

VÝSLEDKY SMEROVEJ ANALÝZY MAGNETICKÝCH A GEOLOGICKÝCH MÁP SPIŠSKO-GEMERSKÉHO RUDOHORIA*

(5 obr. v texte)

MIROSLAV FILO**

Au cours des années 1962—1968 dans les Monts Métallifères du Spiš et du Gemer, on a exécuté la mesure de la composante verticale du champ géomagnétique occupant l'étendue de cca 5.500 km². Les mesures magnétiques avaient le caractère du levé à l'échelle du 1 : 25 000 à densité de 10—12 points sur 1 km² (R. Bárta et al. 1969). En se basant sur ces résultats, on a effectué les cartes des isolignes Z à l'échelle du 1 : 50 000 lesquelles ensemble avec les cartes géologiques à la même échelle ont fourni le matériel de base pour l'analyse directionnelle des structures linéaires magnétiques, géologiques et tectoniques de toute la région étudiée.

Mapy izolínií geofyzikálneho poľa (gravimetrického, magnetického ap.) sú základným geofyzikálnym podkladom pre počiatočné štádium geologickej interpretácie získaných informácií. V tejto etape hodnotenia poľa sa maximálna pozornosť venuje opisu charakteru magnetického poľa v celej skúmanej oblasti. Pod pojmom charakter poľa rozumieme všetky základné prvky jednotlivých anomálií alebo celého súboru, ako napr. tvar, polaritu, veľkosť horizontálneho gradientu a i. V našom prípade sa budeme zaoberať predovšetkým veľmi charakteristickou črtou anomálneho poľa — orientáciou lineárnych magnetických štruktúr na celej zmapovanej ploche. Praktické výsledky, ktoré sa touto metódou interpretácie magnetických anomálií dosiahli, potvrdzujú možnosť rozčleniť väčší región na menšie celky, ktoré sa v mnohých prípadoch veľmi dobre zhodujú s určitými, viac-menej samostatnými, menšími tektonickými jednotkami (D. H. Hall 1964).

Magnetickým mapovaním boli pokryté prakticky všetky stratigrafické útvary gemeríd, zastúpené starším paleozoikom (gelnickou a rakoveckou sériou), karbónom a permom, ako aj mezozoikom pásma Galmusu a Slovenského krasu. Merania zasiahli aj do oblasti kryštalinika tatroveporíd a príľahlých terciérnych kotlín — Lučeneckej, Rimavskej, Turnianskej a Košickej.

Úlohou smerovej analýzy magnetických štruktúr je prispieť k riešeniu týchto troch základných otázok:

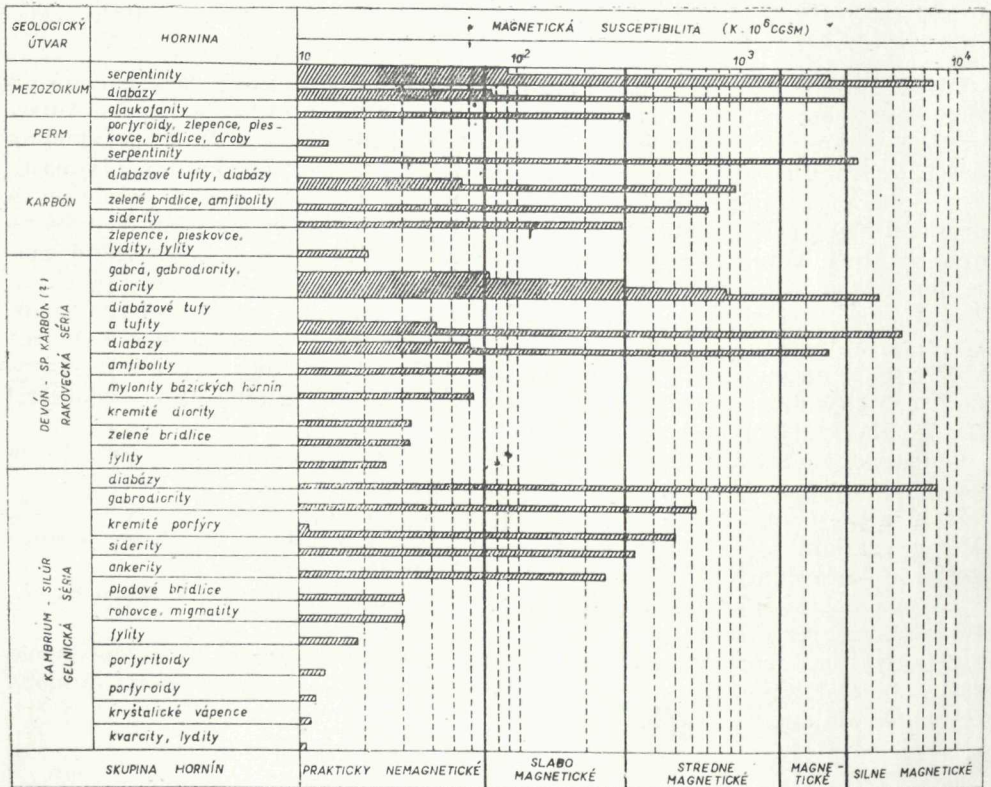
a) akým spôsobom využiť výsledky analýzy na spresnenie a zdôvodnenie reálnosti geologickej interpretácie jednotlivých magnetických anomálií alebo celých skupín anomálií;

