

ÁTTEKINTÉS A „KÁRPÁT-MEDENCÉBEN FELLELT KŐESZKÖZÖK NYERSANYAGAINAK RONCSOLÁSMENTES EREDETVIZSGÁLATA” C. PROJEKTRŐL

AN OVERVIEW OF THE RESEARCH PROJECT ENTITLED „PROVENANCE STUDY OF LITHIC RAW MATERIALS OF STONE TOOLS FOUND IN THE CARPATHIAN BASIN”

KASZTOVSZKY Zsolt

MTA Energiatudományi Kutatóközpont, 1121 Budapest, Konkoly-Thege út 29-33.

E-mail: kasztovszky.zsolt@energia.mta.hu

Abstract

The main objective of the project is the determination of provenance of stone tools found in Hungary. The research includes non-destructive investigations of stone tools, field study of raw material sources in the Carpathian Basin and its environment and also study of the field collected samples with identical methodology. Our results can contribute to the reconstruction of prehistoric exchange of goods (stone tools and raw materials) in the Carpathian Basin, regarding raw materials, such as obsidian, radiolarite, flint, „greenstones” (i.e. HP metamorphite, serpentinite, nephrite). Two main non-destructive analytical methods were chosen: the Prompt-Gamma Activation Analysis (PGAA) at the Budapest Neutron Centre and the „Original Surface” SEM-EDX (OS-SEM-EDX), which was developed during this project at the Department of Petrology and Geochemistry of the Eötvös University.

Kivonat

A kutatás fő célkitűzése számos, Magyarországon fellelt kőeszköz nyersanyag eredetének lehetőség szerint minél pontosabb lehatárolása volt. A munka magába foglalta a Kárpát-medencében és vonzáskörzetében található nyersanyaglelőhelyek terepi kutatását, a minták műszeres vizsgálatát és a múzeumi anyag (kőeszközök) roncsolásmentes vizsgálatát is. Eredményeink a Kárpát-medence őskori nyersanyag- és kőeszköz kereskedelmének rekonstruálásához adnak fontos, új adatokat az obszidián, radiolarit, tűzkő, „zöldkő” (nagynyomású metamorfit, serpentinit, nefrit, stb.) nyersanyagok tekintetében. A fő analitikai módszerek a Budapesti Neutron Centrumban végzett prompt-gamma aktivációs analízis (PGAA), valamint az ún. „eredeti felszín” SEM-EDX (továbbiakban: OS-SEM-EDX) eljárás, amelyet az ELTE Közéttan-Geokémiai Tanszéken fejlesztettünk ki, nagyrészt a projekt keretében.

KEYWORDS: HUNGARIAN SCIENTIFIC RESEARCH FUND, STONE TOOLS, NON-DESTRUCTIVE PROVENANCE STUDY

KULCSSZAVAK: OTKA, KŐESZKÖZÖK, RONCSOLÁSMENTES EREDETVIZSGÁLAT

Bevezetés

2012-ben sikerült megnyernünk egy, az akkori Országos Tudományos Alapprogramok (2015. január 1-jétől Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Hivatal) által meghirdetett kutatási pályázatot (OTKA K-100385). A pályázat, amelynek címe „Kárpát-medencében fellelt kőeszközök nyersanyagainak roncsolásmentes eredetvizsgálata” volt, eredetileg négy évre szólt, amit még egy évvel meghosszabbíthattunk.

A pályázatot a „Földtudományok” zsűrihez nyújtottuk be. A pályázatot befogadó intézet az MTA Energiatudományi Kutatóközpont volt, témavezető Kasztovszky Zsolt. A kutatásban részt vevő munkatársak: T. Biró Katalin, Markó András – Magyar Nemzeti Múzeum, Szakmány György Gherdán Katalin, Bendő Zsolt – ELTE Közéttan-Geokémiai Tanszék, Péterdi Bálint – Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Szilágyi Veronika,

Maróti Boglárka, Gméling Katalin, Szilágyi Szandra, Harsányi Ildikó – MTA Energiatudományi Kutatóközpont.

A kutatás során fő feladatként tűztük ki a Magyarországon fellelt „távolsági” kőeszköz nyersanyagok eredetének lehetőség szerint minél pontosabb lehatárolását. A kőeszközök analitikai vizsgálatára lehetőség szerint roncsolásmentes módszereket választottunk. A Kárpát-medencében és vonzáskörzetében, illetve távolabbi területeken (pl. Pó-síkság és Nyugati-Alpok, Földközi-tenger-medencéje) található nyersanyaglelőhelyeken, terepi munka során gyűjtött mintákon igyekeztünk a kőeszközökön alkalmazottal megegyező műszeres technikákat alkalmazni.

A munkaterv és célkitűzések megfogalmazásában nagy szerepe volt a csoportunk tagjai által – külön-külön vagy közösen – művelt korábbi projekteknek, együttműködéseknek. A teljesség igénye nélkül,

