

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**A HERMAN OTTÓ MÚZEUM NEOLIT
CSISZOLT KŐESZKÖZEINEK
ARCHEOMETRIAI VIZSGÁLATA
KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A
METABÁZITOKRA**

Kereskényi Erika

Témavezető: Dr. Rózsa Péter

Külső konzulens: Dr. Kristály Ferenc



DEBRECENI EGYETEM
Földtudományok Doktori Iskola
Debrecen, 2021.

Bevezetés

Magyarországon a szisztematikus archeometriai kutatás 35 évvel ezelőtt kezdődött, az ásvány- és kőzetanban alkalmazott vizsgálati módszereket elkezdték használni a régészeti és történeti leletek mélyebb megismerésére, megértésére. Az archeometriai kutatás fő célja a régészeti munka segítése, a forrásterület és a régészeti lelőhely közötti kapcsolat feltárása továbbá a kereskedelmi és kulturális kapcsolati útvonalak kirajzolása. A csiszolt kőeszközök archeometriai vizsgálata az egyik leghatásosabb módszer a távolsági cserekereskedelem nyomon követésére, az import kőanyagok alapján.

Kutatásomban a Herman Ottó Múzeum közel 500 neolitikus csiszolt kőeszközének archeometriai vizsgálatára vállalkoztam, a metabázis kőzettípusú kőeszközökre fókuszálva. A múzeum gyűjtőterülete Borsod-Abaúj-Zemplén megye, emellett elvétve előfordulnak szomszédos megyékből is leletek.

A neolitikum ie. 5500/5400-4500/4400 (középső és késő neolitikum) közötti időszakra terjed ki a dolgozatban vizsgált területen (T. BIRÓ, 2003). A Herman Ottó Múzeum gyűjtőterületén az első neolitikus embercsoportok az alföldi vonaldíszes kerámia (AVK) kultúrájához tartoztak. Ezt a kultúrát követve vagy vele párhuzamosan több csoport jelent meg a területen: Tiszadob, Bükk, Szakálhát melyek jellegzetességeiket kerámiáikban megőrizték (KALICZ & MAKKAY, 1977; RACZKY, 1989; T. BIRÓ, 2003; RACZKY & ANDERS, 2009; CSENGERI, 2015). A bükki kultúra ie. 5200-5000 közötti időtartamra terjedhet ki (LICHARDUS, 1974). A késő neolitikumot a vizsgált gyűjtőterületen a Tisza kultúra képviseli, mely ie. 5000 körül jelenik meg.

Magyarországon eddig múzeumi teljes régészeti gyűjteményt átfogó archeometriai kutatás nem történt. A Herman Ottó Múzeum gyűjtőterületén változatos leletszámú régészeti lelőhelyek találhatóak. A leletek nagy része jól megismert régészeti feltáráshoz kötődik, míg kisebb részük szórványleletként fordul elő. A régészeti feltárásokhoz köthető

csiszolt kőeszközök, a kerámialeletek alapján kultúrához, fázishoz is kapcsolhatók.

A doktori munka során közel 500 kőeszközt vizsgáltam meg. Makroszkópos leírást készítettem és mágneses szuszceptibilitás mérést végeztem az összes kőbaltán. Ezen előzetes vizsgálatok után nyilvánvalóvá vált, hogy nagyon sokféle kőzettípusból készültek a kőeszközök: magmás, metamorf és üledékes kőzetekből egyaránt. A kapott eredmények alapján fő kőzetsoportokba csoportosítottam a kőeszközöket, melyek a következők: 16% kontakt metabázit, 12% amfibolit, 10% kékpala, 2% kékpala-zöldpala átmeneti fáciesű, 2% zöldpala, 14% metavulkanit, 5% kvarcit, 3% hornfels, 15% andezit, 6% bazalt, 5% riolit, 1% gabbró, 0,7% szerpentinit, 6% egyéb kőzettípusok (üledékes, és további más, kis mennyiségben megfigyelt kőzettípusú kőeszközök). A metabázitokon kívül több kőzettípussal foglalkoztam változó részletességgel.

A metabázit nyersanyagú kőeszközök igen jelentős szerepet játszanak a kőeszközök között (42%), emellett változatos megjelenésűek és összetételűek. Számos régészeti lelőhelyről és ezáltal sokféle régészeti kultúrát képviselő területről kerültek elő. Ezért doktori kutatásom célkitűzése a nagy mennyiségű metabázit kőeszközök részletes ásvány-, kőzettani- és geokémiai feldolgozása és a lehetséges nyersanyag forrásterületének minél pontosabb behatárolása.

A dolgozatban részletesen tárgyalom a kékpala, kékpala-zöldpala átmeneti fáciesű, amfibolit, kontakt metabázit, zöldpala kőzettípusú kőeszközöket. A metabázit nyersanyagú kőeszközökről szóló fejezeteit egy makroszkóposan metabázitnak látszó, a részletes vizsgálatok alapján azonban szodalitos bazalt kőzettípusú kőeszköz tárgyalása követi. Ennek oka, hogy a makroszkópos vizsgálatok nem minden esetben vezetnek megfelelő eredményre. Az adott kőzettípusokat fejezetenként tárgyalom, az adott fejezetek végén lehatárolom a lehetséges forrásterületeket is. Az összefoglalásban a kőzettípusok és a régészeti tipológia, valamint a kőzettípusok és a régészeti kultúrák közötti kapcsolatokat tárom fel.

Alkalmazott módszerek

Mivel a kőeszközök nagyrésze ép, vizsgálataim során törekedtem a roncsolásmentes módszerek használatára. A régészeti leleteken elsőként makroszkópos és sztereomikroszkópos megfigyelések történtek. A mikroszkópos vizsgálatokhoz Zeiss Stemi DV4 sztereomikroszkópot használtam. Az eszközök szín, szövet és szemcseméret alapján csoportosításra kerültek, előzetesen elsődleges kőzettípusokba sorolva azokat.

Makroszkópos és sztereomikroszkópos leírás kiegészítő vizsgálataként mágneses szuszceptibilitás mérést végeztem az összes csiszolt kőeszközön KT-5 Kappaméterrel (KERESKÉNYI et al., 2015a, 2015b.). A valós MS értékek kiszámításának érdekében vastagsági korrekciót alkalmaztam (BRADÁK et al., 2005, 2009; SZAKMÁNY et al., 2011a). A vizsgálat a kőeszközben előforduló mágnesezhető ásványokra ad iránymutatást, mely az elsődleges kőzettípusokba való besorolást segíti, kiegészítve a makro- és mikroszkópos vizsgálatot.

További részletes műszeres vizsgálatokat a makroszkópos és mágneses szuszceptibilitás eredményei alapján kiválasztott reprezentatív példányokon végeztem.

A roncsolásmentes röntgendiffrakció (XRD) elemzések Bruker D8 Advance röntgen diffraktométerrel történtek. A mérések után a kristályos fázisok azonosítását a Bruker *Diffraction Plus* EVA és a *CrystalImpact Match!* szoftverekkel végeztem, az ICDD PDF2 és a COD (Crystallography Open Database) adatbázis alapján, Search/Match algoritmus használatával. A kiemelt fontosságú mintákon Rietveld illesztés történt TOPAS4 szoftverrel (KRISTÁLY & KERESKÉNYI, 2016). Az XRD elemzéseket Kristály Ferenc segítségével végeztem, a Miskolci Egyetem Ásvány- és Kőzettani Tanszékén.

