

Doterajšie výsledky paleomagnetického štúdia stredoslovenských neovulkanitov subsekvntného vulkanizmu v okolí Banskej Štiavnice

VILIAM PAŠTEKA

Abstract

L'article présente les résultats de l'exploration paléomagnétique des échantillons prélevés dans les découvertes superficielles et dans les forages aux environs de Banská Štiavnica. Sur la base de ces connaissances, l'auteur suppose 10 époques paléomagnétiques en relation avec l'épanchement des andésites pendant la 2^e et 4^e phase andésitique correspondant approximativement aux $17,5 \pm 0,5$ millions d'années jusqu'aux $13,5 \pm 0,5$ millions d'années.

Prvé paleomagnetické štúdium vulkanických hornín stredného Slovenska vykonal v rokoch 1962 až 1964 A. E. M. NAIRN z Anglicka, ktorý k tomuto účelu odobral orientované vzorky z umelých i prirodzených odkryvov, celkove asi z 90 lokalít. U odobratých vzoriek sa merala veľkosť a smer vektora prirodzenej remanentnej magnetizácie, magnetická susceptibilita a tiež Curieho teplota.

Na základe zistených smerov vektorov remanentnej magnetizácie a sukcesnej schémy vulkanických hornín stredného Slovenska v zmysle M. KUTHANA (1963) vyčlenil A. E. M. NAIRN (1966, A. E. M. NAIRN, K. KAROLUS, 1965), tri paleomagnetické epochy a to dve reverzné a jednu normálnu, ktorú označil ako štiavnicko-kremnickú epochu (A. E. M. NAIRN, 1966). Do spodnej reverznej epochy zaradil staršie pyroxenické andezity II. fázy (v zmysle M. KUTHANA, 1963), do normálnej epochy mladšie pyroxenické andezity II. fázy a staršie amfibol-biotitické andezity III. fázy (do tejto epochy A. E. M. NAIRN zaradil aj intrúzie granodioritu a dioritu). Do vrchnej reverznej epochy A. E. M. NAIRN zaradil mladšie amfibol-biotitické andezity III. fázy ako aj ryolity III. ryolitickej fázy a tiež aj andezity záverečnej fázy subsekvntného vulkanizmu (tab. I). Najstaršie andezity tejto oblasti, ktoré M. KUTHAN (1963) zaradil do I. andezitickej fázy sú reverzne zmagnetizované (tab. I). Polarita hornín I. a II. ryolitickej fázy nebola určená.

A. E. NAIRN (1966) sa pokúsil tiež urobiť koreláciu paleomagnetických epoch z oblasti stredného Slovenska s epochami zistenými u japonských a novozélandských neovulkanitov, pričom u posledných poukázal na určitú zhodu s neovulkanitmi stredoslovenskými.

Úprava sukcesnej schémy M. KUTHANA (1963), ktorej sa pri interpretácii výsledkov paleomagnetického štúdia pridržoval A. E. M. NAIRN (1966, A. E. M. NAIRN, K. KAROLUS, 1965), spojenej so zrušením záverečnej andezitickej fázy a zaradením IV. andezitickej fázy (J. FORGÁČ, K. KAROLUS, E. KAROLUSOVÁ, V. KONEČNÝ, M. KUTHAN, 1968) ako aj závery z výsledkov meraní orientovaných vzoriek len z povrchových odkryvov (počas práce A. E. M. NAIRNA nebol ešte dostupný vrtný materiál) žiadajú si urobiť spresnenie, pri-

padne korekciu pomerne jednoduchaj NAIRNOVEJ schémy sukcesie paleomagnetických epoch.

Vek a pravdepodobná korelácia andezitov Stredného Slovenska (A. E. M. NAIRN, K. KAROLUS, 1965)

Tab. I.

Vulk.	Fáza	Vek	Hornina	Smer magnet.
finálny	hlavná fáza	kvart. alebo najml. tercier	plateaubazalty	norm.
	prípravná fáza		bazaltoid. andez., andezit. bazalty	
subsekvventný	záverečná fáza	sarmat	vitrofyry, andez.	
	III. ryol. fáza	sarmat	ryolity, ryodacity	
	III. andezit. fáza	sarmat	hruboporfyry. amf. – biot. andezity, dacity a dacitoid. andezity	reverz.
	II. andezit. fáza (intruz. fáza)	sarmat vrchný torton	pyroxenické andez. (granodior. diority)	norm.
	II. ryol. fáza	stred. torton	ryolity, ryodacity, dacity	reverz.
	I. andezit. fáza	spodný torton	amfibol. – pyrox. andez. čiast. automet.	
	I. ryol. fáza	burdigal	ryolity, ryodacity	

Na jednoduchý charakter NAIRNOVEJ sukcesnej schémy paleomagnetických epoch poukazujú aj výsledky P. PAGÁČA (1966, 1969), ktorý urobil paleomagnetické štúdium neovulkanitov v okolí Kremnice, pričom pri geologickej interpretácii použil rozdelenie a vekové zaradenie týchto hornín podľa F. FIALU (1962, in P. PAGÁČ 1966, 1969). P. PAGÁČ pre obdobie výlevov hornín II. andezitickej až záverečnej andezitickej fázy (v zmysle M. KUTHANA, 1963) vymedzil až 6 paleomagnetických epoch, kým, ako už bolo vyššie uvedené (tab. I), A. E. M. NAIRN vyčlenil pre toto obdobie len tri epochy.

Pre spoľahlivejšie určenie sukcesie paleomagnetických zón neovulkanických hornín v okolí Banskej Štiavnice, rozhodli sme sa použiť jadrá niektorých vrtoz odvrátených v poslednej dobe v skúmanej oblasti. Nakoľko v niektorých

prípadoch išlo o staršie vrty, bez orientácie jadra, s neistou polohou jadra aj v zvislom smere (pre nedostatočnú pozornosť vrtnej osádky), bolo potrebné zvoliť vhodnú metodiku, ktorá by umožnila použiť tento materiál k určeniu polarít pôvodnej magnetizácie skúmaných hornín. K tomuto účelu sme využili viskóznou magnetizáciu J_{rv} (VRM). Použitá metodika dovolila určiť polaritu pôvodnej magnetizácie na vrtných jadrách, bez ohľadu na to, či ich poloha vzhľadom k zvislému smeru zostala pôvodná, alebo pri ukladaní vrtného jadra bola otočená o 180° .

Pri zmagnetizovaní vzorky v konštantnom magnetickom poli táto získa určitú hodnotu magnetizácie. Táto hodnota však bude závisieť nielen od intenzity pôsobiaceho magnetického poľa, ale aj od času, po ktorý toto pole na vzorku pôsobilo. Čím dlhšia doba pôsobenia poľa, tým väčšiu hodnotu remanentnej magnetizácie bude vzorka vykazovať po vypnutí poľa. Podobne aj remanentná magnetizácia vzorky nezostane stála, ale postupne sa bude znižovať. Takéto samovoľné zmagnetizovanie a demagnetizovanie s časom, ktoré je vlastné všetkým ferromagnetikám a vykazujú ju aj všetky horniny, sa nazýva magnetickou viskozitou a remanentná magnetizácia vzniknutá po dlhšej dobe, viskóznou remanentnou magnetizáciou J_{rv} (VRM).

Magnetická viskozita sa najvýraznejšie prejavuje v počiatočnej časti magnetizačnej krivky, t. j. v malých magnetizujúcich poliach, kde sa proces magnetizácie prejavuje v posuve hraníc medzi doménami. Proces posuvu hraníc neprestane prebiehať ani po zrušení magnetizujúceho poľa a to pre fluktuáciu energie tepelného pohybu.

