

## Válasz

**Dr. Szabó Csaba**

Pál-Molnár Elemér: „Zárt és nyílt rendszerű magmás folyamatok a Ditrói Alkáli Masszívumban” című, az MTA doktora cím elnyeréséért benyújtott értekezéséről készített bírálói véleményére

Köszönöm Szabó Csabának, hogy elvállalta az MTA doktori értekezésem bírálatát, és időt szánt annak alapos tanulmányozására. Köszönöm a lényegre törő és hasznos észrevételeket, kritikai megjegyzéseket. Köszönöm, hogy a benyújtott értekezésemet szakmailag megalapozottnak ítéli, alkalmasnak tartja az MTA doktora cím megszerzéshez és nyilvános védelemre javasolja.

A bírálatban feltett kérdésekre, észrevételekre az alábbiakban válaszolok (az *opponensi megjegyzéseket és kérdéseket, valamint az idézeteket dőlt betűvel szedtem*).

### **Bevezetés**

6. old.: “... a kitörésre alkalmas magma (*eruptible magma*) olvadékból és az abban szuszpendált állapotban lévő kristályokból ( $\pm$  könnyen illókból) áll.” Mit ért a Szerző könnyen illók alatt ebben a rendszerben?

A geofizikai, geokémiai és petrológiai megfigyelések alapján a Föld kérgét átszelő magmás rendszerek (*TCMS – trans-crustal magmatic systems*) olvadék, kristályok és könnyenillók együtteséből épülnek fel, e komponensek heterogén tér- és időbeli eloszlásúak. A pre-eruptív szilikátolvadékok illóanyag-koncentrációjáról (talán) a legjobb információforrásunk a fluidum- és szilikátolvadék zárványok illóanyag-tartalma (Kent, 2008; Lowenstern, 1995; Métrich, Wallace, 2008; Sides et al., 2014). Cashman et al. (2017) szerint a *TCMS*-modell kitörésre alkalmas magmájának legfontosabb oldott illékony fázisa a H<sub>2</sub>O, a CO<sub>2</sub>, a Cl és a F, mellettük (elsősorban a szigetív magmás rendszerekben) jelentős szerepet játszik – akár 0,5 tömegszázalék-koncentrációban – a kén is (Carroll, Rutherford, 1985; Edmonds, Woods, 2018; Jugo, 2009; Métrich, Clocchiatti, 1996; Wallace, Edmonds, 2011).

Carroll, M., Rutherford, M. (1985): Sulfide and sulfate saturation in hydrous silicate melts. *J. Geophys. Res. Solid Earth*, 90 (S02), C601–C612 (1978–2012).

Cashman, K.V., Sparks, R.S.J., Blundy, J.D. (2017): Vertically extensive and unstable magmatic systems: a unified view of igneous processes. *Science*, **355**, 1–40.

Edmonds, M., Woods, A.W. (2018): Exsolved volatiles in magma reservoirs. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **368**, 13–30.

Jugo, P.J. (2009): Sulfur content at sulfide saturation in oxidized magmas. *Geology*, **37/5**, 415–418.

Kent, A.J.R. (2008): Melt inclusions in basaltic and related volcanic rocks. *Rev. Mineral. Geochem.*, **69/1**, 273–331.

Lowenstern, J.B. (1995): Applications of silicate-melt inclusions to the study of magmatic volatiles. *Magmas, Fluids, and Ore Deposits*, **23**, 71–99.

Métrich, N., Clocchiatti, R. (1996): Sulfur abundance and its speciation in oxidized alkaline melts. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **60/21**, 4151–4160.

Métrich, N., Wallace, P.J. (2008): Volatile abundances in basaltic magmas and their degassing paths tracked by melt inclusions. *Rev. Mineral. Geochem.*, **69/1**, 363–402.

Sides, I.R., Edmonds, M., Maclennan, J., Swanson, D.A., Houghton, B.F. (2014): Eruption style at Kīlauea Volcano in Hawai‘i linked to primary melt composition. *Nat. Geosci.*, **7**, 464–469.

Wallace, P.J., Edmonds, M. (2011): The sulfur budget in magmas: evidence from melt inclusions, submarine glasses, and volcanic gas emissions. *Rev. Mineral. Geochem.*, **73/1**, 215–246.

11. old.: “... szigorúan szakmai megfontolások alapján – a továbbiakban a térképészet (és részben a szakmai) nyelvhasználatban a román elnevezéseket használjuk.” Jelen bíráló ezt az elvet nem tudja elfogadni egy magyar nyelvű dolgozattól a Magyar Tudományos Akadémián. Tehát nem Tarnița, hanem Nyereg / esetleg Nyerges? / Komplexum.

Miután Dr. Karátson Dávid bírálóm is határozott véleményt fogalmazott meg a komplexum névadásával kapcsolatosan, mindkét Opponensemnek adott válaszom azonos.

„Ez a kérdés részben túlmutat az értekezésem, de nem fogok kitérni Bírálóm markáns véleménye előtt, megpróbálom megmagyarázni a történelmi megmagyarázhatatlant, még úgy is, hogy tudom, ennek nem szükségszerűen itt van a helye és az ideje. Esterházy Péter *„A szavak csodálatos életéből”* című írásában azt mondja – szabadon, Ludwig Wittgenstein osztrák filozófus után –, hogy *„a szónak nincs jelentése, csak szóhasználat van, ezt a használatot kell ismerni naprakészen. Ez a használat erős, szél ellen nem lehet szóhasználni, itt alkalmazkodni kell, fölemelt fejjel, gerincesen.”* Továbbá azt is írja, hogy *„az írónak testközelből kell ismernie a szavakat, kézbe kell venni őket, fogdosni, mit lehet velük csinálni, mit engednek magukkal [...] [...] A szóhasználat változik térben és időben, és ugyan igaz, a nyelvnek van írója, nem az országnak – de mégis, mondjuk meddig német a német? Zürichben ugyanazt a nyelvet beszélke mint Bécsben? Nem egészen. És Csíkszeredán se úgy és azt, mint Budapesten”.* Meddig román a román és meddig magyar a magyar a szakmai nevezéktanban? Ez itt az alapvető és nem elsősorban filozófiai kérdés! Hogy ezeknek a mondatoknak mekkora jelentősége van, remélem, kiderül válaszom végére és tisztelt Bírálóm is elfogadja, hogy a dolog bonyolultságából fakadóan, ha nem is száz százaléig következetesen, de legalább kilencven százalék erejéig a magyar nyelvet (szakmai nyelvet is!) és a szakmai korrektséget tartottam szem előtt értekezésem összeállításakor.

A Ditrói Alkáli Masszívum területének eredeti toponímiája zömében magyar. Zömében! A 17–20. század történelmi abszurdításai után egy ilyen szakmai (hangsúlyozom: szakmai!) munkánál a tényszerűség és az önkorlátozás a legkevesebb. Ha nem történt volna meg mindaz, ami megtörtént, nem kerültünk volna ebbe a helyzetbe. De megtörtént.

A románság körülbelül a 17. század közepén kezdett beszivárogni Gyergyóba, ahol a havasokban, mint pásztorok telepedtek le. Nincs írásos román helynévanyagunk Gyergyóból a 19. század előtti időkből, mert a román neveket a tulajdonos székely községek hivatalos írásaikban magyarul írták le. Ezen települések lakói ugyan többségükben románok voltak, de székelyek is, akiknek egy része idővel elrománosodott, mint ahogyan a szomszéd székely települések kisebbségi románsága is elmagyarosodott. Orotva település nyugaton Gyergyóvárhegy, Gyergyóhodos és Salamás román településekkel határos. Ezekről a településekről 1868-ban Orbán Balázs a következőt írja:

*„A Maros völgyében mindenfelé rendetlenül, hegyen-völgyön apró házak vannak szétszórva; itt van 5 falu, Salomás, Várhegyalja, Galóczás, Fülpe és Dudád, mind új telepek, melyek a tutajkereskedésnek köszönik lételüket. A három első Remete és a gr. Lázár-család, a két utolsó Ditró területén fekszik, s bár néhány mérföld területen vannak szétszórva, mégis alig van 2200 lakosuk, melyből 200 lélek székely, a többi oláh, és pedig a dunai fejedelemségekből betelepített oláh [...], kik vagyontalanul ide jöve, itt hazát és jólétet találtak.”*

