

A Velencei-hegység magmás kőzeteinek paleomágnessége

M Á R T O N N É S Z A L A Y E M Ó

Nyolc andezit, tizenhat gránit, egy diabáz és négy metamorf feltárásból származó mintákat tanulmányoztunk. A remanens mágnesezettség tisztítására váltóterű és termolegmágnesezést is használtunk.

A nyolc andezítűfeltárási mintáinak feltárásonkénti középirányából számolt paleomágnesezést középirány:

$$\bar{D} = 153^\circ, \quad \bar{I} = -45^\circ, \quad \alpha_{95} = 10,6^\circ.$$

Hét gránit és az egyetlen diabáz feltárási kőzetei teljesen átmágneseződtek az andezitvulkánosság idején. Ezekből a középirány:

$$\bar{D} = 144^\circ, \quad \bar{I} = -44^\circ, \quad \alpha_{95} = 11,1^\circ.$$

A felső eocén paleomágnesezést pólus: $\Phi = 59^\circ$, $\Lambda = 258^\circ$, meghatározására egyaránt felhasználtuk az andezitek és az átmágnesezett idősebb kőzetek mintavételi helyekre meghatározott középirányait.

A metamorf kőzetek és néhány gránit csoport mágnesezettségének nincs határozott iránya; vagy azért, mert a minták tisztításkor instabilak voltak, vagy mert a szórás nagy volt egy csoporton belül.

Öt gránítűfeltárásból származó mintának van olyan jellemző mágnesezettsége, amely különbözik a mai tér irányától és az andezitek meghatározott irányoktól is. Ezek közepes deklinációja $\bar{D} = 144^\circ$, inklinációja: $\bar{I} = +30^\circ$, $\alpha_{95} = 11,1^\circ$; a felső karbon pólus koordinátái pedig:

$$\Phi = 18^\circ, \quad \Lambda = 235^\circ.$$

A Velencei-hegység felső eocén és felső karbon pólusa is rokonságot mutat a Dunántúli-középhegység mezozoos pólusával, mivel a Velencei-hegység pólusai is értelmezhetőek rotált afrikai pólusként.

A Velencei-hegység felső eocén pólusa különbözik a mai mágnesezést pólustól, a stabil európai és afrikai felső eocén pólusoktól. Ebből következik, hogy a Dunántúli-középhegység és természetesen az egész tektonikai egység, amelynek része a Dunántúli-középhegység, jelentős lemeztektónikai mozgásokat végzett a felső eocén óta a mai helyzetéhez képest és mind stabil Európához mind Afrikához viszonyítva.

Изучались восемь обнажений андезита, шестнадцать гранита, одно диабаза и четыре метаморфических обнажения. Для очистки остаточной намагниченности применялось терморазмагничивание и размагничивание переменным полем.

Среднее направление палеомагнетизма, вычисленное по средним направлениям образцов восьми андезитовых обнажений:

$$\bar{D} = 153^\circ, \quad \bar{I} = -45^\circ, \quad \alpha_{95} = 10,6^\circ$$

Породы семи однашений гранитов и однашения диабаза полностью перемагнитились во время андезитового вулканизма. Определенное по ним среднее направление:

$$\bar{D} = 144^\circ, \quad \bar{I} = -44^\circ, \quad \alpha_{95} = 11,1^\circ.$$

Палеомагнитный полюс верхнего эоцена: $\Phi = 59^\circ$, $\Lambda = 258^\circ$, для его определения использовались средние направления как андезитов так и образцов более дробных перемагнитенных пород.

Определенное направление намагниченности метаморфических пород и нескольких групп гранитов отсутствует или потому, что образцы были неустойчивы во время очистки, или потому, что был большим разброс в пределах одной группы.

У образцов пяти обнажений гранита характерная намагниченность такая, что отличается от направления современного поля и от направления, определенного на андезитах. Среднее склонение их $\bar{D} = 144^\circ$, среднее наклонение $\bar{I} = +30^\circ$, $\alpha_{95} = 11,1^\circ$, а координаты полюса верхнего карбона:

$$\Phi = 18^\circ, \quad \Lambda = 235^\circ.$$

Полюсы верхнего эоцена и верхнего карбона гор Веленце показывают родство с мезозойскими полюсами Задунайского среднегорья, так как и полюсы гор Веленце интерпретируемы как повернувшийся африканский полюс.

Полюс верхнего эоцена и верхнего карбона гор Веленце отличается от современного магнитного полюса и от стабильных полюсов верхнего эоцена Европы и Африки. Из этого следует, что Задунайское среднегорье и естественно вся тектоническая единица, частью которой является Задунайское среднегорье, прошла через значительные плитотектонически движения со времени верхнего эоцена по отношению к её современному положению, а также по отношению как к стабильной Европе так и Африке.

Samples from 8 andesite, 16 granite, 1 diabase and 4 metamorphic schist localities were studied. Both AF and thermal method were used to clean the remanence.

The mean direction of the characteristic remanence of the andesites based on 8 localities is:

$$\bar{D} = 153^\circ, \bar{I} = -45^\circ, \text{ with } \alpha_{95} = 10.6^\circ.$$

Seven of the granite localities and the diabase have been found completely remagnetized during the andesite volcanism and give a mean:

$$\bar{D} = 144^\circ, \bar{I} = -44^\circ, \alpha_{95} = 15.1^\circ.$$

For calculating an upper Eocene palaeomagnetic pole position, the locality means of the andesite and remagnetized older rocks were combined:

$$\Phi = 59^\circ, \Delta = 258^\circ.$$

No meaningful remanence could have been isolated in the metamorphic groups and some of the granites; either because of the unstable behaviour of the remanence on cleaning or the great directional scatter within a locality.

Five granite localities display characteristic magnetizations different from both the present field and the direction of the andesites. These give a mean direction of $D = 144^\circ, I = +30^\circ, \alpha_{95} = 11.1^\circ$ and pole position of $\bar{D} = 18^\circ, \bar{I} = 235^\circ$ for the upper Carboniferous.

Both, the upper Eocene and upper Carboniferous poles from the Velence Mountains show affinity to the Mesozoic palaeomagnetic poles from the Transdanubian Central Mountains, i.e. they can be interpreted as rotated African poles.

The different position of the upper Eocene pole for the Velencei Mountains from the present magnetic pole, the upper Eocene palaeomagnetic pole for stable Europe and Africa respectively suggests that the tectonic unit where the Transdanubian Central Mountains belong was involved in significant plate tectonic movements in post-Eocene times.