Proces viskózne magnetizácie závisí tiež od teploty; so zvyšovaním teploty je táto intenzívnejšia. Za mieru magnetickej viskozity feromagnetik berie sa tzv. relaxačná doba, čo je doba, za ktorú sa ukončí proces viskózne magnetizácie. Relaxačná doba viskózne magnetizácie nebola zatiaľ určená pre žiadnu horninu, nakoľko proces rastu viskózne magnetizácie hornín zaberá obyčajne dlhšiu dobu a zachytenie ukončenia tohoto procesu v laboratórnych podmienkach sa zatiaľ ukázalo nemožným (A. N. CHRAMOV, E. L. ŠOLPO, 1967).

Pri štúdiu viskózne magnetizácie v laboratórnych podmienkach dostávame len parciálnu, nie totálnu viskóznou magnetizáciu. Získané výsledky sa potom extrapolujú v mierke geologického času.

Laboratórnymi meraniami vykonanými viacerými autormi zistila sa lineárna závislosť hodnoty $(J_{rv})^{1/2}$ na $\lg t$. Tento vzťah môžeme vyjadriť vzorcom (A. N. CHRAMOV, E. L. ŠOLPO, 1967):

$$(J_{rv})^{1/2} - (J_{r0})^{1/2} = S \lg t$$

kde J_{r0} je magnetizácia vzorky pri $t_0 = 1$ [min].

S je koeficient magnetickej viskozity.

Koeficient magnetickej viskozity S je úmerný tangensu uhlu priamky $(J_{rv})^{1/2}$ v závislosti na $\lg t$. Veľkosť koeficientu S závisí od rozmerov zŕn a tiež od magnetickej predhistórie vzorky (V. A. ŽILAJEVA, 1965).

Na základe výsledkov magnetizácie vzoriek magnetitu a bazaltu v laboratóriu za dobu 10^5 min (70 dní), (E. L. ŠOLPO, V. S. PEČNIKOV, 1965) môžeme odhadnúť, že v zemskom magnetickom poli magnetit získal viskóznou magnetizáciu $5-7 \cdot 10^{-2}$ CGSM, bazalt 10^{-3} CGSM. Po extropolovaní daných hodnôt pre

$t = 10^{11,5}$ min. (približná doba od poslednej inverzie zemského magnetického poľa, asi 0,5 mr), dostaneme pre bazalty $J_{rr} = 0,15 J_{nr}$.

Viskózna magnetizácia vykazuje určité charakteristické vlastnosti, na základe ktorých sa môže odlišiť od ostatných druhov magnetizácie. V porovnaní s termoremanentnou (TRM) a parciálnou termoremanentnou (PTRM), alebo chemickou (CRM), ako aj sedimentárnou magnetizáciou (DRM), vykazuje pomerne malú magnetickú stabilitu v striedavom magnetickom poli.

Pôvodná viskózna magnetizácia (VRM) vzorky sa buď sčíta s pôvodnou termoremanentnou magnetizáciou (TRM), získanou v normálnom magnetickom poli, alebo v prípade pôvodnej termoremanentnej magnetizácie (TRM) získanej v reverznom magnetickom poli, pôsobí proti nej. Nakoľko sa však viskózna a termoremanentná magnetizácia líšia svojou magnetickou stabilitou v striedavom magnetickom poli, v slabom demagnetizujúcom poli do 100–150 Oe sa viskózna magnetizácia zruší ako magneticky mäkkšia. V prípade pôvodnej normálnej termoremanentnej magnetizácie hodnota výslednej magnetizácie klesne, v prípade reverznej pôvodnej termoremanentnej magnetizácie spočiatku vzrastie a až potom začne klesať.

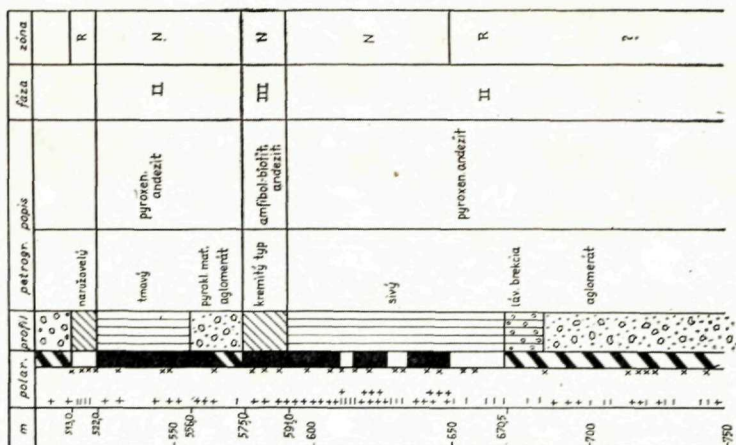
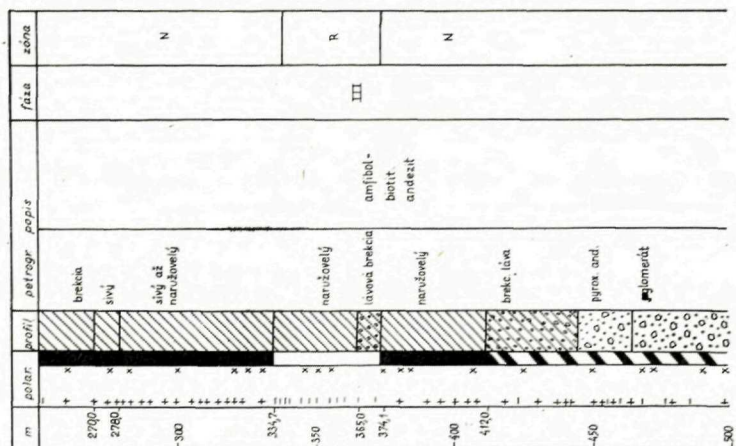
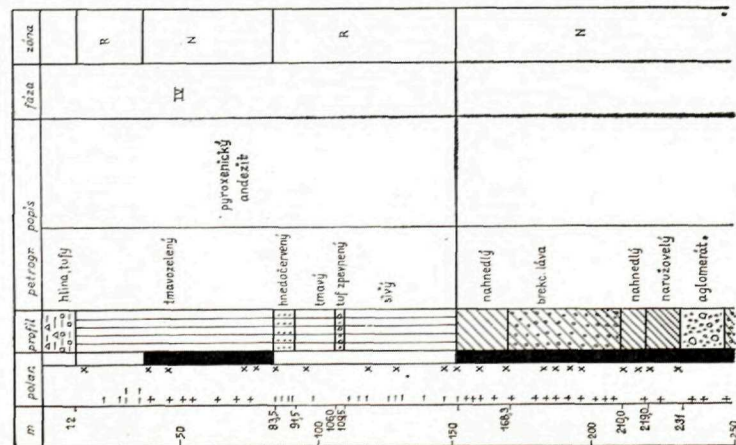
Demagnetizácia vzoriek v troch smeroch, ako sa bežne vykonáva, nedala sa v našom prípade použiť. Skúmané vrtné jadrá vykazovali totiž dva druhy viskózne magnetizácie, a to pôvodnú, získanú v pôvodnej polohe horniny od poslednej inverzie zemského magnetického poľa (pod uhlom asi 30° od osi vrtu smerom k severu) a viskóznou magnetizáciu, ktorú vrtné jadrá získali pri svojom uložení v horizontálnej polohe v dobe svojho uskladnenia. Nakoľko pre určenie smeru pôvodnej termoremanentnej magnetizácie sa využíva pôvodná viskózna magnetizácia, ktorej časť sa počas uskladnenia zachovala, vykonávala sa demagnetizácia vrtných jadier v striedavom magnetickom poli len v smere osi jadra, čím sa demagnetizovala hlavne zložka pôvodnej viskózne magnetizácie v smere osi jadra a v menšej miere viskózna magnetizácia, približne kolmá na os jadra, získaná pri skladovaní. Určenie polaritý sa tak robilo z kriviek získaných pri takejto „parciálnej demagnetizácii“; ak demagnetizačná krivka klesala, bolo jadro normálne zmagnetizované, ak najprv stúpala a až potom poklesla, reverzne zmagnetizovaná.

