

Geofyzikálna charakteristika výskytu rudnej mineralizácie vo východnej časti Spišsko-gemerského rudohoria

ROBERT KUCHARSKI

Przedsiębiorstwo badań geofizycznych, Stalingradzka 34, 033-301 Warszawa

Doručené 8. 1. 1985

Геофизическая характеристика рудной минерализации восточной части Спешско-гемерского рудогория (Западные Карпаты)

В статье приведены геофизические характеристики рудной минерализации восточной части Спешско-гемерского рудогория, обработанные на основании комплекса геофизических методов (гравиметрия, магнитометрия, спонтанная, поляризация, полевая гаммаспектрометрия, возбуждённая поляризация и меркурометрия) и результатов геолого-петрографических и геохимических исследований. Обсуждаются типы геофизических аномалий (в использованных методах) различных типов рудной минерализации и потенциальные возможности каждого из геофизических методов при поисках и разведке рудных месторождений.

Geophysical characteristic of ore mineralization in the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. (Western Carpathians)

The paper presents geophysical characteristics of ore mineralization occurrences in the eastern part of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. completed on the base of complex geophysical investigations (gravimetry, magnetometry, spontaneous and induced polarization, field gammaspectrometry and mercurimetry) as well as of results of geological, petrographical and geochemical investigations. Types of geophysical anomalies are outlined and discussed (detected by applied methods) over various types of ore occurrences and potential possibilities of each geophysical method in prospection and exploration of ore desposits in the area are evaluated.

Skupina poľských geofyzikov a československých geológov vykonala v rokoch 1976—1981 komplexný geofyzikálno-geochemický a geologický výskum vo východnej časti Spišsko-gemerského rudohoria (ďalej iba SGR) s cieľom vyhľadávať a skúmať rudnú mineralizáciu.

Lokalizácia viacerých typov mineralizácie (prevažne hydrotermálnych žíl s rôz-

nym minerálnym zložením) bola známa a časť z nich (najmä tie, ktoré vystupujú na povrch) sa v minulosti exploatovala.

Len malá časť rudných telies sa môže (podľa skúseností z výskumu) bezprostredne sledovať metódami užitej geofyziky. Príčinou je malá mocnosť sledovaných žíl a veľmi veľká variabilita ich fyzikálnych vlastností, spôsobených znač-

nou rôznorodosťou mineralizácií, vzniknutých počas rozličných rudných procesov. Rudná štruktúra sa na meranom profile prejavila ako zóna, ktorá zahŕňa samotné rudné teleso a jeho alterované okolie. Rozmery takýchto zón takmer vždy prevyšujú rozmery rudných telies a ich šírka sa môže značne meniť. Na skúmanom území sa najčastejšie stretávame so silicifikáciou, sericitizáciou a kaolinizáciou, v menšej miere s K a Na feldšpatizáciou, chloritizáciou a greizenizáciou. Takéto alterované zóny možno veľmi spoľahlivo indikovať použitými geofyzikálnymi metódami. Uľahčuje sa tým vyhľadávanie a prieskum rudných telies. Napríklad silicifikácia spôsobuje zvýšenie zdanlivého merného odporu, zníženie objemovej hustoty, magnetickej indukcie a rádioaktivity. Sericitizácia hornín spôsobuje taktiež zníženie objemovej hustoty a magnetickej indukcie, ale narastá zdanlivá polarizovateľnosť a rádioaktivita (Golod, 1978; Doležalová et. al., 1976).

Nie všetky rudné telesá však majú okolorudnú aureolu takej moci, ktorá sa dá detekovať geofyzikálnymi metódami a taktiež v alterovanej zóne nemusia byť vždy vyvinuté rudné telesá.

Podmienkou efektívneho sledovania alterovaných zón je, aby pri existencii dostatočne veľkej diferencie vo fyzikálnych vlastnostiach medzi metamorfovanými a nezmenenými komplexmi nebola šírka alterovaných zón menšia ako krok merania.

Analýza výsledkov výskumu nad známymi východmi zrudnenia (hlavne žilného typu), doplnená o známe geologicko-ložiskové a montanistické materiály, ukázala, že touto metodikou možno vyhľadávať mineralizované zóny, v ktorých sa môžu vyskytovať aj rudné žily. Miestami možno rudné telesá detekovať priamo geofyzikálnymi metódami.

Geofyzikálnu charakteristiku výskytu

hydrotermálnej mineralizácie vo východnej časti SGR sme spracovali na základe výskumu nad známymi rudnými telesami. Podiel jednotlivých metód na detekcii predpokladaných objektov uvádzajú nasledujúce časti.

Gravimetria

Gravimetrické merania (plošné a profilové) neslúžili na priame sledovanie alterovaných mineralizovaných zón, hoci výsledky petrofyzikálneho výskumu (Bárta, 1973) ukazujú veľmi výrazné rozdiely medzi rudnými telesami (hustota viac ako $3,0 \text{ g/cm}^3$) a okolnými horninami (hustota $2,5 - 2,9 \text{ g/cm}^3$).

Zmena hustoty prostredia obklopujúceho rudné teleso závisí od charakteru procesov, ktorými okolné prostredie prešlo. Silicifikácia, sericitizácia a kaolinizácia spôsobujú zníženie hustoty, naproti tomu pyritizácia a berezitizácia jej zvýšenie (Golod, 1978).

Malé rozmery rudných telies a okolorudnej alterovanej aureoly a veľká variabilita ich hustoty pri značnej vzdialenosti bodov merania takmer znemožňuje bezprostredne sledovať mineralizované zóny gravimetrickou metódou.

Analýzy gravimetrických máp, hlavne máp reziduálnych anomálií podľa Elkinsa (Grzywacz — Margulová), doplnené o výsledky geologicko-geochemických výskumov a ostatných geofyzikálnych metód, ukázali, že väčšina hydrotermálnych mineralizovaných zón sa prejavuje zápornými reziduálnymi anomáliami, zvlášť v okrajových častiach, a že sledované mineralizované zóny často vystupujú v oblastiach zvýšených gradientov tiaže, ktoré detekujú tektonické zóny.

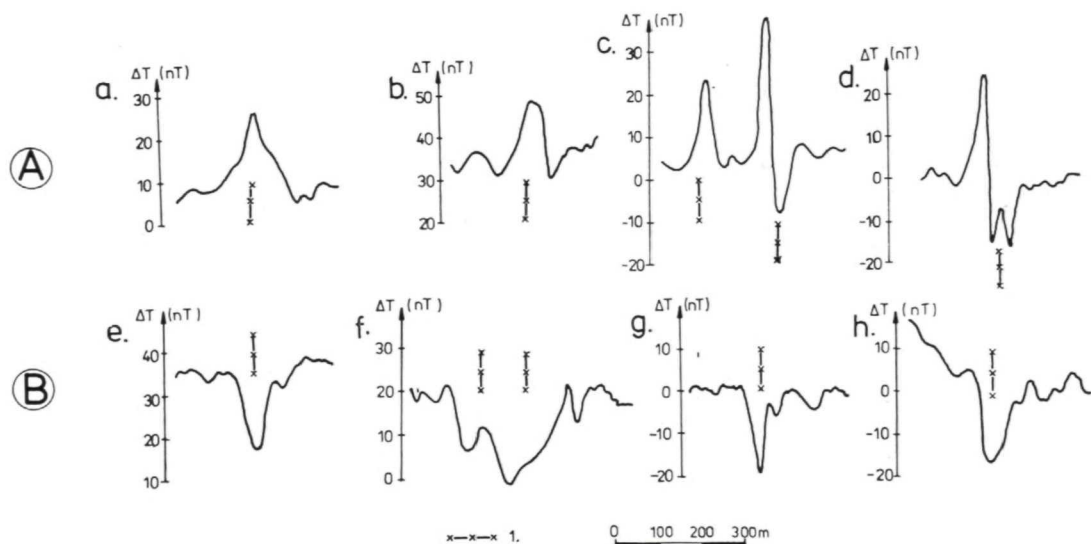
Gravimetrické merania môžu poskytnúť dostatočnú informáciu o možnosti výskytu mineralizácie na základe zistenia morfológie a hĺbky stropu granitu pod povrchom

(obr. 10), ak je s nimi táto mineralizácia spätá. Tieto informácie podstatnou mierou pomáhali prognózovať Sn — W mineralizáciu.

Magnetometria

Rudné telesá a ich okolorudná aureola sú najčastejšie nemagnetické alebo slabo magnetické. Podľa R. Bártu (1976) kolíše magnetická susceptibilita hydrotermálnych žíl v intervale $369 - 1023 \cdot 10^{-6}$ SI. V dôsledku takej nízkej hodnoty magnetickej susceptibilita väčšiny hornín budujúcich východnú časť SGR (s výnimkou diabázov a amfibolitov) sa mineralizované zóny prejavujú v magnetickom poli veľmi

nevýrazne. Obvykle sa vyskytujú niekoľko-bodové anomálie ΔT , a to ako kladné, tak aj záporné, s amplitúdami 10 — 40 nT, vystupujúce na pozadí kľudného magnetického poľa, ktorého variácie spravidla nepresahujú 30 nT (obr. 1). Záporné anomálie ΔT (obr. 1b) vyvolala znížená hodnota magnetickej susceptibilita v mieste okolorudnej aureoly, spôsobená intenzívnymi hydrotermálnymi zmenami, hlavne sericitizáciou a chloritizáciou (Golod, 1978; Klicznikowa, 1970; atď.). Podľa M. Doležalovej et. al. (1976) sa magnetická susceptibilita granitov môže hydrotermálnymi zmenami znížiť o 50 % a u amfibolitov dokonca o 80 %. Takýto jav najpravdepodobnejšie spôsobuje činnosť hy-



Obr. 1. Typické magnetické anomálie ΔT nad rudnými žilami. 1 — rudné žily, A — kladné anomálie: a až d — kremeňovo-sideritové žily Koruna a Rúfus; B — záporné anomálie: e — kremeňovo-sideritová žila Michaeli so zvýšeným obsahom sulfidov; f — kremeňovo-sideritová žila Laura — Berta; g — sideritovo-polymetalická žila Humel; h — kremeňovo-sideritová žila so sulfidmi

Fig. 1. Typical magnetic anomalies of ΔT over ore mineralization outcrop. 1 — ore vein, A — positive anomaly, a-d — quartz-siderite vein Koruna and Rúfus, B — negative anomaly, e — quartz-siderite vein with higher sulphide content (Michaeli), quartz-siderite vein Laura — Berta, g — siderite-base metal vein Humel, h — quartz-siderite vein with sulphides

drotermálnych roztokov, v dôsledku čoho sa mení magnetit a iné feromagnetické minerály (ktoré môžu hydrotermálne žily obsahovať) na nemagnetický hematit a limonit.

V členitom horskom teréne treba uvažovať aj o možnosti kombinovania vplyvu rudonosnej (magnetickej) štruktúry a reliéfu terénu a vzniku zápornej magnetickej anomálie, ktorú nezapríčinili hydrotermálne zmenené horniny.

Kladné anomálie ΔT (obr. 1a) s amplitúdami 40 — 60 nT spôsobuje nízka koncentrácia magnetitu a pyrotínu v rudnom telese. Predpokladá sa, že vysoké ($\Delta T > 100$ nT) a stovky metrov široké anomálie ΔT sa viažu na vystupovanie rozptýlenej magnetitovej mineralizácie.

Pri analýze magnetickej anomálie nad rudnými zónami treba pamätať aj na bipolaritu magnetickej anomálie, pretože tá istá žila sa v určitých prípadoch môže prejavovať kladnou aj zápornou anomáliou.

Metóda spontánnej polarizácie (SP)

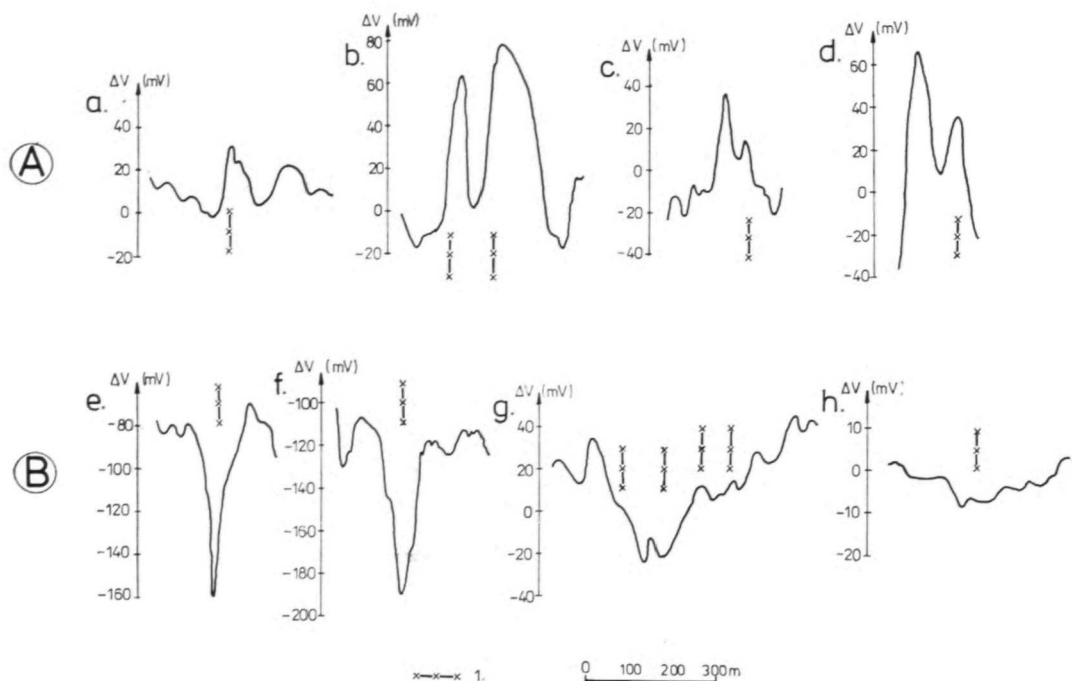
Touto metódou sa rudná mineralizácia jednoznačne neprejavuje. Sírniková mineralizácia, hlavne impregnačného typu, sa pri použití tejto metódy nedetekuje. (Príkladom sú rudonosné ruly v oblasti Klátova.)