* Príspevok bol v plnom rozsahu prednesený na geofyzikálnej konferencii o tektonickej stavbe Českého masívu a Západných Karpát v Smoleniciach 5.—8. 3. 1973.

** RNDr. Miroslav FILO, Geofyzika, n. p., závod Bratislava 800 00 Bratislava 12 — Prievoz.

- b) akým spôsobom rozdeliť gerneridy na menšie tektonické celky;
 c) ukázať, že takéto rozdelenie gernerid skutočne zodpovedá určitým tektonickým celkom.

Pri riešení jednotlivých úloh musíme vychádzať z dostatočne podrobných a spoľahlivých údajov o magnetických vlastnostiach petrografických typov hornín, ktoré skúmanú oblasť budujú. Na základe týchto výsledkov možno usúdiť, či sú v skúmanej oblasti zastúpené také horniny, ktoré pri splnení určitých geofyzikálnych podmienok (značné rozmery, optimálna hĺbka uloženia a rozdielne fyzikálne vlastnosti voči okoliu) môžu byť zdrojom reálnych anomálií. Výsledky výskumu magnetických vlastností väčšiny základných typov hornín (F. Janák — E. Kadlec 1969) dokumentujú, že vo všetkých stratigrafických útvaroch okrem permu sú zastúpené magnetické horniny (obr. 1). Skutočnosť, že prakticky vo všetkých útvaroch možno nad týmito horninami zistiť pomerne intenzívne magnetické anomálie, má veľký význam, pretože dovoľuje nielen analyzovať spoločné alebo rozdielne črty poľa medzi jednotlivými stratigrafickými útvarmi, ale aj hľadať zvláštnosti anomálneho prejavu magnetických hornín nad tým istým stratigrafickým útvarom.

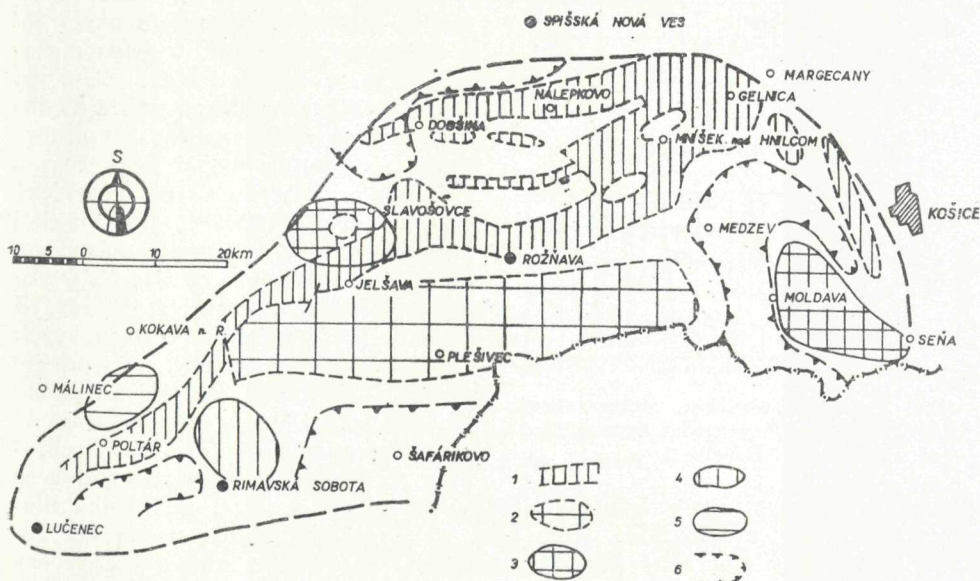


Obr. 1. Hodnoty objemovej susceptibility niektorých základných typov hornín Spišsko-gemerského rudohoria

Výsledky štúdia ukazujú, že okruh hornín, ktoré môžu vyvolať interpreto-
vateľné anomálie, je veľmi úzky a predstavuje len necelých 15 % všetkých
základných typov hornín gemeríd.

