariéra migrácie prvkov a skupiny sedimentujúcich prvkov
(A. A. Saukov et al. 1966)

Tabuľka 1

Bariéra	Koncentrujúce prvky (vypadávajú z procesu migrácie)
Kyslíková	Fe, Mn, Co
Redukčná H ₂ S	V, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ag, Cd, Hg, Pb, U
Alkalická	Ca, Mg, Sr, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb
Odparovacia	Li, N, F, Na, Mg, S, Cl, K, Ca, V, Zn, Sr, Pb, Mo, Y, U
Absorpčná	Mg, P, S, K, Ca, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Rb, Mo, Hg, Pb, Ra, U

Physical-chemical barrier of elements migration and the group of depositing elements (A. A. Saukov et al. 1966)

Biogeochemická bariéra migrácie prvkov a ich pohlcovanie rastlinami
(A. A. Saukov et al. 1966)

Tabuľka 2

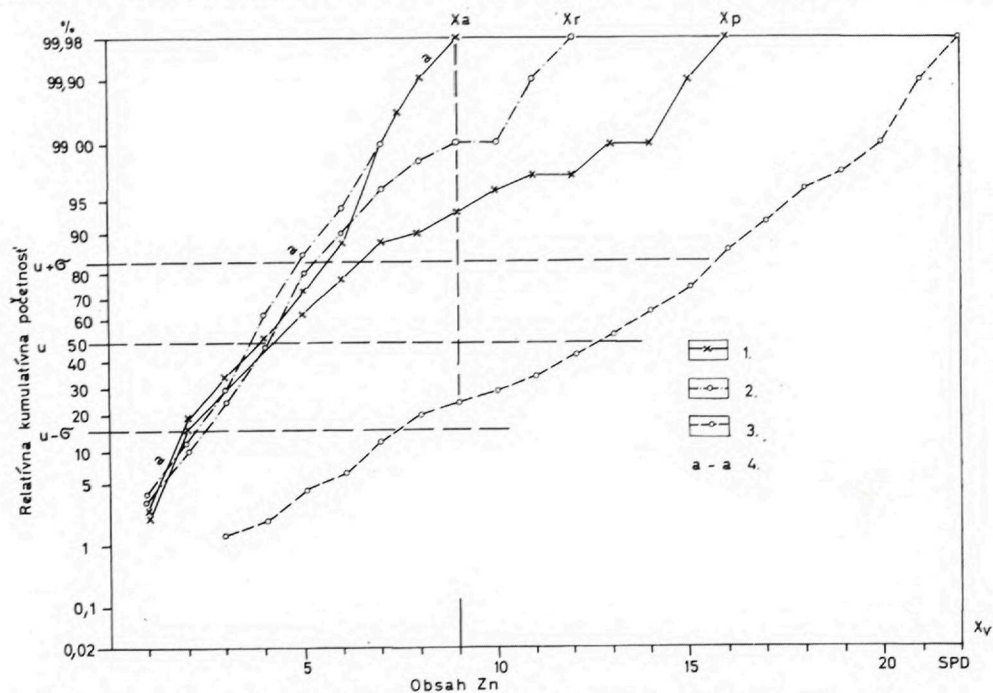
Prvky	Rastlinný pokryv celkove	
	Pohlcovanie	Koeficient pohlcovania (K)
		100n, 10n, n 0,n 0,0n 0,00n
Prvky biologického hromadenia	Veľmi silné Silné	P, S, Cl Ca, K, Na Mg, F, Sr Zn, B, As, Mo
Prvky biologicky strhované	Stredné	Si, Fe, Ba, Rb Ni, Cu, Li, Y, Co Ge, Cs, Hg, Se, Ra
	Slabé	Al, Ti, Cr, V
	Veľmi slabé	Pb, Sn, U
	Veľmi slabé	Zr, Nb, Sc, Ta, N, Hf Pd, Os, Ru Rh, Pt, Th

Biogeochemical barrier of elements migration and their absorption by plants (A. A. Saukov et al., 1966).

chemickej migrácie prvkov. Z týchto otázok je najdôležitejší problém vypadávanie prvkov z procesu ich migrácie, problém fyzikálno-chemickej bariéry.

Pre fyzikálno-chemickú migráciu prvkov v zóne hypergenézy A. A. SAUKOV et al. (1966) uvádzajú tieto bariéry (tab. 1). Na distribúciu prvkov v pôde však má vplyv aj ich pohlcovanie v biosfére — biogeochemická bariéra ich migrácie. Selektívny charakter migrácie prvkov v biosfére pomerne zložitú štruktúru sekundárneho geochemického poľa ďalej komplikuje (tab. 2).

Čo sa týka fyzikálno-chemických bariér, nás z hľadiska migrácie rudných prvkov-indikátorov Pb, Zn, Cu, Co, Ni, Ag, Hg, Cd zaujíma redukčná absorpčná bariéra, ktorá vedie k ich vypadávaniu z procesu migrácie v hornej časti zvetraninového plášťa (A-horizont pôdy — humus). Tieto prvky okrem zinku sú v biosfére stredne až slabopohlčovateľné. Prítomnosť intenzity pohlčovania prvkov v biosfére prudko klesá so vzrastajúcim obsahom



Obr. 1. Variačné rozpätie a distribúcia obsahov zinku (SPD stupnica) v C-horizonte pôdy — 1; v trávě — 2; a vo vrte D-5—3 (v karbonátoch stredného triasu na ložisku oloveno-zinkových rúd na Drienku pri Banskej Bystrici); 4 — interpretovaná čiara kumulatívnej početnosti obsahov zinku vo vrte D-5 a x_v — najvyššia hodnota tohto súboru údajov; x_p — najvyššia hodnota súboru obsahov zinku v pôde; x_r — najvyššia hodnota súboru obsahov zinku v rastlinách; 5. a-a — čiary relatívnej kumulatívnej početnosti obsahov zinku v pôde a rastlinách v mimoložiskových partiách územia, x_a — spoločná najvyššia hodnota týchto súborov údajov.

Fig. 1. Variation range and distribution of zinc contents (SPD scale) in the C-horizon of soil (1), in grass (2) and in borehole D-5 (3) in Middle Triassic carbonates at the deposit of lead-zinc ores of Drienok near Banská Bystrica. 4. Interpreted line of cumulative frequency of zinc contents in borehole D-5 and x_v — the highest value of this set of data; x_p — the highest value of the set of zinc contents in soil; x_r — the highest value of the set of zinc contents in plants; 5. a-a Lines of relative cumulative frequency of zinc contents in soil and plants in parts of the area outside the deposit, x_a — the common highest value of these sets of data.

prvku v pôde. Ako príklad uvediem distribúciu a variačnú šírku obsahov zinku vo vrtoch, pôde a rastlinách (tráve) na ložisku oloveno-zinkových rúd v stredotriasových karbonátových horninách Drienok (Banská Bystrica). Obsahy zinku v primárnej zóne (vrty cez ložisko) kolíšu medzi 3—22 SPD (emisná spektrografia), v pôde 0—16 SPD a v rastlinách 0—12 SPD (obr. 1). Variačná šírka obsahov zinku zo vzoriek z pôdy a rastlín odobraných mimo ložiska — normálne geochemické pole — je rovnaká: 0—9 SPD. Rastliny pohltili z pôdy nad ložiskom iba polovicu obsahu zinku (16—9 a 12—9 SPD). Z obrázku 1 je ďalej zrejmé postupné znižovanie variačnej šírky obsahov zinku od primárnej zóny cez pôdu do biosféry, a to predovšetkým v oblasti anomálnych hodnôt obsahov.

Pre hrubú kvantitatívnu charakteristiku migrácie prvkov v zóne hypergenézy N. A. ROSLIAKOV (1965) navrhol koeficient obohatenia týchto prvkov v oxidačnej zóne. Pre polymetalické ložiská hodnoty koeficientu sú v tabuľke 3.

