

Využitie paleomagnetizmu na poznanie dynamiky niektorých komplexov východoslovenských neovulkanitov v oblasti Vihorlatu

OTO ORLICKÝ

Geofyzika, š. p., Brno, závod Bratislava, Geologická 18, 825 52 Bratislava

(Doručené 12. 1. 1988, revidovaná verzia doručená 30. 3. 1988)

The applying of the paleomagnetism to the recognition of the movement of some volcanic complexes of East Slovak neovolcanites in the Vihorlat area

One part of the article deals with a new magnetic and paleomagnetic results of volcanic rocks from the RH—6. 7. 8 and 10 boreholes. Second part of the article deals with a re-evaluated recent paleomagnetic results which were originally published by Orlický et al. (1970).

The direction of the RMP (namely inclination of the RMP) of the rock has been applied for the detection of the movement of selected volcanic complexes. The consequence of variable amplitude of tectonic movement are distinguishable slopes of selected volcanic complexes. The slopes of the complexes face mostly towards the East Slovak basin. They lie in the range 14.3° to 57.0° with respect to the horizontal plane. Volcanic rocks under study lie on the northern and western margin of the East Slovak basin. We assume that the areal slope of Upper Badenian volcanic bodies has been connected with the formation of the East Slovak basin during the same time.

Úvod

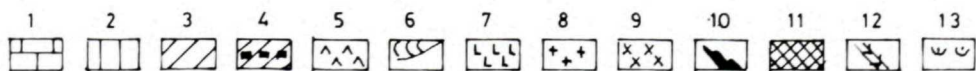
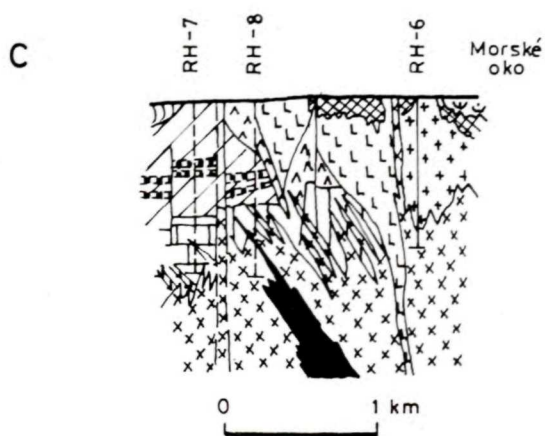
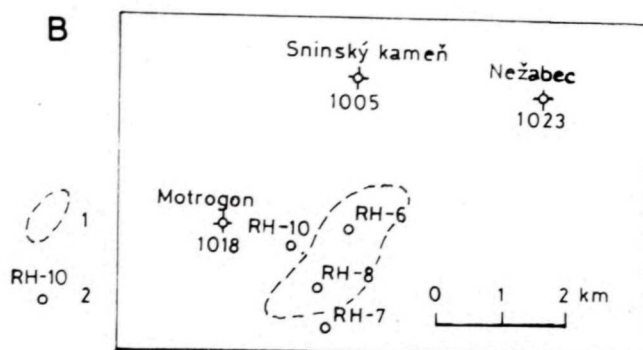
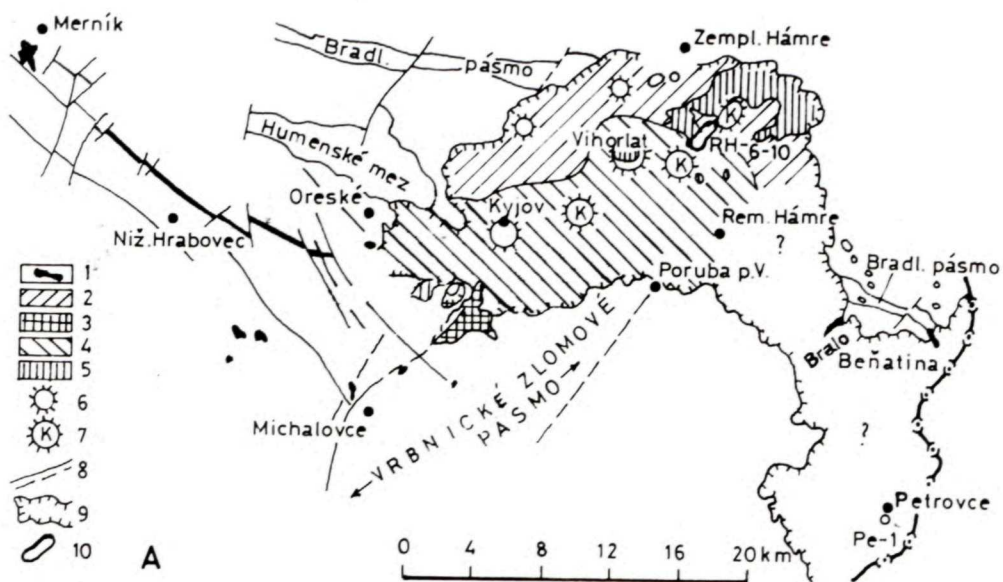
V rámci podrobného paleomagnetického výskumu vulkanitov Vihorlatu bolo na základe polarizácie (RMP) horniny a geologických poznatkov navrhnuté členenie vulkanických komplexov a vyslovil sa predpoklad o časovom slede vulkanickej aktivity (Orlický et al., 1970). Dodatočne stanovené rádiometrické absolútne veky niektorých hornín spadajúcich do pôvodne vyčlenených komplexov (Slávik et al., 1976) potvrdili opodstatnenosť pôvodného členenia. Geochronologické údaje stanovené v Hannoveri (Đurica et al., 1978), ako aj modifikovaná interpretácia vulkanickej činnosti (Vass et al., 1978) poslúžili na prehodnotenie pôvodného členenia a časového zoradenia vulkanickej aktivity (Orlický, 1979). Bacsó (1979) navrhol upustiť od členenia magmatitov na tzv. kyjovsko-orechovskú a valaškovskú formáciu (Orlický et al., 1970) a aplikovať formačné členenie, v zmysle ktorého pôvodným formáciám Orlického et al. (1970) zložením zodpovedá prvá, tretia a štvrtá intermediárna formácia Vihorlatu s čiastočne rozdielnym priestorovým rozšírením a časovým rozsahom. Bacsóove (1979) výsledky štúdia neovulkanických formácií Vihorlatu, Repčokove (1984) výsledky štúdia rádiometrických vekov neovulkanitov Vihorlatu metódou stôp po delení uránu a najnovšie Bacsóove (1986) výsledky štúdia geologickej stavby Vihorlatských vrchov si

vynucujú upresniť i novšiu interpretáciu. Okrem toho niektoré z pôvodných údajov (po ich prehodnotení) spolu s výsledkami meraní vulkanitov vrtov RH-6. 7. 8 a 10 môžu podporiť alebo upresniť doterajšie názory na stavbu a tektoniku pohoria Vihorlatu.

Metodika prác a výsledky štúdia hornín

Vrty RH-6, 7, 8 a 10 sa nachádzajú v oblasti vulkanicko-tektonickej depresie centrálneho Vihorlatu (obr. 1). Geológiu a tektoniku predmetnej oblasti podrobne opísal Bacsó (1979, 1986), preto sa obmedzíme len na stručné opísanie predmetných vrtov vyplývajúce z geologického rezu zverejneného Bacsóom (1986; obr. 1).