Výsledky výskumu vektora prirodzenej remanentnej magnetizácie bázických
a ultrabázických hornín tiež potvrdili, že ide o horniny s normálnou magneti-
záciou, pričom podiel remanentnej a indukovanej zložky výslednej magneti-
zácie hornín je približne rovnaký. To znamená, že všetky užitočné anomálie
nad jednotlivými útvarmi by mali byť kladné, a teda aj navzájom dobre po-
porovateľné.

Výsledky štúdia magnetických vlastností hornín z jednotlivých útvarov sú
potvrdené výsledkami magnetického mapovania, pretože väčšina anomálií sa
viaže na oblasti s maximálnym zastúpením diabázových hornín a serpentinitov
(obr. 2). Existujú však aj oblasti, v ktorých príčiny anomálií treba hľadať
v hlbších častiach geologického rezu, pretože horniny, ktoré vystupujú na po-
vrch, nemožno v nijakom prípade považovať za príčinu anomálií zistenej ampli-
túdy a plošnej rozlohy.

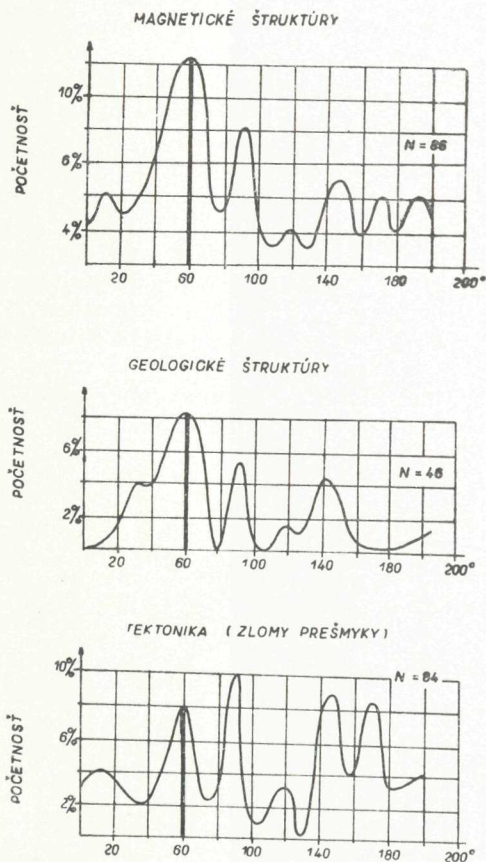


Obr. 2. Prehľadná mapa hlavných magnetických anomálií Spišsko-gemerského rudohoria

1 — lineárne magnetické anomálie, 2 — regionálna magnetická anomália, 3 — intenzívne lokálne magnetické anomálie, 4 — relatívne maximá Z_n , 5 — relatívne minimá Z_n , 6 — plošné relatívne minimá Z_n .

Výsledky smerovej analýzy štruktúr

Pri smerovej analýze magnetických anomálií v mierke 1 : 25 000 bol použitý smerový analyzátor; geologické prvky máp sa analyzovali numericko-grafic-



Obr. 3. Grafy početností smerov lineárnych štruktúr (N — počet mapových listov v mierke 1 : 25 000).

prvkoch, dokumentujú existenciu zlomových líní v s. časti mezozoika Slovenského krasu; s azimutom okolo 145° vo v. časti staršieho paleozoika gemeríd. Výsledky smerovej analýzy dokazujú, že väčšinu magnetických nehomogenít možno geologicky veľmi spoľahlivo interpretovať či už ako prejav účinkov magnetických hornín v jednotlivých útvaroch, zón styku magnetických hornín s nemagnetickými alebo miest porušenia ich spojitého priebehu.