Orotva a 18. században alakult ki, kezdetben csak tanya volt, majd egyre több ditrói család telepedett itt le a kedvezőbb gazdálkodási (erdőkitermelés, állattenyésztés) feltételek következtében. Az egyes nagyobb hegyvidéki területek, erdőrészek, völgyek, patakok ebben az időben kapták magyar neveiket. Gyergyóvárhegy, Gyergyóhodos és Salamás területeinek ezzel párhuzamosan az ott élő románok értelem szerint román neveket adtak. Az első osztrák katonai felmérés Erdélyre vonatkozó térképe 1769–1773 között készült. Ditró község a 117-ik szelvényen, Ditro néven szerepel. A külterületi helynevek között szerepel Orotva-patak is *Orocva (Oratva), Valle Salotka* névvel. (Innen származott a későbbiekben Orotva román neve, a Jolotca.) A szűk orotvai völgyben a székely és román területi (tulajdoni) és kulturális határok nagyon élesek voltak és mind a mai napig azok is maradtak. Ez a vonal valahol az Éles-, Tarnița- és Limbușa-patakok mentén húzódott (lásd az értekezéshez mellékelt térképet). Az Orotva-patak alsó szakaszán élő románokat az orotvaiak *„Meskelányoknak”* nevezték. Az orotvai székelyek és a salamási románok (meskelányok) egymás tőszomszédságában éltek/élnek,

viszont miután kultúráik és területeik nem keveredtek, nem cseréltek gazdát, a toponímia is követte ezt a gyakorlatot, a székelyek hangzás szerint használták a román, míg a románok ugyanígy a magyar toponímiát. Ebbe az egyensúlyba nyúlt bele erőteljesen – főleg a II. világháború után – a románosítási törekvés és gyakorlat.

A Limbuşa (szegély, valaminek a pereme, a széle), a Pietrăriei (Pietrarilor) (kőfaragók, kőfargóké) vagy a Tarnița (1. fából vagy (ritkán) bőrből készült (paraszti) nyereg, amelyet lovaglásra vagy teherhordásra használnak; 2. gerinc, hegy vagy domb nyereg alakú gerince) nevek mindig is román nevek voltak. Valójában az történt, hogy a székelyek nem fordították le, hanem egyszerűen átvették, hangtanilag saját nyelvükhöz alakították az Orotva-patak alsó folyásának néhány helynevét (pl. Limbusa, Tarnica, Pietrărilor), vagyis nem történt kettős helynévadás.

A kumulátumközetek (hornblenditek) – gabbrók – dioritok locus typicus előfordulása, felszínre bukkanása az Alsó Tarnița-, és Felső Tarnița-patakok környékén található. Az első, nem publikált leírásomban (Pál-Molnár, 1998) a Tarnica elnevezést használtam, hangtanilag magyarul írva a román területnevet, hiszen a román *ț* betű magyar megfelelője a *c*. Hogy szerencsés volt-e ez a névadás? Akkor úgy tűnt. Azonban a nem magyar (elsősorban angol és román) publikációkban és főleg azok bírálati szakaszában nagyon sok (jogos) kritikát kaptam román anyanyelvű bírálóimtól a névhasználat formájáért, ugyanis miután a magyar *c* betű a román *k* betűnek felel meg a román és angol kiejtésben is, a formációból Tarnika lett. Miután az elmúlt két évtizedben meghonosodott már az elnevezés, beágyazódott a masszívum szaknyelvébe, szakirodalmába, változtatásra nem volt már lehetőségem, így visszatértem az eredeti névhez igazodó Tarnița írásmódhoz. Esterházy Péter gondolata bebizonyosodott: „*szél ellen nem lehet szóhasználni, itt alkalmazkodni kell, fölemelt fejjel, gerincesen.*”

Esterházy, P. (2003): A szavak csodálatos életéből. Magvető, 64 p.

Orbán, B. (1868): A Székelyföld leírása történelmi, régészeti, természetrajzi s népismei szempontból. II. kötet, Ráth Mór bizománya, Pest.

Pál-Molnár, E. (1998): A Ditrói szienitmasszívum földtani felépítése és petrológiája, különös tekintettel a hornblenditek és dioritok kialakulására. I-II., PhD-értekezés, JATE, Szeged, 219 p.

*12. old.: Egy teljes Kárpát-Pannon régió térkép jobban illene a 3. ábrához.*

Köszönöm az észrevételt. A 3. ábra a Gyergyói-havasok szűkebb földrajzi környezetét hivatott bemutatni. (A DAM földrajzi értelemben a Gyergyó-Békási-hegyvidék, Gyergyói-havasok D-i, DNy-i részét képezi.) Igen, valóban használhattam volna egy Románián túlmutató Kárpát-Pannon régió földrajzi térképet (ábrát) is, mentségemül az összes DAM-hoz kapcsolódó közleményünkben a masszívumot az Alp-Kárpát-Dinári térségben mutattam/mutattuk be.

*21. old.: “... azokat a kőzeteket, amelyek a legkevésbé voltak bomlottak.” A “bomlottak” szó helyett inkább átalakultak, mállottak, esetleg bontottak kifejezés helyesebb.*

Elfogadom Bírálóm észrevételét. Szakmaiatlan szóhasználat. Mind a mállott, mind az átalakult szóhasználat helyesebb lett volna, még annak ellenére is, hogy ezek a folyamatok más-más tartalommal rendelkeznek.

*24.: “... nyomelem- és ritkaföldfém tartalmát...” Nem indokolt fenti, elkülönített megnevezés, mivel a ritkaföldfém - amelyek közé geokémiaailag az Y is tartozik – többnyire nyomelemként jelenik geológiai formációkban.*

Elfogadom Opponensem kritikáját, természetesen a ritkaföldfémek is nyomelemek. Valószínűleg a ritkaföldfémek jelentőségének, eloszlásuk hangsúlyosságának gondolata vezetett ehhez a megfogalmazáshoz.

## Eredmények és értelmezés

### 1.

Sajnálatos, hogy a nagyon látványos 11a. ábra (TAS-diagram) a terepi megfigyelések következtetéseihez nem nyújt kellő segítséget, az ábrán és a szövegben használt eltérő nevezéktan miatt (27. old.). Így a dolgozatban különösen a bazanit, kamptonit, lamprofir, alkáli lamprofir és Morogan et al. (2000)-féle bazanit és alkáli bazalt viszonya nem egyértelműen tisztázott.

Az értekezés egyik legnehezebb problémájára világít rá Opponensem: hogyan lehet megadni egy egységes nevezéktant úgy, hogy a teljes kőzet geokémiai adatok a DAM kőzetei esetében a magmatározó folyamatok (pl. akkumuláció, magmakeveredés) és az egyes kőzetek kézipéldány szinten változó ásványarányainak függvényében változnak. Következésképpen az adatok a petrográfiai leírásokon túl csak kellő körültekintéssel és óvatossággal használhatók. De a kőzetnek nevet kell adni, és abban teljesen egyetértek tisztelt Opponensemvel, hogy ennek a nevezéktannak egy gondolatmeneten belül lehetőleg egységesnek kell lennie. Belátom, hogy amennyiben a geológiában a nomenklatúra mindig győzedelmeskedik a józan ész felett, így itt is előfordulhatnak és elő is fordulnak nevezéktani értelmezési nehézségek. A teljes értekezésben igyekeztem az egységes nevezéktan használatára. Amikor ezt nem tettem, akkor a kőzetnevet a *s.l.* (bővebb értelemben) toldalékkal adtam meg, de mindvégig próbáltam a 11.a, b, c. ábrákon használt nevezéktanhoz kapcsolni. Ha ez nagyobb nehézségekbe ütközött, mint például a magmakeveredés fejezetben, akkor a jobb megértést próbáltam további adatokkal és ábrákkal, valamint értelmezésekkel is segíteni (pl. 3. táblázat, 42. ábra, 10.1.3. fejezet).

Morogan et al. (2000) az Orotváról származó lamprofirokat alkáli bazalt dyke (DT 116A számú minta), valamint bazanit dyke (DT 123 számú minta) néven írták le. Az általunk vizsgált lamprofirok alkáli lamprofirok, kamptonitok (kamptonit-I, kamptonit-II) (lásd Rock, 1990 és Mitchel, 1992 kőzetosztályozásai). Ezek a lamprofirok gyakorlatilag vizes bazanitok, vagyis a bazanit elnevezés egyrészt a bazanitos összetételű OIB-jellegű olvadékokra vonatkozik *s.l.*, másrészt a Tarnița Komplexum kőzeteinek nevezéktanánál *s.s.* bazanit/nefelinit/foidgabbró (a  $Zr/TiO_2$  vs.  $Nb/Y$  – Winchester, Floyd, 1977 és a  $Na_2O+K_2O$  vs.  $SiO_2$  – Cox et al., 1979 kőzetosztályozási rendszerekben). Véleményem szerint Morogan és szerzőtársai is az alkáli bazalt dyke vagy a bazanit dyke kőzetnévvel nem az alkáli bazalt kőzetre, hanem az alkáli bazaltos, bazanitos olvadékeredetre gondoltak.