Vrt RH-6 prevrtal hlavne intruzívny komplex strednoporfýrického hyperstenicko-augitického a drobnoporfýrického augitického dioritového porfýru. V hĺbkovej úrovni od 161 do 182 m sa vyskytuje diorit, v hĺbke 207—223 m zbrekčovatená zóna. Vrt RH-7 prerazil (cca od 350 do cca 440 m) hlavne lávové prúdy hyperstenicko-augitického andezitu s tenkými polohami jeho epiklastík a pyroklastík. V profile vrtu RH-8 sa nachádza domatická extrúzia (intrúzie augitického andezitu a andezitového porfýru, epiklastiká a pyroklastiká hyperstenicko-augitického andezitu (od 450 do 530 m), augitický granodioritový porfýr (žilný prienik) a drobnoporfýrický augitický dioritový porfýr. Litologický profil vrtu RH-10



je nasledujúci (podľa geologického rezu, ktorý poskytol Bacsó): 24—184 m strednoporfyrický, miestami zbrekciovatý, miestami chloritizovaný pyroxenický andezit; 194—374 m striedavo lávobrekcia andezitu alebo lapilový tuf; 391—533 m strednoporfyrický chloritizovaný pyroxenický andezit; 546—583 m chloritizovaná lávobrekcia andezitu; 625—690 m dioritový porfýr; 713 m kontaktná brekcia; 821 m argilitizovaný dioritový porfýr.

Z vrtu RH-6 sa odobralo 29 vzoriek s krokom 10 až 30 m, z vrtu RH-7 z intervalu 5—272 m 23 vzoriek a z intervalu 437—683 m 13 vzoriek. Vzorky z vrtu RH-8 (spolu 42) boli odobrané od 162 do 593,5 m s veľmi nepravidelným krokom, od 683,5 do 1 196,5 m s krokom od 6,0 do 25 m (v jednom prípade je krok medzi odbermi 61 m) a z vrtu RH-10 s krokom 3 až 20 m (z intervalu 24 až 713 m) 33 vzoriek. Všetky vzorky boli odobrané orientovane voči osi vrtu (voči osi Z). Z vrtných jadier boli odvítané vzorky valčekového tvaru priemeru 25,4 mm a výšky 22 mm.

Merala sa magnetická susceptibilita (χ), prirodzená remanentná magnetická polarizácia (NRMP) vzoriek, testovala sa magnetická a smerová stabilita RMP hornín. Metodiku laboratórnych prác opisujú dávnejšie práce (napr. Orlický, 1986). Výsledky laboratórnych testov stability RMP metódou striedavej demagnetizácie hornín sú zobrazené na obr. 2, výsledky meraní χ , NRMP, inklinácia RMP, polarita RMP vzoriek hornín na obr. 3 až 6. Stredné magnetické charakteristiky hornín z vybraných intervalov vrtov

RH-6, 7, 8 a 10 a parametre k a α_{95} sú v tab. 1. Pri výpočte parametrov k a α_{95} sme uvažovali s deklináciou $D = 0$.

Z tab. 1 a obr. 2 až 6 vidieť, že v jednotlivých vrtoch vykazuje časť vzoriek nízke hodnoty, niektoré vzorky vykazujú vysoké hodnoty χ a NRMP. Charakteristický tvar kriviek striedavej demagnetizácie vzoriek hornín vrtu RH-10 a niektorých vzoriek z vrtov RH-6, 7 a 8 na obr. 2 poukazuje na prítomnosť najmenej dvoch magnetických zložiek — nositeľov RMP v týchto horninách. Je pravdepodobné, že po prvotnom sformovaní horniny došlo k jej následnému, v uvažovanom priestore nehomogénemu atakovaniu mladšími produktami intruzívnej vulkanickej aktivity (termálny alebo hydrotermálny účinok). Dochádzalo k dezintegrácii pôvodných tmavých minerálov včítane magnetických a vznikla sekundárna magnetizácia. Výsledky meraní Curieho teplôt potvrdzujú, že nositeľmi magnetizmu sú v týchto horninách asociácie sulfidických minerálov (pyrotín spolu s pyritom) s Fe a Fe-Ti oxidmi. Nízke hodnoty magnetických charakteristík hornín so stabilnou RMP v intervale 311 až 811 m vo vrte RH-10 na takúto možnosť poukazujú.

Väčšia časť vzoriek hornín vykazuje zápornú inklináciu RMP. Horniny s kladnou RMP sú podradnejšie zastúpené. Pre jednotlivé vybrané zoskupenia sa kladná a záporná inklinácia RMP svojimi absolútnymi hodnotami veľmi nelíšia (tab. 1). Hodnotami inklinácie RMP sa výrazne líšia horniny vrtu RH-10 v intervale od 311 do 821 m, ktorých stredná hodnota

Obr. 1.

A — Schematická mapa vulkanitov pohoria Vihorlatu (podľa Bacsóa, 1979). Prvá etapa magmatizmu: 1 — úvodná, acidná formácia (vrchný báden); Druhá etapa magmatizmu: 2 — prvá intermediárna formácia Vihorlatu (vrchný báden až stredný sarmat), 3 — druhá intermediárna formácia Vihorlatu (stredný sarmat); Tretia etapa magmatizmu: 4 — tretia intermediárna formácia Vihorlatu (vrchný sarmat); Štvrtá etapa magmatizmu: 5 — štvrtá intermediárna formácia Vihorlatu (spodný panón), 6 — centrum vulkanizmu, 7 — centrum vulkanizmu s výskytom telies sekundárnych kvarcitov, 8 — overené a predpokladané zlomy, 9 — hranica vulkanického pohoria, 10 — oblasť vrtov.

B — Situácia vrtov. 1 — elevácie zisteného neovulkanického intruzívneho komplexu, 2 — vrt.

C — Časť geologického rezu. 1 — bradlové pásmo, 2 — vonkajší (magurský) paleogén, 3 — lávové prúdy hyperstenicko-augitického andezitu, 4 — epiklastiká a pyroklastiká hyperstenicko-augitického andezitu, 5 — pňovitá, žilná a kupolovitá telesá leukokratného kyslého andezitu, 6 — lávové prúdy a ojedinelé polohy vulkanoklastík dvojpyroxenického andezitu, čiastkový vrchnosarmatský vulkanický kužeľ kóty Vihorlat, 7 — domatické extrúzie, 8 — strednoporfyrický hyperstenicko-augitický dioritový porfýr, 9 — drobnoporfyrický augitický dioritový porfýr, 10 — augitický granodioritový porfýr, 11 — produkty centrálnych zón (Morské Oko a Porubský potok), 12 — žilné telesá augiticko-amfibolického andezitového porfýru, pyroxenického andezitu, 13 — zosuvy.

Fig. 1.

A — Schematic map of the volcanites of the Vihorlat Mts. (according to Bacsó, 1979). The first stage of magmatism: 1 — introductory acidic formation, Upper Badenian; The second stage of magmatism: 2 — the first intermediate formation of Vihorlat (Upper Badenian — Middle Sarmatian), 3 — the second intermediate formation of Vihorlat (Middle Sarmatian); The third stage of volcanism: 4 — the third intermediate formation (Upper Sarmatian); The fourth stage of magmatism: 5 — the fourth intermediate formation (Lower Pannonian), 6 — volcanic centre, 7 — volcanic centre containing high-silica rocks, 8 — verified and supposed faults, 9 — boundary of volcanic Mts., 10 — the borehole area.

B — Situation of the boreholes. 1 — the elevation of detected neovolcanic intrusive complex, 2 — the borehole.

C — Part of the geological cross-section. 1 — the Klippen Belt, 2 — the Outer (Magura) Paleogene, 3 — lava flows of hyperstene-augite andesite, 4 — epiclastics and pyroclastics of hyperstene-augite andesite, 5 — necks, dykes and domatic bodies of leucocratic acidic andesite, 6 — lava flows and rare beds of volcanoclastics of double-pyroxene andesite undifferentiated, the Vihorlat volcanic cone (Upper Sarmatian), 7 — domatic extrusions, 8 — medium grained porphyric hyperstene-augite diorite porphyry, 9 — fine-grained porphyric augite diorite porphyry, 10 — augite-granodiorite porphyry, 11 — products of the Morské oko and the Porubský potok central zones, 12 — dyke bodies of augite-amphibole andesitic porphyre and pyroxene andesite, 13 — slides.

