

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. táblázat**ban 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 nyarától tudtuk elkezdni.

2013. június 8. és 13. között a brnói Masaryk Egyetem, a Wroclawi 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 nyomait 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 megkezdjük 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, serpentin), 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 Kőzettan-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 közti 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 kismögű 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 bükk-i 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 nyersanyag típusainak 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, Oltszem) származó sorozatot vizsgáltunk. Célunk a különböző silex nyersanyag típusok (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 kőszközt 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 nefritek 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 nyersanyaglelőhelyről 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 kékpala 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 kékpalak 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 magányűjtőknek, 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 kőszközök 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 kőszközök nagynyomású metamorfitekől Magyarországon, *Archeometriai Műhely* **X/1** 83–92.
- SZAKMÁNY Gy., BENDŐ Zs. & PÉTERDI B. (2014): „Zöldkő” nyersanyagú csiszolt kőszközök nyersanyagának azonosítási lehetőségei, korlátai magyarországi leletanyagokban. In: PÁL-MOLNÁR E., HARANGI Sz. szerk., *Kőzettani folyamatok a földköpenytől 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 kőszközök 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 kőszközök 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 kőszközök származási helyének pontosításához. *Archeometriai Műhely* **XIV/2** 69–84.

ELŐZETES EREDMÉNYEK A MAGYARORSZÁGI NAGNYOMÁSÚ METAOFIOLIT ANYAGÚ CSISZOLT KŐESZKÖZÖK SZÁRMAZÁSI HELYÉNEK PONTOSÍTÁSÁHOZ

PRELIMINARY RESULTS ABOUT THE SOURCE OF HUNGARIAN HIGH- PRESSURE META-OPHIOLITIC STONE ARTEFACTS

VÁCZI Benjámin^{1*}; SZAKMÁNY György¹; KASZTOVSZKY Zsolt²;

Elisabetta STARNINI³; Flavio A. NEBIACOLOMBO⁴

¹ ELTE FFI Közéttan-Geokémiai Tanszék

² MTA EK Nukleáris Analitikai és Radiográfiai Laboratórium

³ School of Humanistic Sciences, Department of Historical Studies, University of Torino, Italy

⁴ augusto.nebiacolombo@libero.it, Recco (GE), Italy

* correspondent author, E-mail: vbeni9305@gmail.com

Abstract

High-pressure meta-ophiolite artefacts spread across Europe during the Neolithic, but the exact provenance of their raw material is an open question yet. In this work we give a preliminary, although detailed petrological and geochemical data of three possible sources of HP meta-ophiolitic stone artefacts. During fieldwork we collected several geological samples from the southern side of Monviso (Piedmont, NW Italy), and the alluvium of river Po and torrent Curone. Samples have been analysed with polarising microscopy, SEM-EDX and PGAA with the aim of finding possible differences and petrographic/geochemical markers between the locations. During this work it was important to use mainly non-invasive analytical methods to get comparable data with the analytical results from the often intact prehistoric stone artefacts. Accessory minerals, including Ti-, and REE-bearing minerals show the most significant dissimilarities, but there are some differences in the appearance and composition of the main rock forming minerals (Na-bearing monoclinic pyroxene, garnet) too.

Kivonat

Az Európa szerte elterjedt nagynyomású metaofiolitból készült kőeszközök nyersanyagának pontos forrásterülete mindmáig nyitott kérdés, ezért jelen munka részletes leírást ad három potenciális forrásterület közeiről, hogy segítse a lehatárolást. A Monviso déli oldaláról, valamint a Pó-, és Curone-folyó alluviális üledékeiből vett mintákon vékonycsiszolatos polarizációs mikroszkópi, SEM-EDX, valamint PGAA vizsgálatokat végeztünk annak érdekében, hogy az egyes területek petrográfiai és geokémiai jellemzői alapján különbségeket mutassunk ki az egyes lelőhelyek közt. Munkánk során kiemelt fontosságú volt a roncsolásmentes vizsgálatok alkalmazása, hogy a gyakran épen előkerült, nagy értékű kőeszközökével könnyen összevethető eredményeket kapjunk. A legjellemzőbb különbségeket az akcesszórius ásványok, azon belül is a Ti-, és RFF-tartalmú fázisok mutatják, azonban a fő kőzetalkotó ásványok (Na-tartalmú monoklin piroxén, gránát) megjelenésében és összetételében is kimutatható eltérés.

KEYWORDS: HP META-OPHIOLITES, RAW MATERIAL, POLISHED STONE TOOLS, PROVENANCE, SEM-EDX, PGAA

KULCSSZAVAK: NAGNYOMÁSÚ METAOFIOLIT, NYERSANYAG, CSISZOLT KŐESZKÖZ, FORRÁSTERÜLET, SEM-EDX, PGAA

Bevezetés

Európa régészeti leletanyagában komoly szerepet játszanak a nagynyomású metaofiolitból (HP metaofiolit) készült csiszolt kőeszközök – kőbalták, szalukapák, vésők, stb. – mind gyakoriságuk, mind pedig nyersanyaguk különlegessége miatt. Az ok, amiért ezek a kőzetek ilyen fontosak voltak a neolitik társadalmakban nem más, minthogy remekül ötvözik a technikai és esztétikai szempontból fontos tulajdonságokat: nagy sűrűségük és keménységük, szívósságuk következtében famegmunkáláshoz ideális eszközök készíthetők belőlük, míg zöld

színük és kiváló polírozhatóságuk miatt komoly esztétikai értékük is volt. A kőeszközök nyersanyaga leggyakrabban bázisos összetételű magmás kőzet nagynyomású és kishőmérsékletű metamorfózisával képződött eklogit, valamint egyéb, Na-piroxén és gránát tartalmú kőzet, amelyekből elsősorban munkavégzésre használt eszközöket készítettek. A másik leggyakoribb nyersanyag az archeometriai szakirodalomban „jade”, „pietra verde” vagy „zöldkő” néven emlegetett Na-piroxenit, amelyből főként nagyméretű, szakrális vagy presztízs célokból nagy értékű, általában tükörsima polírozottságú eszközök

készültek (D'Amico et al. 2003), amelyek valószínűsíthetően ceremóniai célokat szolgálták (Pétrequin et al. 2013). É-Olaszországban a gyűjtemények csiszolt kőszközeinek gyakran közel 90%-át ezek a kőzetek teszik ki, de Európa szerte szinte mindenhol megjelennek a régészeti leletanyagban (D'Amico et al. 2003, D'Amico 2005, D'Amico et al. 2012, D'Amico & Starnini 2012, D'Amico 2012). Az első említés magyarországi HP metaofiolitos kőszközről 2008-ból származik, amikor az Ebenhöch-gyűjtemény kőszközeit vizsgálták kőzettani szempontból. Ekkor még mindössze fénymikroszkópos, mágneses szuszceptibilitás és PGAA adatokra támaszkodva feltételezték, hogy egyes kőzetek a nagy nyomású metaofiolitok közé sorolhatók (Friedel 2008, Friedel et al. 2008). Az áttörést az „eredeti felszín” vizsgálati módszer kifejlesztése jelentette 2013-ban, melynek segítségével hiteles ásványkémiai és szöveti információkat sikerült a kőszközökből roncsolás nélkül kinyerni, ezzel egyértelműsíthető azok nagy nyomású metaofiolit eredete (Bendő et al. 2013, Szakmány et al. 2013). E szöveti és ásványkémiai adatok birtokában pedig a PGAA-val nyert főelem összetételek kiválóan alkalmasak a kőzetek finomabb, geokémiai csoportosítására. Ezután megkezdődött a gyűjtemények átvizsgálása mely során a 2013-ban azonosított 3 db HP metaofiolit kőszköz mellé, 2014-re még 10 db, 2015-re pedig további 12 db került, így ma összesen 25 db magyarországi leletanyagból származó eszközről rendelkezünk részletes anyagvizsgálati eredményekkel (Bendő et al. 2014, 2015, in prep., T. Biró 2017).