Cox, K.G., Bell, J.D., Pankhurst, R.J. (1979): The Interpretation of Igneous Rocks. Allen and Unwin, London, 450 p.

Mitchell, R.H. (1992): The lamprophyre facies. Mineralogy and Petrology, **51/2**, 137–146.

Morogan, V., Upton, B.G.J., Fitton, J.G. (2000): The petrology of the Ditrău alkaline complex, Eastern Carpathians. Mineralogy and Petrology, **69**, 227–265.

Rock, N.M.S. (1991): Lamprophyres. Blackie and Son Ltd., Glasgow, 285 p.

Winchester, J.A., Floyd, P.A. (1977): Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. Chemical Geology, 1977, **20**, 325–343.

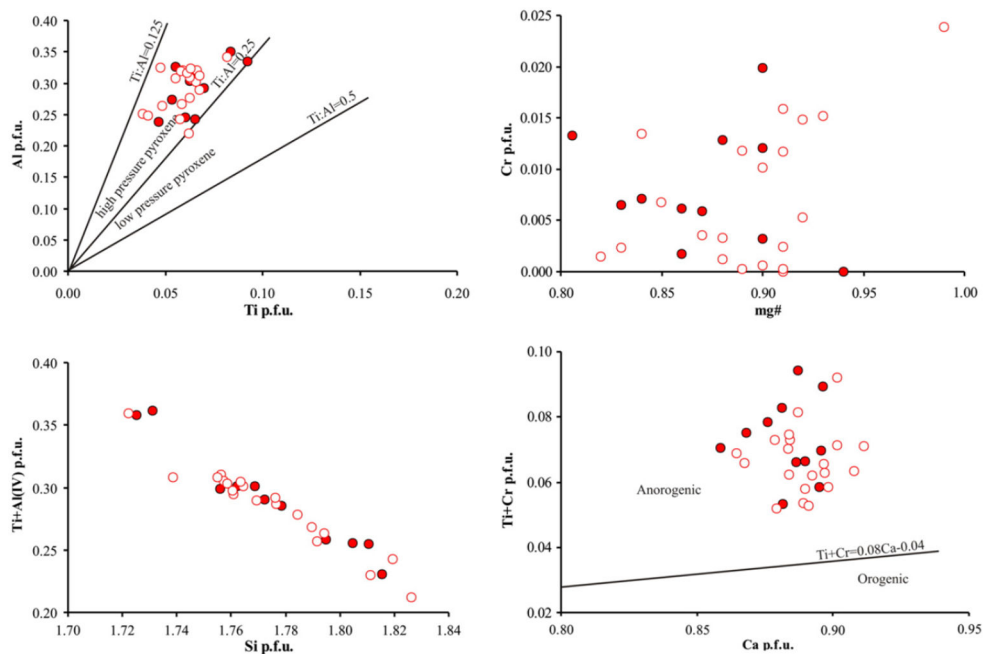
### 2. –

### 3.

**3.1.** 38. old.: 18b ábrán a Jelölt mire alapozza a Cr-tartalom és mg-szám közötti pozitív korrelációt? Ugyanerről és a másik három társábráról (18a, 18c, 18d) hiányoznak kamptonitból származó klinopiroxén peremeinek összetételi adatai.

A 18. ábrán valóban teli körrel jelennek meg a kamptonitból származó klinopiroxén peremeinek összetételi adatai is. Az értekezés ábráinak eredeti felbontása 300 dpi volt. A 300 dpi felbontásban Adobe Illustrator grafikai tervező szoftverrel szerkesztett dolgozatot (1. változat) – az MTA érvényes eljárásmenetének megfelelően – 150 dpi felbontású pdf-változatba konvertáltam (2. változat). Csak ezt a felbontást (változatot) lehet feltölteni a doktori eljárás online rendszerébe. A feltöltött állomány minden oldalára az elektronikus rendszer beilleszti a

pályázati azonosítót (3. változat), majd ezt követően létrehoz egy újabb pdf-változatot (4. változat) valamilyen (kis) felbontásban. Ez 4. pdf file a véglegesíthető, majd nyomtatható változat, ez került kiküldésre a tisztelt Bírálóknak is. A minőségi romlás oka (úgy általában az összes ábránál) nagy valószínűséggel ez a többszörös konvertálás, felbontás-csökkenés és információvesztés. Sajnálom az adatvesztést, az ábrát az alábbiakban az eredeti tartalommal mutatom be.



Köszönöm Bírálóm észrevételét a Cr-tartalom és mg-szám közötti korrelációt illetően. A számolt korrelációs együttható  $R^2=0,23$ . Ez egy biztos, de gyenge pozitív kapcsolat (korreláció). Elfogadom bírálóm kritikai észrevételét, pontosabban kellett volna fogalmaznom.

**3.2. 38. old.:** “...Mecsek-Alföld (Harangi et al., 2003)...területén előforduló lamprofirok”-ra hivatkozni valószínű, hogy félreértés. A közlemény valóban említi fonotefrit (kamptonit) nevű kőzetet, ami a Máza-völgyből származik, azonban lamprofir szöveti és geokémiai bélyegeit jelen Bíráló nem ismeri. Ezzel szemben a Villányi-hegységből és az ÉK-Dunántúl területéről jellegzetes lamprofir kőzetek ismertek.

Az idézett hivatkozás (Harangi et al., 2003) a kamptonitokban előforduló amfibol (kaersutit)  $TiO_2$  és  $Al_2O_3$  mennyiségének összevetése többek között a Morva-Szilézia-Beszkidék (Északkelet-Csehország, Dél-Lengyelország), és a Mecsek-Alföld területén előforduló lamprofirok amfiboljainak  $TiO_2$ - és  $Al_2O_3$ -tartalmával. A hivatkozott közlemény a Zilina és a Máza-völgyi kamptonitokat hasonlítja össze. Mindkét adatsor szerint a kaersutitban a  $TiO_2$  nagy, míg az  $Al_2O_3$  viszonylag kis mennyiségben van jelen. Ezek az adatok – mint adekvát közleményben közöltek – számomra nem vetettek fel hitelességi kérdéseket.

A Villányi-hegységi lamprofirok irodalmát jól ismerem (pl. Nédli et al., 2007, 2009, 2010). Kétségtelen, hogy ebben az összevetésben a villányi lamprofirok nem jelentek meg, de ennek egyetlen oka van: a fentiekben idézett közlemények csak klinopiroxén, ortopiroxén és spinell ásványkémiai adatokat tartalmaznak, amfibolt nem.

Harangi, Sz., Tonarini, S., Vaselli, O., Manetti, P. (2003): Geochemistry and petrogenesis of Early Cretaceous alkaline igneous rocks in Central Europe: implications for a long-lived EAR type mantle component beneath Europe. *Acta Geologica Hungarica*, **46/1**, 77–94.