Meranie jadier prebiehalo tak, že v nulovom magnetickom poli sa zmerali všetky tri zložky, potom pri striedavom magnetickom poli 25, 50, 100 Oe sa zdemagnetizovala zložka spadajúca do osi vrtného jadra a pri 200 Oe urobilo sa magnetické čistenie vo všetkých troch smeroch pre vypočítanie inklinácie I vektora J .

Ako sa však pri meraní na jadrách vrtu JF-1 (Jalná) zistilo, neexistujú len uvedené dva základné typy „parciálnych demagnetizačných“ kriviek, určujúcich vzájomnú súhlasnosť alebo nesúhlasnosť orientácie pôvodnej TRM a VRM, ale pre existenciu sekundárnej remanentnej magnetizácie (pravdepodobne PTRM, alebo CRM, vzniklé pri pôsobení hydrotermálnych roztokov), ktorá môže byť tiež súhlasne alebo nesúhlasne orientovaná s pôvodnou TRM, môžeme dostať trochu zložitejšie krivky.

K zisteniu polaritý remanentnej magnetizácie hornín vo vrte JF-1 (Jalná), hlbokého 758 m, bolo metódou „parciálnej demagnetizácie“ premerané 158 jadier, t. j. v priemere jedno jadro asi na 5 m. Hustota odobraných vzoriek bola však väčšia v tenších polohách, odpovedajúcich jednej paleomagnetickému zóne, v polohách pyroklastík menšia (obr. 1).

VRT JF-1 / JALNÁ /



Obr. 1. Geologický profil a paleomagnetické zóny vrtu JF-1 (Jalná)

Vo vrte JF-1 (Jalná) boli v spodnej časti zachytené staršie pyroxenické andezity a pyroklastika II. andezitickej fázy, nad nimi amfibol-biotitické andezity III. andezitickej fázy a vo vrchnej časti mladšie pyroxenické andezity IV. andezitickej fázy.

Staršie pyroxenické andezity vyskytujú sa v hĺbke 522 m až do konca vrtu, t. j. do 758 m, s jednou polohou amfibol-biotitického andezitu v hĺbke 575,0 až 591,0 m. V spodnej časti vrtu od 670,0 do 758,0 m je lávová brekcia a aglomerát, kde magnetizácia jadier je rôzne orientovaná. V úseku 650,0 až 670,0 m vyskytuje sa pyroxenický andezit reverzne zmagnetizovaný a od 522,0 do 650,0 m normálne zmagnetizovaný s dvoma tenkými polohami reverzne zmagnetizovanými a to v intervaloch 610,0 až 615,0 m a 627,0 až 635,0 m a potom s vyššie spomenutou polohou amfibol-biotitického andezitu, normálne zmagnetizovaného. Uvedené dve tenké reverzne zmagnetizované pohyby pravdepodobne vykazujú sekundárnu magnetizáciu, ktorá mohla vzniknúť pri pôsobení hydrotermálnych roztokov.

Amfibol-biotitický andezit III. andezitickej fázy a jeho pyroklastiká sa vyskytujú v intervale 150,0 až 522,0 m. Poloha amfibol-biotitického andezitu v hĺbke 513,0 až 522,0 m, ležiaca na normálne zmagnetizovaných starších pyroxenických andezitoch, je reverzne zmagnetizovaná a pravdepodobne časove odpovedá výlevom tiež reverzne zmagnetizovaných amfibol-pyroxenických andezitov, vyskytujúcich sa juhovýchodnejšie, ktoré podľa geologickej pozície patria k najmladším horninám II. andezitickej fázy. Brekciovitá láva a aglomerát v hĺbke 412,0 až 513,0 m vykazuje rôzne orientovanú magnetizáciu. Nad nimi ležiaca poloha amfibol-biotitického andezitu v hĺbke 334,7 m až 374,1 m je reverzne zmagnetizovaná. Najvrchnejšia časť pevných amfibol-biotitických andezitov a brekciovitej lávy v hĺbke 150,0 až 334,7 m je už normálne zmagnetizovaná.

U mladších pyroxenických andezitov patriacich k IV. andezitickej fáze sa zistili tri paleomagnetické zóny a to v hĺbke 83,5 m až 150,0 m reverzná, ležiaca na normálne zmagnetizovaných amfibol-biotitických andezitoch, potom v hĺbke 37,0 až 83,5 m normálne a nad touto zase reverzne zmagnetizované mladšie pyroxenické andezity.

Na základe výsledkov merania remanentnej magnetizácie jadier z vrtu JF-1 po ich „parciálnej demagnetizácii“, ako aj výsledkov merania vektora prirodzenej remanentnej magnetizácie J_n vzoriek hornín z okolia vrtu, odobraných za účelom ich korelácie a tiež na základe výsledkov paleomagnetického štúdia P. PAGÁČA (1966, 1969), ktorý v okolí Kremnice zistil normálne zmagnetizované pyroxenické andezity, ktoré patria k jedným z najstarších hornín II. andezitickej fázy (tzv. Pp andezity v zmysle P. FIALU – P. PAGÁČ, 1966, ku ktorým zaraďuje tiež pyroxenické andezity na lokalite Klinger a tiež andezity z okolia Teplej), ktoré však vrtom JF-1 neboli zachytené, predpokladám pre obdobie II. až IV. andezitickej fázy až desať paleomagnetických epoch.

Predpokladaná schéma sukcesie paleomagnetických epoch je uvedená v tabuľke II. Tu pre porovnanie sú uvedené tiež sukcesné schémy A. E. M. NAIRNA (1966, A. E. NAIRN, K. KAROLUS, 1965) a P. PAGÁČA (1969).

Pomerne veľký počet paleomagnetických zón v uvedenej schéme neodporuje doterajším poznatkom, týkajúcich sa dĺžky trvania rovnovážneho stavu (normálneho, alebo reverzného) zemského magnetického poľa. Rovnovážny stav trval v priemere 500 tisíc rokov, samotná inverzia okolo 10 tisíc rokov. Podľa

Schéma sukcesie paleomagnet. epoch subsekv. vulk. stredného Slovenska podľa
A. E. M. NAIRNA (1966), P. PAGÁČA (1969) a V. PAŠTEKU

Tab. II.

Vek	Paš- teka	Hornina	Nairn	Fiala	Pa- gáč		
sarmat stredný	R IV-1	Pyroxen, andezit (IV. and. fáza)	R	Fiala	R		
	N IV-1			ryolit			
	R IV-2						
	N III-1	Amfibol. biotitic, andezit (III. and. fáza)		III. sk.	N		
	R III-1						
	N III-2						
torton vrchný	R II-1	Pyroxen, andezit (II. and. fáza)	N			R	
	N II-1		R		II. sk.	N	
	R II-1				Ib sk.	R	
	N II-2				Ia sk.		