Európában kőszköz nyersanyagként használt kishőmérsékletű nagy nyomású metaofiolitok – jelen ismereteink szerint - kétféle formában jelennek meg:

1) Elsődleges formában a nyugat-alpi régióban (Piemont Zóna), amely magába foglalja a Monviso környezetét, valamint a Voltri masszívumot (Compagnoni 2003). Habár hasonló genetikájú kőzetek ismertek a görög szigetvilágban Syros és Tinos területén (Tsujimori & Harlow 2012) és néhány feltárásban a franciaországi Bretagne-ban (Pain and Vielzuff 1988), ez utóbbiak kőszköz nyersanyagként való felhasználása nem ismert.

2) Másodlagos formában a Pó-völgyben, valamint a Voltri-tól északra elhelyezkedő oligocén konglomerátumban és ez utóbbiaknak a pleisztocénben, az eljegesedési fázisok utáni áthalmozódásával a Piemont, É-Liguria és Ny-Lombardia közti terület alluviális üledékeiben jelennek meg (Capponi et al. 2009).

A kutatók egyetértenek abban, hogy a kőszközök nyersanyagául szolgáló kőzetek a Ny-Alpok és É-Appenninek területéről származnak, viszont az a kérdés, hogy elsődleges vagy másodlagos forrásból

származnak-e megválaszolatlan. Pétrequin és munkatársai elmélete szerint a különböző célokra szánt kőszközök gyártásához szükséges nyersanyagot különböző forrásokból szerezték. A folyóvízi hordalékok anyagát főként a mindennapos használatra szánt eklogit eszközök készítéséhez használták fel, viszont a nagyméretű presztízis balták elkészítéséhez ez a kavicsanyag nem megfelelő. Egyrészt a kavicsok túl kis méretűek, másrészt a jégkorszakban a rá települő vastag jégtakaró nyomása miatt a kavicsokban belső feszültség alakult ki, ami alkalmatlanná tette azokat köpengék gyártására. Emiatt ezek forrásterülete a Monviso környezetében, attól délre, 2000-2400 méteres magasságban elsődleges lelőhelyeken keresendő, ahol nagy blokkokból víz és tűz segítségével választották le a megfelelő kőzetszeleteket, majd ezután csiszolták és polírozták tökéletesre (Pétrequin & Pétrequin 1993, Errera et al. 2008).

A nomenklatura kérdései

A „jade” kifejezést már több mint 150 éve alkalmazzák (Damour 1863) zöld színű különleges kőzetekre. A gemmológiában, valamint a kereskedelemben, azonban a jade név használata még ma sem következetes. Két kőzettípusra alkalmazható a jade név: jadeit-jadenek nevezhető az a kőzet, amely túlnyomó részt jadeites összetételű ($\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$) monoklin piroxénből áll és nefrit-jadenek nevezhető az a kőzet, amely fő összetevője a tremolit-aktinolit összetételű amfibol [$\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$]. Ugyanakkor ez utóbbi névhasználat kőzettanilag hibás. Mivel a szinte tisztán Na-piroxénből álló kőzetek között megjelennek omfacitot is, vagy túlnyomó részben omfacitot tartalmazó kőzetek is, ezért szerencsésebb a jadeit-jade név helyett a piroxén-jade (Px-jade) nevet alkalmazni. D'Amico és munkatársai 2003-ban megalkották a nagy nyomású metaofiolitok osztályozásának elvét, amelyben megkülönböztet eklogitokat, valamint jade kőzeteket. Ez utóbbi csoportba a Na-piroxeniteket és az omfacit-, valamint jadeitpalákat sorolta, tehát csak a piroxénos változatot sorolja a jade kategóriába. Az omfacit-, és jadeitpalák kémiai összetételüket tekintve az eklogitokhoz állnak közel, viszont gránátot nem tartalmaznak, emellett erősen nyírt, foliált szerkezetűek. A további felosztást már geokémiai alapon, a kőzetek Fe-, és Mg-tartalma alapján végezte. Ezzel szemben Giustetto és Compagnoni (2014) teljes mértékben petrográfiai alapon, ásványos összetétel alapján csoportosította a HP-metaofiolitokat. Véleményük szerint a HP-metaofiolitok közé két kőzet család sorolható: Na-piroxén tartalmú kőzetek (jadeitit, omfacit-jadeitit, jadeit-omfacitit, omfacitit), valamint Na-piroxén és gránát tartalmú kőzetek (gránát-Na-piroxenit, eklogit, Na-piroxén-gránátit, stb.).



1. ábra: A nagy nyomású metaofiolit kőzetek csoportosítása D'Amico et al. (2003) és Giustetto & Compagnoni (2014) alapján.

Fig. 1.: The classification of High-pressure metaophiolites based on the work of D'Amico et al. (2003) and Giustetto & Compagnoni (2014)

A nevezéktanral kapcsolatos csoportokat az 1. ábrán mutatjuk be. Jól látható, hogy a kétféle nevezéktan a legtöbb esetben jól egyezik egymással, de egyes kőzettípusokra eltérések is tapasztalhatók. Jelen munkának nem célja a nomenklatúra újragondolása, vagy állásfoglalás a kutatók között, ezért igyekszünk a kőzetek tárgyalásakor mind a két nevezéktani csoportosításban elhelyezni azokat. Ugyanakkor külön kiemeljük a kétféle nevezéktan használata során tapasztalt eltéréseket.

Mintagyűjtés

Jelen munkában vizsgált kőzetminták három lelőhelyről származnak: a Monvisotól közvetlenül délre eső völgyrendszerekből (továbbiakban „Monviso dél”), a Pó alluviális síkságának nyugati részéből, a folyó Nyugati-Alpokból való kilépésének közeléből (továbbiakban „Pó”), valamint a Curone-völgyéből (**2a ábra**). A Monviso déli oldaláról az elsődleges geológiai környezetből származó, nagyméretű kőzetblokkokból, illetve az ugyanitt előforduló szilánkokból származnak a minták (**2b ábra**). Utóbbiak egy részét az időjárási viszontagságtól védett, fedett helyekről (*shelter*) gyűjtöttük. (**2b ábra**). A mintagyűjtés a Monviso területén szisztematikusan a Na-piroxenitkre irányult, ezért mint később a minták leírásánál látható lesz, a gránát tartalmú kőzetek alulreprezentáltak a mintaanyagban erről a lelőhelyről. A Pó forrásvidéke a Monvisohoz nagyon közel

helyezkedik el, ezért a folyó főként felső szakaszán nagy mennyiségben jelennek meg az eklogit fáciesű metamorfitek a hordalékban. A Pó alluviumából két lelőhelyről (Pó 1 és Pó 2) begyűjtött minták – kavicsok és hömpölyök (**2c ábra**) – között egyaránt megjelennek a gránát-tartalmú, valamint a gránátmentes nagy nyomású kőzetek is. A Curone átszeli az oligocén konglomerátumot, amely a Voltri lepusztult anyagát tartalmazza, ezért hordalékában nagy számban jelennek meg a különböző típusú metaofiolitos kőzetek, amelyek között nagy nyomású változatok is előfordulnak (Capponi et al. 2009. A Curone-folyó menti négy lelőhelyről, a Póhoz hasonlóan kavicsok, hömpölyök, görgetegek képezik a mintaanyagot (**2d ábra**), amelyben Na-piroxenit és gránát-tartalmú kőzetek is megjelennek, utóbbiak túlsúlyával.