Elektron-mikroszkópia (EDS/SEM) vizsgálatok készültek eredeti felszín módszerrel (BENDŐ et al., 2013) azon kőbaltákon, melyek épek voltak és kis méretük folytán az elektron-mikroszkóp mintakamrájába befértek.

Ezzel a módszerrel mért kőeszközökben az ásványok kémiai zónássága nem mindig figyelhető meg, mert az egyes zónák közti kis árnyalatkülönbségeket elfedi a morfológiából származó kontrasztkülönbség. A sérült kőeszközökből felületi csiszolatok készültek, melyeken ugyancsak EDS/SEM vizsgálatokat végeztünk. Az elektron-mikroszondás vizsgálatok JEOL JXA 8600 Superprobe mikroszondával, 20 kV gyorsítófeszültséggel és 20 nA mintaárammal történtek. Az EDS/SEM méréseket Fehér Bélával együtt végeztem a Miskolci Egyetem Ásvány- és Kőzettani Tanszékén.

Roncsolásmentes kőzetkémiai analízist prompt-gamma aktivációs eljárással (PGAA) a Budapesti Neutron Centrumban 61 db kőeszközön mértük. 24 mm² vagy 44 mm² felületre kollimált, A detektálást Canberra HPGe-BGO detektorrendszerrel végezték és Hypermet Pc szoftverrel értékelték a spektrumot (SZENTMIKLÓSI et al., 2010, RÉVAY, 2009). A PGAA méréseket Kasztovszky Zsolt, Szilágyi Veronika és Harsányi Ildikó végezték. A csúcsazonosítás és a kvantitatív elemzések a k₀ módszerrel történt (RÉVAY, 2009). A PGAA módszerrel roncsolásmentesen mérhető a főelemek és néhány nyomelem koncentrációja (B, Cl, Sc, V, (Cr, Co), Nd, Sm, Gd) (KASZTOVSZKY et al., 2008, SZAKMÁNY & KASZTOVSZKY 2004, SZAKMÁNY et al., 2011b).

Egy minta (D19 jelű) kőzetkémiai elemzése Rigaku gyártmányú Supermini 200 típusú, WDXRF (Hullámhossz Diszperzív Röntgen Fluoreszcens) mérőberendezéssel történt. A mérést Móricz Ferenc végezte a Miskolci Egyetem Ásvány- és Kőzettani Tanszékén.

A kékpala, kontakt metabázis és zöldpala kőzettípusú kőeszközök termobarometriai modellezéséhez DOMINO/THERIAK programcsomagot (DE CAPITANI, 1994) használtam. A rendszer egy tetszőleges P_0 - T_0 pont megadásával egyensúlyi ásványparagenezist számít, adott teljes kőzet kémiai összetétel alapján. A használt termobarometriai adatbázist (BERMAN, 1988), a kékpalak modellezéséhez glaukofán-ferroglaukofán szélső tagok adataival

egészítettem ki a tc-ds61 adatbázisból (HOLLAND & POWELL, 2011). Kontakt metabázis típusú kőeszközök modellezéséhez a cummingtonit-grunerit szélső tagok adatait a tcdb55c2d adatbázisból illesztettem be (HOLLAND & POWELL, 1998) a fent említett adatbázisba (BERMAN, 1988). Bemeneti adatként (Therin) a kőzetben lévő elemek molekuláris részarányát vittem be a programba. Ezeket az adatokat a kőzetalkotó ásványok kémiai elemzéséből, illetve az ásványok kőzetben becsült térfogatszázalék részarányából határoztam meg. Az ásványkémiai elemzésből kapott adatokat a kőzetkémiai adatokhoz viszonyítottam és $r^2=0,95$ korrelációs érték felett fogadtam el. A kapott mól arányok mellett megfelelő mennyiségű fluidum hozzáadására volt szükség.

A modellezés két lépcsőben történt. Elsőként THERIAK alprogramban a bevitt molarányok mellett, megadtam a megfelelő nyomás és hőmérséklet értékeket, míg az outputban (OUT) megkaptam az adott értékeknél egyensúlyban lévő ásványparagenezist. Ezután a DOMINO-ban hőmérséklet és nyomás intervallumok megadásával megjelenítettem azt a P-T ablakot, ahol a bevitt kémia mellett az ásványok egyensúlyban vannak.

Az amfibolit és néhány kontakt metabázis kőeszköz termobarometriai modellezésénél egy a Ca-amfibolokra kidolgozott termobarometriai eljárást alkalmaztam a maximum P-T értékek becslésére (GERYA et al., 1997), mivel a Ca-amfibol gyakori és fő kőzetalkotó ezekben a kőzettípusokban. A módszert Fe^{3+} -ra módosította ZENK & SCHULZ (2004). Az alkalmazott termobarometriai modellezés abszolút hibahatára $\pm 1,2$ kbar és ± 37 °C. A termobarometriai modellezést M. Tóth Tivadar segítségével végeztem.

Új tudományos eredmények

1. tézis

Roncsolásmentes analitikai eljárások alapján felépített **osztályozó rendszert** dolgoztam ki a **metabázikus kőeszközök** besorolására és azonosítására (1. ábra).

ARCHEOMETRIAI VIZSGÁLATI LÉPÉSEK METABÁZITOKRA

MAKROSKÖPÖS VIZSGÁLAT														
SZÍN										SZÖVET				
ZÖLD	KÉK	KÉKESFEKETE	FEKETE	SZÜRKE	SZÜRKÉSZÖLD	BARNA				FINOMSZEMCSÉS				
					FOLIÁLT		NEM-FOLIÁLT							
[AMF] [ZP]	[KP]	[KP] [AMF]	[KP]	[AMF]	[KM]	[AMF] [KP]	[KM]	[AMF]	[KM]	[KP]	[ZP]	[AMF]	[KP]	[KM]
MÁGNESES SZUSZCEPTIBILITÁS														
XRD VIZSGÁLAT														
HORNBLÉNDE			CUMMINGTONIT/ANTOFILLIT				GLAUKOFÁN		AKTINOLIT		AKTINOLIT+ALBIT			
[AMF]	[KM]			[KM]			[KP]		[ZP]	[AMF]			[ZP]	
EDS/SEM														
	[AMF]			[KM]			[KP]						[ZP]	
PGAA														

1. ábra: A metabázitok archeometriai vizsgálatának módszertani lépései. (Rövidítések: AMF: amfibolit, KP: kékpala, KM: kontakt metabázit, ZP: zöldpala).

2. tézis

Roncsolásmentes **XRD** eljárást dolgoztam ki **glaukofán/ferroglaukofán** kimutatására a **kékpala** kőzettípusú kőeszközökből, így lehetővé téve a kékpala kőeszközök biztos azonosítását (KRISTÁLY & KERESKÉNYI, 2016).

3. tézis

Elsőként alkalmaztam **termobarometriai modellezést régészeti leleteken**, mely eljárással pontosabban lehatárolhatók a feltételezett forrásterületek. A becslt értékekből **eredményesen azonosítottam a lehetséges forrásterületeket**, mert egy litoszféra terület metamorf fejlődését a geoterma írja le (KERESKÉNYI et al., 2020a).

4. tézis

Részletes ásványkémi, petrográfiai, geokémiai vizsgálatokkal azonosítottam a **kékpala** kőzettípusú kőszköket. A megismert adatok alapján, valamint termobarometriai módszerek alkalmazásával, megállapítottam, hogy a kékpala kőszkök nyersanyaga a dél-szlovákiai **Mellétei-egység**ből származtatható, illetve néhány minta esetében a **Piennini-szirtöv** konglomerátumból származó kavicsok sem zárhatók ki (KERESKÉNYI et al., 2018).