Niekedy sú anomálie účinkom vplyvu morfológie terénu a erozívnych procesov deformované, čím značne klesá ich intenzita. Pre vznik anomálií tohto typu je nevyhnutná vysoká elektrochemická aktivita a vodivosť rúd spolu s priaznivými hydrogeologickými podmienkami, umožňujúcimi vznik oxidačno-redukčných procesov (Tarchov et. al., 1977). Nad rudnými žilami pozorujeme kladné a záporné anomálie SP (obr. 2). Príčiny takejto rozdielnosti nie sú ešte dostatočne objasnené, je reálne predpokladať, že charakter

anomálie závisí v podstatnej miere od mineralogického zloženia rudných telies (Urazajev, 1956; Tarchov et. al., 1977). Záporné anomálie SP (obr. 2b) sú podľa A. S. Semenova (1974) späté s výskytom oxidačno-redukčných potenciálov, ktoré sa prejavujú hlavne nad telesami s pyritovou a chalkopyritovou mineralizáciou, ako aj nad horninami s grafitickou prímiesou. Intenzita týchto anomálií závisí vo veľkej miere od mocnosti zóny hypergenézy. Podľa S. B. Bermuchanova (1977) môže oxidačná zóna na ložisku sulfidov s mocnosťou 20 m spôsobiť anomáliu —80 mV. Ak sa zvýši mocnosť na 60 m, intenzita anomálie sa zvýši na —160 mV. Na skúmanom území boli anomálie takéhto typu detekované nad niektorými rudnými žilami Anna (obr. 3e) a Anna Relichová (obr. 3f). Najčastejšie sú to záporné anomálie nie veľkých amplitúd (neprekračujú 40 — 60 mV). Vysoké anomálie SP (nad 150 mV) sú najmä nad polohami grafiticko-sericitických fylitov.

Zistili sme, že so zvyšovaním stupňa metamorfózy sa takéto anomálie zmenšujú a v horninách amfibolitovej fácie zanikajú. Tento jav sa vysvetľuje pri zvyšovaní stupňa metamorfózy vybielením čiernych metapelitov (Grecula, 1982), teda že organická substancia v slabometamorfovaných metapelitoch je rozptýlená v celej hornine a umožňuje tok elektrického prúdu, tým aj vznik anomálií. Kdežto pri vysokej metamorfóze sa organická substancia koncentruje do izolovaných šupíniek grafitu a hornina sa stáva nevodivá, a teda nespôsobuje ani vznik anomálie spontánnej polarizácie.

Kladné anomálie SP (obr. 2a) sme zaregistrovali nad rudnými žilami vystupujúcimi vo vysokometamorfnom prostredí s intenzívnou silicifikáciou. Podľa I. M. Urazajeva (1956) a A. G. Tarchova (1977) sú anomálie takéhto typu späté s výskytom galenitovo-sfaleritovej mineralizá-



Obr. 2. Typické anomálie spontánnej polarizácie nad rudnými štruktúrami vo východnej časti SGR. 1 — rudné žily; A — kladné anomálie: a — kremeňovo-antimónová žila Ferdinand, b — kremeňovo-sideritová žila Boží dar so zvýšeným obsahom sulfidov, c, d — kremeňovo-polymetalické žily Bertalan V. a Jozef; B — záporné anomálie: e — kremeňovo-antimonitová žila Anna, f — kremeňovo-sideritová žila Anna Relichová so zvýšeným obsahom sulfidov, g — sideritovo-polymetalická žila Humel, h — kremeňovo-antimonitová žila v granite

Fig. 2. Typical anomalies of spontaneous polarization over ore mineralization outcrops in the eastern part of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. 1 — ore vein, A — positive anomaly, a — quartz-siderite vein [Ferdinand], b — quartz-siderite vein with higher sulphide content (Boží dar), c, d — quartz-base metal vein [Bertalan V and Jozef], B — negative anomaly, e — quartz-antimonite vein [Anna], f — quartz-siderite vein with higher sulphide content [Anna Relichová], g — siderite-base metal vein [Humel], h — quartz-antimonite in granite

cie, ktorá spôsobuje vznik tzv. koncentračných potenciálov a potenciálov difúzo-absorpčných. Intenzita týchto anomálií sa približuje intenzite záporných anomálií a kolíše v intervale 30 — 80 mV. V niektorých mineralizovaných štruktúrach (hlavne v oblasti Zlatej Idky) pozorujeme naloženie anomálií SP difúzo-absorpčného charakteru na anomálie oxidačno-redukčné.

Metóda vybudenej polarizácie (VP)

Polarizovateľnosť hornín, vyjadrená hodnotou koeficienta zdanlivej polarizovateľnosti η_z , bola jedným zo základných dôkazov vystupovania rudnej mineralizácie. Anomálne, resp. zvýšené hodnoty tohto parametra v miestach, kde nebolo potvrdené vystupovanie grafitických fylitov, svedčili o prítomnosti rudných minerálov

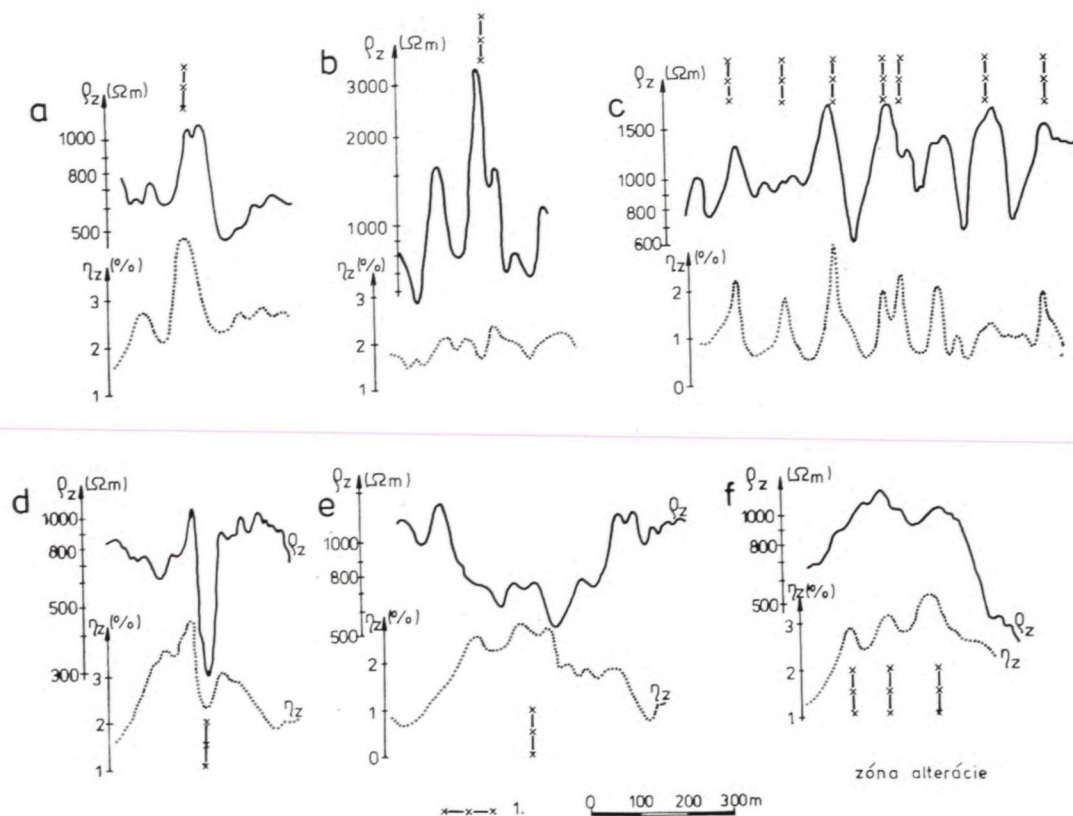
s elektrónovou vodivosťou (napr. pyrit, pyrotín, magnetit, chalkopyrit, galenit, pyroluzit, arzenopyrit).

Nad mineralizovanými žilnými štruktúrami sa zistili dva základné typy anomálií:

— Úzke anomálie, ktoré neprekračujú hodnotu 2 — 3 %, sme registrovali najčastejšie nad centrom rudnej žily (obr. 3).

Ako príklad môže poslúžiť anomália z oblasti Gelnice (obr. 3c), kde sú často iba jednobodové anomálie s amplitúdami 1 — 2 % (lokalizujú plytko uložené rudné žily).

— Anomálie η_z , široké 200 — 400 m, s menej alebo viac výraznými maximami nad rudnými žilami (obr. 3f). Anomália takéhoto typu zaberá celú mineralizovanú



Obr. 3. Typické anomálie zdanlivého merného odporu (ρ_z) a koeficienta vybudenej polarizácie (η_z) nad rudnými žilami. 1 — rudné žily, a + b — kremeňovo-antimonitové žily Ferdinand a Anna, c — kremeňovo-sideritové žily Margaréta a Daniel s malým obsahom sulfidov, d — kremeňovo-sideritová žila Boží dar so zvýšeným obsahom sulfidov, e + f — kremeňovo-sideritové žily so sulfidmi

Fig. 3. Typical anomalies of apparent specific resistivity (ρ_z) and of the induced polarization coefficient (η_z) over outcrops of ore mineralization. 1 — ore vein, a + b — quartz-antimonite vein (Ferdinand and Anna), c — quartz-siderite vein with low content of sulphides (Margaréta and Daniel), d — quartz-siderite vein with higher sulphide content (Boží dar), e + f — quartz-siderite vein with sulphides

štruktúru a je spôsobená rozptýlenou sulfidickou mineralizáciou v rudnej aureole.

— Pozornosť si zasluhuje aj zvláštny typ anomálie η_z , ktorý je na obr. 3d. Zistila sa znížená polarizovateľnosť prostredia bezprostredne nad rudnou žilou, pravdepodobne spôsobená silným zvetraním rudnej výplne, počas ktorého sa polarizovateľné minerály (napr. pyrit) zmenili na nepolarizovateľné kysličníky (limonit).

Okrem toho sme nad východmi rozptýlenej stratiformnej sírnikovej mineralizácie zaznamenali široké anomálie s amplitúdami miestami prekračujúcimi hodnotu 10 — 15 %. Tento typ anomálií sa zistil v oblasti výskytu rudonosných rúl v okolí Klátova (obr. 16).

Nevyriešeným problémom je odlišenie anomálií spôsobených rudnou mineralizáciou od anomálií nad čiernymi fylitmi. Identifikácia rudných anomálií v zelených fylitoch potvrdila značné zvýšenie polarizovateľnosti aj v miestach, kde sú koncentrácie sírníkov malé. Podľa J. W. Markuszina et. al. (1973) spôsobuje to jemnovrstvitosť fylitov, vplývajúca na zväčšenie plochy povrchu styku sírníkov s medzipórovou vodou.

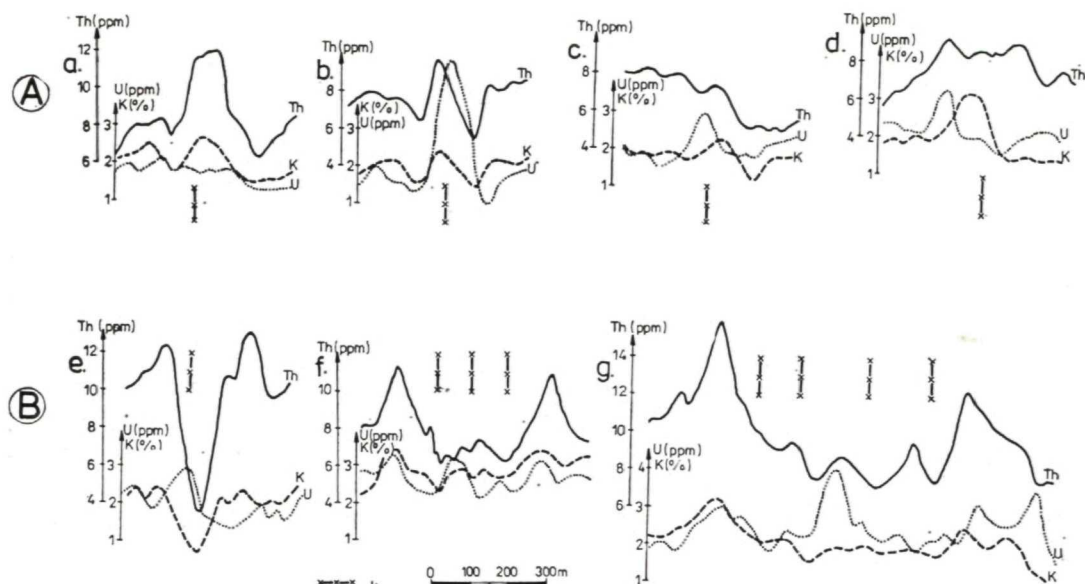
Pri meraniach metódou VP sa zisťoval ďalší geoelektrický parameter — zdanlivý odpor ρ_z , ktorý v miestach výskytu rudnej mineralizácie vykazoval veľkú variabilitu (300 — 5000 Ωm). Rudné žily sa prejavujú v krivkách zdanlivého merného odporu úzkymi vysokoodporovými anomáliami (1500 — 3000 Ωm), charakteristickými pre žily s kremeňom (obr. 3b). Kde silicifikácia bola menej intenzívna a procesy zvetrávania značne intenzívne, anomália je široká, často s dosť veľkou amplitúdou (obr. 3d, f). Merný odpor rudnej výplne žíl je však spravidla nízky (menej ako 100 Ω), ale odpor okolorudnej aureoly ovplyvňuje intenzita silicifikácie. Nad niektorými mineralizovanými zónami sme pozorovali vysoké hodnoty

tohto parametra, ktoré často siahali za hranice zóny intenzívnej silicifikácie.