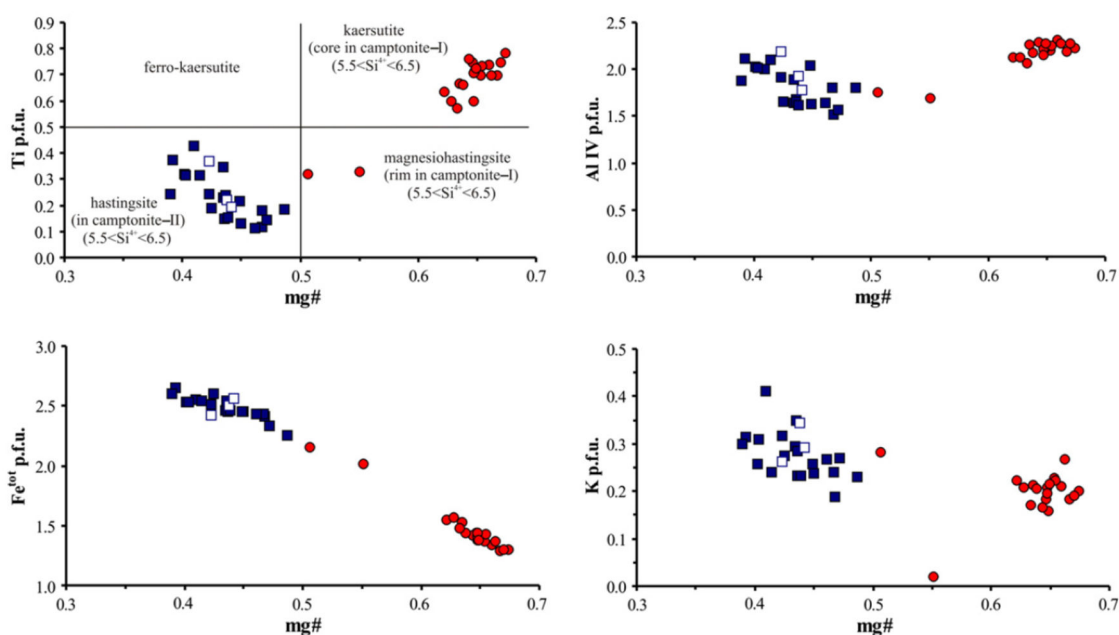
Nédli, Zs., Toth, T.M. (2007): Origin and geodynamic significance of Upper Cretaceous lamprophyres from the Villány Mts (Hungary), *Mineralogy and Petrology*, **90**, 73–107.

Nédli, Zs., M. Tóth, T., Szabó, Cs. (2009): Late Cretaceous lamprophyre dikes from the Villány Mts. in M. Tóth, T. (Ed.): Igneous and Metamorphic Formations of the Tisza Unit, Szeged University, GeoLitera (in Hungarian), 219–242.

Nédli, Zs., M. Tóth, T., Downes, H., Császár, G., Beard, A., Szabó, Cs. (2010): Petrology and geodynamical interpretation of mantle xenoliths from Late Cretaceous lamprophyres, Villány Mts (S Hungary). Tectonophysics, **489**, 43–54.

**3.3. 39. old.:** *19a-d ábráról hiányoznak kamptonit-II-ből származó amfibol fenokristályok összetételi adatai.*

A 19. ábrán – sajnos – teli négyzetekkel jelennek meg kamptonit-II-ből származó amfibol fenokristályok összetételi adatai is. Ennek valószínű okát a 3.1. pontban fejtettem ki. Az alábbiakban bemutatom az ábrát a helyes tartalommal.



**3.4. 43. old.:** *“A nagy ionsugarú litofil elemek (LILE) gazdagodása a kőzetek mállásával magyarázható, amelyet a legtöbb minta elsődleges ásványfázisainak átalakulása is alátámaszt.” megállapítást az átalakulási termékek (főleg az anyagásványok) ismeretében tudná jelen Bíráló elfogadni. Ténylegesen inkább LILE szegényedéssel lehet számolni kémiai málláskor.*

A kamptonitokban – az inkompatibilisként viselkedő – nagy ionsugarú litofil elemek koncentrációja meglehetősen nagy (Rb = 72–499 ppm, Ba = max. 3020 ppm, Sr = max. 1411 ppm). Hasonlóan nagy LIL-elem (elsődleges) dúsulások más lamprofitrok esetében is ismertek (pl. Azambré et al., 1992; Dostal, Owen, 1998; Nédli, Tóth, 2007; Szabó et al., 1993). Egyrészt az inkompatibilis elemek nagy koncentrációja a metasomatizált köpeny korábbi, LIL-elemekben történő gazdagodását jelzi (pl. Beard et al., 1996; Bouabdli et al., 1988; Hauser et al., 2010). Másrészt az inkompatibilis és immobilis nyomelemek között számon tartott ritkaföldfémek bizonyos feltételek mellett mobilizálódhatnak, utólagos (lokális) dúsulásokat hozhatnak létre. A kritikus elemek kutatásához kapcsolódó legújabb eredmények rámutattak arra, hogy vizes fluidumok hatására mind a könnyű, mind a nehéz ritkaföldfémek mobilisak lehetnek. A mobilizációban egyrészt a fluidum hőmérséklete, másrészt kémiai összetétele (pl. alkáliák mennyisége) játszik fontos szerepet. A megfigyelések és a kísérletek szerint az alkáli jellegű fluidumok szerepe kiemelkedő a RFF-ek mobilizációjában, amely során hidroxikarbonát-komplexek képződnek. A RFF-ek hidrotermás ásványképződése elsődlegesen a

könnyű RFF-ek mobilizációját eredményezi, ezért könnyű RFF-ekben dúsuló foszfátásványok és karbonátok jelennek meg (Anenburg et al., 2020; Louvel et al., 2022).

Elfogadom tisztelt Opponensem észrevételét, itt a „mállás” nem a legpontosabb folyamatot leíró esemény. A kamptonitokban megjelenő karbonátos ocellumok (és az olivin utáni pilites pszeudomorfózákat metsző karbonátos erek) olyan kései fázisú fluidumok termékei, amelyek a már megszilárdult kamptonitokat átszelő repedéshálózaton keresztül migráltak (Honour et al., 2018; Shaw et al., 2017). A LIL-elemek gazdagodása valószínűleg ehhez a késő magmás, hidrotermális fluidum-fázishoz is köthető.

Anenburg, M., Mavrogenes, J.A., Frigo, C., Wall, F. (2020): Rare earth element mobility in and around carbonatites controlled by sodium, potassium, and silica. *Science Advances*, **6/41**, eabb6570.

Azambré, B., Rossy, M., Albarède, F. (1992): Petrology of the alkaline magmatism from the Cretaceous North-Pyrenean Rift Zone (France and Spain). *European Journal of Mineralogy*, **4**, 813–834.

Dostal, J., Owen, J.V. (1998): Cretaceous alkaline lamprophyres from northeastern Czech Republic: geochemistry and petrogenesis. *Geologische Rundschau*, **87**, 67–77.

Honour, V.C., Goodenough, K.M., Shaw, R.A., Gabudianue, I., Hirtopanu, P. (2018): REE mineralisation within the Ditrău Alkaline Complex, Romania: Interplay of magmatic and hydrothermal processes. *Lithos*, **314–315**, 360–381.

Louvel, M., Etschmann, B., Guan, Q., Testemale, D., Brugger, J. (2022): Carbonate complexation enhances hydrothermal transport of rare earth elements in alkaline fluids. *Nat. Commun.*, **13**, 1456.

Nédli, Zs., Tóth, T.M. (2007): Origin and geodynamic significance of Upper Cretaceous lamprophyres from the Villány Mts (Hungary). *Mineralogy and Petrology*, **90**, 73–107.

Shaw, R., Goodenough, K., Roberts, N., Honour, V., Horstwood, M., Lenz, C. (2017): Timing and Source of Rare Earth Element Mineralisation in the Ditrău Alkaline Complex, Romania. *Appl. Earth Sci.*, **126**, 93.

Szabó, Cs., Kubovics, I., Molnár, Zs. (1993): Alkaline lamprophyre and related dyke rocks in NE Transdanubia, Hungary: The Alcsutdoboz-2 (AD-2) borehole. *Mineralogy and Petrology*, **47**, 127–148.

**3.5. 43. old.** *“Mivel a Ca-amfibol jelentős mennyiségű Y-ot és egyéb nehéz ritkaföldfémeket képes beépíteni a kristályrácsába (Bédard, 1994), így az Yb/Eu és Y/Ce arány csökkenése az olvadékokban az amfibol frakcionációját jelzi (Bouabdli et al., 1988).” Ez a megállapítás érvényes a klinopiroxénre is, ahogyan azt a Jelölt is bemutatja (később).*

Köszönöm Opponensem megjegyzését. A klinopiroxének ritkaföldfém-tartalmát az ásvány főelem-összetétele befolyásolja. A klinopiroxének Na és Fe<sup>3+</sup> koncentrációjának növekedésével nehéz ritkaföldfémek épülnek be a kristályrácsba (Baudouin et al., 2020; Marks et al., 2004).

Baudouin, C., France, L., Boulanger, M., Dalou, C., Devidal, J.L. (2020): Trace element partitioning between clinopyroxene and alkaline magmas: parametrization and role of M1 site on HREE enrichment in clinopyroxenes. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **175**, 42.

Marks, M., Halama, R., Wenzel, T., Markl, G. (2004): Trace element variations in clinopyroxene and amphibole from alkaline to peralkaline syenites and granites: implications for mineral–melt trace-element partitioning. *Chemical Geology*, **211/3**, 185–215.