5. tézis

Részletes ásványkémi, petrográfiai, geokémiai vizsgálatokkal azonosítottam a **kékpala-zöldpala** átmeneti fáciest képviselő kőzettípusú kőszköket, igazoltam, hogy ezek forrásterülete a Dél-Szlovákiában található **Mellétei- vagy az Iňačovce-Krichevo-egység** (KERESKÉNYI et al., 2020b).

6. tézis

Megállapítottam, hogy az **amfibolit** kőzettípusú kőszkök ásványos összetételük alapján három csoportra oszthatók, melyek metamorf fejlődése **jól igazodik a variszkuszi metamorf gradienshez**, melyet 40 °C/km geoterma jellemez. A termobarometriai becslések és az ásványkémi elemzések és szöveti relációk alapján az amfibolit kőzettípusú kőszkök forrásterülete jól azonosítható a **Gömörikum, Veporikum, Tátrikum, Zemplénikum** egyes egységeiben (KERESKÉNYI et al., 2020a).

7. tézis

Részletes ásványkémi, petrográfiai, geokémiai vizsgálatokkal azonosítottam a **kontakt metabázit** kőzettípusú kőszköket. A megismert adatok, valamint termobarometriai módszerek alkalmazásával igazoltam, hogy a kontakt metabázit kőzettípusú kőszkök lehetséges forrásterülete a **Cseh-masszívumhoz tartozó Krkonoše-Jizera**

Kristályos masszívum, valamint a 2. csoportba sorolt kontakt metabázitok lehetséges provenienciája területe **Želešice (Csehország)**.

8. tézis

Részletes ásványkémi, petrográfiai, geokémiai vizsgálatokkal azonosítottam négy **zöldpala** kőzettípusú kőszközt. A megismert adatok, valamint termobarometriai módszerek alkalmazásával, megállapítottam, hogy a zöldpala kőszközök nyersanyaga a **Gömörikum központi, északi és keleti részéről származtatható**. A Na-Ca-amfibol tartalmú zöldpaláknál a **Gömörikum központi területe** a lehetséges forrásterület.

9. tézis

Részletes ásványkémi, petrográfiai és geokémiai módszerek alkalmazásával összehasonlítottam egy **szodalitos bazalt** kőzettípusú kőszközt és a feltételezett forrásterületről (Bolgárom, Cseres-hegység) származó szodalitos bazalt terepi mintát. Igazoltam, hogy szodalitos bazalt kőzettípusú kőszközök forrásterülete **Bolgárom vagy annak környéke (Cseres-hegység)** (KERESKÉNYI et al., 2019).

10. tézis

A régészeti leletek nyersanyagát és időbeli elterjedését csoportosítva megállapítom, hogy a **kékpala** kőszközök a **késő neolitikumban**, a tiszai kultúrában **már nem jelennek meg**. Ugyanakkor az **amfibolit** és a **kontakt metabázit** nyersanyagból készült kőszközök a **középső és a késői neolitikumban egyaránt használatosak voltak**.

11. tézis

A régészeti leletek nyersanyagát és a lehetséges forrásterületek távolságait csoportosítva megállapítom, hogy a **kékpala, kékpala-zöldpala, amfibolit, zöldpala, szodalitos bazalt** nyersanyagú kőszközök esetében **közeli (30-200 km távolságú)** a nyersanyagforrás.

A **kontakt metabázit** kőeszközök a Cseh-masszívumból származnak, vagyis ezeknél **távoli (>200 km) a nyersanyagforrás.**

Összegzés

Közel 500 db kőeszközt vizsgáltam meg a Herman Ottó Múzeum régészeti gyűjteményéből. A makroszkópos csoportosítás során a változatos megjelenésű metabázit nyersanyagokra fókuszáltam. A fő metabázit kőzettípusokra kidolgoztam egy módszertani folyamatábrát, amellyel roncsolásmentes analitikai eljárásokkal, a felépített osztályozórendszert alkalmazva különböző metabázit típusok meghatározhatók. Kőzettípusonként nagy mintamennyiségen végeztem el ásvány- és kőzetkémiai elemzéseket. A kékpala, amfibolit, kontakt metabázit és zöldpala kőzettípusú kőeszközökön termobarometriai modellezés is történt a valószínűsíthető forrásterületek minél biztosabb azonosítására. Ez különösen azon gyakori kőzettípusok (amfibolit) esetében jelentős, ahol a kőzetkémia és az ásványos összetevők nem elég jellegzetesek, valamint a régészeti lelőhelyek környékén nagy gyakorisággal fordulnak elő ezek a nyersanyagok.

A vizsgálatok során sikeresen azonosítottam és kőzettípusba soroltam 99 db kőbaltát. Ezzel együtt ezek nyersanyagának a forrásterületét is lehatároltam.

Doktori kutatásomban alkalmazott módszerek és az így kapott eredmények reményeim szerint gazdagítják az archeometriai kutatómunkát és hozzájárulnak a régészeti kutatási eredmények pontosabb értelmezéséhez.



Nyilvántartási szám: DEENK/368/2020.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Kereskényi Erika
Doktori Iskola: Földtudományok Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10055014

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű könyvrészletek (1)

1. **Kereskényi, E.**, Szakmány, G., Fehér, B., Kasztovszky, Z.: A Herman Ottó Múzeum neolitikus csiszolt kőszközeinek archeometriai vizsgálata, különös tekintettel a metabázitokra.
In: 40 éves a Herman Ottó Múzeum Ásványtára. Szerk.: Fehér Béla, Herman Ottó Múzeum, Miskolc, 65-68, 2020. ISBN: 9786155525339

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

2. **Kereskényi, E.**, Szakmány, G., Fehér, B., Kristály, F., Möricz, F.: Archaeometric investigation of an alkali basalt neolithic polished stone tool from Nagy-Fertő locality, near Mezőkövesd (Borsod-Abaúj-Zemplén county, ne Hungary): Alkálai bazalt neolitik csiszolt kőszköz archeometriai vizsgálati eredményei Mezőkövesd, Nagy-Fertő lelőhelyről (Borsod-Abaúj-Zemplén megye, Magyarország).
Archeom. Műh. 16. (2), 99-108, 2019. ISSN: 1786-271X.
3. Kristály, F., **Kereskényi, E.**: Non-destructive X-ray diffraction investigation of amphibole-rich stone implements: What precision should we expect for glaucophane identification? = Amfibol dús kőszközök roncsolásmentes röntgen diffrakciós vizsgálata: milyen pontosságra számíthatunk a glaukofán azonosításában?
Archeom. Műh. 13 (3), 191-202, 2016. ISSN: 1786-271X.

