



Eötvös Loránd Tudományegyetem
Természettudományi Kar
Földrajz- és Földtudományi Intézet
Kőzettani és Geokémiai Tanszék
Litoszféra Fluidum Kutató Laboratórium
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/c.



Szabó Csaba
Telefon: (+36-1) 372-2500/8338
Mobil: (+36) 30 183 7878
E-mail: csaba.szabo@ttk.elte.hu
<http://lrg.elte.hu/>

Vélemény Dr. Pál-Molnár Elemér, Ph.D. "Zárt és nyílt rendszerű magmás folyamatok a Ditrói Alkáli Masszívumban" c. MTA doktori értekezéséről

Pál-Molnár Elemér Ph.D. a Szegedi Tudományegyetem Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszékének oktatója tudományos tevékenységének döntő részét a Ditrói Alkáli Masszívum kőzeteinek tanulmányozására szentelte. A ditrói (orotvai) gyökerekkel rendelkező Pál-Molnár Elemér a mélységi magmás kőzetten e klasszikus területének kőzettani térképezésével, valamint az Orotvapataktól északra (a teljes terület mindegy negyedén) megjelenő erősen változatos magmás kőzet asszociáción – "fosszilis magmatározó rendszer megszilárdult kőzetanyagán" - végzett széleskörű petrográfiai megfigyeléseket, valamint újszerű kőzettani, ásványtani és geokémiai vizsgálatot. Ezek kutatási eredményeit és következtetéseit foglalta össze MTA doktori disszertációjában.

Dr. Pál-Molnár kutatómunkájának nagy része a Szegedi Tudományegyetem Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszékéhez kapcsolódik, ahol a rendelkezésére álló technikai és analitikai háttér mellett az ATOMKI-ban, az ELTE-n és számos, nemzetközileg elismert laborban végezte (vagy végeztette) a korunkbeli ásványtani, kőzettani és geokémiai tanulmányoktól elvárt fő-, mikro- és nyomelemvizsgálatokat és izotóp elemzéseket teljes kőzeteken és/vagy azok kőzetalkotó, továbbá egyes járulékos ásványain. Ezek a laboratóriumi vizsgálatok – nagyon céltudatosan - alapos terepi megfigyelésekre és kiemelkedő petrográfiai leírásokra támaszkodik. Pál-Molnár Elemér a disszertációjában >15, főleg angol nyelvű, többszerzős közleményeit kamatoztatja, amelyeket hazai és főleg egy jeles nemzetközi folyóiratban (Lithos) publikálta a hallgatóival és/vagy elismert magyar és külföldi kutatókkal folytatott közös tudományos gondolkodás és tevékenység eredményeként.

Mindezek alapján a tudományos művet elegendőnek tartom az MTA doktori cím megszerzéséhez szükséges nyilvános védésre.

A benyújtott dolgozat három fő egységből áll: Bevezetés, Eredmények és értelmezés, Összefoglalás.

A **Bevezetés** röviden bemutatja, hogy mi motiválta a Szerzőt és célkitűzéseinek megfogalmazásában, továbbá összegezi a Ditrói Alkáli Masszívum területén eddig végzett, lényeges kutatási eredményeket, és ismerteti a kutatási terület földrajzi és földtani környezetét. Továbbá részletes leírást ad a dolgozatban alkalmazott technikákról, eljárásokról és analitikai módszerekről.

A fejezetben észlelt tartalmi, formai és szerkesztési kritikai felvetéseim közül azokat sorolom fel, amelyek a disszertáció további egységeiben is megjelennek:

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?

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 Tudományok Akadémián. Tehát nem Tarnița, hanem Nyereg /esetleg Nyerges?/ Komplexum.

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

21. old.: "... azokat a kőzeteket, amelyek a legkevésbé voltak bomlottak."

A "bomlottak" szó helyett inkább átalakultak, mállottak, esetleg bontottak kifejezés helyesebb.

24.: "... nyomelem- és ritkaföldfém tartalmát..."

Nem indokolt fenti, elkülönített megnevezés, mivel a ritkaföldfém - amelyek közé geokémiailag az Y is tartozik – többnyire nyomelemként jelenik geológiai formációkban.

Az **Eredmények és értelmezés** fejezet (egy hasznos folyamatábrával kiegészítve) – a disszertáció több, mint felét kitevő rész – hat önálló, kiterjedésében és jelentőségében különböző, de egymással érintkező és/vagy részben átfedő témakört (téziseket) fed le. Ezek:

1/ A Ditrói Alkáli Masszívum digitális földtani (közettani) térképe a teljes területről (1:50000) és jelen disszertációban ismertetett északi terület (Orotvától É-ra) 1:5000-es léptékű digitalizált földtani (közettani) térképe. Fontos eredmény a kumulátkőzetek egy csoportba (sorozatba) való sorolása, továbbá az a felismerés, hogy a közettanilag elkülöníthető túltelített, telített és telítetlen kőzetek - terepen - fokozatos átmenetet mutatnak egymás felé.

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.

2/ A Ditrói Alkáli Masszívum keletkezési korának - ladini-nori – lehatárolása, ami a kelet-európai kraton DNy-i részén, lemezen belüli riftesedéshez kapcsolódó magmás eseményhez köthető.