TAB. 1
Magnetické vlastnosti hornín vrtov RH-6, RH-7, RH-8 a RH-10
Magnetic properties of the RH-6, RH-7, RH-8 and RH-10 Boreholes rocks

Označenie vrtu hlbkový int. (m)	Počet vzoriek	$\kappa \times 10^6$ (SI)	NRMP (nT)	Q	$I^{(o)}$	k	$\omega_{95}^{(o)}$	
RH-6								
25—335	14	6 8	398	12	0,64	+52,9 -44,9	190 505	33,0 26,4
345—553	16	6 10	940	1 029	21,9	+60,0 -63,9	5 30	40,0 37,4
86, 275, 284, 308, 321, 333, 390, 426	7	2 5	396	13	0,7	+52,3 -56,7	565 1 078	19,2 1,9
RH-7								
5—272 (kladná I)	13		2 333	9 375	80,3	73,3	237	8,6
5—272 (záporná I)	17		2 354	5 532	47,0	-72,8	95	28,7
437—683 (kladná I)	3		831	8 586	206,6	67,4	6	64,4
437—683 (záporná I)	7		615	2 970	96,6	-59,9	141	22,8
668 (mimoriadne stabilná RMP)	2		427	67	0,3	-65,5	2 568	1,5
RH-8								
162—683,5	8	2 6	864	921	21,3	+79,7 -77,1		
380, 415, 489, 513, 544 553 (s relatívne vyššími hodn. a NRMP)	6		1 757	2 218	25,2			
706—1 195	28	14 14	441	182	8,3	+72,6 -74,9		
RH-10								
24—309	25	7 18	1 321	1 315	19,9	+55,1 -53,2	302 550	12,5 11,3
311—821	20		304	36	2,4			
122, 148, 166, 184, 202, 222, 278, 326	7	11	3 581	474	2,7	-34,3 -49,7	680 924	8,5 2,6
274, 391, 407, 446, 456, 465, 475, 509, 520, 533	10		442	30	1,4	-36,8	922	2,1

κ — objemová magnetická susceptibilita $\times 10^{-6}$ v jednotkách SI, NRMP — prirodzená remanentná magnetická polarizácia v nT, Q — Königsbergerov koeficient, $I^{(o)}$ — inklinácia remanentnej magnetickej polarizácie (RMP), k — koeficient presnosti, α_{95} — polovičný uhol oválu spoľahlivosti pre $p = 0,05$.

z 11 jednotlivých výsledkov je $I_{str} = -34,3^\circ$. Rozdiel na je aj stabilita RMP študovaných hornín voči striedavému demagnetizačnému účinku (charakterizovaná koeficientom presnosti k a polovičným uhlom kužela spoľahlivosti α_{95} v tab. 1).

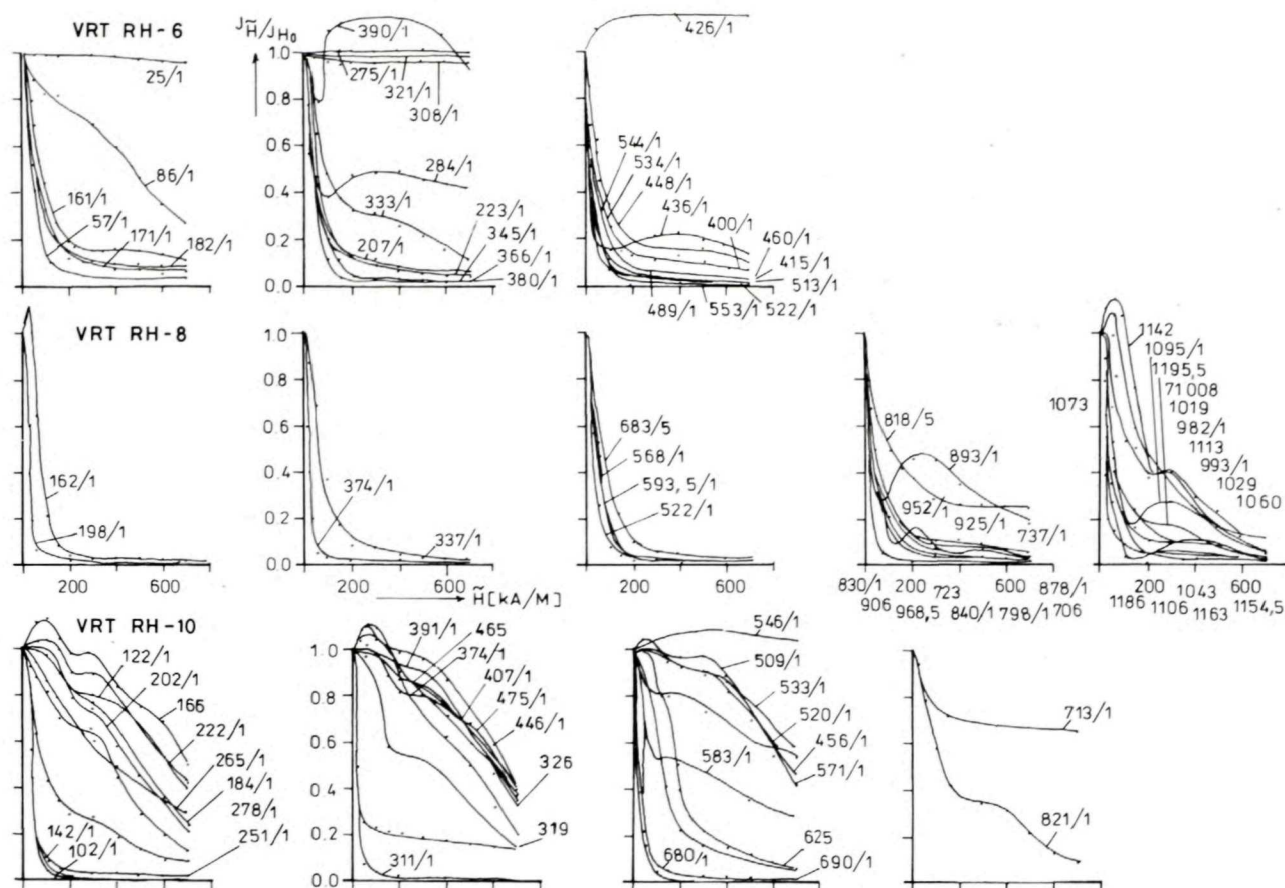
Interpretácia výsledkov meraní hornín vrtov RH-6, 7, 8 a 10

1. Stredná absolútna hodnota inklinácie RMP vulkanického komplexu študovaného hlbového intervalu vrtu RH-6 je $I_{str} = 55,7^\circ$.

2. Stredná absolútna hodnota inklinácie RMP vrtu RH-7 intervalu 5—272 m je $I_{str} = 73,0^\circ$; I_{str} hlbového intervalu 437—683 m je $62,7^\circ$.

3. Stredná absolútna hodnota inklinácie RMP vulkanického komplexu študovaného hlbového intervalu vrtu RH-8 je $I_{str} = 74,4^\circ$.

