

# A PAJZSI KOMPLEXUM PREMETAMORF KŐZETEI: A PROTOLIT BEHATÁROLÁSA AZ ÚJ KŐZETTANI ÉS GEOKÉMIAI EREDMÉNYEK TÜKRÉBEN

SZÁLI Rebeka<sup>1</sup>, VARGA Andrea<sup>1</sup>, RAUCSIK Béla<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Szegedi Tudományegyetem, Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék

## Bevezetés, földtani háttér

Az Erdélyi-középhegység (alternatív név: Erdélyi-szigethegység; Munții Apuseni, Románia) délnyugati részén lévő, takarós felépítésű Hegyes-hegységben (Highiş), legmagasabb szerkezeti pozícióban a Kisbihari-takarórendszer (Biharia) található, ami magába foglalja a kutatás témáját képező Pajzsi (Păiuşeni) Komplexumot (vagy Pajzsi sorozatot). A variszkuszi (?), zöldpala fáciesű metamorfózist és alpi felülbélyegzést szenvedett komplexum kőzeteinek genetikája és protolitja nem tisztázott megnyugtató módon. Az egyik – a hagyományos értelmezésre épülő – megközelítés szerint a komplexumot döntően paleozoikumai törmeléken üledékes kőzetekből prograd módon keletkezett metaüledékes kőzetek (uralkodóan metakonglomerátum, metahomokkő) alkotják (pl. SZEPESHÁZY, 1979, KEMENCI & ČANOVIĆ, 1997, CSÁSZÁR, 2005, ZAJZON et al., 2015). A másik elképzelés szerint viszont azok dominánsan nyírást szenvedett, tektonikusan deformált magmás kőzetek, a durvaszemcsés változatok „pszeudokavicsokat” tartalmazó fillonitok (PANĀ, 1998, DALLMEYER et al., 1999, CIOBANU et al., 2006, BONIN & TATU, 2016). A genetika és a protolit eredetének behatárolását megnehezíti a képződményt ért átalakulási folyamatok módosító hatása (nyírás zóna jelenléte, hidrotermális fluidumok hatása, metasomatózis).

Több korrelációs munka (pl. SZEPESHÁZY, 1979, KEMENCI & ČANOVIĆ, 1997, CSÁSZÁR, 2005) szerint a komplexum kőzetei összevethetők az Alföld aljzatában előforduló képződményekkel, ahol nem zárható ki a Kisbihari-takarórendszerhez tartozó kőzetegyüttes előfordulása sem (MATENCO & RADIVOJEVIĆ, 2012). Ahhoz, hogy az Alföld aljzatában elkülönített metaüledékes kőzeteket összehasonlíthassuk a Pajzsi Komplexum analógnak tekintett kifejlődéseivel, alapvető ez utóbbi részletesebb megismerése. A kapcsolódó törészónák tanulmányozása az azok mentén történt fluidummigráció megértését szintén elősegíti.

A kutatás első lépéseként munkánkban a Pajzsi Komplexum premetamorf kőzeteinek genetikáját és protolitját határoltuk be petrográfiai és geokémiai vizsgálatok eredményeire alapozva, ami egyrészt a komplexumot ért átalakulási folyamatok jellemzését, másrészt a tervezett korrelációt segíti elő.