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (2)

4. **Kereskényi, E.**, Szakmány, G., Fehér, B., Harsányi, I., Szilágyi, V., Kasztovszky, Z., Tóth, T. M.: Archaeometrical results related to Neolithic amphibolite stone implements from Northeast Hungary.
J. Archaeol. Sci. Reports. 32, 1-18, 2020. ISSN: 2352-409X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102437>
5. **Kereskényi, E.**, Szakmány, G., Fehér, B., Kasztovszky, Z., Kristály, F., Rózsa, P.: New archaeometrical results related to Neolithic blueschist stone tools from Borsod-Abaúj-Zemplén County, Hungary.
J. Archaeol. Sci. Reports. 17, 581-596, 2018. ISSN: 2352-409X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.12.024>





Magyar nyelvű konferencia közlemények (4)

6. **Kereskényi, E.**, Szakmány, G., Fehér, B., Harsányi, I., Kasztovszky, Z.: Kékpala-zöldpala átmeneti fáciesű csiszolt kőszközők a Herman Ottó Múzeumból.
In: Átalakulások : 11. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés. Szerk.: Fűri Judit, Király Edit, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Budapest, 39-42, 2020. ISBN: 9789636713201
7. **Kereskényi, E.**, Szakmány, G., Fehér, B., Kasztovszky, Z., Fehér, B., Kristály, F., Rózsa, P.: A Herman Ottó Múzeum neolitikus metabázis nyersanyagú csiszolt kőszközőinek előzetes archeometriai vizsgálati eredményei.
In: Ahol az elemek találkoznak: Víz, Föld és tűz határán : 8. Kőzettani és geokémiai Vándorgyűlés. Szerk.: Dégi Júlia, Király Edit, Kónya Péter, Kovács István János, Pál-Molnár Elemér, Thamóné Bozsó Edit, Török Kálmán, Udvardi Beatrix, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Budapest, 76-79, 2017. ISBN: 9789636713119
8. **Kereskényi, E.**, Szakmány, G., Fehér, B., Kasztovszky, Z., Kristály, F., Rózsa, P.: A Herman Ottó Múzeum neolitikus kékpala nyersanyagú csiszolt kőszközőinek előzetes archeometriai vizsgálati eredményei.
In: Itt az idő! Kőzettani-geokémiai folyamatok és azok geokronológiai vonatkozásai : 7. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés. Szerk.: Benkó Zsolt, Magyar Tudományos Akadémia, Atommagkutató Intézet, Debrecen, 33-36, 2016. ISBN: 9789638321527
9. **Kereskényi, E.**, Kristály, F., Fehér, B., Rózsa, P.: Első eredmények a Herman Ottó múzeum neolitikus csiszolt kőszközőinek archeometriai vizsgálatáról.
In: Meddig ér a takarónk? : a magmaképződéstől a regionális litoszféra formáló folyamatokig. Szerk.: Pál-Molnár Elemér, Raucsik Béla, Varga Andrea, SZTE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tansz., Szeged, 71-74, 2015. ISBN: 9789633063897

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (3)

10. **Kereskényi, E.**, Fehér, B., Kristály, F., Harsányi, I., Kasztovszky, Z., Szakmány, G.: Minek nevezzük?: Archeometriai szemelvény egy sadanagait-tartalmú köbaltáról.
In: Átalakulások : 11. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés. Szerk.: Fűri Judit, Király Edit, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Budapest, 38-38, 2020. ISBN: 9789636713201
11. **Kereskényi, E.**, Szakmány, G., Tóth, T. M., Fehér, B., Harsányi, I., Szilágyi, V., Kasztovszky, Z.: Neolitikus amfibolit csiszolt kőszközők archeometriája Borsod-Abaúj-Zemplén megyéből.
In: Saxa Loxuuntur-Köbe zárt történetek : 10. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés. Szerk.: Pál-Molnár Elemér, MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport, Szeged : SZTE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tansz. "Vulcano" Kőzettani és Geokémiai Kutatócsoport, Budapest, 50, 2019. ISBN: 9789633066744
12. **Kereskényi, E.**, Szakmány, G., Fehér, B., Kristály, F.: Alkáli bazalt neolitikus csiszolt kőszközők archeometriai vizsgálata Mezőkövesd-Nagy Fertő lelőhelyről.
In: Az asztenoszféra az atmoszféráig : 9. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés, ELTE Litoszféra Fluidum Kutató Laboratórium, Budapest, 81-82, 2018. ISBN: 9789638221711





Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (2)

13. **Kereskényi, E.**, Szakmány, G., Fehér, B., Kasztovszky, Z.: First results of the archaeometrical investigation of Neolithic amphibolite polished stone tools from Herman Ottó Museum (Miskolc, Hungary).
In: Joint 5th Central-European Mineralogical Conference (CEMC) and 7th Mineral Sciences in the Carpathians Conference (MSCC) : Book of Abstracts. Ed.: Martin Ondrejka, Jan Cempírek, Peter Bacik, Comenius University, Bratislava, 43-43, 2018. ISBN: 9788022345484
14. **Kereskényi, E.**, Kristály, F., Biró, K. T., Péterdi, B., Bendő, Z., Rózsa, P.: The first results of a new project: archeometrical investigation of Neolithic polished stone tools of Herman Ottó Museum.
Acta mineralogica-petrographica. Abstract series. 9, 30, 2015. ISSN: 1589-4835.

További közlemények

Magyar nyelvű könyvrészletek (1)

15. Gruber, P., **Kereskényi, E.**, Koltai, G., Kevei-Bárány, I.: Adatok a Baradla-barlang hidrogeográfiai viszonyaihoz, különös tekintettel a befolyó és csepegő vizekre.
In: Kutatások az Aggteleki Nemzeti Parkban II. / Barta Sándor, Bereczki Judit, Gruber Péter, Kereskényi Erika, Keveiné Bárány Ilona, Koleszár Krisztián, Koltai Gabriella, Nagy Antal, Rácz István András, Samu Andrea, Sólymos Péter, Tanács Eszter, Tóth János Pál, Varga Zoltán, Veress Márton, V. Sipos Julianna, Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvalfő, 9-26, 2014, (ANP füzetek / Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, ISSN1417-0442 ; 11.) ISBN: 9789638815866

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

16. Gruber, P., **Kereskényi, E.**, Koltai, G., Bárány-Kevei, I.: Data on the hydrographical conditions of Baradla cave: Seepage and drip waters.
Acta Climatol. Chorol. 46, 125-134, 2012. ISSN: 1587-5903.





Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

17. Gruber, P., **Kereskényi, E.**, Koltai, G., Bárány-Kevei, I.: Zur Hydrogeographie und Hydrocheime der Baradla-Höhle, Ungarn, unter besonderer Berücksichtigung des Einzugsgebiets und Karstwasserschutzes.

Mitteilungen des Verbandes der deutschen Höhlen- und Karstforscher e. V. 61 (3+4), 83-89, 2015. ISSN: 0505-2211.

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2020.12.02.



**Short thesis for the degree of doctor of philosophy
(PhD)**

**ARCHAEOMETRICAL INVESTIGATION OF
THE NEOLITHIC POLISHED STONE
IMPLEMENTS OF THE HERMAN OTTÓ
MUSEUM, FOCUSING ON THE METABASITES**

by Erika Kereskényi

Supervisor Dr. Péter Rózsa

External consultant Dr. Ferenc Kristály



UNIVERSITY OF DEBRECEN
Doctoral School of Earth Sciences

Debrecen, 2021

Introduction

In Hungary the systematic archaeometrical research started 35 years ago and mineralogical and petrological methods were used to understand better the archaeological findings. The main goal of the archaeometric research is to assist in archaeological work, to explore the relation between the archaeological site and the source area of the raw material and outline the trade and cultural routes. Archaeometric investigation of the polished stone tools is one of the most effective way to elicit the trade routes for tracking the imported stone materials.

In my research I undertook an archaeometric study of cc. 500 Neolithic polished stone implements of the Herman Ottó Museum, focusing on the metabasites. The collection area of the Museum is Borsod-Abaúj-Zemplén county, artifacts from neighbouring counties are rare.