Vizsgáló módszerek

Petrográfiai vizsgálatok céljából a kőzetmintákból 30 µm vastagságú fedett, valamint polírozott vékonycsiszolatok készültek az Eötvös Loránd Tudományegyetem Kőzetan-Geokémiai Tanszékén. A csiszolatokat Nikon OPTIPHOT2-POL típusú polarizációs mikroszkóppal vizsgáltuk (60 minta), a fotók Nikon COOLPIX DS-Fi1 típusú kamerarendszerrel készültek. A polarizációs mikroszkópi fotókon a polarizátor iránya a vízszintes iránnyal párhuzamos.



2. ábra: A vizsgált minták származási helye

2a: A minták lelőhelyének térképi megjelenítése, alul kiemelve a Pó és Curone lelőhelyek. BF: Brignano Frascata, SSC: San Sebastiano Curone, GR: Gremiasco, FC: Fabrica Curone. **2b:** Mintegy 1 m átmérőjű jadeitit blokk a Monviso déli lejtőjén. **2c:** A Pó-folyó ártere, ahol akár fél méteres görgetegek is előfordulnak. **2d:** A Curone-folyó hordaléka a beágyazott zöld árnyalatú kőzetekkel.

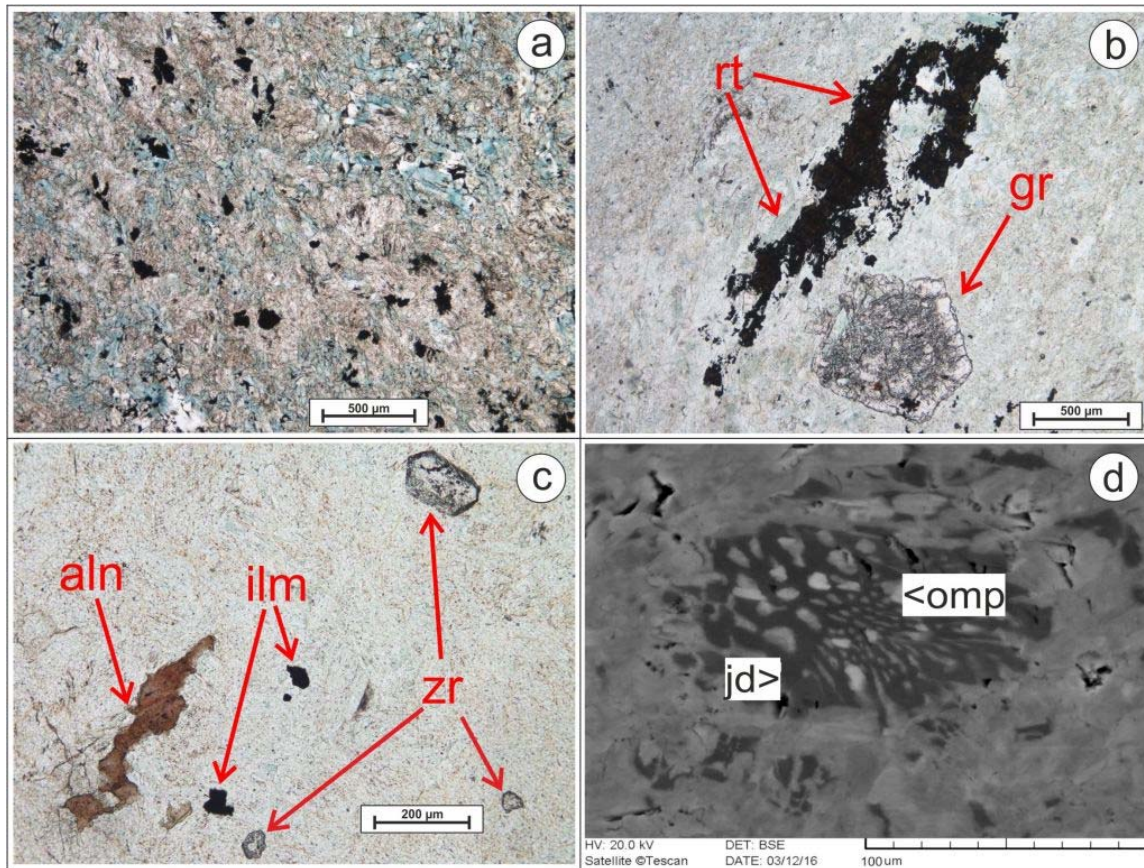
Fig. 2.: The sampling location of the analysed specimens

2a: The map of the sampling, the Po and Curone sites highlighted on the bottom. BF: Brignano Frascata, SSC: San Sebastiano Curone, GR: Gremiasco, FC: Fabrica Curone. **2b:** Approximately 1 m in diameter jadeitit block on the southern side of Monviso. **2c:** Alluvium of Po with cobbles and pebbles up to 0.5 meter. **2d:** Embedded green rocks in the alluvium of river Curone.

A pásztázó elektronmikroszkópos felvételek és mérések (22 minta) az Eötvös Loránd Tudományegyetem Kőzettan-Geokémiai Tanszékén készültek. A vizsgálatok során használt műszer egy AMRAY 1830 típusú volfrámkatódos pásztázó elektronmikroszkóp, mely EDAX PV9800 típusú energiadiszperzív spektrométerrel van felszerelve. A vizsgálatok során alkalmazott gyorsítófeszültség 20 kV, a sugáráram 1 nA, a sugárátmérő megegyezik a fókuszált elektronsugár átmérőjével (~50 nm). Minden bemutatott kép visszaszórt elektron (BSE) detektorral készült. Az ásványkémiai elemzések kiértékelése nemzetközi sztenderdek és ZAF korrekció segítségével történt (Bendő et al. 2013).

A prompt-gamma neutronaktivációs analízis (PGAA) mérések (32 minta) az MTA Energiatudományi Kutatóközpont Nukleáris

Analitikai és Radiográfiai Laboratóriumában készültek. A módszer alkalmas főelemek (Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K és H), valamint néhány nyomelem (pl.: B, Cl, Sm, Gd) átlagos koncentrációjának kvantitatív meghatározására pár cm^3 térfogatból. A mintát előkészítés nélkül helyezük a neutron sugár útjába, amelyben a neutronfluxus $9.6 \times 10^7 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. A PGAA spektrumokat Compton-elnyomások üzemmódban használt HPGe detektorral mérjük. Az átlagos besugárzási idő 1 óra, a megfelelő beütésszám érdekében. A detektor felbontása a ^{60}Co 1332 keV energiájú csúcsára 1,8 – 2,2 keV. A spektrumok kiértékeléséhez Hypermet-PC programot alkalmaztunk, k_0 -módszerrel a főelem összetétel kvantitatív meghatározására (Révay 2009; Szentmiklósi et al. 2010, Szakmány et al. 2011).