Terénna gamaspektrometria

Z analýzy výsledkov gamaspektrometrických meraní vychodí výrazná závislosť medzi rudnými telesami a zvýšenou koncentráciou rádioaktívnych prvkov. Nad väčšinou rudných telies sa potvrdil zvýšený obsah K, U, Th.

Nad rudnými telesami je väčšie či menšie zníženie koncentrácie Th a K pri fónovej alebo zvýšenej koncentrácii U (obr. 4b), čo je v súlade so známou závislosťou medzi koncentráciou U a Th a obsahom rudných materiálov v rude (obr. 5). Pre väčšinu rudných ložísk hydrotermálneho pôvodu, bez rozdielu, či obsahujú rádioaktívnu mineralizáciu, alebo nie, je podľa V. P. Vorobjeva (1977) charakteristickým prejavom rádioaktívny rozpad. Ale hoci takmer všetky hydrotermálne ložiská sprevádzajú alterované zóny obohatené o rádioaktívne prvky, nemožno tvrdiť, že sú zastúpené v každom rudnom telese. Okrem vyššie spomenutých typov prejavu rádioaktívnych prvkov zistili sme nad mineralizovanými zónami zvýšené, resp. anomálne koncentrácie Th — U (obr. 4b) a Th — K (obr. 5a) alebo anomáliu iba jedného prvku, a to bezprostredne nad rudným telesom pri konštantnom obsahu daného prvku v jeho okolí. Tento typ anomálií je charakteristický pre oblasti, v ktorých sa vyskytujú horniny s vyššou metamorfózou. Zovšeobecnením poznatkov z distribúcie rádioaktívnych prvkov v skúmanom území v návaznosti na metamorfózu môžeme uviesť, že existuje tesná závislosť medzi zvýšenou až anomálnou koncentráciou K, U a Th a rudnými telesami, ale tento vzťah závisí aj od stupňa metamorfózy (obr. 6, 7, 8). Rudnú mineralizáciu v málo metamorfovanom prostredí (fácia zelených bridlíc) sprevádza



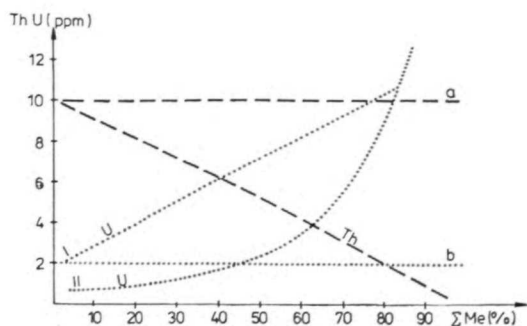
Obr. 4. Typické gamaspektrometrické anomálie nad rudnými žilami. 1 — rudné žily, A — prejavy so zvýšeným obsahom rádioaktívnych prvkov: a + b — kremeňovo-antimonitové žily Ferdinand a Agneška, c — kremeňovo-sideritová žila so zvýšeným obsahom sulfidov, d — kremeňovo-sideritová žila; B — prejavy so zníženým obsahom rádioaktívnych prvkov: e — kremeňovo-antimonitová žila Anna, f — kremeňovo-polymetalická žila Trojičná, g — kremeňovo-sideritová žila Laura — Berta

Fig. 4. Typical anomalies of gamma-spectrometry over outcrops of ore mineralization. 1 — ore vein, A — higher content of radioactive elements, a, b — quartz-antimonite vein (Ferdinand and Agneška), c — quartz-siderite vein with higher sulphide content, d — quartz-siderite vein, B — lower contents of radioactive elements, e — quartz-base metal vein (Trojičná), g — quartz-siderite vein (Laura — Berta)

zvýšený obsah Th a K (obr. 7 a 8). [Jedná sa o kremeňovo-sideritovú, barytovú a stratiformnú mineralizáciu typu Jalivičieho vrchu.] Kremeňovo-antimonitová, kremeňovo-sírniková žilná mineralizácia, ako aj stratiformné zrudnenie v rulách pri Klátove, ktoré sa nachádzajú v prostredí vyššie metamorfovaných horín (amfibolitivá fácia), sprevádza zvýšená koncentrácia K a miestami aj U (obr. 6 a 8; rozpad rádioaktívnych prvkov nie je typický pre nízko a stredne temperovanú mineralizáciu).

Podľa N. G. Syromiatnikova et. al. (1976) môže byť zvýšenie koncentrácie Th a K,

v menšej miere tiež U, dôsledkom pôsobenia alkalickéj metasomatózy. Zvetrávacie procesy metamorfitov, hlavne tých, ktoré sú obohatené o tmavé minerály, spôsobujú obohatenie o Th (Krendelev, 1975). Na druhej strane zníženie obsahu Th a K spôsobuje hlavne zvýšenie stupňa silifikácie a intenzity zvetrávania. Pri analýze tohto javu treba brať do úvahy, že v pôdach na bázičných horninách je obsah K, U a Th identický s obsahom v materskej hornine alebo o 10 — 15 % vyšší, kým v pôdach vzniknutých z iných hornín je obsah nižší o 30 — 50 % oproti materskej hornine (Vavilin et. al., 1982).



Obr. 5. Obsah U a Th v závislosti na koncentrácii rudných minerálov v rude (Me) podľa N. G. Syromiatnikova [1976]. I — pre chalkopyritové rudy, II — pre barytovo-polymetalické rudy

Fig. 5. Uranium and thorium content in relation with content of ore minerals in ore (Me) according to N. G. Syromiatnikov [1976]. I — chalcopyrite ore, II — baryte-base metal ore

Merkurometria

Vyššia koncentrácia ortuti v hydrotermálnych žilách a v ich okolí je známym javom. V odbornej literatúre ho opísali viacerí autori (Saukov, 1946; Ajdinjan et al., 1972; Fursov, 1977) a naše výsledky to taktiež potvrdili.

Nad kremeňovo-sideritovými žilami sme zistili veľmi vysoké anomálie Hg aj v pôdnych vzorkách (nad 1000 mV), aj v pôdnom vzduchu (20 — 100 mV). V pôdnych vzorkách s hmotnosťou 45 mg je 100 mV (0,06 ppm Hg); vo vzorkách plynu 100 mV ($4,6 \cdot 10^{-6}$ mg/l); (obr. 2). Anomálie Hg sa nevyskytujú len priamo nad rudným telesom, ale aj na jeho kontaktoch. Vyšší obsah Hg nad mineralizovanými zónami majú bazické horniny, zvlášť, ak sú slabo metamorfované. Na spätosť rumelkovej mineralizácie s diabázovým a porfýrovým vulkanizmom upozornil V. Sattran et al. [1978] a iní autori.

Šírka zistených anomálií obyčajne nie-

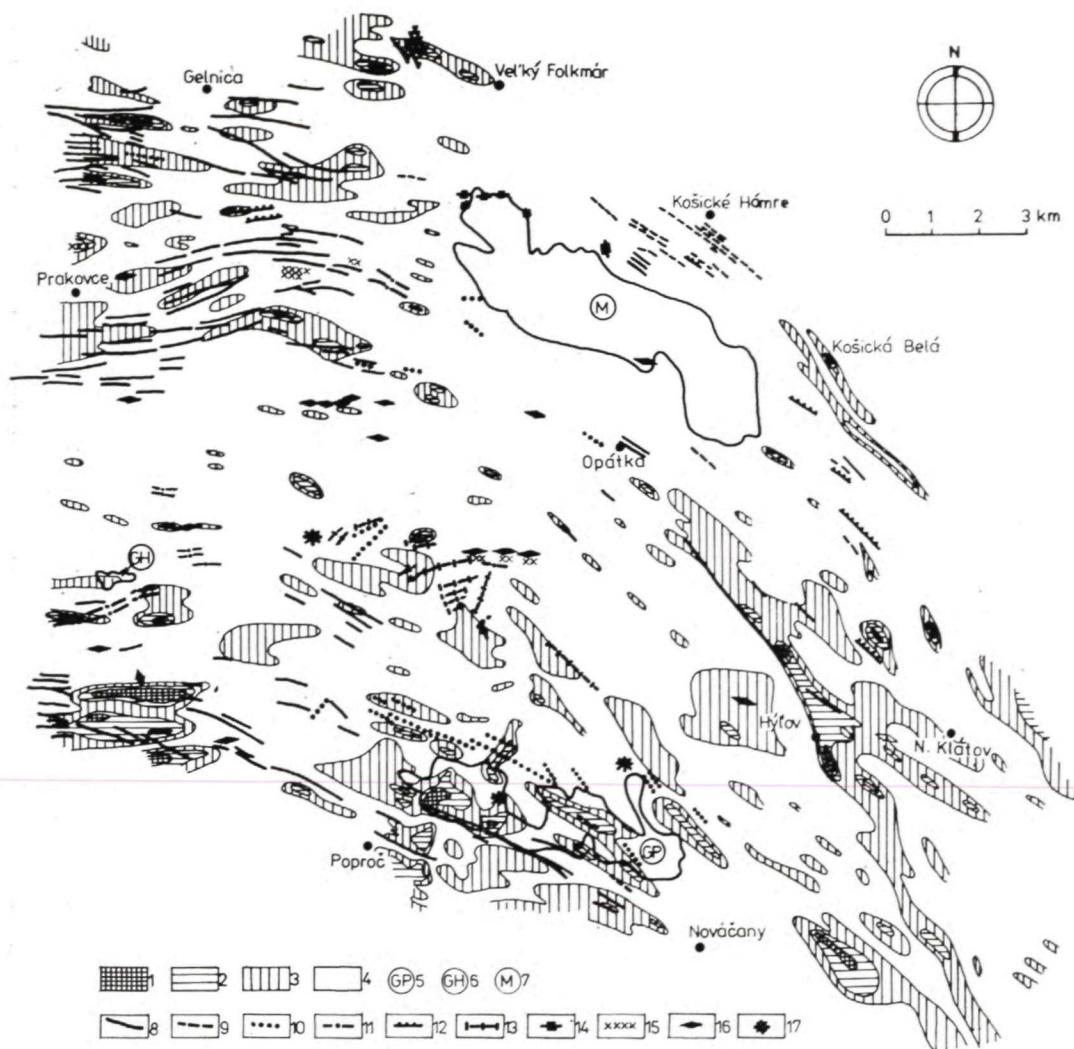
koľkokrát presahuje mocnosť rudných telies (oblasť Prakoviec a Gelnice). Nad žilami v oblasti Poproča sú anomálie rovnako intenzívne a väčšie.

Merania potvrdili známu závislosť, že v endogénnych rudných ložiskách sa obsah Hg zvyšuje od vysokotemperovanej do nízkotemperovanej mineralizácie (Saukov, 1946). Podľa V. E. Fursova (1977) sa obsah Hg v hydrotermálnych rudných žilách pohybuje v rozmedzí 0,3 — 3,5 ppm, v priemere 1 ppm. My sme nemerali Hg v horninových vzorkách, ale sme analyzovali vzorky pôdneho vzduchu a vzorky pôdy. V. E. Fursov (1977) udáva pre pôdne horizonty nad sulfidickými telesami takéto koncentrácie Hg: horizont A 0,031 — 0,089 ppm, priemer 0,058 ppm; horizont B 0,027 — 0,063 ppm, priemer 0,044 ppm; horizont C 0,020 — 0,050 ppm, priemer 0,034 ppm.

Z porovnania vyššie uvedených údajov vidieť výrazne anomálne koncentrácie Hg nad sledovanými východmi rudných žíl. Diferenčné termické analýzy, vykonané na niekoľkých pôdnych vzorkách (obr. 9), ukázali, že v miestach, kde rudné teleso nevychádza na povrch, alebo v miestach jeho ohraničenia (na okrajoch) Hg vystupuje prevažne v zlúčenine s $HgCl_2$, ktorá je ľahkorozpustná vo vode a prenáša sa v iónovej forme (obr. 9d). Naproti tomu v pôdach nad rudnými telesami (obr. 9a) sa potvrdil výskyt HgS , ktorý je ťažkorozpustný vo vode a jeho transport je možný vo forme drobných úlomkov a zŕn.