ezek a következők voltak: T 0136638 sz., „Őskori kőeszközök archeometriai vizsgálata” c. OTKA program, témavezető T. Biró Katalin; T-023784 sz., „A Magyar Nemzeti Múzeum újkőkori és rézkori csiszolt kőszerszámainak régészeti-kőzettani vizsgálata” c. OTKA program, témavezető Oravecz Hargita és Józsa Sándor; T 025086 sz., „Őskori nem-érces nyersanyagok atlasza - Kárpát medence” c. OTKA program, témavezető T. Biró Katalin; K-62874 sz., „Egy új roncsolásmentes geokémiai módszer - a PGAA - archeometriai alkalmazásai” c. OTKA program, témavezető Kasztovszky Zsolt; K-84151 sz., „Gorzsa és a Dél-Alföld késői újkőkora” c. OTKA program, témavezető Horváth Ferenc. A hazai pályázatokon kívül kétoldalú és multilaterális együttműködések segítettek a határon túli vizsgálati anyaghoz való hozzáférést. A következő pályázatok eredményeit és az általuk nyújtott lehetőségeket sikerült hasznosítanunk: UNESCO IGCP 442: *Raw Material of Neolithic Artefacts* (1999-2002), témavezetők Dušan Hovorka és Gerhard Trnka; Görög-Magyar TéT (1997-1999); Horvát-Magyar TéT (2007-2009); Olasz-Magyar TéT (2008-2010); JADE2 *Objets-signes et interprétations sociales des jades alpins dans l'Europe néolithique* (2013-2017), témavezető Pierre Petrequin; EU FP7 CHARISMA (2009-2013), H2020 IPERION CH (2015-2019) – az utóbbi két projekt keretében lengyel, romániai, szerb, horvát és olasz vendégkutatók végeztek méréseket a Budapesti Neutron Centrumban.

Eredményeink a Kárpát-medence korabeli nyersanyag- és kőeszköz kereskedelmének rekonstruálásához adnak fontos, új adatokat az obszidián, radiolarit, tűzkő, „zöldkő” (nagy nyomású metamorfit, serpentinit, nefrit, stb.) nyersanyagok tekintetében.

Elsődleges analitikai módszerünk a térfogati elemösszetétel mennyiségi meghatározására alkalmas prompt-gamma aktivációs analízis (PGAA) volt, amely technikát 1998 óta alkalmazzuk archeometriai kutatásokban a Budapesti Kutatóreaktornál, valamint az ún. „eredeti felszín” SEM-EDX (továbbiakban: OS-SEM-EDX) módszer, amelyet az ELTE Közéttan-Geokémiai Tanszéken fejlesztettünk ki, nagyrészt a projekt keretében. Mindkét módszer teljességgel roncsolásmentesnek tekinthető. A projekt során sikerült megvalósítani a tervezett terepi mintagyűjtéseket (**1. táblázat**), az itt gyűjtött nyersanyag mintákon, valamint a **2. táblázatban** felsorolt múzeumok, illetve gyűjtemények anyagán tervezett roncsolásmentes vizsgálatok többségét.

Az elvégzett munka

Terepi munka, geológiai minták (potenciális kőeszköz nyersanyagok) gyűjtése

Az első évre tervezett külföldi terepi mintagyűjtés (Románia, Ukrajna, Olaszország) az elhúzódo projektkezdés, illetve a 2013. év eleji kedvezőtlen időjárási viszonyok miatt csak késéssel, 2013 nyaratól tudtuk elkezdni.

2013. június 8. és 13. között a brnói Masaryk Egyetem, a Wrocław Egyetem és a prágai Károly Egyetem közreműködésével, a Cseh Köztársaság és Lengyelország területén, Zelešice, Jordanów és környéke, Zloty Stock, Jizera-hegység (Jizerské Hory) lelőhelyeken valósult meg terepi mintagyűjtés, amely során potenciális „zöldkő” nyersanyagokat mintáztunk (25 lelőhely, 22 minta).

2013. augusztus 27. és szeptember 5. között Appenninek ÉK-i lábánál elterülő Curone folyó völgyében oligocén zöldkő kavicsokat és tömböket, továbbá a Nyugati-Alpokban a Monviso környezetében nagy nyomású metaofiolitos kőzeteket gyűjtöttünk a magyarországi nagy nyomású csiszolt kőeszközök feltételezett nyersanyagforrásaiból. A két terepmunka során konzultációt tartottunk a témában jártas olasz és francia régészekkel, valamint olasz, lengyel és cseh geológusokkal.

Ezen kívül kisebb gyűjtő utakat szerveztünk a Mátrába, Gyöngyöstarján környékére.

2015 márciusában terepi munka keretében a szlovákiai Imbreg és Cejkov közelében egykori Kárpáti-1 (C1) típusú obszidián nyersanyagforrás nyomaint kutattuk. A kutatás sikeres volt, a gyűjtött geológiai mintasorozat mérése különböző módszerekkel (PGAA, NAA, XRF) megtörtént.

2016-ban Bosznia-Hercegovina területén a Zágrábi Egyetem munkatársainak segítségével gyűjtést szerveztünk, archeometriai szempontból nagy jelentőségű radiolarit nyersanyagminták felkutatására a Modriča, Maslovare-Teslić, Gračanica, Vranjak, Kozuhe és Stanić Rijeka lelőhelyekről.

Szintén 2016-ban a Gömör-Tornai Karszt területén folytattunk terepi munkát, ahol a Mellétei sorozatból kékpala anyagú potenciális kőeszköz nyersanyagot gyűjtöttünk be.

2016-ban Ausztriában, a Mura-völgyében serpentinit, és más „zöldkő” alapú kavics nyersanyagokat terveztünk gyűjteni. Utunk során a szakirodalomban jelzett nefritet nem, de sok serpentinitet találtunk.

1. táblázat: A projekt keretében megvalósított jelentősebb terepbejárások

Table 1.: Field surveys realised in the framework of the project

Dátum	Helyszín	Célkitűzés
2013. július	Csehország, Lengyelország– Želešice, Jordanów	kontakt metabázit, szerpentinit
2013. augusztus	Olaszország – ÉK- Appenninek, Ny- Alpok; Monviso, Curone- és Po-völgye	nagynyomású metaofiolit (jadeitit és eklogit)
2014. március- április	Románia (Erőd, Sepsiszentgyörgy, régészeti lelőhely)	radiolarit, silex, obszidián régészeti minták
2015. március	Szlovákia (Tokaji hg., Imbreg)	obszidián
2016. június	Szlovákia (Nyugati Kárpátok)	kékpala
2015. augusztus	Bosznia (Modriča, Maslovare-Teslić, Gračanica, Vranjak, Kozuhe, Stanić Rijeka)	radiolarit
2016. augusztus	Ausztria (Mura- völgy)	szerpentinit és más „zöldkő” kavics
2017. március	Tokaji hg.	obszidián

2017-ben egy újabb, a Tokaj-Eperjesi hegység magyarországi és szlovákiai területeit is érintő terepbejárást végeztünk, melynek során elsődleges obszidián előfordulásokat kutattunk fel, részben a 2019-ben Magyarországon rendezendő *International Obsidian Conference* konferencia-kirándulási előkészítése céljából.