Bevezetés

A Dunántúli-középhegység mezozoós kőzeteinek majdnem tíz éve folyó paleomágneses vizsgálata során a Dunántúli-középhegység látszólagos pólusvándorlási görbéjének mind teljesebb képe rajzolódott ki. Ezáltal egyre jobban megismertük lemeztectonikai kapcsolatait és a nagy lemezekhez viszonyított mozgásait a mezozoikumban. A pólusvándorlási görbe helyzetéből azt a következtetést is levontuk, hogy a Dunántúli-középhegység még a mezozoikum után is végzett relatív mozgást Afrikához és stabil Európához képest is. A mozgás részleteit azonban még nem ismerjük (Márton and Márton, 1978, 1981, 1983.; Márton, 1981 és 1982).

A legutóbbi időkig sikertelenek maradtak a paleozoós és paleogén üledékes kőzeteken végzett paleomágneses iránymeghatározások, az előbbi átmágnesesződés, az utóbbi a mágnesezettség kis intenzitása miatt.

Paleozoós magmás kőzetekkel először 1977-ben kísérleteztünk. Jantsky Béla terepi útmutatása nyomán mintegy 100 gránit és diabáz mintát gyűjtöttünk. A minták feldolgozása az akkori módszertani megközelítéssel, azaz a magmás kőzetekre általában alkalmazott váltóterű tisztítással szintén eredménytelen volt. A Mecsek hegység granitoidjainak paleomágneses vizsgálata során azonban

világossá vált, hogy a termolemagnezés mint tisztítási módszer és a mágnezettség összetevőinek elemzése célhoz vezethet (Márton, 1980). Az 1977-ben gyűjtött velencei alap és telérgránitok újra feldolgozása ezt bizonyította.

Új lendületet adott a Velencei-hegységben a paleomágneses kutatásoknak a KFH Velencei hegység – Balatonfő földtani-ércföldtani előkutatásának programja. Ennek keretében a MÁFI szakembereivel, Horváth Istvánnal és Balláné Dutko Antonióval együtt mintáztuk meg az ismert andezit feltárásokat és azokat a viszonylag ép gránit kibúvásokat, valamint a Gécsi-hegyen a diabázt, amelyet a korábbi gyűjtés elkerült.

A MÁFI szakembereinek segítségét az alkalmas feltárások kiválasztásában és a mintagyűjtésben ezúton is köszönöm.

Rövid földtani ismertetés

A Velencei-hegység a középmagyarországi mobilis övtől ÉNy-ra fekszik. Gránitját a benyomulás előtt regionálisan metamorfizálódott fillit sorozat övezi, amely a balatonfelvidéki fillit öv folytatásának tekinthető. A palaköpennyel együtt szenvedett átalakulást a Gécsi-hegyen felszínen is előforduló diabáz, amellyel rokon kőzetek a Balatonfelvidéken és a székesfehérvári mélyfúrásban is megtalálhatók (Jantsky, 1957).

A gránit kéregbeli megolvadt anyag jól homogenizálódott és differenciált, magas szintre nyomult intruziója (Jantsky, 1957; Buda, 1969, Pantó, 1980).

A fillit sorozat több helyen gyenge érintkezési átalakulás jeleit viseli magán, azonban a kontakt metamorf hatásnál sokkal erősebb oldatok hatására történt átalakulása.

A palaköpeny és a gránit érintkezése mindenütt tektonikus, így a gránit nem tekinthető teljesen autochtonnak. A gránit dél felé lezökkenett helyzetben van, mert a palaköpeny Ny-ról, É-ről és K-ről körülveszi a gránitot, de délen csak foszlányokban van meg (Jantsky, 1957).

A gránit korát földtani megfigyelések a felső karbonra rögzítik. Az alsó határt az urhidae sorozat vízi emeletbeli palájának utómagmás folyamatokban történt elkvárosodása jelzi, a felsőt a turmalinos aplit és pala megjelenése a permi konglomerátumban (Jantsky, 1957).

Az izotópi kor K/Ar meghatározásokból min. 280–290 millió év (Balogh és mások, megjelenőben).

A gránit fő tömegének (alapgránit) benyomulását kis időkülönbséggel teléres gránit, gránitporfir és aplit képződése követte (Jantsky, 1957).

Hosszú szünet után, a legfelső krétában (K/Ar kor 65 millió év: Balogh, szóbeli közlés) zajlott extrém alkáli magmatizmus termékei felszínen csak egy feltárásban ismertek (Pákozdi, Nagy kőfejtő), bár a hegység északi előterében mélyfúrásokból nagy elterjedésükre lehet következtetni (Horváth, szóbeli közlés).

A legfiatalabb magmás fázisban andezitek keletkeztek, amelyekhez jelentős utóvulkáni működés kapcsolódik. Az andezit kora Schréter és Mauritz (1952) szerint felső eocén, mivel az andezit kristálytufa felső eocén üledékes kőzetek közé települ. Az andezit K/Ar kora, amely két mintából készült, ezért egyelőre csak indikáció, 29 millió év (Balogh, szóbeli közlés). Ez a kor még az utóvulkáni működés koránál is fiatalabb, amelyet Jantsky (1957) az oligocén, latorfi emeletébe helyezett.

Terepen benzinmotoros fúróval magokat fúrtunk, vagy kézi példányokat vettünk, mely utóbbiakból 2 cm élhosszúságú kockákat vágtunk a méréshez. A mintákat mágneselesen tájoltuk. A mintavételi helyeket az 1. ábra mutatja.

Egy-egy mintavételi helyről 4–18 mintát gyűjtöttünk: kevesebbet az andezitekből, többet az idősebb kőzetekből, mivel az utóbbiak mágnesezettsége a tapasztalatok szerint bonyolultabb.

A remanens mágnesezettséget *JR-2* és *JR-4* kőzetgenerátorokkal, a szuszceptibilitást *KLY-1* szuszceptibilitásmérő hiddal mértük, mindhárom műszert a *Geofyzika, Brno, Csehszlovákia* gyártja. A természetes remanens mágnesezettséget (*NRM*) Schonstedt (USA) gyártmányú váltóterű lemágnesezővel és hőkezelővel tisztítottuk, általában 6–12 lépésben. A remanens mágnesség mérése mellett hőkezeléskor minden lépésben újramértük a szuszceptibilitást is, azért, hogy képet kapjunk a melegítés folyamán esetleg végbemenő mágneses ásványtani változásokról.

A mérési eredményeket statisztikusan *Fisher* (1953) módszerével dolgoztuk fel. A feldolgozás hagyományos módszereit kiegészítettük az *NRM* tisztítása folyamán elveszített remanens mágnesezettség elemzésével (*Hoffman and Day, 1978*).

