

Ösmaradványok nyomában

Ipolytarnóc földtani megismerése I.

Eger
2016



Paleomágneses jelzőszintek és mágneses polaritás, avagy mit mond a paleomágnesség az ipolytarnóci vulkanitok koráról


Mártonné Szalay Emő

Bevezetés

A pannon medence neogén vulkanitjainak paleomágneses kutatása az 1960-as években kezdődött. A vizsgálatok célja kettős volt: magnetosztatográfiai korreláció a mágneses polaritás alapján és paleomágneses pólusok meghatározása a neogén különböző időszakaira (pl. MÁRTON & MÁRTON, 1968, 1969). Az 1980-as évek második felétől új korszak kezdődött, amikor is a neogén vulkanitok kutatása elsősorban geodinamikai irányítottságú lett, mivel a Bükkalja két ignimbrit szintjén óramutató járásával ellentétes és különböző nagyságú tektonikai rotáció jelei mutatkoztak (MÁRTON, 1990). A rendszeres paleomágneses vizsgálatok mindkét ignimbrit szintre reverz polaritást és átlagban 80° ill. 30° nyugati elfordulást mutattak ki, míg a felső eocén és oligocén üledékes kőzetek az alsó ignimbrit szinthez hasonló rotációt jeleztek. A Salgótarjáni-medence és Mátra északi előterének az Alsó illetve Középső Tufa szintjei paleomágneses irányuk alapján általában jól korreláltak a Bükkalja alsó illetve felső ignimbritjével. A paleomágneses eredményekről összefoglaló tanulmány készült (MÁRTON & MÁRTON, 1996), amelyben az ipolytarnóci glaukonitos homokkő, a Borókás-árok, Puhakő bánya és a Botos-árok ignimbritjeinek paleomágneses adatai is szerepeltek. Míg a homokkő paleomágneses iránya tökéletesen illeszkedett a bükkaljai alsó ignimbrit és az idősebb (felső eocén-oligocén) üledékes kőzetek irányaihoz, az ignimbritek sem a jelzett rotáció sem a polaritás alapján (normál polaritás, 30° nyugati elfordulás) nem voltak a bükkaljai alsó ignimbrittel azonos korúnak tekinthetők. Ezért az ipolytarnóci természetvédelmi területen és szlovákiai környezetében részletes paleomágneses vizsgálatokat végeztünk, amelynek az ignimbritek korbecsülésére vonatkozó eredményeit (MÁRTON, 1990; MÁRTON & MÁRTON, 1996; MÁRTON & PÉCSKAY, 1998; MÁRTON et al., 2007) magyar nyelven ebben a tanulmányban foglaljuk össze.

Vulkáni szintek korrelációja paleomágneses vezérszintek és a mágneses polaritás kombinációjával

A mágneses polaritáson alapuló magnetosztatográfia nemzetközileg elfogadott és széles körben használt korrelációs módszer. Mivel a föld mágneses terének polaritása gyakran, bár különböző geológiai időkben változó gyakorisággal