Múzeumi gyűjtemények és más régészeti anyag vizsgálatainak előkészítése

A kőeszközök eredetvizsgálatának korábbi célkitűzéseit folytatva, a projekt kezdetén áttekintettük a projekt indulásának idején rendelkezésünkre álló anyagvizsgálati eredményeket.

2013-tól több helyszínen is megkezdtek az anyagvizsgálatokhoz szükséges előkészítő munkát (anyaggyűjtés, makroszkópos leírás).

2. táblázat: A vizsgált múzeumi anyagok listája

Table 2.: List of the analysed museum-related materials

Múzeum	Vizsgált anyag
Magyar Nemzeti Múzeum – Budapest	Litotéka: kőeszköz nyersanyag összehasonlító anyag Új terepmunkák eredményei Tolcsvai forrásból gyűjtött mahagóni obszidián minták Paleolit gyűjtemény: tűzkő, kvarcporfir, obszidián és radiolarit minták Őskori gyűjtemény: Ebenhösch-gyűjtemény Erőd őskori leletanyag (MNM) Nyírlugosi magkő depó további obszidián, tűzkő és radiolarit eszközök
Móra Ferenc Múzeum – Szeged	Hódmezővásárhely-Gorzsa lelőhely kőeszközei „Zöldkő” eszközök
Budapesti Történelmi Múzeum – Budapest	„Zöldkő” eszközök szarukő / szürke radiolarit / tűzkő eszközök
Laczkó Dezső Múzeum – Veszprém	„Zöldkő” eszközök
Göcsej Múzeum – Zalaegerszeg	„Zöldkő” eszközök
Thury György Múzeum – Nagykanizsa	„Zöldkő” eszközök
Savaria Múzeum – Szombathely	„Zöldkő” eszközök
Rippl-Rónai Múzeum – Kaposvár	„Zöldkő” eszközök
Janus Pannonius Múzeum – Pécs	„Zöldkő” eszközök
Wosinsky Mór Múzeum – Szekszárd	„Zöldkő” eszközök
Herman Ottó Múzeum – Miskolc	„Zöldkő” eszközök Kékpala eszközök
Székely Nemzeti Múzeum – Sepsiszentgyörgy	Erőd őskori lelőhely kőanyaga (SzNM) környező települések anyaga összehasonlító anyag a Keleti Kárpátokból

T. Biró Katalin 2013-ban és 2014-ben a sepsiszentgyörgyi Székely Nemzeti Múzeum vendégeként Sztáncsuj Sándorral az Erősd melletti rézkori település anyagán, továbbá a veszprémi Laczkó Dezső Múzeum által feltárt Veszprém-Jutasi út, késő neolitikum/rézkori település anyagán és további megelőző feltárások anyagain végzett előkészítő munkát (anyaggyűjtés, makroszkópos leírás). Vizsgáltuk egyes magángyűjtők gyűjteményi anyagait is (Wolf Ernő, Zirc; Kerékgyártó Gyula, Jászberény)

A Veszprémi Laczkó Dezső Múzeum Mihály gyűjteményéből, valamint a Magyar Nemzeti Múzeum Ebenhöch gyűjteményéből – a korábbi feldolgozások áttekintése után – kiválogattuk a pályázatban is kiemelt „zöldkő” anyagú eszközöket (jade-kő, nefrit, szerpentin), amelyek közül a jade-kő eszközök részletes vizsgálatát elvégeztük, a többi kőzettípusból – azok jelentős száma miatt – reprezentatív mintákat elemeztünk. Elvégeztük a még hiányzó MS-méréseket is.

A magyarországi és erdélyi múzeumokból származó régészeti anyagokat a **2. táblázatban** feltüntetett múzeumoktól kaptuk vizsgálatra. A külföldi (Lengyelország, Románia, Olaszország, Csehország) anyaghoz való hozzáférést a CHARISMA Európai Unió Keretprogram biztosította, amelynek segítségével külföldi vendégkutatók tettek látogatást, és végeztek méréseket a PGAA laborban.

A Domszóló-közi hegyeken található őrlő- és malomkő kitermelő- és gyártóhelyről származó nyersanyag régészeti elterjedésének vizsgálata során az MNM Őskori, Népvándorláskori és Újkori Gyűjteményeinek őrlő- és malomkő leleteit vizsgáltuk (makroszkópos leírás, kiválasztott darabokon vékonycsiszolatos és teljesközet-kémiai vizsgálatok) (Péterdi et al. 2016).

Analitikai vizsgálatok és eredmények

A projekt során a kőeszközök és nyersanyagminták vizsgálatára fő módszerként a roncsolásmentes prompt-gamma aktivációs analízist (PGAA) és az „eredeti felszín” SEM-EDX-t (OS-SEM-EDX) alkalmaztuk. Esetenként kiegészítő vizsgálatként Göbel-tükrös XRD technikát (Miskolci Egyetem Ásványtani és Földtani Intézet) alkalmaztunk. A PGAA és a SEM-EDX mérések eredményei egymással összhangban vannak, illetve egymást jól kiegészítik, miután a PGAA a vizsgált anyag teljes kémiai összetételét méri, az OS-SEM-EDX pedig az egyes összetevők kémiai összetételére ad információt. Amennyiben megengedett (sérült kőeszközök esetében) a roncsolásmentes elemösszetétel-vizsgálatokat vékonycsiszolatos polarizációs mikroszkópos vizsgálatokkal egészítjük ki.