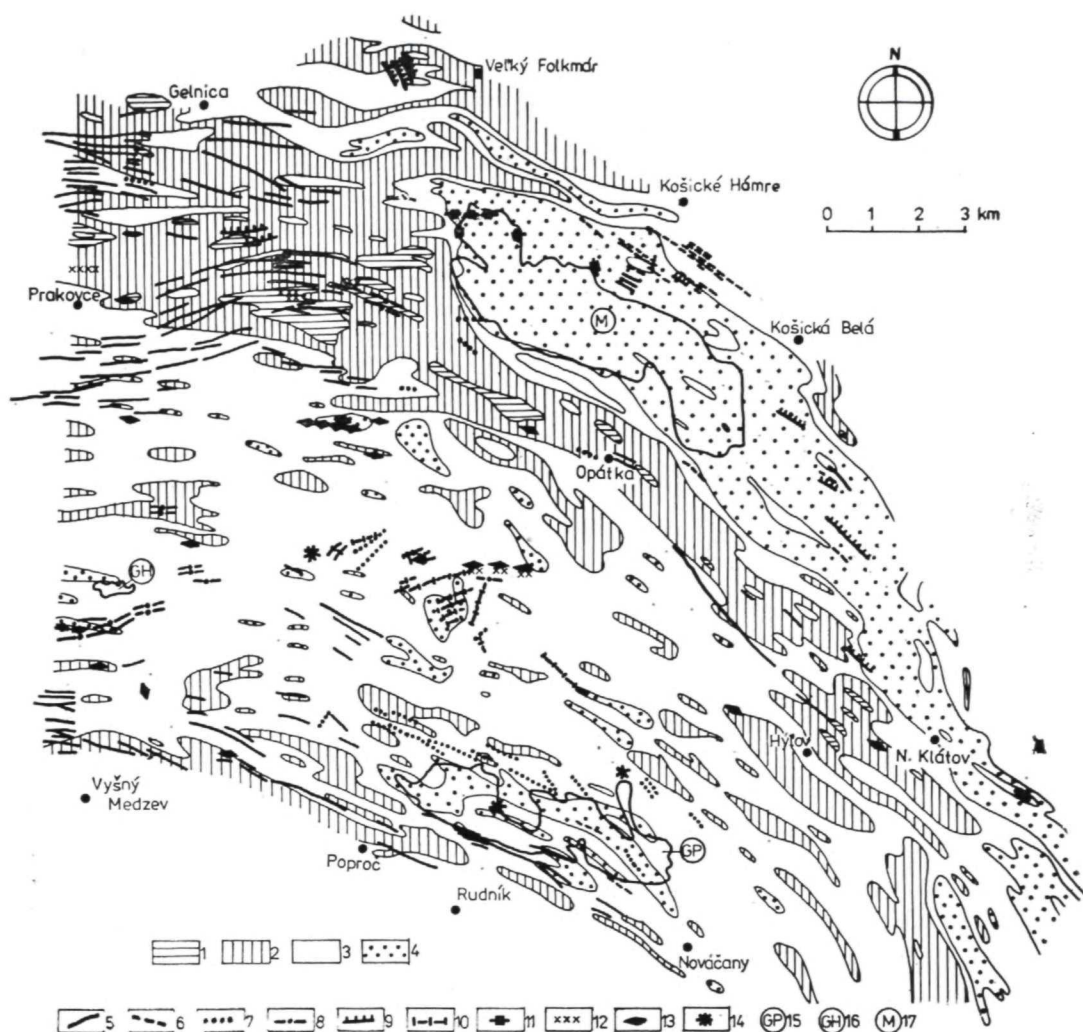
Tieto zistenia sú zhodné s pozorovaniami M. Koksoya a P. M. D. Bredshawa (1969), ako aj R. I. Wallinga et al. (1972), ktorí potvrdili, že HgS sa koncentruje v blízkosti polymetalických sulfidov, kým $HgCl_2$ prevažne v horninách vzdialených od rudného telesa.

Použitie vyššie opísaných geofyzikálnych metód nám umožnilo priamo sledo-



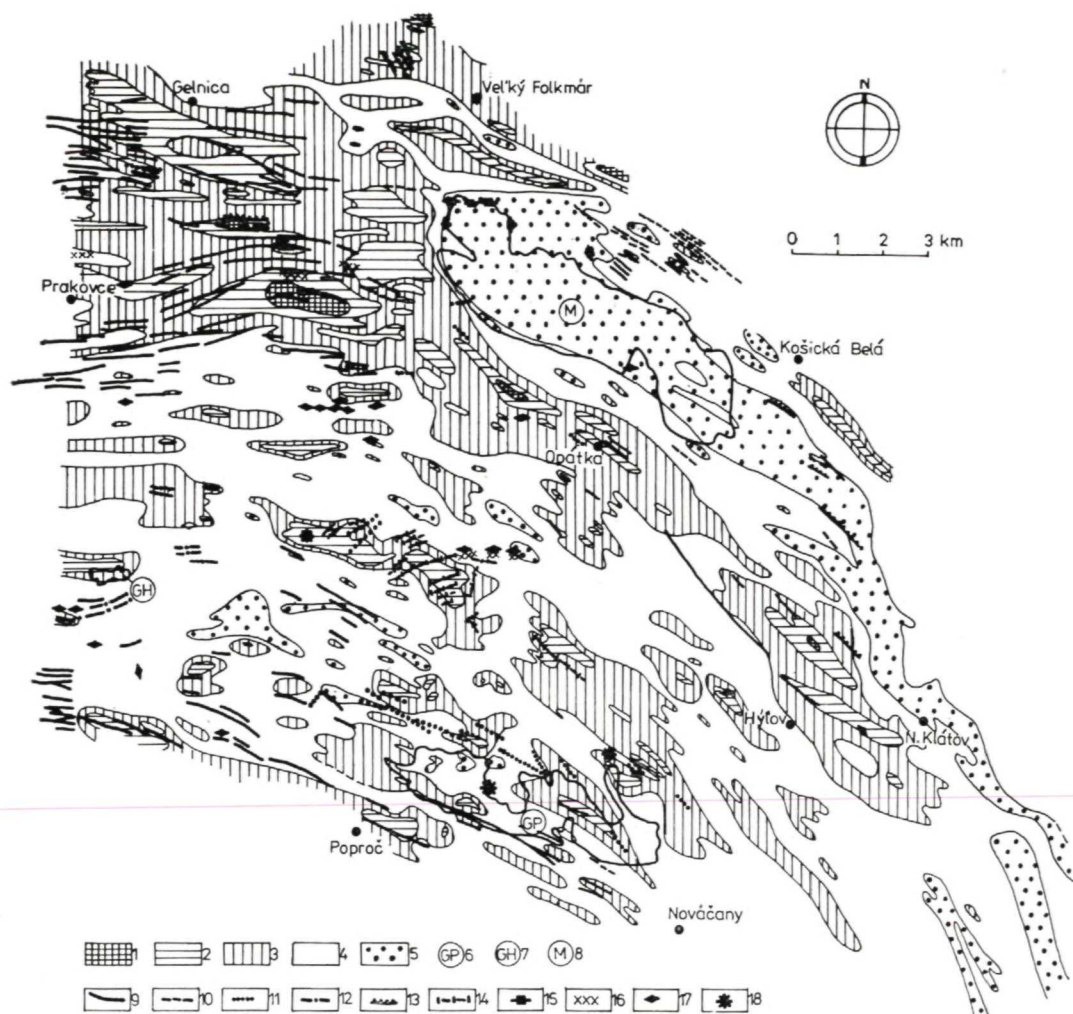
Obr. 6. Mapa ekvivalentného obsahu uránu v pripovrchových horninách východnej časti SGR. 1 — viac ako 3 ppm, 2 — 2,5 až 3,0 ppm, 3 — 2,0 až 2,5 ppm, 4 — menej ako 2 ppm. Ostatné vysvetlivky ako na obr. 8

Fig. 6. Map of equivalent uranium content in surface-near rocks of the eastern part of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. 1 — over 3 ppm, 2 — 2.5 to 3.0 ppm, 3 — 2.0 to 2.5 ppm, 4 — below 2.0 ppm. Other explanations as in fig. 8



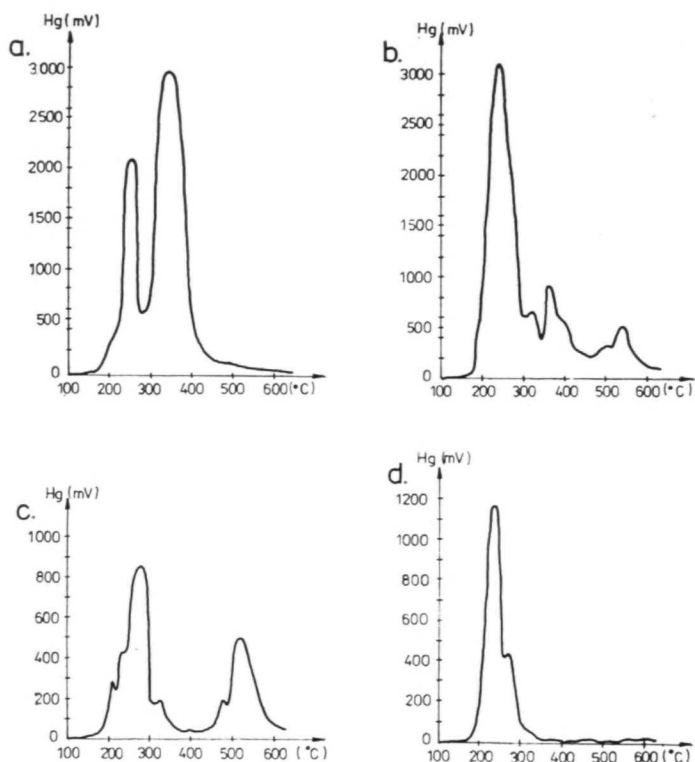
Obr. 7. Mapa ekvivalentného obsahu Th v pripovrchových horninách východnej časti SGR. 1 — viac ako 14 ppm, 2 — od 10 do 14 ppm, 3 — 6 až 10 ppm, 4 — 2 až 6 ppm. Ostatné výsvetlivky ako na obr. 8

Fig. 7. Map of equivalent thorium content in surface-near rocks of the eastern part of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. 1 — over 14 ppm, 2 — 10 to 14 ppm, 3 — 6 to 10 ppm, 4 — 2 to 6 ppm. Other explanations as in fig. 8



Obr. 8. Mapa obsahu izotopu K^{40} v prírodných horninách východnej časti SGR. 1 — viac ako 3 %, 2 — 2,5 až 3,0 %, 3 — 2,0 až 2,5 %, 4 — 1,0 až 2,0 %, 5 — menej ako 1 %, 6 — východ popročského granitu, 7 — východ humelského granitu, 8 — východy mezozoických komplexov, 9 — hydrotermálne sideritovo-polymetalické žily, 10 — kremeno-ankeritové žily so sulfidmi, 11 — kremeno-antimonitové žily, 12 — kremenné žily s malou prímiesou iných minerálov, 13 — barytové žily, 14 — kremeno-polymetalické žily, 15 — sedimentárne hematity, 16 — impregnácie Cu, 17 — stratiformné sírnikové zrudnenie, 18 — greizeny (podľa Malachovského, 1977)

Fig. 8. Map of K^{40} isotope content in surface-near rocks of the eastern part of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. 1 — over 3 %, 2 — 2.5 to 3 %, 3 — 2.0 to 2.5 %, 4 — 1.0 to 2.0 %, 5 — below 1.0 %, 6 — outcrops of the Poproč granite body, 7 — outcrops of the Humel granite body, 8 — outcrops of Mesozoic complexes, 9 — hydrothermal siderite-base metal vein, 10 — quartz-ankerite vein with sulphides, 11 — quartz-antimonite vein, 12 — quartz vein with small admixture of further minerals, 13 — baryte vein, 14 — quartz-base metal vein, 15 — sedimentary hematite ore, 16 — disseminated copper ore, 17 — stratabound sulphide ore, 18 — greisen [according to Malachovský, 1977]



Obr. 9. Výsledky diferenčno-termického ohreву Hg z pôdnych vzoriek odobratých na východoch žilnej kremeňovo-sideritovej mineralizácie so zvýšeným obsahom sulfidov (oblasť Gelnice). a, b, c — žily Daniel, Margaréta a Boží dar; d — okraj žily Otakár

Fig. 9 Results of differential thermal heating of mercury from soil samples taken over outcrops of quartz-siderite veins with higher sulphide content [Gelnica area]. a, b, c — ore veins Daniel, Margaréta and Boží dar, d — margin of the Otakár ore vein