Všeobecné uzávery o formovaní a štruktúre sekundárneho geochemického poľa budem demonštrovať na konkrétnych príkladoch rôznych parageneticko-geochemických typov rúd v rôznych geologických a petrograficko-litologických podmienkach.

*Koeficient obohatenia pôdy prvkami oproti primárnym horninám
a migračné rady prvkov (N. A. Rosliakov 1965)*

Tab. 3

	Koeficient obohatenia	Prvky
Lahko migrujúce	0,5	Mn, Zn, Ca, B, Cd
Migrujúce	0,5—0,8	Mo, Ti, Sn, Co, Ni
Ťažko migrujúce a nemigrujúce	1,1	V, Cu, W, Sr, Pb, Ag, As, Sb, Ba

Coefficient of enrichment of soil by elements in contrast to primary rocks and migration groups of elements (N. A. Rosliakov 1965).

Komplexné siderit-sulfidické a medené rudy v paleozoiku

Otázky štruktúry a indikátorov v sekundárnom geochemickom poli rozoberieme na príklade pomerne rozsiahlych metalometrických prác sústavou profilov južne od Rudnian, medzi Nálepkovom a Slovinkami (nálepkovská rudná štruktúra) a severne od Švedlára (švedlárska ložisková štruktúra). Z ložiskového hľadiska sú obe ložiskové štruktúry parageneticky veľmi blízke rudným žilám na Bindte.

Metalometrický výskum na úlohe Rudňany-juh mal za cieľ spresniť priebeh dvoch rudo-nosných štruktúr:

- nálepkovskej — v priestore medzi Nálepkovom a Slovinkami (v smernej dĺžke 14 km),
- švedlárskej — severne od Švedlára v smernej dĺžke 9 km.

Z toho vyplývala i voľba siete metalometrických profilov, približne 500—700 m, výnimočne i 800—1200 (ovplyvnená do značnej miery i morfológiou terénu).

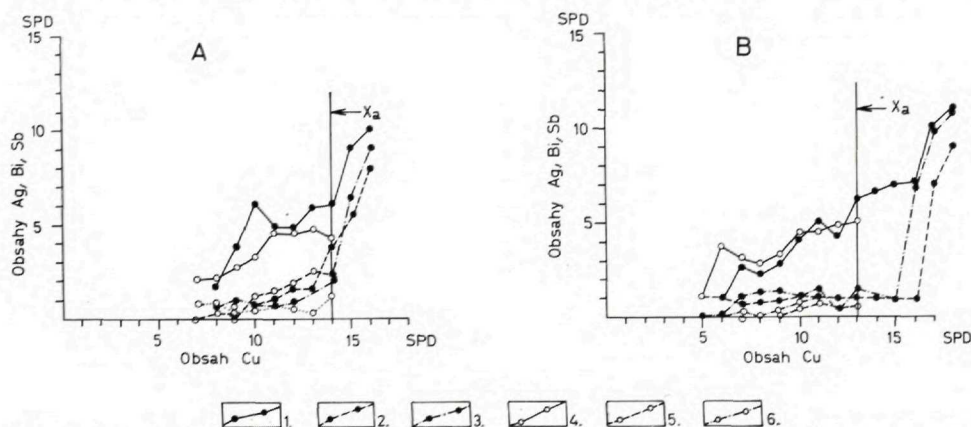
Prevažná časť profilov prechádza cez horniny vulkanogénneho súvrstvia gelnickej série. Z toho súvrstvia sme vyčlenili tri základne geochemicko-litologické typy pre geochemické zhodnotenie normálneho poľa:

- a) produkty kyslého vulkanizmu (porfyroidy — 420 vzoriek),
- b) produkty bázičného vulkanizmu (súvrstvie s častým striedaním polôh diabázových tufitov, diabázov a chloritických fylitov (560 vzoriek).

c) klasicko-vulkanické vrstvy (chloritické fylity) — klastické horniny s jemnou prímiesou vulkanogénneho materiálu (260 vzoriek).

Sústava prvkov — geochemických indikátorov: Cu, Ag, Sb, Bi sa vybrala na základe paragnézy rudných ložísk v skúmanom území a dobre koreluje s výsledkami štúdia primárneho geochemického poľa z vrto v na ložisku Bindt (údaje emisnej spektrografie v SPD stupnici).

Pri štúdiu distribúcie obsahov prvkov a vzťahov medzi nimi sa metalometrické vzorky rozdelili do skupiny zrudnených (vzorky z pôdy nad rudnými žilami a hydrotermálne premenými horninami) a nezrudnených úsekov (mimo makroskopicky zistiteľného dosahu zrudňovacích procesov) len v diabázoch a porfyroidoch. V chloritických fylitoch sa pri metalometrii zrudnenie neevidovalo, a tak sa vzorky nedelili do uvedených skupín. Grafické zhodnocovanie korelačných vzťahov medzi meďou (hlavná úžitková zložka) a ostatnými prvkami ukázalo, že korelácia zistená medzi týmito prvkami na Bindte sa konštatovala aj v tejto oblasti v pôde (obr. 2), ale má rôzny charakter v zrudnených a nezrudnených úsekoch. Výrazná korelácia je v anomálnom geochemickom poli. Zrejme obdobné migračné vlastnosti medi a striebra sú príčinou nevýraznej korelácie medzi ich obsahmi v pôde aj vo vzorkách z nezrudnených častí profilov. Pretože v primárnom geochemickom poli na analógickom ložisku Bindt sa v mimoložiskových úsekoch korelácia nezistila, jej existencia v sekundárnom geochemickom poli, pravdepodobne spôsobená rovnakým správaním prvkov v procese migrácie, pôsobí rušivo a pri prospekcii sa nemôže zohľadniť. Z obrázku 2 ďalej vidno, že chýbajú korelačné vzťahy medzi obsahmi medi, antimónu a bizmutu v pôde mimo zrudnených úsekov, čo svedčí predovšetkým o vysokej perzistencii antimónu a biz-



Obr. 2. Korelačné vzťahy medzi meďou a druhými prvkami-indikátormi v rôznych typoch hornín na ložiskách komplexných siderit-sulfidických rúd medzi Švedlárom a Nálepkovom v Spišsko-gemerskom rudohorí.

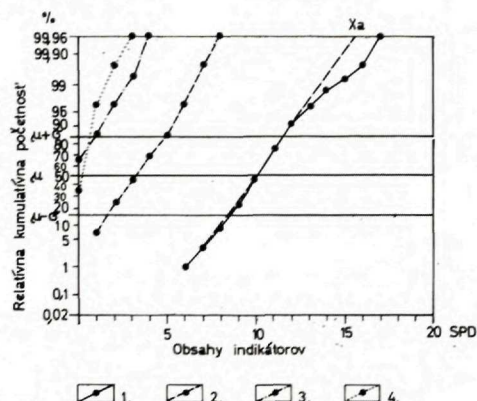
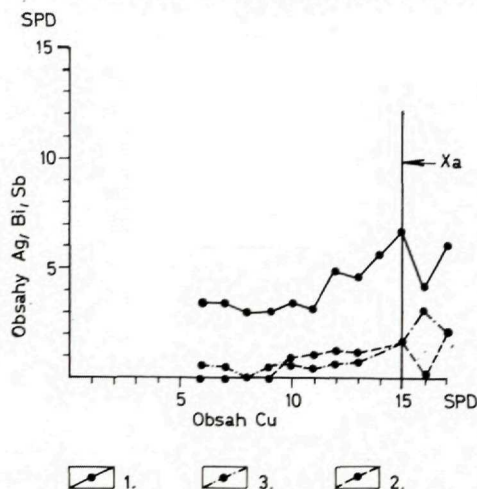
A — bazické vulkanity (diabázy); B — kyslé vulkanity (porfyroidy); vystredené čiary korelácie v pôde nad pásom hydrotermálne premenených hornín; 1 — striebra, 2 — antimónu, 3 — bizmutu; v mimoložiskových častiach metalometrických profilov; 4 — striebra, 5 — antimónu, 6 — bizmutu, x_a — prah anomálii medi.