A projekt teljes futamideje (4+1 év) alatt mintegy 500 PGAA mérést és 170 OS-SEM-EDX mérést végeztünk. Sajnos, a Budapesti Kutatóreaktor 2016. július és 2017. április közötti elhúzódozó karbantartása miatt, nem tudtuk valamennyi tervezett PGAA mérést elvégezni. A kapott eredmények azonban így is bőségesen elegendők archeometriai szempontból releváns következtetések levonására.

Már a projekt első évében kiderült, hogy a kiegészítő mérésnek tervezett Fókuszált Ionsugaras Mikroszkóp / Scanning Elektronmikroszkóp (FIB/SEM) vizsgálatokat a pályázat benyújtása óta bekövetkezett szervezeti változások miatt nem tudtuk megvalósítani, ezért a FIB/SEM vizsgálatokat egy azóta kidolgozott, a célkitűzéseinknek jobban megfelelő, nagy minták roncsolásmentes vizsgálatára alkalmas ún. „eredeti felszín” SEM-EDX (OS-SEM-EDX) technikával váltottuk ki az ELTE Kőzet-Geokémiai Tanszékén működő AMRAY 1830 típusú elektronmikroszkóp segítségével (Bendő et al. 2013).

A következőkben az eredményeket a különböző nyersanyag típusonként részletesen ismertetjük.

Obszidián

Egy módszertani kísérlet sorozatot végeztünk, amely során az MNM Litotéka anyagának fő európai obszidián nyersanyagforrásokat (C1, C2T, C2E, C3, Lipari, Melosz, Szardinia) reprezentáló referencia sorozatán, összesen 81 darabon végeztünk PGAA, és kézi XRF méréseket. Célunk volt, hogy megvizsgáljuk a kézi XRF berendezés megbízhatóságát obszidiánok tömbi („bulk”) elemösszetételének meghatározására, illetve megmutassuk, hogy az említett módszerek milyen hatékonysággal alkalmazhatók az obszidiánok provenienciájának vizsgálatára. Ezen kívül 17 mintán neutronaktivációs (NAA) méréseket is végeztünk. Eredményeink szerint a kézi XRF készülék hatékonysága nem éri el a PGAA-ét, az obszidiánok roncsolásmentes provenienciájának vizsgálatában. (Kasztovszky et al. 2017)

Szisztematikus vizsgálatokat végeztünk az ún. „vörös” v. „mahagóni” obszidiánok geokémiai sajátosságainak feltérképezésére. Vizsgálataink célja egyrészt annak megállapítása, hogy mi okozza az egy lelőhelyen (Szokolya-hegy, Tolcsva) található „mahagóni” és fekete obszidián változatok közötti különbséget, illetve, hogy a különböző eredetű (Tolcsva, Örményország, Törökország) „mahagóni” obszidiánok között találunk-e geokémiai különbségeket, amelyek ujjlenyomatoként jellemzőek a lelőhelyre. A minták kémiai összetételét PGAA-val, SEM-EDX-szel és Mössbauer-spektroszkópiával, mikroszkopikus tulajdonságait transzmissziós elektronmikroszkóppal (TEM) és kisszögű neutronszórással (SANS) vizsgáltuk. (Kasztovszky et al. 2017)

Különösen jelentős lépés, hogy sikerült előkészíteni és elvégezni a Magyar Nemzeti Múzeum egyik kiemelkedő lelet együttesének, a nyírlugosi obszidián magköveknek (11 darabból álló kincslelet) roncsolásmentes PGAA vizsgálatát. Megállapítottuk, hogy a magkövek C1 típusú (feltehetően Viničky lelőhelyről származó) obszidiánból készültek (Kasztovszky et al. 2014).

Az Európai közösség CHARISMA projektje keretében vizsgáltunk lengyelországi kárpáti I (C1) típusú, valamint romániai (Észak-Erdély, Bánát, Vaskapu) régészeti leleteket, amelyek C1 vagy C2 típusúnak adódtak. A Kárpátokon túli romániai obszidiánok méloszi eredetét nagy valószínűséggel ki tudtuk zárni a PGAA eredmények alapján.

A CHARISMA projekt keretében vizsgált romániai (Észak-Erdély: Piskolt, Kaplony), továbbá lengyelországi (Kabaciński et al. 2015; Sobkowiak-Tabaka et al. 2015) régészeti leletekről megállapítottuk, hogy azok C1 típusú obszidiánok. Egy esettanulmány során a Szépművészeti Múzeum két egyiptomi amulettjének egyikéről megállapítottuk, hogy valószínűleg méloszi obszidiánból készült, a másik – hasonló kinézetű – anyaga viszont bázisos összetételű magmás kőzet, valószínűsíthetően bazalt, esetleg dolerit.

Szeletai kvarcporfir

Korábbi eredményeinket kiegészítve, újabb Vanyarcról származó, Szeletai kvarcporfirnak feltételezett régészeti leleteket vizsgáltunk. Si, Na, K és Ti-tartalmuk alapján el tudtuk különíteni a valódi kvarcporfirokat a hasonló megjelenésű szarukövektől és radiolaritoktól, (az utóbbiak SiO₂-tartalma 95-98%-nak adódott). Méréseink alapján a Cserháiban fellelt kvarcporfir leletek távolsága a bükki geológiai forrástól 100-125 km.