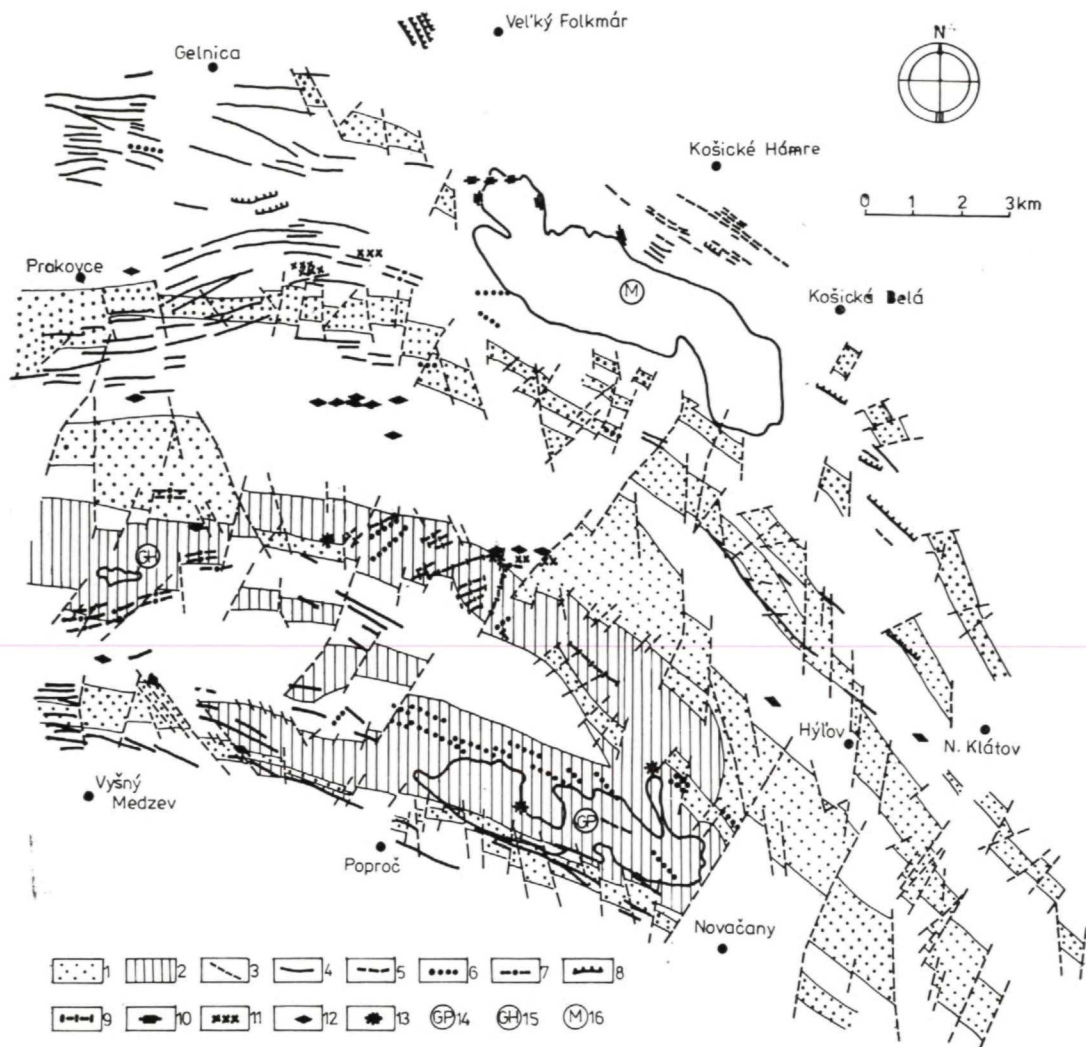
vať celú šírku mineralizovaných zón, odlišujúcich sa od okolných hornín svojimi fyzikálnymi vlastnosťami. Keď je mocnosť zóny okolorudných premien veľmi malá, treba sa sústrediť na sledovanie nepriamych príznakov zrudnenia (zlomy, litologické hranice, hĺbka granitu a pod.). V oblasti SGR je tiež známa predispozícia kontaktov plastických a rigidných hornín vhodných pre výskyt väčšiny rudných telies. To potvrdzujú aj výsledky metódy vybudenej a spontánnej polarizácie, kde sú všetky anomálne zóny späté s výskytom grafiticko-sericitických fylitov. Tieto zóny sa vyznačujú výraznými anomáliami ΔU , ρ_z , η_z . Preto sa mohol priebeh týchto litologických prvkov veľmi presne vyznačiť na celom skúmanom území (obr. 10). Kde to bolo možné, urobili

sme koreláciu zistených úsekov do pásiem. Zohľadnili sme pritom priebeh zlomov a litologických pruhov podľa geologickej mapy. Tak sme v skúmanom území vyznačili 6 pásiem.

Najdlhšie pásmo (14 — 26 km), ktoré sa v geofyzikálnych poliach prejavuje najvýraznejšie, zodpovedá pruhu grafiticko-sericitických fylitov na hranici medzevského a jedľoveckého príkrovu. Ďalšie pásmo prebieha pozdĺž severného ohraničenia popročského granitového telesa (kontakt humelského a prakovského príkrovu). Najsevernejšie pásmo je na hranici prakovského a mníšanského príkrovu. Ostatné tri geofyzikálne menej výrazné pásma sú indikované útržkovite pozdĺž kontaktov mníšanského, kojšovského a rakoveckého príkrovu. V každom pás-

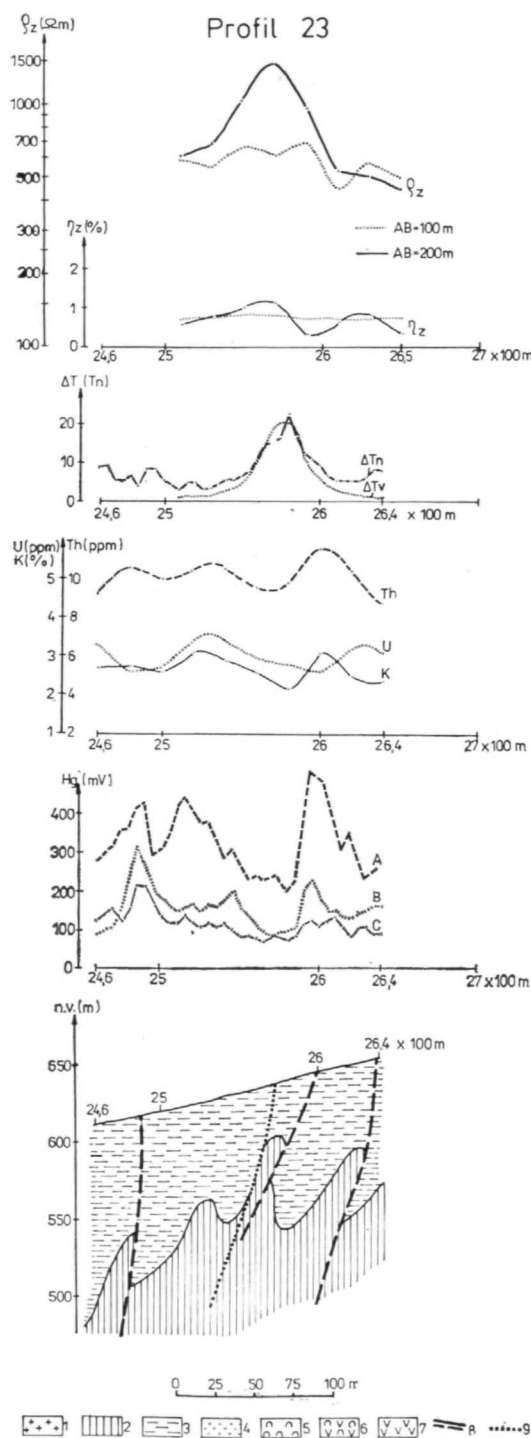
me sa nachádzajú početné geofyzikálne anomálne zóny rôznej intenzity, ktoré súvisia s výskytmi rudnej mineralizácie.

Vykonané geofyzikálne práce umožnili určiť mocnosť plytko uložených výskytov žilnej a stratiformnej mineralizácie. Ale



Obr. 10. Mapa výsledkov geofyzikálnych prác vo východnej časti SGR. 1 — zóny s výskytom grafiticko-sericitických fylitov vyznačené na základe výsledkov metódy vybudenej polarizácie a spontánnej polarizácie, 2 — granit do hĺbky 300 m. Ostatné vysvetlivky ako na obr. 8

Fig. 10. Map of geophysical measurement results in the eastern part of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. 1 — zones with occurrence of graphite-sericite phyllite indicated by induced polarization and spontaneous polarization data, 2 — granite in depth to 300 m. Other explanations as in fig. 8



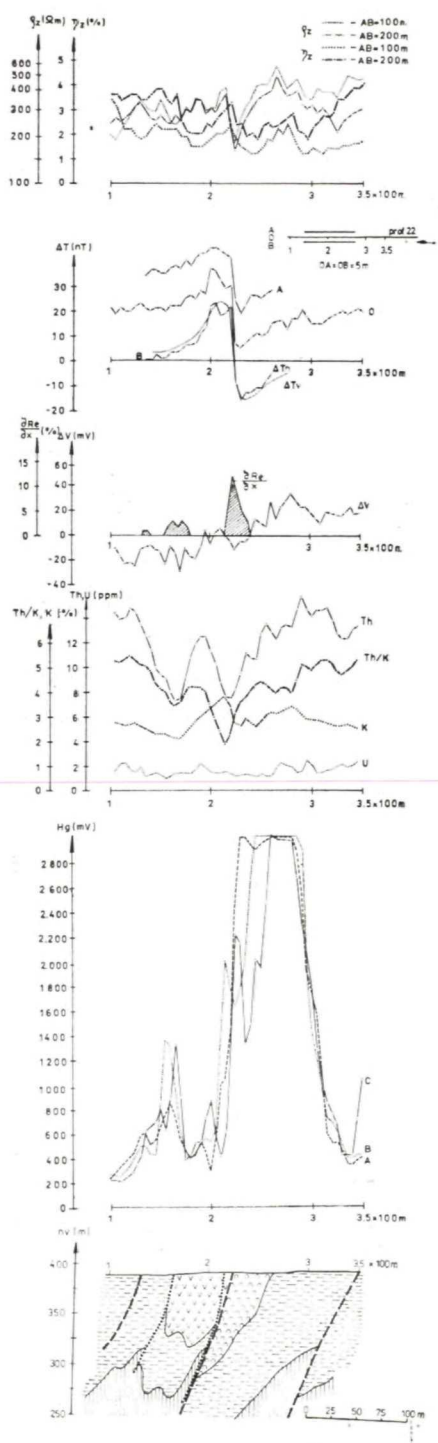
bez geochemických pozorovaní nebolo možné určiť pôvod mineralizácie. Geofyzikálne charakteristiky žilnej hydrotermálnej mineralizácie mohli v niektorých prípadoch slúžiť na upresnenie situácie mineralizovanej zóny.

Mocnejšie rudné žily sa prejavujú pri použitých geofyzikálnych metódach ako malé, niekolkobodové (často jednobodové) anomálie s amplitúdami zriedka prekračujúcimi dva až trikrát hodnotu normálneho poľa danej metódy. V zónach

Obr. 11. Výsledky detailných geofyzikálnych prác na kremeňovo-antimonitovej žile Agneška (okolie Poproča), krok merania 5 m. Krivky geofyzikálnych parametrov: ρ_z — zdanlivý merný odpor, η_z — koeficient vybudenej polarizácie, ΔT — hodnota magnetickej indukcie (ΔT_n — merané, ΔT_r — teoretické),

ΔV — potenciál prirodzeného poľa, $\frac{\delta R_e}{\delta x}$ — anomálie VDV podľa Fräsera, K — draslík, U — urán, Th — tórium, Hg — obsah Hg z pôdnych horizontov A, B, C v dohovorených jednotkách $mV - 1000 mV \approx 0,06 ppm$. [Na obr. 13 — 16 je obsah Hg stanovený z pôdneho vzduchu $100 mV = 4,6 \cdot 10^{-6} mg l^{-1}$]. Geologický rez: 1 — granit, 2 — čierne metapelite ± lydity, 3 — zelené metapelite, 4 — metapsamity, 5 — metabazity, 6 — spodný pestrý vulkanický komplex, 7 — kyslé metapyroklastiká, 8 — zlomy, 9 — rudné žily [geologický rez podľa Greculu, 1981]

Fig. 11. Results of detailed geophysical measurements on the quartz-antimonite vein Agneška (surroundings of Poproč village), measurement distance 5 m. Curves of geophysical parameters, ρ_z — apparent specific resistance, η_z — coefficient of induced polarization, ΔT — value of magnetic induction (ΔT_n — measured, ΔT_r — theoretical), ΔV — potential of the natural field, $\frac{\delta R_e}{\delta x}$ — anomalous value of VLF radiowave according to Fraser, K — potash, U — uranium, Th — thorium, Hg — mercury content in soil horizons A, B, C in conventional mV units ($1000 mV \approx 0.06 ppm$ [mercury content in figs. 13 — 16 is measured from the soil air where $100 mV = 4.6 \cdot 10^{-6} mg l^{-1}$]). Geological profile: 1 — granite, 2 — black metapelite and ($\pm$) lydite, 3 — green metapelite, 4 — metapsammite, 5 — metabasite, 6 — lower variegated volcanic complex, 7 — acidic metapyroclastics, 8 — fault, 9 — ore vein [profile according to Grecula, 1981]

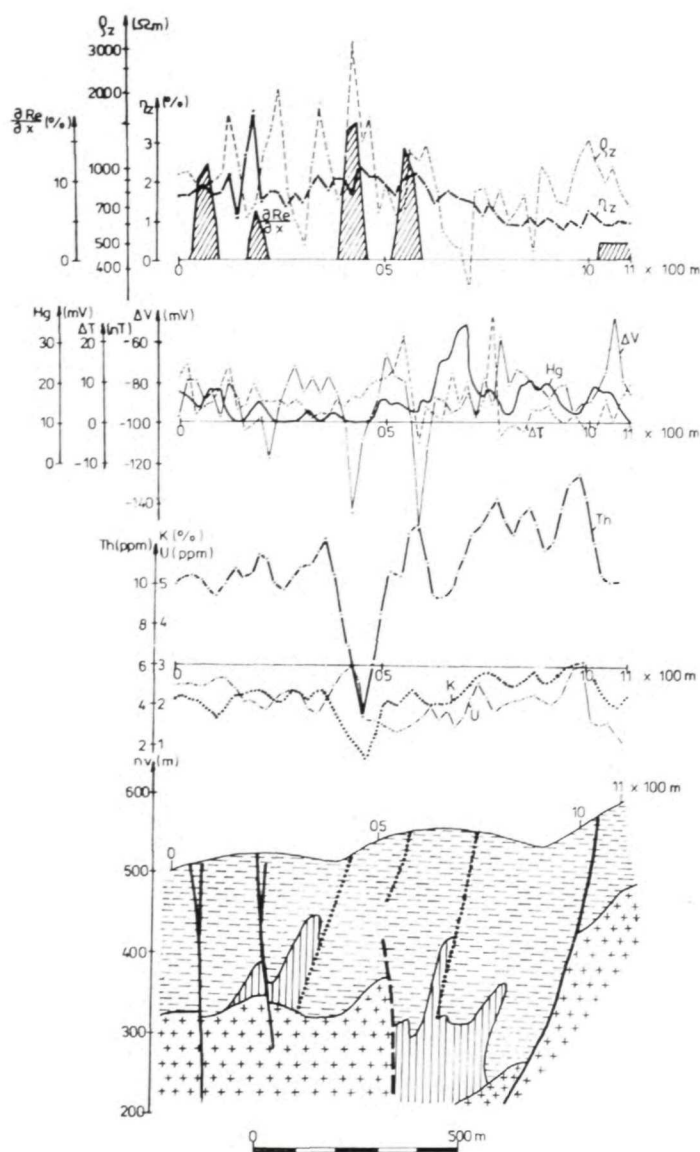


výskytu intenzívnej silicifikácie sledujeme tlmenie anomálií, naproti tomu procesy zvetrávania jednu skupinu anomálií tlmia (η_z , ΔT , U , K) a druhú zvyrazňujú (ΔU , ρ_z). Značné skreslenie, najmä v metódach SP, VP, VDV, spôsobujú aj malé vložky grafiticko-sericitických fylitov. Zhrnutím vyššie uvedených faktov môžeme formulovať výslednú charakteristiku: na tvar a veľkosť rudných anomálií vplyvajú geologické a geofyzikálne činitele, ktoré spôsobujú ich skreslenie, v krajných prípadoch ich dokonca potláčajú (príklady výsledkov geofyzikálnych meraní nad žilnou mineralizáciou sú na obr. 11 — 15).