3. ábra: A Monviso déli oldaláról származó finomszemcsés Na-piroxenitek polarizációs mikroszkópos (1N) (a-c), illetve visszaszórt elektron (d) képe

3a: általános szöveti kép. **3b:** Zárványos magvú és idioblasztos peremű gránát, valamint rutil szemcsékből álló aggregátum. **3c:** gyakori akcesszóriák: xenoblasztos allanit, általában idioblasztos cirkon és ilmenit. **3d:** Omfacit szételegyedés relikjt jadeit szemcsében.

Ásványnév rövidítések: aln = allanit, gr = gránát, ilm = ilmenit, jd = jadeit, omp = omfacit, rt = rutil, zr = cirkon

Fig. 3.: Photomicrograph (1N) (a-c) and backscattered electron image (d) of fine-grained Na-pyroxenites from Monviso South

3a: General textural appearance. **3b:** Garnet with inclusion-rich core and idioblastic rim, and aggregate of rutile crystals. **3c:** The most common accessory minerals of the samples from Monviso: xenoblastic allanite, often idioblastic zircon and ilmenite. **3d:** Omphacite exsolution in a relict jadeite crystal.

Mineral name abbreviations: aln = allanite, gr = garnet, ilm = ilmenite, jd = jadeite, omp = omphacite, rt = rutile, zr = zircon.

Eredmények

Petrográfia és ásványkémia

Monviso dél

A Monviso déli oldaláról gyűjtött minták között – mint feljebb említettük – dominálnak a Na-piroxenitek, ami az irányított mintavételnek köszönhető. Összesen 19 vizsgált mintából 12 Na-piroxenit és 5 db gránát tartalmú kőzet. A maradék két minta egy-egy metaperidotit és zöldpala fáciesű metabázis, amelyeket a továbbiakban nem tárgyalunk.

Na-piroxenitek: Gyakorlatilag monomineralikus kőzetek, a kőzetalkotó monoklin piroxén mellett max. 5%-ban jelennek meg egyéb fázisok. A piroxén szemcsék általában finomszemcsés, 200 µm-nél kisebb szemcseméretű mátrixot alkotnak (**3a ábra**), amelyben megjelennek durvaszemcsés domének, sávok. Három minta mutat ettől eltérő, durvaszemcsés, granoblasztos, granonematoblasztos szövetet. Polarizációs mikroszkópban is jól megfigyelhető a nagyobb szemcsék inhomogenitása, zónássága, amely a magtól a perem felé egyre erősebb zöldeskék pleokroizmusban mutatkozik meg. Gyakoriak a relikjt, korrodált jadeit szemcsék (Jd₈₅₋₉₆), amelyek ~10 µm-es omfacit zárványokat tartalmaznak

(3d ábra). A két különböző összetételű piroxén ilyen megjelenése szételegyedésre utal kristályosodás során (Compagnoni et al. 2007), amely a kishőmérsékletű 500 °C körül metamorfizálódott nagynyomású kőzetekre jellemző (Matsumoto and Hirajima 2005). Az akár 1mm-es jadeit szemcséket inhomogén omfacit ($Jd_{30-60} Q_{20-50} Ae_{0-30}$) korona veszi körbe. A piroxén mellett legnagyobb arányban ilmenit jelenik meg, akár több mm-t is meghaladó méretben. A nagyméretű ilmenit szemcsék sok apró piroxén zárványt tartalmaznak és szegélyükön vékony sávban titanit figyelhető meg. Ti-tartalmú fázisok között elszórtan megjelenik rutil is, de az ilmenithez képest csak kis mennyiségben. Gyakori akcesszórius elegyrész a cirkon, amely két formában jelenik meg a kőzetekben: i) néhányszor 10 μm -es kerekded szemcsékből álló sávok formájában; ii) ~200 μm -es sajátalakú, önállóan előforduló kristályok formájában. Különböző ritkaföldfém tartalmú ásványok is megjelennek a mintákban, amelyek közül leggyakoribb az allanit, de monacit és xenotim is előfordul **(3c ábra)**.

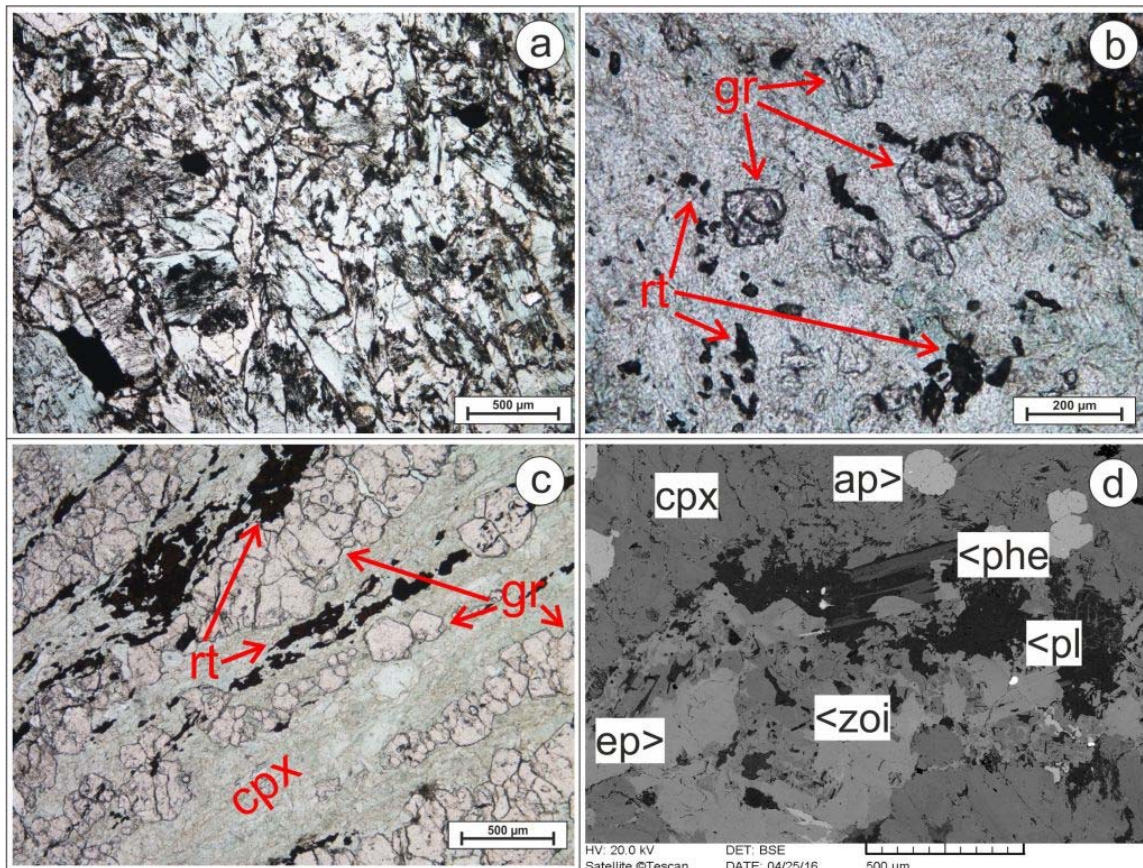
Gránátartalmú kőzetek: Összesen két mintában éri el a gránát részaránya a 25%-ot, ezért Giustetto és Compagnoni (2014) nevezéktana alapján ez a két minta minősül eklogitnak, a többi három mintában a gránát aránya 5-10% között jellemző. Ezért ez utóbbiak gránátartalmú Na-piroxenitként és gránát-Na-piroxenitként írhatók le. D'Amico (2003) nevezéktana alapján mind az 5 minta eklogit. A piroxének megjelenése a gránátartalmú kőzetekben nagyon hasonló a Na-piroxenitekéhez, gyakoriak a szételegyedett jadeit szemcsék, amelyek körül omfacit van. A nagyméretű, akár 1 mm-es szemcseméretet is meghaladó gránát poikiloblasztok magja jellemzően sok piroxén zárványt tartalmaz, ezzel szemben szegélyük tiszta és idioblasztos kifejlődésű **(3b ábra)**. A gránátok üdék, ritkán azonban kismértékű kloritos átalakulást mutatnak. A gránátokban enyhe kémiai zónáság figyelhető meg, a magtól a perem felé csökkenő almandin és növekvő pirop komponens tartalommal (mag: $Alm_{75-90} Py_{10-15}$, perem: $Alm_{60-70} Py_{20-25}$). A két fő kőzetalkotó elegyrész mellett akcesszóriaként elsősorban ilmenit, cirkon, valamint rutil jelenik meg, valamint, a Na-piroxenitekhez hasonlóan, allanit. Ezen kívül apatit, paragonit, epidot, titanit és albit kevesebb, mint 1%-ban található.