A statisztikus kiértékelésből kirekesztettük azokat a mintákat, amelyeknek instabil vagy a csoport többi mintájánál fiatalabb (pl. gránitban „andezit irányú” volt a mágnesezettsége. Teljes egészében eredménytelenek azok a mintacsoportok, amelyekben a stabilis minták mágneses irányainak nagy a szórása: ezek a 17., 18., 19., 20., 26., 27., 28., (9. mintavételi helyek (1. ábra).

A paleomágneses eredmények összefoglaló táblázataiban csak a statisztikus kiértékelésre felhasznált minták száma szerepel. A gyűjtött és feldolgozott minták száma ennek csaknem kétszerese.

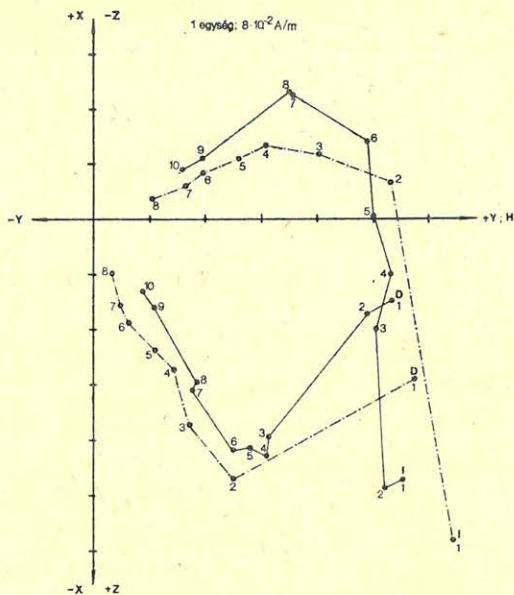
Az andezitek remanens mágnesezettsége

Az andezitek *NRM*-je viszonylag egyszerű. Általában váltóterű lemágnesezéssel tisztítottuk, de Sukoró, Sorompóvölgy (6. mintavételi hely) mintáit váltóterben és hőkezeléssel is lemágneseztük. A két módszer azonos eredményre vezetett (2. ábra).

Az andezitek utólagos, általában a mai irányú térben történt átmágneseződése legtöbbször kisfokú és csak a tisztítás folyamán elpusztult mágnesezettségben ismerhető fel. Van azonban olyan andezittelér is, pl. Sukoró, Pálinkafőző (7. mintavételi hely), ahol tisztítás előtt az *NRM* a mai tér irányába mutat és csak mágneses tisztításra jelenik meg a kőzetre jellemző, régebbi mágnesezettség (3. ábra).

A jellemző mágnesezettség minden mintacsoportban reverz polaritású (4. ábra és 1. táblázat).

Egy-egy andezitcsoport paleomágneses iránya az egykori mágneses tér pillanatnyi helyi irányát rögzíti az andezittestek gyors kihűlése miatt. Az évszázados változásról kevésbé befolyásolt mágneses térirányt a mintacsoportok közepes deklináció-inklináció párjaiból számított középírányjal jellemezhetjük $\bar{D} = 153^\circ \bar{I} = -45^\circ \alpha_{95} = 10,6^\circ N = 8$ (mintavételi helyek száma).



Geo 84/1-2

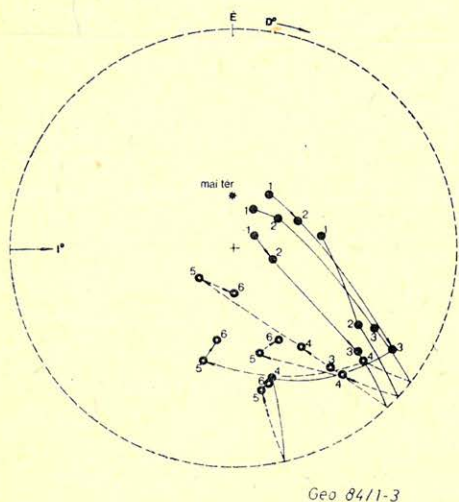
2. ábra. Sukoró, Sorompóvölgy, andezit. Az NRM váltóterű és termolemágnesezése. Orthogonális vetület. D: deklináció, I: inklináció
 Tisztítási lépések: Váltóterű: 1: tisztítás előtt, 2: 0,02T, 3: 0,03T, 4: 0,04T, 5: 0,05T, 6: 0,08T, 7: 0,10T, 8: 0,12T
 Termo: 1: tisztítás előtt, 2: 100 °C, 3: 200 °C, 4: 250 °C, 5: 300 °C, 6: 400 °C, 7: 480 °C, 8: 525 °C, 9: 550 °C, 10: 580 °C

Рис. 2. Шукоро, Шоромповёльдь, андезит. Терморазмагничивание и размагничивание переменным полем ЕОН. Ортогональная проекция. Д: склонение, I: наклонение.
 Шаги очистки:
 Переменное поле: 1: перед очисткой, 2: 0,02 Т, 3: 0,03 Т, 4: 0,04 Т, 5: 0,05 Т, 6: 0,08 Т, 7: 0,10 Т, 8: 0,12 Т
 Термо: 1: перед очисткой, 2: 100 °С, 3: 200 °С, 4: 250 °С, 5: 300 °С, 6: 400 °С, 7: 480 °С, 8: 525 °С, 9: 550 °С, 10: 580 °С

Fig. 2. Sukoró, Sorompóvölgy, andesite

AF and thermal cleaning of the remanence. Orthogonal projection: D: declination, I: inclination
 Cleaning steps: AF: 1: before cleaning, 2: 0.02T, 3: 0.03T, 4: 0.04T, 5: 0.05T, 6: 0.08T, 7: 0.10T, 8: 0.12T
 Thermal: 1: before cleaning, 2: 100 °C, 3: 200 °C, 4: 250 °C, 5: 300 °C, 6: 400 °C, 7: 480 °C, 8: 525 °C, 9: 550 °C, 10: 580 °C