Fig. 2. Correlative relations between copper and other elements-indicators in various types of rocks at the deposits of complex siderite-sulphide ores between Švedlár and Nálepko in the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. A — basic volcanic rocks (diabases); B — acid volcanic rocks (porphyroids); centred lines of correlation in soil above the zone of hydrothermally altered rocks 1. silver, 2. antimony, 3. bismuth; in parts outside the deposit of metallometric profiles; 4. silver, 5. antimony, 6. bismuth, x_a — threshold of copper anomalies.

mutu pri migrácii v hypergénnej zóne. Túto perzistenciu vidno aj v anomálnej časti geochemického poľa nad porfyroidmi (obr. 2, B — obsahy Cu 14—16 SPD).

V pôde nad chloritickými fylitmi sa zistila nevýrazná korelácia medzi obsahmi medi a striebra v oboch častiach geochemického poľa (obr. 3). Korelácia vzťahov medi k obsahom antimonu a bizmutu nie je dostatočne preukázateľná. To zrejme súvisí aj s tým, že metalometrickými profilmi v chloritických fylitoch sa nezachytili zrudnené úseky žíl.

Distribúcia obsahov medi, striebra, bizmutu a antimonu v pôde sa študovala oddelene nad chloritickými fylitmi (obr. 4), diabázmi a porfyroidmi (obr. 5).



Obr. 3. Korelácia medzi prvkami-indikátormi v pôde nad chloritickými fylitmi na ložiskách komplexných siderit-sulfidických rúd medzi Švedlárom a Nálepkovom v Spišsko-gemerskom rudohorí; 1 — s triebro, 2 — antimon, 3 — bizmut, x_a — prah anomálnych obsahov medi.

Fig. 3. Correlation between elements-indicators in soil above chlorite phyllites at the deposit of complex siderite-sulphide ores between Švedlár and Nálepko in the Spišsko-gemerské rudohorie Mts., 1 — silver, 2 — antimony, 3 — bismuth, x_a — threshold of anomalous contents of copper

Obr. 4. Distribúcia obsahov prvkov v pôde nad chloritickými fylitmi medzi Švedlárom a Nálepkovom v Spišsko-gemerskom rudohorí.

1 — meď, 2 — striebro, 3 — bizmut, 4 — antimon, x_a — prah anomálnych obsahov medi.

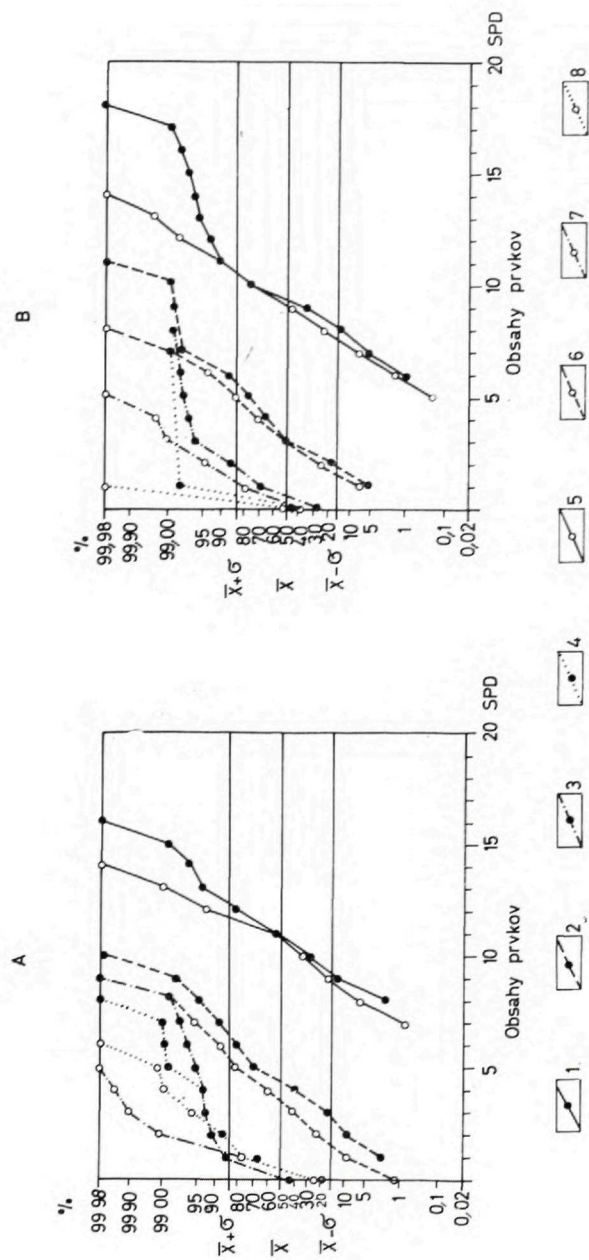
Fig. 4. Distribution of element contents in soil above chlorite phyllites between Švedlár and Nálepko in the Spišsko-gemerské rudohorie Mts., 1 — copper, 2 — silver, 3 — bismuth, 4 — antimony, x_a — threshold of anomalous contents of copper.

Parametre sekundárneho geochemického poľa (v pôde) pri komplexných siderit-sulfidických rudách medzi Nálepkovom a Švedlárom nad rôznymi horninami

Tab. 4

Horniny	Prvky							
	Cu		Ag		Bi		Sb	
	$M_e + 3\sigma$	$M_e + 3\sigma$	$M_e + 3\sigma$	$M_e + 3\sigma$	$M_e + 3\sigma$	$M_e + 3\sigma$	$M_e + 3\sigma$	$M_e + 3\sigma$
Diabázy	10,4	14,0	2,6	7,8	0,3	2,4	0,6	3,3
Porfyroidy	9,1	13,0	3,4	7,6	0,3	3,0	0,1	1,0
Fylity	10,0	15,0	3,2	8,0	0,4	3,2	0,2	2,0

Parameters of the secondary geochemical field (in soil) in complex siderite-sulphide ores between Nálepko and Švedlár above various rocks.



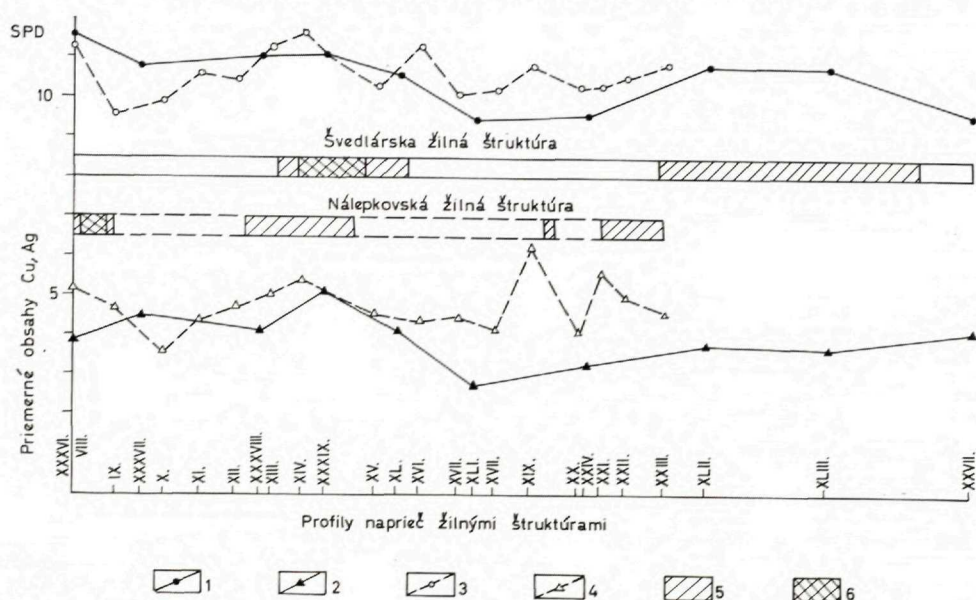
Obr. 5. Distribúcia obsahov prvkov v pôde nad diabázmi (A) a porfýroidmi (B) medzi Švedlárom a Nálepkovom v Spišsko-gemerskom rudohorí; čiary kumulatívnej početnosti vrátane vzoriek zo zrudnených častí. 1 — medi, 2 — striebra, 3 — bizmutu, 4 — antimonu; vzorček bez zrudnených častí: 5 — medi, 6 — striebra, 7 — bizmutu, 8 — antimonu.