E. IRVINGA (1967) k inverzii zemského magnetického poľa dochádzalo v intervaloch 200 tisíc (kr) až 1,5 milióna rokov (mr).

Paleomagnetickým štúdiom, doplneným geochronologickými meraniami, boli zatiaľ najlepšie spracované horniny od 0 do 4 mr staré. Pôvodne tu, na základe merania smeru vektora prirodzenej remanentnej magnetizácie, boli vymedzené štyri paleomagnetické epochy (E. C. BULLARD, 1968) a to: normálna epocha Brunhesova (0–0,7 mr), reverzná Matuyamova (0,7–2,5 mr), normálna Gausova (2,5–3,3 mr) a reverzná Gilbertova (3,3–4,0 mr). Na základe merania jadier vrtov urobených na morskom dne sa zistilo, že v Matuyamovej reverznej epoche existujú ešte dve kratšie normálne periódy a to Jaramillo (asi 0,9–0,95 mr) a Olduvai (asi 1,86–2,0 mr) a v Gausovej normálnej epoche kratšia reverzná perióda Mammoth (asi 3,05–3,1 mr). Zo vzoriek z povrchu sa zistilo niekoľko takých krátkych period, trvajúcich 100 až 200 kr. Tak napr. na Islande sa zistil lávový prúd, normálne magnetizovaný, ktorý by vekove (1,6 mr) mohol odpovedať perióde Gilsa. Normálne magnetizovaný prúd bol zistený aj na ostrove Nunivak a reverzne magnetizovaná láva Hawaiian, o veku 2,8 mr, ktorá môže odpovedať perióde Katna.

Ak uvažujeme trvanie subsekventného vulkanizmu od II. do IV. andezitickej fázy na strednom Slovensku v období vrchného tortonu až sarmatu a berieme do úvahy výsledky merania absolútneho veku hornín K–Ar metódou (V. KONEČNÝ, G. P. BAGDASARJAN, D. VASS, 1969), podľa ktorých čas vývoja vulkanického aparátu v oblasti Štiavnického pohoria sa pohybuje od $17,5 \pm 0,5$ mr do $13,5 \pm 0,5$ mr, s predpokladom posunutia spodnej hranice smerom dole, dá sa pripustiť aj takýto pomerne veľký počet paleomagnetických epoch.

Pre porovnanie sa odobrali orientované vzorky z niektorých lokalít, na ktorých sa určil absolútny vek (V. KONEČNÝ, G. P. BAGDASARJAN, D. VASS, 1969). U normálne magnetizovaných andezitov II. andezitickej fázy z lokality Tanád bol zistený absolútny vek $17,0 \pm 0,5$ mr, z lokality Paradaís $16,5 \pm 1,4$ mr. Tieto andezity patria pravdepodobne do najspodnejšej normálnej paleomagnetической epochy (N_{II-2}). Amfibol-biotitický andezit z lokality Drieňova, absolútny vek $16,0 \pm 1$ mr, je normálne magnetizovaný, ale zatiaľ je ťažko určiť, či patrí k staršej, alebo mladšej normálnej epoche III. andezitickej fázy. U tufov pyroxenického andezitu s biotitom z Bieleho Kameňa (pravdepodobne III. andezitickej fázy), ktoré sú normálne magnetizované, bol zistený absolútny vek $15 \pm 0,5$ mr.

Reverzná magnetizácia hornín, až na malé výnimky spontánnej reverznej magnetizácie, vzniká pri ich zmagnetovaní v reverznom magnetickom poli. Reverzná spontánna magnetizácia môže vzniknúť hlavne vtedy, ak sú v hornine prítomné dva, alebo viac ferromagnetických minerálov o rôznej Curieho teplote. Jedným z možných prípadov takéhoto vzniku spontánnej obrátenej magnetizácie je magnetizácia magnetitu, ktorý vznikne pri rozpade pevného roztoku titanomagnetitu a magnetitu, pričom vypadajúci magnetit sa zmagnetizuje v demagnetizačnom poli pevného roztoku. B. V. GUSEV (1962, in A. A. LOGAČEV, 1962) u vzorky vulkanickej horniny, obsahujúcej jednu ferromagnetickú zložku s Curieho teplotou 300–400 °C, druhú okolo 600 °C, ktorú ohrial do 800 °C, zistil, že vzorka po 10–30 dňoch zmenila smer magnetizácie o 180°.

Pre overenie, či u premerávaných jadier vrtu JF-1 nejde o magnetizáciu podobného typu, bolo okolo 40 % z premeraných jadier (vo vrtnom profile označené x) vypálené pri 800 °C a po 30 a potom 60 dňoch bola prekontrolo-

vaná ich polarita. Táto ani pri prvej, ani pri druhej kontrole sa nezmenila.

Okrem jadier z vrtu JF-1 (Jalná) boli metódou „parciálnej demagnetizácie“ premerané jadrá z vrtu KU-1 (Počúvadlo). Výsledky týchto meraní nie sú také jednoznačné, ako u vrtu JF-1, nakoľko vo vrchnej časti prevláda pyroklastický materiál, kde určenie polarity nie je vždy spoľahlivé a v spodnej časti sa nachádzajú pyroxenické andezity, značne propylitizované. Výraznejšie sa prejavila len poloha normálne zmagnetizovaných mladších pyroxenických andezitov IV. andezitickej fázy a nižšie uložené reverzne zmagnetizované pemzy a pemzové tufy amfibol-biotitického andezitu.

Vyššie uvedené výsledky merania polarity jadier vrtu JF-1 (Jalná) v zásade neodporujú ani poznatkom z paleomagnetického štúdia hornín z povrchových odkryvov, nakoľko u každého typu horniny vyskytujú sa normálne i reverzne magnetizované horniny. Potvrdiť, že tu nejde len o jednoduchú dvojepochovú schému pre každý typ horniny (fázu), vyžaduje vykonať paleomagnetické štúdium vzoriek odobraných pozdĺž vhodne volených profilov.

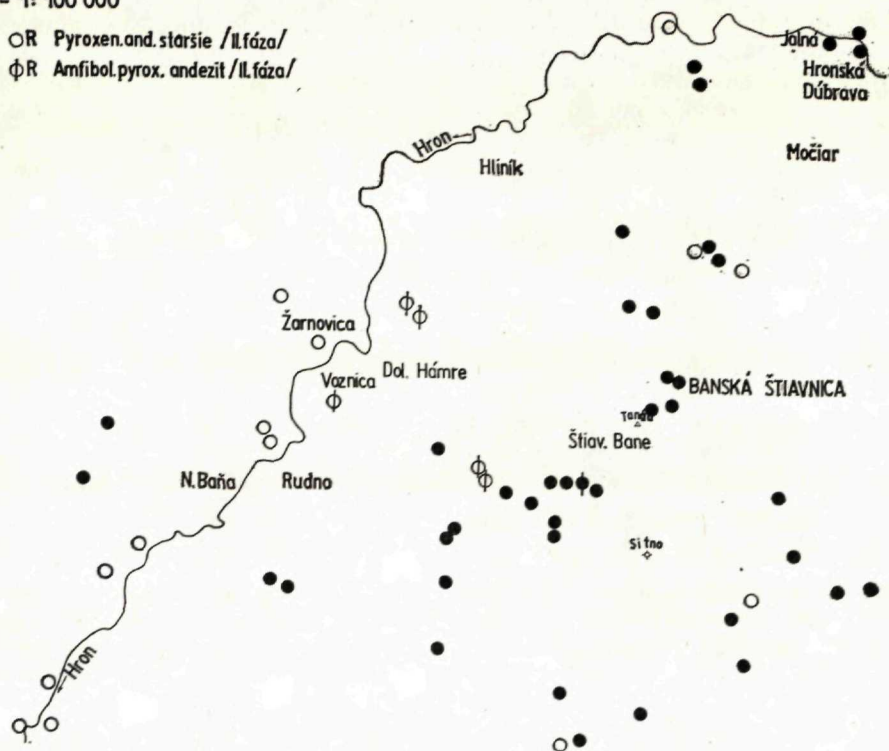
Overenie paleomagnetických zón u starších ako aj u mladších pyroxenických andezitov nenarazí na také ťažkosti ako u amfibol-biotitických andezitov, hoci aj pri korelácii starších andezitov je potrebné prihliadať na tektoniku skúmanej oblasti.

