

# MAGMAÖSSZETÉTEL VÁLTOZÁS ÉS MAGMAGENEZIS A HARGITA DÉLI RÉSZÉN: KÖVETKEZTETÉSEK TELJES KŐZET ÖSSZETÉTEL ÉS CIRKON PETROKRONOLÓGIAI EREDMÉNYEK ALAPJÁN

Ioan Seghedi<sup>1</sup>, Lukács Réka<sup>2,3</sup>, Soós Ildikó<sup>3</sup>, Marcel Guillong<sup>4</sup>, Olivier Bachmann<sup>4</sup>, Cserép Barbara<sup>3,5</sup>, Harangi Szabolcs<sup>3,5</sup>

<sup>1</sup> Institute of Geodynamics „Sabba S. Stefanescu”, Román Akadémia, Bukarest, Románia

<sup>2</sup> CSFK Földtani és Geokémiai Intézet (ELKH), Budapest

<sup>3</sup> MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport (ELKH), Budapest

<sup>4</sup> Department of Earth Sciences, ETH Zürich, Svájc

<sup>5</sup> ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet, Kőzetan-Geokémiai Tanszék, Budapest

e-mail: harangi.szabolcs@ttk.elte.hu

## 1. Bevezetés

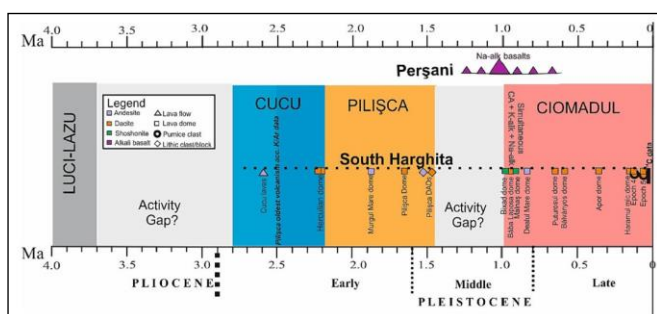
A Kárpát–Pannon térség legutolsó vulkánkitörései a Csomád területén, a Hargita déli részén történtek. A vulkáni működés folytatása a Kelemen, Görgényi és Hargita vulkáni vonulat mentén zajló, délkelet felé egyre fiatalodó kitöréseknek. Ennek különlegességét az adja, hogy a vulkanizmus a Keleti-Kárpátok térségében feltételezett aktív szubdukció időszaka után, a kontinentális kőzetlemezek kollízióját követően zajlott. Egy másik sajátossága a kitörő magmák összetételében megfigyelhető éles változás az elmúlt néhány millió évben (Seghedi et al., 2023).

## 2. Geokémia

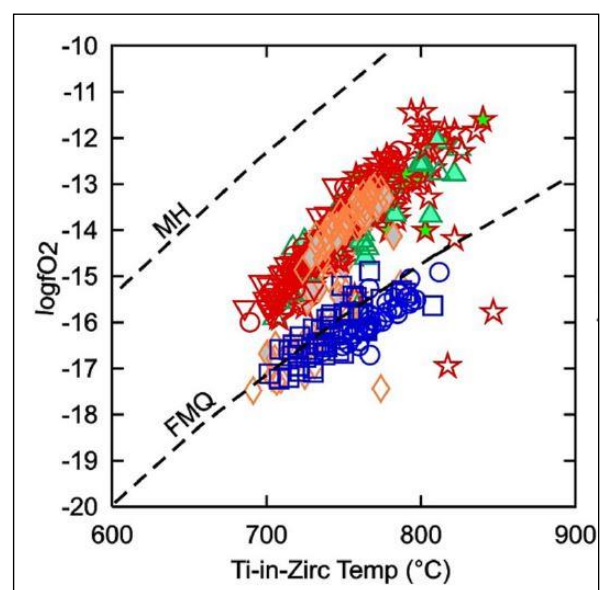
A Hargita déli szegmensén négy vulkáni komplexum jött létre az elmúlt 5 millió évben (1. ábra): Lucs (*Luci-Lazu*), Kakukk-hegy (*Cucu*), Piliske (*Pilișca*) és Csomád (*Ciomadul*). E mintegy 35 kilométer hosszú területen két jelentős magmaösszetétel változás figyelhető meg, amelyek esetében megnőtt a Sr és Ba koncentráció, és csökkenés tapasztalható a nehéz ritkaföldfémek esetében délkeleti irányban. Új cirkon U-Pb kormeghatározási adatokkal pontosítottuk ezek idejét: a Kakukk-hegy és Piliske vulkáni kitöréseit tápláló magmák összetételei változása 2 millió éve volt, míg 1 millió évvel ezelőtt egy újabb változás történt. Ez utóbbi esetében kezdődött a Csomád vulkanizmusa, amit adakitos jellegű (nagy Sr/Y aránnyal és alacsony