Horniny	Prvky							
	Cu		Ag		Bi		Sb	
	N	K _a	N	K _a	N	K _a	N	K _a
Diabázy	16	2	10	2,2	9	6,6	8	4,7
Porfyroidy	18	5	11	3,4	11	8,0	8	7,0
Fylity	17	2	8	—	4	0,8	3	1,0

N — Najvyššia hodnota obsahu v súbore údajov

K_a = N — M_c — 3σ (pozri tab. 4)

5 Contrasts of anomalous content values of elements-indicators in the soil above various rocks-complex siderite-sulphide ores between Nálepko and Švedlár.



Obr. 6. Sledovanie priestorovej zhody medzi kolísaním stredných hodnôt obsahov medi a striebra pozdĺž rudnej štruktúry s výskytom zrudnených úsekov na nálepkovskej a švedlárskej žile v Spiško-gemerskom rudohorí; obsahy medi 1 — nálepkovská, 2 — švedlárska žila; obsahy striebra 3 — nálepkovská, 4 — švedlárska žila; 5 — preskúmané časti ložísk s pozitívnym výsledkom, 6 — vyrábané časti ložísk.

Fig. 6. Tracing of spatial coincidence between variation of the mean values of copper and silver contents along the ore structure and the occurrence of mineralized sections of the Nálepko and Švedlár vein in the Spiško-gemerské rudohorie Mts.; contents of copper 1 — Nálepko, 2 — Švedlár vein; contents of silver, 3 — Nálepko vein, 4 — Švedlár vein; 5 — investigated parts of deposits with positive result, 6 — exploited parts of deposits.

V pôde nad chloritickými fylitmi pri striebre a bizmute chýba pri grafickom zhodnotení anomálna oblasť údajov (spôsob zhodnotenia — I. ČILLÍK 1972) — distribučné čiary majú prakticky priamkový priebeh. Okrem toho sa v 65 % vzoriek bizmut nezistil, čo súvisí s citlivosťou analyzovania. U obsahov antimónu (v 35 % vzoriek sa nezistil) je priebeh

distribučnej čiary ťažko interpretovateľný. Len u obsahov medi môžeme interpretovať prah anomálií (obr. 4 — bod x_a) s hodnotou 15 SPD. Avšak rozpätie anomálnych hodnôt je iba 2 SPD. Tento stav distribúcie obsahov medi, antimónu, bizmutu a striebra zrejme súvisí s tým, že v týchto horninách sa rudné úseky nezistili.

Rozdiely v distribúcii obsahov uvedených prvkov medi v pôde nad porfyroidmi a diabázmi sú najmä v anomálnej oblasti (obr. 5). Obdobné sú rozdiely medzi týmito horninami a chloritickými fylitmi, ako to vidno z tab. 4.

Z grafického materiálu (obr. 4 a 5) a z tab. 4 vyplýva, že v pôde z nezrudnených úsekov porfyroidov je obsah medi a hlavne antimónu v normálnom geochemickom poli najnižší, v pôde z nezrudnených úsekov diabázov najvyšší; chloritické fylity zaujímajú v obsahu týchto prvkov stredné postavenie. U obsahov striebra a bizmutu (medián — Me) sú v pôde nad jednotlivými skupinami hornín nezrudnených úsekov len nevýrazné rozdiely; podstatne sa nelíši ani variačná šírka údajov, a tak prah anomálnych hodnôt pre striebro a okrem diabázov i pre bizmut je zhruba rovnaký. U medi najnižšiu hodnotu anomálnych obsahov sme zistili v pôde nad porfyroidmi, najvyššiu nad chloritickými fylitmi (rozdiel 2 SPD). Najvýraznejšie rozdiely v hodnote prahu anomálií sú u antimónu; najvyššia je u diabázov, najnižšia u porfyroidov. Pri porovnávaní najvyšších hodnôt obsahov a hodnôt prahu anomálií ($N - Me - 3\sigma$) podľa jednotlivých prvkov — kontrastnosť anomálií — najkontrastnejšie anomálie u všetkých prvkov sa dajú očakávať v porfyroidoch a z jednotlivých prvkov u bizmutu a antimónu (tabuľka 5).

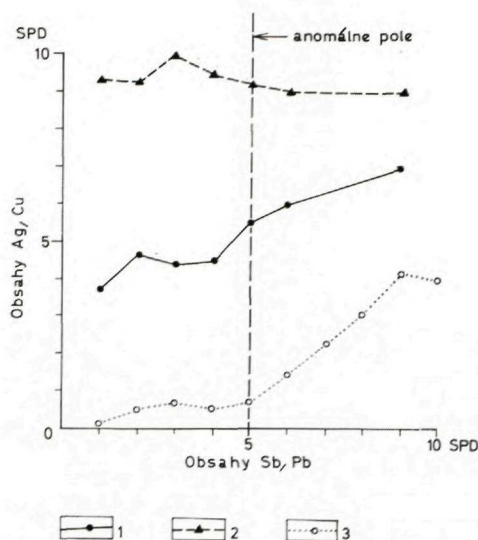
Pre účely sledovania zrudnených úsekov rudných žíl metalometriou sa v jednotlivých metalometrických profiloch na nálepkovskej a švedlárskej ložiskovej štruktúre spočítali stredné hodnoty obsahov striebra a medi nad hydrotermálne premennými horninami. Do rozvinutej línie po smere rudných štruktúr sa vyniesli miesta profilov, vyrábané alebo prieskumne pozitívne časti rudných štruktúr a vypočítané stredné hodnoty (obr. 6). Z obrázku sa dá konštatovať situačná zhoda medzi miestami zvýšených stredných hodnôt obsahov medi a striebra v pôde a zrudnenými miestami rudných žíl.

Antimónové rudy v granitoidoch

Dúbravský žilníkový systém antimónových rúd (ako typový objekt) vystupuje prevažne v granitoidoch. Zrudnenie sa nachádza vo všetkých typoch vyvrených hornín. Z mineralogicko-geochemickej charakteristiky ložiska podľa M. HARMANA (1956) a J. HAKA (1966) vyplýva, že antimónit prevažne vzniká v tretej mineralizačnej etape, a to v druhej podetape spolu so sulfosolami Sb, Pb, Cu a pyritom, a teda jeho priamymi indikátormi môžu byť Sb, Pb, Cu. Vedľajšími prvkami v tejto podetape sú Au, Ag, Cd, Zn, Hg, Ni, Sn, ktoré vystupujú ako zriedkavé samostatné minerály, alebo sú diadochne viazané na hlavné minerály. Na základe štúdia primárneho geochemického poľa sa za priame indikátory antimónového zrudnenia považujú Sb, Pb, Hg a za nepriame Cu, Bi, Ag, K, Na a Mg. Primárne geochemické pole, hoci je tvorené rôznymi typmi vyvrenín, je rovnorodé.

