

Metodika a výsledky interpretácie komplexného geofyzikálneho prieskumu Spišsko-gemerského rudohoria

ROBERT KUCHARSKI, JAN FARBISZ

Przedsiębiorstwo badań geofizycznych, Stalingradzka 34, 033-301 Warszawa

Doručené 8. 1. 1984

Методика и результаты интерпретации комплексной геофизической разведки в Спишско-гемерском рудогории (Западные Карпаты)

В статье приведены особенности геофизическо-геологической интерпретации комплексного геофизического изучения территории восточной части Спишско-гемерского рудогория в 1976—79 годах. Был сделан вклад эффективного использования геофизических методов для поисков рудных месторождений и геологического строения Спишско-гемерского рудогория.

Methodics and interpretation results of complex geophysical investigations in the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. (Western Carpathians)

The paper presents results of geophysical and geological interpretation based on complex geophysical investigations realized in the eastern part of the Slovak Ore Mts. in 1976 to 1981. Contribution and efficiency of used geophysical methods are evaluated from the aspect of regional knowledge of geological structure in the investigated area.

V tomto článku predkladáme súhrn najpodstatnejších metodických prvkov a výsledkov interpretácie komplexného geofyzikálneho prieskumu Spišsko-gemerského rudohoria [ďalej iba SGR] dokumentovaných v čiastkových správach z rokov 1976 — 1977 (Kucharski, 1978) a 1978 — 1979 (Kucharski — Farbisz, 1981).

Prehľad histórie geofyzikálneho prieskumu východnej časti SGR

Už od roku 1950 sa vo východnej časti SGR robil regionálny aj detailný geofyzikálny prieskum rôzneho rozsahu.

Z dôležitejších regionálnych prieskumných prác treba uviesť prvé systematické tiažové

meranie v mierke 1 : 200 000 z rokov 1959 — 1960 [Smíšek], na základe ktorého sa pre celé SGR zostavili mapy Bouguerových anomálií pre redukčnú hustotu 2,67 i 2,50 g/cm³.

V roku 1959 sa skončilo letecké geofyzikálne meranie oblasti SGR [aeromagnetické a rádiometrické] taktiež v mierke 1 : 200 000.

V rokoch 1961 — 1968 v rámci projektu Geofyzikálny výskum SGR sa v celej oblasti uskutočnilo semidetálné tiažové meranie v mierke 1 : 25 000 s hustotou meraných bodov 3 — 5 km² a magnetické meranie [Bárta, 1969; Kadlec — Janák, 1971]. Detailný geofyzikálny prieskum sa zameriaval hlavne na zaregistrovanie známych výskytov rudných ložísk. Zaujímavé boli prieskumné práce v rámci úlohy Smolník — Úhorná v rokoch 1951 — 1957 [Pašteka, Zvara], ktorých cieľom bolo získať údaje pre geologické mapovanie a vykreslenie východov pyritového zrudnenia. Pri

prácach sa použila hlavne metóda spontánnej polarizácie a v malom rozsahu odporové profilovanie. Tieto prieskumné práce odhalili množstvo anomálií s amplitúdami od -100 mV do -800 mV. Autori dávali výskyt anomálií v intervale 0 až -100 mV do súvisu s výskytom chloritických bridlíc, anomálie od -100 do -200 mV s grafickými bridlicami a anomálie od -200 do -800 mV s grafickými bridlicami s obsahom pyritu.

V roku 1961 sa uskutočnili práce na úlohe Mníšek nad Hnilcom [Jelenský, Novák], ktoré mali ohraničiť výskyt impregnačnej mineralizácie a tiež potvrdiť vhodnosť použitia viacerých geofyzikálnych metód v podmienkach SGR. Prieskum sa robil magnetometriou, elektromagnetickou metódou, odporovou metódou a metódou SP a metalometriou. Na základe interpretácie výsledkov odporovej a elektromagnetickej metódy a metódy SP sa zakreslil priebeh grafických bridlíc a niektorých dislokácií. Dokázalo sa, že impregnačné zrudnenie vyvoláva oveľa menšie anomálie SP než grafitické bridlice. Na základe magnetických meraní sa vyčlenila oblasť vystupovania bázických hornín (diabázy).

Z najnovších prác si zasluhuje pozornosť detailný komplexný prieskum vykonávaný od roku 1973 v oblasti Hnilec a Delava — Peklisko, zameraný na vyhľadávanie vysokotermálnej mineralizácie v okolí granitových masívov [Ferenc, 1974]. V prvej etape [1973 — 1974] mal tento prieskum čiastočne pokusný charakter. Vyskúšali sa nasledujúce geofyzikálne metódy: magnetometria, gravimetria, elektroodporová metóda vo variantoch sondovania i profilovania, indukčná metóda Slingram, rádiovlnová VDV, vybudená polarizácia a refrakčná seizmika. Výsledky interpretácie zahrnuté v správe [Ferenc a kol., 1976] sú metodickým prínosom pre geofyzikálny prieskum pri vyhľadávaní a skúmaní zakrytých granitových intrúzií a Sn—W mineralizácie v kassiteritovo-sulfidickej formácii, ktorá vystupuje v ich periférii. Pri zhodnocovaní vhodnosti testovaných metód autori správy dokázali, že pre povrchové mapovanie je najvhodnejšie odporové profilovanie, metóda VDV a detailná magnetometria. Pomocou indukčnej metódy Slingram a čiastočne SP sa nedosiahli dobré výsledky. Pri vyhľadávaní a skúmaní zakrytých granitových intrúzií sa ako najefektívnejšia ukázala metóda geoelektrického sondovania v komplexe s odporovým profilovaním a gravimetriou. Refrakčná seizmika sa neosvedčila.

Pri vyhľadávaní Sn mineralizácie v kassiteritovo-sulfidickej formácii sa najlepšie výsledky získali metódou vybudenej polarizácie a z interpretácie magnetických meraní. Metódy VDV, odporové profilovanie a SP nevykázali jednoznačné výsledky.

Metodika a výsledky interpretácie komplexného prieskumu v rokoch 1976 — 1979

Riešenie veľmi pestrej škály geologicko-koložiskových problémov SGR si vyžadovalo použiť široký komplex geofyzikálnych metód. Pri výbere jednotlivých metód sa zohľadňovala ich prospekčná efektívnosť v rudnej geológii i v geologickom mapovaní overená pri starších prácach v SGR [Ferenc, 1976] a odporúčaná v najnovšej odbornej literatúre [Semionov, 1975; Hood, 1976].

Pri pokusných meraniach, ktoré predchádzali hlavným prieskumným prácam, sa v oblasti Poproč — Zlatá Idka v r. 1976 — 1977 vyskúšalo 9 metód v rôznych modifikáciách. Na realizáciu v celom rozsahu sa vybrala: gravimetria, magnetometria, geoelektrická metóda v modifikácii vybudenej polarizácie, spontánna polarizácia, rádiovlnová VDV, spektrometria a merkuometria. Definitívne sa upustilo od indukčnej metódy Slingram a magnetotelurický prieskum sa ohraničil na tri profily.

Každá metóda zvyrazňuje iné fyzikálne parametre, prípadne geochemické javy v geologických útvaroch, čo umožnilo riešiť úlohy postavené pred geofyzikou. Tento komplex metód považujeme v podmienkach SGR za optimálny.

Merania všetkými metódami (s výnimkou gravimetrie) sa vykonali na tých istých profiloch. Prevládajúcu časť prieskumnej oblasti, zadanú pre štúdium v regionálnej mierke, sme pokryli profilmi hlavného smeru JZ — SV vo východnej časti a smeru J — S v západnej časti, teda profilmi orientovanými naprieč priebehu geologických štruktúr. Profily boli vzdialené v priemere 1 km. Detailnejší prieskum sme vykonali iba v dvoch oblastiach: Poproč — Zlatá Idka a Klátov. Profilové merania v oblasti Poproč — Zlatá Idka (cca 10 km^2), ktorú sme stanovili za ob-

last' pokusných meraní (r. 1976), boli detailné. Vzdialenosť profilov sme tu zmenšili na 200 m, čo podstatne zvýšilo možnosti korelácie. Oblasť Klátov (cca 8 km²) mala profily v 500 m odstupoch (v r. 1978 sa vsunuli do regionálneho merania). Krok meraní vo všetkých metódach bol v zásade stály — 20 m. Väčšiu detailnosť (do 5 m) sme použili iba sporadicky v rámci pokusných meraní v oblasti Poproč a pri odbere vzoriek na stanovenie obsahu Hg.

Celkove komplexný prieskum v r. 1976 — 1979 pokryl plochu do 400 km². Sumárna dĺžka profilov bola 410 km.

Magnetický prieskum

Magnetické merania na profiloch sme robili protónovými magnetometrami poľskej výroby typu PMP-2a (v r. 1976) a PMP-4 (1978 — 1979) s citlivosťou 0,5 nT. Súčasne s profilovými meraniami sme na stálom základnom bode registrovali časové zmeny zemského magnetického poľa v roku 1976 v minútových intervaloch a v rokoch 1978 — 1979 pomocou automatickej stanice firmy Hewlett-Packard s priebežnou registráciou. Základný krok meraní na profiloch bol 20 m, ale v úsekoch s intenzívnymi zmenami hodnôt poľa ΔT sme ich kontrolne zhustili na 10 m.

Vykonané magnetické merania boli veľmi presné. Okrem zaregistrovania vplyvov umelých rušení (predovšetkým vplyv elektrifikovanej trate) bola stredná kvadratická chyba z opakovaných meraní na úrovni 1,5 nT. Nezávisle od bežných magnetických meraní sme v pruhoch vytýpovaných magnetických anomálií odobrali vzorky hornín na určenie magnetických parametrov. Skúmali sme magnetickú susceptibilitu (H), intenzitu (In) a smer (J, D) prirodzenej remanentnej magnetizácie. Magnetickú susceptibilitu sme určili pomocou kapametru JMV-2, intenzitu a smer remanentnej magnetizácie pomocou rotač-

ného magnetometra JR-3.

V rámci kamerálneho spracovania magnetických materiálov sme vypočítali ΔT celkovej intezity poľa. Výsledky prieskumu sme zostavili do formy grafov ΔT na jednotlivých profiloch v základnej verzii a tiež odstredili pomocou päťbodového filtra s mapou v mierke 1 : 25 000. Mapa priložená k tejto kapitole (obr. 1) je v základnej verzii. Izolínie ΔT sú vykreslené v rozdielnych intervaloch, aby sa pri zachovaní výraznosti obrazu rovnako prejavili anomálie rádovo v stovkách či v prvej desiatke nT. Variant mapy s vystredenými hodnotami zasa zvýrazňuje viac magnetické anomálie regionálneho charakteru, ktoré vzhľadom na prevahu lokálnych anomálií nie sú natoľko viditeľné v základnej mape.

Z analýzy charakteru magnetického poľa preskúmanej oblasti SGR a tiež zo stanovení magnetických parametrov vyplýva, že väčšina hornín, ktoré sa tu vyskytujú, je charakteristická nepatrnými magnetickými vlastnosťami. Monotónne magnetické pole, ktoré kolíše okolo normálneho poľa, zodpovedá východom granitov, porfyroidov a fylitom.

Zdrojom väčšiny intenzívnych anomálií ΔT s amplitúdami od desiatok do stovák nT sú hlavne diabázy a amfibolity. Horniny diabázovej formácie majú veľmi premenlivé magnetické vlastnosti, od nemagnetických, ktoré sa v magnetickom poli neprejavujú, po vysokomagnetické, ktoré sa prejavujú rýchlymi skokovými meraniami ΔT . Pravdepodobne tu rozhoduje forma rozloženia Fe minerálov. Amfibolity, ktoré sa vyznačujú extrémnymi magnetickými vlastnosťami, vykazujú obzvlášť intenzívne anomálie.