The Neolithic period covers BC. 5500/5400-4500/4400 (Middle and Late Neolithic) period in the studied area covered by the current dissertation (T. BIRÓ, 2003). The first groups of Neolithic peoples in the collection area of the Herman Ottó Museum belonged to the Alföld Linear Pottery culture (AVK). Following or parallel with this culture, several other cultures appeared in the studied territory: Tiszadob, Bükk, Szakálhát which retained their characteristics in their ceramics (KALICZ & MAKKAY, 1977; RACZKY, 1989; T. BIRÓ, 2003; RACKY & ANDERS, 2009; CSENGERI, 2015). The Bükk culture could range BC. 5200-5000 (LICHARDUS, 1974). The Late Neolithic is represented by the Tisza culture in the studied area, appearing BC. 5000.

So far, no archaeometric research covering the entire archaeological collection of the museum has taken place in Hungary. There are various archaeological localities in the collection area. Most of the implements are related to well-known archaeological excavations and can be connected to cultural phases, while a smaller part of the polished stone tools involves sporadic finds.

After macroscopic grouping and measuring magnetic susceptibility of each polished stone implement, it was observed that the collection contains igneous, sedimentary and metamorphic stone implements. Based on the results, I grouped them into rock-types, which are the following: 16% contact metabasite, 12% amphibolite, 10% blueschist, 2% blueschist-greenschist, 2% greenschist, 14% metavolcanite, 5% quartzite, 3% hornfels, 15% andesite, 6% basalt, 5% rhyolite, 0.7% serpentinite, 6% other rock types (sedimentary and others with low amount). In addition to the metabasites I have studied several rocktypes in varying detail.

Metabasite polished stone implements present a significant role (42%) in the archaeological collection. They have been originated from many archaeological localities with a wide variety of archaeological cultures. Therefore the goal of my research is the detailed mineralogical, petrographical, geochemical processing of large quantities of the metabasite polished stone tools and the delimitation of the possible provenance fields. In the dissertation I focused on the blueschist, blueschist-greenschist, amphibolite, contact metabasite and greenschist stone implements. The metabasite chapters are followed by a sodalite-bearing basalt polished stone implement. It is important to note that preliminary macroscopic grouping cannot always give adequate result.

I discuss each rocktype chapter by chapter and determine the possible provenance fields, too.

In the summary I stipulate the relations between the raw materials and the archaeological typologies; and the raw materials and the cultural phases.

Applied methods

Macroscopic and stereomicroscopic description was made on each implement, microscopic observations were carried out by a Zeiss Stemi DV 4 stereomicroscope. The polished stone tools were preclassified into preliminary groups by colour, texture and grain size.

Magnetic susceptibilities of all the axes were measured by a KT-5 Kappameter, using thickness correction (BRADÁK et al., 2005, 2009,

SZAKMÁNY et al., 2011a, Kereskényi et al., 2015a, b). It provides guidance on the magnetisable minerals in the stone tools, which helps the preliminary rocktype grouping.

Non-destructive X-ray diffractometer analyses were performed by a Bruker D8 Advance X-ray diffractometer. The crystalline phases were identified using Bruker DiffracPlus Eva and CrystalImpact Match! softwares based on ICDD PDF2 and COD (Crystallography Open Database) using Search/Match algorithm. Rietveld fitting was applied on the priority samples with TOPAS1 software (KRISTÁLY & KERESKÉNYI, 2016). X-ray diffractometer analyses were carried out on at the Department of Mineralogy and Petrology, Miskolc University with the kind help of Ferenc Kristály.

Quantitative chemical spot analyses on the mineral phases were performed applying a JEOL JXA 8600 Superprobe electron-microprobe in energy-dispersive mode (EDS/SEM) at the Institute of Mineralogy and Geology, University of Miskolc. The intact tools were analysed on their original surfaces using the method of BENDŐ et al. (2013), while polished surface sections were made on the broken implements for their analyses. EDS/SEM analyses were performed at the Department of Mineralogy and Petrology, Miskolc University with the assistance of Béla Fehér.

The chemical elements in the bulk material of 61 polished archaeological stone objects have been measured by the promptgamma activation analysis (PGAA) system of the Budapest Neutron Centre. During the experiments, the beam was setup to 24 mm² and 44 mm² size cross-section. With such beam collimation, the obtained count rate proved to be optimal from spectroscopic points. Since neutrons can travel into the deepest parts of the investigated object, the obtained composition data represent the bulk. Promptly after the neutron absorption, characteristic gamma radiation is emitted, which was detected with a HPGe-BGO detector system (SZENTMIKLÓSI et al., 2010). To identify characteristic gamma lines, the PGAA library of the Budapest Neutron

Center has been used. The quantitative elemental compositions have been calculated based on the k_0 -method (RÉVAY, 2009). In silicates, the PGAA method allows to determine all the major elements and some geochemically important traces (such as B, Cl, Sc, V, Cr, Co, Nd, Sm and Gd), non-destructively, see KASZTOVSZKY et al. (2008), SZAKMÁNY & KASZTOVSZKY (2004), and SZAKMÁNY et al. (2011b). The PGAA analyses and evaluation of the results were carried out by Zsolt Kasztovszky, Veronika Szilágyi and Ildikó Harsányi.

Bulk chemistry determined for the sodalite-bearing basalt, sample D19 by wavelength dispersive X-ray fluorescence (WDXRF) Rigaku Supermini spectrometer. WDXRF analyses were performed at the Department of Mineralogy and Petrology, Miskolc University with the assistance of Ferenc Móricz.

For the thermobarometric modeling of the polished stone implements made of blueschist, contact metabasite and greenschist DOMINO/THERIAK program (DE CAPITANI, 1994) was used. The system modeling mineralogical paragenesis in equilibrium by applying an optional P_0 - T_0 point based on the geochemical composition of the rock. Glaucophane — ferroglaucophane endmembers (HOLLAND & POWELL, 2011) were inserted to the tc-ds61 database (BERMAN, 1988). Cummingtonite — grunerite endmembers were inserted from the tcdb55c2d database (HOLLAND & POWELL, 1998) to the tc-ds61 database (BERMAN, 1988). The molecular proportions of the elements in the rocks were entered into the program (Therim). These data were determined from the mineralogical analyses of the rockforming minerals and from the estimated volume percentage of the minerals in the rock. The data obtained from the mineralogical analysis were compared to the geochemical data and the applied molecular proportions were accepted above $r^2=0.95$ (correlation value). In addition to the molar ratios, excess water was necessary to be added.

Into the THERIAK program, in addition to the molar ratios the corresponding pressure and temperature values were given, while in the output (OUT) the mineralogical paragenesis in equilibrium was obtained at the given pressure and temperature values. In DOMINO by specifying temperature and pressure intervals, I displayed the P-T window with the mineral paragenesis in equilibrium.

Since Ca-amphibole is a common mineral present in all amphibolite and some contact metabasite polished stone tools, the single Ca-amphibole approach of GERYA et al. (1997) was applied to calculate peak pressure and temperature ($P_{(T_{max})-T_{max}}$) conditions. The method was modified for Fe^{3+} by ZENK & SCHULZ (2004). In this method, the absolute errors of the calculation are generally reduced to ± 1.2 kbar and ± 37 °C.

Thermobarometric estimation was carried out with the kind help of Tivadar M. Tóth.

New results and recognitions

Thesis 1

A **classifying method** based on non-destructive analyses was developed for the Neolithic **metabasite polished stone implements** (Fig. 1).