Y-tartalommal jellemzett) magmák tápláltak. A vulkáni kőzetek geokémiai adatai mellett cirkon nyomelem adatokat használtunk fel e geokémiai váltás jellemzésére.

A cirkon nyomelem összetétel adatok (pl. Eu/Eu\* és Ce/Ce\* anomáliák) azt jelzik, hogy az elmúlt 2 millió évben a Piliske és a Csomád vulkáni komplexumait kialakító magmák oxidáltabbak és vízben gazdagabbak voltak (2. ábra). Ez a jelleg még jobban felerősödött a Csomád vulkáni működésében. Ez összhangban van a kőzettani megfigyelésekkel, miszerint e vulkáni kőzetekben egyre jobban uralkodó mafikus elegyrészzé válik az amfibol és biotit, míg a >2 millió éves vulkáni kőzetekben inkább piroxének fordulnak elő. Ezek az összetételbeli különbségek a magmaképződés folyamatában történt változásokat tükrözik, amik a geodinamikai környezet változásához kapcsolódnak.



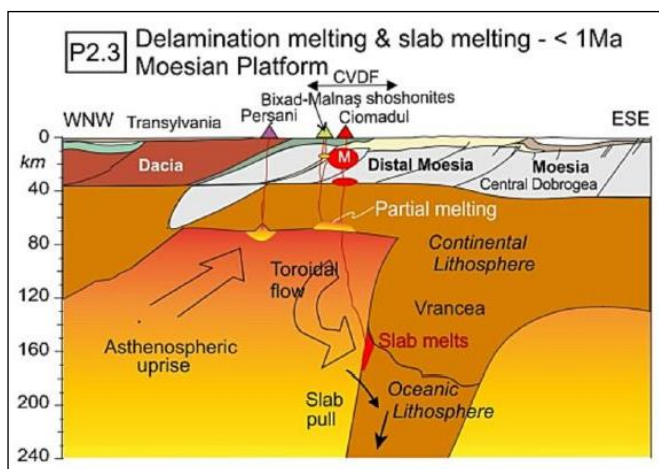
1. ábra – A Dél-Hargita vulkáni működésének időbeli eloszlása cirkon koradatok alapján



2. ábra – A cirkon kristályok összetételéből számolt hőmérséklet és oxigén-fugacitás értékek eltérő magma típust jeleznek 2 millió évvel korábbi és az utáni időszakban. Felső trend: Piliske és Csomád, alsó trend: Piliske és Kakukk-hegy cirkon kristályai