## Vizsgálati módszerek

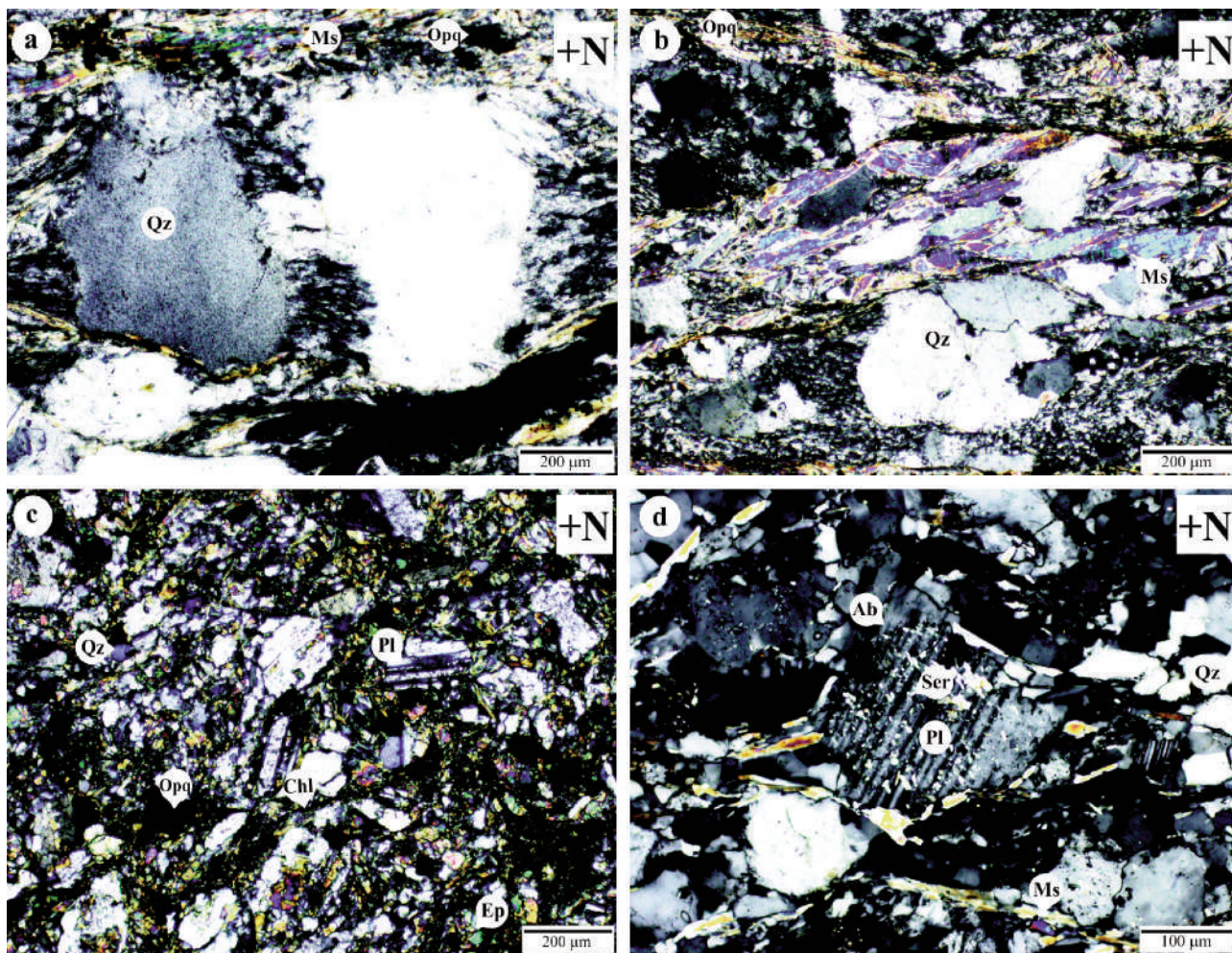
A Pajzsi Komplexum kőzeteinek mintázására Kovászi (Covăsin) és Világos (Şiria) települések környezetében került sor. A reprezentatív kőzetekből vékonycsiszolatok készültek az SZTE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszékén, ahol elvégeztük a minták petrográfiai jellemzését, kitérve a mikroszöveti és a mikrotektonikai bélyegek leírására. Összesen 11 mintából készült teljes kőzetből kémiai elemzés a Bureau Veritas Mineral Laboratories (AcmeLabs, Vancouver, Kanada) laboratóriumában ICP-AES és ICP-MS módszerekkel. A kőzetkémiai összetételi eredmények értelmezése során mind a magmás, mind az üledékes részterületeken általánosan elterjedt referenciákat (pl. FKK: felső kontinentális kéreg, primitív köpeny, kondrit) használtuk az eredet (a protolit, illetve az esetleges forráskőzet) feltárása érdekében. A minták főelemösszetételének felhasználásával a képződményt ért átalakulási folyamatok előzetes jellemzését is elvégeztük.