K overeniu aspoň niektorých dielčich problémov, ktoré sa vyskytli v súvislosti s predloženou schémou sukcesie paleomagnetických zón, založenej na výsledkoch merania jadier z vrtu JF-1, urobil sa podrobnejší odber orientovaných vzoriek v blízkom i ďalšom okolí tohoto vrtu. Na niektorých ťažšie prístupných miestach urobil sa odber len čiastočne orientovaných vzoriek pre zistenie ich polarity. Výsledky merania vzoriek po ich magnetickom čistení v striedavom magnetickom poli sú uvedené na mapách polarity jednotlivých typov andezitov. Určitý obraz o geologickej stavbe oblasti stredoslovenských neovulkanitov poskytuje nám aj plošné rozloženie polarity hornín rôzneho typu a to starších pyroxenických, amfibol-biotitických a mladších pyroxenických andezitov subsekventného vulkanizmu, čo vidieť na mapách polarít jednotlivých typov. Tieto mapy boli skonštruované na základe výsledkov paleomagnetického štúdia, urobeného A. E. M. NAIRNOM (1966), P. PAGÁČOM (1966, 1969), L. DUBLANOM (1967), V. GAJDOŠOM (1967), O. ORLICKÝM (S. ĐURATNY, O. FUSAN, M. KUTHAN, L. ZBOŘIL, 1967) a autorom.

Zaradenie odobraných vzoriek do jednotlivých fáz bolo urobené hlavne na základe „Geologickej mapy neovulkanitov Hronského Inovca a Štiavnického pohoria“ M 1:100 000, zostavenej J. FORGÁČOM a K. KAROLUSOM, s použitím podkladov A. BRLAYA, J. BURIANA, F. FORGÁČA, K. KAROLUSA, V. KONEČNÉHO, J. KOVAČIKA, M. KUTHANA a L. ROZLOŽNÍKA. V niektorých prípadoch na zaradenie jednotlivých hornín existujú rozdielne názory.

Na mape polarity starších pyroxenických andezitov oblasti Banskej Štiavnice (obr. 2) vidíme výrazné pásmo reverzné a potom oblasť normálne zmagnetizovaných andezitov. Reverzne zmagnetizované staršie pyroxenické andezity sa vyskytujú v údolí Hrona, od Hronského Beňadiku až po Ladomer. Východne a severovýchodne v okolí Štiavnických Baní, Banskej Štiavnice, Teplej a potom v okolí Hronskej Dúbravy a ďalej, Žibritova a Prenčova, vyskytujú sa staršie pyroxenické andezity normálne magnetizované. Reverzne magnetizované andezity pravdepodobne odpovedajú reverznej zóne (R_{II-2}) zistenej v spodnej časti vrtu JF-1 (Jalná). Pri korelácii normálne magnetizovaných andezitov nie

- M = 1: 100 000
- N ○ R Pyroxen. and. staršie /II. fáza/
 ◐ N ◑ R Amfibol. pyrox. andezit /II. fáza/



Obr. 2. Mapa polarity magnetizácie starších pyroxenických andezitov (II. andezitická fáza)

je to už tak jednoznačné a je pravdepodobné, že tieto normálne zmagnetizované pyroxenické andezity nespádajú do jednej paleomagnetickkej epochy. Pyroxenické andezity z okolia Štiavnických Baní, Banskej Štiavnice a Teplej, nachádzajúce sa nad Rudnianskym chrbátom (S. ĎURATNÝ, O. FUSAN, M. KUTHAN, L. ZBOŘIL, 1967), tvoriacim podložie neovulkanitov, patria pravdepodobne k spodnej normálnej paleomagnetickkej epoche (N_{II-2}). Normálne zmagnetizované staršie pyroxenické andezity od Hronskej Dúbravy, ďalej Žibritova a Preňčova patria asi k mladšej normálnej paleomagnetickkej epoche (N_{II-1}), ktorej existencia bola zistená vrtom JF-1 (Jalná), nachádzajúcom sa v blízkosti Hronskej Dúbravy. Tento predpoklad bude potrebné overiť a prípadne nájsť možnosť, na základe niektorých magnetických parametrov, ich navzájom odlišovať.

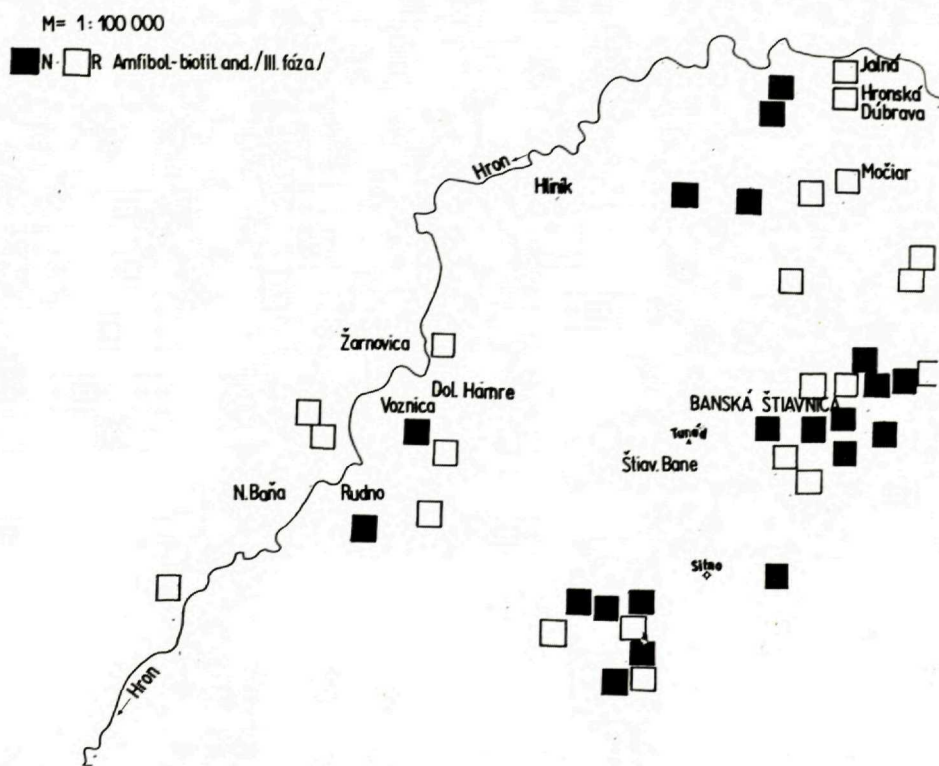
Amfibol-pyroxenické andezity, ktoré podľa geologickej pozície patria k najmladším horninám II. andezitickej fázy, boli autorom zatiaľ zistené ako reverzne magnetizované a tie pravdepodobne už patria do reverznej epochy (R_{II-1} , totožné s R_{III-2}), ktorá, ako bolo vyššie uvedené, pravdepodobne spadá do doby prelínania výlevov amfibol-pyroxenických andezitov a andezitov amfibol-biotitických. O ORLICKÝ (S. ĎURATNÝ, O. FUSAN, M. KUTHAN, L.

