

KÜLÖNLEGES ANYAGÚ KŐSZTÉLÉ KŐZETTANI ÉS GEOKÉMIAI VIZSGÁLATA KEVERMES (DK-MAGYARORSZÁG) HATÁRÁBÓL

Miklós Dóra Georgina^{1,2}, Bóka Gergely¹, Kasztovszky Zsolt³, Gyucha Attila⁴

¹ Magyar Nemzeti Múzeum Nemzeti Régészeti Intézet, Archeometriai Labor, Budapest

² Eötvös Loránd Tudományegyetem, Kőzetan-Geokémiai Tanszék, Budapest

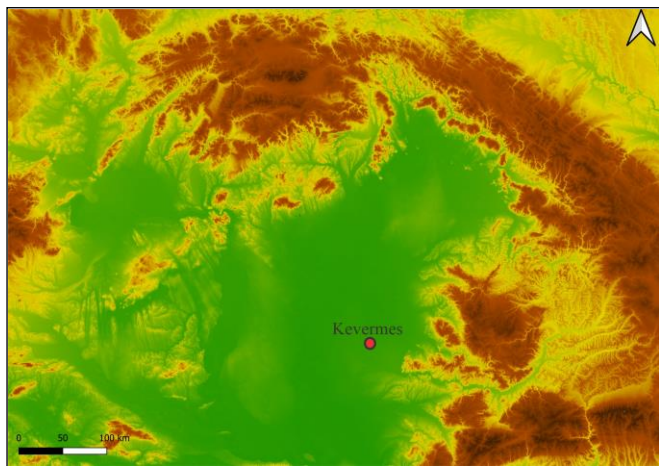
³ Energiatudományi Kutatóközpont, Budapest

⁴ University of Georgia, Department of Anthropology, USA

e-mail: miklosdoragina94@gmail.com

1. Bevezetés

Magyarországról 2008. februárig nem került elő az Atlanti-óceán partvidékén és Észak-Európából ismert, és azokon a vidékeken a Kr. e. 4–2. évezredben elterjedt megalitikus építmény, mint amilyen Stonehenge is. Ezeket a folyosós és kamrás sírokat, dolmeneket, kőköröket és magányosan álló sztéléket eddig korábban nem érték tetten a Kárpát-medence régészeti örökségében. Ezért is különleges a Kevermes (DK-Magyarország, 1. ábra) határából előkerült, vésett motívumokkal díszített kősztelé, amelynek vésett motívumai a nyugat-európai megalitikus kultúrkör jegyeit hordozzák. Az egyedülálló tárgyhoz kapcsolódó kutatások során előtérbe került annak megtalálási körülményeinek, továbbá az esetleges műtárgy hamisítás lehetőségének megállapítása, vagy annak kizárása. Petrográfiai, valamint ásvány- és teljes kőzet geokémiai vizsgálatokat végeztünk a régészeti lelet nyersanyag eredetének meghatározása céljából.



1. ábra – A kevermesi megalit megtalálási helye

1.1. A kősztelé megtalálása és előzetes vizsgálatai

A leletet a 2000-es évek elején szántás közben, kb. 40 cm-es mélységben találták meg a helyi lakosok. A kősztelé zöld, szürkészöld színű, kissé irányított vagy palás szerkezetű. Magassága 110–112 cm, szélessége 48–55 cm. Az egyik oldalán lévő palássági síkján 25 x 44 cm-es területen bevészt motívumokat figyeltek meg (2. ábra). 2013-ban egy közel 50 méter sugarú körben, egy a környezetéből kiemelkedő magasparton sikerült meghatározni a sztélé feltételezett

megtalálási helyét, ahol „szarmata” (Kr. u. 17–450 időszak) korú edénytöredékeket találtak, a lelőhelyet pedig Kevermes–Kopolya-dűlő II.-nek nevezték el (Bóka et al., 2021).



2. ábra – A kőszteléről, valamint a vésett motívumairól készített felvételek

A laboratóriumi vizsgálatok a kő nyersanyagának és forrásterületének meghatározása mellett a vésett motívumok készítéstechnológiájának, valamint hitelességének megállapítását is szolgálták. A technológiai elemzések során háromdimenziós nagyfelbontású felvételeket készítettek, amely eredményeként megállapították, hogy gondosan, kéz által történő megmunkálásról volt szó, amelyet csont-, agancs-, kő- vagy fémeszköz egyaránt készíthetett (Bóka et al., 2021). A jelenleg rendelkezésre álló információk nem utalnak a lelet recens manipulációjára.