Stratiformná mineralizácia, vystupujúca v niektorých oblastiach, má síce menej komplikované geofyzikálne prejavy, ale doposiaľ sa neskúmala dostatočne. P. Grečula (1982) vyčlenil vo východnej časti SGR dva rudonosné horizonty. Spodný obsahuje mineralizáciu sírnikového typu Fe, Cu a vrchný mineralizáciu typu Fe, Zn, Cu, Pb. Obe dva horizonty sú v horninových komplexoch s diabázovým vulkanizmom. Prvý typ mineralizácie potvrdili geofyzikálne práce v amfibolových rulách (rakovecký príkrov) v oblasti Klátova (obr. 16), ktoré sa geofyzikálne vyčleňujú z okolitého prostredia veľmi ľahko. Charakteristické sú vysokou hodnotou poľa magnetickej indukcie $T_{priem} = 77$ nT (amfibolity majú -20 až $+288$ nT), nevýrazným kladným poľom spontánnej polarizácie ($V_{priem} = 30$ mV); nízkou hodnotou zdanlivého merného odporu ($\rho_z = 492 \Omega m$), približujúcou sa hodnote odporu amfibolitov, a vysokými hodnotami

Obr. 12. Výsledky geofyzikálnych prác na kremeňovo-sideritovej žile Ráfus (okolie Poproč), profil 22, krok merania 5 m. Vysvetlivky ako na obr. 11

Fig. 12. Results of geophysical measurements on the quartz-siderite vein Ráfus (surroundings of Poproč village), profile No 22, measurement distance 5 m. Explanations as in fig. 11



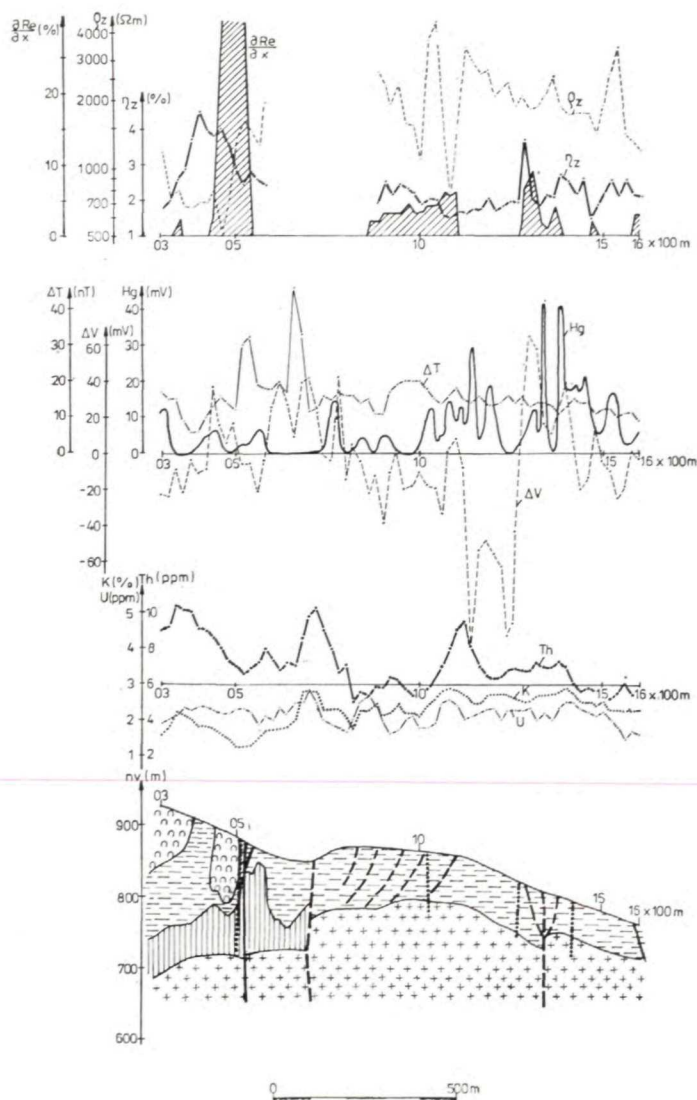
Obr. 13. Výsledky geofyzikálnych prác nad mineralizovanou zónou, v ktorej vystupuje kremeňovo-antimonitová mineralizácia (Poproč, žila Anna), krok merania 20 m. Vysvetlivky ako na obr. 11

Fig. 13. Results of geophysical measurements over mineralized zone with quartz-antimonite ore, Poproč village area, Anna vein, measurement distance 20 m. Explanation as in fig. 11

polarizovateľnosti ($\eta_z = 9,3 \%$), ktoré sú spôsobené koncentraciami rudných minerálov. Amfibolové ruly sa vyznačujú aj nízkym obsahom rádioaktívnych prvkov ($K = 1,2 \%$, $U = 1,4 \text{ ppm}$, $Th = 4,0 \text{ ppm}$), ale v priemere o málo vyšším ako v amfibolitoch. Zistilo sa 6 korelačných vzťa-

hov medzi sledovanými geofyzikálnymi parametrami, z ktorých je najtesnejšia korelácia ($t_F > 5$) medzi U a K , resp. η_z a K ;

Druhý typ stratiformnej mineralizácie sme sledovali v oblasti Prakoviec (mníšanský príkrov). Zrudnenie tvorí tenké

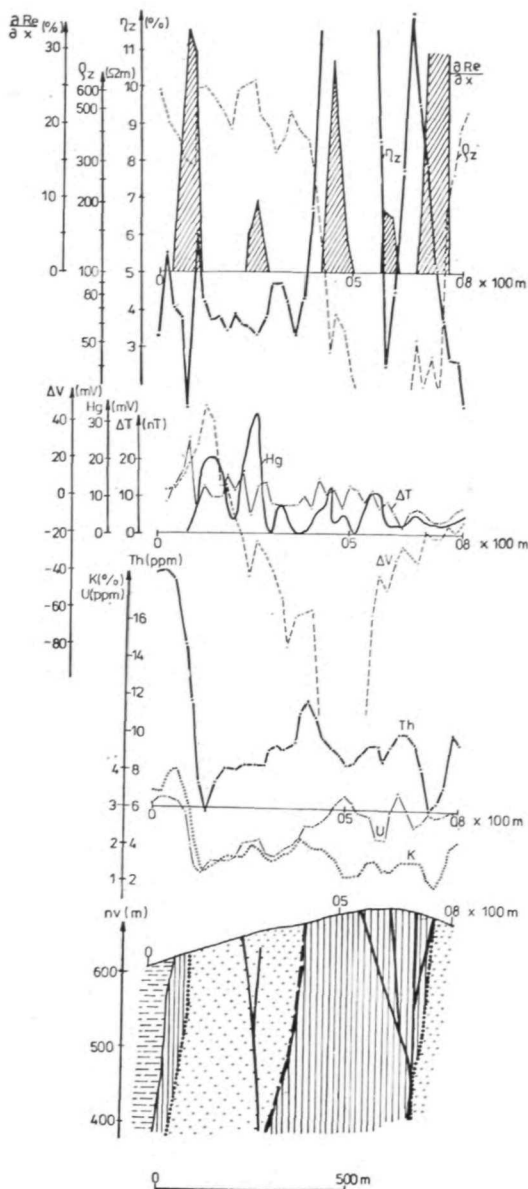


Obr. 14. Výsledky geofyzikálnych prác nad mineralizovanými zónami s výskytom kremeňovo-polymetalickej mineralizácie (okolie Zlatej Idky — žily Bertalan, Trojičná, Jozef, František-Jozef). Krok merania 20 m. Vysvetlivky ako na obr. 11

Fig. 14. Results of geophysical measurements over mineralized zones with quartz-base metal ore (surroundings of Zlatá Idka village, Bertalan, Trojičná, Jozef and František-Jozef veins) measurement distance 20 m. Explanations as in fig. 11

telesá v sericiticko-chloritických fylitoch s obsahom Fe, Zn, Cu, Pb, Ag sírníkov tzv. typ Jalovičieho vrchu. Vyznačuje sa kľudným magnetickým poľom (nedostatok anomálií) s hodnotami ΔT 20 — 34 nT; záporným poľom SP ($\Delta V = -62$ mV) s málo výraznými zmenami; vysokou priemernou hodnotou zdanlivého merného odporu ($\rho_z = 1314 \Omega m$); anomálnymi hod-

notami zdanlivej polarizovateľnosti ($\eta_z = 4,2 \%$) a zvýšeným priemerným obsahom Th (12,6 ppm), zníženým obsahom U (1,2 ppm) a obsahom K okolo 2,4 %. Zvýšená hodnota zdanlivého merného odporu ρ_z a anomálne hodnoty polarizovateľnosti rudonosných fylitov tohto typu sú najvýznamnejšie znaky, ktoré tieto horniny odlišujú od iných (nezrudnených)



Obr. 15. Výsledky geofyzikálnych prác nad mineralizovanou zónou s výskytom kremeňovo-sideritovej mineralizácie (okolie Medzeva — žila Lucia). Krok merania 20 m. Vysvetlivky ako na obr. 11

Fig. 15. Results of geophysical measurements over mineralized zone with quartz-siderite ore (surroundings of Medzev village, Lucia vein), measurement distance 20 m. Explanations as in fig. 11

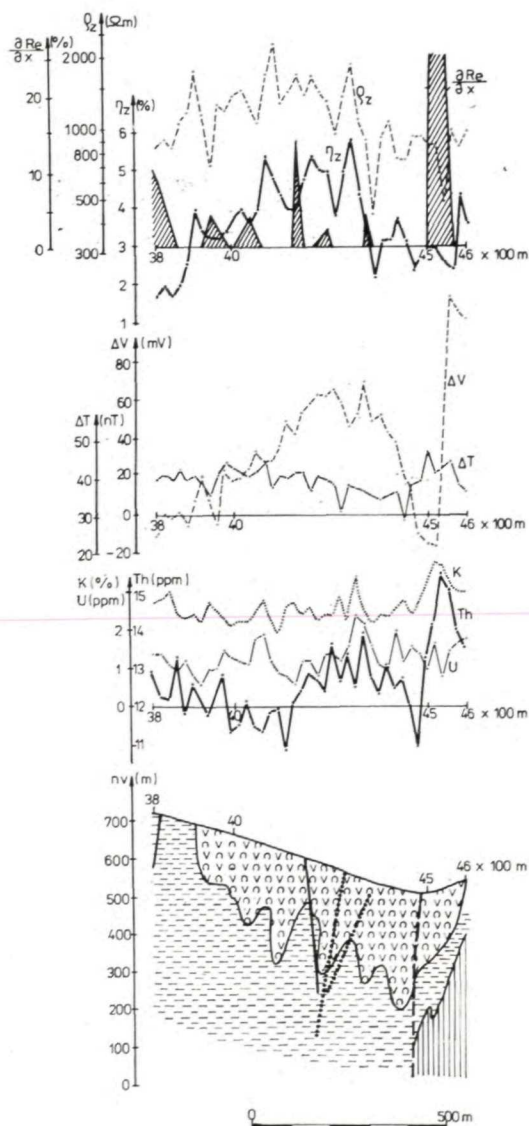
typov chloriticko-sericitických fylitov v skúmanej oblasti.

V rudonosných fylitoch sme zistili dve korelácie (medzi η_z a ρ_z a medzi Th a K), v nezrudnených fylitoch päť korelačných vzťahov. Charakter zmien geofyzikálnych parametrov v chloriticko-sericitických fylitoch vplyvom zrudňovacích procesov dobre ilustrujú frekvenčné charakteristiky (obr. 17).