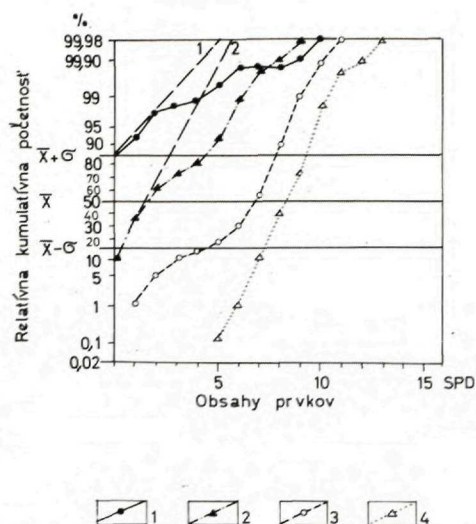
V sekundárnom geochemickom poli sa študovali zmeny distribúcie prvkov-indikátorov v pôde na orientačných metalometrických profiloch v okolí dúbravského ložiska. Vzorky sa spektrálne analyzovali len na Sb, Ag a Cu, miestami aj Pb (údaje v SPD stupnici).

Korelačné vzťahy medzi Sb a uvedenými prvkami sa zisťovali graficky (obr. 7). Korelácia sa zistila len medzi Sb a Ag a Pb—Ag. Medzi Sb a Cu sa korelácia v pôde nezistila a sledovať vzťahy medzi Sb a Pb znemožnila tá skutočnosť, že v miestach zvýšených obsahov Pb obsahy Sb boli veľmi nízke. Z obr. 7 sa však dá uzavrieť, že na tomto ložisku striebro v zóne hypergenézy migrovalo obdobne ako antimón i olovo, a na základe toho môžeme predpokladať aj korelačný vzťah medzi olovom a antimónom. Distribúcia obsahov prvkov-indikátorov v pôde je rozdielna (obr. 8). Kumulatívna čiara medi je blízka priamke,



Obr. 7. Diagram korelačných vzťahov medzi prvkami-indikátormi v pôde na ložisku antimonových rúd v Dúbrave. Vystredené čiary korelácie medzi obsahmi 1. antimonu a striebra, 2. antimonu a medi, 3. olova a striebra.

Fig. 7. Diagram of correlative relations between elements-indicators in soil at the deposit of antimony ores in Dúbrava. Centred lines of correlation between the contents of 1. antimony and silver, 2. antimony and copper, 3. lead and silver.



Obr. 8. Distribúcia obsahov prvkov-indikátorov antimonových rúd v Dúbrave v pôde: 1. antimonu, 2. striebra, 3. olova, 4. medi.
Fig. 8. Distribution of elements-indicators contents of antimony ores of Dúbrava in soil. 1. antimony, 2. silver, 3. lead, 4. copper.

čo svedčí o homogenite súboru údajov bez anomálnej časti; u olova deformácia kumulatívnej čiary v dolnej časti môže súvisieť s nedostatočnou reprodukovateľnosťou analýz a môžeme taktiež uvažovať o homogenite súboru údajov. V distribúcii obsahov striebra a antimonu môžeme vyčleniť anomálnu oblasť (normálne pole čiary 1 a 2 na obr. 8). V porovnaní s primárnym geochemickým poľom sa však u týchto prvkov zmenšila variačná šírka obsahov v normálnom poľi a klesla aj kontrastnosť anomálnych hodnôt (tab. 6). Pre sekundárne geochemické pole v oblasti dúbavského ložiska sa ako najvhodnejšie indikátory ukázali prvky Sb a Ag; funkcia prvku Pb ako indikátora je nejasná a obsahy medi patria rovnorodému geochemickému poľu bez anomálií.

Oloveno-zinkové rudy v karbonátových horninách mezozoika

Ako príklad posluží ložisko Drienok pri Ponikách. Ložisková oblasť Poník má veľmi zložitú geologickú stavbu s častým striedaním karbonatických a sialických členov hornín ľubietovskej zóny, križňanskej a chočskej série, série Drienok a vulkanického i sedimentárneho terciéru. Sú tu známe ložiská oloveno-zinkových impregnačne žilníkových rúd v karbonátových horninách (typ Drienok), impregnačných medených rúd vo werfene (typ Farbište) a sideritových žíl s mladšou generáciou sulfidov farebných kovov. Regionálna a detailná metalometria a biogeochemia sa zamerali predovšetkým na vyhladávanie oloveno-zinkových rúd typu Drienok. Vzorky pre pôdnu metalometriu a biogeochemiu sa odoberali

Zmeny hodnôt geochemických parametrov medzi primárnym a sekundárnym geochemickým poľom na ložisku antimónových rúd v Dúbrave

Tab. 6

Prvok	Prah anomálií x_a		Najvyšší obsah súboru N		Rozpätie anomálnych hodnôt K_a	
	P	S	P	S	P	S
Sb	13,6	5,0	21,0	10,0	7,4	5,0
Ag	11,2	5,6	19,0	9,0	7,8	3,4

P = primárne S = sekundárne

Changes of values of geochemical parameters between the primary and secondary geochemical field at the deposit of antimony ores in Dúbrava.

Parametre geochemických poľí v karbonátových horninách stredného triasu na ložisku olovenozinkových rúd na Drienku pri Ponikách

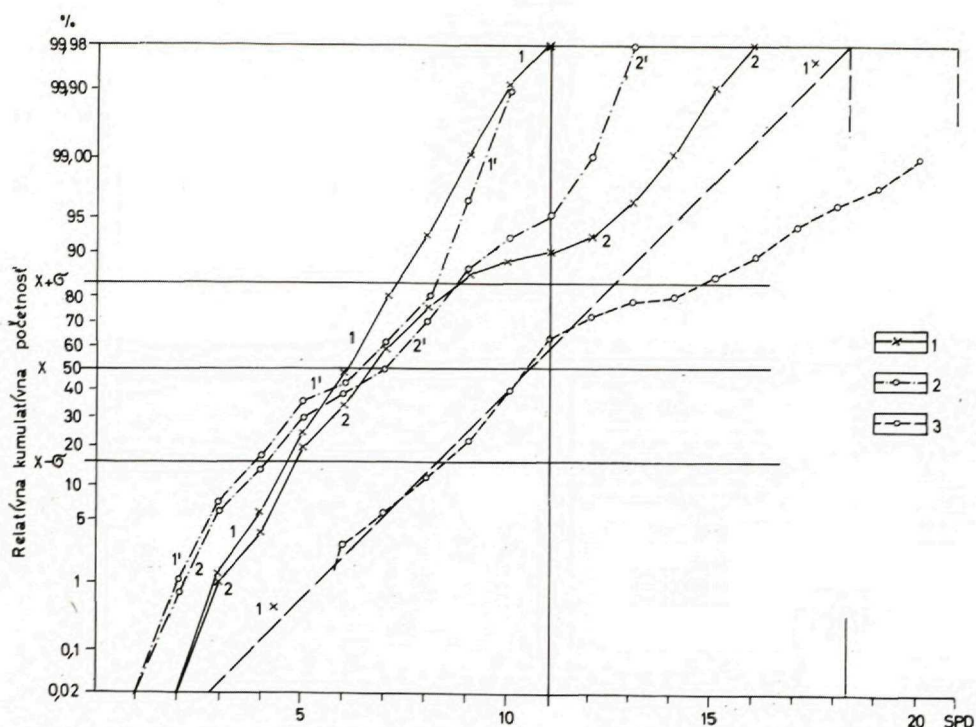
Tab. 7

Geochemické poľa	Geochemické parametre v stupňoch SPD		
	medián M_e	variálna šírka σ	rozpätie obsahov
Normálne, bez vzorkov nad ložiskom, rastliny (1')	6,4	$\pm 1,8$	1—11
Normálne, bez vzorkov nad ložiskom, pôda (1)	6,1	$\pm 1,2$	2—11
Normálne primárne (interpretované —1*)	10,5	$\pm 2,0$	3—13,3
Anomálne rastliny	—	—	10—13
Anomálne pôda	—	—	12—16
Anomálne primárne	—	—	18,3—23 (?)