**3.6. 46. old.** *Erősen hiányos a kamptonit olvadék köpeny eredetű forrásközetében a pargasit jelenlét lehetőségének a bemutatása. Legalább a flogopit-hoz hasonló módon kellene erről a lehetőségről is beszélni.*

Köszönöm Opponensem javaslatát. A felső köpenyben a pargasitos amfibol stabilitását leginkább a hőmérséklet kontrollálja, ugyanis 18–25 kbar közötti nyomáson ~1075°C-on elveszti stabilitását. Niida és Green (1999) kísérleti adatai szerint a stabilitást egy adott H<sub>2</sub>O-tartalom mellett a lherzolit alkália-tartalma is szabályozza. 8.4.1. fejezetben (kamptonitok értelmezése) a pargasit forrásközetben való jelenlétére is kitértem, közvetlenül a flogopit tárgyalását követően. Míg a flogopit jelenlétét a magas Na/K arány miatt elvettem, a forrásközetben lévő amfibolra (pargasitra) vonatkozóan a következők szerepelnek az értekezésben: *„A keletkező olvadék Nb/Ta arányát az amfibol befolyásolja (Tiepolo et al.,*

2000), vagyis a vizsgált kőzetek nagy Nb-Ta koncentrációjának kialakulásában meghatározó szerepet játszott a forráskőzetben jelen lévő pargasitos amfibol.”

Niida, K., Green, D. (1999): Stability and chemical composition of pargasitic amphibole in MORB pyrolyte under upper mantle conditions. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **135**, 18–40.

Tiepolo, M., Vannucci, R., Oberti, R., Foley, S.F., Bottazzi, P., Zanetti, A. (2000): Nb and Ta incorporation and fractionation in titanian pargasite and kaersutite: crystal-chemical constraints and implications for natural systems. *Earth and Planetary Science Letters*, **176**, 185–201.

**3.7.** *Ebben (és a soron következő) alfejezetben az ábraaláírás sok helyen nem az ábra alatt/ábrát követően, hanem a következő oldal alján jelenik meg (pl. 26. ábra 54-55. old. vagy 40. ábra, 76- 77. old.), sőt néha az ábra előtt (37. ábra, 68-69. old. vagy 39. ábra 72-73. old.), ami nem olvasóbarát szerkesztési mód.*

Az egyoldalas szerkesztett műveknél a szöveg és az ábra csak a páratlan oldalakon jelenik meg, a páros oldalak üresen maradnak, ebben az esetben az egyoldalas online megjelenésű tartalmak egységesek lesznek, egy oldalt látunk egyszerre. Ezzel ellentétben a Magyar Tudományos Akadémia szabályzata alapján a doktori mű csak kétoldalas nyomtatással adható be, ami azt jelenti, hogy a keménykötésű példányoknak páros és páratlan oldalpárjaik vannak, vagyis könyvszerű az értekezés. A könyvszerű szerkesztés esetén az oldalpárok fogják az egységes tartalmat hordozni, vagyis két oldalt látunk egyszerre. Például a 72–73. oldalak esetében a 73. oldalon – a jobb láthatóság céljából – egy teljes tükörre kilőtt ábra látható (39. ábra), így az ábraaláírás, miután nem fér el a 73. oldalon, a 72. oldalon fog megjelenni, vagyis nem szószertinti aláírás lesz, hanem az oldalpáron melléírás. Ebben az esetben az ábramagyarázó előtt mindig található egy fekete teli kör, benne egy nyílszerű fehér háromszöggel, amely az ábrára irányítja a figyelmet. Bírálóm – jogos – észrevétele abból fakad, hogy amikor a pályázati felületre feltöltött állomány minden oldalára az elektronikus rendszer beilleszti a pályázati azonosítót, majd ezt követően létrehoz egy újabb pdf-változatot, ez a változat nem kétoldalasan (mint az elvárható lenne), hanem egyoldalasan jelenik meg az online felületen. Így lesz a kétoldalasan szerkesztett „könyvszerű” műből egyoldalas állomány, ami sajnálatosan, Bírálómmal teljes mértékben egyetértve, nem egy olvasóbarát megjelenés.

#### 4.

**4.1.** *58. old.: Mi a jelentősége a 28. ábra 'spider' diagramjain klinopiroxénre és amfibolra is megállapítható hasonló "pozitív anomáliá"-nak?*

A spider diagramokon a nyomelemek nagyon hasonló lefutása, ill. azok hasonló pozitív/negatív anomáliái az elemzett klinopiroxén- és amfibol-kristályok között arra utal, hogy a kumulátumkőzeteket alkotó fázisok egyazon tektonomagmás környezetet és hasonló vagy azonos forrásolvadékot képviselhetnek. Amint az a spider diagramokon is látszik, a klinopiroxének és az amfibolok a legnagyobb hasonlóságot (pozitív és negatív anomáliák) és összetételbeli homogenitást a relatíve immobilis nyomelemekben mutatják (HFSE-k, pl. Nb, Ta, Zr, Y), míg a mobilisabb nyomelemekben (LILE-k, pl. Ba, Rb) már különbségek mutatkoznak a dúsulás/kimerülés mértékét tekintve. A különböző olvadékok és a belőlük kristályosodott klinopiroxén- és amfibol-kristályok elkülönítésére, valamint a kumulusz és interkumulusz ásványok (amfibol) közötti diszkriminációra azonban a spider diagramok nem, csak a főelem-összetételek bizonyultak alkalmasnak, ahogy az a 9. fejezetben részleteiben is olvasható.

**4.2.** *60-61. old.: A Cr, Ni és Sc pozitív korrelációja a vizsgált kumulát kőzetek mg-számával valóban elvárható, azonban magyarázatra szorul az a tény, hogy a Sc (31c. ábra) másként viselkedik, mint a Ni és Cr (31a-b. ábra) a különböző kőzettípusokban. Továbbá hiányzik Morogan et al. (2000) által vizsgált kőzettípusok megnevezése az említett diagramokban.*



Köszönöm Opponensemnek, hogy felhívta figyelmem a Sc vs. mg#-mal kapcsolatos értelmezésre. A Cr és a Ni (a Fe-sal és Mg-mal együtt) beépül a kristályosodó klinopiroxénbe és amfibolba, így azok koncentrációjának csökkenése a mg# csökkenésével és az olvadék frakcionációjával párhuzamosan valóban elvárható. A Cr-mal és a Ni-lel ellentétben a Sc azonban viselkedésében nem mutat szoros kapcsolatot a Fe-sal vagy a Mg-mal (pl. Norman, Haskin, 1968; Shimizu, 1969), így pozitív korrelációja sem várható el a mg#-mal. (Viszonylag nagy ionpotenciálja azt eredményezi, hogy a Sc<sup>3+</sup> a legtöbb közetalkotó ásvány szerkezetében inkompatibilis). Saját elemzéseink alapján (klinopiroxén- és amfiboltartalmú kumulátumközetek) én inkább egy nagyon enyhe negatív korrelációt vélek felfedezni a Sc-tartalom és a mg# között. További figyelemre ad okot Morogan et al. (2000) mintáinál (DT135, DT110, DT116, DT108, DT117, DT124) az inkább pozitívnak mutató korreláció, valamint a Sc értékeinek nagy szórása. Összességében úgy gondolom, hogy a vizsgált minták Sc-tartalma és mg#-a között alapvetően nincs összefüggés.

Norman, J.C., Haskin, L.A. (1968): The geochemistry of Sc: A comparison to the rare earths and Fe. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **32/1**, 93–108.

Shimizu, T. (1969): Scandium content of igneous rocks and some oceanic sediments. *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, **42/6**, 1561–1569.

**4.3. 62. old.:** *Egyes klinopiroxén-tartalmú kumulát közet megnövekedett Nb-tartalma és La-Ce-Nd-tartalma (32B. ábra) különös és magyarázatra szorul (úgy tűnik, hogy ugyanazokról a mintákról van szó).*

Az említett klinopiroxén-tartalmú kumulátumközetek valóban magasabb koncentrációval rendelkeznek a többi klinopiroxén-tartalmú kumulátumközethez – nemcsak az Opponensem által említett Nb, La, Ce és Nd elemek esetében –, hanem valamennyi nagy térerejű nyomelem (HFSE) (pl. Zr, Th) és a ritkaföldfémek esetében is. A megnövekedett Nb-tartalom nem a klinopiroxénhez köthető, arra utalhat, hogy ebben a 2 db mintában nagyobb az akcesszórius ásványok, főként a titanit mennyisége (pl. Frost et al., 2000; Gros et al., 2020; Marks et al., 2008; Scibiorski et al., 2019). A megemelkedett HFSE-tartalom és a kumulátumközetek fejlettsége (pl. mg#, SiO<sub>2</sub>-tartalom) között azonban nem találtam összefüggést, így az előbbi kapcsolatot frakcionációval nem lehet egyértelműen magyarázni. Elképzelhető viszont, hogy a 2 db mintában a titanitkristályok is, nagy sűrűségükből adódóan gravitációsan dúsultak fel, és a klinopiroxén-tartalmú kumulátumközetek viszonylag homogén képződési környezetének, a magmatározónak az alsó részét képviselik.