Kovaközetek, tűzkő és radiolarit

A projekt során folytattuk a kovaközetek, elsősorban radiolaritok és tűzkövek nyersanyagforrás-azonosítására irányuló vizsgálatokat. Ennek során klasszikus őskőkori lelőhelyek anyagait vizsgáltuk a MNM gyűjteményéből (Tata, Ságvár, Nadap). A CHARISMA projekt segítségével a Bécsi Egyetem munkatársaival közösen vizsgáltunk osztrák (Vienna-Mauer, Elsbethen/Salzburg, Feuersteinmähder) és szlovák (Vlára-Bolešov, Vršatské Podhradie Horna) geológiai lelőhelyekről származó radiolaritokat PGAA-val. A mérések célja egyrészt a radiolarit nyersanyag adatbázis bővítése, másrészt a PGAA és egyéb módszerek (LA ICP-MS) összehasonlítása volt.

Több sorozatban az erdélyi Erősd közelében feltárt rézkori lelőhelyről származó 30 silex és 3 obszidián pattintott kőeszközt, illetve töredéket mértünk PGAA-val. Célunk a feltárt kőeszköz anyag nyersanyagfajtáinak meghatározása, a nyersanyag

lelőhelyek azonosítása; az eredmények feldolgozása folyamatban van. A munkát a sepsiszentgyörgyi Székely Nemzeti Múzeummal együttműködve, Sztáncsuj Sándorral közösen végezzük. Az IPERION CH Horizon 2020 Európai Uniói projekt ún. „Transnational Access” programját kihasználva, 2016 májusában egy közel 40 mintából álló, különböző régészeti lelőhelyekről (Borvízoldal, Málnásfürdő, Oltzem) származó sorozatot vizsgáltunk. Célunk a különböző silex nyersanyagfajták (pruti kova, volhíniai tűzkő, bánáti-, illetve balkáni kova) elkülönítése, ezáltal a nyersanyag lelőhelyek azonosítása és a kőeszköz nyersanyagok extra-nagy távolságú mozgásának igazolása. Első eredményeink szerint a vizsgált kőeszközök nyersanyagának többsége nagy távolságú import (pruti, illetve volhíniai kova, kisebb mértékben balkáni tűzkő, valamint obszidián). Kis mennyiségben megjelennek a Keleti-Kárpátok helyi radiolarit, riolit, opál nyersanyagai is (Sztáncsuj et al. 2014). Jelenleg a Keleti-Kárpátok Erősd és környéke lelőhelyeiről közel 120 régészeti kőeszköz leletet vizsgáltunk PGAA-val. Az eddig vizsgált teljes anyag eredményeit a közeljövőben szeretnénk közzélni.

Szintén a negyedik évben egy Bosznia-Hercegovina területén végzett gyűjtésből (Modriča, Maslovare-Teslić, Gračanica, Vranjak, Kozuhe és Stanić Rijeka lelőhelyekről) származó, archeometriai szempontból nagy jelentőségű radiolarit nyersanyagminták PGAA elemzését végeztük el (összesen 18 minta). A gyűjtés és a vizsgálatok lehetővé teszik a Kárpát-medence déli területein jelentkező nyersanyag elterjedési adatok pontosabb értelmezését, a korábban már az obszidián vizsgálatok által felismert „határ-zónák” és közösen ellátott területek vizsgálatát. Különösen nagy jelentősége van a már részletesen vizsgált vajdasági (Szabadka környéke) leletek értelmezésében.

„Zöldkő” csiszolt kőeszközök

Ezek a kőzetek az őskori (elsősorban neolitik és rézkor) távolsági kereskedelem legfontosabb, legnagyobb távolságra eljutó dokumentumai. Ehhez a csoporthoz elsősorban a nagynyomású metaofiolitokból készült kőeszközök, a Napiroxenit (jade-kő), kékpala, a genetikailag velük együtt előforduló serpentin, nefrit, továbbá a kontakt kőzetek közül a zöld vagy zöldes árnyalatúak (kontakt metabázit, hornfels) tartoznak. A mai Magyarország területén ezeknek ismert nyersanyagforrásuk nincs. Egyetlen kivétel a felsőcsatári zöldpala, amelyet már korábbi pályázatok keretében vizsgáltunk. A vizsgált „zöldkövek” esetében tehát minden származási helyre utaló eredmény a nemzetközi kutatás számára fontos adatokat szolgáltat.

A teljes pályázati időszakban több mint 200 „zöldkő” (HP-metamorfit, nefrit, serpentin stb.)

anyagú kőszköz és nyersanyagminta elemzését végeztük el. A „zöldkövek” vizsgálata során a projekt keretében elért eredményeinket az alábbiakban részletezzük:

Nagynyomású metaofiolitok

Kőszközök: (Na-piroxenit – jade-kő, eklogit, és ezek retrográd kőzetváltozatai): A projekt kezdetéig még egyetlen, ebből a nyersanyagtypusból készült csiszolt kőszközök részletes vizsgálatát sem végeztük el, csupán néhány kőszközről feltételeztük, hogy nagynyomású metamorfítokból készültek. A projekt és a vele párhuzamosan zajló nemzetközi JADE-2 program keretében 25 nagynyomású metaofiolit anyagú kőszközöt sikerült felismerni és részletesen megvizsgálni. A vizsgálatok azt mutatták, hogy a kőszközök összetétele nagyon változatos, ugyanakkor mindegyik az ún. kishőmérsékletű nagynyomású kőzetsorozatba tartozik.