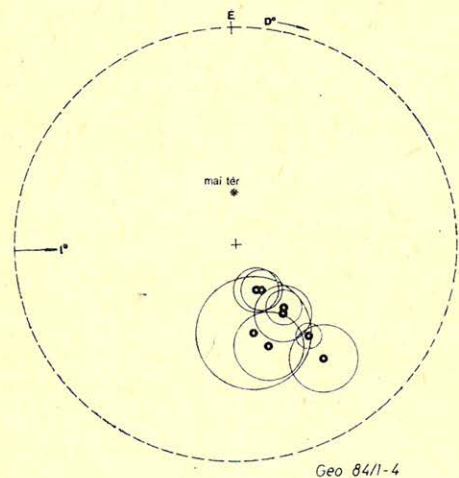
- Sampling localities: 1. Sukoró, road cut N-side; 2. Sukoró, road cut S-side; 3. Sukoró, quarry; 4. Sukoró, Meleghegy; 5. Sukoró, Sorompóvölgy E-side; 6. Sukoró, Sorompóvölgy W-side; 7. Sukoró, Pálinkafőző; 8. Nadap, quarry
 Granites: 11. Gécsi-hegy, quarry; 16. Sági-major, quarry; 21. Rigóhegy, quarry; 22. Olasz-quarry; 24. Karácsonyhegy, quarry; 25. Retezi-quarry
 Granite dykes: 9. Kastélylegelő, road cut; 10. Gécsi-hegy, outcrop; 13. Sukoró, outcrop; 14. Kisfalupusztá, quarry: porphyry; 15. Kisfalupusztá, quarry: aplite; 17. Rigóhegy-quarry; 18. Aranybulla-quarry; 19. Kórákáshegy, quarry; 20. Pátka, quarry; 23. Hurkavölgy, quarry
 Diabase: 12. Gécsi-hegy, outcrop
 Metamorphic schists: 26. Császárvíz, quarry; 27. Kórákáshegy, quarry; 28. Antóniahegy, quarry; 29. Gécsi-hegy, quarry



3. ábra. Sukoró, Pálinkafőző, andezit. Az NRM irányának változása mágneses tisztításra. Szög-tartó vetület. Tele körök: lefelé mutató vektorok, üres körök; felfelé mutató vektorok Tisztítási lépések: 1: tisztítás előtt, 2: 0,01T, 3: 0,02T, 4: 0,03T, 5: 0,04T, 6: 0,05T

Рис. 3. Шукоро, Палинкафёзё, андезит. Изменение направления ЕОН от магнитной очистки. Равноугольная проекция. Полные кружки: направленные вниз векторы, полые кружки: векторы, направленные вверх
Шаги очистки: 1: перед очисткой, 2: 0,01 Т, 3: 0,02 Т, 4: 0,03 Т, 5: 0,04 Т, 6: 0,05 Т

Fig. 3. Sukoró, Pálinkafőző, andesite. Directional change of the remanence on magnetic cleaning. Stereographic projection
Full circles: vectors pointing downwards; Empty circles: vectors pointing upwards. Cleaning steps: 1: NRM before cleaning, 2: 0.01T, 3: 0.02T, 4: 0.03T, 5: 0.04T, 6: 0.05T



4. ábra: Velencei-hegység, andezitek. Mintavételi helyekre számolt középírányok a 95%-os valószínűségi szinthez tartozó konfidenciakör sugarával. Szög-tartó vetület. Minden vektor felfelé mutat: negatív inklinációk

Рис. 4. Горы Веленце, андезиты
Средние направления, вычисленные для мест проб с радиусом круга доверия, относящегося к уровню 95%-ой вероятности. Равноугольная проекция. Все векторы показывают вверх: отрицательные инклинации

Fig. 4. Velencei Mountains, andesites
Locality means with the 95 per cent level confidence circle. Stereographic projection. All vectors pointing upwards: negative inclinations

Velencei-hegység, andezitek. Mintavételi helyekre meghatározott mágneses paraméterek. N : minták száma, \bar{D}° : közepes deklináció, \bar{I}° : közepes inklináció, k és α_{95}° : statisztikus jellemzők, \bar{I}_n a remanens mágnesség átlagos intenzitása, $\bar{\chi}$: átlagos szuszceptibilitás, mindkettő CGS rendszerben \bar{Q}_n : Koenigsberger viszonyszám

Горы Веленце, андезиты. Магнитные параметры, определенные для мест сбора проб. N : количество проб, \bar{D}° : среднее склонение, \bar{I}° : среднее наклонение, k и α_{95}° : статистические характеристики, \bar{I}_n : средняя интенсивность остаточной намагниченности, $\bar{\chi}$: средняя проницаемость, и то и другое в системе СГС, \bar{Q}_n отношение Кёнигсберга.

Velencei Mountains, andesites. Magnetic parameters for the different localities. N : number of samples, \bar{D}° : mean declination, \bar{I}° : mean inclination k and α_{95}° : statistical parameters, \bar{I}_n : average intensity of the remanence, $\bar{\chi}$: average susceptibility (both in CGS units) \bar{Q}_n : Koenigsberger ratio

| | Mágneses tisztítás után | | | | | | Mágneses tisztítás előtt | | | | | |
|---|-------------------------|-----------------|-----------------|-----|---------------|--------------------|--------------------------|-------------|-----------------|-----------------|-----|---------------|
| | N | \bar{D}° | \bar{I}° | k | α_{95} | \bar{I}_n | $\bar{\chi}$ | \bar{Q}_n | \bar{D}° | \bar{I}° | k | α_{95} |
| 1. Sukoró, útkanyar, út É-i oldala | 4 | 146 | -49 | 129 | 8,1 | | | | 158 | -54 | 52 | 12,9 |
| | | | | | | $12 \cdot 10^{-4}$ | $31 \cdot 10^{-4}$ | 0,8 | | | | |
| 2. Sukoró, útkanyar, út D-i oldala | 3 | 147 | -48 | 81 | 13,8 | | | | 122 | -50 | 4 | 50,6 |
| 3. Sukoró, etalon feltárás . . . | 9 | 144 | -33 | 85 | 5,6 | $14 \cdot 10^{-4}$ | $3 \cdot 10^{-4}$ | 7,8 | 140 | -26 | 70 | 6,2 |
| 4. Meleghegy D-i oldala | 4 | 155 | -33 | 101 | 19,2 | $2 \cdot 10^{-4}$ | $21 \cdot 10^{-4}$ | 0,2 | 306 | -36 | 4 | 53,8 |
| 5. Sorompóvölgy K-i oldala | 3 | 163 | -37 | 79 | 14,0 | | | | 132 | 5 | 8 | 45,4 |
| | | | | | | $5 \cdot 10^{-4}$ | $34 \cdot 10^{-4}$ | 0,3 | | | | |
| 6. * Sorompóvölgy Ny-i oldala | 5 | 144 | -22 | 42 | 11,9 | | | | 107 | 42 | 13 | 22,5 |
| 7. Sukoró, Pálinkafőző | 4 | 169 | -44 | 16 | 23,3 | $4 \cdot 10^{-4}$ | $32 \cdot 10^{-4}$ | 0,2 | 54 | 64 | 20 | 21,3 |
| 8. Nadap, gránitbánya | 8 | 155 | -62 | 25 | 11,2 | $4 \cdot 10^{-4}$ | $36 \cdot 10^{-4}$ | 0,2 | 8 | 77 | 4 | 37,4 |

* termo 400 – 525 °C

\bar{I}_n és $\bar{\chi}$ CGS-ben

Az andezitvulkánosság idején teljesen átmágneseződött idősebb magmás kőzetek remanens mágnessége

Az andezitnél idősebb magmás kőzetek remanenciáját mind váltóterületű lemágnesezéssel, mind hőkezeléssel tisztítottuk. A hőkezelés eredményesebbnek bizonyult, mint a mágneses tisztítás. A tisztítás azonban a legtöbb esetben az andezitekéhez hasonló irányú jellemző mágnesezettséget eredményezett. Azokban a mintákban, amelyek végeredményben andezithez hasonló irányban mágneseződtek, a tisztításkor elpusztult mágnesezettség elemzése sem fedett fel olyan mágneses komponenseket, amelyek az andezitekétől különböző irányúak lettek volna (5. ábra). Ezek az idősebb kőzetek tehát teljesen átmágneseződhettek az andezitvulkánosság idején.