CLASSIFYING ARCHAEOMETRICAL METHODS FOR METABASITES														
MACROSCOPIC OBSERVATIONS														
	COLOUR							TEXTURE						
	GREEN	BLUE	BLUISH BLACK	BLACK	GREY	GREYISH GREEN	BROWN	FINE-GRAINED						
1.	[AMF] [ZP]	[KP]	[KP]	[AMF]	[KP]	[AMF]	[KM]	[AMF]	[KP]	[KM]	[ZP]	[AMF]	[KP]	[KM]
	[AMF]	[ZP]	[KP]	[AMF]	[KP]	[AMF]	[KM]	[AMF]	[KP]	[KM]	[ZP]	[AMF]	[KP]	[KM]
MAGNETIC SUSCEPTIBILITY														
XRD														
3.	HORNBLLENDE		CUMMINGTONITE/ANTHOPHYLLITE				GLAUCOPHANE		ACTINOLITE	ACTINOLITE+ALBITE				
	[AMF]	[KM]			[KM]		[KP]		[ZP]	[AMF]	[ZP]			
EDS/SEM														
4.	[AMF]			[KM]			[KP]		[ZP]					
PGAA														

Fig. 1: Classifying archaeometrical methods for metabasites. (Abbreviations: AMF: amphibolite, KP: blueschist, KM: contact metabasite, ZP: greenschist).

Thesis 2

A **non-destructive XRD** analysis procedure was worked out for the identification of the **glaucophane/ferroglaucophane** rock-forming minerals from the **blueschist** tools thus allowing the determination of this rock-type reliably (KRISTÁLY & KERESKÉNYI, 2016).

Thesis 3

I applied **first thermobarometric modelling to archaeometrical finds**. The estimated P-T values correlated well to the geothermal gradient of the possible provenance fields. The **possible provenance fields** with this method were **identified successfully**, because the metamorphic evolution of a lithosphere is described by a geothermal gradient (KERESKÉNYI et al., 2020a).

Thesis 4

Detailed mineralogical, petrographical and geochemical analyses were carried out on the **blueschist** implements. Applying the learned data and thermobarometric modelling for the blueschist implements, I stated that the possible provenance field of the blueschist raw material is the **Meliata-unit (South Slovakia)** or the conglomerate from the **Pieniny Klippen Belt** cannot be excluded either (KERESKÉNYI et al., 2018).

Thesis 5

I identified four **blueschist-greenschist** transient facies polished stone tools by applying detailed mineral-, chemical-, petrographical and geochemical analyses. The possible provenance field of this rocktype is the **Meliata-** or the **Iňačovce-Krichevo-unit** (South Slovakia) (KERESKÉNYI et al., 2020b).

Thesis 6

I proved that the **amphibolite** polished stone implements can be divided into three groups based on their mineralogical association and textural

relations. The metamorphic development of these amphibolite lithotypes fit exactly to the **Variscan metamorphic gradient** (40 °C/km). The provenance field of the amphibolite polished stone implements can be well identified, and can be found in the **Gemicum, Veporicum, Tatricum and Zemplenicum** (KERESKÉNYI et al., 2020a).

Thesis 7

Contact metabasite polished stone implements were analysed using detailed mineralogical, petrographical and geochemical methods. Applying the learned data and thermobarometric modelling for contact metabasite stone tools, I stated that the possible provenance field of the the raw material is the **Krkonoše-Jizera Massif (Czech Massif)**, but in the case of the group 2 of the contact metabasite stone implements, **Želešice** is the most possible source area.

Thesis 8

Four **greenschist** polished stone implements were analysed by detailed mineralogical, petrographical and geochemical methods. Applying the learned data and thermobarometric modelling to them, I stated that the possible provenance fields of the the raw material are the central, **northern** and **eastern** parts of the **Gemicum**. In the case of the Na-Ca amphibole bearing greenschists, the most possible source area is the **central** part of the **Gemicum**.

Thesis 9

Applying detailed mineralogical, petrographical, and geochemical methods, I compared a **sodalite-bearing basalt** polished stone tool with a sodalite-bearing basalt field sample from the assumed source area, Ceres Mountains, Bulhary, Slovakia. I proved that the possible provenance field of the raw material is **Bulhary or its surroundings in the Ceres Mountains** (KERESKÉNYI et al., 2019).

Thesis 10

Classifying the raw materials and the chronological distributions of the polished stone implements, I stated that the **blueschist stone tools no longer appear** in the Tisza culture, **in the late Neolithic**. However, polished stone implements made of **amphibolite and contact metabasite were used in both the Middle and the Late Neolithic**.

Thesis 11

Grouping the raw material of the archaeological finds and the distance of the possible provenance fields, I lay down that the **blueschist, blueschist-greenschist, amphibolite, greenschist, and the sodalite-bearing basalt** polished stone tools **originate from near (30-200 km) source areas**. In the cases of the **contact metabasites a far (>200 km) provenance field is determined**.

Summary

I analysed cc. 500 polished stone implements from the Herman Ottó Museum. After macroscopic grouping, I focused on the metabasite polished stone tools with varied appearance. I developed a non-destructive classifying method for the main metabasite rock types.

I performed in large quantities mineralogical and petrological, geochemical analyses on each metabasite lithotype. Thermobarometric estimations were carried out on the blueschist, amphibolite, contact metabasite and greenschist stone implements in order to identify the provenance fields. It is especially important in the case of the common and widespread rock types (amphibolite) in which petrochemistry and mineral components are not typical enough and such raw material occur frequently in the vicinity of the archaeological sites.

I analysed and classified 99 stone tools into rocktypes and found their possible provenance fields.

The data and the applied methods from my doctoral dissertation, hopefully enrich archaeometric research and contribute to the aid of archaeological investigations.



Registry number: DEENK/368/2020.PL
Subject: PhD Publication List

Candidate: Erika Kereskényi
Doctoral School: Doctoral School of Earth Sciences
MTMT ID: 10055014

List of publications related to the dissertation

Hungarian book chapters (1)

1. **Kereskényi, E.**, Szakmány, G., Fehér, B., Kasztovszky, Z.: A Herman Ottó Múzeum neolitikus csiszolt kőeszközeinek archeometriai vizsgálata, különös tekintettel a metabázitokra. In: 40 éves a Herman Ottó Múzeum Ásványtára. Szerk.: Fehér Béla, Herman Ottó Múzeum, Miskolc, 65-68, 2020. ISBN: 9786155525339

Foreign language scientific articles in Hungarian journals (2)

2. **Kereskényi, E.**, Szakmány, G., Fehér, B., Kristály, F., Möricz, F.: Archaeometric investigation of an alkali basalt neolithic polished stone tool from Nagy-Fertő locality, near Mezőkövesd (Borsod-Abaúj-Zemplén county, ne Hungary): Alkáli bazalt neolit csiszolt kőeszköz archeometriai vizsgálati eredményei Mezőkövesd, Nagy-Fertő lelőhelyről (Borsod-Abaúj-Zemplén megye, Magyarország). *Archeom. Műh.* 16. (2), 99-108, 2019. ISSN: 1786-271X.
3. Kristály, F., **Kereskényi, E.**: Non-destructive X-ray diffraction investigation of amphibole-rich stone implements: What precision should we expect for glaucophane identification? = Amfibol dús kőeszközök roncsolásmentes röntgen diffrakciós vizsgálata: milyen pontosságra számíthatunk a glaukofán azonosításában? *Archeom. Műh.* 13 (3), 191-202, 2016. ISSN: 1786-271X.