A laboratóriumi vizsgálatok mellett az elmúlt években a Kevermes–Kopolya-dűlő lelőhelyen felszíni gyűjtést, geofizikai méréseket, fúrásmintavételezést és ásatást folytattak a sztélé pontos előkerülési helyének és régészeti kontextusának tisztázása érdekében. Bóka és munkatársai (2021) megállapították, hogy a lelet feltételezhetően a szarmata korban, a Kr. u. 2. század végén, másodlagosan került találási helyére, oldalára dőlve, a jelenlegi felszíntől mérve sekély mélységben és egyelőre ismeretlen funkció betöltve a szarmata településen.

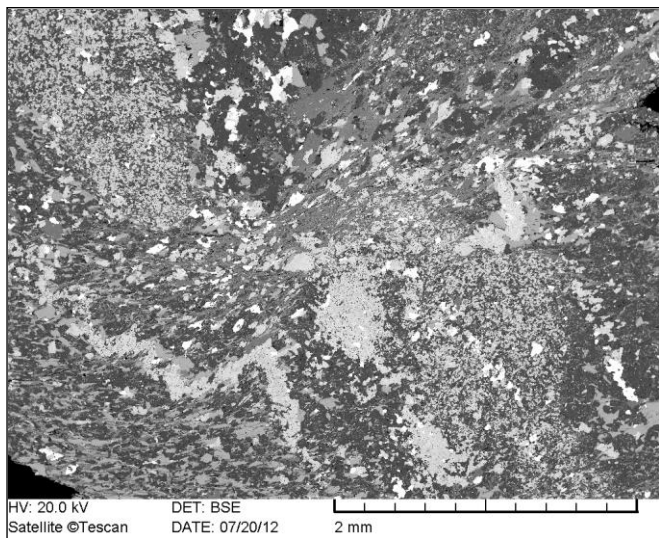
2. Petrográfiai vizsgálatok

A régészeti vizsgálatok mellett különös tekintet fordítottunk a sztélé anyagának eredetvizsgálatára is, ugyanis már az előkerülésének körülményei is számos érdekes kérdést vetnek fel,

különösen, hogy megtalálási helyének környezetében egyáltalán nem ismerünk hasonló nyersanyag lelőhelyet, tehát mindenképpen távoli forrással számolhatunk (legalább 60–80 km). A lelet nyersanyagának és geológiai forrásterületének meghatározása érdekében makroszkópos, vékonycsiszolatokból történő petrográfiai, pásztázó elektronmikroszkópos (SEM-EDS) és prompt-gamma aktivációs (PGAA) elemzéseket végeztünk, amelyhez a sztéléből összesen három – a megalit különböző orientációjú síkjából származó – mintát vettünk. Ezek közül egy az irányítottsággal párhuzamos (Keve-3), egy azzal 45°-os szöget zár be (Keve-2), egyet pedig arra merőleges síkban (Keve-1) vettek.

A megalit egy zöldesszürke, néhol feketésszürke színű, finomszemcsés, néhol palásságot mutató metamorf kőzetből származik. Szövetét és összetételét tekintve nagyfokú inhomogenitást mutat, amelyet megerősítenek a kőzetet átszelő különböző kitöltésű erek és repedések, továbbá a már szabad szemmel is észrevehető sárgászöld színű csomók egyaránt.