Pó

A Pó-völgyéből szintén 19 db mintát vizsgáltunk, amelyek közül mindössze 4 db Na-piroxenit és 9 db gránát és Na-piroxén tartalmú kőzet. A többi 6 db-ból 5 szerpentin, zöldpala és csillámos kvarcit, amelyeket a továbbiakban nem tárgyalunk, csakúgy, mint a több mint 90%-ban zoisitból és Na-piroxénből álló mintát sem.

Na-piroxenit: A kőzetek között egyaránt megjelennek irányított szövetű finomszemcsés, valamint durvaszemcsés granoblasztos szövetű Na-piroxenitek is **(4a ábra)**. A monoklin piroxének leggyakrabban a magtól a perem felé csökkenő mértékű zöldesszürke pleokroizmust mutatnak. A szemcsék kémiaiilag inhomogének, de a különböző összetételű zónák, domének között az átmenet nem éles, hanem diffúz. Az akcesszórius elegyrészek közül leggyakrabban rutil, és cirkon jelenik meg, mindkettő általában 50-100 μm -es önálló szemcsék formájában. A rutil szemcsék körül általában vékony titanitból álló korona van. A piroxén mátrixban gyakran jelennek meg retromorf ásványokból álló csomók, domének, amelyek fő összetevői a zoisit, epidot, albit és paragonit. A fentiekén kívül, elszórtan, 1%-nál kisebb mennyiségű kékamfibol is megjelenik a mintákban. Ilmenit kevésbé jellemző, és általában rutilban jelenik meg szételegyedési lamellákként. Ugyanakkor egyéb Fe-tartalmú fázisok gyakoriak, úgymint pirit, hematit, ritkán magnetit. Apatit és fengit is megjelenik változó mennyiségben, az apatit aránya az egyik mintában megközelíti az 5%-ot. A Pó-2/2-es minta a nagynyomású metaofiolitokhoz tartozik, azonban nem sorolható be a Na-piroxenitek közé, habár gránátot ugyan nem tartalmaz, viszont ásványos összetételét tekintve a monoklin piroxén mellett a zoisit a fő kőzetalkotó. Ez a két ásvány alkotja a kőzetnek mintegy 95%-át közel egyenlő arányban, emellett cirkon, titanit, albit és hematit figyelhető meg.

Gránátartalmú kőzetek: A gránátartalmú kőzetek között hat minta van, amelyekben a gránát aránya meghaladja a 25%-ot, ezért ezek a minták mindkét nevezéktan alapján eklogitnak minősülnek. A többi három mintában ez az arány 10-20% közötti, tehát ezek Giustetto és Compagnoni (2014) nevezéktana alapján gránát-Na-piroxenitnek minősülnek. A gránátos kőzetekre jellemző az irányított szövet, leggyakrabban sávok **(4c ábra)**. A monoklin piroxén szemcsék változatos méretben jelennek meg, akár az 1-2 mm-es szemcseméretet is eléri, sőt meghaladják. A nagyméretű piroxén porfiroblasztok gyakran korrodáltak és deformáltak, szételegyedési lamellákat tartalmaznak. Kémiai összetételüket tekintve elsősorban omfacitos összetételűek ($Jd_{40-55} Q_{20-50} Ae_{10-20}$) amiben ritkán jadeites összetételű (Jd_{80-85}) relikv magok jelennek meg. A gránát szemcsék méretüket tekintve kisebbek, mint a Monviso-ról származó mintákban, átlagosan 100-300 μm -esek és mennyiségük akár a 40 térfogat %-ot is elérheti. A gránátok korrodáltak, a szélükön kloritos átalakulás a jellemző, gyakori az atoll megjelenés **(4b ábra)**. Kémiai összetételüket tekintve a magtól a perem felé csökkenő grosszulár és növekvő pirop komponens arány a jellemző, közel állandó almandin komponens mellett (mag: $Alm_{62-68} Py_{10-15} Grs_{14-18}$, perem: $Alm_{62-65} Py_{20-22} Grs_{8-12}$).



4. ábra: A Pó-1 és Pó-2 lelőhelyről származó kőzetblokkok szövete és jellemző ásványfázisai polarizációs mikroszkópi (1N) felvételeken (a-c), illetve visszaszórt elektron képen (d)