3/ A kamptonit telérkőzetek részletes terepi megfigyeléseinek, petrográfiai bélyegeinek, a kőzetalkotó ásványkémiai, és reprezentatív teljes kőzet fő- és nyomelem adatainak kiértékelése, továbbá Sr és Nd izotóparányok petrogenetikai értelmezése alapján a Szerző arra következtet, hogy kamptonitot (vagy alkáli lamprofirt) formáló olvadék tekinthető a vizsgált területre jellemző kőzetek szülőmagmajának.

Az alfejezetben felvetődött tartalmi, formai és szerkesztési kritikai észrevételeim közül azokat sorolom fel, amelyek a disszertáció további fejezeteiben is megjelennek közvetlenül vagy közvetetten:

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.

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

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

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.

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 olvadéokban az amfibol frakcionációját jelzi (Bouabdli et al., 1988)." Ez a megállapítás érvényes a klinopiroxénre is, ahogyan azt a Jelölt is bemutatja (később).

46. old. Erősen hiányos a kamptonit olvadék köpeny eredetű forráskőzetében a pargasit jelenlét lehetőségének a bemutatása. Legalább a flogopithoz hasonló módon kellene erről a lehetőségről is beszélni.

Ebben (és a soron következő) alfejezetben az ábra aláírás 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.

4. A 'Tarnica' Komplexum (ultramafikus és mafikus kumulátum kőzetek) részletes terepi megfigyeléseinek, petrográfiai jegyeinek, a kőzetalkotó ásványkémiai, és reprezentatív teljes kőzet fő- és nyomelem adatainak kiértékelése alapján a képződmények gravitációs akkumulációval keletkeztek és a magmatározó legalján halmozódtak fel. Kiemelt tektonikai helyzetüknek köszönhetően a felszínen is tanulmányozhatók.

Az alfejezetben felvetődött tartalmi, formai és szerkesztési kritikai észrevételeim közül azokat sorolom fel, amelyek a disszertáció további fejezeteiben is megjelennek közvetlenül vagy közvetetten:

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

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.

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

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

71. old.: A Szerző megfogalmazása szerint "Az amfibilokban a Dy kompatibilisebb, mint az Yb (Davidson et al., 2007)". Igaz, amit olvashat a bíráló, azonban a dolgozatban eddig az olvadéok 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?

5/ A 'Tarnica' Komplexum mélységi magmás kőzettestben lezajlott keveredési és elegyedési folyamatok vizsgálata egy 60 m²-es mesterséges síkfelületen.

Az alfejezetben felvetődött tartalmi, formai és szerkesztési kritikai észrevételeim közül azokat sorolom fel, amelyek a disszertáció további fejezeteiben is megjelennek közvetlenül vagy közvetetten:

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

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

6/ A Ditrói Alkáli Masszívum klinopiroxének (CPX) integrált ásványszöveti és geokémiai viszonyainak bevezetése az eddig bemutatott kőzettípusok mellett elsősorban az ijolit (mint keveredési zárvány) és a tingvait telérkőzet terepi megjelenését és petrográfiai jellemvonásait tartalmazza, így az alfejezet címe kissé félrevezető.

Az alfejezetben felvetődött tartalmi, formai és szerkesztési kritikai észrevételeim közül azokat sorolom fel, amelyek a disszertáció további fejezeteiben közvetlenül vagy közvetetten megjelennek:

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.

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.

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

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

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.)...

Az Összefoglalás fejezet megfelel a 6 tézispontnak (ezekre alább visszatérek) és felvet "További kutatások irányvonalai" cím alatt olyan kérdéseket, amelyeket a dolgozat is érintett. Ugyanakkor a granitoid kőzetek összefoglalása inkább egy lezárt kutatás következtetésinek összegzése.

A poszt-magmás hidrotermás eredetű ritkaföldfém-ásványosodás kutatásának eddigi (nem publikált?) új eredményei további izgalmas kutatási lehetőséget sejtetnek és olyan kőzetek (pl. karbonatit), ásványok (karbonátok, foszfátok, szulfidok) megismerését és új technikák alkalmazását (pl. a fluidumzárványok), amelyeket a jelen dolgozat nem tartalmaz.

Tézisek értékelése:

Az összes tézispontot elfogadom, azonban mindegyikhez kisebb-nagyobb tartalmi és stiláris változtatást javaslok (l. a Dolgozat és Tézisek jelen bíráló által olvasott változatát).

Részletezve:

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

Szöveg módosítás:

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

II. Tézis: A masszívum korának és petrotektonikai környezetének egyértelműsítése

Szöveg módosítás:

“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 – szienitek – kvarcszienitek – gránitok – nefelinszienitek – tingwaitok – lamprofírok – alkáliföldpátszienit aplitok” mondatot “Ebben a rövid magmafejlődési szakaszban az egyes magmás eseményekhez köthető kőzetek kialakulási sorrendje a következő: kumulátkőzetek, diorit, szienit, nefelinszienit és tingwait.” mondatra javaslom változtatni, ugyanis a lamprofir és alkáliföldpátszienit koradata nem ismert.

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

III. Tézis: A Masszívum szülőmagmájának meghatározása – a kamptonitok petrogenetikai jelentőségének felismerése

Szöveg módosítás:

“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_t-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.”

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.)

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.)

Budapest, 2022. november. 11.



Szabó Csaba, PhD