Parameters of geochemical fields in Middle Triassic carbonate rocks at the deposit of lead-zinc ores of Drienok near Poniky.

na rovnakých miestach kvôli porovnávaniu. Zároveň sa dosť obmedzene študovalo primárne geochemické pole ložiska Drienok (zásekové vzorky z banských prác — obsah v %, vrt D—5 v SPD stupnici spektrálne).

Pri rozbere kumulatívnych čiar obsahu, napr. olova v primárnom geochemickom poli, v pôde a rastlinách (obr. 9) môžeme konštatovať určitý súlad v ich priebehu u vzoriek odoberaných v pôde, rastlinách i v primárnom geochemickom poli (údaje analýz zásekových vzoriek boli transformované do SPD stupnice). Avšak horná hranica obsahov olova je v sekundárnom geochemickom poli podstatne nižšia ako v primárnom: v pôde do 16 SPD, v rastlinách len 13 SPD. Pre primárne geochemické pole v oblasti vysokých obsahov je graf neukončený. Štatistické parametre geochemických poľí sú v tab. 7. Rozdiely medzi čiarami distribúcie u normálneho geochemického poľa v pôde a v rastlinách sú nevýrazné. U anomálnej časti geochemického poľa rozpätie obsahov klesá od pôdy (4 SPD) k rastlinám (2 SPD). Medzi primárnym a sekundárnym geochemickým poľom je prudký pokles hodnoty mediánu, rozpätia obsahov olova, najmä v normálnom, menej anomálnom poli. Kontrastnosť anomálií z primárnej do sekundárnej sféry klesá, v sekundárnej klesá ďalej v rastlinách, čo súvisí so slabou úrovňou pohlcovania olova rastlinami. Pritom intenzita pohlcovania prvkov rastlinami v rozličnom horninovom prostredí je nerovnako intenzívna nielen pre jeden prvok, ale sú značné rozdiely aj medzi prvkami (tab. 8). Diferenco-



Obr. 9. Distribúcia obsahov olova na ložisku Drienok pri Banskej Bystrici v zásekových vzorkách v šachte, v pôde a rastlinách nad karbonátovými horninami stredného triasu. 1. pôda, 2. rastliny, 3. šachta Drienok, v diagrame: geochemické pole bez vzoriek nad ložiskom 1. pôda, 1'. rastliny, všetky vzorky, 2. pôda, 2'. rastliny, 1^x interpretované — šachta Drienok.

Fig. 9. Distribution of lead contents at the deposit Drienok near Banská Bystrica in cut samples in the shaft, in soil and plants above Middle Triassic carbonate rocks. 1. Soil, 2. plants, 3. shaft Drienok, in the diagram: geochemical field without samples above the deposit 1. soil, 1'. plants, all samples, 2. soil, 2'. plants, 1^x interpreted-shaft Drienok.

Intenzita pohlcovania prvkov rastlinami oproti pôde v rôznych horninách v okolí ložiska Drienok pri Ponikách

Tab. 8

Druhy hornín—séria	Stupeň koncentrácie prvkov rastlinami				
	Prvky				
	olovo	meď	zinok	striebro	molybdén
Ponický neogén	1,0	1,25	1,6	1,8	3,8
Neokóm, križňanská s.	0,9	1,2	1,7	1,4	3,0
Keuper, križňanská s.	1,5	1,35	3,2	2,0	7,0
Neovulkanity	1,8	1,2	2,7	4,0	6,0
Strednotriasové karbonáty, Drienok	1,0	1,2	1,0	0,8	1,6
Dolomity, chočská s.	1,5	1,25	2,5	2,5	0,5
Strednotriasový vápeneč, križňanská s.	1,0	1,5	1,75	1,5	10,0
Nížny trias, Drienok	1,75	1,4	2,5	2,2	10,0
Nížny trias, chočská s.	1,1	1,2	2,6	3,0	11,0
Nížny trias, križňanská s.	1,4	1,4	2,7	2,8	4,0
Porfyroidy, Iubietovská s.	1,2	1,25	2,8	2,6	1,6

Intensity of absorption of elements by plants in contrast to soil in various rocks in the vicinity of the deposit Drienok near Poniky.

vaná intenzita pohlcovania určitého prvku rastlinami je príčinou značných rozdielov vo výške pozadia pre jednotlivé horniny, a tým komplikuje štruktúru normálneho geochemického poľa v biosfére.

Tieto rozdiely v migrácii prvkov a aj v ich pohlcovaní rastlinami narúšajú ich korelačné vzťahy zistené v primárnom geochemickom poli. Tak na ložisku Drienok sa graficky konštatovala pomerne výrazná korelácia medzi obsahom zinku, kadmia a olova (obr. 10) a medzi obsahom olova a striebra (obr. 11) vo vrte D—5. Pri zhodnotení perzistencie týchto vzťahov v sekundárnom geochemickom poli pre rôzne typy hornín grafickým spôsobom sa musel zohľadniť stredný rozdiel dvojíc základných a kontrolných analýz (± 2 SPD). Pri kvantitatívnom hodnotení korelácie sa percentuálne spočítali body, ktoré zostali v pásme ohraničenom rozptylovými čiarami zhodnotenia kvality analýz. Výsledky sú v tab. 9. Korelačné vzťahy medzi zinkom a kadmium sa v analýzach nesledovali, pretože kadmium sa zistilo len v ojedinelých prípadoch. Ako indikátor ložiska typu Drienok v biochémii zostalo predovšetkým olovo a z hľadiska korelácie čiastočne zinok a striebro (len niektoré typy hornín — tab. 9).

Štúdium sekundárneho geochemického poľa pri metalometrii elúvia je mimoriadne vážny úkon pri geochemickej prospekcii. Štúdium vzťahov medzi primárnym a sekundárnym geochemickým poľom a štruktúry sekundárneho geochemického poľa (pôda) na ložiskách komplexných siderit-sulfidických rúd medzi Švedlárom a Nálepkovom, na ložisku antimónových rúd v Dúbrave a výsledkov metalometrie a biochémie na ložisku oloveno-zinkových rúd na Drienku pri Ponikách potvrdilo predstavy o komplikujúcom účinku procesov hypergenézy na distribúciu prvkov v pôde i rastlinách.