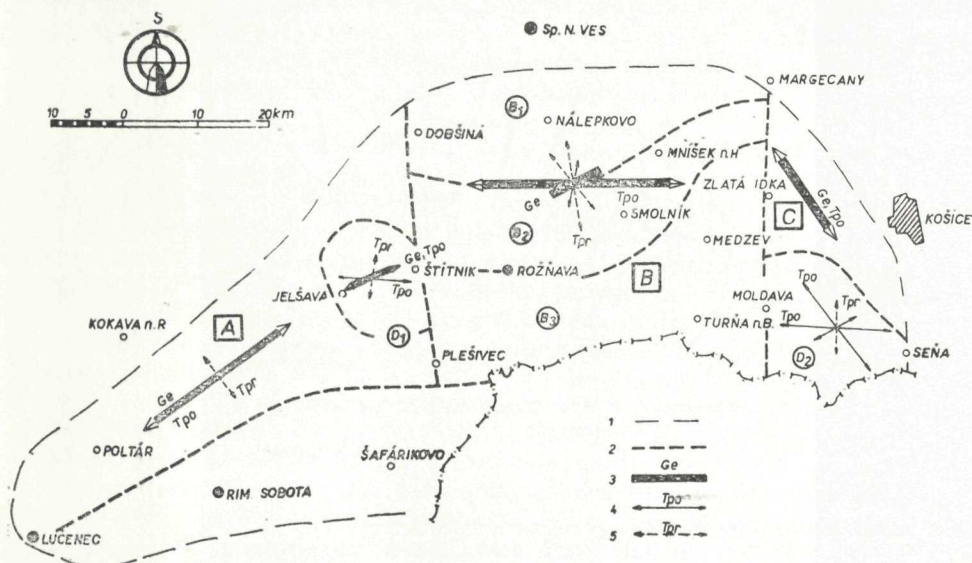
Všimnime si ďalej, ktoré štruktúrne prvky prevládajú v jednotlivých častiach Spišsko-gemerského rudohoria. Vychádzame pritom z orientácie magnetických prvkov a k nim priradujeme príslušné geologické prvky. Na základe tohto postupu možno oblasť Spišsko-gemerského rudohoria rozdeliť na tri základné jednotky: západnú, strednú a východnú (obr. 4). Z. jednotka — A — tvorí územie medzi Lučencom a Jelšavou, stredná — B — predstavuje centrálnu časť SGR s mezozoikom pásma Galmusu a Slovenského krasu a v. — C zaberá plochu medzi Margecanmi, Košicami a Rudníkom. Na styku týchto hlavných

kými metódami. Výsledky sú zobrazené s presnosťou $\pm 5^\circ$ (obr. 3). Pretože máme k dispozícii dostatok zené v grafoch relatívnych početností elementov, ktoré zaručujú štatistické vyjadrenie orientácie štruktúr, formy maxim dobre zobrazujú štruktúrne a tektonické prvky a snád aj históriu vývoja ich usmernenia. Krivky dokumentujú veľmi úzky vzťah medzi jednotlivými analyzovanými elementmi. Najväčší počet elementov je orientovaný do smeru so stredným azimutom okolo 60°. Výrazne sa prejavujú aj štruktúrne prvky s azimutmi 90, 145 a 170°. Menej výrazný je prejav štruktúr s azimutom 120 a 10°.

Nápadný je rozdiel vo forme maxima so stredným azimutom okolo 60° a ostatnými maximami v prípade geologických a magnetických štruktúr. Pomerne široké maximá patria do oblasti z. časti Spišsko-gemerského rudohoria — územia medzi Lučencom a Jelšavou — a viažu sa na tektonický styk gemeríd a veporidnej tektonickej jednotky pozdĺž lubeníckej násunovej línie. Toto maximum odráža štruktúrne zvláštnosti elementov Západných Karpát, t. j. konfiguráciu násunových plôch mladších jednotiek na jednotky staršie (paleozoika gemeríd na pásmo Kohúta ap.). Ostré a výrazné maximá s azimutom okolo 90°, ktoré sa zobrazuje v tektonických a magnetických

jednotiek sme vyčlenili dve menšie oblasti — D_1 a D_2 , ktoré sú charakterizované najintenzívnejšími magnetickými anomáliami celej oblasti. Tieto anomálie majú viac-menej trojrozmerný tvar a nezapadajú do celkovej anomálnej stavby skúmaného územia.

Relatívne najkomplikovanejším územím je stredná oblasť. Jej prevažná časť (severná a južná) je charakterizovaná elementmi smeru V—Z, kým stredná časť vykazuje štruktúrne elementy smeru SVV—JZZ a v oblasti Nižnej Slanej SZZ—JVV.