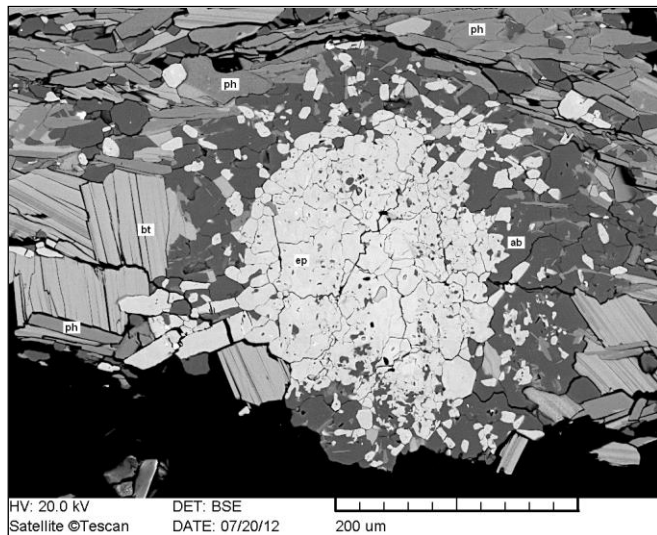
A polarizációs mikroszkópos, valamint a pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatok során különböző mértékű irányítottságot figyeltünk meg, ugyanakkor elvértve megfigyeltük az eredeti, átalakulatlan kőzetre utaló részeit, maradványait is (3. ábra). A minták általában finomszemcsések, azonban kristályosságuk mértéke helyről-helyre változik.



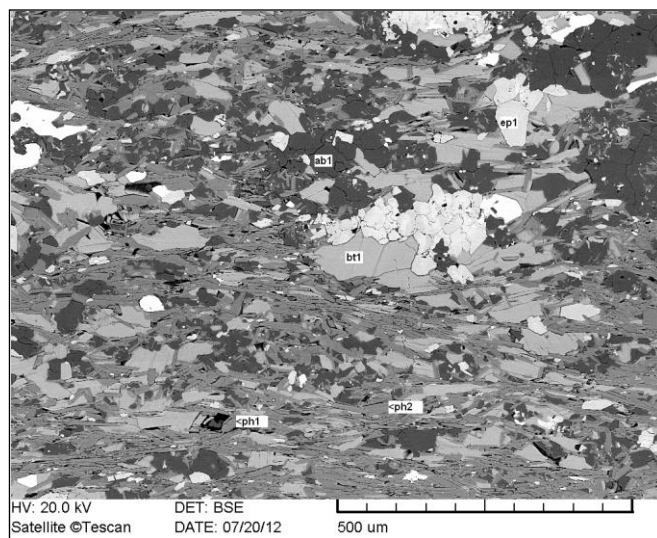
3. ábra – A Keve-1 minta vékonycsiszolatáról készített átfogó szöveti BSE (SEM-EDS) felvétel, ahol megfigyelhető a kőzet enyhe irányítottsága, valamint inhomogén szöveve

Leggyakoribb elegyrészei: epidot-zoisit, amelyek egykori földpátszemcsék (saussurit), illetve akár egykori színes elegyrészek (pl. piroxén/amfibol, esetleg biotit) átalakulási termékeként fordulnak elő, két generációban is előfordulnak földpát (albit) szemcsék, továbbá megjelennek még a kőzet irányítottságát kirajzoló csillámok (biotit, kloritosodó biotit, klorit és fengit) is (4. és 5. ábra).

Az ásványos összetétel alapján a kőzet egy zöldpala fáciesű metamorf, amelynek anyakőzete, a szöveti inhomogenitás és a relik szöveti elemek, valamint a csillámok jelenléte alapján, piroklasztit eredetű kőzet lehetett. Az amfibol hiánya, valamint a nagy mennyiségű biotit jelenléte miatt a kőzet nem tipikus zöldpala, viszont a metamorf átalakulás a zöldpalákhoz hasonló nyomás- és hőmérséklet viszonyok között mehetett végbe. Ezenfelül nagyon ritkán előfordul poszttettonikus kloritosodó biotit szemcse is. Ez egy utólagos kis hőmérsékletű, retrográd, zöldpala fáciesű metamorf esemény terméke lehet.



4. ábra – A Keve-2 minta epidotban gazdag csomójáról készült BSE felvétel, amely szélén albit, illetve biotit és fengit figyelhető meg



5. ábra – Keve-1 minta vékonycsiszolatáról készült BSE kép, amelyen megfigyelhető a csillámok (elsősorban biotit és fengit) által kirajzolt irányítottság, valamint a mellettük megjelenő, a deformáció során plasztikusan viselkedő elegyrészek (albit, epidot)

3. Főelem geokémiai vizsgálat

A teljes kőzet geokémiai vizsgálatok (PGAA) a sztélé nyersanyagának jellegét, főelem geokémiai összetételét segítettek tisztázni. Két minta (Keve-1 és Keve-2) esetében végeztünk PGAA mérést, melyek közül az utóbbi jellemezte leginkább a megalit kőzetanyagának átlagos összetételét (1. táblázat). Ezzel szemben az egyes számú minta inhomogén jellege miatt végül két, eltérő szöveti részből is vettek anyagot (1a és 1b). Az első al minta egy albitos erekben gazdag, míg a második pedig egy epidotban gazdag csomókat és ereket tartalmazó részből készült. Azt tapasztaltuk, hogy egyes elemek (szilícium) kis, míg mások (alumínium, kálium, nátrium) kiugróan nagy mennyiséget képviselnek.