4. Medzi vrtmi RH-7, RH-6 a RH-8 je zistená prítomnosť 3 typov intruzívnych intravulkanických hornín, ktoré nevznikli pravdepodobne v rovnakom čase (obr. 2). Geologický rez (Bacsó, 1986) je konštruovaný v smere JZ — SV. Vyššie je uvedené, že vulkanický komplex prevrtaný vrtom RH-7 vykazuje v intervale 5—272 m inklináciu $I = 73,0^\circ$ a vo vrte RH-8 vykazuje inklináciu RMP $I = 74,4^\circ$, čo svedčí o zmene pôvodnej polohy tohto komplexu asi o 10° (zaklesnutie pod myslenú horizontálnu rovinu na SV strane). Vychádzame z predpokladu, že inklinácia geomagnetického poľa v dobe vzniku stabilnej RMP



Obr. 2. Výsledky demagnetizácie striedavým poľom I_H/I_{H_0} — pomer veľkosti remanentnej magnetickej polarizácie vzorky horniny pri vybranej hodnote demagnetizujúceho poľa (I_H) voči veľkosti prirodzenej remanentnej magnetickej polarizácii bez účinku demagnetizujúceho poľa (I_{H_0}). H — hodnota striedavého demagnetizujúceho poľa v kiloampéroch na meter (kA/m), 202/1 — označenie vzorky horniny príslušného vrtu.

Fig. 2. The results of AC demagnetization. I_H/I_{H_0} — the ratio of the value of the remanent magnetic polarization of rock sample for selected value of AC field (I_H) to the value of natural remanent magnetic polarization without the influence of AC field (I_{H_0}). H — the value of AC demagnetization field in kilo Ampers over meter (k A/m), 201/1 — number of rock sample from the borehole in question.

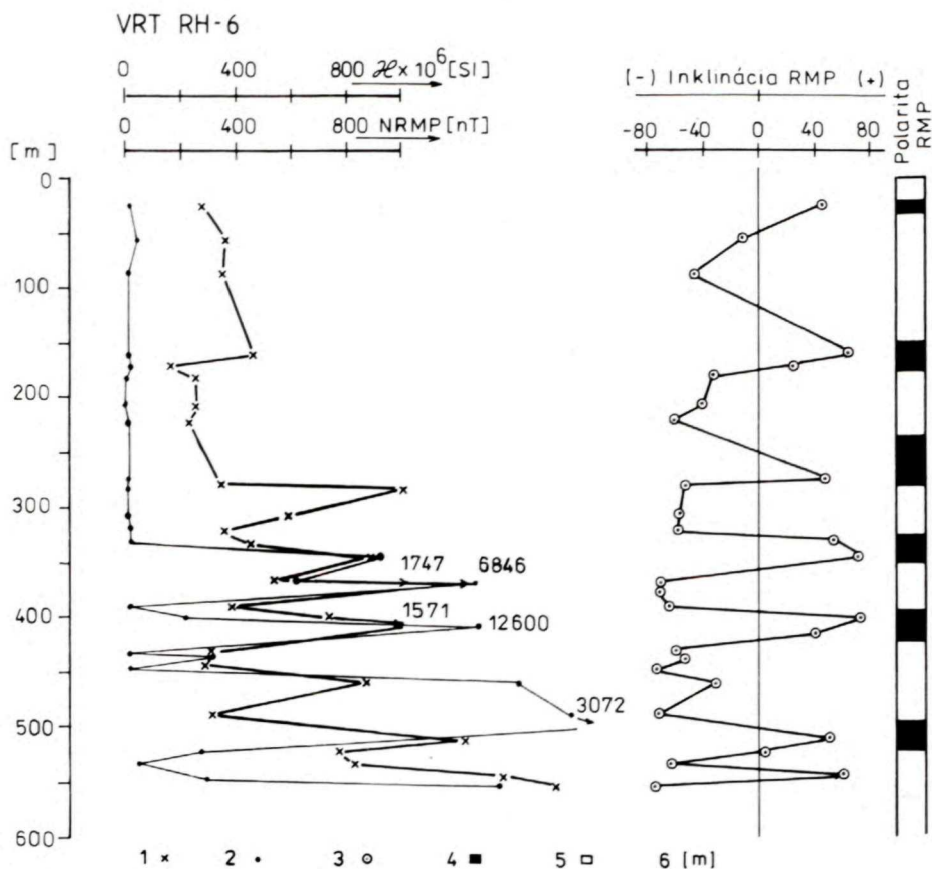
horniny bola blízka dnešnej — cca 65° . Vulkanický komplex vrtu RH-6 má inklináciu $I = 55,7^\circ$. Došlo teda k zmene pôvodnej polohy komplexu o cca 10° smerom asi na JZ (zaklesnutie komplexu na JZ strane pod horizontálnu rovinu). Uvedené predpoklady však nasvedčujú, že pravdepodobne najmladšie v danom priestore sú intrúzie augitického andezitu a andezitového porfýru. Po vychladnutí tohto komplexu a konsolidácii celého priestoru zaklesávalo okolité prostredie, čo sa prejavilo aj na vulkanických komplexoch prevrtaných vrtmi RH-6, 7 a 8.

5. Vrt RH-10 je situovaný v centrálnej vulkaniko-tektonickej depresii Vihorlatu na západnom okraji intruzívneho telesa (obr. 1). Inklinácia RMP hornín vulkanického komplexu, najmä v intervale 311 až 821 m vrtu RH-10, je $I_{str} = -34,3^\circ$. Južná alebo JV časť komplexu zaklesla teda cca o 30° pod horizontálnu rovinu. Zaklesnutie komplexu smeruje do stredných častí vulkaniko-tektonickej depresie Vihorlatu.

Časovú spätosť zaklesnutia tohto komplexu nie je možné jednoznačne určiť, pretože sa zatiaľ nestanovoval rádiometrický vek hornín. Bacsó (1979, 1986) vyslovil názor, že vulkaniko-tektonická depresia Vihorlatu vznikala v záverečnej fáze prvej intermediárnej formácie Vihorlatu v období vrchný bádén až stredný sármát. Možno predpokladať, že paleomagnetickými výsledkami potvrdené zaklesnutie vulkanického komplexu prevrtaného vrtom RH-10 spadá do obdobia vrchného bádénu.

Prehodnotenie niektorých doterajších paleomagnetických výsledkov pohoria Vihorlatu

Najstaršie v minulosti študované vulkanické produkty sú ryodacitové telesá z lokalít od Michaloviec a Beňatiny. Všetky doterajšie výsledky nasvedčujú, že tieto ryodacitové dómy a kumulodómy prenikli v pohorí Vihorlatu do subvulkanických úrovní



Obr. 3. Magnetické a paleomagnetické charakteristiky hornín vrtu RH-6. 1 — objemová magnetická susceptibilita (χ) vzorky horniny, 2 — prirodzená remanentná magnetická polarizácia (NRMP) vzorky horniny, 3 — veľkosť inklinácie RMP vzorky horniny, 4 — interval kladnej polarita RMP, 5 — interval zápornej polarita RMP, 6 — hĺbka v metroch.

Fig. 3. Magnetic and paleomagnetic characteristics of rocks of the borehole RH-6. 1 — a volume magnetic susceptibility (χ) of rock sample, 2 — natural remanent magnetic polarization (NRMP) of rock sample, 3 — value of the inclination of the RMP of rock sample, 4 — the interval of positive polarity RMP, 5 — the interval of negative polarity RMP, 6 — the depth in meters

v záverečnej etape acidného magmatizmu. Ryolito-vo-ryodacitový magmatizmus pretrval v pohorí Vihorlatu, podobne ako na zemplínskej elevácii, do morského vrchného bádenu (Bacsó, 1979).

Z paleomagnetických výsledkov jednotlivých vzoriek a lokalít (základné paleomagnetické výsledky sú prevzaté z práce Orlického et al., 1970) bol prehodnotením pôvodných individuálnych údajov vypočítaný stredný smer RMP ryodacitových telies $I_{str} = -38,2^\circ$, $D_{str} = 186,5^\circ$. Inklinácia RMP je záporná a vektor RMP smeruje približne na juh. Predpokladáme, že ryodacitové telesá v dobe svojho vzniku a následného sformovania získali RMP, ktorej inklinácia sa líšila ($I = -65^\circ$) od vyššie uvedenej. Rozdiel cca $I = 27,0^\circ$ je spôsobený zaklesnutím južného okraja ryodacitových telies od doby ich vzniku (obr. 7).