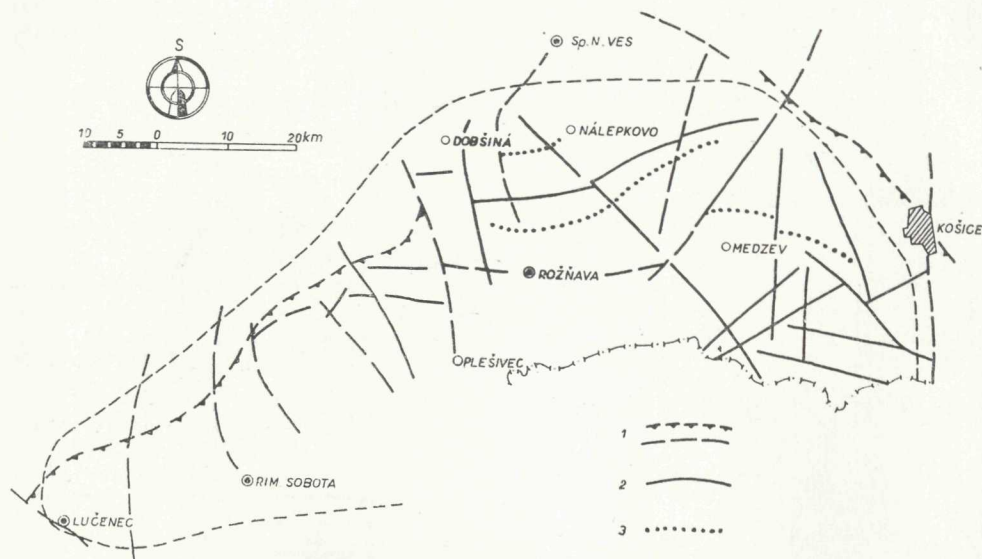
Obr. 4. Schéma interpretovaných oblastí Spišsko-gemerského rudohoria 1 — hranice skúmaného územia, 2 — hranice jednotlivých oblastí, 3 — orientácia geologických štruktúr (Ge), 4 — orientácia pozdĺžnych tektonických línií (Tpo), 5 — orientácia priečných tektonických línií (Tpr).

Na základe výsledkov smerovej analýzy štruktúrnych elementov sme dospeli k rozdeleniu celého územia na tri základné oblasti, ktoré sú charakterizované podstatne rozdielnou orientáciou magnetických anomálií a geologických štruktúr. Ďalej treba dokázať, že takéto rozdelenie súvisí s tektonickou stavbou územia a v niektorých prípadoch aj so zvláštnosťami stavby v rámci jednotlivých celkov.

Pri komplexnej analýze základných a odvodených gravimetrických a magnetických máp sme v posledných rokoch interpretovali priebeh významných poruchových zón — pozdĺžnych a priečných (M. Filo—J. Šefara 1971). Medzi významnejšie priečne poruchové zóny sme zaradili poruchové zóny v oblasti Jelšavy, Štítnika a Nižnej Slanej, teda na rozhraní z. a strednej jednotky Spišsko-gemerského rudohoria. V gravimetrických mapách sa dobre zobrazujú aj miesta menších jednotiek na rozhraní blokov A—B a B—C. Menej výrazné je rozhranie medzi blokom B a C.

Geologické práce uskutočnené v posledných rokoch dokazujú existenciu významných zlomových línií na rozhraní bloku A—B, ako napr. štítnického zlomu, zlomu Dobšiná — Nižná Slaná — Rožňavské Bystré (obr. 5). Na rozhraní blokov

B a C L. Snopko (1971) interpretuje zlomy smeru S—J v území v. od spojnice obcí Gelnica — Poproč — Jasov. Geofyzikálno-geologické poznatky teda dokumentujú, že vymedzenie jednotiek SGR na základe smerovej analýzy magnetických štruktúr je tektonického pôvodu a tieto jednotky možno považovať za určité tektonické bloky.



Obr. 5. Tektonický plán Spišsko-gemerského rudohoria

1 — priebeh tektonických línií podľa geologických poznatkov, 2 — interpretované tektonické zóny na základe magnetometrie, 3 — osi elevácií gemeridných granitov na základe tiažových údajov.