Frost, B.R., Chamberlain, K.R., Schumacher, J.C. (2000): Sphene (titanite): phase relations and role as a geochronometer. *Chemical Geology*, **172**, 131–148.

Gros, K., Słaby, E., Birski, L., Kozub-Budzyń, G., Sláma, J. (2020): Geochemical evolution of a composite pluton: insight from major and trace element chemistry of titanite. *Mineralogy and Petrology*, **114**, 375–401.

Marks, M.A.W., Coulson, I.M., Schilling, J., Jacob, D.E., Schmitt, A.K., Markl, G. (2008): The effect of titanite and other HFSE-rich mineral (Ti-bearing andradite, zircon, eudialyte) fractionation on the geochemical evolution of silicate melts. *Chem. Geol.*, **257**, 153–172.

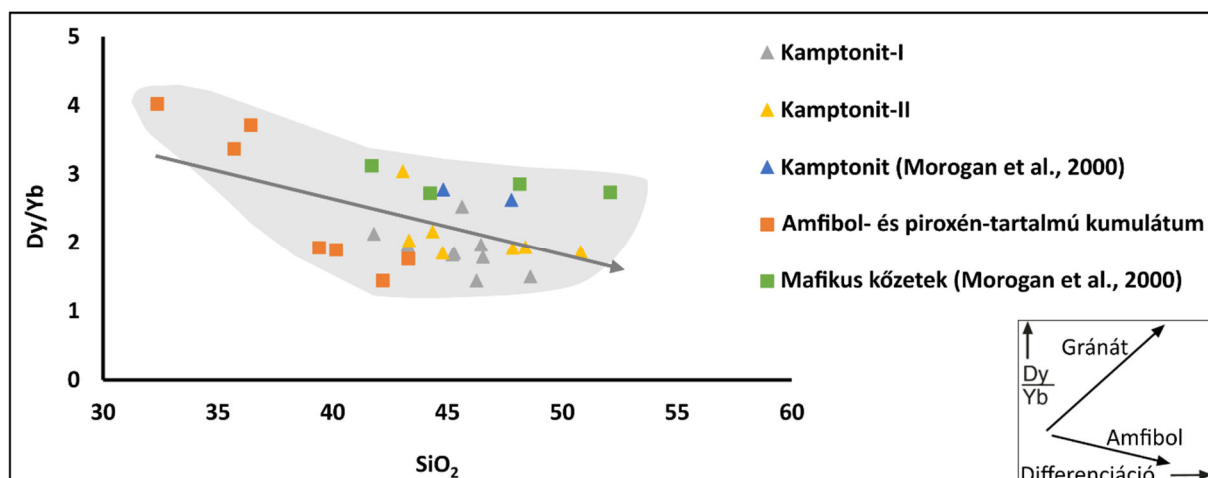
Scibiorski, E., Kirkland, C.L., Kemp, A.I.S., Tohver, E., Evans, N.J. (2019): Trace elements in titanite: A potential tool to constrain polygenetic growth processes and timing. *Chemical Geology*, **509**, 1–19.

**4.4. 70. old.:** *A 38a. ábrán mindössze 3 amfibol- és piroxén-tartalmú kumulát közet és 2 kamptonit telér szerepel. Hol van a többi adat? Továbbá Morogan et al. (2000) munkájából milyen közettípusokat használt fel a Szerző összehasonlításra? Mi az ábra üzenete?*

**71. old.:** *A Szerző megfogalmazása szerint “Az amfibolokban a Dy kompatibilisebb, mint az Yb (Davidson et al., 2007)”. Igaz, amit olvashat a bíráló, azonban a dolgotatban eddig az olvadék és a szilárd fázisok viszonyáról volt szó. Ezt az Davidson et al. (2007)-nak tulajdonított*

kijelentést hogyan lehet értelmezni az adott problémakörben figyelembe véve az ún. RFF-  
 “csökkenés” jelenségét az ionrádiusz függvényében?

Köszönöm tisztelt Opponensemnek, hogy felhívta figyelmem a 38.a ábra hiányosságaira. A javított, minden adatot tartalmazó 38.a ábrát az alábbiakban mutatom be.



**Módosított 38.a ábra** A Ditrői Alkáli Masszívum kamptonit- és kumulátumkőzeteinek teljes kőzet SiO<sub>2</sub> vs. Dy/Yb diagramja (Davidson et al., 2007, módosítva)

Az ábrán 7 db amfibol- és piroxén-tartalmú kumulátumkőzetet (VRG6547, VRG6745, VRG6546, VRG6706, VRG6710, VRG6713, VRG6755), 9 db kamptonit-I-et (VRG6715, VRG6765, VRG7292, VRG7296, VRG7297, VRG7299, VRG7300, VRG7301, VRG7302), 8 db kamptonit-II-öt (VRG7286, VRG7287, VRG7289, VRG7290, VRG7291, VRG7320, VRG7351, VRG7357) és Morogan et al. (2000) munkájából 2 db lamprofirt (DT123, DT116A) és 4 db mafikus kőzetet (peridotit DT124; gabbró DT121, DT120A; monzodiorit DT102) használtam fel.

Az amfibolok a közepes ritkaföldfémeket (MREE), míg a gránátok a nehéz ritkaföldfémeket (HREE) építik be kristályrácsukba. [Az M4 pozícióbeli Mg, Fe<sup>2+</sup> és Mn<sup>2+</sup> mennyisége határozza meg a helyettesítő kation sugarát, amely a kristályrács deformációja nélkül még be tud épülni. A Mg, Fe<sup>2+</sup> és Mn<sup>2+</sup> koncentrációjának növekedésével kisebb ionrádiuszú kationok épülnek be a kristályrácsba. Az M4 pozícióba beépülő kationok ionrádiusza jellemzően 1.02–1.045 Å, amely a közepes ritkaföldfémek ionrádiuszának felel meg (pl. Dy: 1.027 Å és Tb: 1.04 Å). Az amfibolok frakcionációs kristályosodásával tehát a maradékmagma ezekben az elemekben relatíve kimerül (Shimizu et al., 2017).] Ennek következtében mindkét ásvány frakcionációja során növekszik a La/Yb arány, ám a gránát kristályosodása növeli, míg az amfibolé csökkenti a Dy/Yb arányt (Macpherson et al., 2006). A differenciációval csökkenő Dy/Yb arányból tehát jelentős amfibol- és alárendelt gránát-frakcionációra következtethetünk. Az amfibolok alsó-középső kéregbeli frakcionációjával jelentős H<sub>2</sub>O-tartalmú, ún. amfibol „szivacs” (amfibol kumulátum) alakul ki. Ez az amfibolban gazdag régió további olvadékok és fluidumok forrásaként szolgál, amelyből jelentős mennyiségű H<sub>2</sub>O és inkompatibilis elemek szabadulnak fel (Davidson et al., 2007).

Davidson, J., Turner, S., Handley, H., Macpherson, C., Dosseto, A. (2007): Amphibole „sponge” in arc crust? *Geology*, **35/9**, 787–790.

Macpherson, C.G., Dreher, S.T., Thirlwall, M.F. (2006): Adakites without slab melting: High pressure differentiation of island arc magma, Mindanao, the Philippines. *Earth and Planetary Science Letters*, **243**, 581–593.

Morogan, V., Upton, B.G.J., Fitton, J.G. (2000): The petrology of the Ditrău alkaline complex, Eastern Carpathians. *Mineralogy and Petrology*, **69**, 227–265.

Shimizu, K., Liang, Y., Sun, C., Jackson, C.R.M., Saal, A.E. (2017): Parameterized lattice strain models for REE partitioning between amphibole and silicate melt. *American Mineralogist*, **102**, 2254–2267.

5.