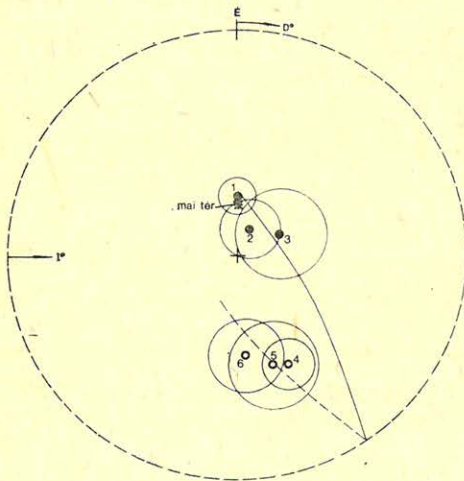
Az andezitekhez hasonló irányú jellemző mágnesezettséget mutató gránitok és a diabáz (2. táblázat) két kivétellel (Kisfalupusztza, gránitporfír, 14. minta-csoport és gránit aplít, 15. mintacsoport) szintén reverz polaritásúak.

Velencei-hegység, átmágnesezett gránitok és diabáz. Mintavételi helyekre meghatározott mágneses paraméterek. N : minták száma, \bar{D}° : közepes deklináció, \bar{I}° : közepes inklináció, k és α_{95}° : statisztikus jellemzők, \bar{I}_r : remanens mágnesség átlagos intenzitása, $\bar{\chi}$: átlagos szuszceptibilitás, mindkettő CGS rendszerben

Горы Веленце, перемагнитенные граниты и диабаз. Магнитные параметры, определенные для мест сбора проб. N : количество проб, \bar{D}° : среднее склонение, \bar{I}° : среднее наклонение, k и α_{95}° : статистические характеристики, \bar{I}_r : средняя интенсивность остаточной намагниченности, $\bar{\chi}$: средняя проницаемость и то и другое в системе СГС.

Velencei Mountains, remagnetized granites and diabase. Magnetic parameters for the different localities. N : number of samples, \bar{D}° : mean declination, \bar{I}° : mean inclination, k and α_{95}° : statistical parameters, \bar{I}_r : average intensity of the remanence, $\bar{\chi}$: average susceptibility (both in CGS units)

| | N | \bar{D}° | \bar{I}° | k | α_{95} | Megjegyzés | $\bar{\chi} \cdot 10^{-6}$ | $\bar{I}_r \cdot 10^{-6}$ |
|--|-----|-----------------|-----------------|-----|---------------|--------------------|----------------------------|---------------------------|
| 9. Kastélylegelő gránitporfir telér | 13 | 158 | -30 | 59 | 5,4 | termo, >500 °C | 12 | 82 |
| 10. Gécsi hegy, gránitaplít | 7 | 155 | -69 | 94 | 6,9 | termo, >500 °C | 5 | 146 |
| 11. Gécsi hegy, vörös gránit | 5 | 168 | -65 | 27 | 14,9 | termo, >550 °C | 11 | 130 |
| 12. Gécsi hegy, diabáz | 6 | 148 | -60 | 6 | 24,6 | váltó 0,18 T | 228 | 1840 |
| 13. Sukoró vörös gránitporfir | 4 | 144 | -24 | 14 | 25,3 | termo, >525 °C | 8 | 3 |
| 14. Kisfaludpuszta vörös gránitporfir | 5 | 316 | +26 | 34 | 13,3 | termo, >500 °C | 40 | 61 |
| 15. Kisfaludpuszta gránitaplít | 5 | 299 | +29 | 17 | 19,0 | váltó: 0,03–0,05 T | 3 | 3 |
| 16. Sági major | 7 | 144 | -44 | 26 | 12,0 | váltó: 0,03 T | 25 | 11 |



Geo 84/1-5

7: Разностные векторы ЕОН – 100 °C, 2: 100–200 °C, 3: 200–300 °C (все близки к направлению современного магнитного поля), 4: 300–400 °C, 5: 400–500 °C, 6: 500–525 °C (все близки к направлению андезитов)

Fig. 5. Kastélylegelő, granite porphyry dyke

Mean directions of the remanence removed during heating, with the 95 per cent level confidence circle (mean directions of the subtracted vectors). Stereographic projection

Full circles: vectors pointing downwards. Empty circles: vectors pointing upwards 1: Subtracted vectors NRM – 100 °C; 2: 100–200 °C, 3: 200–300 °C (all close to the direction of the present field),

4: 300–400 °C, 5: 400–500 °C, 6: 500–525 °C (all close to the andesite direction)

5. ábra. Kastélylegelő, gránitporfir telér

A hőkezeléskor eltávolított remanencia középirányai a 95%-os valószínűségi szinthez tartozó konfidenciakör sugarával (a különbségvektorok középiránya). Szögtartó vetület. Tele körök: lefelé mutató vektorok, üres körök: felfelé mutató vektorok 1: különbségvektorok NRM – 100 °C, 2: 100–200 °C, 3: 200–300 °C (mind a mai mágneses térirányhoz közel), 4: 300–400 °C, 5: 400–500 °C, 6: 500–525 °C (mind az andezitek irányához közel)

Рис. 5. Каштельлегелё, гранитопорфировая жила Средние направления удаленной термообработкой остаточной намагниченности с радиусом круга доверия, относящегося к 95%-ому уровню вероятности (среднее направление разностных векторов). Равноугольная проекция. Полные кружки: векторы, направленные вниз, полые кружки: векторы, направленные вверх.