Riešenie tektonických problémov v rámci jednotlivých blokov

Z magnetického hľadiska možno existujúce tektonické línie interpretovať ako pasívne alebo aktívne. Pod aktívnou rozumieme líniu, ktorá bola v minulosti prírodným systémom magmatických hornín bázickej alebo ultrabázickej magmy. Pasívne línie naopak spôsobujú narušenie priebehu magnetických hornín, zmenu hĺbky uloženia, rozširovanie alebo vykľňovanie magnetického súvrstvia ap. V mnohých prípadoch pozdĺž niektorých línií vystupujú hydrotermálne roztoky, ktoré majú za následok pokles alebo dokonca úplnú stratu magnetických vlastností pôvodne intenzívne magnetizovaných hornín.

O prítomnosti tektonických zón možno usudzovať na základe týchto kritérií:

a) existencia výrazného magnetického rozhrania značného lineárneho rozmeru;

b) prejav nespojitosti v priebehu lineárnych štruktúr, ako napr. zmeny šírky magnetického súvrstvia, zmeny vertikálnej mocnosti, nápadné zmeny v hĺbke uloženia horného okraja, horizontálne posuny na markatnejšiu vzdialenosť, úplné vykľňovanie magnetického súvrstvia ap.;

c) prítomnosť trojrozmerných magnetických anomálií vnútri jednotlivých

stratigrafických útvarov alebo na rozhraní dvoch útvarov, ktoré nevykazujú výraznejšie magnetické anomálie, pričom pozdĺžne osi anomálie sa na značnú vzdialenosť radia do určitého základného smeru a anomálie poukazujú na horniny relatívne malých plošných rozmerov, ale značného hĺbkového dosahu.

S existenciou výrazného magnetického rozhrania sa stretáme najmä v z. bloku, kde rozhranie medzi magnetickými horninami paleozoika gemeríd a nemagnetickými horninami obalovej série veporid predstavuje lubenícka línia nasunutia gemeridnej jednotky na veporidy. Analogický je aj styk staršieho paleozoika gemeríd s mladšími útvarmi v s. časti Spišsko-gemerského rudohoria. Magnetické súvrstvia tu dosahujú značné horizontálne a vertikálne rozmery a v týchto prípadoch je interpretácia hlbšie založených tektonických línií zložitejšia.

S prejavmi narušenia spojitého priebehu magnetických štruktúr sa stretáme veľmi často vo všetkých troch blokoch.

Napr. v území medzi Kalinovom a Lučencom vrtný prieskum dokázal pokles paleozoického komplexu v podloží terciérnych sedimentov až do hĺbky okolo 400 m; toto poklesnutie môže byť výsledkom tektonických pohybov pozdĺž línií smeru SZ—JV. Priebeh reliéfu podložia, interpretovaný na základe výsledkov magnetometrie a vertikálneho elektrického sondovania, však dokazuje, že ide o jeho pozvoľné poklesávanie bez výraznejších tektonických pohybov. Iný je už príklad v oblasti Šace, kde sa horniny staršieho paleozoika ponárajú pomerne prudko a amplitúda poklesu vychádza okolo 300 m, čo potvrdzujú aj výsledky interpretácie VES (H. Tkáčová 1973). Na tejto línii sa súvislé pásmo magnetických anomálií nad bazickými horninami rakoveckej série náhle končí.

Veľmi výrazne sa už v prvotnej analýze magnetických a gravimetrických máp prejavila priečna poruchová zóna v centrálnej časti Spišsko-gemerského rudohoria, ktorá prechádza v území Hnilca, Smolníka a Turne nad Bodvou. Jej existenciu geologicky v ostatnom čase dokazuje L. Snopko (1971) a O. Fúšán et al. (1971). Interpretovaná zóna rozdeľuje centrálny blok gemeridnej tektonickej jednotky na dve časti — západnú a východnú. V. od tejto zóny v karbóne a najmä v staršom paleozoiku gemeríd výrazne pribúdajú magnetické horniny, a to nielen v horizontálnom, ale aj vo vertikálnom smere. V oblasti mezozoika Slov. krasu vykliňuje na tejto línii výrazná regionálna magnetická anomália. Charakter vyklinenia dokazuje, že zdroj magnetickej anomálie pozdĺž tejto línie poklesáva na V o niekoľko sto metrov. Podobný sklon dokumentuje aj mapa reliéfu gemeridných žúl, ktorú na základe tiažových máp zostrojil J. Šeifart (1972).