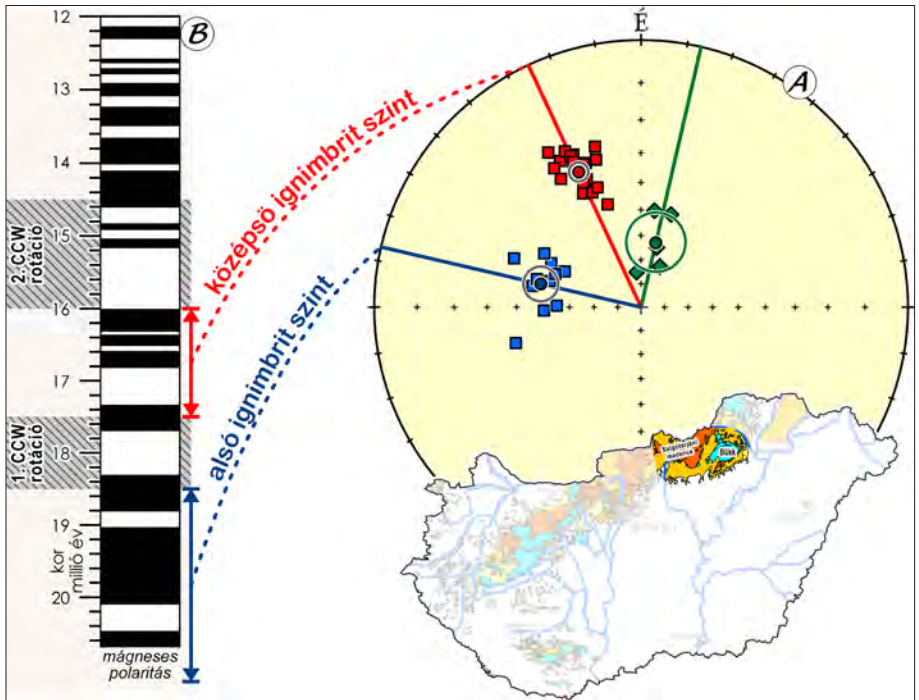
fordult meg, a magnetosztratigráfiai vizsgálat csak akkor vezethet megbízható eredményre, ha a korrelálандó képződmények korát közelítőleg ismerjük. A pontosságot fokozhatjuk, ha ismert korú vezérszintek vannak a vizsgált területen, amelyeket általában őslénytani vagy izotóp kormeghatározás módszerével definiálunk. Az Észak-magyarországi paleogén medence területén, amelyhez a Bükkalja és a Salgótarjáni-medence is tartozik, csaknem 1000 orientált minta vizsgálatával paleomágnese vezérszinteket határoztunk meg, amelyek fontos tektonikai eseményekhez köthetők. Ezek a tektonikai folyamatok a terület helyzetének jelentős változásával jártak, melyeket a paleomágnese deklinációk változása mutat meg. Ezen események kora a Bükkalján a paleomágnese mintavételi helyekről származó K-Ar módszerrel történt kormeghatározás alapján (MÁRTON & PÉCSKAY, 1998) 18.5–17.5 illetve 16.0–14.5 millió évnek (Ma) adódott. Ezek a korok valójában az ignimbit kitérések közötti hosszabb szüneteket jelzik, amikor is tektonikai rotációk történe. A vezérszintek a markánsan különböző paleodeklinációkkal jelentkező bükkaljai alsó (18.5–21.0 Ma) és felső (16.0–17.5 Ma) ignimbit szint között, illetve a felső szint és a medence területén elterjedt felső riolittufa kitérések (14.5 Ma és fiatalabb) között helyezkednek el (1. ábra).

A gyakorlatban a paleomágnese vezérszintek és a mágnese polaritás együttes figyelembe vételével történő korbecslés elsősorban a mutatott rotáció nagysága, másodsorban a polaritás alapján történik. A módszer kiválóan alkalmazható az Észak-magyarországi paleogén medence területén és általában olyan tektonikai egységekben, amelyek tektonikai orientációja markánsan változott a vizsgálandó időszakban. Különböző tektonikai egységekben azonban külön meg kell határozni a hozzá rendelhető paleomágnese vezérszinteket, ezért a módszer csak paleomágnese szempontból jól ismert területeken és korokban alkalmazható.

Paleomágnese eredmények az ipolytarnóci természetvédelmi területről és közvetlen környezetéből

A természetvédelmi területen az eggenburgi glaukonitos homokkő felett jól meghatározható sorrendben a lábnyomos homokkő, majd vízbe hullott ignimbitrek vannak feltárva. Utóbbiak három ciklusát nem vulkáni anyagú üledékes kőzetek választják el (KORPÁS, 2003). A glaukonitos homokkővel kezdődő sorozatból 12 mintavételi ponton vettünk irányított mintákat, valamint négy olyan pontról is, amelyeknek a szelvényhez viszonyított pontos rétegtani helyét nem sikerült meghatározni. Ezek közül kettő a természetvédelmi területen, a másik kettő a vulkáni terület szlovákiai folytatásában található.