Anomálie zaregistrované na profiloch možno vzhľadom k ich charakteru rozdeliť na tri hlavné typy. Lokálne, izolované anomálie, ktoré nie sú korelovateľné so susednými profilmi, hlavne úzke s vý-



Obr. 1. Mapa magnetického poľa ΔT (geologické a tektonické prvky podľa Greculu, 1982). 1 — zlomy, 2 — hranice prúvkov, 3 — izolínie s hodnotami pod -50 nT, 4 — izolínie -50 až 0 nT, 5 — izolínie od 0 do 30 nT, 6 — izolínie od 30 nT do 100 nT, 7 — izolínie od 100 do 300 nT, 8 — izolínie nad 300 nT

Fig. 1. Map of the magnetic field ΔT (structural unit boundaries and dislocations according to P. Grecula, 1981). 1 — dislocation, 2 — boundary of structural unit, Intensities: 3 — below -50 nT, 4 — -50 to 0 nT, 5 — 0 to 30 nT, 6 — 30 to 100 nT, 7 — 100 to 300 nT, 8 — over 300 nT

raznými hranicami a amplitúdami od prvej desiatky do niekoľkých sto nT. Anomálne pásma zasahujúce niekoľko profilov sa vytvorili viacerými úzkymi lokálnymi anomáliami, ktoré sa líšia amplitúdami a často i skokovými zmenami intenzity poľa. Pravidelné anomálie, ktoré sú viazané na hlbšie zdroje porúch, sú charakteristické veľkými povrchovými rozmermi a tiež odlišnou intenzitou (Logačev, 1962). Z regionálneho hľadiska sa magnetické pole prekúmanej oblasti SGR delí na dve odlišné oblasti. Oblasť intenzívne prerušeného poľa, ktorá sa rozkladá približne nad líniou spájajúcou obce Prakovce — Zlatá Idka — Hodkovce, a oblasť juhovýchodne od tejto línie, ktorá má oveľa pokojnejší

charakter. Prevládajúcim typom porúch prvej oblasti sú anomálne pásma, ktorých efekt môže zodpovedať prítomnosti bazických hornín alebo aj lokálnym prejavom Fe mineralizácie.

V magnetickom poli východnej časti SGR najvýraznejšiu anomáliu tvorí rakovecký príkrov v úseku Košická Belá — Klátov — Malá Idka. Tvorí ju pásmo intenzívnych porúch magnetického poľa šírky cez 1 km, ktoré sa viaže na klátovské amfibolity. Pásmo sa skladá z troch charakteristických častí. V severnej a centrálnej časti sú najvyššie namerané amplitúdy ΔT (1000 nT). V juhovýchodnej časti je pole kľudnejšie a delí sa na dva nezávislé anomálne pruhy, ktoré sú po-

merne pravidelného tvaru. Výsledky dvoj-rozmerového modelovania na vybraných profiloch poukazujú, že amfibolitové teleso na severnom úseku vystupuje najpravdepodobnejšie v tvare širokého bloku so strmými okrajmi, ktoré sa smerom na SZ ponára a zužuje. Aj v strednej časti dosahuje amfibolitové teleso značné rozmery, vystupuje tu však výrazná asymetria jeho juhovýchodného i severovýchodného kontaktu. Podľa úzkeho ostrého minima (do -300 nT), ktoré ohraničuje anomálne pásmo od SV, predpokladáme, že táto hranica má pri sklone kontaktnej plochy na JZ tektonický charakter. V smere na JZ sa strop amfibolitového telesa stupňovite ponára pod fylitové komplexy, pričom charakter anomálií ΔT poukazuje na násuvný charakter amfibolitov. V južnej časti anomálneho pásma sa amfibolitové teleso rozdeľuje na dva pruhy.

V oblasti Prakovce — Kojšov — Veľký Folkmár sa magnetické pole vyznačuje plošne nevelkými anomáliami, ktorých zdrojom môžu byť vystupujúce alebo plytko uložené bázické horniny.

V regionálnom magnetickom poli sa v nemalej miere odzrkadľujú tektonické jednotky i regionálne zlomy. Násunové plochy sa iba čiastočne prejavujú v tvaroch izolínií ΔT alebo charakteristickým presunom lokálnych anomálií. Relatívne najlepšie sa prejavuje západná časť hranice humelského a prakovského príkrovu, s ktorou takmer 18 km susedí pruh úzkych lokálnych anomálií. V magnetickom poli sa odrážajú tiež západné časti násunových línií, ktoré oddeľujú jedľovecký a humelský príkrov (pruh lokálnych anomálií) a prakovský i mnišanský príkrov (južná hranica porušeného poľa). Tvar intenzívnych anomálií oblasti Klátov sa veľmi dobre koreluje s priebehom východnej časti rakoveckého príkrovu. Väčšina dislokačných línií s hlbším zásahom sa potvrdzuje v priebehu magnetického poľa,

hoci zo samotnej objektívnej interpretácie to nevyplýva predovšetkým preto, že hustota merania je malá. Podmienkou, aby sa zlomové línie v magnetickom poli prejavovali, je alebo presun magneticky aktívnych hmôt, alebo nasýtenie zlomových línií minerálmi železa.

K regionálnym tektonickým prvkom, ktoré sa najlepšie prejavujú v magnetickom poli, patria dva zlomy smeru J — S. Prvý na línii Nováčany — Opátka (nováčanský zlom) a druhý asi 1 km západne od Hýľova (hýľovský zlom). Tieto dislokácie sa prejavujú na mapách ΔT prerušením súvislostí anomálnych pásem a tiež charakteristickým tvarom izolínií.

Dobre sa dá zachytiť zlatoidčiansky zlom smeru JV — SZ, ktorý pretína kľudné magnetické pole a sprevádzajú ho charakteristické záporné anomálie ΔT .

Z hľadiska rudnej problematiky boli výsledky magnetického prieskumu pomocným kritériom predovšetkým na identifikáciu perspektívnych pásem vyčlenených inými metódami (VP, VDV). V oblasti sa zistilo niekoľko desiatok úzkych lokálnych anomálií, ktoré by mohli zodpovedať žilným pásmam obohateným Fe minerálmi (Redford, 1964). Súčasný výskyt magneticky aktívnej Fe mineralizácie s niektorými rudnými žilami sa potvrdil na niekoľkých úsekoch profilov, ktoré pretínajú dokumentované rudné žily, okrem iných aj žily Rúfus a Agneška v oblasti Poproča.

Najzaujímavejšie anomálie sme interpretovali kvantitatívne pomocou metód Logačeva a Piatnického (Logačev, 1962) a modelovali sme ich (Koulomzin, 1970). Na základe toho sme naznačili približné úložné pomery prípadných žíl — hĺbku vrchnej hrany, mocnosť a ich sklon.

Metóda vybudenej polarizácie (VP)

Metóda VP, vzhľadom k jej všeobecne

uznávanej prospekčnej efektívnosti v rudnej geológii i v mapovaní (Komarov, 1972; Summer, 1977), sa z celého komplexu metód používala najviac. Hlavným prieskumným prácam predchádzali experimentálne výskumy v oblasti Poproča (r. 1976), ktorých cieľom bolo stanoviť optimálny variant metódy. Merali sme aparatúrami MK-III kanadskej firmy Huntec a IPOR československej výroby. Po vyskúšaní niekoľkých kombinácií nastavenia sme za optimálny variant registrácie efektu vybudenej polarizácie prijali kombináciu: čas sýtenia — 3 sek., čas vybíjania — 3 sek., čas integrácie — 0,1 sek., oneskorenie času integrácie — 0,2 sek.

Na určenie najvýhodnejšej geometrie usporiadania v podmienkach SGR sme na vybranom úseku profilu merali usporiadaniami: (Whitley, 1973) stredového gradientu ($AB = 1200$ a 600 m, $MN = 10$ m), dipólovým osovým dvojstranným (AB i $MN = 20$ m, $R = 100$ m), trojelektrodovým dvojstranným ($2 AO = 120$ m, $MN = 10$ m) a symetrickým s tromi rozostupmi ($AB = 60$ m, 120 m, 200 m; $MN = 10$ a 20 m). Z hľadiska kontrastnosti výsledkov a technických možností realizácie v obzvlášť ťažkom teréne sme vybrali ako najlepšie symetrické usporiadanie s dvoma rozostupmi $A_1B_1 = 100$ m, $A_2B_2 = 200$ m, $M_1N_1 = M_2N_2 = 20$ m (predpokladaný hĺbkový dosah $17 - 40$ m, ale v litologicky kontrastných horninách sa hĺbkový dosah zväčšuje) a krok 20 m. Po pri profilovom variante sme overovali aj vhodnosť geoelektrického sondovania vybudenu polarizáciou (VES — VP). Celkom sme urobili 22 sondáží (MK — III) v symetrickom Schlumbergerovom usporiadaní s maximálnym rozostupom $AB = 1200 - 3700$ m, z toho 6 ako parametrické na ukončených vrtoch. Realizovalo sa aj odporové profilovanie s VP pozdĺž línií rozostupov dvoch vybraných sond, aby sme zhodnotili vplyv pripovrchovej neho-

mogenity úseku. Overili sme si, že komplikované geologicko-terénne podmienky v značnej miere obmedzujú efektívnosť sondovania, preto sme v ďalších prácach tento variant nepoužívali. VES — VP sa odporúča výlučne na prieskumné práce v oblastiach s pomerne jednoduchou geologickou stavbou, kde v podloží vystupujú vrstevnité ložiská, teda predovšetkým v oblasti Klátova, kde 4 pokusné sondy dali najlepšie výsledky.

Na všetkých regionálnych profiloch sme merali VP v profilovom usporiadaní a s nastavením aparatúry tak, ako sa to osvedčilo na základe pokusných meraní. Použili sme výhradne aparatúru IPOR. Presnosť stanovenia elektrického odporu a koeficientu polarizovateľnosti sa na profiloch pohybovala na úrovni 10% meraných hodnôt (stredná relatívna kvadratická chyba z opakovaných meraní), čo zaručovalo dobrú vierohodnosť registrovaných anomálií.

Pri spracovaní výsledkov meraní VP sme zostavili grafy zdanlivého odporu ρ_k a zdanlivého koeficientu polarizácie η_k pre dva rozostupy a mapy izolínií spomenutých parametrov pre hlbší rozostup (obr. 2). Krivky VES — VP sme podrobili štandardnej geofyzikálnej kvalitatívnej i kvantitatívnej interpretácii (Patella, 1972), pričom sme jej výsledky zostavili do tabuliek i geoelektrických rezov. Geologická interpretácia výsledkov VP bola, podobne ako pri ostatných metódach, dvojstupňová. V prvom rade šlo o aplikáciu údajov vyplývajúcich z objektívnej identifikácie a z geofyzikálnej interpretácie hraníc a geoelektrických vrstiev na profiloch (Komarov, 1972) počas spoločného geologicko-geofyzikálneho mapovania a o následnú hlbšiu interpretáciu na podklade geologických údajov zo spomenutého mapovania.