Zvláštnym problémom bolo vyhľadávanie vysokotermálnej mineralizácie (Sn — W typ). Vo východnej časti SGR sa doteraz nezistili významnejšie prejavy mineralizácie tohto typu. Na niekoľkých lokalitách sú prejavy greizenizácie, ale bez zrudnenia. Z prác v iných častiach SGR vychodí, že Sn — W mineralizáciu nie je vo väčšine prípadov možné indikovať geoelektrikou a geomagnetikou, pretože minerály tejto asociácie (kassiterit, wolframit, scheelit) sú vo veľkej väčšine prípadov nemagnetické a elektricky nevodivé. Ani merkurometria nie je vhodná, pretože vysokotermálna mineralizácia nebýva spätá s väčšou koncentráciou Hg. Základnou metódou na zistenie morfológie stropu granitu je gravimetria. Z toho usudzujeme, že je možný výskyt Sn—W mineralizácie. V priaznivých geologických podmienkach sa môžu sledovať zóny tohto typu zrudnenia terénou gamaspektrometriou. Zaradenie tejto metódy do komplexu metód vyhľadávania vysokotermálnej mineralizácie na základe analýzy koncentrácie rádioaktívnych prvkov a ich vzájomných pomerov opísali mnohí autori (Vorobjev, 1977; Syromiatnikov et. al., 1976; Vavilin et. al., 1980). Podľa N. J. Syromianikova et. al. (1976) je Sn — W mineralizácia, ktorá je spätá s procesmi metasomatózy (greizenizácie), charakteristická znížením obsahu K_2O a Na_2O . Zvlášť výrazne sa znižuje obsah Th pri zníženom pomere Th/U. Obsah Al a SiO_2 sa naopak výrazne zvyšuje. Obsah K sa

mení v pomerne širokom intervale, a to od zlomkov percenta v kremeňovo-topásovej fácií do 9 — 10 % v muskovitovej fácií. Z toho vyplýva, že obsah K silne zá-

visí od typu greizenu. L. N. Vavilin et. al. (1980) skúmal spätosť rudnej mineralizácie v granitoch s draselnými anomáliami, ktoré sú spôsobené hydrotermálnometasomatickou mikroklinizáciou. Príznakom Sn — W greizenovej mineralizácie je anomálny alebo zvýšený obsah K a U. Pri mineralizácii kassiteritovo-sulfidickej



Obr. 16. Výsledky geofyzikálnych prác nad mineralizovanou zónou obsahujúcou stratiformnú Fe—Cu sulfidickú mineralizáciu (oblasť Klátova — spodný rudonosný horizont). Krok merania 20 m. Vysvetlivky ako na obr. 11

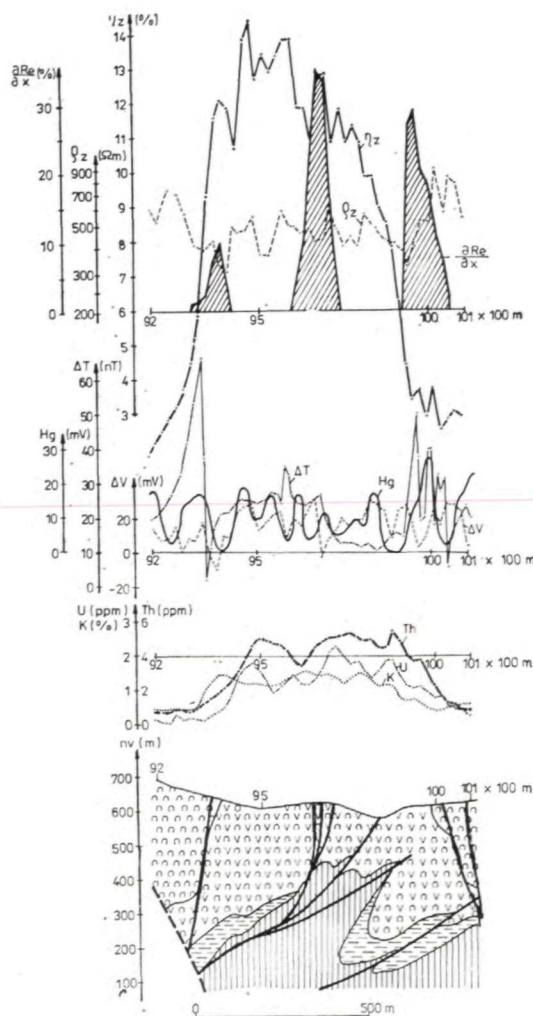
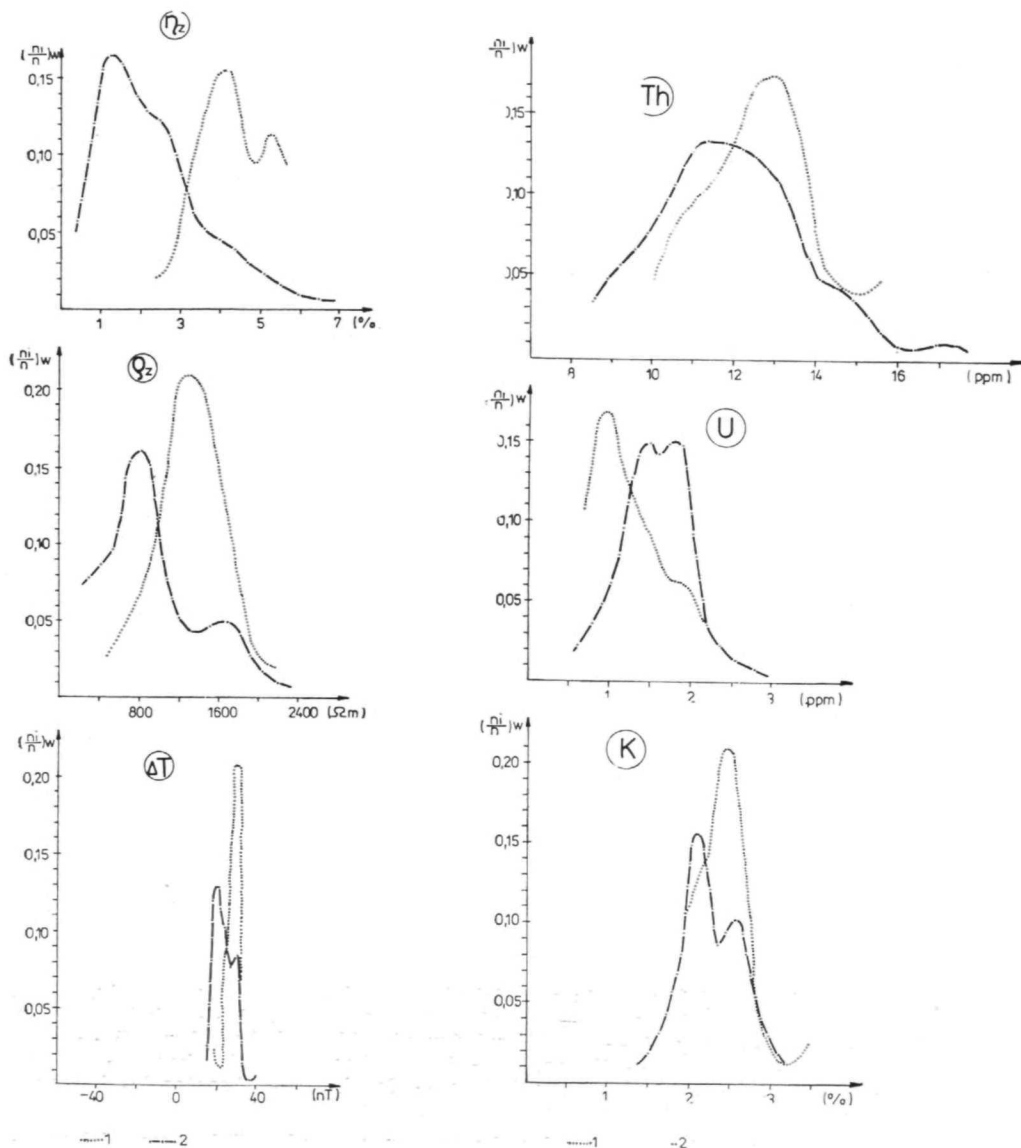


Fig. 16. Results of geophysical measurements over mineralized zone with stratabound iron-copper sulphidic ore (Klátov village area, the lower ore-bearing horizon), measurement distance 20 m. Explanations as in fig. 11

sú charakteristické anomálie K a Th s obsahom U, ktorý je blízky pozadiu (Vorobjev, 1977).

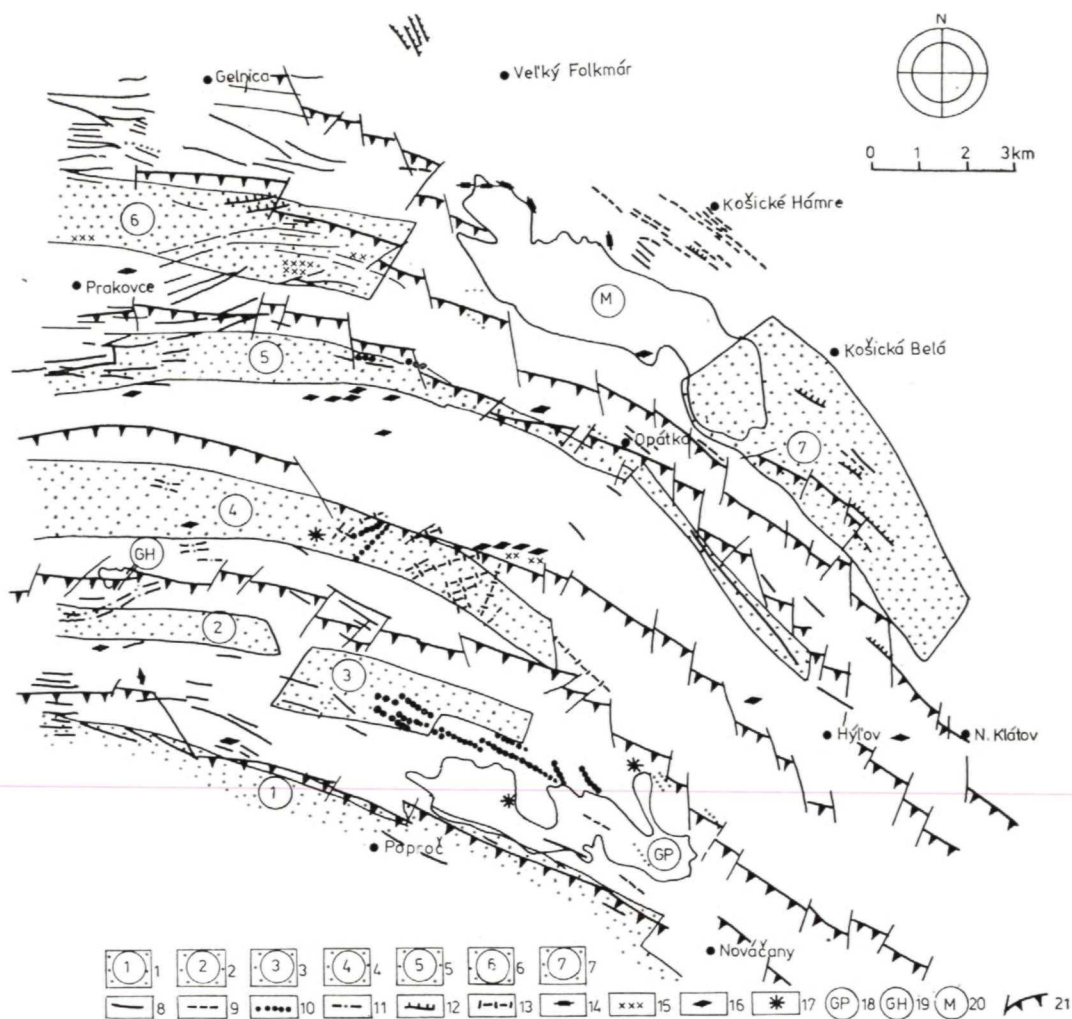
L. T. Miszin (1979) sa opiera o výsled-

ky geologického modelu ložiska Sn a usudzuje, že vyhľadávať mineralizáciu geofyzikálnymi metódami možno pomocou určenia hĺbky stropu granitu, mocnosti



Obr. 17. Krivky početnosti geofyzikálnych parametrov pre zrudnené (1) a nezrudnené (2) chloriticko-sericitické fylity (mineralizácia typu Jalovičieho vrchu — oblasť Prakovce)

Fig. 17. Frequency distribution pattern of geophysical parameters for mineralized (1) and barren (2) chlorite-sericite phyllite (ore of Jalovičie vrch type, Prakovce area)



Obr. 18. Mapa ložiskových prognóz vo východnej časti SGR [podľa Greculu, 1981]. 1 — rudonosné pásmo Lucia, 2 — rudná štruktúra Humel, 3 — žilná štruktúra Agneška — Anna — Lazy, 4 — žilné štruktúry zlatoidčianskeho pásma, 5 — žilné pásmo Jašterica — Koruna — Holica, 6 — žilné pásmo Gelnická hora — Buková dolina — Kojšov, 7 — rudná štruktúra Klátov — Opátka, 8 — hranice štruktúrnych jednotiek podľa P. Greculu (1982). Ostatné vysvetlivky ako na obr. 8

Fig. 18. Map of ore bodies forecast for the eastern part of Spišsko-gemerské rudohorie Mts. [according to Grecula, 1981]. 1 — Lucia ore-bearing zone, 2 — Humel ore structure, 3 — Agneška — Anna — Lazy vein structure, 4 — vein structure of the Zlatá Idka zone, 5 — vein zone Jašterica — Koruna — Holica, 6 — vein zone Gelnická hora — Buková dolina valley — Kojšov, 7 — Klátov — Opátka ore structure, 8 — boundaries of structural units according to Grecula (1981). Other explanations as in fig. 8

metamorfných zón a hĺbky erozívneho zrezu. Ak je erozívny zrez plytký, Sn zrudnenie sa prejavuje zápornou gravimetrickou anomáliou s malou amplitúdou a malými rozmermi, monotónnym magnetickým poľom alebo miernym zvýšením magnetickej susceptibility na hraniciach rudného poľa, anomáliami alebo zvýšenými hodnotami polarizovateľnosti na hraniciach rudného poľa a zvýšenou alebo anomálnou koncentráciou K v centre rudného poľa a na jeho okrajoch pri fónovom obsahu Th a U.