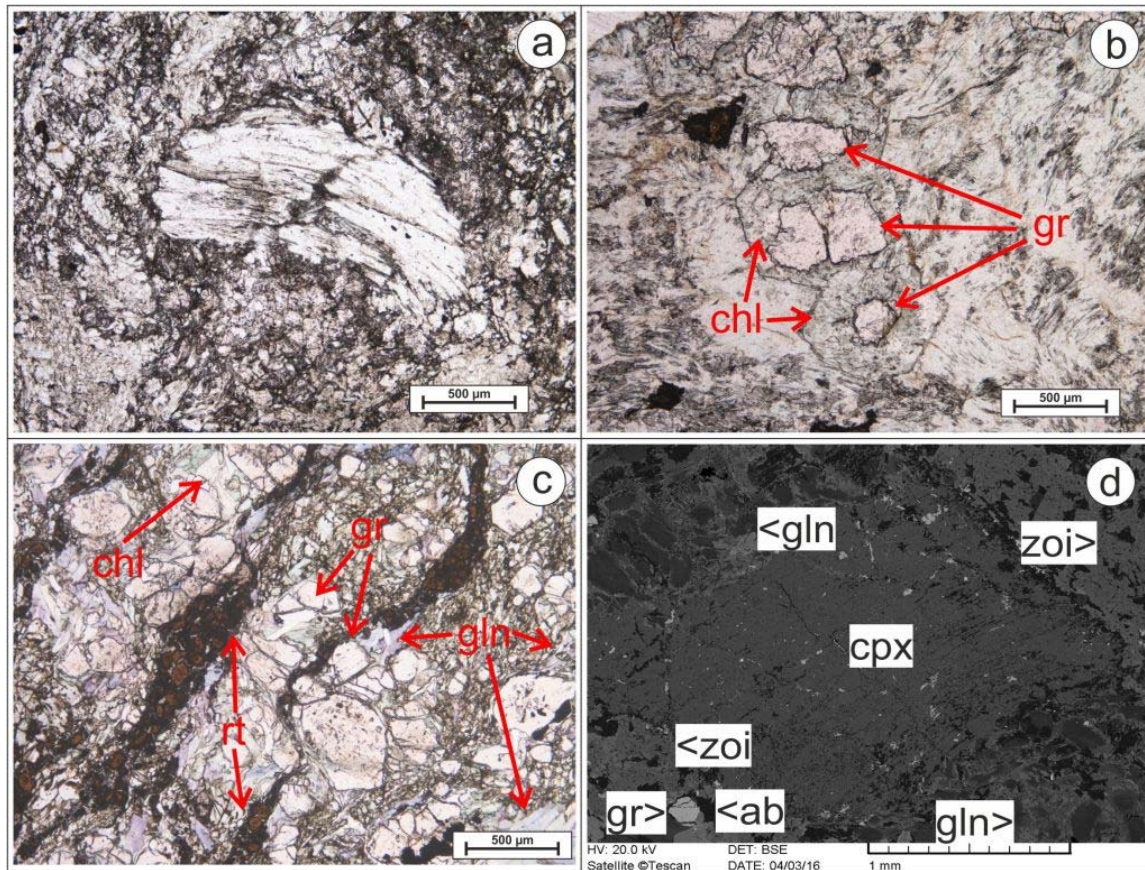
4a: Durvaszemcsés Na-piroxenit. **4b:** Atoll gránátok és finomszemcsés rutilból álló aggregátumok. **4c:** Sávosságot piroxén-, gránát- valamint rutil-domináns sávok okozzák. **4d:** Blasztoporfiros aggregátum visszaszórt elektron képe a leggyakoribb retromorf ásványokkal. Ásványnév rövidítések: ap = apatit, cpx = monoklin piroxén, ep = epidot, gr = gránát, phe = fengit, pl = plagioklász, zoi = zoisit

Fig. 4.: Photomicrograph (1N) (a-c) and backscattered electron image (d) of the general texture and the main rock forming minerals of blocks from locality Po-1 and Po-2

4a: Coarse-grained Na-pyroxenite. **4b:** Atoll-structured garnets and aggregates of fine-grained rutile crystals. **4c:** Banded eclogite, bands built up by pyroxene-, garnet- and rutile-rich domains. **4d:** BSE image of a blastoporphyritic aggregate with the most common retromorphous minerals. Mineral name abbreviations: ap = apatite, cpx = clinopyroxene, ep = epidote, gr = garnet, phe = phengite, pl = plagioclase, zoi = zoisite

A Na-piroxenitekhez hasonlóan a gránáttartalmú kőzetekben is a rutil a leggyakoribb akcessória, amely akár közel 10%-ban is megjelenik 100-150 µm-es szemcsékből álló sávok formájában. Ezek jól kirajzolják a foliáció irányát, az egyes szemcsék szélén keskeny titanitból álló korona figyelhető meg. Cirkon, fengit és Fe-ásványok, a Na-piroxenitekhez hasonló módon, ezekben a kőzetekben is megjelennek, valamint legfeljebb 1%-nyi főregjára emlékeztető kifejlődésű allanit. Az egyik minta xenotimot is tartalmaz, viszont monacitot nem mutattunk ki a mintákból. A retromorf fázisok közül megfigyelhető zoisit, epidot, paragonit, kékamfibol, albit és klorit,

amelyek gyakran együtt alkotnak retrográd csomókat, amelyeket D'Amico et al. (2003) blasztoporfiros aggregátumokként definiálták (**4d ábra**). A Pó-2/11-es minta eltér a többitől, ennek a kőzetnek mintegy 20%-át alkotják gránátok, amelyek több mm-es szemcseméretet is elérnek. A kőzet többi részét nagyjából egyenlő arányban piroxén és klorit alkotja. A piroxének finomszemcsések, átlagosan 50 µm-esek, ebben a piroxén mátrixban jelennek meg több mm-es rombusz, négyzet és téglalap alakú metszetek, feltételezhetően lawsonit utáni klorit pszeudomorfózák, továbbá titanit, rutil és zoisit is megfigyelhető a mintában.



5. ábra: A Curone völgyéből származó kőzetblokkok szövete és jellemző ásványfázisai polarizációs mikroszkópi (1N) felvételeken (a-c), illetve visszaszórt elektron képen (d)

5a: Nagyméretű korrodált és deformált omfacit porfiroklast Na-piroxenitben. **5b:** Erős kloritos átalakulást mutató gránát szemcsék. **5c:** Eklogit jellemző szöveti képe, gránát-, rutil-, valamint glaukofán-domináns sávokkal, valamint kloritgazdag csomókkal. **5d:** Korrodált és deformált omfacit szemese, körülötte a leggyakoribb retromorf ásványokkal. Ásványnév rövidítések: ab = albit, chl = klorit, cpx = monoklin piroxén, gln = glaukofán, gr = gránát, rt = rutil, zoi = zoisit

Fig. 5.: Photomicrograph (1N) (a-c) and backscattered electron image (d) of the general texture and the main rock forming minerals of blocks from Curone localities

5a: Coarse corroded and deformed omphacite porphyroblast in a Na-pyroxenite. **5b:** Strong chloritic alteration around garnet. **5c:** General structural image of an eclogite from Curone, bands built up by garnet-, rutile- and glaucophane-rich domains and chlorite-rich aggregates. **5d:** Corroded and deformed omphacite crystal, surrounded by the most common retrograde minerals. Mineral name abbreviations: ab = albite, chl = chlorite, cpx = clinopyroxene, gln = glaucophane, gr = garnet, rt = rutile, zoi = zoisite

Curone

A Curone-folyó hordalékából összesen 22 mintát vizsgáltunk, amelyek közül mindössze három bizonyult Na-piroxenitnek, 12 minta gránát-Na-piroxén kőzet és 7 minta nem eklogit fáciesű metabázit. Ez utóbbiakat a továbbiakban nem tárgyaljuk.

Na-piroxenitek: A Na-piroxenitek a korábban említett két lelőhely mintáihoz képest erősebb retrográd átalakulással jellemezhetők. A retromorf fázisok aránya meghaladhatja a 10%-ot, ezáltal a szoros értelemben vett Na-piroxenit kategóriába nem besorolhatók. Ezeknek a mintáknak a kémiai

összetétele és szöveti képük arra enged következtetni, hogy eredetileg több mint 90 %-ban monoklin piroxénből álltak, és a retrográd hatás következtében változott meg az ásványos összetételük, ezért ezeket a mintákat itt tárgyaljuk. A kőzetek heteroblasztos szöveteik, a mátrixot orientált finomszemcsés piroxén alkotja, amelyben nagyméretű, akár mm-es korrodált piroxén szemcsék jelennek meg (**5a ábra**). A piroxén szemcsék jellemzően omfacitos, Fe-omfacitos összetételűek, ($Jd_{25-45} Q_{40-55} Ae_{10-25}$), a magtól a perem felé csökkenő Jd és növekvő Ae komponens aránnyal. Az akcesszórius és másodlagos elegyrészek aránya megközelítheti a 20-25%-ot

(5d ábra). Az akcesszóriák közül leggyakrabban rutil, cirkon, apatit valamint zoisit jelenik meg. A rutil szemcsék körül vékony titanitból álló átalakulási szegély figyelhető meg. Gyakorikak a blasztoporfíros aggregátumok, amelyek kloritból, zoisitból, epidotból, fehér csillámból és albitből állnak. Az opak ásványok közül leggyakrabban hematit jelenik meg, jellemzően körülötte néhányszor 10 µm-es albit koronával, továbbá pirit és kalkopirit is előfordul. Gránát, valamint gránát utáni pszeudomorfózák megjelennek, ezek mennyisége azonban 1-2%-nál nem több.