A petrográfiai és a geokémiai eredmények alapján a megalit nyersanyaga egy zöldpala fáciesű metamorfózison átesett kőzet lehet, amely egy alkáli bazalt vagy alkáli bazaltos andezit összetételű kőzet átalakulásával (metamorfózissal) keletkezhetett, amely a megemelkedett alkália- (Na, K), valamint Al-tartalom, illetve az

erősen inhomogén összetétel és szövet alapján eredetileg (a metamorfózist megelőzően) robbanásos vulkáni működés hatására jöhetett létre. Ezek az eredmények segíthetnek a nyersanyag geológiai forrásának tisztázásában, akár annak azonosításában is.

1. táblázat – A keveremesi megalitból mért PGAA eredmények (főelemek és víztartalom: tömeg%, nyomelemek: ppm)

Mintaazonosító	Keve2	Keve1a	Keve1b
SiO ₂	48,61	50,87	39,51
TiO ₂	0,71	0,69	0,66
Al ₂ O ₃	21,61	20,62	22,03
Fe ₂ O ₃ *	8,96	8,48	13,13
MnO	0,09	0,07	0,16
MgO	4,76	3,65	<D.L.
CaO	4,02	4,90	20,90
Na ₂ O	3,87	4,99	0,74
K ₂ O	4,89	3,66	0,33
H ₂ O	2,44	2,04	2,45
Total	99,97	99,98	99,92
B	49	23	19
Cl	90	68	41
Sc	16	17	22
Nd	57	53	67
Sm	5	5	7
Gd	5	5	8

*Összes vas Fe₂O₃-ként mérve

<D.L.: detektálási határ alatt

4. A nyersanyag eredete

A megfigyelésünket irodalmi ismeretekkel vetettük össze, amely során átnéztük a Kárpát-Pannon térségben, valamint annak környezetében lévő lehetséges zöldpala fáciesű metamorf kőzetek, valamint főelemgeokémiai eredményeit (Mérés et al., 2004; Szakmány, Kasztovszky, 2004; Szakmány et al., 2008; Szakmány, 2009; Kereskényi, 2021). A kőzet összetételét és szövetét figyelembevéve kizártuk az amfibolokat tartalmazó nyugat-magyarországi zöldpalákat, metabázitokat (pl. Felsőcsatár), továbbá a Szlovákia és Csehország területéről ismert hasonló előfordulások (pl. Kis-Kárpátok, Želešice és Železný-Brod) kőzetanyagát. Vizsgálatunk tárgyát képezte még az Erdély területéről, azon belül is a Zarándi-hegységéből 2014-ben begyűjtött 14 darab kőzetminta is, azonban ezek mind szövetüket, mind pedig összetételüket (metadoleritek, metamikrogabbrók) tekintve nem hasonlítanak a keveremesi megalit anyagára. Az Erdélyi-középhegység más területein (Seghedi et al., 2001; Balintoni et al., 2002; Ionescu, Hoeck, 2010) pedig a vizsgált anyaghoz képest nagyobb metamorf fokú átalakulást szenvedett kőzetekkel találkoztunk, így ezek is kizárhatóak a lehetséges források közül, ahogyan a horvát területekről ismert zöldpala fáciesű kőzetek is, ugyanis ez utóbbiak ásványos összetétele (Lugović et al., 2006; Biševac et al., 2010; Balen et al., 2013, 2017) jelentős eltéréseket mutat a keresett nyersanyaghoz képest.