V súvislosti s riešením otázok existencie hlboko založených zlomov v strednej časti SGR si bližšie rozeanalyzujeme orientáciu a charakter štruktúrnych prvkov v celom bloku B. V j. a s. časti majú magnetické smer Z—V. Viazu sa na magnetické horniny staršieho paleozoika gemeríd a mezozoikum Slovenského krasu. Ostro definované maximum v magnetických štruktúrach a tektonike poukazuje na možnosť interpretovať v j. časti územia hlboko založený zlom, s ktorým je úzko spätý výskyt ultrabázických hornín v mezozoiku a na rozhraní mezozoika s permom a karbónom. Na základe interpretácie magnetických máp svedčí o existencii tohto zlomu v oblasti Jelšava — Rozložná množstvo ultrabázických hornín orientovaných do smeru rožňavskej línie (obr. 2). Podobný charakter majú aj ultrabázické telesá v okolí Komároviec, kde v hĺbke okolo 900 m vrt K 0-1 overil teleso so značným hĺbkovým dosahom. Menej výrazný je prejav

tohto zlomu v území Štítník — Turňa nad Bodvou, pretože na vlastnú rožňavskú líniu sa viazu bázické telesá malého vertikálneho dosahu bez pokračovania do hlbších partií. Najproblematickejší je priebeh tohto zlomového systému v území Turňa — Moldava. S. od tejto anomálnej zóny sa interpretuje výrazné hustotné rozhranie, existujúce aj v hĺbke niekoľko km. Na základe celkovej analýzy tiažových a magnetických údajov možno predpokladať, že rožňavská línia je len povrchovým ekvivalentom tejto poruchovej zóny a jej súčasná pozícia je výsledkom mladších tektonických pochodov, ktoré najviac postihli oblasť medzi Turňou nad Bodvou a Moldavou.

Hodnovernosť geofyzikálnej interpretácie tohto zlomového systému potvrdzujú aj geologické výskumné práce (P. Reichwalder 1971).

Severne od rožňavského zlomového systému sa stretávame s dvoma odlišnými štruktúrnymi prvkami. Kým v celej s. a jv. časti bloku (karbón, staršie paleozoikum) prevládajú štruktúrne prvky smeru V—Z, v území sv. od Rožňavy, v okolí Pače, Smolníka a Mníška nad Hnilcom sa prejavujú prvky so smerom SVV—JZZ až SV—JZ. Ide o prostredie budované horninami gelnickej série. V obmedzení tejto oblasti je spojnica obcí Prakovce — Štós. V. od nej majú magnetické horniny veľmi malé zastúpenie. Táto línia sa nápadne zobrazuje aj v mape reliéfu gemeridných žúl. Prepokladáme, že ide o ekvivalentný prípad línie, ktorá prebieha v území Hnilec — Smolník.

S. obmedzenie tejto oblasti na základe výsledkov smerovej analýzy dávame do územia j. od Podsúľovej, Volovca, Zlatého stola a Mníška nad Hnilcom. Po celom jej priebehu túto zónu sprevádzajú izometrické anomálie malej plošnej rozlohy s orientáciou pozdĺžnej osi v danom smere. V z. časti — medzi Podsúľovou a Zlatým stolom — nie sú príčiny anomálií známe; od Zlatého stola má anomálna zóna súhlasný priebeh s výskytom bázických telies. J. od tejto línie vystupuje v tiažových mapách výrazné minimum, interpretované ako prejav gemeridných žúl, ktorého os má paralelný priebeh s výskytom lokálnych magnetických anomálií. Zóna anomálií totožná s výrazným hustotným rozhraním, pozdĺž ktorého sa reliéf interpretovaných granitov ponára na S, má v území Podsúľová — Mníšek nad Hnilcom takmer paralelný priebeh s rožňavským zlomom. Sú teda všetky predpoklady na to, aby sme aj túto líniu interpretovali ako tektonickú a považovali ju za prírodný systém bázických vulkanitov v gelnickej sérii.

Intenzívne anomálie D_1 a D_2 považujeme za významné tektonické uzly na rozhraní jednotlivých blokov, kde dochádza ku kríženiu zlomových línií smeru V—Z, S—J a SV—JZ, SZ—JV. Kríženie hlavných línií je základným predpokladom vzniku veľkých masívov ultrabázických hornín. Tieto mohutné telesá vznikli v miestach maximálneho narušenia kompaktnosti vrchných častí zemskej kôry na okrajoch pôvodne pevných masívov kryštalinika veporidnej tektonickej jednotky a Čiernej hory. Môžeme ich nazvať oblasťami zlomov.