A glaukonitos homokkő normál polaritású és nyugati deklinációja megfelel a bükkaljai alsó ignimbit szintben mért értékeknek. A lábnyomos homokkő és a felette települő sorozat első és második ciklushoz tartozó ignimbitjei és bento-



1. ábra Az Észak-magyarországi paleogén medence területén meghatározott paleomágneses vezérszintek, amelyeket a mágneses polaritás skála mellett feltüntetett rotációk képviselnek.

1A. ábra. Az alsó a középső és a felső vezérszinthez tartozó paleomágneses mintavételi helyek középirányai (alsó: kék négyzetek, középső: piros négyzetek, felső: zöld gyémántok) valamint az adott szinthez tartozó mintavételi helyek középirányaiából számított középirányok (kék, piros és zöld pontok) és azok konfidencia körei (kék, piros és zöld körök) sztereografikus projekción. Az elfordulás átlagos szögét a megfelelő színű vonalak jelzik.

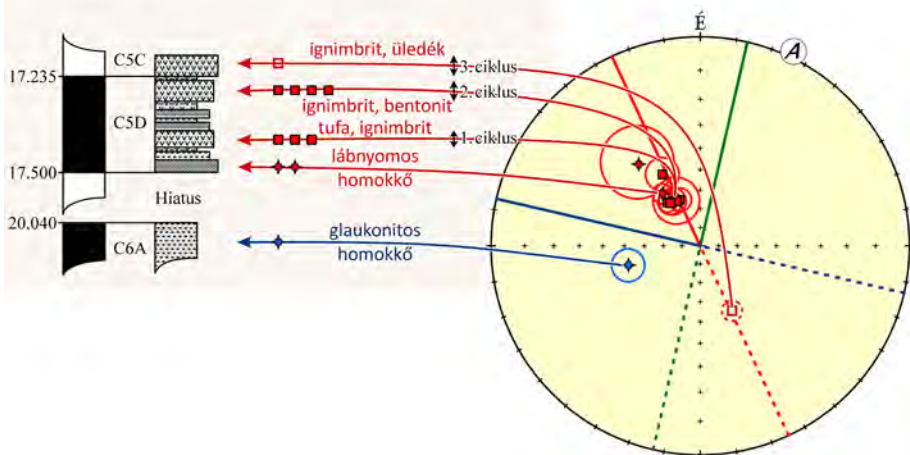
1B. ábra. Az alsó és középső szinthez tartozó ignimbritek kora (K-Ar kormeghatározás alapján) magnetosztatigráfiai korszakán (fekete szakaszok normál, fehér szakaszok reverz mágneses polaritás). A rotációk az egyes szintek képződése után, a sátozással jelzett időszakokban történtek.

nitja normál polaritásúak és az általuk jelezett rotáció a bükkaljai felső ignimbrit szint által jelezett nyugati elfordulásnak felel meg, tehát kb. 30°. A pontosan nem ismert helyzetű négy mintavételi pont ignimbritje valószínűleg a második ciklushoz sorolható. A harmadik, legfiatalabb ciklus reverz polaritású (1. táblázat).