5.1. 74. old.: A 2. táblázatból hiányzik az A, P, M fázisok(?) magyarázata.

A 2. táblázat a Tarnița Komplexum befogadó kőzeteinek és kőzetzárványainak jellemző modális összetételét (V/V%) tartalmazza. Az M érték a színes – mafikus – elegyrészek és akcesszóriák összege. Az A (alkáli földpátok, azaz káliföldpátok és albit – maximum 5% anortit-tartalomig) és a P (plagioklász földpátok – 5–100% anortit-tartalommal) a 100-ra normált értékek.

5.2. 86–88. old.: A szienitek keveredési szövetei c. alfejezet egy önálló egység (idegen test ebben a környezetben), bár értékes petrográfiai megfigyeléseket és következtetéseket tartalmaz.

Köszönöm Opponensemnek hogy kifejthetem, miért tartottam fontosnak a szienitek keveredési szöveteinek bemutatását a 10. *Magmakeveredés* c. fejezetben. Értekezésem írásakor (2021) a szienitek és a masszívum további felzikus kőzeteinek (pl. monzonit, monzogránit) vizsgálata már futó kutatásaink közé tartozott. A masszívum kutatástörténete során ezeket a kőzeteket többnyire homogén, zárt rendszerű magmás folyamat végtermékeként kezelték. Értekezésem 11. fejezetében bemutatott klinopiroxén-populáció integrált ásványszöveti és geokémiai elemzése rávilágított, hogy a felzikus kőzetek nyílt rendszerű magmás folyamatok hatására alakultak ki. Ez a felismerés tette szükségessé a felzikus sorozat kőzeteinek revízióját és keletkezésük újraértelmezését. Az alábbiakban bemutatott eredmények nem képezték értekezésem részét.

A vizsgált szienitekben – makroszkópos és mikroszkópos szöveti bélyegek alapján – olyan magmakeveredésre és magmaelegyedésre utaló bélyegeket azonosítottuk, mint pl. mafikus ásványaggregátumok, eltérő zonációjú plagioklászok, amelyek nyílt rendszerű magmás folyamatokra (pl. kristálycsere és recirkuláció, magmakeveredés, magmaelegyedés) engedtek következtetni. Az eredményeket publikáltuk (Kiri et al., 2022), azonban akkor még nem rendelkezünk ezeknek a szöveteknek az értelmezéséhez szükséges teljes kőzet fő- és nyomelem, valamint ásványkémiai adatokkal. Időközben az Orléans-i Földtudományi Intézetben (Franciaország) sikerült a szükséges méréseket elvégeznünk (EMPA, LA-ICP-MS), és a petrográfiai vizsgálatokat teljes kőzet, valamint ásvány (amfibol, klinopiroxén, plagioklász) fő- és nyomelem-elemzésekkel egészítettük ki.

Röviden az eredményekről. Néhány, petrográfiailag monzonitként értelmezett kőzet geokémiai összetétele megerősíti korábbi, petrográfiai alapú megfigyeléseinket (Kiri et al., 2022) és alátámasztja a felzikus kumulátumok jelenlétét a masszívumban. Ezeknek a kőzeteknek a szövete hasonló a Tarnița Komplexumban felzikus kumulátumként értelmezett felzikus xenolitok szövete megjelenéséhez, teljes kőzet összetételük azonban jelentősen különbözik. Ritkaföldfémekben jóval gazdagabbak és nem mutatnak pozitív Eu-anomáliát. Következésképpen a kőzetek két, különböző magma felzikus kumulátum fázisát képviselik. A Tarnița Komplexumból leírt felzikus xenolitok az M1 magma frakcionációjával a magmatározó felső részén kialakult felzikus kumulátumok. A többszöri magmabenyomulás okozta turbulencia hatására a tározó mélyebb régiójába kerültek és ott kőzetzárványként őrződtek meg. A korábban monzonitként értelmezett kőzetek az M2 magma felzikus kumulátumai.

A teljes kőzet adatok, valamint a klinopiroxének, amfibolok és plagioklászok összetétele alapján (a korábbi klinopiroxén-elemzések eredményeit is figyelembe véve) a vizsgált felzikus kőzetek magmaelegyedéssel kialakult hibridek. A kölcsönhatásban két, hasonló összetételű, hőmérsékletű és reológiai tulajdonságú szélsőtag vett részt: (1) az M1, kamptonitos magma fejlettebb, frakcionált változata (M1a), valamint (2) az M2b, fonolitos magma kéregkontaminációjával kialakult szienites magma/olvadék. Feltételezhető, hogy a kvarctartalmú kőzetek (monzogránit, gránit) a hibrid magma további frakcionációjával és kéregasszimilációjával jöttek létre.

Kiri, L., Szemerédi, M., Pál-Molnár, E. (2022): Petrographic evidences of open-system magmatic processes in the felsic rocks of the northern part of the Ditrău Alkaline Massif (Eastern Carpathians, Romania). *Central European Geology*, **65/1**, 49–76.

## 6.

**6.1. 90. old.:** *A dolgozatban az MREE angol betűszó itt jelenik meg először (szövegben utalva MREE-ben kimerült és a dolgozatban eddig nem részletezett nefelinszienit ezen sajátos jellemvonására). Hasznos lett volna egy mondatban jelezni, hogy miért szükséges a Szerző szerint a ritkaföldfémek eddigi csoportosítását megváltoztatni.*

A nefelinszienitek petrogenetikai jellemzése valóban nem képezte értekezésem tárgyát, ugyanakkor a klinopiroxén-populációk ásványszöveti és geokémiai értelmezése megkövetelte alapvető petrológiai bemutatásukat. Való igaz, hogy a közetben a ritkaföldfémeket (lantanidákat) két nagy csoportba szokás sorolni – könnyű ritkaföldfémek (LREE) (La–Sm) és nehéz ritkaföldfémek (HREE) (Gd–Lu) –, azonban ritkábban, amennyiben jellemző eloszlásuk kiemelendő, a közepes ritkaföldfém MREE (Nd(Sm)–Tb) csoportosítást is használjuk. Miután a 90. és 91. oldalon (szövegkörnyezetben) a Sm–Tb enyhe kimerüléséről (ráadásul a Sm esetében jelentős negatív anomália is mutatkozik) írok, ezért a MRE-elemek elnevezést használtam. A szamárium az utolsó könnyű ritkaföldfém, a gadolínium az első nehéz ritkaföldfém, ezért nem akartam a nehezebb könnyű ritkaföldfém és a könnyebb nehéz ritkaföldfém nevezéktanba „belekeveredni”. Ezzel a nevezéktannal viszont nagyon jól leírhatók az „U”-alakú nyomelem-eloszlási görbék (pl. könnyű és nehéz ritkaföldfémek gazdagodtak, azonban az MREE-koncentrációja kicsi).

**6.2. 99. old.:** *Az I. típusú klinopiroxén csoportot primitív diopszidnak nevezni nem szerencsés a bemutatott szöveti és geokémiai jellemvonások alapján, hanem követni kellett volna a szöveghez tartozó 58. ábrán (101. old.) alkalmazott elnevezést, azaz: I. típusú klinopiroxén.*

Tisztelt Opponensem észrevétele logikus. Abban az értelemben elfogadom Opponensem kritikáját, hogy az I., II. és III. típusú klinopiroxének nevezéktanában csak az I. típus esetén használom a primitív diopszid elnevezést. Azonban a klinopiroxének nevezéktanának és összetételének (főelem-geokémia, nyomelem-geokémia) bemutatása megelőzi az ebből következő értelmezést. Az I. típusú klinopiroxének csoportjába a halványbarna, primitív, alumínium- és ferrovas-tartalmú diopszidokat és a króm-diopszidokat soroltuk. A II. típusú klinopiroxének a zöld, nátrium- és ferrovas-tartalmú diopszidok és a nátrium- és magnézium-tartalmú hedenbergitek. A III. típusú klinopiroxének pedig a zöld-sötétzöld egirin és egirinaugitok. Az I. típusú klinopiroxének átlag mg# értéke 0,8 feletti, a II. és III. típusok esetében ez az érték 0,4–0,5, illetve 0,3–0,4. Ennek értelmében az I. típusú klinopiroxének nevezéktan alapján diopszidok és primitívek – primitívebbek a II. és III. csoporthoz képest – is. Következésképpen tartalmában nem helytelen a használat, következetességét tekintve viszont szerencsésebb lett volna az I. típusú klinopiroxén használata.