Foreign language scientific articles in international journals (2)

4. **Kereskényi, E.**, Szakmány, G., Fehér, B., Harsányi, I., Szilágyi, V., Kasztovszky, Z., Tóth, T., M.: Archaeometrical results related to Neolithic amphibolite stone implements from Northeast Hungary. *J. Archaeol. Sci. Reports.* 32, 1-18, 2020. ISSN: 2352-409X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102437>
5. **Kereskényi, E.**, Szakmány, G., Fehér, B., Kasztovszky, Z., Kristály, F., Rózsa, P.: New archaeometrical results related to Neolithic blueschist stone tools from Borsod-Abaúj-Zemplén County, Hungary. *J. Archaeol. Sci. Reports.* 17, 581-596, 2018. ISSN: 2352-409X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.12.024>





Hungarian conference proceedings (4)

6. **Kereskényi, E.**, Szakmány, G., Fehér, B., Harsányi, I., Kasztovszky, Z.: Kékpala-zöldpala átmeneti fáciesű csiszolt kőeszközök a Herman Ottó Múzeumból.
In: Átalakulások : 11. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés. Szerk.: Fűri Judit, Király Edit, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Budapest, 39-42, 2020. ISBN: 9789636713201
7. **Kereskényi, E.**, Szakmány, G., Fehér, B., Kasztovszky, Z., Fehér, B., Kristály, F., Rózsa, P.: A Herman Ottó Múzeum neolitik metabázit nyersanyagú csiszolt kőeszközeinek előzetes archeometriai vizsgálati eredményei.
In: Ahol az elemek találkoznak: Víz, Föld és tűz határán : 8. Kőzettani és geokémiai Vándorgyűlés. Szerk.: Dégi Júlia, Király Edit, Kónya Péter, Kovács István János, Pál-Molnár Elemér, Thamóné Bozsó Edit, Török Kálmán, Udvardi Beatrix, Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Budapest, 76-79, 2017. ISBN: 9789636713119
8. **Kereskényi, E.**, Szakmány, G., Fehér, B., Kasztovszky, Z., Kristály, F., Rózsa, P.: A Herman Ottó Múzeum neolitik kékpala nyersanyagú csiszolt kőeszközeinek előzetes archeometriai vizsgálati eredményei.
In: Itt az idő! Kőzettani-geokémiai folyamatok és azok geokronológiai vonatkozásai : 7. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés. Szerk.: Benkó Zsolt, Magyar Tudományos Akadémia, Atommagkutató Intézet, Debrecen, 33-36, 2016. ISBN: 9789638321527
9. **Kereskényi, E.**, Kristály, F., Fehér, B., Rózsa, P.: Első eredmények a Herman Ottó múzeum neolitik csiszolt kőeszközeinek archeometriai vizsgálatáról.
In: Meddig ér a takarónk? : a magmaképződéstől a regionális litoszféra formálódásig. Szerk.: Pál-Molnár Elemér, Raucsik Béla, Varga Andrea, SZTE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tansz., Szeged, 71-74, 2015. ISBN: 9789633063897

Hungarian abstracts (3)

10. **Kereskényi, E.**, Fehér, B., Kristály, F., Harsányi, I., Kasztovszky, Z., Szakmány, G.: Minek nevezzélek?: Archeometriai szemelvény egy sadanagait-tartalmú kőbaltáról.
In: Átalakulások : 11. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés. Szerk.: Fűri Judit, Király Edit, Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, Budapest, 38-38, 2020. ISBN: 9789636713201
11. **Kereskényi, E.**, Szakmány, G., Tóth, T. M., Fehér, B., Harsányi, I., Szilágyi, V., Kasztovszky, Z.: Neolitik amfibolit csiszolt kőeszközök archeometriája Borsod-Abaúj-Zemplén megyéből.
In: Saxa Loxuuntur-Kőbe zárt történetek : 10. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés. Szerk.: Pál-Molnár Elemér, MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport, Szeged : SZTE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tansz. "Vulcano" Kőzettani és Geokémiai Kutatócsoport, Budapest, 50, 2019. ISBN: 9789633066744
12. **Kereskényi, E.**, Szakmány, G., Fehér, B., Kristály, F.: Alkáli bazalt neolitik csiszolt kőeszközök archeometriai vizsgálata Mezőkövesd-Nagy Fertő lelőhelyről.
In: Az asztenoszfértól az atmoszféráig : 9. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés, ELTE Litoszféra Fluidum Kutató Laboratórium, Budapest, 81-82, 2018. ISBN: 9789638221711



Foreign language abstracts (2)

13. **Kereskényi, E.**, Szakmány, G., Fehér, B., Kasztovszky, Z.: First results of the archaeometrical investigation of Neolithic amphibolite polished stone tools from Herman Ottó Museum (Miskolc, Hungary).

In: Joint 5th Central-European Mineralogical Conference (CEMC) and 7th Mineral Sciences in the Carpathians Conference (MSCC) : Book of Abstracts. Ed.: Martin Ondrejka, Jan Cempírek, Peter Bacik, Comenius University, Bratislava, 43-43, 2018. ISBN: 9788022345484

14. **Kereskényi, E.**, Kristály, F., Biró, K. T., Péterdi, B., Bendő, Z., Rózsa, P.: The first results of a new project: archeometrical investigation of Neolithic polished stone tools of Herman Ottó Museum.

Acta mineralogica-petrographica. Abstract series. 9, 30, 2015. ISSN: 1589-4835.

List of other publications

Hungarian book chapters (1)

15. Gruber, P., **Kereskényi, E.**, Koltai, G., Kevei-Bárány, I.: Adatok a Baradla-barlang hidrogeográfiai viszonyaihoz, különös tekintettel a befolyó és csepegő vizekre.

In: Kutatások az Aggteleki Nemzeti Parkban II. / Barta Sándor, Bereczki Judit, Gruber Péter, Kereskényi Erika, Keveiné Bárány Ilona, Koleszár Krisztián, Koltai Gabriella, Nagy Antal, Rácz István András, Samu Andrea, Sólymos Péter, Tanács Eszter, Tóth János Pál, Varga Zoltán, Veress Márton, V. Sipos Julianna, Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvalfő, 9-26, 2014, (ANP füzetek / Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, ISSN1417-0442 ; 11.) ISBN: 9789638815866

Foreign language scientific articles in Hungarian journals (1)

16. Gruber, P., **Kereskényi, E.**, Koltai, G., Bárány-Kevei, I.: Data on the hydrographical conditions of Baradla cave: Seepage and drip waters.

Acta Climatol. Chorol. 46, 125-134, 2012. ISSN: 1587-5903.





Foreign language scientific articles in international journals (1)

17. Gruber, P., **Kereskényi, E.**, Koltai, G., Bárányi-Kevei, I.: Zur Hydrogeographie und Hydrocheime der Baradla-Höhle, Ungarn, unter besonderer Berücksichtigung des Einzugsgebiets und Karstwasserschutzes.

Mitteilungen des Verbandes der deutschen Höhlen- und Karstforscher e. V. 61 (3+4), 83-89, 2015. ISSN: 0505-2211.

The Candidate's publication data submitted to the iDEa Tudóstér have been validated by DEENK on the basis of the Journal Citation Report (Impact Factor) database.