ZBOŘIL, 1967) uvádza aj niektoré normálne magnetizované amfibol-pyroxenické andezity (od Rychnavského rybníka), ktoré by potom boli pravdepodobne staršie a patrili by do spodnejšej paleomagnetickej epochy (N_{II-1}).

Väčší problém je spojený s overením paleomagnetických zón u amfibol-biotitického andezitu (patriaceho k III. andezitickej fáze), nakoľko vo vrte JF-1 boli zachytené dve reverzné a dve normálne zóny. Priradiť amfibol-biotitické andezity k spodnej, alebo vrchnej reverznej, alebo normálnej zóne je zatiaľ ťažké a bude si to vyžadovať detailnejšie paleomagnetické štúdiá.

Na mape polarít amfibol-biotitických andezitov (obr. 3) vidíme tiež určité pásma, alebo oblasti normálne a reverzne magnetizovaných amfibol-biotitických andezitov. Pásmo normálne zmagnetizovaných amfibol-biotitických andezitov bolo zistené západne od Močiara a východne od Banskej Štiavnice, ale je celkom možné, že patria do dvoch rozdielnych paleomagnetických zón a to západne od Močiara, nadchádzajúce sa v pokračovaní Rudnianskeho chrbta budú staršie (paleomagnetická epocha N_{II-2}), východne od Banskej Štiavnice k mladšej normálnej zóne (N_{III-1}).

Reverzne magnetizované amfibol-biotitické andezity vyskytujúce sa v okolí Rudna, ďalej Banskej Štiavnice a Močiara je tiež ťažko zaradiť do jednej paleo-

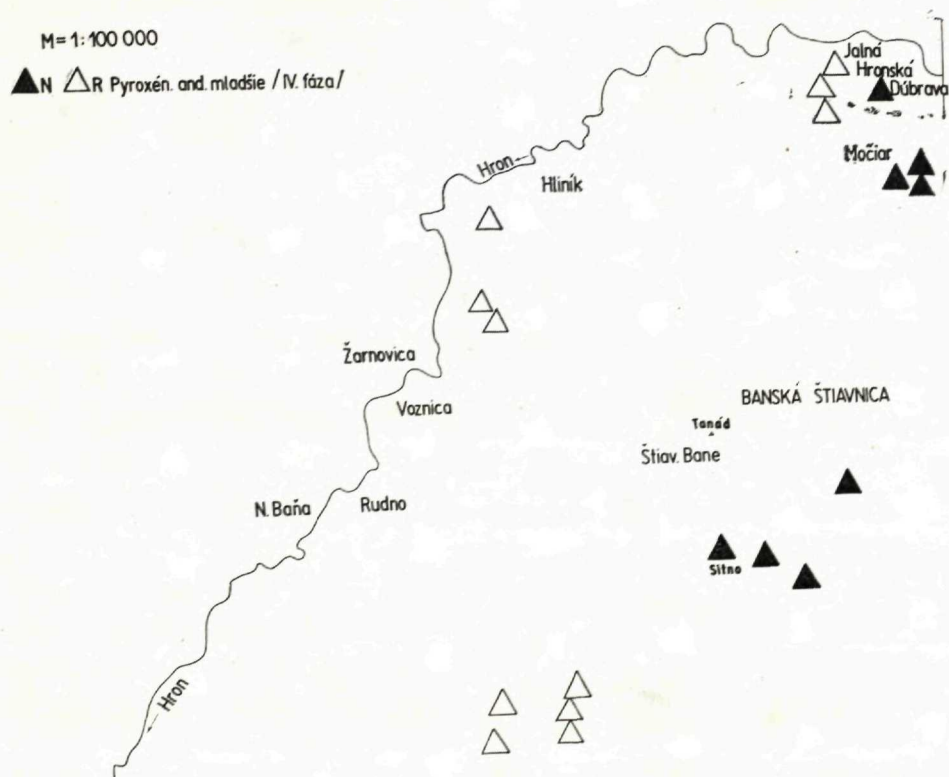


Obr. 3. Mapa polarít magnetizácie amfibol-biotitických andezitov (III. andezitická fáza)

magnetickej epochy. Je však zaujímavé, že kým vo vrte JF-1 ležiacom severne od Močiara bola vo vrchnej časti zachytená pomerne mocná poloha normálne magnetizovaných amfibol-biotitických andezitov, v oblasti Teplá–Močiar boli zistené len reverzne magnetizované. Je možné, že normálne magnetizované boli pri dvíhaní sa Rudnianskeho chrbta oddenudované. Zistili sa však aj oblasti, kde sa blízko seba vyskytujú normálne a reverzne magnetizované amfibol-biotitické andezity (napr. južne od Kozelníka, východne od Banskej Belej, v Richnavskej doline a severne od obce Počúvadlo), kde by detailnejší odber orientovaných vzoriek mohol pomôcť pre ich začleňovanie.

U mladších pyroxenických andezitov (obr. 4) zistili sa tiež oblasti jednej, alebo druhej polarity ako je tomu pri starších pyroxenických, alebo amfibol-biotitických andezitoch. Nakoľko, na základe merania jadriér vrtu JF-1, existujú dve reverzné zóny a jedna normálna, je u reverzne zmagnetizovaných ťažko určiť, či sú mladšie, alebo staršie ako normálne magnetizované mladšie andezity.

Meraním na orientovaných vzorkách v okolí vrtu JF-1 (Jalná) zistili sa juho-východne od neho normálne namagnetované, severozápadne reverzne namagnetované mladšie pyroxenické andezity, ktoré sa nachádzajú približne v polohe



Obr. 4. Mapa polarit magnetizácie mladších pyroxenických andezitov (VI. andezitická fáza)

spodných reverzne namagnetizovaných andezitov. Normálne namagnetizované, ktoré sa zistili juhozápadne od vrtu, sú potom pravdepodobne staršie. Reverzne zomagnetizované mladšie andezity pri Bzenici a tiež pri Lukavici (typ „Mäsiarka“ a typ „Kašivár“, podľa L. ROZLOŽNÍKA a kolekt., 1967) ťažko zaradiť do spodnej (R_{IV-9} , alebo vrchnej (R_{IV-1}) reverznej paleomagnetickkej zóny mladších pyroxenických andezitov. Vo vrte KU-1, pri obci Počúvadlo sa zistili vo vrchnej časti normálne namagnetizované mladšie pyroxenické andezity. K týmto pravdepodobne patria aj pyroxenické andezity na Sitne, Malom Sitne a Bielom Kameni, ktoré sú tiež normálne magnetizované. Mladšie pyroxenické andezity reverzne magnetizované, ktoré sú pravdepodobne mladšie ako normálne magnetizované, vyskytujú sa v oblasti Dekýšského potoka a Bohuníc.