A paleomágneses mintavétel és a laboratóriumi vizsgálatok dokumentációját egy korábbi tanulmányban ismertettük (MÁRTON et al., 2007), itt csak azt érdemes megemlíteni, hogy a mágnesezettség erőssége, stabilitása, a mintavételi pontokra meghatározott paleomágneses irányok statisztikus paraméterei általá-

mintavételi hely	n/no	polaritás	D°	I°	k	α_{95}°
Ipolytarnóc, Borókás-árok <i>lábnyomos homokkő, (SM 1986-1990)</i>	5/5	N	323	+38	23	16
Ipolytarnóc, Borókás-árok <i>lábnyomos homokkő, (SM 2055-2063)</i>	4/9	N	324	+56	318	5
1. ciklus						
Ipolytarnóc, Borókás-árok <i>vízbe hullott tufa, (SM 2000-2005)</i>	5/5	N	332	+63	44	12
Ipolytarnóc, Borókás-árok <i>ignimbrít, (SM 1991-1999)</i>	9/9	N	323	+61	131	5
Ipolytarnóc, Borókás-árok <i>ignimbrít, (M 5300-5305)</i>	6/6	N	325	+62	135	6
2. ciklus						
Ipolytarnóc, Borókás-árok <i>ignimbrít, (SM 2072-2077)</i>	6/6	N	328	+62	90	7
Ipolytarnóc, Puhakő bánya <i>bentonit, (SM 2096-2101)</i>	4/6	N	332	+48	128	8
Ipolytarnóc, Puhakő bánya <i>ignimbrít, (SM 2089-2095)</i>	7/7	N	336	+63	108	6
Ipolytarnóc, Puhakő bánya <i>ignimbrít, (M 5322-5329)</i>	8/8	N	329	+62	396	3
3. ciklus						
Ipolytarnóc, Borókás-árok <i>üledék, (SM 2078-2081,2119-2126)</i>	12/12	R	109	-62	70	5
Ipolytarnóc, Borókás-árok <i>ignimbrít, (SM 2086-2088,2102-2118)</i>	15/19	R	154	-52	67	5
nem besorolt, valószínűleg 2. ciklus						
Ipolytarnóc, Botos-árok <i>ignimbrít, (M 5330-5340)</i>	9/11	N	334	+59	77	6
Ipolytarnóc, biológiai tanösvény <i>ignimbrít, (SM 1975-1985)</i>	11/11	N	322	+58	221	3
Lipovany <i>ignimbrít, (M 8567-575)</i>	9/9	N	332	+47	87	6
Mucsény / Mučin <i>ignimbrít</i>	14/14	N	340	+50	66	5
Területi középírány: minden pont a <i>lábnyomos homokkő felett</i>	13/13		328	+58	85	4
Területi középírány: Ipolytarnóc minden <i>pont</i>	13/13		326	+58	73	5
Területi középírány: minden pont	15/15		328	+57	70	5

millió év	magneto-sztratigráfia		litológia	mintavételi pont	vulkáni ciklus	B
	E	CHZ				



2. ábra Ipolytarnóc, a Természetvédelmi Terület és környékének paleomágneses irányjai és a mintavételi pontok korbesorolása, paleomágneses irányuk és polaritásuk valamint a paleomágneses vezérszintek alapján.

2A. ábra A mintavételi pontok középirányai és konfidencia köreik, valamint a paleomágneses vezérszintek rotációja sztereografikus projekción. Jelmagyarázat: Kék csillag – glaukonitos homokkő, piros csillag – lábnyomos homokkő, piros négyzet – ignimbrit. Tele szimbólum normál üres szimbólum reverz polaritás. A paleomágneses vezérszintek rotációja kék – alsó, piros – középső, zöld – felső vezérszint, folyamatos vonallal normál, szaggatott vonallal reverz polaritással.

2B. ábra A mintavételi pontok kora magnetosztratigráfiai korszakán.

← 1. táblázat. Ipolytarnóc, a Természetvédelmi terület és környéke paleomágneses középirányai. Az egyes mintavételi helyek mintáinak főkomponens analízissel (KIRSCHWINK, 1980) meghatározott paleomágneses irányjaiból számított, az adott mintavételi helyre jellemző paleomágneses középirányok, valamint a mintavételi helyek középirányjaiból számított, a területre jellemző paleomágneses középirány statisztikus paraméterekkel (FISHER, 1953). Jelmagyarázat: n/n_0 – számításához fölhasznált/gyűjtött minták száma; polaritás – paleomágneses polaritás (N normál, R reverz); D° , I° – paleomágneses irány deklinációja, inklinációja; k és α_{95} – statisztikus paraméterek (k a vektorok párhuzamosságára jellemző, α_{95} a középirány hibakörének féltengelye, FISHER, 1953).