## Petrográfia

A vizsgált minták makroszkópos megjelenésük (szín, szövet, szemcseméret, átalakulás mértéke) alapján nem mondhatók egységesnek. A makroszkóposan alapvetően metahomokkőnek és metaaleurolitnak tűnő minták mikroszkópi léptékben egyszerű nyírásra utaló bélyegekkel jellemezhetők (**1. ábra**), amelyhez fluidumhatás társult az egyes indikátorásványok szöveti helyzete alapján. Akcesszóriaként turmalin, opak ásványok, epidot, cirkon jelenik meg.

A genetikára koncentrálva a világosi mintákban mikroszkópi szövetük alapján sem egykori üledékes, sem pedig felzikus magmás (granitoid) bélyeget nem fedeztünk fel, azok (proto)fillonitnak nevezhetők. A kvarc dinamikusan átkristályosodott, nyomásárnyékban kvarc-szericit (muszkovit) jelent meg (**1. ábra a**). A polikristályos kvarc, csillámos kvarcit jellegű szemcsék (klasztok) mellett – alárendelten – relik, metamorf kőzettörmelék is azonosítható (**1. ábra b**).

A kovászi minták többsége szintén (proto)milonit (esetleg blasztomilonit), ugyanakkor egy minta metamikrogabbro szöveti bélyegeit mutatja (**1. ábra c**). A kvarc-



**1. ábra** – A világosi és a kovászi minták mikroszkópos megjelenése. a) Dinamikusan átkristályosodott kvarcsezemcsék, közöttük csillámos kvarcslagokkal (VV minta); b) Kvarc–fehércsillám (muskovit) összetételű metamorf közettörmelék (középen) fillonitban (VRNY minta); c) Metamikrogabbbró szöveti képe (KDK75 minta); d) Szericitesedett plagioklász, albit-továbbnövekedéssel, nyomásárnyékban statikusan átkristályosodott kvarc (KDK40 minta). Rövidítések: Ab = albit; Chl = klorit; Ep = epidot; Ms = muskovit; Opq = opak ásvány; Pl = plagioklász; Qz = kvarc; Ser = szericite

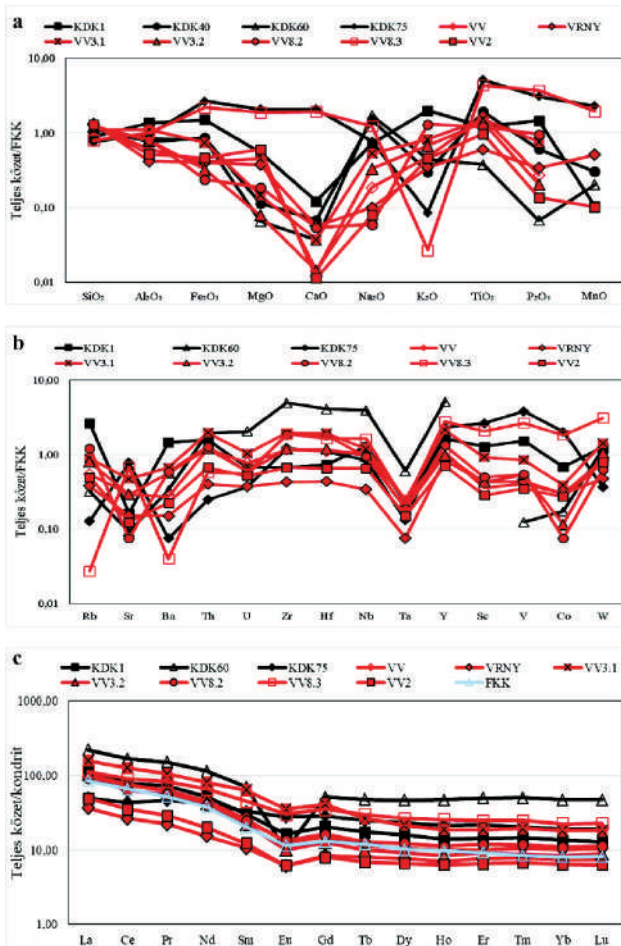
szemcsehatárok helyenként hármass érintkezése statikus átkristályosodás bizonyítéka. Fluidum, illetve metaszmatozíz hatására utal a kovászi minták egyikében megfigyelt albitosodott plagioklászfeldpát (1. ábra d).