A Nyugati Alpokból (Monviso környéke és a Voltri masszívum) továbbá másodlagosan, a Pó, Curone és Staffora folyók kavicsanyagából származó kishőmérsékletű, nagynyomású metaofiolitok vizsgálati eredményei alapján eddigi eredményeink alapján a magyarországi kőszközök egy része az elsődlegesen előforduló, másik része a másodlagosan előforduló nagynyomású metaofiolitokra hasonlít, vagyis feltehetően mindkét területről kerültek a Kárpát-medencébe kőszközök, amit azok nagy változékonysága is alátámaszt. (Szakmány et al. 2013; Bendő et al. 2015; Váczi et al. 2017)

A magyarországi leletanyagokból előkerült nefrites részletes műszeres vizsgálata szintén a jelen OTKA projekt keretében történt. A 21 db kőszközön kívül terepi mintákat a Jordanów hegységéből, valamint Zloty Stock lelőhelyről sikerült begyűjteni és megvizsgálni. Vizsgálati eredményeink alapján a nefrit kőszközöket – azok összetétele alapján – 6 csoportba soroltuk. A terepi minták vizsgálata alapján közvetlenül sikerült azonosítani a Jordanów-hegységéből történő származást (2 csoport), Emellett, az irodalmi adatok alapján, a Központi-Alpokból Oberhalbstein környezetéből történt származás is erősen valószínűsíthető további 2 csoport esetén. (Péterdi et al. 2014a; Péterdi et al. 2014b; Péterdi et al. 2015; Gil et al. 2015a; Gil et al. 2015b)

PGAA és OS-SEM-EDX módszerek együttes alkalmazásával vizsgáltunk szerpentinit kőszközöket és néhány cseh- és lengyelországi előfordulásból, a Penninikumból, valamint a Nyugati-Alpokból gyűjtött potenciális nyersanyag-lelőhelyről származó, összesen 27 db mintát (16 db kőszköz, 11 db terepi minta 9 lelőhelyről) Az ilyen típusú mintákon végzett PGAA mérések száma 60 fölötti. A mérések eredményei azt mutatják, hogy a magyarországi

leletanyagokban előforduló szerpentinit kőszközök nagyon változatosak, és számos lelőhelyről származhatnak. Mindemellett meg kell említeni, hogy a szerpentinit kőszközök nyersanyagának azonosítása még nemzetközi viszonylatban is csak kezdeti stádiumban van, mivel a különböző lelőhelyekről származó szerpentinit változatok kémiai és ásványos összetétele is nagyon hasonló. Az azonosítás a gyakran csak esetlegesen előforduló kis mennyiségű relikv vagy akcesszórius (elsősorban oxid vagy szulfid) ásványok alapján történhet. Eddigi eredményeink alapján a magyarországi szerpentinit nyersanyagok részben a lengyelországi Jordanów-hegységéből, részben az ausztriai Möll-völgyből, valamint irodalmi adatokkal való összevetés alapján a Nyugati- vagy Központi Alpok más lelőhelyeiről, a nagynyomású metamorfózison átesett szerpentinitekből származhatnak. Ezek mellett valószínűsíthető a Keleti-Alpok Penninikumából történt származás is, amelyet egy, a szerpentinitekkel együtt előforduló kloritit minta bizonyít.

Képalából készült csiszolt kőszközök kis számban, de ismertek voltak már korábban is Magyarországon. A projekt keretében a Miskolci Herman Ottó Múzeum képkala kőszközeit vizsgáltuk PGAA módszerrel. Emellett a Gömör-Tornai Karszt területén előforduló Mellétei sorozatból terepen gyűjtött mintákat vizsgáltunk meg petrográfiai mikroszkópban. A tervezett PGAA méréseket a projekt lezárásáig nem tudtuk elvégezni, a Budapesti Kutatóreaktor már korábban említett - elhúzódo karbantartása miatt. A kőszközök kémiai összetételét az irodalomban közölt adatokkal összevetve jó egyezést tapasztaltunk a fenti területről gyűjtött minták összetételével, vagyis megerősítettük azt a korábbi feltételezést, hogy a csak Észak-Magyarország területén előforduló képkalák nyersanyagai a Mellétei sorozat nagynyomású kőzetei voltak (Kereskényi et al. 2018).

Hornfels nyersanyagú csiszolt kőszközök jelentős számban szinte az egész Kárpát-medencében ismertek már a kora neolitikum óta. Mennyiségük, illetve arányuk a csiszolt kőszköz leletegyüttesekben délkelet felé növekszik. Ennek megfelelően terepi kutatásaink során az Erdélyi-középhegységben és a Délkeleti Kárpátokban kerestük a nyersanyag forrásterületét. Kutatásaink eredményeképpen két, geológiai felépítésükben egymáshoz teljesen hasonló területen sikerült megtalálnunk, illetve lehatárolnunk: a Ruszka-havasok DNy-i részén Novácfalva (Glimboca) környékén, valamint az Erdélyi-középhegység déli részén Obersia (Obârșu) környezetében. Mindkét területen banatit intrúziók és a Gosau-faciesű felső kréta kőzetek kontaktusán, illetve annak közelében jelenik meg a nyersanyagot képviselő finom-

szemcsés kontakt kőzet. Az azonosítást és a kőeszközökkel való összehasonlítást szintén PGAA és OS-SEM-EDX mérések eredményei alapján végeztük. (Szakmány et al. 2015; Szakmány et al. 2016)

A kontakt metabázit nyersanyagból készült kőeszközök már viszonylag régóta ismertek voltak a magyarországi csiszolt kőeszköz leletanyagokban. Eddig elsősorban a Dunántúlon (annak is elsősorban az északi) területén volt bizonyítható az előfordulásuk. Szintén ismert volt, hogy a nyersanyagok forrásterülete a Cseh masszívum északi (Krkonosé-Jizera Kristályos Masszívum), illetve déli területe (Želešice környéke). Az projekt keretében roncsolásmentes vizsgálatokkal (PGAA, OS-SEM-EDX) sikerült bizonyítanunk a dél-alföldi Tisza kultúrába tartozó Gorzsa tell településen elsősorban a Krkonosé-Jizera Kristályos Masszívumból származó kontakt metabázit típus jelenlétét, emellett azonban lényegesen kisebb mennyiségben a Želešice típusú nyersanyagot is kimutattuk.