Jedným z najdôležitejších výsledkov mapovania bolo upresnenie odporových cha-

rakteristík a polarizovateľnosti hornín vystupujúcich v prieskumnej oblasti. Súbor charakteristických geologických parametrov dáva podklad pre geologickú interpretáciu výsledkov prieskumu. Okrem petrografických znakov jednotlivých horninových typov sa v meraných geoelektrických parametroch prejavujú tiež najdôležitejšie geologické javy vyskytujúce sa v SGR, predovšetkým efekty súvisiace so zlomovou tektonikou (zníženie odporu v okolí zlomových zón) a s prejavmi mineralizácie (minerály s elektrónovou vodivosťou zvyšujú polarizovateľnosť a znižujú odpor). Efektívnosť metódy VP v podmienkach SGR znižuje to, že veľká skupina hornín vykazuje podobné hodnoty odporu i koeficientu polarizovateľnosti. V mnohých prípadoch je preto jednoznačnosť geologickej identifikácie iba na podklade výsledkov metódy VP obmedzená.

V regionálnom obraze zmien zdanlivého odporu ρ_k a koeficientu polarizovateľnosti η_k sa (obr. 2, 3) odzrkadľuje viac štruktúrnych prvkov geologickej stavby. Tvar izolínií zdôrazňuje priebeh hlavných príkrovov a násunov s charakteristickou zmenou Z — V priebehu v západnej časti územia na SZ — JV smer vo východnej časti. Vyplýva to z jednoznačnej korelácie prvkov prvého rádu medzi profilmi.

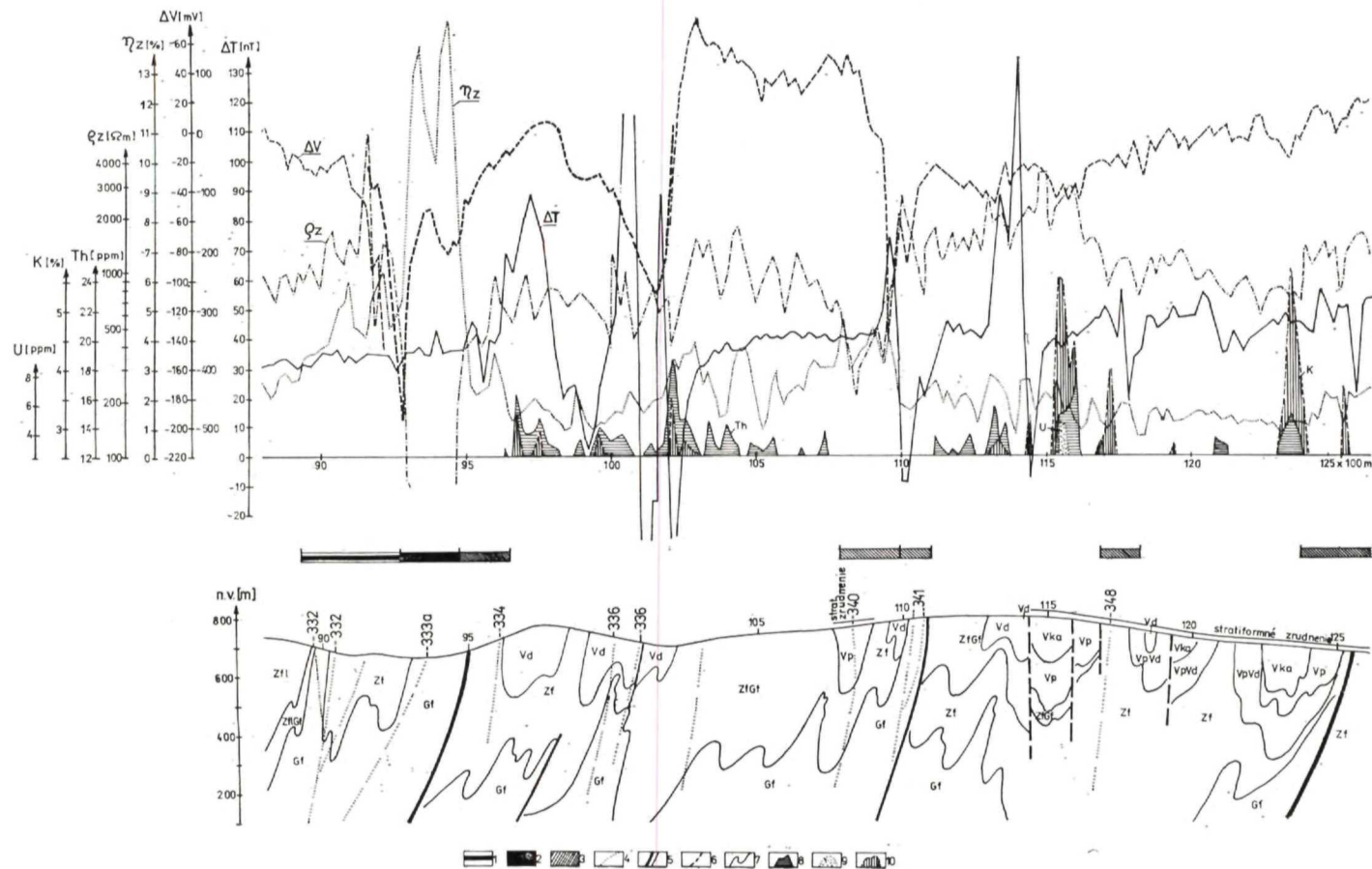
Hlavnými prvkami sú predovšetkým nízkoodporové zóny zviazané s grafitickými fylitmi, ktoré sú charakteristické vysokými koeficientmi polarizácie. Pásma týchto zón presne vyznačujú línie príkrovových násunov, ktoré oddeľujú humelský, prakovský, medzevský i jedľovecký príkrov v dĺžke viac ako 20 km. Zvlášť výrazne sa to prejavuje minimom ρ_k (menej než 100 m) a maximom η_k (nad 10 %). Z geofyzikálnej interpretácie vyplýva (Bloch, 1962; Komarov, 1972), že mocnosť čiernych fylitov môže v západnej časti dosahovať okolo 200 m a takmer 1 km na východnom okraji územia. Na približne 2,5 km úseku

v strednej časti výsledky VP prieskumu neregistrujú prítomnosť grafitických fylitov.

Šírky zón a lokalizácia geoelektrických hraníc podľa interpretácie VP na profiloch udávajú často určité odlišnosti vzhľadom na výsledky mapovania, lebo výsledky merania VP sa vzťahujú na úroveň pozorovania použitých meracích rozstupov, ktoré podľa teoretických podkladov (Roy — Apparao, 1971) boli pre plytší rozstup cca 17 m a pre hlbší 40 m (v priaznivých podmienkach sa hĺbkový dosah zväčšuje až na hodnotu AB/2). Ak sa podstatne líši geologická situácia na povrchu a v hĺbke, môže dôjsť k výrazným nezhodám. Týka sa to tiež mierne naklonených kontaktov, ktorých východ je vzhľadom k hranici registrovanej na profile posunutý.

Hranice príkrovov (humelský — mníšanský a prakovský — humelský) na juhovýchodných úsekoch sa prejavujú tiež pruhom výrazných anomálií VP a zníženého odporu, ktorý je asi 1 km široký. Západný úsek násunu prakovského a humelského príkrovu sa prejavuje na mape odporov konfiguráciou izolínií ρ_k bez výrazného zníženia hodnôt, naproti tomu na mape η_k ho dokonale vykresľuje široké pásmo (asi 1 km) zvýšenej polarizácie (nad 2 %). Charakteristický je spoločný výskyt pomerne vysokých odporov (miestami nad 2000 Ω m) a zvýšených hodnôt η_k . Ostatné násunové línie sa prejavujú v zjednodušených mapách ρ_k a η_k iba útržkovite, v konfigurácii línií alebo charakteristickým usporiadaním anomálnych zón. Napriek tomu možno skoro vo všetkých prípadoch hranice príkrovov interpretovať z profilových grafov, i keď nie vždy je to jednoznačná interpretácia.

Z regionálneho hľadiska odzrkadľuje VP tiež charakteristické oblasti, ktoré sa od úrovne pozadia líšia hodnotami ρ_k a η_k a viažu sa na veľké horninové komplexy. Obzvlášť vysokými odpormi (nad 1000 i



Obr. 2. Výsledky geofyzikálneho merania na úseku profilu 4 [geologická situácia podľa Greculu, 1982]. 1 — čierne metapelity v podloží iných hornín, 2 — čierne metapelity, 3 — mineralizované štruktúry, 4 — rudné žily, 5 — príkrovové línie, 6 — zlomy, 7 — litologické hranice, 8 — tórium, 9 — urán, 10 — draslík, ρ_z — elektrický odpor, n_z — koeficient vybudenej polarizácie, ΔT — hodnota magnetickej indukcie, V — prirodzené elektrické potenciály, Z_f — chloriticko-sericitické fylity, G_f — čierne metapelity (grafiticko-sericitické fylity), V_p — porfyroidy

Fig. 2. Results of geophysical measurements along a part of Profile 4 [geological profile according to P. Grecula 1981]. Geology: 1 — graphite-sericite phyllite below overburden, 2 — graphite-sericite phyllite in outcrop, 3 — mineralized zone, 4 — ore vein, 5 — thrust line of structural unit, 6 — dislocation, 7 — geological boundary, Geophysical data: 8 gammaspectrometric value of thorium, 9 — gammaspectrometric value of uranium, 10 — gammaspectrometric value of potash, ρ_z — electric resistivity coefficient, n_z — coefficient of induced polarization, ΔT — value of the Earth's magnetic field, V — natural electric ground potential coefficient, Lithology: Z_f — chlorite-sericite phyllite, G_f — graphite-sericite phyllite, V_p — porphyroide

2000 m) sa prejavuje napr. západná časť pravkovského príkrovu (veľký podiel metapsamitov), kým iné príkrovy takúto charakteristickú črtu nemajú. Vysokoodporové horniny sa nachádzajú iba v západnej časti mníšanskeho a kojšovského príkrovu v oblasti Gelnice a v jedľoveckom príkrove severne od Medzeva.

Zvlášť anomálne sa prejavuje tiež vysokoodporová oblasť viazaná na mezozoické vápence a dolomity v rajóne Kojšov a Opátka. Znížené odpory (menej než 300 Ω m) má okrem už spomínaných pásem grafitických fylitov celá juhovýchodná oblasť. Zvlášť nízke hodnoty odporov (menej než 100 Ω m) sú v neogénnych útvaroch, ktoré sa objavujú v rajónoch Bukovec — Malá Idka a Rudník. Podstatným znížením odporu na severných koncoch profilov sa prejavuje tiež hranica staršieho paleozoika s permom.

Regionálny priebeh koeficientu polarizácie zvyrazňujú predovšetkým pruhy anomálií nad čiernymi metapelitmi. Veľké povrchové rozšírenie majú najmä vo východnej časti územia.