02 December, 2020



A tézisfüzetben felhasznált irodalom

- BERMAN, R.G. (1988): Internally consistent thermodynamic data for minerals in the system $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{MgO}-\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{TiO}_2-\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$. *Journal of Petrology* 29/2, 445-522.
- BRADÁK B., SZAKMÁNY GY., JÓZSA S. (2005): Csiszolt kőeszközök mágnesezhetőség vizsgálata – új módszer alkalmazása az archeometriai kutatásokban/Magnetic susceptibility measurements of polished stone tools - application of new method in archaeometry. *Archeometriai Műhely* II/1, 13–22.
- BRADÁK B., SZAKMÁNY GY., JÓZSA S., PŘICHYŠTAL A. (2009): Application of magnetic susceptibility on polished stone tools from Western Hungary and the Eastern part of Czech Republic (Central Europe). *J. Archaeol. Sci.* 36, 2437–2444. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2009.07.001>.
- CSENGERI P. (2015): Middle Neolithic painted pottery from Borsod-Abaúj-Zemplén county, North-Eastern Hungary, in: Virág C. (Ed.): Neolithic cultural phenomena in the upper Tisza basin international conference, Satu Mare, 127-160.
- DE CAPITANI (1994): Gleichgewichts – Phasendiagramme: Theorie und Software. – Beihefte zum *European Journal of Mineralogy* 72, Jahrestagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft, 6, 48.
- GERYA T.V., PERCHUK L.L., TRIBOULET C., AUDREN C., SEZ'KO A.I. (1997): Petrology of the Tumanshet Zonal Metamorphic Complex, Eastern Sayan. *Petrology* 5, 503–532.
- HOLLAND T. J. B., & POWELL R. (1998): An internally-consistent thermodynamic dataset for phases of petrological interest. *Journal of Metamorphic Geology* 16., 309-344.
- HOLLAND T. J. B., & POWELL R. (2011): An improved and extended internally consistent thermodynamic dataset for phases of petrological interest, involving a new equation of state for solids. *Journal of Metamorphic Geology* 29, 333-383.
- KALICZ N. & MAKKAY J. (1977): Die Linienbandkeramik in der Großen Ungarischen Tiefebene, Akadémiai kiadó, Budapest, 385 p.
- KASZTOVSZKY ZS., T. BIRÓ K., MARKÓ A., Dobosi V. (2008): Cold neutron prompt gamma activation analysis – a non-destructive method for characterization of high silica content chipped stone tools and raw materials. *Archaeometry* 50 (1), 12–19. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-4754.2007.00348.x>.

- KERESKÉNYI E., KRISTÁLY F., T. BIRÓ K., PÉTERDI B., BENDŐ ZS., RÓZSA P. (2015a): The first results of a new project: archaeometrical investigation of Neolithic polished stone tools of Herman Ottó Museum. *Acta Miner. Petrogr. Abst. Ser.* 9, 30.
- KERESKÉNYI E., KRISTÁLY F., FEHÉR B., RÓZSA P. (2015b): Első eredmények a Herman Ottó Múzeum neolit csiszolt kőeszközeinek archeometriai vizsgálatáról. In: Pál-Molnár E., Raucsik B., Varga A. (Eds.), *Meddig ér a takarónk? A magmaképződéstől a regionális litoszféra formáló folyamatokig.* 6. Közöttani és Geokémiai Vándorgyűlés. SZTE Ásványtani, Geokémiai és Közöttani Tanszék, 71-74.
- KERESKÉNYI E., SZAKMÁNY GY., FEHÉR B., KASZTOVSZKY ZS., KRISTÁLY F., RÓZSA P. (2018): New archaeometrical results related to Neolithic blueschist stone tools from Borsod-Abaúj-Zemplén County, Hungary. *Journal of Archaeological Science: Reports* 17, 581–596.
- KERESKÉNYI E., SZAKMÁNY GY., FEHÉR B., KRISTÁLY F., MÓRICZ F. (2019): Archaeometric investigation of an alkali basalt Neolithic polished stone tool from Nagy-Fertő locality, near Mezőkövesd (Borsod-Abaúj-Zemplén county, NE Hungary). *Archeometriai műhely* 16, 2, 99-108.
- KERESKÉNYI E., SZAKMÁNY GY., FEHÉR B., HARSÁNYI I., SZILÁGYI V. KASZTOVSZKY ZS., M. TÓTH T. (2020a): Archaeometrical results related to Neolithic amphibolite stone implements from Northeast Hungary. *Journal of Archaeological Science: Reports* 32, 102437, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102437>
- KERESKÉNYI E., SZAKMÁNY GY., FEHÉR B., KASZTOVSZKY ZS. (2020b): Kékpala-zöldpala átmeneti fáciesű csiszolt kőeszközök a Herman Ottó Múzeumból. In: Fűri J., Király E. (Eds), *Átalakulások: 11. Közöttani és Geokémiai Vándorgyűlés.* Magyar bányászati és Földtani Szolgálat, Budapest, 39-42. ISBN 9789636713201
- KRISTÁLY F. & KERESKÉNYI E. (2016): Non-destructive X-ray diffraction investigation of amphibole-rich stone implements: What precision should we expect for glaucophane identification? *Archeometriai Műhely* 13, (3) 191–202.
- LICHARDUS (1974): *Studien zur Bükker Kultur.* Saarbrücker Beiträge zur Altertumskunde, Band 12, Bonn, 169 p.

- RACZKY P. (1989): Chronological Framework of the Early and Middle Neolithic in the Tisza Region. In: Bökönyi Sándor (Ed.), Neolithic of Southeastern Europe and its Near Eastern connections. *Varia Archaeologica Hungarica* 2, Budapest, 1989, 233–251.
- RACZKY P. & ANDERS A. (2009): Settlement history of the Middle Neolithic in the Polgár micro-region. In: Kozłowski, Janusz K. (szerk.): Interactions Between Different Models of Neolithization North of the Central European Agro-Ecological Barrier. *Polska Akademia Umiejętności, Prace Komisji Prehistorii Karpat* 5, Kraków, 209, 31–50.
- RÉVAY ZS. (2009): Determining elemental composition using prompt gamma activation analysis. *Anal. Chem.* 81, 6851–6859. <http://dx.doi.org/10.1021/ac9011705>.
- SZAKMÁNY GY. & KASZTOVSZKY ZS. (2004): Prompt gamma activation analysis, a new method in the archaeological study of polished stone tools and their raw materials. *Eur. J. Mineral.* 16, 285–295. <http://dx.doi.org/10.1127/0935-1221/2004/0016-0285>.
- SZAKMÁNY GY., STARNINI E., HORVÁTH F., BRADÁK B. (2011a): Investigating trade and exchange patterns in prehistory: preliminary results of the archaeometric analyses of stone artefacts from Tell Gorzsa (South-East Hungary). In: Turbanti-Memmi, I. (Ed.), *Proceedings of the 37th International Symposium on Archaeometry, 12th–16th May 2008. Berlin Heidelberg, Siena, Italy*, Springer, 311–319.
- SZAKMÁNY GY., KASZTOVSZKY ZS., SZILÁGYI V., STARNINI E., FRIEDEL O., T. BIRÓ K. (2011b): Discrimination of prehistoric polished stone tools from Hungary with non-destructive chemical Prompt Gamma Activation Analyses (PGAA). *Eur. J. Mineral.* 23, 883–893. <http://dx.doi.org/10.1127/0935-1221/2011/0023-2148>.
- SZENTMIKLÓSI L., BELGYA T., RÉVAY ZS., KIS, Z. (2010): Upgrade of the prompt gamma activation analysis and the neutron-induced prompt gamma spectroscopy facilities at the Budapest Research Reactor. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 286, 501–505. <http://dx.doi.org/10.1007/s10967-010-0765-4>.
- T. BIRÓ K. (2003): Az újkőkor történeti vázlat. In: Magyar régészet az ezredfordulón., In: VISY ZS. (Ed.), *Nemzeti Kulturális Örökség Minisztériuma, Teleki László Alapítvány, Budapest*, 100.

ZENK M. & SCHULZ B. (2004): Zoned Ca-amphiboles and related P-T evolution in metabasites from the classical Barrovian metamorphic zones in Scotland. *Mineral. Mag.* 68, 769–786.