Összevetve a két nagyon gyakori nyersanyagból, a hornfelsből és a kontakt metabázitból készült csiszolt kőeszközök elterjedési területét, megállapíthatjuk, hogy az átfedésen túlmenően mennyiségi szempontból ezek „mintegy kiegészítik egymást”. A Dunántúlon és az Északi-Középhegységben elsősorban a kontakt metabázit, az alföldi területeken viszont a hornfels az uralkodó.

Záró gondolatok

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a „Kárpát-medencében fellelt kőeszközök nyersanyagainak roncsolásmentes eredetvizsgálata” program során jelentős mértékben bővítettük ismereteinket az őskori kőeszközök nyersanyagáról, annak lehetséges forrásairól és roncsolásmentes módszerekkel történő azonosításáról. A legjelentősebb előrehaladás egyben a legtöbb további vizsgálatot igénylő terület, a csiszolt kőeszköz nyersanyagvizsgálatok terén mutatkozik, ahol a legszélesebb kapcsolati hálót tudjuk bizonyítani, és egyben a közzétani-geokémiai módszerekkel leginkább vizsgálható problémákat sikerült megoldani, ismert és eddig ismeretlen nyersanyagforrások felderítésével és azonosításával. A pattintott kőeszközök vizsgálatában elsősorban a jól azonosítható vulkáni vagy paleo-vulkáni eredetű nyersanyagok (obszidián, dácit, kvarcporfir) értünk el eredményeket, a kovaközetek egyértelmű azonosításához még további, várhatóan roncsolásos vizsgálatokra is szükség lesz.

Általánosságban elmondhatjuk, hogy az archeometriai vizsgálatokkal elősegítjük a tárgyak helyes régészeti feldolgozását, valamint sok esetben az állaguk megóvását is. A kapott eredmények

emelik a műtárgy értéket, az új ismereteket modern technikai színvonalon feldolgozva új, a hagyományostól eltérő szemléletű kiállítások szervezhetőek, amelyek nagyobb hatékonysággal érik el a közönséget, így a kiállító múzeumok számára közvetett hasznot eredményeznek.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük az OTKÁ-nak, illetve utódjának, az NKFIH-nak, hogy támogatta a kutatást. Köszönjük a cikkben említett múzeumoknak és a magánygyűjtőknek, hogy lehetővé tették a régészeti tárgyak vizsgálatát. Köszönjük a Budapesti Kutatóreaktor munkatársainak, hogy a mérésekhez biztosították a szükséges körülményeket.

Irodalom

BENDŐ Zs., OLÁH I., PÉTERDI B., SZAKMÁNY Gy. & Horváth E. (2013): Csiszolt kőeszközök és ékkövek roncsolásmentes SEM-EDX vizsgálata: lehetőségek és korlátok / Non-destructive SEM-EDX analytical method for polished stone tools and gems: opportunities and limitations. *Archeometriai Műhely* **XI/1** 51–65.

BENDŐ, Zs., SZAKMÁNY, Gy., KASZTOVSZKY, Zs., MARÓTI, B., SZILÁGYI, Sz., SZILÁGYI, V. & BIRÓ, K. T. (2014): Results of non-destructive SEM-EDX and PGAA analyses of jade and eclogite polished stone tools in Hungary. *Archeometriai Műhely* **XI/4** 187–205.

BENDŐ Zs., SZAKMÁNY Gy., KASZTOVSZKY Zs., SZILÁGYI Sz., MILE V., HARSÁNYI I., T. BIRÓ K., OSZTÁS A. & OLÁH I. (2015): Nagynyomású metaofiolit nyersanyagú csiszolt kőeszközök magyarországi régészeti leletanyagokban. In: PÁL-MOLNÁR, E, RAUCSIK, B, VARGA A., szerk.: Meddig ér a takarónk? A magmaképződéstől a regionális litoszféra formáló folyamatokig. 6. Közzétani és Geokémiai Vándorgyűlés Kiadványa, Ópálos, 2015. szeptember 10-12, SZTE Ásványtani, Geokémiai és Közzétani Tanszék, pp.:36–39. ISBN: 978-963-306-389-7.

GIL, G., D. BARNES, J., BOSCHI, C., GUNIA, P., SZAKMÁNY, Gy., BENDŐ, Zs., RACZYŃSKI, P. & PÉTERDI, B. (2015): Origin of serpentinite-related nephrite from Jordanów and adjacent areas (SW Poland) and its comparison with selected nephrite occurrences. *Geological Quarterly* **59/3** 457–472. (+2 Appendices). DOI: <http://dx.doi.org/10.7306/gq.1228>

GIL, G., BARNES, J. D., BOSCHI, C., GUNIA, P., RACZYŃSKI, P., SZAKMÁNY, Gy., BENDŐ, Zs. & PÉTERDI, B. (2015): Nephrite from Złoty Stok (Sudetes, SW Poland): petrological, geochemical, and isotopic evidence for a dolomite-related origin. *The Canadian Mineralogist* **53/3** 533–556. DOI: 10.3749/canmin.1500018