Pri strednom stupni erózie môžeme na pozadí zápornej gravimetrickej anomálie, označujúcej oblasť plytko uloženého granitu, pozorovať lokálne kladné anomálie Δg (spôsobené tiažovým účinkom biotitov a rohovcov), ktoré sú charakteristické vysokou objemovou hustotou. Ďalej môžeme pozorovať zníženie magnetického poľa s anomáliami rôznej intenzity pri nepatrnom znížení polarizovateľnosti a nemeľnom obsahu rádioaktívnych prvkov.

Pri hlbokom erozívnom zreze rastie intenzita zápornej gravimetrickej anomálie Δg a zanikajú lokálne kladné anomálie na jej obvode. Na okrajoch rudného poľa sa zníži magnetické pole a polarizovateľnosť, pričom vzrastá obsah U a Th v centrálnej časti.

Opierajúc sa o tieto informácie, doplnené mapou reliéfu granitu (Grzywac — Margulová), spracovanou na základe výsledkov gravimetrických meraní, a mapami ostatných geofyzikálnych metód, rovnako ako aj o výsledky geochemického výskumu, je možné vyznačiť perspektívne plochy pre výskyt vysokotermálnej mineralizácie typu Sn — W.

Po opätovnej analýze všetkých geofyzikálnych výsledkov z východnej časti Spišsko-gemerského rudohoria sme v súlade s geochemickými a geologickými poznatkami vybrali 7 oblastí, ktoré majú z ložiskového hľadiska najlepšiu perspek-

tívu. Sú to: rudonosné pásmo bane Lucia, rozložené pozdĺž hranice medzevského a jedľoveckého príkrovu, s kremeňovo-sideritovou mineralizáciou obsahujúcou malé množstvo sulfidov; rudná štruktúra Humel, nachádzajúca sa v blízkosti humelského granitu (humelský príkrov), s prevládajúcou kremeňovo-sulfidickou mineralizáciou; žilné štruktúry Agneška — Anna — Lazy, späť so severným ohraničením popročského granitu (jedľovecký príkrov), s kremeňovo-antimonitovou mineralizáciou; žilné štruktúry zlatoidčianskeho pásma, viazané na plytko uložený granit (hĺbka 50 — 100 m) v oblasti Zlatej Idky (humelský príkrov), s obsahom kremeňovo-polymetalickej mineralizácie; žilné pásmo Jašterica — Koruna — Holica s podobným charakterom mineralizácie ako v pásme bane Lucia, teda s prevládajúcou kremeňovo-sideritovou mineralizáciou s podradným zastúpením sulfidov (vystupuje na styku prakovského a mníšanského príkrovu); žilné pásmo Gelnica — Perlová dolina — Kojšov, zabierajúce západnú časť kojšovského príkrovu, s dominujúcou kremeňovo-sideritovou mineralizáciou so zvýšeným podielom sulfidov; rudná štruktúra Klátov — Opátka, viazaná na amfibolitové ruly vystupujúce v oblasti klátovského amfibolitového telesa (rakovecký príkrov), s obsahom rozptýlenej stratiformnej Fe—Cu sírnikovej mineralizácie.

Literatúra

- Ajdinjan, N. A. — Saukov, A. A. — Ozierova, V. A. 1972: *Očerki geochimii rtuti. Moskva*, s. 120 — 138.
- Bárta, R. Geofyzikálna preskúmanosť. Geologicko-ložisková štúdia SGR. Manuskrípt — archív GP Spišská Nová Ves.
- Bermuchanov, S. B., 1977: Metod jestestvennogo električeskogo poľa. *Alma-Ata*, s. 64 — 66.
- Doležalová, M. — Duda, V — Stára, S. 1976: Mapování zón okolorudních změn na

- rudonosných strukturách geofyzikálnymi a geochemickými metódami. *Sborník přednášek — Symposium Hornická Příbram ve vědě a technice. Příbram, s. 183 — 198.*
- Fursov, V. E. 1977: Rtuť — indikátor pri geochemických poiskach rudnych mestoroždenij. *Moskva, s. 43 — 56.*
- Golod, M. J. 1978: Geofizické metody pri poiskach tektonických pegmatitonošnych zon. *Leningrad, s. 3 — 28.*
- Grecula, P. — Kucharski, R. 1981: Dokumentacja koncowa z kompleksowej interpretacji geologiczno-geofizycznej we wschodniej części SGR. *Manuskript — archiw GP Spišská Nová Ves.*
- Grecula, P. 1982: Gemerikum — segment riftogénneho bazénu Paleotetýdy. *Bratislava, Alfa, 269 s.*
- Klicznikova, V. A. 1970: Geofyzické metody poiskov rudnych mestoroždenij. *Alma-Ata, s. 70 — 88.*
- Koksoy, M. — Bredshaw, P. M. D. 1969: Secondary dispersion of mercury from cinabar and stibnite deposits, West Turkey. *Quart. Colo. Sch. Mines, 671, s. 348 — 354.*
- Krendlev, F. P. 1976: Radiogeochemické metody oreoly v zolotorudnych polach zapadného Uzbekistana. *Novosibirsk, s. 43 — 50.*
- Markuszin, J. V. — Borscow, V. D. — Czuprin, J. S. 1973: Sravnitelnyje osobennosti vyzvannoj polarizacii nekotorych rudnych i porodooobrazujuščich mineralov. *Fiz. Zemli, 2, s. 51 — 61.*
- Miszin, L. T. — Latikajnej, B. J. 1979: Geofyzické metody issledovanija pri poiskach i ocenke skrytych mestoroždenij olova. *Moskva, s. 136 — 150.*
- Sattran, V. et. al., 1978: Regionální prognózy Hg — zrudnění v Českém masívu. *Praha, UUG, 125 — 150.*
- Saukov, A. A. 1946: Geochimija rtuti. *Trudy Inst. geol. Nauk, AN SSSR, 78, s. 74 — 90.*
- Semienov, A. S. 1974: Elektrorazvedka metodom jestestvennogo elektrického poľa. *Leningrad, s. 236 — 282.*
- Smirnov, B. J. 1969: Geologija poleznych iskopajemych. *Moskva, s. 257 — 275.*
- Syromiatnikov, N. J. — Ivanov, E. J. — Trochimov, L. A. 1976: Radioaktivnyje elementy kak geochimické metody indikatory porodo i rudoobrazovanija. *Moskva, s. 48 — 71.*
- Tarchov, A. G. — Bondarenko, W. M. — Nikitin, A. A. 1977: Principy kompleksirovanija v razvedočnoj geofizike. *Moskva, s. 91 — 93.*
- Urazajev, I. M. 1956: O prirode jestestvennyh elektrických polej vznikajuščich nad sulfidnymi mestoroždenijami. *Izv. Akad. Nauk SSSR, Ser. Geofiz., 9, s. 123 — 111.*
- Walling, R. I. — Davis, G. R. — Mayer, W. T. 1972: Trace identification of mercury compounds as a guide to sulphide mineralization at Keel — Eire. *Geochemical Exploration, pp. 320 — 354.*
- Vavilin, L. N. — Vorobiev, V. P. — Jefimov, A. V. 1982: Aerogammaspektrometrija v geologii. *Leningrad, s. 33 — 248.*
- Vorobiev, V. P. 1977: Aerogammaspektrometrickij metod poiskov rudnych mestoroždenij. *Metodičeskoje rukovodstvo. Leningrad, s. 7 — 154.*

Geophysical characteristics of ore mineralizations in the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. (Western Carpathians)

The paper submits characteristics of ore mineralizations in the eastern part of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. evaluated on the base of complex geophysical, geological and geochemical investigations realized in 1976 — 1981 by Polish and Czechoslovak specialists.

The extent of ore manifestations (mostly hydrothermal ore veins with various mineralogical content) is indicated, as deduced from the methods of applied complex, by the mineralized zone containing beside the ore vein structure proper also a belt of altered rocks in its surroundings.

Gravimetric measurements have been realized with the aim to detect the deeper geological structure and yielded sufficient information over potential sites of high-

thermal ore mineralizations of tin-tungsten type by localizing sites of granite bodies in shallow depth beneath a metamorphic mantle.

Magnetometric data do not indicate pronouncedly the mineralized zone. Most frequently, both positive and negative anomalous values of ΔT extend but over some observation points attaining 10 — 40 nT amplitude.

Ore mineralizations are reflected by spontaneous polarization data in a very complicated manner. Disseminated sulphidic ore has not been substantially detected whereas two groups of anomalies, both positive and negative, occur over ore veins. Negative anomalies of the natural electric field do not overpass a 40 — 80 mV amplitude over mineralized zone with pyrite, chalcopyrite and

graphite content whereas positive anomalies of the same amplitude usually are related to mineralized zones in strongly altered rocks with heavy silicification.

The polarization ability of rocks expressed by the coefficient of apparent polarization appeared to be one of main detectors of ore occurrences. Two types of anomalous η_z values occur over the ore veins. Narrow, frequently but one-point anomalies not exceeding 2 — 3 % by amplitude are localized immediately over the ore vein and broad (200 — 400 m) anomalies of similar amplitude cover the entire mineralized zone the ore-near alteration zone including.

Stratabound disseminated sulphidic mineralizations appeared by extensive anomalous portions in profiles with amplitudes varying between 2 and 15 %. Also the resistivity (ρ_z) values have been assumed for interpretation with fluctuations between 300 and 5,000 Ω m limits indicating the zones of ore occurrence. Two types of ρ_z anomalies have been distinguished: positive ones characteristic for ore with quartz veins and negative anomalies over mineralized zones in which a strong surficial weathering occurred.

Gamma spectrometric measurement data confirmed relations between ore occurrences and the content of radioactive elements. Along the majority of mineralized zone boundaries, higher concentrations of thorium and potash have been detected whereas ura-

nium content fluctuates around average values. The compiled maps of radioactive element concentration prove that relations do exist between these concentrations and ore occurrences. Low- and medium-temperature ore mineralizations are localized in slightly metamorphic rocks being detected by higher concentration of thorium and potash. High-temperature ores localized in higher metamorphic rock environment are indicated by higher concentrations of potash and, sometime, of uranium.

Mercurimetric data proved the known relation between higher mercury content and ore occurrences. High values of 2 — 8 ppm were detected over quartz — siderite ore zones. Few DTA data from soil samples point to the presence of mercury chloride in soils over buried orebodies whereas mercury sulphide (or sometime mercury oxide) characterizes the soils immediately overlying the orebody.

The paper further discusses results of geophysical measurements over selected vein orebodies with various mineralogical content (quartz-siderite, quartz-antimonite and quartz-sulphide) as well as over disseminated stratabound concentrations (Fe-Cu, Fe-Zn-Cu-Pb-Ag). Further possibilities to use geophysical indications for prospection of high-thermal ore (tin-tungsten) are pointed out. Such occurrences are highly probable in the investigated area as well.

ZO ŽIVOTA SPOLOČNOSTI

J. Miklóš: **Petrológia kryštalinických bridlíc metamorfických zón Malých Karpát** (Bratislava 17. 10. 1985)

V roku 1984 sa S. P. Korikovskij, B. Cambel, J. Miklóš a M. Janák pokúsili zovšeobecniť a syntetizovať všetky údaje o zonálnom metamorfizme kryštalinika Malých Karpát a jeho vzťahu ku granitom bratislavského a modranského masívu. Výsledkom bola Mapa zonálneho paleozoického metamorfizmu Malých Karpát, stanovenie izográd pre štádium fázovej rovnováhy v každej zóne a upresnenie podrobných údajov o plošnom vývoji metamorfických subfácií. Dospeli k záveru, že metamorfóza Malých Karpát sa rozdeľuje na dve blízke (podľa času), no rôzne (podľa P-T parametrov) etapy.

Prvá etapa metamorfizmu súvisí s prienikom bratislavských granitov. V tejto etape sa vyčleňujú nasledujúce metamorfické zóny: biotitová, granátová, staurolitovo-chloritová a staurolitovo-sillimanitová. Celkový tlak prvej etapy periplutonické metamorfózy je približne 300 — 350 MPa, ale teplotný gradient je od 350 °C (biotitová zóna) do 550 °C až 560 °C (staurolitovo-sillimanitová zóna). Údaje Rb—Sr geochronológie ukázali (Bagdasarjan et al., 1982; 1983), že formovanie sa začalo už v spodnom až strednom devóne (387 ± 38 mil. rokov) a jeho kulminačná etapa, súhlasná s kryštalizáciou bratislavského masívu, zodpovedá hranici devón — karbón (347 ± 4 mil. rokov).

Druhá etapa metamorfizmu má nápadne výrazný kontaktný charakter a je spätá s prie-