3. ábra Az ipolytarnóci terület északra mozgása és forgása az elmúlt 20 millió évben. Az ábra a tágabb mediterrán térség mai domborzati térképén mutatja az ipolytarnóci terület szélességét és orientációját az egyes korokban. Paleomágneses mérésekkel hosszúsági koordináták nem határozhatók meg, így az ipolytarnóci területé sem. Fontos megjegyezni, hogy a jelzett időszakokban Európa és Afrika is délebbre volt és az elmúlt 20 millió évben szintén észak felé mozgott, bár Ipolytarnócnál jóval kisebb mértékben.

ban kitűnőek. Az ignimbritet képviselő egy-egy mintavételi pont paleomágneses deklinációját ugyan nem tekinthetjük a testet ért rotáció nagysága tekintetében egyértelmű bizonyítéknak, hiszen a mágneses tér évszázados változása is okoz deklináció variációkat, de egy üledékekkel elválasztott sorozatban, különböző szintekben mért konzisztens deklinációk eltérését a mai északi iránytól igen. Ráadásul a harmadik vulkáni ciklus reverz polaritást mutat, ami a közbetelepült nem vulkáni anyagú üledékes kőzetek jelenléte mellett szintén arra utal, hogy a vulkáni működés viszonylag hosszú időtartamot ölelt fel (2. ábra).

Az ipolytarnóci ignimbritek kora és a terület elmúlt 20 millió év alatti lemeztektonikai léptékű mozgásainak jellege

Az ipolytarnóci ignimbritek mindhárom ciklusa a bükkaljai felső ignimbrit szinthez hasonlóan kb. 30° nyugati rotációval jellemezhető, tehát az alsó ignimbrit

szintnél (amelyen kb. 80° nyugati rotációt mértünk) és a kitöréseket követő kb. 50° nyugati rotációnál egyértelműen fiatalabb. A két idősebb ipolytarnóci ciklus és a feküjüket alkotó lábnymos homokkő (amely szintén 30° nyugati rotációt jelez) nem lehet szigorúan egykorú a bükkaljai felső ignimbrit szinttel, amelynek minden tagja reverz polaritású. A legvalószínűbbnek látszik az a megoldás, hogy a lábnymos homokkő és a két idősebb ciklus képződményei a 17.5 millió év környékén jelentkező normál, míg a reverz polaritású harmadik ciklus a valamivel fiatalabb reverz polaritású időszakban keletkezett.

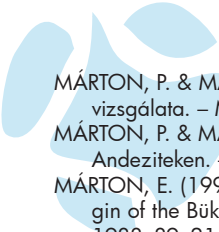
Az ipolytarnóci üledék és ignimbrit sorozat paleomágneses inklinációi az elmúlt 20 millió évre jelentős északi irányú mozgást jeleznek, amelynek folyamán a terület arról a szélességről, ahol Afrika északi partja ma van a jelenlegi helyzetbe került, meghatározott időszakokban történt jelentős orientáció változás kíséretében (3. ábra). Az ábrán sem a paleoszélesség, sem a paleodeklináció hibája nincs feltüntetve, de természetesen ezek minden esetben kisebb-nagyobb hibával terhelték. Azonban az Észak-magyarországi paleogén medencéből az ipolytarnóci területen kívül eső számos alsó riolitufára meghatározott értékek (MÁRTON & MÁRTON, 1996) összhangban vannak a glaukonitis homokkőre meghatározott értékekkel, ami megerősíti azt a következtetést, hogy az északi irányú mozgás jelentős volt. Ezen időszak alatt Európa és Afrika is mozgott észak felé, előbbi kisebb (kb. 2°-ot), utóbbi nagyobb mértékben (kb. 4°-ot). Mivel a nagy kontinensek mozgása az ismert paleomágneses pólusvándorlási görbékből (BESSE & COURTILOT, 2002; TORSVIK et al., 2012) számíthatóan kisebb volt, mint az ipolytarnóci területé, adataink egyértelműen jelzik a nagy kontinensekhez viszonyított északi mozgást.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm Szarvas Imrének (Bükki Nemzeti Park Igazgatósága, Ipolytarnóci Természetvédelmi Terület), hogy szakmai és logisztikai téren támogatta azokat a kutatásokat, amelyeket Márton Péterrel, Pécskay Zoltánnal, Póka Teréziával, Igor Túnyival, Dionýz Vassal és Zelenka Tiborral együtt végeztünk az ipolytarnóci területen és amely nélkül ez az összegzés nem születhetett volna meg. A vizsgálatok összefoglalását az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok (OTKA) K105245 számú pályázata támogatta.