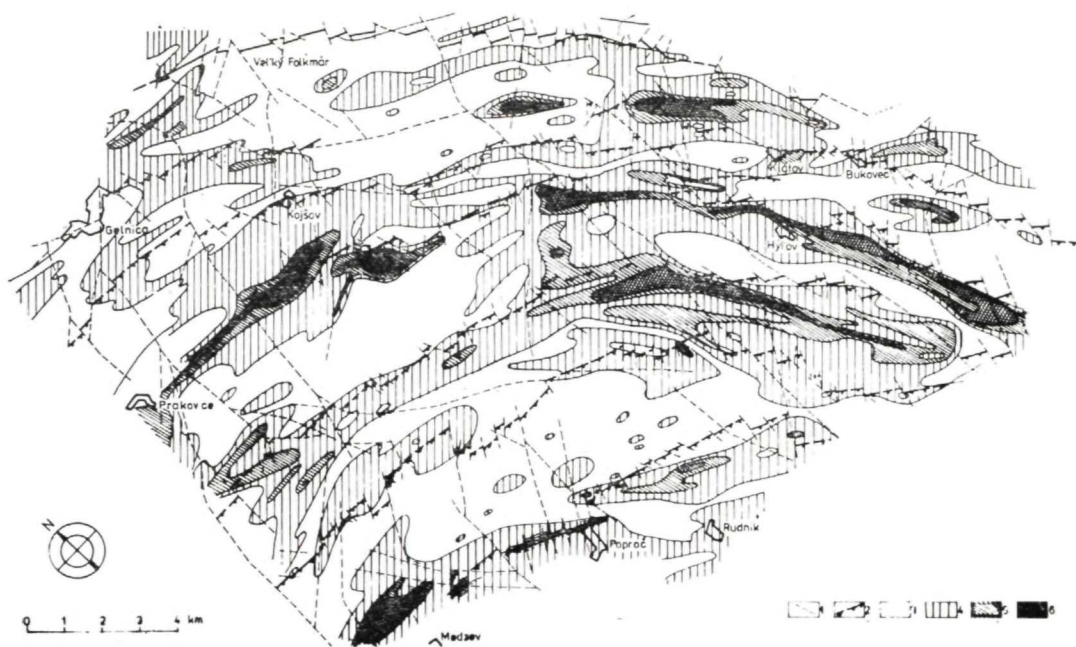
V oblasti Klátov sa k efektu spôsobenému prítomnosťou grafitu pridružujú anomálie zodpovedajúce horninám rulového charakteru. Zvýšenie hodnôt koeficientu polarizácie sa registruje tiež v SZ časti

skúmanej oblasti (Gelnica — Prakovce — Kojšov — Veľký Folkmár), čo súvisí s kumulovaním grafitickej a rudnej substance. Anomálne pásmo Veľký Folkmár — Košická Belá sa koreluje s potvrdenou rudnou mineralizáciou. Podobným efektom, hoci značne menších plošných rozmerov, sa prejavuje na mape η_k skupina rudných žíl v oblasti Poproč.

Z regionálneho hľadiska sa vo výsledkoch merania metódou vybudenej polarizácie prejavujú tiež zlomy charakteristikou konfiguráciou izolínií, porušením korelácie a prerušením súvislosti anomálnych vodivých zón. Veľké dislokácie, ktoré sa neprejavujú na mapách ρ_k a η_k , sme registrovali na profilových grafoch, kde pretínajú profilové línie.

Zo zlomov regionálneho charakteru sa najlepšie na mapách odporu a polarizácie potvrdzujú zlomy smeru S — J (nováčanský, hýľovský zlom a iné). Výsledky prieskumu metódou vybudenej polarizácie majú rozhodujúci význam pre vyjasnenie rudných problémov spomínanej časti SGR.

Počas geologicko-geofyzikálneho mapovania sa objasnili príčiny mnohých neidentifikovaných anomálií VP. Na tom základe sa vyliminovalo veľa anomálií vyvolaných prítomnosťou grafitu, iné anomálie zod-



Obr. 3. Mapa koeficienta vybudenej polarizácie (geologická situácia podľa Greculu, 1982). 1 — zlomy, 2 — hranice príkrovov, 3 — izolínie s hodnotou pod 2 %, 4 — izolínie 2 — 5 %, 5 — izolínie 5 — 10 %, 6 — izolínie nad 10 %

Fig. 3. Map of induced polarization coefficients (boundaries of structural units and dislocations according to P. Greculu, 1982). 1 — dislocation, 2 structural unit boundary. Coefficient value: 3 — below 2 %, 4 — 2 to 5 %, 5 — 5 to 10 %, 6 — over 10 %

povedali rudnej mineralizácii. V druhej fáze geofyzikálnej interpretácie, ktorá zahŕňovala výsledky mapovania (etapa čiastkovej správy), sme vybrali okolo 40 najslubnejších anomálií VP, ktorých príčiny sme nemali vyjasnené, a tých, ktoré už boli identifikované ako rudné (okrem už známych žíl). Zoskupujú sa predovšetkým v troch oblastiach, ktoré považujeme za zvlášť perspektívne: medzi Prakovcami — Kojšovom — Jaklovcami — Gelnicou i Turzovskými kúpeľmi, v úzkom páse anomálií Veľký Folkmár — Košická Belá a medzi Popročom a Nováčanmi (v susedstve granitov).

Metóda spontánnej polarizácie (SP)

Prieskum metódou SP sme robili v potenciálovom variante, odporúčanom pre prieskum v oblastiach s podobnými geologickými a terénnymi podmienkami ako je SGR (Semionov, 1974).

Merania na profiloch sme uskutočňovali po úsekoch dĺžky 500 m z jedného uzmenenia elektródy N, ktoré sme naviazali vždy 5 bodmi. Používali sme aparáturu poľskej výroby typu MPS-02 (1976 — 1977) a MPS-03 (1978 — 1979) s meracími rozsahmi 0,1 mV — 1000 mV (MPS-02) a 0,1 — 1999 mV (MPS-03) a maximálnej citli-



Obr. 4. Mapa elektrického odporu (geologická situácia podľa Greculu, 1982). 1 — zlomy, 2 — hranice príkrovov, 3 — izolínie s hodnotou 100 Ωm , 4 — izolínie 100 — 300 Ωm , 5 — izolínie 300 — 500 Ωm , 6 — izolínie 500 — 1000 Ωm , 7 — izolínie 1000 — 2000 Ωm , 8 — izolínie nad 2000 Ωm

Fig. 4. Map of apparent electric resistivity coefficients (boundaries of structural units and dislocations according to P. Grecula, 1982). 1 — dislocation, 2 — structural unit boundary, Coefficient values: 3 — below 100 Ωm , 4 — 100 to 300 Ωm , 5 — 300 to 500 Ωm , 6 — 500 to 1,000 Ωm , 7 — 1,000 to 2,000 Ωm , 8 — over 2,000 Ωm

vosti 0,1 mV. Vlastná polarizácia použitých nepolarizovateľných elektród sa pohybovala na úrovni 1 mV. Počas 4 sezón terénnych prác sa hodnoty opakovaných meraní pohybovali v hraniciach 10 — 15 mV (stredná kvadratická chyba meraní na základe dvakrát robených úsekov profilov), čo je pri anomáliách v mnohých prípadoch prekračujúcich 100 mV nepatrná hodnota. Dosiahnutú presnosť meraní sme prijali za úroveň vierohodnosti registrovaných anomálií.

Všetky profily regionálneho merania i detailných meraní v oblastiach Poproč — Zlatá Idka a Klátov previazali básové profily. Výsledky SP sme spracovali tak, že

sme všetky profily vyrovnali a zredukovali grafickou metódou (Semionov, 1974) do počiatočných bodov a potom vyrovnali do jednej úrovne pomocou básových profilov. Hodnotu 0 sme stanovili na základe odhadu úrovne normálneho poľa.

Výsledky prieskumu metódou SP znázorňujú grafy potenciálu V na všetkých profiloch a na generalizovanej mape izolínií v mierke 1 : 25 000 (obr. 5).

Geologicko-geofyzikálne sme výsledky prieskumu SP spracovávali v dvoch etapách analogicky k ostatným metódam. V prvej fáze sme vyčlenili anomálie SP na profiloch a urobili geologickú identifikáciu s využitím existujúcej geologickej



Obr. 5. Mapa spontánnej polarizácie (geologická situácia podľa Greculu, 1982). 1 — zlomy, 2 — hranice príkrovov, 3 — izolínie pod -500 mV, 4 — izolínie od -500 do -100 mV, 5 — izolínie od -100 do 0 mV, 6 — izolínie $0 - 50$ mV, 7 — izolínie $50 - 100$ mV, 8 — izolínie nad 100 mV

Fig. 5. Map of natural electric ground potential coefficients (structural unit boundaries and dislocations according to P. Greculu, 1982). 1 — dislocation, 2 — structural unit boundary, Electric potential coefficient: 3 — below -500 mV, 4 — -500 to -100 mV, 5 — -100 to 0 mV, 6 — 0 to 50 mV, 7 — 50 to 100 mV, 8 — over 100 mV

mapy na podklade geologických základov metódy (Semionov, 1974; Sato — Mooney, 1960). Geologické informácie získané pri geologicko-geofyzikálnom mapovaní na profiloch umožnili lepšiu interpretáciu výsledkov SP a ich aplikáciu na regionálnu stavbu a mineralizáciu v skúmanej časti SGR.

Mapa spontánnej polarizácie (obr. 5) poskytuje zaujímavý pohľad na geologickú stavbu východnej časti SGR. Od úrovne hodnôt oscilujúcich okolo normálneho poľa spontánej polarizácie sa veľmi výrazne odlišujú pruhy záporných anomálií s amplitúdami dosahujúcimi 100 mV. Pásma takýchto anomálií, viazaných na grafické fylity,

presne vyznačujú priebeh línie násunu prakovského príkrovu po jeho celej dĺžke, humelského príkrovu na juhovýchodnom úseku a medzevského príkrovu medzi Medzevom a Popročom. S pruhmi maximálnych anomálnych hodnôt miestami susedia rozsiahle polia znížených hodnôt potenciálu, umožňujúce sledovať rozšírenie čiernych a zelených metapelitov. Oblasť, ktorá je ohraničená izolíniou 100 mV, je obzvlášť veľká v juhovýchodnej časti, kde sa stretávajú humelský a mníšanský príkrov. To svedčí o prítomnosti súvislých pruhov čiernych fylitov nie iba v okolí výskytov registrovaných na povrchu, ale aj v hlbších častiach. Podobná situácia, hoci v

oveľa menšom rozsahu, je v západnej časti násunu prakovského príkrovu južne od Kojšova a v okolí Prakoviec, kde sa pás záporných anomálií spontánnej polarizácie zväčšuje na 2 až 4 km. Z charakteru registrovaných pásem grafitových anomálií vyplýva, že koncentrácia grafitu je veľmi premenlivá. Nahromadenie grafitu môže byť zdrojom extrémnych anomálií, (amplitúdy prekračujú -500mV), napr. pri Hýľove, južne od Opátky, Kojšova a Prakoviec. Podľa metódy kvantitatívnej interpretácie, ktorú navrhuje A. S. Semionov (1974), geometrický stred hmôt s grafitom, ktoré vyvolávajú takéto anomálie, by mal vystupovať v hĺbkach rádovo desiatky metrov (53 m v anomálii Hýľov). Z prvkov zápornej tendencie je v regionálnom poli SP pozoruhodná tiež rozsiahla oblasť záporných hodnôt potenciálu, ktoré sú útržkovite zaznamenané v severných úsekoch profilov medzi Gelnicou a Veľkým Folkmárom. Priebeh izolínie -100 mV zahŕňa mapované východy čiernych fylitov, čo poukazuje, že anomáliu spôsobuje prítomnosť grafitu. Z prudkého poklesu hodnoty potenciálu v severnom smere na menej než -500 mV usudzujeme, že v hĺbke tu leží súvislá poloha čiernych metapelitov, ktorá sa na povrchu neprejavuje.

Okrem vodivých zón záporných anomálií sa v regionálnom poli spontánnej polarizácie prejavujú, vzhľadom na prijatú nulovú úroveň, oblasti s kladnou tendenciou. Zmena hodnoty potenciálu, ktorá nemá charakter anomálií, sa viaže (Semionov, 1974) na litologické zmeny v horninových útvaroch. Rozhodujúci význam tu majú stopové koncentrácie minerálov s elektrónovou vodivosťou (pyrit) a filtračné schopnosti horninových komplexov. Zmeny poľa SP merané na povrchu môžu mať tiež pôvod v rozložení hornín vo veľkých hĺbkach (stovky metrov, Dzviněk, 1973). Nezávisle od geologických príčin

sa k poľu SP pridáva efekt pripovrchovej filtrácie vody, viazaný na morfológiu terénu. Pri takých veľkých výškových rozdieloch, aké sú v oblasti SGR, môžu prekryvať skutočné geologické efekty.