Gránátartalmú kőzetek: A gránátartalmú kőzetek közül mindössze 3 olyan minta van, amelyben a gránát szemcsék aránya meghaladja a 25%-ot, ezért ezek mindkét nevezéktan alapján eklogitnak minősülnek, míg a többi 9 minta a gránátos Na-piroxenit és a gránát-Na-piroxenit kategóriába sorolandó Giustetto és Compagnoni (2014) nevezéktana alapján. A gránátos kőzetekről elmondható, hogy erős irányítottságot mutatnak, gyakori a nyírt, ritkán milonitos szövet **(5c ábra)**. A mátrixot 100-300 µm-es omfacitos összetételű piroxén szemcsék alkotják, amelyek irányítottan helyezkednek el. Ebben a piroxén mátrixban jelennek meg nagyméretű, akár 2 mm-es szemcseméretet is meghaladó korrodált, nyírt omfacit porfiroklastok. A mátrix fő alkotói a piroxén mellett a zoisit és a kék amfibol, amelyek szintén irányítottan, a piroxénekéhez általában hasonló szemcseméretben jelennek meg, ugyanakkor azonban az amfibolok mérete elérheti akár az 500 µm-t is. Az amfibolok erős kémiai zónásságot mutatnak, magjuk glaukofános, szegélyük aktinolitós összetételű. A gránátok korrodáltak, részlegesen átalakultak klorittá **(5b ábra)**, általában a foliációval párhuzamos sávok formájában jelennek meg. A gránát összetétele változatos ($\text{Alm}_{51-71} \text{Py}_{8-26} \text{Grs}_{9-32} \text{Sps}_{0-8}$), a szemcsék irreguláris zónásságot mutatnak, egységes trend nem figyelhető meg. Gránáttal együtt gyakran jelenik meg fengit, epidot, valamint glaukofán, amely a gránát szemcsék közti teret tölti ki. A fő akcesszória a rutil, amely 50-150 µm-es szemcsékből álló sávokat alkot, a rutil szemcsék peremén titanitból, ritkábban ilmenitből és titanitból álló korona van. Ilmenit egyedi szemcséként ritkán jelenik meg, mindössze néhány rutil szemcse szegélyén sikerült megfigyelni, titanit viszont önálló fázisként is előfordul. Néhány mintában gyakoriak a blasztoporfíros aggregátumok, amelyek retromorf fázisokból (zoisit, epidot, fehér csillám, klorit, albit), valamint újonnan kristályosodott omfacit nematoblasztokból állnak. Ezen kívül megjelennek különféle Fe-ásványok (pirit, hematit), valamint apatit és érkítöltés formájában barit. Ritkaföldfém tartalmú fázisok közül egyedül allanit jelenik meg.

Teljes kőzet kémia

A főelem összetétel alapján D'Amico (2003) kilenc csoportot különített el a nagynyomású metaofiolitokon belül az ebből a nyersanyagból készített köeszközök részletes vizsgálata során: jadeitit, Fe-jadeitit, kevert jade, Fe-kevert jade, omfacitit, Fe-omfacitit, Mg-eklogit, intermedier eklogit és Fe-eklogit. A Prompt-Gamma Aktivációs Analitikai mérési eredmények alapján az összesen vizsgált 32 mintából 22 besorolható ezen kategóriák egyikébe, a maradék 10 db minta azonban nem, a retromorf fázisok jelentős aránya miatt.

Monviso dél

A Monvisoról összesen 14 db mintát elemeztünk PGAA-val, amelyek eredményei azt mutatták, hogy közöttük a különféle Na-piroxenit változatok dominálnak. Főelem összetételük alapján az eklogitok hiányoznak a minták közül, ami az irányított mintavételnek köszönhető. Összesen 6 db Fe-kevert jade összetételű, két Fe-jadeitit, két jadeitit, valamint egy-egy kevert jade és omfacitit összetételű kőzetet azonosítottunk. A D'Amico által definiált eklogit kategóriákba egyik minta sem sorolható be. A maradék kettő minta nem sorolható be egyik kategóriába sem, mivel az egyik a már fentebb említett zöldpala fáciesű ásványokból álló metabázit, a másik pedig egy kevert minta, amely két kőzet kontaktusáról származik.