A mintacsoportok közepes deklináció-inklináció párjaiból számított közép-irány (a normál mágnesezettségű csoportok középirányát reverzként véve figyelembe a számításkor):

$$\bar{D} = 144^\circ \bar{I} = -44^\circ \alpha_{95} = 15,1^\circ N = 8 \text{ (mintavételi helyek száma).}$$

Gránitok önálló remanens mágnességgel

Öt gránitcsoportnak van önálló jellemző mágnesezettsége. Ez azt jelenti, hogy az *NRM* tisztítás után különbözik a mai helyi tér irányától és az andezit-vulkánosság idejére meghatározott mágneses téreránytól is. A hőkezelés folyamán elpusztult mágnesezettségben ezek a fiatal komponensek azonban felismerhetők.

Tisztításkor először a mai térbe mutató mágnesezettség pusztul el, általában $200 - 300^\circ\text{C}$ -ig, majd az „andezit irányú” mágnesezettség 500°C -ig, hasonlóan az 5. ábrán bemutatott, teljesen átmágnesezett kastélylegelői gránit porfírhoz. A kisebb blokkolási hőmérsékletű komponensek eltávolítása után megmaradt mágnesezettség inklinációja pozitív (6. ábra, 3. táblázat), a mágnesezettséget ennek ellenére reverzként értelmezzük.

3. táblázat | Таблица – Table

Velencei-hegység, gránitok. Mintavételi helyekre meghatározott mágneses paraméterek. *N*: minták száma, \bar{D}° : közepes deklináció, \bar{I}° : közepes inklináció, *k* és α_{95}° : statisztikus paraméterek, \bar{I}_n : remanens mágnesség átlagos intenzitása, $\bar{\chi}$: átlagos szuszceptibilitás, mindkettő CGS rendszerben

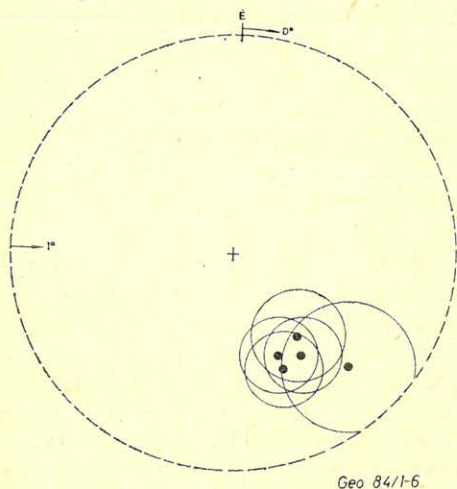
Горы Веленце, граниты. Магнитные параметры, определенные для мест сбора проб. *N*: количество проб, \bar{D}° : среднее склонение, \bar{I}° : среднее наклонение, *k* и α_{95}° : статистические характеристики, \bar{I}_n : средняя интенсивность остаточной намагниченности, $\bar{\chi}$: средняя проницаемость, и то и другое в системе СГС.

Velencei Mountains, granites. Magnetic parameters for the different localities. *N*: number of samples, \bar{D}° : mean declination, \bar{I}° : mean inclination *k* and α_{95}° : statistical parameters, \bar{I}_n : average intensity of the remanence, $\bar{\chi}$: average susceptibility (both in CGS units)

| | <i>N</i> | \bar{D}° | \bar{I}° | <i>k</i> | α_{95}° | \bar{I}_n | $\bar{\chi}$ |
|---------------------------------------|----------|-----------------|-----------------|----------|---------------------|----------------------|----------------------|
| 21. Sukoró, Rigóhegyi bánya | 9 | 152 | 35 | 10 | 16,9 | $9,7 \cdot 10^{-7}$ | $1,42 \cdot 10^{-5}$ |
| 22. Sukoró, Olaszkőfejtő | 13 | 143 | 31 | 9 | 15,6 | $12,8 \cdot 10^{-7}$ | $1,08 \cdot 10^{-5}$ |
| 23. Sukoró, Hurka völgy | 5 | 153 | 29 | 33 | 14,3 | $6,4 \cdot 10^{-7}$ | $2,52 \cdot 10^{-5}$ |
| 24. Pákozd, Karácsonyhegyi kőfejtő | 7 | 140 | 39 | 11 | 19,0 | $1,8 \cdot 10^{-7}$ | $0,81 \cdot 10^{-5}$ |
| 25. Sukoró, Retezi alsó, kőfejtő | 8 | 132 | 16 | 6 | 25,9 | $29,6 \cdot 10^{-7}$ | $0,71 \cdot 10^{-5}$ |

A mintavételi helyenkénti középirányokból számolt közepes deklináció-inklináció pár:

$$\bar{D} = 144^\circ \bar{I} = +30^\circ \alpha_{95} = 11,1^\circ N = 5 \text{ (mintavételi helyek száma).}$$



6. ábra. Velencei-hegység. Gránitok, amelyeknek a mai tér irányától és az andezitekétől különböző irányú a jellemző remanenciája. Mintavételi helyekre meghatározott középirányok a 95%-os valószínűségi szinthez tartozó konfidenciakör sugarával. Szög tartó vetület. A vektorok lefelé mutatnak

Рис. 6. Горы Веленце. Граниты, характерная остаточная намагниченность которых имеет направление отличное от направлени современного поля и андезитов. Средние направления, вычисленные для мест проб, с радиусом круга доверия, относящегося к 95%-ому уровню вероятности. Равноугольная проекция. Векторы показывают вниз

Fig. 6. Velencei Mountains. Granites with characteristic magnetizations different from the present field and the andesite directions. Locality means with the 95 per cent level confidence circle. Stereographic projection. Vectors pointing downwards

A jellemző mágnesezettség irányának értelmezése

Az andezitek és az andezithez hasonló irányú idősebb magmás kőzetek csoportjára külön-külön meghatározott paleomágneses középirány hibahatáron belül azonos. Ezért indokolt, hogy az andezitvulkánosság idején uralkodó mágneses tér irányát ne csak az andezittestek, hanem a teljes átmágneseződött gránitok és a diabáz mágnesezettségével is jellemezzük. Az egykori tér irányát így több „pillanatfelvétel” középirányaként definiálhatjuk és a paleomágneses pólus hosszabb időátlagot képvisel.

Az andezitvulkánosság idején tehát a mágneses tér helyi iránya:

$\bar{D} = 151^\circ$ $\bar{I} = -45^\circ$ $\alpha_{95} = 8,4^\circ$ $N = 16$ (mintavételi helyek száma). A paleomágneses pólus pedig $\varphi = 59^\circ$, $A = 258^\circ$.