Rozmiestnenie oblastí kladných hodnôt spontánnej polarizácie (0 až nad 100 mV) a tvar izolínií, ktoré ich ohraničujú, umožňujú sledovať osobitosti hlbínnej geologickej stavby SGR. Zvlášť charakteristické je, že všetky väčšie oblasti tohoto typu majú smer S — J a vyznačujú priebeh regionálnych zlomov tohto systému. Takéto oblasti sme zaznamenali v úzkych pásoch medzi Medzevom a Gelnicou, Popročom, Rudníkom a Zlatou Idkou a čiastočne v okolí Nováčan. V prvom prípade tvar izolínií vykazuje výraznú súbežnosť s priebehom zlomových línií tokárenského a zimnovodského zlomu, naznačujúc pritom, že tento zlom môže pokračovať ďalej na juh. Podobne sa prejavuje petrovodolinská dislokácia v oblasti Poproč — Zlatá Idka. Vystupovanie ďalších zlomov tohto systému na základe tvaru izolínií potenciálu v smere Poproč — Kojšov — Jaklovce možno predpokladať. Nováčanský zlom smeru J — S sa v poli SP prejavuje iba čiastočne na južnom úseku. Dislokačné zóny iných smerov sa v mape spontánnej polarizácie obyčajne neprejavujú. Výnimku tvoria iba zlomy, ktoré spôsobujú určité posuny v okolí vodivých pásem anomálií čiernych fylitov.

Príčiny vystupovania spomínaných oblastí kladných anomálií SP pri geologickom mapovaní sme neobjasnili. Čiastková správa uvádza hypotézu, že sú viazané na plytko uložené bloky hornín vysokého stupňa metamorfózy, prípadne na zakryté masívy magnetických hornín.

Iným, tiež ťažko vysvetliteľným problémom pri geologickej interpretácii je oblasť zvýšených hodnôt spontánnej polarizácie medzi obcami Veľký Folkmár, Kojšov, Opátka, Košická Belá. Hodnoty po-

tenciálu tu dosahujú najvyššiu úroveň (nad +100 mV). Táto oblasť zaberá celý komplex mezozoických vápencov a dolomitov s príslušnými východmi amfibolitov na severnej a východnej strane. V porovnaní so súčasnou geologickou mapou je obraz poľa SP rozhodne homogénnejší, teda objasnenie treba hľadať predovšetkým v rozložení horninových hmôt v hĺbke. Taký záver vyplýva z toho, že zvýšené hodnoty potenciálov sa udržiavajú aj na úsekoch profilov, ktoré prekračujú severné hranice zásahu paleozoických útvarov. Vzhľadom na povrchovú geologickú situáciu je zvlášť neobyčajným prvkom široké pásmo zníženia hodnoty spontánnej polarizácie, ktorý v smere J — S pretína celú anomálnu oblasť 2 km východne od Opátky. Je súbežné so severným predĺžením nováčanského zlomu, ale je asi 1,5 km posunuté na západ.

Rádiovlnová metóda VDV

Prieskum rádiovlnovou metódou VDV, ktorá je jednou z používaných metód v prospekcii rudných a tektonických zón (Peterson, 1971; Sedelnikov, 1974; Phillips, 1975), sme uskutočňovali v indukčnom variante metódy československou aparátúrou EDA-77, ktorá registruje dve zložky sekundárneho poľa H_z (reálnu a imaginárnu) v rozsahu $\pm 150\%$ a $\pm 50\%$ s citlivosťou 1 %. Zdrojom primárneho poľa bola americká vysielacia stanica NAA-Cutler (Mine) a francúzska stanica FUG-Bordeaux, ktoré boli vzhľadom na zadaný smer profilov vhodne situované. Použili sme súčasne dve stanice, aby sme maximálne zväčšili možnosť zaregistrovať vodivé zóny a kontakty rôzneho smeru, a tiež zvýšili možnosti interpretácie (určenie smeru zón a kontaktov na základe tvaru prejavu na dvoch stanicách). Merania boli veľmi presné. Stredná kvadratická chyba z opakovaných meraní sa počas

4 sezón terénnych prác ustálila na $\pm 1\%$ pre obe stanice.

Počas experimentálnych prác v roku 1976 sme v okolí Poproča ako alternatívu rádiovlnovej metódy vyskúšali klasickú indukčnú metódu vo variante Slingram. Merali sme aparátúrou Demigun, ktorá registruje dve zložky (reálnu ReHz a imaginárnu ImHz) sekundárneho a elektromagnetického poľa vytváraného 5 W zdrojom. Zdroj pracuje v dvoch rozsahoch frekvencií — 880 Hz a 2640 Hz. Rozstup prijímacej a vysielacej cievky bol 900 m. Porovnania výsledkov skoro 1000 meraní oboma metódami hlavne v okolí anomálnych zón potvrdili, že napriek nepopierateľnej vhodnosti variantu Slingram bude v komplexnom prieskume užitočnejšia rádiovlnová metóda.

Výsledky meraní VDV zo všetkých profilov sme vyznačili v grafoch dvoch zložiek ReHz a ImHz. Fraserovými anomáliami (Fraser, 1969) sa výrazne zvýraznili geoelektrické hranice a zóny, ktoré sa v meraniach prejavujú. Nepomerne väčšie vzdialenosti profilov regionálneho merania v porovnaní s detailnosťou Fraserových anomálií neumožnili na základe výsledkov VDV vytvoriť mapu. Koreláciu Fraserových anomálií medzi profilmi sme urobili iba pre oblasti detailných prác v oblasti Poproč — Zlatá Idka a Klátov. Aj napriek väčšej hustote profilov (200, resp. 500 m) veľká pestrosť litológie a intenzívneho tektonického porušenia neumožnili jednoznačnejšiu interpretáciu. Mapy vodivých zón v oboch regiónoch sme zostavili s prihliadnutím na geologické mapy.

Dobrá citlivosť a rozlišovacia možnosť metódy umožnila zaznamenať veľké množstvo Fraserových anomálií rozličných typov, ktoré odrážajú rôznorodosť hornín, tektonické a mineralizované štruktúry. Vzhľadom na značný prienik elektromagnetickej vlny (pre použité stanice asi 35 — 120 m pri zmenách odporu skalného pod-

kladu 100 — 1000 Ω ; EM-16 R Operating Manual, 1976) sa na výsledkoch merania prejavuje vplyv hlbšie uložených litologických objektov, ktoré sa mapovaním nezistili.

Pri interpretácii výsledkov merania VDV sme klasifikovali všetky registračné Fraserove anomálie na základe údajov modelovania (EM 16—R Operating Manual, 1976, Coney, 1977) a porovnali so zodpovedajúcimi geologickými údajmi. Vyčlenili sme 3 základné typy Fraserových anomálií. Prvý typ sú úzke (do 100 m) a veľmi intenzívne anomálie s hodnotami nad 50 % (často i nad 100 %), s krivkou ImHz (opačný priesečník ImHz a ReHz) so stúpajúcou tendenciou. Tieto anomálie sú označené ako vysokovodivé a zodpovedajú najčastejšie tenkým vložkám grafitických fylitov alebo ich kontaktom s okolnými horninami a niektorým zlomovým a mineralizovaným zónam. Do druhej skupiny sa počítajú úzke, ale menej intenzívne (prevažne 25 — 40 %) anomálie, menej vodivé, charakteristické súčasným poklesom oboch magnetických zložiek. Nachádzajú sa na väčšine zlomových zón a nad tenkými vložkami nízkoodporových hornín vo vysokoodporových komplexoch či v susedstve s partiami s vyšším stupňom stlačenia alebo zvetrania. Tretím typom sú široké anomálie s nízkou amplitúdou (cca 10 — 25 %) viazané na kontakty málo kontrastných hornín s rôznym odporom.

Celkové hodnotenie efektívnosti metódy VDV v skúmanej oblasti SGR je veľmi priaznivé. Na profiloch sme VDV zaregistrovali takmer všetky vymapované geologické hranice, ale najmä zlomy. Niektoré anomálie VDV signalizujú hlbšie uložené objekty. V povrchovom rozložení anomálií VDV sa prejavuje len málo znakov odrážajúcich prvky regionálnej stavby skúmanej oblasti. Dosť jednoznačne sa vydeľujú iba pásma grafitických fylitov, ktoré vy-

značujú príkrovové línie. Prejavujú sa skupinami najintenzívnejších Fraserových anomálií. Z regionálneho hľadiska sa prejavujú tiež oblasti so zníženou hodnotou a s menšou hustotou anomálií VDV (mezozoické karbonáty pri Kojšove, vysoko-odporové horniny v západnej časti prakovského a humelského príkrovu). Pri väčšej hustote profilov v rajóne Poproč sme vyznačili výrazné korelačné línie Fraserových anomálií (40 — 80 %), ktoré zodpovedajú južnej hranici granitov a tiež 3 iné vodivé pásma smeru Z — V, ktoré sú viazané na žilné pásma Rúfus a Agneška.

Magnetotelurická metóda

Magnetotelurický prieskum sa obmedzil na tri profily lokalizované medzi obcami Nižný Medzev — Prakovce, Poproč — Zlatá Idka a Jasov — Opátka. Celkom sme vo vzdialenosti 300 — 2500 m urobili 43 sond. Použili sme krížové usporiadanie línií v smeroch S — J a V — Z. Dĺžky meracích línií kolísali medzi 300 — 500 m. Na každej sonde sme zaznamenali variácie troch zložiek magnetického poľa (E_x , E_y). Stredný čas zápisu sa menil v rozmedzí 20 — 40 hodín. Merania sme robili aparátúrou poľskej výroby AMT-1 s pásmom registrácie na 0,1 Hz. Získané krivky magnetotelurických variácií hodnotíme ako priemerné, a to vzhľadom na vysokú úroveň priemyselných vplyvov.

Pri spracovaní záznamov variácií magnetotelurického poľa sme postupovali hlavne podľa metódy zdanlivých impedancií. Analyzovali sa variácie v rozsahu od 10 — 20 do 1000 — 4000 s. Na základe toho sme vypočítali hodnoty odporov ρ_{xy} a ρ_{yx} a potom ρ_{max} podľa dlhšej osi polarizácie elektromagnetického poľa. Opakovateľnosť získaných sondážnych kriviek sa ukázala ako dostatočná s výnimkou porušených úsekov záznamov variácií a

z toho vyplývajúceho rozptylu hodnôt impedancií.

Sondážne krivky $\rho_{\max}$, ktoré by mali podľa teoretických predpokladov (Berdičevskij, 1968) poskytovať najviac informácií, sme kvantitatívne interpretovali pomocou albumu teoretických kriviek. Výsledky sme zobrazili v podobe magnetotelurických rezov v mierke 1 : 25 000. Rezy obsahujú krivky pozdĺž elektrickej vodivosti S , závislosť zmien odporu $\rho_{\max}$ na zdanlivej hĺbke a priebeh prvého sledovaného horizontu. Poskytujú zaujímavý obraz hlbokých štruktúr oblasti pokrytej magnetotelurickým meraním. Potvrdila sa regionálna diskontinuita, ktorá oddeľuje dve oblasti s odlišnou geologickou stavbou, prebiehajúca súbežne s rožňavskou zónou diskontinuity. Podľa korelácie medzi dvoma líniami rezov má táto diskontinuita smer JZ — SV, hoci to mohli spôsobiť priečne presuny v úseku medzi Medzevom a Popročom.