Zo štúdia sekundárneho geochemického poľa v porovnávaní distribúcie prvkov v primárnom a sekundárnom poli vyplýva, že ich migračné schopnosti v zóne hypergenézy sú ovplyvňované nielen ich geochemickou charakteristikou, ale aj horninovým prostredím, najmä v biosfére. Najmarkantnejšie je to v okolí ložiska oloveno-zinkových rúd na Drienku pri Ponikách (tab. 8). Pritom v rôznych podmienkach si uchovávajú perzistenciu v migrácii napr. antimón (Nálepkovo—Švedlár — tab. 5 a Dúbrava — tab. 6), bizmut (Nálepkovo — Švedlár — tab. 5) a v niektorých prípadoch i striebro (Dúbrava — tab. 6). Obsahy týchto prvkov v pôde sa prudko znižujú oproti primárnej zóne a uchovávajú si značné rozpätie obsahov v anomálnej oblasti, a tým relatívne vysokú možnosť indikovať rudu. Naproti tomu meď (Dúbrava, Švedlár — Nálepkovo — tab. 5) a obyčajne aj striebro (tab. 5) nepatrným rozpätím obsahov v anomálnom úseku patria k prvkom, ktorých indikačné možnosti môžu byť obmedzené. V biosfére sú tieto rozdiely vo fixovaní prvkov

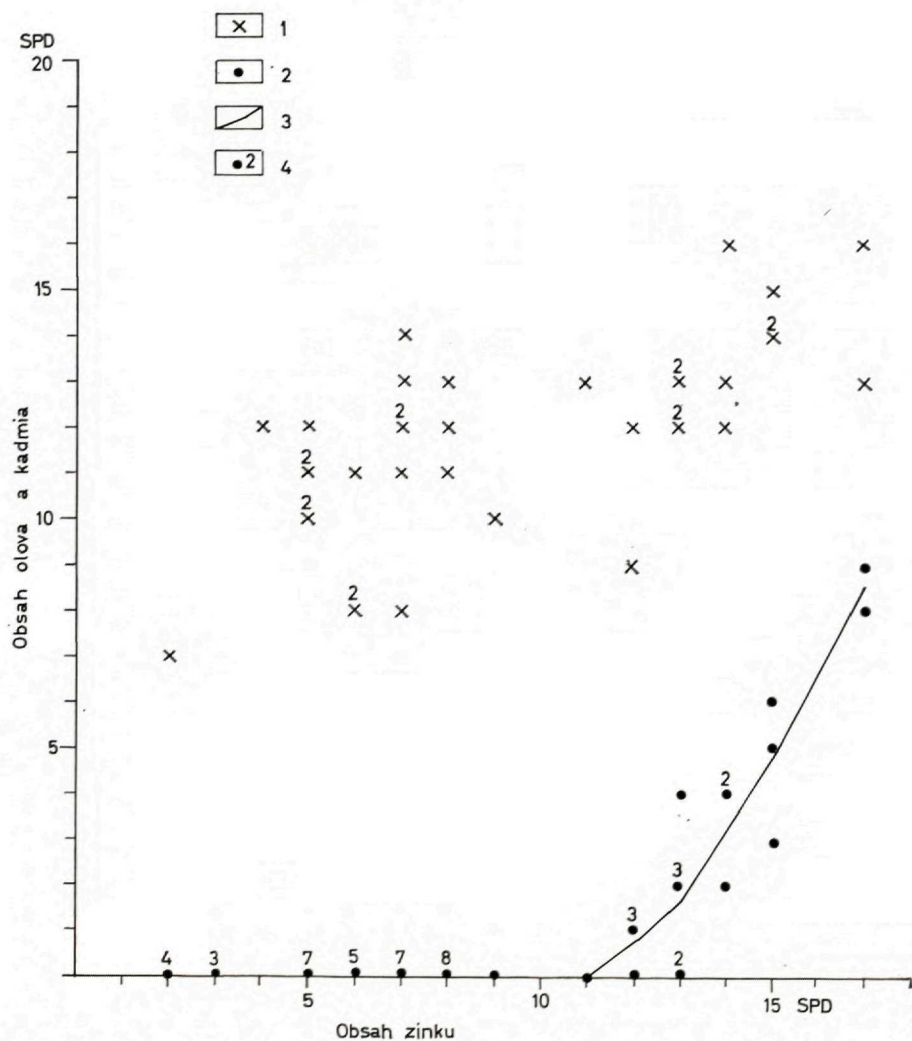
Zmena korelačných vzťahov medzi prvkami-indikátormi v okolí ložiska Drienok pri Ponikách

Tabuľka 9

Horniny-séria	Korelačné vzťahy %			
	Pb/Zn		Pb/Ag	
	pôda	rastliny	pôda	rastliny
Neogén (Poniky)	65	60	90	65
Neovulkanity	75	60	0	0
Karbonátové horniny, Drienok	85	60	80	75
Dolomity, chočská s.	0	0	90	65

Change of correlation relations between the elements-indicators in the vicinity of the deposit Drienok near Poniky.

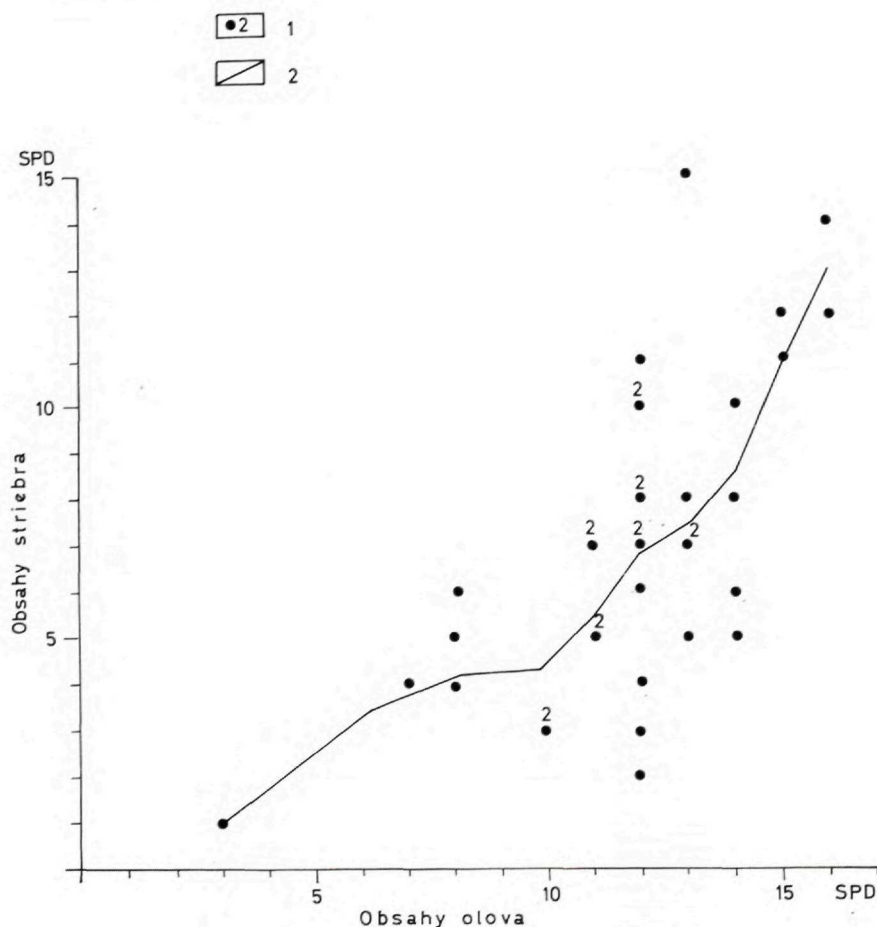
z pôdy ešte výraznejšie a nerovnaký stupeň koncentrácie toho istého prvku v rozličných horninách (napr. molybdén v tab. 8) štruktúru sekundárneho geochemického poľa v biosfére môžu úplne oddeliť od štruktúry v pôde, a tým znemožniť riešenie akýchkoľvek vzťahov medzi nimi. Tieto prvky (Drienok — hlavne molybdén — tab. 8) nemôžeme v biosfére spoľahlivo použiť pri geochemickej prospekcii. Oveľa vhodnejšie pre tieto účely sú na ložisku Drienok olovo a meď (tab. 8).



Obr. 10. Korelácia medzi obsahmi zinku, olova a kadmia v karbonátových horninách vo vrte D-5 na ložisku Drienok. 1. obsahy olova, 2. obsahy kadmia, 3. vystredená čiara obsahov kadmia, 4. počet údajov.

Fig. 10. Correlation between the contents of zinc, lead and cadmium in carbonate rocks in borehole D—5 at the deposit Drienok. 1. contents of lead, 2. contents of cadmium, 3. centred line of cadmium contents, 4. number of data.