Porovnávaním týchto výsledkov s vypočítaným stredným smerom RMP vrchnobádenských ryodacitov z 11 lokalít pohoria Veľký Milič a Zemplínskych vrchov (Orlický et al., 1974) vidíme pomerne dobrú zhodu ($I_{str} = -40,9^\circ$, $D_{str} = 169,6^\circ$). Zaklesávanie

južného alebo JJV okraja týchto ryodacitových telies má tendenciu náklonu smerom do Východoslovenskej nížiny (obr. 7).

Orlický, Kaličiak a Tözsér (1985) paleomagneticky podrobne študovali vrchnobádenské ryolitové teleso s fluidálnou textúrou vyskytujúce sa v intervale 418,0—579,6 m vo vrte DK-1 v Slanských vrchoch. Stredná hodnota inklinácie RMP tohto telesa vypočítaná z individuálnych výsledkov 31 vzoriek je $I_{str} = 7,9^\circ$. Je predpoklad, že teleso sa z pôvodnej polohy vychýlilo cca o $50-57^\circ$ (zaklesnutie pravdepodobne južného okraja telesa a vyzdvínutie jeho severného okraja). Taktiež ryolitové tufy vrchného horizontu súvrstvia bádenských vulkanoklastík prevítaných vrtom ZH-1 v Slanských vrchoch vykazujú v zmysle Orlického (1986) zaklesnutie smerom na juh (obr. 7).

Vidíme, že ryodacitové a ryolitové telesá vzniknuté vo vrchnom bádene v oblasti Vihorlatu, Slanských vrchov, Veľkého Miliča a Zemplínskych vrchov zaklesávali lokálne s väčším alebo menším ponáraním sa južného okraja pod horizontálnu rovinu. To svedčí

o areálnom prejave, ktorý súvisí pravdepodobne s formovaním východoslovenskej panvy. Vznik panvy vo vrchnom bádene predpokladal tiež Buday et al. (1967). Zaklesávanie geologických formácií vo vrchnom bádene je doložené i geologickou interpretáciou tzv. kolčovských vrstiev potvrdených vo vrte Vranov V-1 (Vass, ústna informácia).

Po prehodnotení pôvodných paleomagnetických výsledkov produktov druhej etapy magmatizmu (v zmysle Bacsu, 1979, 1986) je pravdepodobná takáto interpretácia:

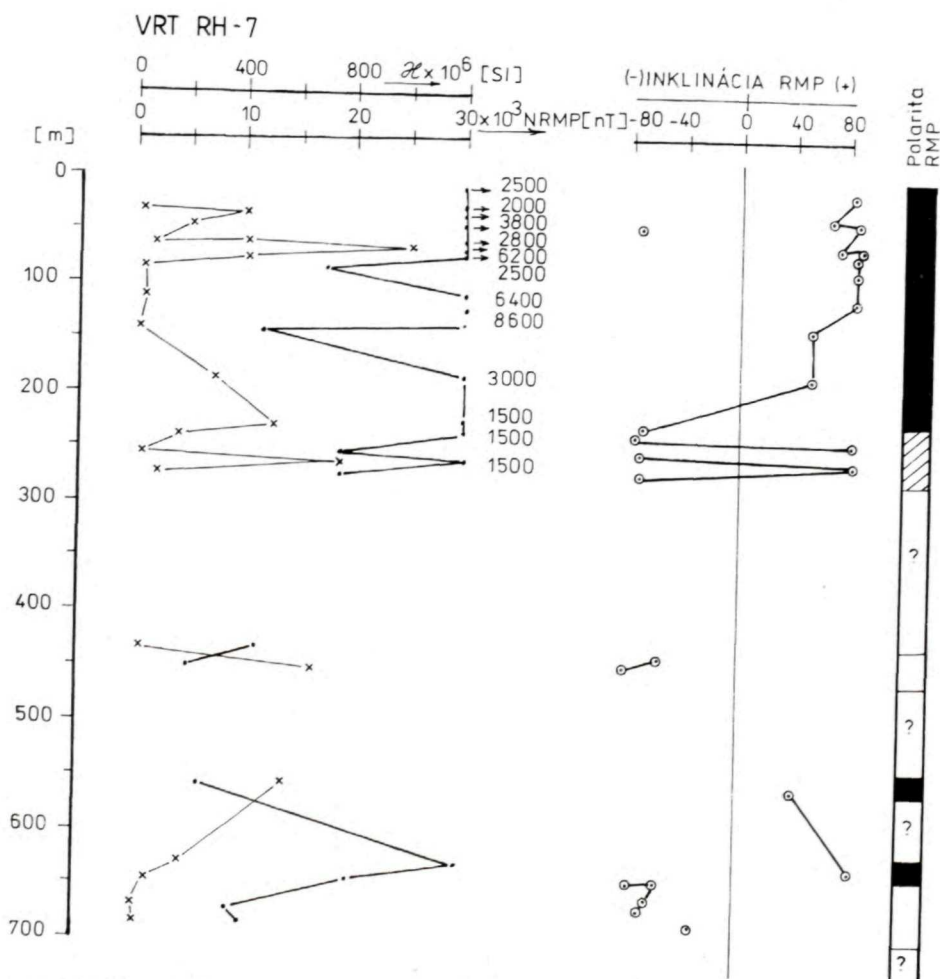
1. Kupulovité, pňovité a žilné telesá pyroxenických andezitov a andezitových dacitov subvulkanického komplexu prvej intermediárnej formácie (vrchný bádene až stredný sarmat), zastúpené výsledkami z 11 lokalít, vykazujú $I_{str} = -70,0^\circ$ a $D_{str} = 175,2^\circ$. Podľa inklinácie RMP subvulkanický komplex ako celok zaklesol od doby svojho vzniku mierne (cca 5°) na sever, čo nenasvedčuje, že jeho dynamika mala spojitost s areálne zisteným naklonením subvulkanických vrchnobádenských telies ryodacitov a rhyolitov v oblastiach východoslovenských neovulkanitov. To

ale poukazuje na vznik prednostne v sarmate, a nie vo vrchnom bádene.

2. Dómy a kumulodómy amfibolicko-pyroxenického andezitu až andezitového dacitu subvulkanického komplexu druhej intermediárnej formácie Vihorlatu (stredný sarmat) sa vyskytujú v oblastiach lokalít Tarnava, Šutová a medzi obcou Vinné a Vinianskym jazerom. Pôvodne bol tento komplex vzhľadom na rozdielnú polaritu rozčlenený na komplex Vinné s kladnou polaritou RMP, považovaný pôvodne za jeden z najstarších produktov vulkanickej aktivity v pohorí Vihorlatu, a na komplex Tarnava—Šutová so zápornou polaritou RMP, pôvodne považovaný za relatívne mladý (stredný pliocén — Orlický et al., 1970).