V prvej z týchto oblastí, ktorá pokrýva južnú časť profilov, leží sledovaný magnetotelurický horizont v hĺbke 9,5 — 11 km a môže detekovať podložie sedimentárnych komplexov. Na severnej strane zachytenej diskontinuity sa tento horizont prudko dvíha k povrchu a potom smerom na S stupňovite poklesáva do hĺbky 2 km. Podobný priebeh, hlavne na profile Jasov — Opátka, je členitý, má tvar hrastu a prepadlín s pomerne malými amplitúdami. Sledovaný horizont je charakteristický vysokými až nekonečnými odpormi, ktoré sa prejavujú strmým sklonom pravých vetiev sondážnych kriviek (takmer 63°). Nadložie je premenlivo vysokovodivé. Na južnej strane zistenej diskontinuity sme zaznamenali hodnoty pozdĺžnej vodivosti S v rozmedzí od $600 \Omega^{-1}$ (profil Medzev — Prakovce) do $300 \Omega^{-1}$ (profil Jasov — Opátka). V stredných a severných úsekoch oboch profilov vystupujú horniny s výrazne vyššími odpormi ($20 - 50 \Omega^{-1}$).

Hodnoty S získané interpretáciou magnetotelurických sondážnych kriviek pre horniny v nadloží vysokoodporového horizontu by sa v zásade nemali odlišovať od skutočnej pozdĺžnej vodivosti. To vyplýva z porovnania výsledkov interpretácie parametrických sond vrtov SG-1 a SG-2 s hodnotami S na základe elektrokarotáže týchto vrtov. V oboch prípadoch rozdiel medzi hodnotami S neprekročil 10 %.

V súvislosti so spomenutými vrtmi sme uskutočnili pokusnú geologickú identifikáciu odporových komplexov zistených v rezoch. Vzhľadom na to, že na hodnotu pozdĺžnej vodivosti hornín má rozhodujúci vplyv prítomnosť nízkoodporových vrstiev (v danom prípade hlavne grafitické fylity), vysokovodivé úseky rezov signalizujú, že podiel týchto hornín v hĺbke je veľmi veľký. Potvrdzujú to aj hodnoty pozdĺžnej vodivosti ρ_L , ktoré sú v rozmedzí od 5 do 50 Ω .

Pri korelácii interpretovaného magnetotelurického horizontu s litológiou sme dospeli k záveru, že na severnej strane zistenej diskontinuity je tento horizont stropom vysoko metamorfovaných útvarov s nižšie vystupujúcimi granitmi. Vykonané magnetotelurické práce nevyjasňujú problém podložia granitov v hĺbke. Podľa sondážnych kriviek majú podložné útvary granitu rovnako vysoké hodnoty odporov. V troch sondách profilu Medzev — Prakovce sme pri predĺženom čase registrácie zachytili maximá a počiatok pravých poklesových vetiev kriviek. Dobre vodivá oblasť vystupuje v hĺbkach rádu 200 — 400 km čiže až do vrchnej časti plášťa.

Spektrometrický prieskum

Spektrometria prirodzeného gama žiarenia bola jednou zo základných metód v použitom komplexe.

Štvorkanálovým spektrometrom kanadskej firmy Exploranium — model DISA

400 A sme registrovali množstvo gama kvantov v štyroch energetických rozsahoch: 1,46 MeV (kanál draslík K^{40}), 1,76 MeV (kanál tória Bi^{214}), 2,62 MeV (kanál uránu Tl^{208}) a nadprahovú energiu 0,4 MeV (kanál úhrnnej aktivity Tc). Dodržiavali sme inštrukcie pre obsluhu aparatury DISA—400 A Op. Manual, 1976. Použitá geometria 2π zaistovala na každom bode profilu porovnateľné podmienky. Vyberali sme stanovište podľa možnosti na rovnom povrchu. Vrchnú vrstvu organiky sme odkryli. Aby výsledky neovplyvňovala zvýšená emanácia radónu, nemerali sme bezprostredne po daždi (okolo 4 hodín prestávka). Kvôli zavedeniu opráv na tvrdú zložku kozmického gama žiarenia v prirodzenom pozadí, robili sme každoročne niekoľko sérií meraní nad vodnou hladinou nádrže Bukovec vo vzdialenosti okolo 100 m od brehu (Bowie, 1955). Prístrojové chyby sme odstraňovali a chod prístrojov zabezpečovali každý deň počas 4 terénnych sezón meraním na báze. Využívali sme 6 stálych bazových bodov lokalizovaných v okolí Rudníka a Klátova (pre práce v r. 1976 — 1977) a Košických Hámrov, Košickej Belej a Klátova (pre práce v r. 1978 — 1979). Meraniami na báze sme vždy začínali a končili denné merania.

Čas registrácie na jednotlivých meracích bodoch sme upravili podľa predpokladanej hodnoty štatistickej chyby (10 %) pri minimálnom zadanom počte impulzov v tóriovom kanáli $N_{Th} = 100$ imp. a vzhľadom ku kanálu uránu podľa vzťahu $N_U - 0,8 N_{Th} > 100$ imp. Počas 4 sezón terénnych prác sa čas registrácie na profiloch menil v rozmedzí 2 — 8 minút v závislosti na intenzite žiarenia jednotlivých horninových komplexov. Pri meraniach na báze bol čas integrácie pre 3 — 4 série meraní 4 — 6 minút.

Kamerálne spracovanie výsledkov spektrometrických meraní spočívalo na pre-

počte čítaní jednotlivých kanálov na impulzy za minútu a po zavedení opráv na kozmické a aparátúrne pozadie na výpočte ekvivalentných koncentrácií uránu eU a tória eTh (ppm), draslíka v % a celkovej intenzity žiarenia gama v jednotkách CGS ($\mu R/h$) a jednotkách SI (A/kg). Prepočty sme robili na základe každoročného ciachovania prístrojov na etalónoch v Bratkovciach pri Pířbrami.

Priemerná presnosť stanovovania koncentrácií a celkového žiarenia na profiloch, ktorá vyplýva zo spôsobu a podmienok merania, sa počas 4 sezón ustálila takto: draslík 0,15 %, urán 0,65 ppm, tórium 1 ppm, celkové žiarenie 0,3 $\mu R/h$. Tieto údaje, získané z opakovaných meraní (asi 5 % celkového počtu), najlepšie hodnotia výsledky stanovovania obsahov spektrometriou. Získaný rád presnosti zaručuje hodnovernosť všetkých podstatných anomálií zistených na profiloch.

V rámci štatistickej analýzy potrebnej pri interpretácii výsledkov spektrometrie sme prepočtami určovali úroveň pozadia i hodnoty anomálie (stredná smerodajná odchýlka) a charakter rozdelenia žiarenia pre jednotlivé horninové typy.

V čiastkovej správe sme výsledky spektrometrie zverejnili v podobe profilových grafov 4 nameraných hodnôt a tiež pomeru eU/eTh. Zostavili sme tiež histogramy a tabuľky rozdelenia draslíka, uránu a tória pre hlavné typy hornín. Potom sme zostavili mapu izolínií celkovej aktivity gama v $\mu R/h$ ako hlavný výsledok interpretácie spektrometrie v etape čiastkovej správy geofyzikálno-geologickej interpretácie výsledkov.

V prvej fáze sme vyčlenili úseky podľa rozloženia rádioaktívnych prvkov a intenzity žiarenia na profiloch a identifikovali sme ich na základe archívnej geologickej mapy. Podkladom pre druhú fázu interpretácie sa stali výsledky geologicko-geofyzikálneho mapovania na profiloch. Pri

celkovom hodnotení indikácií zo spektrometrie podľa výsledkov mapovania treba zdôrazniť výnimočnú zhodu množstva interpretačných hraníc a úsekov so skutočnou geologickou situáciou. To zrejme súvisí s charakterom metódy, ktorá mala hlboký zásah, a s priaznivými podmienkami SGR pre jej použitie. Rozhodujúci význam tu má malá mocnosť zvetranín a relatívne nepatrný rozsah alúvií, ktoré clonia skutočný efekt podloží hornín. Určité rozdiely v lokalizácii vymapovaných hraníc sa prejavili na strmých svahoch, kde sa presun skalných sutí odrazil i na grafoch K, U, Th a expozičnom príkone (celkovej rádioaktivity).

Na základe porovnania výsledkov spektrometrie a mapovania spolu so širokým uplatnením štatistických analýz v rámci dvoch desiatok horninových typov sme urobili litologickú charakteristiku preskúmanej oblasti vzhľadom na rozloženie draslíka, uránu, tória a celkovej rádioaktivity. To je východiskovým materiálom pre geologickú interpretáciu spektrometrických prác. V regionálnom pohľade na rozloženie celkovej gama aktivity sa prejavuje rad podstatných prvkov, ktoré dávajú veľmi zaujímavý obraz geologickej stavby skúmanej oblasti (obr. 6). Stredná hodnota intenzity, ktorá zodpovedá prevládajúcim horninovým útvarom, sa po-



Obr. 6. Mapa úhrnného žiarenia gama [geologická situácia podľa Greculu, 1982]. 1 — zlomy, 2 — hranice príkrovov, 3 — izolínie pod $3 \mu\text{R/h}$, 4 — izolínie $3 - 5 \mu\text{R/h}$, 5 — izolínie $5 - 7 \mu\text{R/h}$, 6 — izolínie $7 - 10 \mu\text{R/h}$, 7 — izolínie $10 - 15 \mu\text{R/h}$, 8 — izolínie nad $15 \mu\text{R/h}$

Fig. 6. Map of total gamma-activity (structural unit boundaries and dislocations according to P. Grecula, 1982). 1 — dislocation, 2 — structural unit boundary, Value of total gamma-activity: 3 — below $3 \mu\text{R/h}$, 4 — 3 to $5 \mu\text{R/h}$, 5 — 5 to $7 \mu\text{R/h}$, 6 — 7 to $10 \mu\text{R/h}$, 7 — 10 to $15 \mu\text{R/h}$, 8 — over $15 \mu\text{R/h}$

hybuje v rozmedzí 7 — 10 $\mu\text{R/h}$. Na tomto pozadí sa prejavujú početné pretiahnuté pásma zvýšených a znížených hodnôt prirodzenej rádioaktivity, ktoré odrážajú priebeh horninových komplexov s rôznou koncentráciou rádioaktívnych prvkov. Tvar týchto pásem zvýrazňuje charakteristické uloženie tektonických jednotiek, pričom dáva syntetický obraz zmien v ich litológi.

Prevládajúcim výskytom hornín so zvýšenou rádioaktivitou sa vyčleňuje západná časť mníšanskeho príkrovu, obzvlášť v úseku od Prakoviec po Kojšov. Tu vystupujú dve veľké pásma s intenzitou rádioaktivity značne prevyšujúcou 10 $\mu\text{R/h}$, s lokálnym, ale dosť rozsiahlym maximom nad 15 $\mu\text{R/h}$. Táto anomália sa viaže na ryolity. Všeobecné zvýšenie úrovne rádioaktivity spomínanej časti mníšanskeho príkrovu vysvetľujeme tiež zmeneným chemickým zložením hlavne zelenkastých fylitov, ktoré ju tvoria. Vzhľadom na plošné rozmery výrazné pásma zvýšenej intenzity žiarenia vystupujú v strednej časti humelského príkrovu v okolí kvarcitov a metapsamitov. Vyššiu rádioaktivitu majú tiež niektoré horninové komplexy jedľoveckého príkrovu, hlavne v rajóne medzi Popročom a Zlatou Idkou. Časť mapy z rajónu Poproč, kde sa detailnejšie meralo (spektrometrické profily po 200 m), ukazuje prítomnosť mnohých plošne nevelkých anomálií, ktoré sa viažu na zlomové pásma, na niektoré časti granitov a zelených fylitov.