Felhasznált irodalom

- BESSE, J. & COURTILOT, V. (2002): Apparent and true polar wander and geometry of the geomagnetic field over the last 200 Myr. – *Journal of Geophysical Research* 107 (B11), 6-1 – 6-31.
- FISHER R. (1953): Dispersion on a sphere. *Proc. Roy. Soc. London, Ser. A.* 217, 295–305.
- KIRSCHVINK J.L. (1980): The least-squares line and plane and the analysis of paleomagnetic data. – *Geophys. J. Roy. Astron. Soc.* 62, 699–718.
- KORPÁS L. (2003): Az ipolytarnóci homokkő új szedimentológiai modellje. A vulkáni esemény kronológiája és központjának rekonstrukciója. – *Magyar Karszt és Barlangkutató Társulat*, 1–42.

- 
- MÁRTON, P. & MÁRTON-SZALAY, E. (1968): Cserhát-hegységi andezitek áttekintő paleomágneses vizsgálata. – Magyar Geofizika IX/6, 224–230.
- MÁRTON, P. & MÁRTON-SZALAY, E. (1969): Áttekintő paleomágneses vizsgálatok Mátra hegységi Andeziteken. – Földtani Közlöny 98, 166–180.
- MÁRTON, E. (1990): Paleomagnetic studies on the Miocene volcanic horizons at the southern margin of the Bükk Mts. – Annual Report of the Eötvös Loránd Geophysical Institute of Hungary for 1988–89, 211–217.
- MÁRTON, E. & MÁRTON, P. (1996): Large scale rotations in North Hungary during the Neogene as indicated by palaeomagnetic data. In: MORRIS, A. & TARLING, D.H. (eds), Palaeomagnetism and Tectonics of the Mediterranean Region, Geological Society Special Publication No. 105, 153–173.
- MÁRTON, E. & PÉCSKAY, Z. (1998): Correlation and dating of the Miocene ignimbritic volcanics in the Bükk foreland, Hungary: complex evaluation of paleomagnetic and K/Ar isotope data. – Acta Geologica Hungarica 41/4, 467–476.
- MÁRTON, E., VASS, D., TÚNYI, I., MÁRTON, P. & ZELENKA, T. (2007): Paleomagnetic age assignment of the ignimbrites from the famous fossil footprints site, Ipolytarnóc (close to the Hungarian-Slovakian boundary). – Geologica Carpathica 58/6, 531–540.
- TORSVIK, T.H., VAN DER VOO, R., PREEDEN, U., MACNIOCAILL, C., STEINBERGER, B., DOBROUVINE, P.V., VAN HINSBERGEN, D.J.J., DOMEIER, M., GAINA, C., TOHYER, E., MEERT, J.G., MCCAUSLAND, P.J.A. & COCKS, L.R.M. (2012): Phanerozoic polar wander, palaeogeography and dynamics. – Earth Science Reviews 114, 325–368.