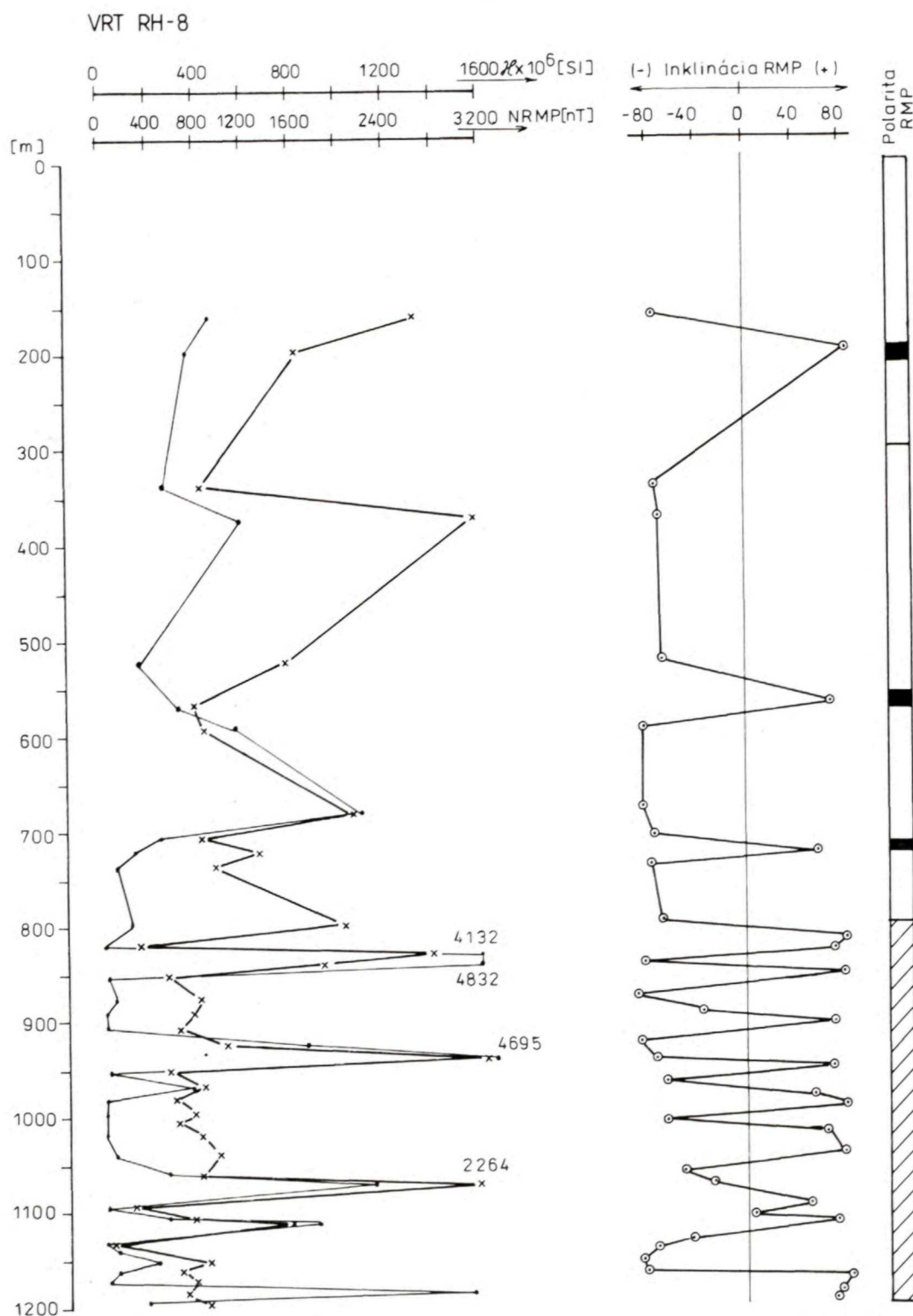
Prehodnotené paleomagnetické výsledky poukazujú, že od doby vzniku komplexu Vinné zaklesol cca o 49° ($I_{str} = 15,7^\circ$, $D_{str} = 328,8^\circ$) a komplex Tarnava—Šutová o $33,4^\circ$ ($I_{str} = -31,6^\circ$, $D_{str} = 191,9^\circ$) na juh (obr. 7). Vyššie je uvedené, že celý predmetný subvulkanický komplex vznikol v strednom sarmate.

Orlický et al. (1985) podrobne študovali domatické



Obr. 4. Magnetické a paleomagnetické charakteristiky hornín vrtu RH—7. Vysvetlivky ako pri obr. 3.

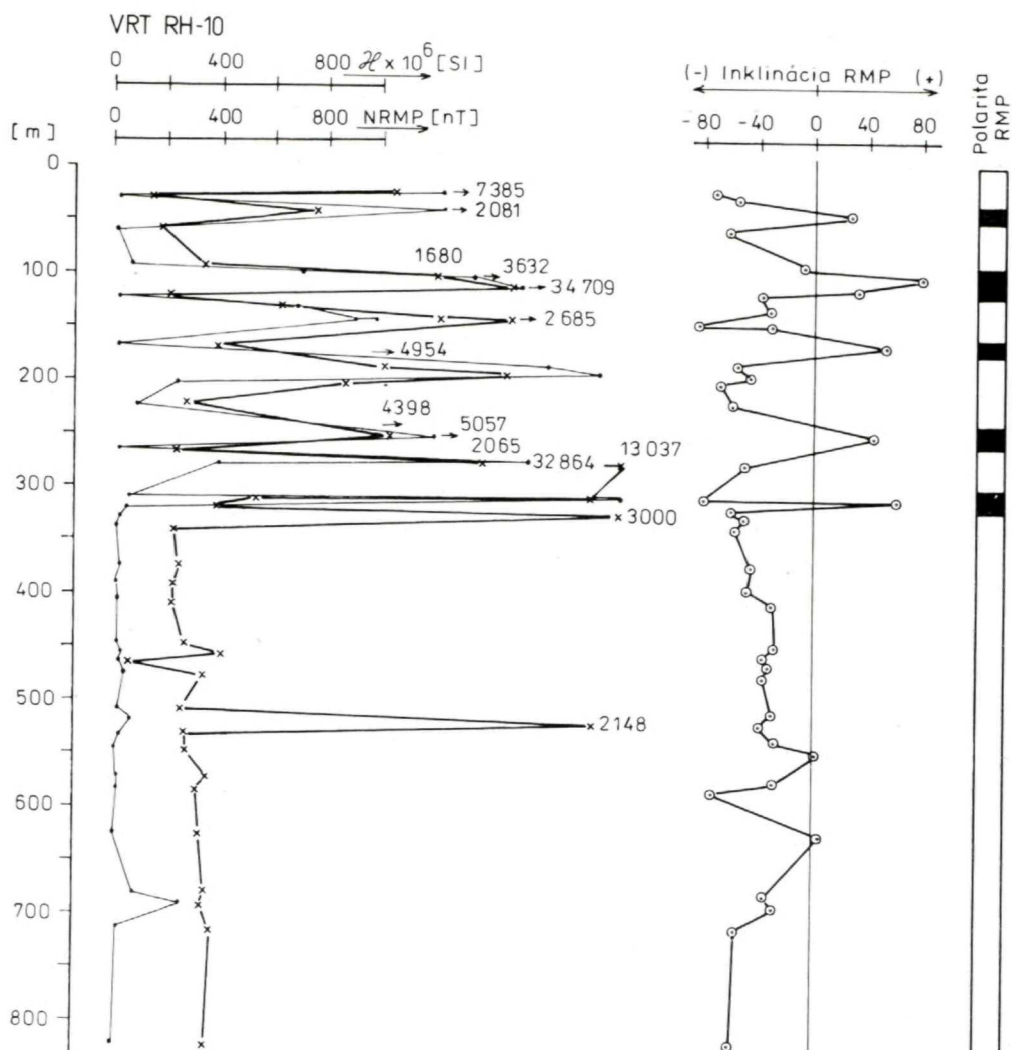
Fig. 4. Magnetic and paleomagnetic characteristics of rocks of the borehole RH—7. Explanations are in Fig. 3.