A sztélé nyersanyagának forrásának tekintetében déli kapcsolatot, irányt feltételezünk, azon belül is a szerb-macedón térség (Vasković, 2002; Antonović et al., 2005; Jurkovic, 2005; Pamić, Jurkovic, 2005; Vasković, Matović, 2010; Soster et al., 2020) tűnik a legvalószínűbbnek, ahonnan zöldpala fáciesű metamorf kőzetek, albit-fehércsillám-klorit, valamint fehércsillám-klorit palák ismertek

(Vasković, 2002), amelyek ásványos összetétele hasonlít a keresett nyersanyaghoz.

A pontos nyersanyag lelőhely meghatározásához további irodalmi, illetve terepi minta-, valamint adatgyűjtés szükséges. Ezen felül további, elsősorban nyomelemgeokémiai mérések is szükségesek, mind a megalit, mind pedig a fentebb megjelölt déli területekről a jövőben újonnan begyűjtésre kerülő geológiai minták esetében egyaránt.

Irodalomjegyzék

- Antonović, D., Resemić-Šarić, K., Cvetković, V. (2005): *Starinar*, **55**, 53–66.
- Balen, D., Horváth, P., Finger, F., Straijas, B. (2013): *International Journal of Earth Sciences*, **102**, 1091–1109.
- Balen, D., Massone, H.J., Lihter, I. (2017): *International Geology Review*, **60/3**, 288–304.
- Balintoni, I., Pušte, A., Balica, C., Stan, R. (2002): In: Dunkl, I., Balintoni, I., Frisch, W., Hoxha, L., Janák, M., Koroknai, B., Milovanovic, D., Pamić, J., Székely, B., Vrabec, M. (Eds.): *Metamorphic Map and Database of Carpath-Balkan-Dinaride Area*, <http://www.met-map.uni-goettingen.de>
- Biševac, V., Balogh, K., Balen, D., Tibljaš, D. (2010): *Geologica Carpathica*, **61/6**, 469–481.
- Bóka, G., Gyucha, A., Oláh, I., Stibrányi, M., Pethe, M., Kasztovszky, Zs., Kreiter, A., Michael, L.G., Timothy, J.W., Szemerey-Kiss, B., Danielle, J.R., Medgyesi, P. (2021): *Magyar Régészet*, **10/4**, 9–17.
- Ionescu, C., Hoeck, V. (2010): *IMA2010 Field Trip Guide R02, Acta Mineralogica-Petrographica*, Szeged, **20**, 44 p.
- Jurkovic, I. (2005): In: Mao, J., Bierlein, F.P. (Eds.): *Mineral Deposit Research: Meeting the Global Challenge, Proceedings of the Eighth Biennial SGA Meeting Beijing, China, 18–21 August 2005*, 19–22.
- Kereskényi, E. (2021): A Herman Ottó Múzeum neolit csiszolt kőeszközeinek archeometriai vizsgálata különös tekintettel a metabázitokra, Doktori (PhD) Disszertáció, Miskolc, 215 p.
- Lugović, B., Šegvić, B., Altherr, R. (2006): *Ofioliti*, **31/1**, 39–50.
- Mérés, S., Hovorka, D., Dubíková, K., Cheben, I. (2004): *Slovak Geological Magazine*, **10/1–2**, 153–162.
- Pamić, J., Jurkovic, I. (2005): *Acta Geologica Hungarica*, **48/2**, 153–179.
- Seghedi, A., Popa, M., Oaie, G., Nicolae, I. (2001): *Monografie di Natura Bresciana, Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia*, **25**, 281–293.
- Šoster, A., Zavašnik, J., O’Sullivan, P., Herlec, U., Krajnc, B. P., Palinkas, L., Zupančič, N., Dolenc, M. (2020): *Geochemistry*, **80/4**, 125664.
- Szakmány, Gy., Kasztovszky, Zs. (2004): *European Journal of Mineralogy*, **16**, 285–295.
- Szakmány, Gy., Starnini, E., Horváth, F., Bradák, B. (2008): *Archeometriai Műhely*, **5/3**, 13–26.
- Szakmány, Gy. (2009): *Archeometriai Műhely*, **6/1**, 11–30.
- Vasković, N. (2002): *Annales Géologiques de la Peninsule balkanique*, **64**, 199–220.
- Vasković, N., Matović, V. (2010): *IMA 2010 Field Trip Guide RS1, Acta Mineralogica-Petrographica*, Szeged, **24**, 55 p.