Rozloženie celkovej rádioaktivity expozičného príkonu v rajóne Poproč dopĺňujú mapy koncentrácií draslíka, uránu a tória a hodnôt pomeru eU/eTh , ktoré sme vyhotovili pri vyhodnotení detailného prieskumu. Jasnejšie sa v nich prejavuje rozsah granitov, predovšetkým výrazným znížením hodnôt tória pri minimálnom zvýšení obsahu uránu (zvýšenia hodnoty pomeru U/Th).

V horninách vystupujúcich severne od granitového masívu sme namerali vyšší obsah tória. V okolí severného kontaktu granitov s horninami plášťa v okrajovom pásme granitov bolo menej uránu, pričom v prechodnom pásme jeho obsah znovu narástol. Severný fylitový komplex je charakterizovaný priemernou hodnotou obsahu uránu (pod 1,5 ppm) a relatívne vysokou koncentráciou tória (do 9 ppm). Mapa obsahu draslíka ukazuje jeho malé kolísanie vo východnom okolí granitu s lokálnymi maximami do 3,5 %.

Južný kontakt granitu, ktorý sa zbíha s násunovou hranicou medzevského príkrovu, sa v úseku medzi Popročom a Medzevom prejavuje výrazným nárastom rádioaktivity (izolínia 10 $\mu\text{R/h}$). Fylity, ktoré vystupujú na jej južnej strane, charakterizuje zvýšený obsah všetkých sledovaných prvkov. Draslík dosahuje miestne 3 %, tórium 12 — 13 ppm (stredná časť), urán nad 2 ppm.

V skúmanej oblasti sa výrazne prejavujú pásma zníženej (5 — 7 $\mu\text{R/h}$) i anomálne nízkej (pod 5 $\mu\text{R/h}$) intenzity prirodzeného žiarenia gama. Obzvlášť výrazne sa vyčleňuje celá severovýchodná časť tejto oblasti, ktorej ostro vykreslené hranice sú medzi obcami Veľký Folkmár — Malá Idka. Juhozápadný okraj tejto oblasti, vyznačený líniou s hodnotou 7 $\mu\text{R/h}$, veľmi presne odráža násunovú líniu deliacu Kojšovský, rakovecký príkrov medzi Kojšovom a Malou Idkou.

Príčinou takého výrazného úbytku expozičného príkonu sú horniny s nízkou rádioaktivitou v okolí spomínaných jednotiek od línie Kojšov — Veľký Folkmár na východ. Obzvlášť výrazne sa vyčleňujú tiež centrálné časti východov mezozoických vápencov a dolomitov a rozsiahly amfibolitový masív na JV od Košickej Belej. Intenzita rádioaktivity tu klesá pod 3 $\mu\text{R/h}$ a miestami až pod 1 $\mu\text{R/h}$. Spektrometria tu rozlišuje rôzne litologické typy vápen-

cov, čo sa vždy nepotvrďuje makroskopicky. Plošne menej rozsiahly, ale taktiež výrazný pokles úrovne rádioaktivity pod $3 \mu\text{R/h}$ sme zistili v rajóne Klátova v okolí východov amfibolitov. Pásma s málo vyššou intenzitou žiarenia (medzi $5 - 7 \mu\text{R/h}$) zodpovedajú útvarom bázických pyroklastík. Severný okraj paleozoických útvarov sa prejavuje malým nárastom nad 7 , miestami nad $10 \mu\text{R/h}$.

Väčším podielom pásom so zníženou rádioaktivitou sa vyčleňuje tiež prakovský príkrov. Medzi Prakovcami a Hýľovom sme zistili anomálne pásma (pod $7 \mu\text{R/h}$) korelovateľné v dlhých úsekoch, odrážajúce komplexy útvarov kyslých pyroklastík a menej rádioaktívnych odrôd chloriticko-sericitických fylitov. Pásma podobného typu vystupujú v okolí západnej časti na styku medzevského a jedľoveckého príkrovu. Tiež sa viažu na východy kyslých pyroklastík.

Regionálne zlomy sa v rozložení intenzity gama žiarenia jednoznačne neprejavujú. Určitá zhoda konfigurácie izolínií rádioaktivity a mapovaných dislokácií sa

prejavuje iba v prípadoch, keď tektonické zóny sú tiež kontaktom horninových súborov s rozdielnou rádioaktivitou. To dáva možnosť potvrdiť niektoré vymapované zlomy, prípadne naznačiť línie diskontinuity. Takýto prípad je napr. na strednom úseku zlatoidčianskeho zlomu (charakteristické rozloženie pásom s rozdielnou rádioaktivitou) a v južnej časti hýľovského zlomu (prerušenie súvislosti 3 anomálnych pásom). Obzvlášť zaujímavo sa prejavuje séria zlomov smeru JZ — SV na línii Poproč — Opátka. Analýza charakteru rozloženia rádioaktivity ukazuje, že línia týchto zlomov výrazne oddeľuje západnú oblasť vysokej a veľmi premenlivej rádioaktivity od východnej, oveľa menej kontrastnej, s hodnotami rádioaktivity na úrovni pozadia.

Keď sme spracovali výsledky spektrometrie pre vyhľadávanie rudnej mineralizácie, vykreslili sme na základe štatistických analýz anomálie (W^A) pre označené prvky a celkovú intenzitu rádioaktivity. Analyzovali sme 10 skupín najpočetnejšie sa vyskytujúcich hornín (tab. 1). Ďalším

TAB. 1

Hodnoty spektrometrických anomálií základných typov hornín
Values of spectrometric anomalies for main rock types

Druh horniny	W_{ATc} (uR/h)	W_{AK} (%)	W_{AU} (ppm)	W_{ATh} (ppm)
grafiticko-sericitické fylity	11,06	2,82	4,27	16,23
kvarcity	10,10	2,75	3,24	12,56
kvarcitické fylity	10,92	2,90	2,90	14,36
chloriticko-sericitické fylity	11,50	3,12	3,04	15,20
porfyroidy	12,43	3,92	3,35	16,28
amfibolity	6,45	1,44	2,29	8,28
bázické pyroklastické útvary	9,70	2,53	2,32	12,28
permské bridlice	9,64	3,40	3,04	11,89
vápence	6,43	1,59	1,86	8,38
dolomity	5,33	2,14	1,95	6,72

spôsobom prípravy kritérií na vyčleňovanie rudných pásem bola analýza profilových spektrometrických kriviek v okolí dokumentovaných polymetalických žíl.

Merkurometrický prieskum

Merkurometriu sme v komplexnom prieskume použili ako jednu z najlepších geochemických indikačných metód pri vyhľadávaní hydrotermálnej mineralizácie (Walling, 1972; Fursov, 1977). Merali sme v dvoch variantoch. Ako základnú verziu sme vo všetkých profiloch r. 1976 — 1978 použili bezprostredné určovanie koncentrácie Hg zo vzoriek pôdneho plynu. V záverečnej fáze (r. 1979) sme metodiku merkurometrických prác zmenili, prešli sme na pyrolytický variant, založený na určení hodnoty ortute vo vzorkách pôdy. Detailne (krok 5 m) sme vzorkovali iba krátke úseky profilov s predpokladaným výskytom rudnej mineralizácie.

Všetky merania (bezprostredne na profiloch alebo v laboratóriu) sme urobili ortuťovým spektrometrom kanadskej firmy Scintrex model HGG-3 s citlivosťou 0,05 nanogram/l. Metodika a technika merania v plynnej modifikácii bola zhodná s pokynmi v návode (HGG-3 Operating Manual, 1976). Vzorky plynu sme odoberali z hĺbky zodpovedajúcej horizontom B alebo C. Pri meraní v pyrolytickej modifikácii sme dodržali postup vypracovaný v Przedsiębiorstwie badań geofizycznych (Kucharski, 1980). Pôdne vzorky sme odoberali z horizontov A, B a C. Stanovenia sa robili na 45 mg vhodne pripravených vzorkách pri teplote skoro úplného uvoľnenia ortute (600 °C), ak koncentrácia Hg prekročila merací rozsah prístroja (3000 mV $\approx$ 1,8 ppm Hg), zmenšili sme hmotnosť vzoriek na 10 mg.

Počas 4 sezón terénnych prác sme pravidelne merali na dvoch testovacích úsekoch profilov v pásmach výrazných ano-

málií v rájone Rudník a Poproč. Viackrát sme opakovali merania na vhodných úsekoch profilov v rámci 5 % prostriedkov určených na tento účel. Stabilitu stanovenia koncentrácie Hg v pôdnom plyne hodnotíme uspokojivo. Na výsledky merania týmto spôsobom vplývajú zmeny atmosférických podmienok (procesy migrácie ortute, Jonasson, 1972), ale v prípadoch výrazných anomálií sa zásadné rozdiely nezistili. V pyrolytickej verzii bola opakovateľnosť stanovenia Hg výborná, lepšia bola aj kontrastnosť anomálií, a preto sme prešli na tento variant meraní.

Výsledky merkurometrických prác v základnej plynnej verzii sme spracovali do profilových grafov koncentrácie Hg v zmluvných jednotkách mV (čítanie na prístroji), zatiaľ čo pre stanovenie metódou pyrolýzy sme zostavili grafy hodnôt Hg v ppm i mV pre všetky tri horizonty. Korelačné mapy anomálií Hg medzi profilmi sme zostavili iba pre rájony detailného merania Poproč — Zlatá Idka a Klátov.

Výsledky merkurometrie sme interpretovali hlavne z aspektu rudnej problematiky. Podľa zmien nahustenia ortuťových pár v jednotlivých profiloch a v celej preskúmanej oblasti sme určovali okolité geologické prostredie predovšetkým vo vzťahu k zlomom. Podľa štatistických výpočtov stredná koncentrácia Hg ($\bar{x}$) v pôdnych plynch v celej oblasti činí okolo 6 mV čiže $2,8 \times 10^{-7}$ mg/l (výsledok z výpočtov po vylúčení 5 % maximálnych hodnôt), zatiaľ čo smerodajná odchýlka (δ) je rádovo 8 mV ($3,9 \times 10^{-7}$ mg/l). Hodnota 14 mV ($6,7 \times 10^{-7}$ mg/l), ktorá vyznačuje úroveň vlastnej anomálie $\bar{x} + \delta$, najnázornejšie charakterizuje preskúmanú oblasť SGR. Výrazne prevyšuje pozadie registrované v bezrudných oblastiach (Fursov, 1974). Svedčí to o vystupovaní mnohých zdrojov uvoľňovania ortuti a o veľmi priaznivých podmienkach pre jej migráciu (silné tektonické porušenie). Po po-

rovnání výsledkov geologického mapovania na profiloch s grafmi koncentrácie pár Hg usudzujeme, že väčšinu merkurometrických anomálií treba spájať so zdrojmi, ktoré ležia vo veľkých hĺbkach a ktoré tvoria rozsiahle aureoly okolo systémov zlomov, puklín a tektonických zón. Takmer všetky mapované dislokácie sa potvrdili ako výrazné anomálie Hg, lokalizované presne v strede zlomovej zóny alebo mierne posunuté. Väčšina merkurometrických anomálií nad zlomami je úzka (maximálne 100 m), so strednými amplitúdami (medzi 30 — 50 mV).