**6.3. 105. old.:** *A II. típusú klinopiroxén csoport magmás eredetének magyarázatához választott egyetlen CPR-referencia nem elegendő jelen bíráló szerint.*

Köszönöm Opponensemnek, hogy felhívta figyelmem a további – a II. típusú klinopiroxén csoport magmás eredetét megerősítő – referenciák hiányára. A zöld, nátrium- és ferrovas-tartalmú diopszid, nátrium- és magnézium-tartalmú hedenbergit klinopiroxének jellemzően fejlett összetételű, intermedier-felzikus, SiO<sub>2</sub>-telítetlen magmából kristályosodnak. Magmakeveredés következtében gyakran mafikus alkáli közetekben is megjelennek, ez esetben azonban nincsenek kémiai egyensúlyban a befogadó közettel. Geokémiai összetételüket nagy Fe-, Na-, Al-, Mn-, RFF-, Zr- és Sr-, valamint kis Ti- és Cr-koncentráció jellemzi (Arzamastsev et al., 2009; Barton et al., 1982; Brooks és Printzslau, 1978; Thompson, 1977; Wass, 1979).

- Arzamastsev, A.A., Arzamastseva, L.V., Bea, F., Montero, P. (2009): Trace elements in minerals as indicators of the evolution of alkaline ultrabasic dike series: LA-ICP-MS data for the magmatic provinces of northeastern Fennoscandia and Germany. *Petrology*, **17/1**, 46–72.
- Barton, M., Varekamp, J.C., Van Bergen, M.J. (1982): Complex zoning of clinopyroxenes in the lavas of Vulcini, Latium, Italy: evidence for magma mixing. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **14**, 361–388.
- Brooks, C.K., Prinztlau, I. (1978): Magma mixing in mafic alkaline volcanic rocks: evidence from relict phenocrysts phases and other inclusions. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **4**, 315–331.
- Thompson, R.N. (1977): Primary basalts and magma petrogenesis, III. Alban Hills, Roman. Comagmatic province, central Italy. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **60**, 91–108.
- Wass, S.Y. (1979): Multiple origins of clinopyroxenes in alkali basaltic rocks. *Lithos*, **12/2**, 115–132.

**6.4. 106. old.: Wood és Blundy (1997) által említett Na-gazdag klinopiroxénekből az M3+ nehéz ritkaföldfémek beépülése miatt nem érvényesül a Gd→Er csoportra?**

A klinopiroxének Na-tartalmának növekedésével a nehéz ritkaföldfémek, és ezen belül is a kisebb ionsugarú nehéz ritkaföldfémek (Er–Lu) épülnek be a kristályrácsba (Marks et al., 2004). Ezzel magyarázható a Gd–Ho elemek relatív kis koncentrációja a vizsgált Na-gazdag klinopiroxénekből.

Marks, M., Halama, R., Wenzel, T., Markl, G. (2004): Trace element variations in clinopyroxene and amphibole from alkaline to peralkaline syenites and granites: implications for mineral–melt trace-element partitioning. *Chemical Geology*, **211/3–4**, 185–215.

**6.5. 107. old.: A dolgozat egyik legfontosabb folyamatábrájának a jelkulcsa az ábramagyarázat szerint 10. ábrán – a Ditrói Alkáli Masszívum Északi részének kőzettani térképén - olvasható (133. old.).**

A 61. ábra (107. oldal) jelkulcsra vonatkozó hivatkozása valóban hibás. Az ásványok egyszerűsített rajza, valamint a magmás rendszerek elnevezése és rövidítése az 58. ábrán alkalmazott jelkulccsal egyezik meg (101. oldal).

**Tézisek értékelése**

**I. Tézis: Pontos, kőzettani és geokémiai adatokkal alátámasztott, új digitális kőzettani térképek elkészítése, terepi – kőzettani, szerkezeti – megfigyelések**

*Szövegmódosítás: “Tehát egy bonyolult felépítésű és tektonikájú litosztratigráfiai egységről van szó.” mondatot “Tehát egy bonyolult kőzettani felépítésű litosztratigráfiai egységről van szó.” mondatra javaslom változtatni, hiszen saját tektonikai megfigyeléseket a dolgozat nem tartalmaz.*

Opponensem javaslatát elfogadom.

**II. Tézis: A masszívum korának és petrotektonikai környezetének egyértelműsítése**

*Szövegmódosítás: “Ebben a rövid magmafejlődési szakaszban – miután az egyes kőzetek koradatai átfednek – az egyes magmás eseményekhez köthető kőzetek kialakulási sorrendje, szem előtt tartva a terepi összefüggéseket is, a következő: kumulátumkőzetek – dioritok (s.l.) – monzodioritok – monzonitok – szienitok – kvarcszienitok – gránitok – nefelinszienitok – tinguaitok – lamprofirok – alkáliföldpátszienit aplitok” mondatot “Ebben a rövid magmafejlődési szakaszban az egyes magmás eseményekhez köthető kőzetek kialakulási sorrendje a következő: kumulátumkőzetek, diorit, szienit, nefelinszienit és tinguait.” mondatra javaslom változtatni, ugyanis a lamprofir és alkáliföldpátszienit koradata nem ismert.*

Elfogadom tisztelt Opponensem módosítási javaslatát, azzal a megjegyzéssel, hogy ugyan a lamprofirok és alkáliföldpátszienit aplitok koradatai nem ismertek, de a terepi megjelenésük az utolsó benyomás eseményének valószínűségét erősítik (lásd az értekezés 15. ábrája).



*A Ditrói Alkáli Masszívum Nagyág-patak völgyében megjelenő kamptonit telérek granitoid befogadó kőzetben (a) és a Tarnița Komplexum kőzeteiben (b); lamprofir telért átszelő alkáliföldpátszienit telér (c)*

*Továbbá “A rendelkezésre álló egyes kőzetek geokémiai adatai – lamprofirok, kumulátkőzetek vagy a granitoidok - megerősítik a lemezen belüli eredetet.” mondat helyett “A rendelkezésre álló egyes kőzetcsoportok – lamprofir és kumulátkőzetek - geokémiai adatai megerősítik a lemezen belüli eredetet.” mondatot javaslom.*

Miután a gránitok vizsgálata nem képezte értekezésem részét – csak a „További kutatások irányai” c. fejezetben tárgyalom röviden petrogenetikai kapcsolatuk feltárásának lehetőségeit – elfogadom tisztelt Opponensem javaslatát.

### **III. Tézis: A Masszívum szülőmagjának meghatározása – a kamptonitok petrogenetikai jelentőségének felismerése**

*Szövegmódosítás: “A DAM kőzeteit átjáró lamprofir telérekben (kamptonitokban) két amfibol-populáció különböztethető meg, amelyek hasonló körülmények között kristályosodtak és folyamatosan csökkenő Yb/Eu aránnyal, valamint CaO- és FeO<sup>t</sup>-koncentrációval jellemezhetők.” mondat helyett “A DAM kőzeteit átjáró lamprofir telérekben (kamptonitokban) két amfibol-populáció különböztethető meg, amelyek hasonló körülmények között keletkeztek és kristályosodásuk során a Ca- és Fe-tartalmuk lecsökkent.”*

Opponensem javaslatát elfogadom.

### **IV. Tézis: A magmatározó rendszer folyamatainak leírása – a kumulátumkőzetek kialakulása**

*Egy nem ide kapcsolódó mondat törlését javaslom (A vizsgált ultramafikus kumulátumkőzetek ritkaföldfém-összetétele lemezen belüli, riftesedő kontinentális peremhez köthető extenziós környezetre utal.)*

Opponensem javaslatát elfogadom.

### **V. Tézis: A magmatározó rendszer folyamatainak leírása – a magmakeveredési szövetek értelmezése**

*Nincs lényeges érintő javaslat.*

***VI. Tézis: A többszörös magmabenyomás és kristály-recirkuláció – a DAM különböző magmáinak forrása és fejlődéstörténete***

*Egy, korábban kifejtett gondolatot ismétlő mondat törlését javaslom (Ezek az események képviselik azokat a magmatározóban végbemenő nyílt rendszerű petrogenetikai folyamatokat, amelyek fontos szerepet játszottak a vizsgált magmás rendszer fejlődéstörténete során.)*

Opponensem javaslatát elfogadom.

Végezetül szeretném még egyszer megköszönni Dr. Szabó Csaba részletes és alapos bírálatát.

Szeged, 2023. február 06.

Tisztelettel:



Dr. Pál-Molnár Elemér