Narušenie korelačných vzťahov a zásadné zmeny v štruktúre sekundárneho geochemického poľa oproti primárnemu obyčajne vedú k zníženiu počtu prvkov vhodných indikovať zrudnenie. Na ložisku Drienok (tab. 9) zostali v pôde a aj v rastlinách len makrokomponenty zrudnenia — olovo a zinok. Prítom stupeň zachovania korelačných vzťahov je iný pre zvetraninový plášť a iný pre rastliny nad rôznymi horninami (okolie ložiska Drienok — tab. 9), alebo sa mení podľa toho, či je to úsek normálneho — nezrudnené úseky — či anomálneho — zrudnené úseky — geochemického poľa. Spravidla v anomálnych úsekoch sa korelačné vzťahy medzi obsahmi prvkov-indikátorov uchovávajú (Švedlár — Nálepko, meď—striebro, bizmut, antimón). Tým už prítomnosť korelácie je vyhľadávacím geochemickým príznakom a hodnoty obsahov sa môžu spočítavať kvôli zvýrazneniu kontrastnosti anomálií.



Obr. 11. Korelácia medzi obsahmi olova a striebra v karbonátových horninách vo vrte D-5 na ložisku Drienok. 1. obsahy striebra a počet vzoriek, 2. vystredená čiara korelácie.

Fig. 11. Correlation between the contents of lead and silver in carbonate rocks in borehole D—5 at the deposit Drienok. 1. contents of silver and number of samples, 2. centred line of correlation

Pokus o riešenie existencie „rudných stĺpov“ v priebehu ložiskových štruktúr metalometriou medzi Švedlárom a Nálepkovom i pri veľmi riedkej sieti profilov preukázal perspektívu využitia tohto postupu.

Doručené 2. 4. 1973
Odporučil Ján Slávik

LITERATÚRA

- BELAKOV, E. E. et al. 1968: O raspredelenii elementov v sisteme voda-porody-rastenija na mestoroždenijach sulfidnych rud v sviazi s ocenкой geologičeskoj effektivnosti litochimičeskich, gidrochimičeskich i biogeochemičeskich poiskovyh issledovanij. Sb. Litochim. poiski rudnych mestoroždenij po ich gipergen. oreolam i potokam rassejaniya. Alma Ata.
- BEUS, A. A. 1969: Ispolzovanie matematičeskich metodov pri geochimičeskich poiskovyh rabotach. Sb. Trudy Vsesojuz. politechn. instituta.
- ČILLÍK, I. 1963: Štúdia o ďalších možnostiach vyhľadávania oloveno-zinkových rúd v predjurských útvaroch Západných Karpát. Manuskript — archív Geol. prieskumu, Spišská Nová Ves.
- ČILLÍK, I. 1965: Skúsenosti z geochemického vyhľadávania na ložisku Drienok v okolí Poník. Geol. průzk. (Praha), č. 6.
- ČILLÍK, I. 1971: Otázky vieryhodnosti spektrálnych analýz pre geochemické vyhľadávanie ložísk rúd. Geol. průzk. (Praha), č. 8.
- ČILLÍK, I.—HÁJIK, A.—SCHMIDT—FALÍKOVÁ, A. 1972: Zhodnotenie metodiky a doterajšie výsledky geochemického vyhľadávania ložísk nerastných surovín v Západných Karpatoch. Manuskript.
- ČILLÍK, I. 1972: Zjednodušený spôsob určovania prahu anomálnych hodnôt pri geochemickom vyhľadávaní ložísk nerastných surovín. Geol. průzk. (Praha), č. 10.
- HÁK, J. 1966: Mineralogie a geochemie nízkotatranských antimonových ložísk. Sbor. geol. věd (Praha), TG, sv. 7.
- HARMAN, M. 1956: Geologické a paragenetické pomery SZ časti dúbravského Sb ložiska a niekoľko poznámok k zrudneniu Nizkých Tatier. Geol. práce, správy 6, (Bratislava)
- ONDREJKOVIČ, K. 1967: Záverečná správa a výpočet zásob Bindt—Závadka Fe, Cu ku 31. 7. 1967. Manuskript — Archív Geologického prieskumu Spišská Nová Ves.
- POKORNÝ, J. 1965: Určování normálních hodnot parametrů geochemického pole. Geol. průzk. č. 7. Praha.
- PERELMAN, A. 1955: Očerki geochimii landšafta. Nauka, Moskva.
- SAUKOV, A. A.—PERELMAN, A. I.—ŠARKOV, J. V.—BORISENKO, E. N. 1966: Sovremennye problemy teorii geochimičeskich poiskov poleznych izkopajemych. Očerki geochimiji endogennyh i gipergennyh procesov. Nauka, Moskva.

Some questions of the study of secondary geochemical fields in metallometry of eluvium

IVAN ČILLÍK

The study of the secondary geochemical field in metallometry of eluvium is an extraordinarily serious act of geochemical prospection. The study of relations between the primary and secondary geochemical field and of the structure of the secondary geochemical field (soil) at the deposits of complex siderite-sulphide ores between Švedlár and Nálepkovo, at the deposit of antimony ores in Dúbrava and of the result of metallometry and biogeochemistry at the deposit of lead-zinc ores of Drienok near Poniky has confirmed the ideas of the complicating effect of hypergenesis processes on distribution of elements in soil and plants.

As results from the study of the secondary geochemical field and from comparing of elements distribution in the primary and secondary field, their migration abilities in the zone of hypergenesis are influenced not only by geochemical characteristic, but also by the rock environment and mainly in the biosphere. This is most striking in the vicinity of the desopit of lead-zinc ores of Drienok near Poniky (tab. 8). The elements have preserved persistence in migration under various conditions there, e.g. antimony (Nálepkovo—Švedlár tab. 5 and Dúbrava — tab. 6), bismuth (Nálepkovo—Švedlár — tab. 5) and in some cases also silver (Dúbrava — tab. 6). The contents of these

elements in soil are suddenly decreasing in contrast to the primary zone and have preserved a considerable range of values in the anomalous area and so a relatively great possibility to indicate ore. Copper (Dúbrava, Švedlár—Nálepkovo — tab. 5) and usually also silver (tab. 5), on the contrary, with an insignificant range of contents in the anomalous part belong to elements, indication possibilities of which can be limited. In the biosphere these differences in fixation of elements from the soil are still more distinct and the various degree of concentration of the same element in various rocks (e.g. molybdenum in tab. 8) may completely separate the structure of the secondary geochemical field in the biosphere from the structure in soil and so make solution of whatever relations between them impossible. These elements (Drienok — mainly molybdenum — tab. 8) we cannot reliably apply in the biosphere in geochemical prospection. Essentially more suitable for these purposes at the deposit are lead and copper (tab. 8).

Disturbing of correlation relations and essential changes in the structure of the secondary geochemical field in contrast to the primary one usually lead to lowering of the number of elements, suitable to indicate ore mineralization. At the deposit Drienok (tab. 9) only macrocomponents of mineralization have remained in soil and plants — lead and zinc. The degree of preservation of correlation relations is different for the mantle of waste and plants above various rocks, e.g. the vicinity of the deposit Drienok (tab. 9) ore changes according to that whether a section of the normal-nonmineralized sections or anomalous-mineralized sections, of the geochemical field is concerned. In anomalous sections correlation relations between the contents of elements-indicators have usually preserved (Švedlár—Nálepkovo, copper-silver, bismuth, antimony). So is already the presence of correlation a searching geochemical indication and the values of contents may be summed up for emphasizing of anomalies contrasts.

The attempt of solving the existence of „ore chimneys“ in the course of deposit structures by metallometry between Švedlár and Nálepkovo also with a very sparse network of profiles has demonstrated the perspectiveness of application of this approach.