Záver

Výsledky merania smeru vektora prirodzenej remanentnej magnetizácie J_n jadier z vrtu JF-1 (Jalná), ako aj orientovaných vzoriek odobraných v bližšom i ďalšom okolí vrtu, dávajú možnosť vytvoriť presnejšiu schému sukcesie paleomagnetických epoch neovulkanitov stredného Slovenska, ako bola vytvorená A. E. M. NAIRNOM. A. E. M. NAIRN (1966, A. E. M. NAIRN, K. KAROLUS, 1965) na základe výsledkov meraní orientovaných vzoriek z povrchových odkryvov zistil u starších pyroxenických, ako aj amfibol-biotitických andezitov normálnu aj reverznú magnetizáciu. Na tomto základe vytvoril jednoduchú schému, v ktorej vymedzil jednu normálnu epochu, zahrňujúcu mladšie andezity II. andezitickej fázy a staršie andezity III. andezitickej fázy a označil túto epochu ako štiavnicko-kremnická epocha (A. E. M. NAIRN, 1966). Staršie andezity II. andezitickej fázy zaradil do spodnej reverznej epochy a mladšie andezity III. andezitickej fázy, včítane andezitov tzv. záverečnej fázy (IV. andezitická fáza sa ešte neuvažovala), ako aj hornín III. rhyolitckej fázy, do vrchnej reverznej epochy (tab. I. P. PAGÁČ 1966, 1969) pre toto obdobie vulkanizmu, na základe orientovaných vzoriek z povrchových odkryvov z okolia Kremnice, vymedzil šesť paleomagnetických zón a to štyri pre obdobie výlevov starších pyroxenických andezitov, jednu normálnu približne pre amfibol-biotitické andezity a časť mladších pyroxenických andezitov a jednu reverznú pre mladšie pyroxenické andezity (tab. II).

Autor na základe výsledkov merania polarity jadier z vrtu JF-1 (Jalná) pomocou ním navrhutej metódy „parciálnej demagnetizácie“ a výsledkov merania orientovaných vzoriek z povrchových odkryvov, s prihliadnutím na výsledky paleomagnetického štúdia P. PAGÁČA (1969) z okolia Kremnice, vymedzuje v oblasti Banskej Štiavnice až desať paleomagnetických epoch (tab. II), pričom tieto pre staršie i mladšie pyroxenické andezity sú čiastočne overené na povrchu, pre amfibol-biotitické andezity, kde sa zistili dve rezervné a dve normálne paleomagnetické epochy, bude ešte potrebné vykonať koreláciu hornín na povrchu.

Potrebné bude tiež porovnať výsledky paleomagnetického štúdia so zistenými absolútnymi vekmi niektorých hornín. Na základe výsledkov merania absolútneho veku K-Ar metódou (V. KONEČNÝ, G. P. BAGDASARJAN, D.

VASS, 1969), vývoj vulkanického aparátu v oblasti Štiavnického pohoria sa pohybuje od $17,5 \pm 0,5$ mr do $13,5 \pm 0,5$ mr.

U starších pyroxenických andezitov (II. andezitická fáza) predpokladajú sa štyri paleomagnetické epochy. Najspodnejšia normálna, nebola zachytená vrtom JF-1, ale bola zistená P. PAGÁČOM (1969). Pritom horniny, ktoré sa do nej zaraďujú, vyskytujú sa nad tzv. Rudnianskym chrbtom, tvoriacim podložie neovulkanitov, prebiehajúcim západne od Banskej Štiavnice. Ďalej nasleduje reverzná zóna, ktorej horniny sa vyskytujú v údolí Hrona, od Hronského Beňadika po Ladomer. Potom nasleduje normálne paleomagnetická zóna, do ktorej pravdepodobne patria pyroxenické andezity od Hronskej Dúbravy, ďalej Baďana a Prenčova. Nad nimi ležiace amfibol-pyroxenické andezity sú reverzne magnetizované.

U amfibol-biotitického andezitu bola vo vrte JF-1 v najspodnejšej časti zistená reverzne zmagnetizovaná poloha, ktorá zdá sa, že spadá do paleomagnetической epochy, v ktorej došlo k výlevom amfibol-pyroxenických andezitov. Jedna normálne zmagnetizovaná poloha amfibol-biotitického andezitu nachádza sa aj v podloží, taktiež normálne zmagnetizovaných pyroxenických andezitoch (vo vrte JF-1). To by mohlo nasvedčovať určitému prelinaniu starších pyroxenických a amfibol-biotitických andezitov v blízkosti ich rozhrania, prípadne ide o intrúziu. Potom nasleduje smerom hore normálna, ďalej reverzná a ďalšia normálna zóna amfibol-biotitických andezitov.

U amfibol-biotitických andezitov v okolí Banskej Štiavnice existuje niekoľko oblastí s normálnou magnetizáciou (záp. od Močiara, vých. od Banskej Štiavnice), ďalej oblasti s reverznou magnetizáciou (južne od Močiara) a potom oblasti so striedavou magnetizáciou (severne od obce Počúvadlo a ďalšie).

Korelácia a zaradenie jednotlivých lokalít amfibol-biotitických andezitov do jednotlivých paleomagnetických zón bude vyžadovať ich detailnejšie paleomagnetické štúdium.

A. E. M. NAIRN (1966, A. E. M. NAIRN, K. KAROLUS, 1965), vychádzajúc zo sucésnej schémy vulkanitov stredného Slovenska podľa M. KUTHANA (1963), zaradil mladšie pyroxenické andezity (tzv. záverečnej fázy subsekventného vulkanizmu) podľa polarity k vrchnej reverznej paleomagnetической epoche (tab. I). Podľa merania polarity jadier vrtu JF-1 pri mladších pyroxenických andezitoch, ktoré boli zaradené do IV. andezitickej fázy (J. FORGÁČ, K. KAROLUS, E. KAROLUSOVÁ, V. KONEČNÝ, M. KUTHAN, 1968), sa zistili dve reverzne paleomagnetické epochy a medzi nimi jedna epocha normálna. Existencia reverzne i normálne zmagnetizovaných mladších pyroxenických andezitov sa zistila práve tak v blízkom, ako aj v širšom okolí vrtu JF-1. Pritom v samotnej blízkosti vrtu je badať tiež určité plošné rozloženie podľa polarity. Tak napr. v Močiarskej doline sa zistili reverzne magnetizované andezity, ktoré je možné priradiť k spodnej reverznej paleomagnetической zóne, východnejšie od nej, hlavne v údolí Bystrého potoka normálne magnetizované. Vo vrte KU-1 (Počúvadlo) boli vo vrchnej časti vrtu zistené normálne zmagnetizované mladšie pyroxenické andezity, ku ktorým pravdepodobne patria andezity zo Sitna, Malého Sitna a Bieleho Kameňa. Reverzne magnetizované andezity sú južne od Dekýša a severne od Bohuníc.

Doterajšie výsledky paleomagnetického štúdia neovulkanitov stredného Slovenska poukázali na zložitú sucésnu schému paleomagnetických zón, zatiaľ sice len predbežnú. Táto môže pomôcť pri korelácií neovulkanických hornín

a určovaní ich veku, ako aj pri porovnávaní jednotlivých súkľesných schém neovulkanitov, vypracovaných M. KUTHANOM (1963), L. ROZLOŽNÍKOM (1967), F. FIALOM (1962, in. P. PAGÁČ, 1966), a J. FORGÁCOM, K. KAROLUSOM, E. KAROLUSOVOU, V. KONEČNÝM, M. KUTHANOM (1968).