## Geokémia, vizsgálati eredmények

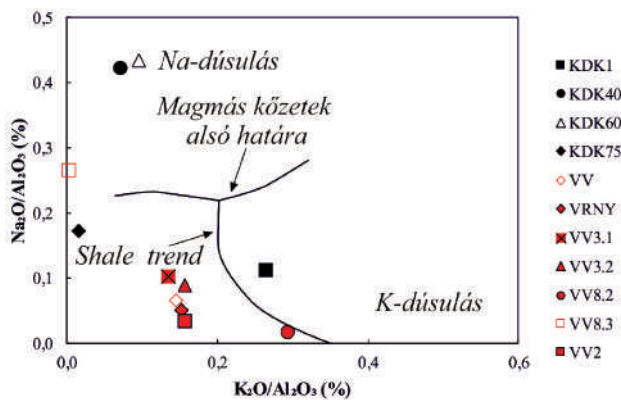
A minták geokémiai jellegében is megmutatkozik a petrográfiai vizsgálatoknál tapasztalható heterogenitás. Ezt már a széles tartományban mozgó  $\text{SiO}_2$ -összetétel is jelzi, amely alapján a minták uralkodóan savanyú, alárendelten intermedier, illetve bázisos összetétellel (üledékes megközelítésben forrásterülettel) jellemezhetők. A sokelemes diagramokon (2. ábra) szembevetendő, hogy a minták közül kettő (KDK75 és VV8.3 minták) geokémiaileg önálló csoportot alkot, amelyet a  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , a  $\text{MgO}$ , a  $\text{CaO}$ , a  $\text{TiO}_2$  és a  $\text{P}_2\text{O}_5$  számottevő dúsulása és a  $\text{K}_2\text{O}$  jelentős negatív anomáliája definiálja. Ezen két minta a bázisos kőzetekre jellemző lefutási görbékkel rendelkezik, mely mellé rendkívül kicsi negatív Eu-anomália társul.

A felső kontinentális kéreghez (FKK), mint üledékes referenciához viszonyítva a többi minta alapvetően hasonló lefutást követ. Jellemző bélyeg a minták főelemekben való általános szegényedése, ami a  $\text{CaO}$ -tartalomban a legjelentősebb (ami a rokon viselkedésű Sr mennyiségében is megmutatkozik), továbbá az, hogy – egy minta kivételével – a kondrit összetételére normált sokelemes diagramon (2. ábra c) a felzikus átlagos összetételű kőzetekre jellemző mértékű negatív Eu-anomáliával rendelkeznek. Egyes mintákban a  $\text{CaO}$  és a  $\text{Na}_2\text{O}$  nem egységesen viselkedik, ami a  $\text{Na}_2\text{O}$  dúsulásában jelentkezik. Mindez felveti a Na-metaszmatozíz hatását, amit (összhangban petrográfiai megfigyeléseinkkel) az átalakulást jelző diszkriminációs diagramok (3. ábra) is sugallnak.

Általánosan elmondható, hogy a nagyobb csillámtartalommal és kisebb átlagos szemcsemérettel rendelkező minták  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , Rb és Ba tekintetében dúsulással jellemezhetők, míg az átlagosan nagyobb szemcseméretű minták ritkaföldfémekben viszonylag szegényedtek a többi mintához képest, ami az  $\text{SiO}_2$  felhígító hatásának köszönhető.