Ez a paleomágneses pólus igen megbízható, mert:

- a mágnesezettség laboratóriumi vizsgálata egyértelműen bizonyítja a jellemző mágnesezettség egykomponensű voltát;
- a minták és mintavételi helyek száma elegendően nagy, α_{95} kicsi;
- a jellemző mágnesezettség két csoport kivételével reverz polaritása és a nullától, illetve 180° -tól eltérő deklinációk bizonyítják, hogy a jellemző mágnesezettség nem a mai irányú térben keletkezett, azaz idős;
- bár helyi tektonikai korrekciót (Graham, 1949) nem alkalmaztunk, valószínű, hogy nem is kell, mert az andezitvulkáni működés a gyűrődésekkel és esetleg helyi áttolódásokkal járó tektonikai folyamatok után zajlott;
- a klasszikus kontakt tesztet (Graham, 1949), helyettesíti az andezitek és az átmágnesezett idősebb kőzetek hasonló irányú remanenciája, mivel összetételükben különböző kőzetekről van szó, éppúgy, mint egy intruzió és a körülvevő kontakt udvar esetén.

Az önálló irányú gránitok paleomágneses pólusa:

$$\varphi = 18^\circ$$

$$A = 235^\circ$$

Ez a pólus az andezithez hasonlóan elegendő számú mintán és mintavételi helyen alapul, statisztikusan jól definiált és a mágnesezettség iránya szignifikánsan különbözik a mai tér irányától, tehát stabilis mágnesezettségről van szó.

A következő problémák miatt azonban a gránitok pólusa mégsem egyenértékű az andezitkorú pólussal:

- a kontakt teszt nem adott eredményt, mert a palák mágnesezettsége értékelhetetlen;
- a feltehetően szükséges helyi tektonikai korrekciót számszerűen nehéz meghatározni:

a gránittest dél felé billenésének mértékét *Jantsky (1957)* palaköpenyben végzett palássági sík méréseit alapul véve becsülhetjük. Feltételezve, hogy a pala eredetileg szimmetrikusan vette körül a gránitot, max. 10–15°-os dőlésszöget kapunk. Ekkora dőlés kismértékben ugyan, de módosítja a pólushelyzetet, az általános tektonikai következtetést azonban nem befolyásolja. Bizonytalansága miatt ezért alkalmazása nem indokolt;

- a gránitok önálló mágnesezettsége geometriailag előállítható a mai helyi és az andezitek mágneseződése idején uralkodó tér irányába mutató komponensek eredőjeként.

A geometriai komponálhatóság önmagában nem lenne probléma, mivel rendszerint nincs fizikai tartalma. A Velencei hegység gránitjai esetében azonban ezt a lehetőséget külön meg kell vizsgálni a következő tények miatt:

Az andezitvulkánosság idején teljesen átmágnesezett és önálló mágnesezettségű gránitok térbeli eloszlása nem mutat szabályszerűséget. A Velencei hegység keleti részén feltételezett andezitvulkáni centrum közelében és a Ny-i részen egyaránt vannak teljesen átmágnesezett kőzetek.

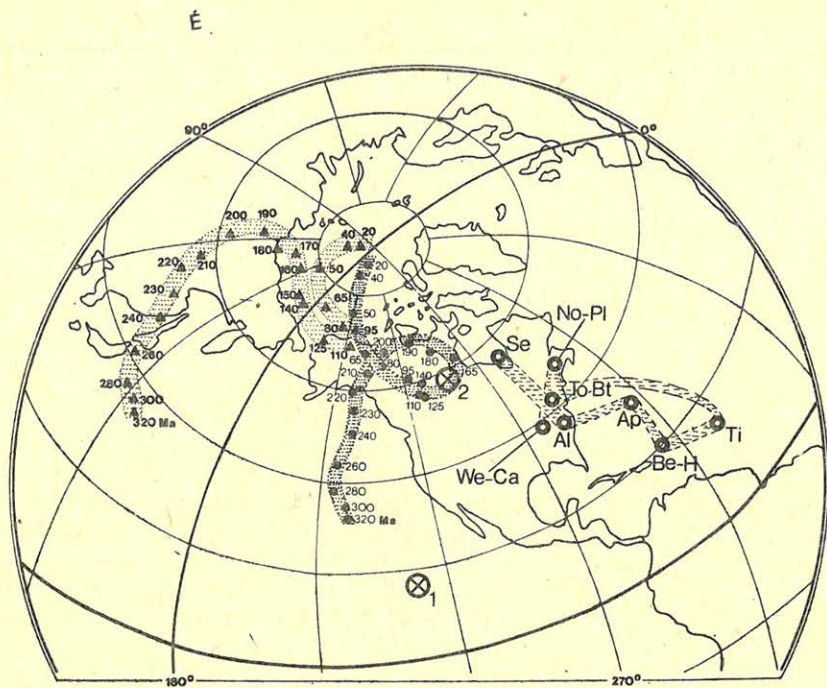
A kétféle irányú gránitok mágneses mineralógiájában nincs különbség: a stabil mágnesezettséget egyaránt hordozhatja mindkét esetben magnetit és hematit is.

Tény azonban az is, hogy sok olyan gránitminta van, amelyben a mért mágnesezettség minden tisztítási lépésben önálló irányú: márpedig nehéz elképzelni azt, hogy két komponensnek ugyanolyan legyen a blokkolási spektruma és ezért a komponensek intenzitásának aránya állandó legyen. Ellenkező esetben hol az egyik, hol a másik összetevőnek kellene jobban dominálnia, tehát az eredő iránya változna a tisztítás folyamán.

A tisztítás folyamán elpusztult mágnesezettség elemzése azt is felfedi, hogy először a mai tér irányába mutató komponens tűnik el, majd utána az andezitirányú. A mai tér irányával, mint stabilis jellemző mágnesezettséggel nem találkozunk. Valószínű tehát, hogy amikor az andezitirányú mágnesezettség stabilitástartományába érünk, már nincs a mai térbe mutató mágnesezettség.

Végül az önálló mágnesezettségű és átmágnesezett kőzetek oxidációs fokában is különbség van: az erősen oxidált, vörös gránitok jellemző, legstabilabb mágnesezettsége andezitkorú, általában a rózsaszínűeké is, kivéve, amikor az andezitkorú oxidáció csak maghemitig haladt, mert a maghemitet a termolemágnesezés eltávolítja. A sötét és maghemites rózsaszínű gránitok mágnesezettsége is önálló irányú.

Összegezve tehát mégis valószínűsíthetjük, hogy a gránitok önálló mágnesezettsége felső karbon korú: nem regionális felmelegedés, hanem oxidáló, az andezitvulkáni utóműködés folyamán ható oldatok mágnesezték át a gránitokat. Ott, ahol az oldatok nem fejtették ki hatásukat, mert pl. a gránitban kevesebb volt az oldatok vezetését biztosító hasadék, az eredeti mágnesezettség megőrződött és termikus tisztítással felfedhető.