Obr. 5. Magnetické a paleomagnetické charakteristiky hornín vrtu RH-8. Vysvetlivky sú ako pri obr. 3.
Fig. 5. Magnetic and paleomagnetic characteristics of rocks of the borehole RH-8. Explanations are in Fig. 3.

teleso dvojpyroxenického andezitu typu Libanka vo vrte Dk-1 v Slanských vrchoch. Toto teleso je začlenené do komplexu Ošvárska a vzniklo pravdepodob-

ne v spodnom sarmate (Orlický et al., 1985). Stredná inklinácia RMP 253,5 m mocného telesa (interval 74,2 m až 327,7 m) vypočítaná z individuálnych hod-



Obr. 6. Magnetické a paleomagnetické charakteristiky hornín vrtu RH-10. Vysvetlivky sú ako pri obr. 3.
Fig. 6. Magnetic and paleomagnetic characteristics of rocks of the borehole RH-10. Explanations are in Fig. 3.

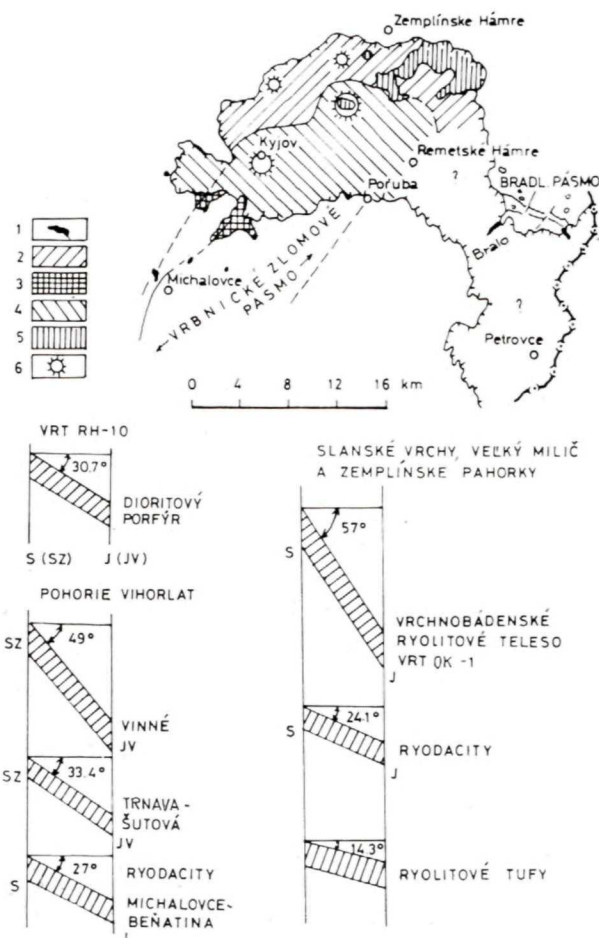
nôť 48 vzoriek po korekcii o odklon vrtu od zvislej osi $2,3^\circ$ na JZ je $I_{str} = 75,1^\circ$. Rozdiel cca 10° spôsobilo zaklesnutie severnejších častí komplexu v postvulkanickom období. Z uvedeného vyplýva, že areálne zaklesávanie starších komplexov smerom na juh sa v období od vzniku vo vrte Dk-1 potvrdeného dvojpyroxenického andezitu až doteraz neprejavilo.

Usudzujeme, že ak subvulkanický komplex druhej intermediárnej formácie Vihorlatu vznikol v strednom sarmate, potom zaklesnutie vyššie uvedených vulkanických telies z oblasti Vinné a oblasti Tarnava—Šutová bolo dôsledkom pohybov iba lokálneho významu. Ak má zaklesnutie komplexov Vinné a Tarnava—Šutová na juh súvis s areálnym zaklesnutím vrchnobádenských ryodacitov a ryolitov (čo prednostne predpokladáme), potom vznikli pravdepodobne vo vrchnej bádene.

3. Medzi produkty Bacsóom (1979, 1986) vyčle-

nej tretej intermediárnej formácie Vihorlatu spadá komplex pôvodne označený ako komplex Kyjov—Orechová, ďalej komplex pôvodne označený ako Popriečny—Vihorlat a komplex Koňuš. Stredná hodnota vypočítaná z hodnôt 18 individuálnych lokalít pre komplex Kyjov—Orechová je $I_{str} = 69,1^\circ$, $D_{str} = 342,0^\circ$. Stredná hodnota vypočítaná z údajov 11 individuálnych lokalít komplexu Popriečny—Vihorlat a komplexu Koňuš spolu je $I_{str} = -63,1^\circ$, $D_{str} = 160,1^\circ$. Vzájomným porovnávaním hodnôt týchto komplexov vidíme, že smer vektora RMP je vzájomne pootočený o 180° . Inklinácia RMP nevykazuje takmer žiadne zmeny polohy komplexov voči horizontálnej rovine. Deklinácia RMP však poukazuje na pootočenie obidvoch komplexov o cca $20,0^\circ$ okolo zvislej osi v smere proti pohybu hodinových ručičiek.

Tendenciu pohybu okolo zvislej osi cca 32° v smere proti pohybu hodinových ručičiek vykazuje



Obr. 7. Schematická mapa vulkanitov pohoria Vihorlatu a schematické zobrazenie sklonu vybraných vulkanických komplexov východoslovenských neovulkanitov. 1—6 — vysvetlivky ako pri obr. 1 A. 7 — príslušný vulkanický komplex a jeho sklon.

Fig. 7. Schematic map of the volcanites of the Vihorlat Mts. and schematic picture of the slope of selected volcanic complexes of East Slovak neovolcanites. 1—6 — explanations are in Fig. 1 A. 7 — volcanic complex in question and its slope.

taktiež komplex Vinné, začlenený do druhej intermediarnej formácie Vihorlatu. Rotáciu uvedených komplexov v horizontálnej rovine treba potvrdiť geologickými a tektonickými fenoménmi.

Záver

Z veľkého počtu publikovaných prác a súborných kompendií je známe, že paleomagnetizmus sa ako vedecká disciplína často aplikuje pri riešení problémov tektoniky, pohybu geologických komplexov, blokov, príkrovov, pohybu kontinentov atď. Vychádza sa z predpokladu, že hornina si zachovala stabilný smer RMP, zodpovedajúci smeru geomagnetického poľa z doby pred zmenou polohy študovaného horninového komplexu. Toto je prvoradým predpokladom v paleomagnetizme.

Je však tiež známe, že geomagnetické pole má

špecifickú, v čase premennú dynamiku, s krátko alebo dlho trvajúcimi periódami zmien jeho intenzity alebo smeru. Z hľadiska paleomagnetizmu je dôležité, že momentálne štádium procesov súvisiacich s dynamikou geomagnetického poľa sa prejaví na veľkosti a smere RMP horniny, ktorá v danej dobe vzniká.

Napriek tomu, že v nameranom výsledku predpokladáme vplyv zmien geomagnetického poľa (vplyv napr. sekulárnych variácií) laboratórnymi postupmi ani výpočtom ho väčšinou pre nedostatok informácií, napr. o dobe vzniku horniny alebo minerálov, ktoré sú nositeľmi magnetizmu, nemôžeme eliminovať.

Z toho dôvodu je nutné i smer RMP študovanej horniny chápať ako údaj, ktorý môže byť spomínanými fenoménmi ovplyvnený.

Vzhľadom na evidentnú tektoniku v predmetnom pohorí (Bacsó, 1986) sa prikláňame k náhľadu, že výrazné zmeny smeru RMP študovaných hornín sú v dominujúcej miere dôsledkom dynamiky vulkanických komplexov od doby získania ich stabilnej RMP.