2. ábra – A minták fő- (a) és nyomelem-összetétele (b) a felső kontinentális kéreg (FKK) összetételére (RUDNICK & GAO, 2003) normalva, továbbá a minták és az FKK referencia ritkaföldfém eloszlása (c) kondrit összetételére (MCLENNAN, 1989) normalva



3. ábra – Az átalakulás jellegének behatárolása a  $K_2O/Al_2O_3$ – $Na_2O/Al_2O_3$  diagram (GARRELS & MACKENZIE, 1971 alapján módosítva) segítségével

## Következtetések

A vizsgált minták – összhangban a klasszikus értelmezéssel – makroszkópos megjelenésük alapján meta-

leurolitnak, illetve metahomokkőnek nevezhetők. Ezzel szemben mikroszkópi léptékben teljesen más világ tárul elénk: premetamorf üledékes szöveti bélyegek helyett a minták többsége kvarcdús (felzikus átlagos összetételű), tektonikusan deformált (nyírt) kőzet. A világosi minták (proto)fillonitnak nevezhetők, a kovászi minták többsége szintén (proto)milonit, egy minta metamikrogabbrró. A felzikus kőzetek protolitja – a vizsgált szemcseméreti tartományban – pontosabban nem azonosítható, a metamorf kőzettörmelék megfigyelése azonban elgondolkodtató, ugyanis a Pajzsi Komplexummal foglalkozó szakirodalom a jelenlétére vonatkozóan nem tesz említést. A bázisos összetételű minták egyértelműen magmás eredetűek. A minták többsége egyszerű nyírást szenvedett, amely mellé beáramló fluidumok módosító hatása is társult (pl. turmalin, hematit, epidot kristályosodása), ezenfelül Nametaszomatózis nyomait is felfedezhetjük. Mindezek alapján elmondható, hogy a Pajzsi Komplexum kőzetei egyértelműen heterogén, legalább részben magmás eredetű tükröznek. Az átalakulási folyamatok nyílt rendszerben lejátszódó összetételi változásokat sejtetnek, ezért a klasszikus diszkriminációs diagramok közvetlenül a protolitra vonatkozó kémiai osztályozásra, genetikai információk feltárására nem használhatók. A protolit eredetének pontosítására és az átalakulás jellemzésére ezért a jövőben izokon diagramokra épülő értelmezést szeretnénk megvalósítani.

Ez a munka az NKFIA K 131690 témaszámú projektjéhez kapcsolódva az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíjának (BO/266/18) és az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-20-5-SZTE-669 kód-számú Új Nemzeti Kiválóság Programjának szakmai támogatásával készült.

## Irodalomjegyzék

BONIN, B. & TATU, M. (2016): Mineralogy and Petrology, 110, 447–469.

CIOBANU, C. L., COOK, N. J., DAMIAN, F. & DAMIAN, G. (2006): Mineralogy and Petrology 87, 351–384.

CSÁSZÁR, G. (2005): ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 328 p.

DALLMEYER, R. D., PANÁ, D. I., NEUBAUER, F. & ERDMER, P. (1999): Journal of Geology, 107, 329–357.

GARRELS, R. M. & MACKENZIE, F. T. (1971): Norton, New York 397 p.

KEMENCI, R. & ČANOVIĆ, M. (1997): Acta Geologica Hungarica 40/1, 1–36.

MATENCO, L. & RADIVOJEVIĆ, D. (2012): Tectonics, 31, TC6007, 31 p.

MCLENNAN, S., M. (1989): In: LIPIN, B. R. & MCKAY, G. A. (eds): Reviews in Mineralogy 21, 169–200.

PANÁ, D. I. (1998): PhD Thesis, University of Alberta, Alberta, Canada, 356 p.

RAUCSIK B. & VARGA A. (2015): 6. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés, 128–147.

RUDNICK, R. L. & GAO, S. (2003): In: HOLLAND, H. D. & TUREKIAN, K. K. (eds): Elsevier-Pergamon, Oxford-London 64 p.

SZEPESHÁZY . (1979): Általános Földtani Szemle, 12, 121–198.

ZAJZON, N., SZENTPÉTERI, K., SZAKÁLL, S. & KRISTÁLY, F. (2015): International Journal of Earth Sciences, 104, 1865–1887.