LITERATÚRA

- Bárta, R. et al. 1969: Geofyzikálny výskum Spišsko-gemerského rudohoria. Manuscript — Geofond, Bratislava, 200 s.
Filo, M. — Sefara, J. 1971: Tektonika Spišsko-gemerského rudohoria a jej zobrazenie v geofyzikálnych mapách. Geol. práce, Spr. (Bratislava) 57, s. 197—205.
Fusán, O. et al. 1971: Geologická stavba podložia zakrytých oblastí južnej časti vnútorných Západných Karpát. Zbor. geol. vied, rad ZK, 15, 173 s.

- Hall, D. H. 1964: Magnetic and Tectonic Regionalization on Texada Island, British Columbia. *Geophysics*, Vol. 29, pp. 565—581.
- Janák, F. — Kadlec, E. 1969: Statistické spracování naměřených hodnot fyzikálních parametrů s aplikací na horninách Spišsko-gemerského rudohoří a přilehlých oblastí. Manuskript — Geofond, Bratislava, 180 s.
- Reichwalder, P. 1971: Rožňavská zlomová zóna a jej vzťah k sedimentácii, magmatizmu a metamorfóze. *Geol. práce, Spr. (Bratislava)* 57, s. 215—222.
- Snopko, L. 1971: Priebeh bridličnatosti v paleozoiku Spišsko-gemerského rudohoria. *Geol. práce, Spr. (Bratislava)*, 57, s. 207—213.
- Šefara, J. 1972: Interpretácia reliéfu gemeridných žúl na základe tiažových údajov. Manuskript — archív Geofyzika, n. p., Brno, závod Bratislava, 18 s.
- Tkáčová, H. 1973: Správa o geofyzikálnom prieskume v západnej časti Košickej kotliny. Manuskript — Geofond, Bratislava, 22 s.

RESULTS OF TREND ANALYSIS OF MAGNETIC AND GEOLOGICAL MAPS OF THE SPIŠSKO-GEMERSKÉ RUDOHORIE MTS

MIROSLAV FILO

Three principal units the western central and eastern one delimited by NS-trending fault zones have been differentiated on the basis of the trend analysis of geological and magnetic structures of the Spišsko gemerské rudohorie Mts. Significant tectonic zones have been interpreted within these units which may be of considerable importance for the structural tectonic plan of the Gemeride tectonic unit. The tectonic zones of E—W to SWW—NEE strikes in the central part of the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. belong to the most significant ones. One of these zones occurs in the region of Jelšava — Rožňava — Turňa nad Bodvou — Moldava — Seňa and it represents a deep-seated fault system in the proximity of the contact of the Lower Paleozoic of the Gemerides with the Mesozoic of the Slovakian Karst. The ascents of basic to ultrabasic magmas are closely connected with this fault system. The second zone occurs more northerly in the Lower Paleozoic of the Gemerides in the region of Podľúňová — Volovec — Mníšek nad Hnilcom. It represents the northern delimitation of the Gemeride granite elevation. The ascent of basic rocks of the Lower Paleozoic of the Gemerides presumably took place along this zone. The NW—SE striking tectonic zone in the eastern part of the Gemerides has a similar significance.

In the central part a significant NW—SE trending zone in the region of Hnilec — Smolník — Štós — Turňa nad Bodvou has been interpreted. This zone affected in a maximum measure the spatial distribution of magnetic rocks in all stratigraphical units. Magmatic rocks however did not ascend along this zone. The N—S trending fault systems are of the similar type.

On the basis of the distribution of magnetic rocks the central part of the Lower Paleozoic of the Gemerides is divided into the following three basic parts: the north-western part the middle part, and the southeastern part. The northwestern part includes the region of Dobšiná, Hnilec, Henclová, and Podľúňová (the area of the Hnilec granite). The middle part of NE—SW direction occurs between Betliar, Uhorná, Smolník, and Mníšek nad Hnilcom (the area of the Betliar granite massif). The region of Zlatá Idka — Nováčany and Poproč — Medzev (the Poproč granite area) is assigned to the southeastern part. The northwestern and southeastern parts are characterized by paucity of magnetic rocks, while in the middle part their horizontal and vertical distributions are appreciable.

Translated by E. Česáňková