- KABACIŃSKI, J., SOBKOWIAK-TABAKA, I., KASZTOVSZKY, Zs., PIETRZAK, S., LANGER, J.J., T. BIRÓ, K. & MARÓTI, B. (2015): Transcarpathian influences in the early Neolithic of Poland. A case study of Kowalewko and Rudna Wielka sites. *Acta Archaeologica Carpathica* **50** 5–32.
- KASZTOVSZKY, Zs., T. BIRÓ, K. & KIS, Z. (2014): Prompt Gamma Activation Analysis of the Nyírlugos obsidian core depot find. *Journal of Lithic Studies* **1** 151–163.
- KASZTOVSZKY, Zs., MARÓTI, B., HARSÁNYI, I., PÁRKÁNYI, D. & SZILÁGYI, V. (2017): A comparative study of PGAA and portable XRF used for non-destructive provenancing archaeological obsidian. *Quaternary International* (in press)
<http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2017.08.004>
- KASZTOVSZKY, Zs., LÁZÁR, K., KOVÁCS KIS, V., LEN, A., FÜZI, J., MARKÓ, A. & BIRÓ, K. T. (2017): Novel investigations on the mineralogy of Carpathian mahogany obsidian, submitted to *Quaternary International*, 2017. (in press)
- 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.
- PÉTERDI B., JUDIK K. & DOBOSI G. (2014): Bazaltos lapillitufa anyagú őrlőkövek kőzettani és geokémiai vizsgálata (Balatonöszöd - Temetői dűlő lelőhely). *Archeometriai Műhely* **XI/2** 115–126.
- PÉTERDI, B., SZAKMÁNY, Gy., JUDIK, K., DOBOSI, G., KASZTOVSZKY, Zs., SZILÁGYI, V., MARÓTI, B., BENDŐ, Zs. & GIL, G. (2014): Petrographic and geochemical investigation of a stone adze made of nephrite from the site Balatonöszöd. *Geological Quarterly* **58/1** 181–192. + Appendixek DOI: <http://dx.doi.org/10.7306/gq.1146>
- PÉTERDI, B., SZAKMÁNY, Gy., BENDŐ, Zs., KASZTOVSZKY, Zs., BIRÓ, K. T., GIL, G., HARSÁNYI, I., MILE, V. & SZILÁGYI, Sz. (2014): Possible provenances of nephrite artefacts found on Hungarian archaeological sites (preliminary results). *Archeometriai Műhely* **XI/4** 207–222.
- PÉTERDI B., SZAKMÁNY Gy., BENDŐ Zs., KASZTOVSZKY Zs., T. BIRÓ K., GIL, G., HARSÁNYI I., MILE V. & SZILÁGYI Sz. (2015): Nefrit kőeszközök kőzettani vizsgálata roncsolásmentes módszerekkel: típusok, lehetséges nyersanyag-források azonosítása (előzetes eredmények). *GESTA* **XIV** 64–78.
- PÉTERDI B., T. BIRÓ K., TÓTH Z., BERTALAN É., HORVÁTH Zs., FREILER Á., BEKE Zs. & BUDAI, F. (2016): Domoszló: őrlő- és malomkő nyersanyag-kitermelőhely és műhely a Mátrában: Első régészeti elterjedés-vizsgálatok. *Archeometriai Műhely* **XIII/4** 219–236.
- SOBKOWIAK-TABAKA, I., KASZTOVSZKY, Zs., KABACIŃSKI, J., T. BIRÓ, K., MARÓTI, B. & GMÉLING, K. (2015): Transcarpathian contacts of the Late Glacial Societies of the Polish Lowlands. *Przegląd Archeologiczny* **63** 5–28.
- SZAKMÁNY Gy., T. BIRÓ K., KRISTÁLY F., BENDŐ Zs., KASZTOVSZKY Zs., ZAJZON N. (2013): Távolsági import csiszolt kőeszközök nagynyomású metamorfitekől Magyarországon, *Archeometriai Műhely* **X/1** 83–92.
- SZAKMÁNY Gy., BENDŐ Zs. & PÉTERDI B. (2014): „Zöldkő” nyersanyagú csiszolt kőeszközök nyersanyagának azonosítási lehetőségei, korlátai magyarországi leletanyagokban. In: PÁL-MOLNÁR E., HARANGI Sz. szerk., *Kőzettani folyamatok a földképenytől a felszínig*, V. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés Kiadványa, MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport, SZTE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék Vulcano Kutatócsoport, Budapest, Révfülöp 2014. szeptember 4-6., (ISBN: 978-963-482-997-3) 80–83.
- SZAKMÁNY, Gy., BENDŐ, Zs., JÓZSA, S., KASZTOVSZKY, Zs., SZILÁGYI, V., MARÓTI, B., SZILÁGYI, Sz., STARNINI, E. & HORVÁTH, F. (2015): Hornfels nyersanyagú csiszolt kőeszközök magyarországi régészeti leletanyagokban. – In: PÁL-MOLNÁR, E., RAUCSIK, B., VARGA A., szerk., *Meddig ér a takarónk? A magmaképződéstől a regionális litosféra formáló folyamatokig*. 6. Kőzettani és Geokémiai Vándorgyűlés Kiadványa, Ópálos, 2015. szeptember 10-12, SZTE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék, (ISBN: 978-963-306-389-7) 102–105.
- SZAKMÁNY, Gy., JÓZSA, S., BENDŐ, Zs., KASZTOVSZKY, Zs. & HORVÁTH, F. (2016): Magyarországon előkerült hornfels (mész-szilikát szaruszirt) anyagú csiszolt kőeszközök nyersanyaglelőhelyének felkutatása. *Archeometriai Műhely* **XIII/1** 43–54.
- SZTÁNC SUJ, S. J., T. BIRÓ, K., KASZTOVSZKY, Zs., JÓZSA, S., GMÉLING, K. & MARÓTI, B. (2014): Lithic Implements At Ariusd (Erősd) A Preliminary Report. *Communications Archaeologiae Hungariae* 2014 19–36.
- VÁCZI B., SZAKMÁNY Gy., KASZTOVSZKY Zs., STARNINI, E. & NEBIACOLOMBO, F. A. (2017): Előzetes eredmények a magyarországi nagynyomású metaofiolit anyagú csiszolt kőeszközök származási helyének pontosításához. *Archeometriai Műhely* **XIV/2** 69–84.