### 3. Petrogenesis

A Lucs és Kakukk-hegy vulkánosságát okozó magmák egy normál plagioklász-piroxén-FeTi-oxid mészkáli trend mentén fejlődtek. Az elsődleges magmák metasomatizált litoszféra részleges megolvadásához köthetők. A Trotus szerkezeti vonaltól északra ekkor történhetett az Európai-Szkíta kontinentális blokkhoz kapcsolódó, alábukó óceáni kőzetlemez hirtelen leválása, ami az asztenoszféra földköpeny anyag feláramlását idézte elő, és ez okozhatta a magmaképződést. A kőzetlemez leválás déli irányban csak egy kis kiterjedésű további óceáni kőzetlemez hagyott, ami jelenleg a Vránca térség alatt süllyed tovább. A mintegy 2 millió évvel ezelőtti katasztrófális mélybeli esemény jelentősen módosította az asztenoszféra földköpeny áramlási irányokat. A megmaradt kőzetlemez környezetében toroidális, azaz a kőzetlemez oldalsó pereme mentén történt beáramlás történt, ami mellett a kőzetlemez feletti térben vertikális feláramlás zajlott (3. ábra).



3. ábra – Konceptcionális modell a <1 millió éves vulkáni működés magmaképződésére és geodinamikai kapcsolatára

A Piliske vulkánosságát egy átmeneti (mészkáli-adakit jelleg közötti) összetételű magma táplálta, majd 1 millió éve, néhány százezer év szünet után már jellemzően adakitos-jellegű magmák jöttek létre. Az amfibol kristályok kémiai összetétele nagy víztartalmú (>10 tömeg%) magmát jelez, különösen az elmúlt 60 ezer évben. A

nagy víztartalom és az oxidált környezet késleltette a plagioklászok kiválását, nagy nyomáson olivin, piroxén, spinell és amfibol volt likvidusz fázis, és egyre inkább az olivint és piroxént is felváltotta az amfibol peritektikus reakcióval. A sekély magmatározóban további változásokat hozott a fejlett magmából történő kristályosodás, amelyben már jelentős mennyiségű plagioklász is megjelent, valamint a különböző összetételű magmák keveredése. Az oxidált jelleg miatt az Eu továbbra is trivalens kationként szerepelt, ami miatt nem figyelhető meg negatív Eu-anomália még az erősen differenciált dácitos kőzetekben sem.

A nagy víztartalmú adakitos jelleg erősen hidratált óceáni kőzetlemez részleges olvadásával magyarázható. Mindez arra utal, hogy a Vránca alatti közel függőleges litoszféra-lemez óceáni jellegű lehet, amiben dehidratációs reakciók zajlanak. Ferrand és Manea (2021) részben e reakciókra vezették vissza a jelenleg is zajló földrengések okait, azaz e folyamat még mindig aktív. A felszabaduló vizes oldatok segíthetik a mafikus kőzetlemez olvadását, ami jelentős víztartalmú, adakitos jellegű olvadékot hoz létre, ami reakcióba léphet a felette lévő peridotittal. Ezek a folyamatok magyarázhatják a nagy Mg-tartalmú amfibol kristályok sajátos kémiai összetételét. Ez a geodinamikai környezet még mindig aktív, ami lehetőséget teremt további magmaképződésre a földköpenyben.

A posztkollíziós környezetben zajló dél-hargitai vulkánosság egy kiváló lehetőséget ad a változó kőzetlemez alábukás, egy óceáni kőzetlemez leválás előtti állapotának, továbbá az ehhez kapcsolódó asztenoszféra földköpeny áramlások, valamint a magmaképződés kapcsolatának elemzésére, a potenciálisan jelentős érc képződési tulajdonságokkal rendelkező adakitos-jellegű magmák kialakulásának vizsgálatára.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatómunka a K135079 sz. NKFIH-OTKA projekt támogatásával valósult meg, Ioan Seghedi munkáját ezen kívül a PNCDI III kereten belüli PN-III-P4-IDPCCF-2016-4-0014 romániai pályázat, míg Lukács Réka kutatását az ÚNKP-22-5 sz. Bolyai+ pályázat támogatta.

### Irodalomjegyzék

Ferrand, T.P., Manea E.F. (2021): Scientific Reports, **11**, 10315  
Seghedi, I., Lukács, R., Soós, I., Guillong, M., Bachmann, O., Cserép, B., Harangi, Sz. (2023): Lithos, **442–443**, 107059