Geo 84/1-7

7. ábra. A Velencei-hegység paleomágneses pólusai. Összehasonlításképpen láthatók a Dunántúli-középhegység látszólagos pólusvándorlási görbéje (Márton and Márton, 1983), a „pszeudo-afrikai” és „pszeudo-európai” látszólagos pólusvándorlási görbék. Az utóbbiakat simított É-amerikai látszólagos pólusvándorlási görbéből (Irving, 1977) származtattuk az Atlanti óceán felnyílásához tartozó forgáspólusok (Slater et al., 1977) segítségével

1. f. karbon pólus, 2. f. eocén pólus, mindkettő Velencei-hegység

Mezozoós pólusok a Dunántúli-középhegységből: We – Ca: werfeni – karni, No – Pl: nóri – pliensbachi, To – Bt: toarci – bath, Ti: titon, Be – H: berriázi – hauterivi, Ap: apti, Al: albai, Se: szenon

Рис. 7. Палеомагнитные полюсы гор Веленце. Для сравнения представлены кривая кажущегося передвижения полюса Задунайского среднегорья (Мартон и Мартон, 1983) и кривые кажущегося передвижения «псевдо-африканского» и «псевдоевропейского» полюсов. Последние были выведены по сглаженной кривой кажущегося передвижения северо-американского полюса (Ирвинг, 1977) с помощью полюсов вращения, относящихся к раскрытию Атлантического океана (Склатер и др., 1977)

1) полюс верхнего карбона, 2) полюс верхнего эоцена, оба для гор Веленце. Мезозойские полюса для Задунайского среднегорья: We – Ca: верфенсий – карнийский, No – Pl: норский – плейнсбахский, To – Bt: тоарцианский – батонийский, T: титонский, Be – H: берриазинский – хаутеривийский, Ap: аптский, Al: альбский, Se: сенонский

Fig. 7. Palaeomagnetic poles from the Velence Mountains. The Mesozoic apparent polar wander path of the Transdanubian Central Mountains (Márton and Márton, 1983), the “pseudo-African” and “pseudo-European” apparent polar wander curves are shown for comparison. The latter two are derived from the smoothed N-American apparent polar wander curves (Irving, 1977) using the stage poles for the opening of the Atlantic (Slater et al., 1977)

1. Upper Carboniferous pole, 2. upper Eocene pole, both from the Velencei Mountains
 Mesozoic poles for the Transdanubian Central Mountains: We – Ca: Werfenian – Carnian, No – Pl: Norian – Pliensbachian, To – Bt: Toarcian – Bathonian, Ti: Tithonian, Be – H: Berriasian – Hauterivian, Ap: Aptian, Al: Albanian, Se: Senonian

A Velencei hegységre meghatározott paleopólusok helyzete különbözik a Dunántúli-középhegység mezozoós pólusaitól (7. ábra). Ugyanakkor beleillenek abba a tektonikai képbe, amelyet a mezozoós pólusok alapján alakítottunk ki, azaz jelzik az afrikai kapcsolatot, az Afrikától való elszakadást és relatív mozgást.

A mágnesezettség helyi irányait vizsgálva kitűnik, hogy a Velencei hegység az andezitvulkanizmus idején kb. a 30. északi szélességben helyezkedett el, és a maihoz képest 30°-kal az óramutató járásával egyező irányban elcsavart helyzetben volt, a gránitbenyomuláskor pedig kb. a 20. déli szélességen és 36°-kal ugyanolyan irányban elfordult helyzetben.

A pólusokat a hasonló korú afrikai pólusokhoz viszonyítva megállapítható, hogy a Dunántúli-középhegység az andezitvulkanizmus idején még az afrikai lemez része volt; a velencei gránit és a mezozoós üledékösszlet esetleges relatív mozgása miatt azonban egyetlen paleozoós eredményből még nehéz megbecsülni azt, hogy az idősebb pólus helyzete milyen mértékben képviseli az egész aljzat mozgását.

IRODALOM

- Balogh, K., Árva-Sós, E., Buda, Gy.: Chronology of granitoid and metamorphic rocks of Transdanubia. Kárpát-Balkáni Földtani Asszociáció kiadványában, megjelenőben.
- Buda, Gy., 1969: Genesis of the granitoid rocks of the Mecsek and Velence Mountains on the basis of the investigation of the feldspars. Acta Geol. Acad. Sci. Hung. 13, 131–155.
- Fisher, R. A., 1953: Dispersion on a sphere. Proc. Roy. Soc. London A, 217, 295–305.
- Graham, J. W., 1949: The stability and significance of magnetism in sedimentary rocks. J. Geophys. Res. 54, 131–167.
- Hoffman, K. A. and Day, R., 1978: Separation of multi-component NRM: A general method. Earth and Planetary Science Letters 40, 433–438.
- Irving, E., 1977: Drift of the major continental blocks since the Devonian. Nature, 270, 304–309.
- Jantsky, B., 1957: A Velencei-hegység földtana. Geologica Hungarica Ser. Geologica, 10., Institutum Geologicum Hungaricum Budapestini 1–170.
- Márton, E., 1980: Multicomponent remanent magnetization of the migmatites, Mórággy area, SW Hungary. Earth and Planetary Science Letters, 47, 102–112.
- Márton, E., 1981: Tectonic implication of palaeomagnetic data for the Carpatho-Pannonian Region. Earth Evolution Sciences, 3–4/1981, 257–264.
- Márton, E., 1982: Late Jurassic early Cretaceous magnetic stratigraphy from the Sümeg section, Hungary. Earth and Planetary Science Letters, 57, 182–190.
- Márton, E. – Márton, P., 1978: Tectonic implications of a new palaeomagnetic result from the Jurassic of the Transdanubian Central Mountains. Tectonophysics, 45, I. 1–6.
- Márton, E. – Márton, P., 1981: Mesozoic palaeomagnetism of the Transdanubian Central Mountains and its tectonic implications. Tectonophysics, 72, 129–140.
- Márton, E. – Márton, P., 1983: A refined polar wander curve for the Transdanubian Central Mountains and its bearing on the Mediterranean tectonic history. Tectonophysics, 98, 43–57.
- Pantó, Gy., 1980: Ritka földfémek geokémiája és néhány alkalmazási területe. Akadémiai doktori értekezés tézisei, Budapest.
- Schréter, Z. – Mauritz, B., 1952: A lovasberényi 2. sz. mélyfúrás földtani szelvénye. Földtani Közlöny, LXXXII. 250–256.
- Slater, J. G., Hellinger, S. and Tapscott, Ch., 1977: The palaeobathymetry of the Atlantic Ocean from the Jurassic to the present. J. Geophysics, 85, 509–552.