Tiež sa ukázalo, že na profiloch sme registrovali oveľa viac anomálií tohto typu, ktoré neboli vymapované ani ako zlomy, ani ako mineralizované zóny. Z toho vychodí, že dobré podmienky pre migráciu pár ortuti existujú tiež pri menších poruchách a tektonických zónach, ktoré sa pri povrchovom mapovaní prakticky neprejavujú. Niektoré anomálie môžu mať charakter pôdneho pokryvu (prevaha ílovitej zložky), v ktorom sa Hg môže koncentrovať. K anomáliám Hg, ktoré majú evidentnú súvislosť so zlomovou zónou, patrí anomália v údolí potoka Ida (testovací úsek). Nahustenie pár Hg tu dosahuje vysokú hodnotu (nad 300 mV). Podobná anomália (230 mV) sa vyskytuje taktiež v doline Idy 15 km východnejšie, asi 1 km na sever od Malej Idy. Veľmi intenzívnymi emanáciami pár ortuti sa prejavujú tiež kontaktné zóny granitov v rájone Poproč a Rudník, zatiaľ čo v okolí ich východov sa množstvo anomálií výrazne zmenšuje.

V plošnom rozložení merkurometrických anomálií sa nepotvrdil regionálny trend. Naozaj výrazne sa prejavuje zníženie strednej koncentrácie ortuti na profiloch v juhovýchodnej časti prieskumnej oblasti (východne od Bukovca), ale to isto spôsobil výskyt slabo priepustných neogénnych útvarov. Charakter vykonané-

ho merkurometrického merania veľmi obmedzuje možnosť zachytiť regionálne tendencie v zmenách intenzity emanácií Hg vzhľadom na podstatný vplyv atmosferických podmienok na výsledky. Po analýze anomálií podľa geologickej mapy zastávame názor, že v okolí všetkých horninových komplexov sú podobné podmienky migrácie ortuti. Spomedzi mnohých merkurometrických anomálií zachytených na profiloch sme vybrali dva typy ako perspektívne z hľadiska vyhľadávania sulfidickej mineralizácie: široké, charakteristické vysokou intenzitou (všeobecne nad 50 mV) a zoskupenia niekoľkých úzkych anomálií s vysokou amplitúdou na krátkych úsekoch profilov.

Literatúra

- Berdičevskij, M. N. 1968: Magnitotelluričeskij metod razvedki. *Nauka, Moskva*.
 Bloch, J. M. 1962: Teoretičeskije krivyje elektroprofilirovanija. *Moskva*.
 Bowie, S. H. U. 1955: Radiometric surveying with carborue counter. *Bull. Geol. Surv. Gt. Br.*
 Coney, D. P. 1977: Model Studies of the VLF — EM method of geophysical prospecting. *Geoexploration, 15 (Amsterdam)*.
 DISA — 400 A Operating Manual Exploranium Ltd., 1976.
 EM—16 R Operating Manual Geonics Ltd., 1976.
 Fraser, D. C. 1969: Contouring of VLF — EM data. *Geophysics, 34, (Houston)*.
 Fursov, E. V. 1977: Rtuť — indikátor pri geochimických poiskach rudnych mestoroždenij. *Moskva*.
 Geophysics and Geochemistry in the search for metallic ores. Proc. of Expl. an Int. Sym. Ottawa, 1977.
 Gnidcyn, V. N. — Sedelnikov, E. S. — Tarchov, A. G. 1973: Nekotoryje prijomy interpretacii dannyh metod radiokip na osnovanii modelirovanija. *Geol. i Razv. HGG—3 Operating Manual Scintrex Ltd., 1976*.
 Hood, P. 1976: Mineral exploration trends developments in 1975. *Canad. Min. (Toronto)*.
 International Atomic European Agency — Radiometric reporting methods and calibration in uranium exploration. *Techn. Rep., 174, (Vienna), 1976*.

- Jonasson, I. R. — Boyle, R. W. 1972: Geochemistry of mercury of natural contamination of the environment. *C. I. M. Bull.* 75.
- Komarov, V. A. 1972: Elektrozvedka metodom vyzvanej polarizacii. *Leningrad.*
- Koulomzine, T. — Lamontague, V. 1970: New methods for the direct interpretation of magnetic anomalies caused by inclined dikes of infinite length. *Geophysics*, 35.
- Kucharski, R. 1980: Badania merkurometrycznej metoda piralityczna. Instrukcja metodyczna PBG, Warszawa.
- Logačev, A. A. 1962: Kurs magnitorazvedki. *Leningrad.*
- Mare, J. L. 1960: Uses of gamma ray spectrometer in mineral exploration. *Geophysics*, 25.
- Patella, D. 1972: An interpretation theory for induced polarisation vertical soundings [time domain]. *Geophys. Prosp.*, 20.
- Paterson, N. R. — Ronka, V. 1971: Five years of surveying with the VLF — EM method. *Geoexploration*, 9.
- Phillips, W. J. — Richard, W. E. 1975: A study of the effectiveness of the VLF method for the location mineralized fault zones. *Geoexploration*, 13.
- Prutkina, M. I. — Šaškin, V. E. 1975: Spravočnik po radiometričeskoj razvedke i radiometričeskomu analizu. Moskva.
- Redford, M. S. 1964: Magnetic anomalies over thin sheets. *Geophysics*, 29.
- Roy, A. — Apparaio, A. 1971: Depth of investigation in direct current methods. *Geophysics*, 36.
- Sato, M. — Mooney, N. M. 1960: The electrochemical potential of sulphides. *Geophysics*.
- Sedelnikov, E. S. — Tarchov, A. G. — Tursunmetov, 1974: Ob effektivnosti metoda SDV — radiokip pri detaľnom geologičeskom kartirovanii na primere nekotorych rudnych mestoroždenij srednej Azii, *Geol. i Razv.*, 8.
- Semionov, A. S. 1974: Elektrozvedka metodom jestestvennogo električeskogo poľa. Moskva.
- Semionov, M. V. 1975: Osnovy poiskov i izučeniia kolčedanno polimetaličeskich rudnych polej geofyzičeskimi metodami. *Leningrad.*
- 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 Expl.*
- Whitley, R. J. 1973: Electrode arrays in resistivity and IP prospecting. *Aust Soc. Explor. Geophys. Bull.*, 4.

Methodics and interpretation results of complex geophysical investigations in the Spišsko-gemerské rudohorie Mts.

The paper presents results of complex geophysical investigations realized in the entire eastern part of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. in the years 1976 to 1981. Prospection efficiency and contribution of single methods is evaluated mainly from the viewpoint of solution of the regional geological structure whereas less attention was paid to problems of ore concentrations which have been further evaluated. The most important elements of methodics used for geological interpretation from single methods are underlined which contributed, together with geological mapping, to final results.

Magnetometric measurements were aimed at solving problems of areal extension of single rock complexes. Pronounced anomalies characterize the northeastern part of the investigated area in the Rakovec nappe where anomalies are indicating the Klatov amphibolite mass and rocks of the diabase formation. The remaining part of the Spišsko-gem-

merské rudohorie Mts. is characterized, to the contrary, by a quiet magnetic field with local groupings of anomalies signaling the presence of higher magnetic rocks.

Measurements of induced polarization and of ground potentials allowed to follow zones of graphite phyllite composing elongated belts with anomalously higher values of polarization coefficient and lower ones of resistance or natural ground potentials. Such belts perfectly mark thrust surfaces at the base of Hummel, Prakovce, Medzev and Jedľovec partial nappes.

Data from profile measurements of electric resistivity contributed largely to the mapping of single rock units along the profile lines and to sketch their spatial arrangement. The map of electric resistivity allows the distinction, beside the already mentioned graphite phyllite zones, also of other rock assemblages each with its own characteristic properties. Areas of high resistivity indicate limestone and dolomite bodies near Kojšov

and Opátka as well as phyllitic rocks with strong silicification present in the western part of the area in Prakovce, Mníšek and Jedľovec partial nappes.

Distribution of natural gammaactivity is mapped by field spectrometric measurements and points to a higher concentration of alteration products in area near Prakovce and Kojšov. Characteristic share of potash, uranium and thorium is revealed by the granite body near Poproč. Spectrometric measurements excellently map the presence of slightly altered limestone and dolomite as well as of basic pyroclastic rocks.

Different nature have data obtained by VLF radiowave measurements and by mercurimetry. These results did not contribute to the areal distribution of rock complexes in similar manner as did the previous methods and so these have been used as supplementary criterions for the identification of anomalous zones along the profile lines. The Fraser's anomalies on radiowave measurement profiles do map

almost all tectonic zones, lithologic contacts and ore veins. Larger anomalous groupings of mercury fume concentration have been observed over zones of ore occurrences or over tectonic dislocations.

The complex geophysical investigations contributed to the discovery of numerous tectonic features and elements in the investigated part of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. All completed geophysical maps indicate the shape of partial nappe units revealing characteristic bending from E—W directions in the west to NW—SE course in the east and southeast. In the shapes of isolines supplied by maps of electric resistivity, polarization coefficient, gamma-spectrometry and magnetometry, all main faults of regional meaning have been indicated namely those of N—S and SW—NE orientation. For the deciphering of tectonics, main data were supplied by induced polarization and measurements of natural ground potentials.

ZO ŽIVOTA SPOLOČNOSTI

S. Karoli — A. Dubéciová: **Litofaciálny vývoj molasových sedimentov staršieho miocénu v severnej časti Košickej kotliny** (Košice 16. 12. 1985)

Litofaciálny vývoj molasových súvrství egenburgu, karpátu a spodného bádenu má niektoré špecifické črty.

Prevažne pieskovcovo-prachovcový vývoj egenburgu predstavuje morskú sedimentáciu, vo vrchnej časti s osladzujúcim trendom a objavením sa detritického materiálu a sľokov lignitu. Transgresívna, zlepcovo-pieskovcová fácia na báze karpátu smerom k severnému okraju panvy vyznieva, stredná časť karpátu má výrazný evaporitický vývoj s prechodom do komplexu pestrých pelitov vo vrchnej časti karpátu, ktorý je litologicky zhodný so spodným bádénom v netypickom vývoji. Pri novom geologickom mapovaní vznikla nutnosť detailnejšie spracovať soľonosný horizont s dôrazom na genézu a faciálne vzťahy a tiež otázku stratigrafickej príslušnosti zblíženého litofaciálneho vývoja aj na základe typomorfných ťažkých minerálov. Aplikácia nových litostratigrafických jednotiek neogénu Východoslovenskej nížiny ukázala, že bude vhodné zaviesť pre netypický vývoj spodného bádenu novú jednotku, špecifickú pre Košickú kotlinu.

J. Molnár: **Výsledky litografického a biostratigrafického výskumu bradlového pásma severne od Slanských vrchov** (Košice 16. 12. 1985)

V bradlovom pásme skúmaného územia sa ako najstaršie horniny nachádzajú rogožnické brekie (vrchná jura — spodná krieda) s rohovcovým a vápencovým materiálom. Pre strednú kriedu sú charakteristické škvrnité sľieňovce a slienité vápence (alb-cenoman). V spodnom turóne pribúda pestrých sľieňovcov, prachovcov a vápnitých pieskovcov. Vrchnú kriedu charakterizuje sľieňovcový a flyšový vývoj. V sľieňovcovom vývoji sa faunisticky preukázal koňak a kampaň vo vývoji pestrých sľieňov a vápnitých pieskovcov až detritických vápencov. Flyšový vývoj charakterizuje podstatná prevaha pieskovcov a ílovcov nad pestrým súvrstvím.

V paleogéne bradlového pásma sa rozlišuje južný a severný bradlový paleogén. Južný budujú pročské vrstvy vo flyšovom vývoji, pestré íly a ílovce a zlepcový vývoj rozdelený do 2 megarytmov (spodný paleocén — stredný eocén). Spodný megarytmus má polymiktný materiál, vrchný prevažne karbonátický s blokmi korálovo-riasových rifov. Severný bradlový paleogén charakterizujú pročské vrstvy a pestré íly a ílovce (paleocén — vrchný eocén).