Aby sa dosiahli presnejšie výsledky bude treba využiť jadrá z ďalších vrtoy, prípadne u nových vykonávať magnetickú karotáž (meranie Z zložky, nielen magnetickej susceptibility) a určiť detailne paleomagnetické štúdium na vzorkách odobraných z vhodne zvolených profilov. Samotné paleomagnetické štúdium, s ohľadom na pomerne zložitú sekcijnú schému paleomagnetických zón, malo by mať dve etapy. V prvej by sa vykonal odber len čiastočne orientovaných vzoriek (len s označením vrchu vzorky), to by mohli robiť aj geológovia pri svojej mapovacej práci, a ich zmeranie po magnetickom čistení. V druhej etape by sa vykonal odber úplne orientovaných vzoriek, ale len z lokalít, o ktorých je známe, že príslušná hornina patrí do tej istej paleomagnetologickej epochy, čo sa zistí v prvej etape paleomagnetického štúdia. U týchto vzoriek zistený smer vektora remanentnej magnetizácie bude slúžiť k výpočtu paleomagnetických pólov a k určeniu veku príslušnej horniny. Hlavnou úlohou paleomagnetického štúdia bude odlišenie pyroxenických andezitov II. a IV. andezitologickej fázy, čo sa nedá urobiť petrograficky ani chemicky.

Doručené: 30. 9. 1969.

Lektoroval: Ing. Pavel Pagáč, CSc

Katedra užitečnej geofyziky PFUK
Bratislava

Literatúra

- Bullard E. C. (1968): Reversals of the Earth's Magnetic Field. Philosophical Transactions of the Royal Society, Vol. 263 A
- Dublan L. (1967): Paleomagnetické štúdium vulkanických hornín okolia Novej Bane. Dipl. práca, Prírodov. fak. UK v Bratislave
- Đuratiný S., Fusán O., Kuthan M., Plančár J., Zbořil L. (1967): Výskum hlbokého podložja neovulkanitov stredného Slovenska. Zpráva GUDŠ, UGF, Bratislava
- Forgáč J., Karolus K., Karolusová E., Konečný V., Kuthan M. (1968): Subsequent and Final Volcanism of the West Carpatians. International Geological Congress, Report of the XXIII Session, Section 1, Czechoslovakia
- Gajdoš V. (1967): Paleomagnetické štúdium vulkanických hornín údolia Hrona. Dipl. práca, Prírod. fak. UK v Prahe
- Chramov A. N., Šolpo L. E. (1967): Paleomagnetism
- Irving E. (1967): Paleomagnetism and Its Application to Geological and Geophysical Problems
- Konečný V., Bagdasarjan G. P., Vass D., (1969): Vývoj neogénneho vulkanizmu stredného Slovenska v konfrontácii s absolútnymi meraniami. Geologické práce, Zprávy, v tlači
- Kuthan M. (1963): Výskum hlbokého podložja neovulkanitov stredného Slovenska. Zprávy o geologickom výskume z r. 1962, Bratislava
- Logačev A. A. (1962): Kurz magnitorazvjedky
- Nagata T. (1965): Magnitnyje svojstva gornych porod
- Nairn A. E. M., Karolus K. (1965): Preliminary Paleomagnetic Study of the Rocks of the Central Slovakian Igneous Province. Geologické práce, Zprávy 36. Bratislava

Nairn A. E. M. (1966): Paleomagnetic Investigation of the Tertiary and Quaternary Igneous Rocks: A Paleomagnetic Study of the Central Slovakian Province. Geofysikální sborník, sv. XIV

Pagáč P. (1966): Príspevok k metodike paleomagnetizmu a paleomagnetický výskum Kremnických hôr. Kandidat. dizert. práca, SAV Bratislava

Pagáč P. (1969): Paleomagnetism of the Neovolcanics of Kremnické hory Mountains. Contributions of the Geophysical Institute of the Slovak Academy of Sciences, No 2, v tlači

Rozložník L. a kol. (1966): Výskum hornín Štiavnického ostrova – časť stratigrafia, tektonika a metalogenéza. Záverečná zpráva Kat. geológie a mineralógie Ban. fak. VŠT v Košiciach

Šolpo E. L., Pečnikov V. S. (1965): Vplianie magnetnych parametrov obrazcov gornych porod na rost ich vjaskoj namagničennosti. Nastojaščie i prošloje magnetno-vo polja Zemli

Žilajeva V. A. (1965): K voprosu o magnetnoj vjaskosti gornych porod. Nastojaščoe i prošloje magnetno-vo polja Zemli

The Results of Palaeomagnetic Study in Central-Slovakian Neovolcanites of Subsequent Volcanism around Banská Štiavnica

VILIAM PAŠTEKA

R é s u m é

Ten palaeomagnetic stages (Tab. II), were determined by the author on the basis of the results of measurements concerning polarity of cores from the bore-hole JF-1 (Jalná) by means of the author's method of „parcial demagnetization“ and the results of measurements of oriented samples from surficial exposures, with respect to the results of palaeomagnetic study of P. Pagáč (1969) around Kremnica. The results concerning older and younger pyroxene andesites were partly supported by surficial investigation.

In amphibole – biotite andesites two reverse and two normal palaeomagnetic stages were found, it is, however, still necessary to correlate the rocks from the bore-hole with the surficial rocks.

In older pyroxene andesites (of the IIrd andesite phase) four palaeomagnetic stages were found; it is, however, still necessary to correlate the rocks from the but found by P. Pagáč (1969), the rocks included in this stage, occurred above the so-called Rudno ridge forming a neovolcanite substratum, extending westwards of Banská Štiavnica. Farther is a reverse zone including the rocks in the Hron r. valley, from Hronský Beňadik up to Ladomer; this is followed by a normal palaeomagnetic zone including perhaps pyroxene andesites from Hronská Dúbrava, Prenčov and Baďan. Amphibole-pyroxene andesites resting above the former, are reverse magnetized.

In amphibole-biotite andesite in the bore-hole JF-1, in the lowermost part there is a reverse magnetized layer belonging perhaps to palaeomagnetic stage with effusions of amphibole-pyroxene andesites in this area.

Near Banská Štiavnica, amphibole-biotite andesites show a certain planar distribution, indicated by their polarity. In the region of Banská Štiavnica – Močiar – Jalná there are reverse-magnetized amphibole-biotite andesites, normally magnetized in the east and west, normally and reverse-magnetized northwards of the village Počúvadlo.

A. E. M. Nairn (1966, A. E. M. Nairn, K. Karolus, 1965), basing on the succession scheme of Central-Slovakian volcanites according to M. Kuthan (1963) referred younger pyroxene andesites (of the so-called final phase of subsequent volcanism) to upper reverse palaeomagnetic stage (Tab. I), according to their polarity.

According to polarity of the bore-hole JF-1 cores measured, in younger pyroxene andesites referred to the IVth andesite phase (J. Forgáč, K. Karolus, E. Karolusová, V. Konečný, M. Kuthan, 1968), two reverse palaeomagnetic stages including one normal stage were found. Reverse and normally magnetized younger pyroxene andesites were found in closer and wider vicinity of the bore-hole JF-1, certain planar distribution according to polarity being also present next to the bore-hole. To get more accurate results, a detailed palaeomagnetic study of samples from favourable profiles will be necessary. The palaeomagnetic study with respect to rather complicated succession scheme of palaeomagnetic zones, should have two stages. In the first one, partly oriented samples (with marked sample surface), in the second — completely oriented samples should be taken from localities with the respective rocks belonging to the same palaeomagnetic stage — as found in the first stage of palaeomagnetic study.