Literatúra

- Bacsó, Z. 1979: Neovulkanické formácie Vihorlatu a ich vzťah k tektonike a epigenetickej mineralizácii. *Miner. slov.*, 11, 21—53.
- Bacsó, Z. 1986: Geologická stavba a zlomové štruktúry stratovulkánov Vihorlatských vrchov. *Miner. slov.*, 18, 97—120.
- Buday, T., Cicha, J., Hanzlíková, E., Chmelík, F., Koráb, T., Kuthan, M., Nemček, J., Picha, F., Roth, Z., Seneš, J., Scheibner, E., Stráňik, Z., Vaškovský, I., Žebara, K. 1967: Regionální geologie ČSSR. Díl II. Západní Karpaty. Svazek 2. Praha, ČSAV, 465 s.
- Bucha, V., Petrova, G. N., Burlatskaya, S. P., Cupak, I., Golovkov, V. P., Kautzleben, H., Webers, W. 1983: Magnetic Field and the Processes in the Earth's Interior. Praha, Academia.
- Đurica, D., Kaličiak, M., Kreuzer, H., Müller, P., Orlický, O., Slávik, J., Tözsér, J., Vass, D. 1978: Sequence of volcanic events in Eastern Slovakia in the light of recent radiometric age determinations. *Věst. Ústř. Úst. geol.*, 53, 75—88.
- Chramov, A. N., Šolpo, L. E. 1967: Paleomagnetizm. Moskva, Nedra.
- Orlický, O., Pagáč, P., Slávik, J. 1970: Paleomagnetism of volcanic rocks in Vihorlat Mts. and its geological interpretation. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, 21, 1, 153—166.
- Orlický, O., Slávik, J., Tözsér, J. 1974: Paleomagnetism of volcanics of the Slanské vrchy, Veľký Milič Mts. and Zemplínske pahorky Hills and its Geological Interpretation. *Geol. Zbor. Geol. carpath.*, XXV-2.
- Orlický, O. 1979: Paleomagnetický výskum neovulkanitov Západných Karpát. [Kandidátska dizertačná práca.] *Manuskript — Geofyzika Bratislava*.
- Orlický, O., Kaličiak, M., Tözsér, J. 1985: Magnetické vlastnosti a paleomagnetizmus vulkanitov vrtu DK-1 z oblasti Slanských vrchov. *Miner. slov.*, 17, 403—414.
- Orlický, O. 1986: Paleomagnetizmus a petromagnetické vlastnosti intruzívnych hornín z oblasti Slanských vrchov. *Miner. slov.*, 18, 349—360.
- Repčok, I. 1984: Datovanie neovulkanitov Západných Karpát metódou stôp po štiepení uránu. *Manuskript — archív GÚDŠ*, 21 s.
- Slávik, J., Bagdasarjan, G. P., Kaličiak, M., Tözsér, J., Orlic-

ký, O., Vass, D. 1976: Radiometrické vzrasty vulkanických porod Vigorlata i Slanských gor. *Miner. slov.*, 8, 319–334.
 Tarling, D. H. 1974: Principles and applications of Paleomagnetism. *London*.

Vass, D. 1977: Radiometrický výskum neogénnych vulkanických hornín z východného Slovenska. *Manuskript—Nafta Michalovce*, 38 s.

The applying of the paleomagnetism to the recognition of the movement of some volcanic complexes of East Slovak neovolcanites in the Vihorlat area

The article consists of two contributions. One part deals with a new results of paleomagnetic study of volcanic rocks which have been taken from the boreholes depicted on the Fig. 1B. Re-evaluated older results published originally by Orlický et al. (1970) represent a second part of this article.

Rock samples were oriented with respect to the axis of the borehole. All samples were shaped to the cylinder (diameter = 25.4 mm; high = 22 mm). A. C. demagnetization was applied for testing magnetic and paleomagnetic stability of the rocks.

Basic results of the first part are presented in the Table 1. and in the Figs. 2–6. Re-evaluated results of the second part you can see in the Fig. 7.

An average absolute value of the inclination of the RMP of the rocks was used for the detection of a slope (a movement) of the geological complex in question, with respect to the horizontal plane. (The study of the slope of a volcanic complexes.)

The interpretation of the results is following:

Volcanic complex of the 2–272 m interval in the borehole RH-7 is characterized by $I_{av} = 73^\circ$. Volcanic complex in the borehole RH-8 is characterized by $I_{av} = 74.4^\circ$. We assume that mentioned volcanic complexes sloped about 10° on the northern part, with respect to the horizontal plane. The average absolute value of the inclination of the RMP of volcanic complex of the borehole RH-6 is $I_{av} = 55.7^\circ$. This complex is supposed to be sloped about 10° to the S or to SW. The borehole RH-10 is located in the central volcano-tectonic depression of the Vihorlat Mts (Fig. 1). The inclination of the RMP of volcanic complex in the interval 311.0 to 821.0 m is $I_{av} = -34.3^\circ$. (A slope of volcanic complex is supposed to be about 30.7° to the S or SE; Fig. 7. Volcanic complex consists of pyroxene-andesite, lava and contact breccias, and diorite-porphyrite body). Mentioned slope of volcanic complex was probably during Upper Badenian. (Central volcano-tectonic depression of the Vihorlat Mts. originated during Upper Badenian — to Middle Sarmatian age according to Bacsó, 1979, 1986).

Re-evaluated originally published results by Orlický et al. 1970 are following:

Average direction of a stable RMP of Upper-Badenian rhyolite-dacite bodies of the Michalovce and Beňatina localities in Vihorlat Mts. is $I_{av} = -38.2^\circ$, $D_{av} = 186.5^\circ$.

These volcanic bodies belong to the introductory acid formation according to Bacsó (1979). Similar direction of the RMP of Upper Badenian rhyolite-dacite bodies from 11 localities of Veľký Milič and Zemplínske vrchy Mts. is $I_{av} = -40.9^\circ$, $D_{av} = 169.9^\circ$. A slope of these volcanic bodies is about 27° to 25° to the S or SE respectively (Fig. 7).

An expressive slope — about 50° to 57° of Upper Badenian rhyolite body is detected in the borehole DK-1 in Slanské vrchy Mts. (Orlický et al., 1985).

We suppose that this areal slope of Upper Badenian volcanic bodies has been connected with the formation of the East Slovak basin during the same time. The formation of the East, Slovak basin during Upper Badenian has been supposed also by Buday et al. (1967). A slope of Upper Badenian complexes is confirmed also by the strata — in the borehole Vranov V-1 (Kolčovské-strata, according to personal information by Vass, 1987);

Average direction of the RMP of domatic bodies of amphibolite pyroxene andezite (to andezite-dacite) from the Tarnava-Šutová and near of Vinné localities is $I_{av} = -31.6^\circ$, $D_{av} = 191.9^\circ$. $I_{av} = 15.7^\circ$, $D_{av} = 328.8^\circ$ respectively. These volcanic bodies belong to the second intermediate formation of the Vihorlat Mts. according to Bacsó (1979, 1986). The direction of the RMP of mentioned volcanic complexes detect their slope to the S, or SE, about 33.7° or 49° respectively.

Average direction of the RMP of pyroxene andesite to andesite-dacite of subvolcanic complex of the first intermediate formation of Vihorlat Mts. is $I_{av} = -70.0^\circ$, $D_{av} = 175.2^\circ$. This complex originated during Middle Sarmatian age. Domatic body of double-pyroxene andezite (Lower Sarmatian) from the borehole DK-1 from the Slanské vrchy Mts. has average inclination of the RMP, $I_{av} = 74.2^\circ$ (Orlický et al., 1985). The directions of the RMP of mentioned bodies have detected their slope about 5° and 10° to the N respectively.

Paleomagnetic results of other volcanic complexes (originally named Kyjov—Orechová, Popriečny—Vihorlat and Koňuš complex) have not detected their slope ($I_{av} = 69.1^\circ$; $D_{av} = 342.0^\circ$; $I_{av} = -63.1^\circ$; $D_{av} = 160^\circ$ respectively). But these complexes probably rotated counterclockwise about 20° in the horizontal plane. Counterclockwise rotation about 32° is detected also by the results of the rocks of Vinné complex.