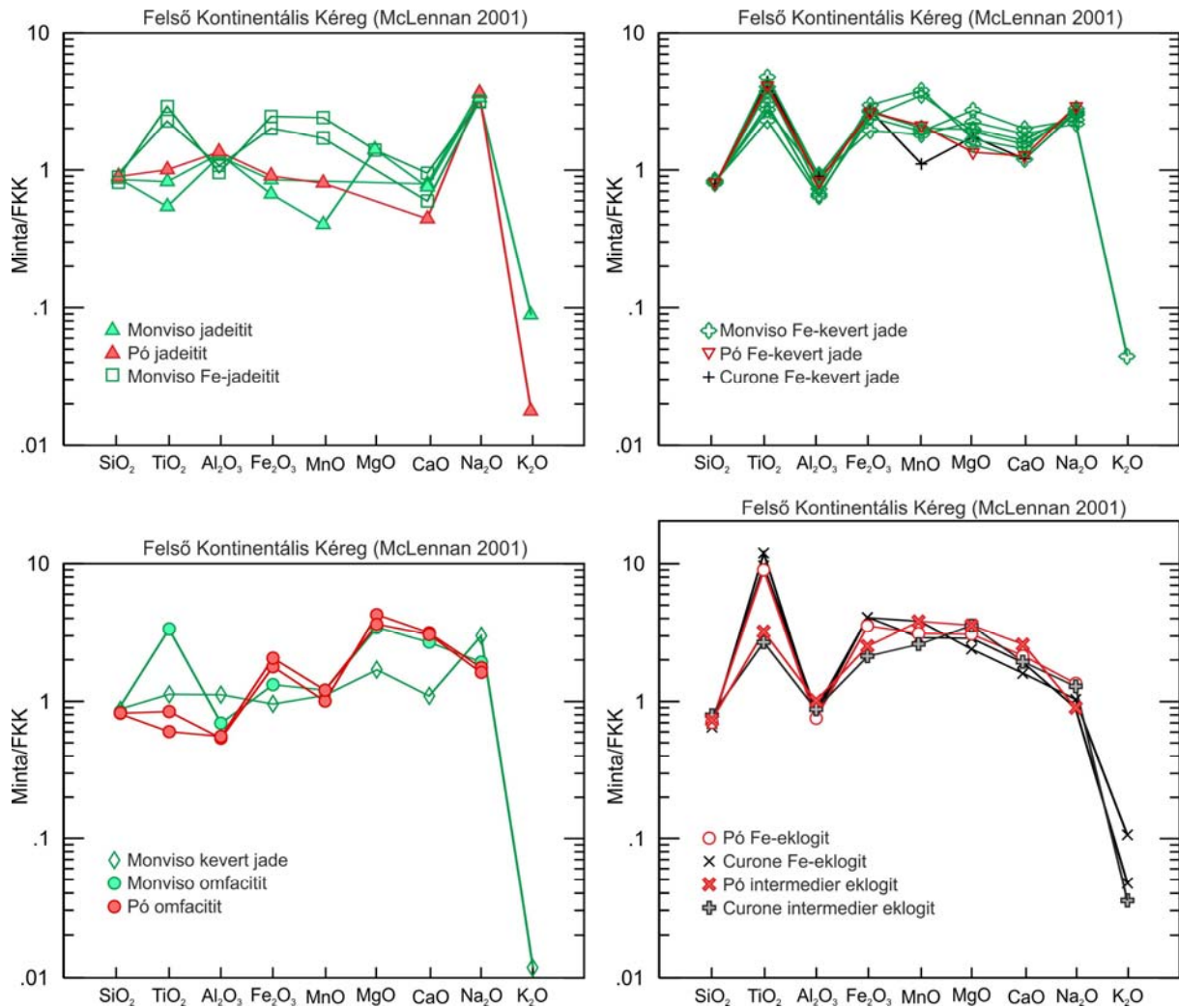
Pó

A Pó alluviumából származó minták közül 7 mintát vizsgáltunk PGAA-val, ezek közül mindössze egy minta volt, amely egyik D'Amico (2003) által definiált csoportba sem sorolható. Főelem összetételük alapján a többi hat db minta nagy diverzitást mutat, összesen öt csoportba sorolhatók: két omfacitit, valamint egy-egy jadeitit, Fe-kevert jade, intermedier eklogit és Fe-eklogit.

Curone

A Curone völgyéből származó minták, mint korábban említettük, erősebb retrográd hatást szenvedtek a másik két lelőhely mintáihoz viszonyítva, ennek megfelelően a PGAA-val vizsgált 11 mintából 7 db nem sorolható be a kilenc D'Amico által létrehozott kategória egyikébe sem. A maradék négy mintából egy minta képviseli a Na-piroxeniteket, amely Fe-kevert jade, míg a többi három mintából kettő bizonyult Fe-eklogitnak, egy pedig intermedier eklogitnak. Fontos kiemelni, hogy a Curone-völgyéből származó minták között egy jadeitit sincs. A főelem összetétel alapján kialakított csoportosítást az **1. táblázat** és a **6. ábra** szemlélteti.

Ez a fajta felosztás a potenciális forrásterület azonosításához viszonylag kevés információt nyújt, mivel láthatjuk, hogy egy területen több különböző kategóriába sorolható kőzet is megjelenik, valamint azonos kategóriába sorolható kőzetek több területen is előfordulnak.



6. ábra: A D’Amico et al. (2003) rendszerébe besorolható geológiai minták főelem összetétele a PGAA eredmények alapján a Kontinentális Felső Kéregre normálva (McLennan 2001)

6a: A jadeitit és Fe-jadeitit minták összetétele. **6b:** A Fe-kevert jade minták összetétele. **6c:** A kevert jade és az omfacitit minták összetétele. **6d:** A Fe-eklogit és az intermedier eklogit minták összetétele.

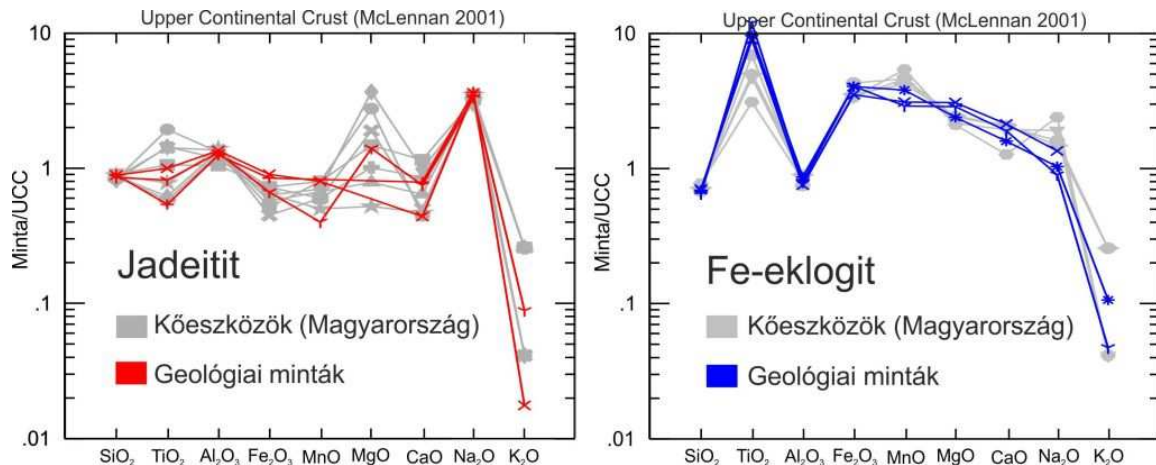
Fig. 6.: Major element compositions of geological specimens that can fit into D’Amico’s chemical groups (D’Amico et al. 2003) based on PGAA, normalised to the Upper Continental Crust (McLennan 2001)

6a: Composition of jadeitite and Fe-jadeitite samples. **6b:** Composition of Fe-mixed jade samples. **6c:** Composition of mixed jade and omphacitite samples. **6d:** Composition of Fe-eclogite and Intermediate eclogite samples.

1. táblázat: Az egyes lelőhelyek mintáinak csoportosítása a PGAA eredmények alapján D’Amico et al. (2003) rendszerének megfelelően

Table 1.: The classification of the samples from each location based on PGAA results, according to the pattern of D’Amico et al. (2003)

	Monviso dél	Pó	Curone
Jadeitit	2 db	1 db	-
Fe-jadeitit	2 db	-	-
Kevert jade	1 db	-	-
Fe-kevert jade	6 db	1 db	1 db
Omfacitit	1 db	2 db	-
Fe-eklogit	-	1 db	2 db
Intermedier eklogit	-	1 db	1 db
Egyéb	2 db	1 db	7 db
Összesen	14 db	7 db	11 db



7. ábra: A jadeitit és a Fe-eklogit minták főelem összetétele a kontinentális felsőkéregre (UCC) normálva (McLennan 2001). Szürkével az azonos anyagú magyarországi kőszeközök összetétele a PGAA eredmények alapján.

Fig. 7.: Upper continental crust (UCC) normalised (McLennan 2001) bulk rock compositions of the jadeitite and the Fe-eclogite samples based on PGAA. Grey signs indicate the composition of the artefacts have found in Hungary.

Mindamellert a többi vizsgálati módszer eredményével együtt már értékes információt adhat a nagynyomású metaofiolitos nyersanyagok besorolásához. A módszer nagy előnye, hogy roncsolásmentes, ezért a kőszeközök is vizsgálhatók vele, ezzel megkönnyítve a kőszeközök és a nyersanyag összehasonlítását (7. ábra).

Diszkusszió

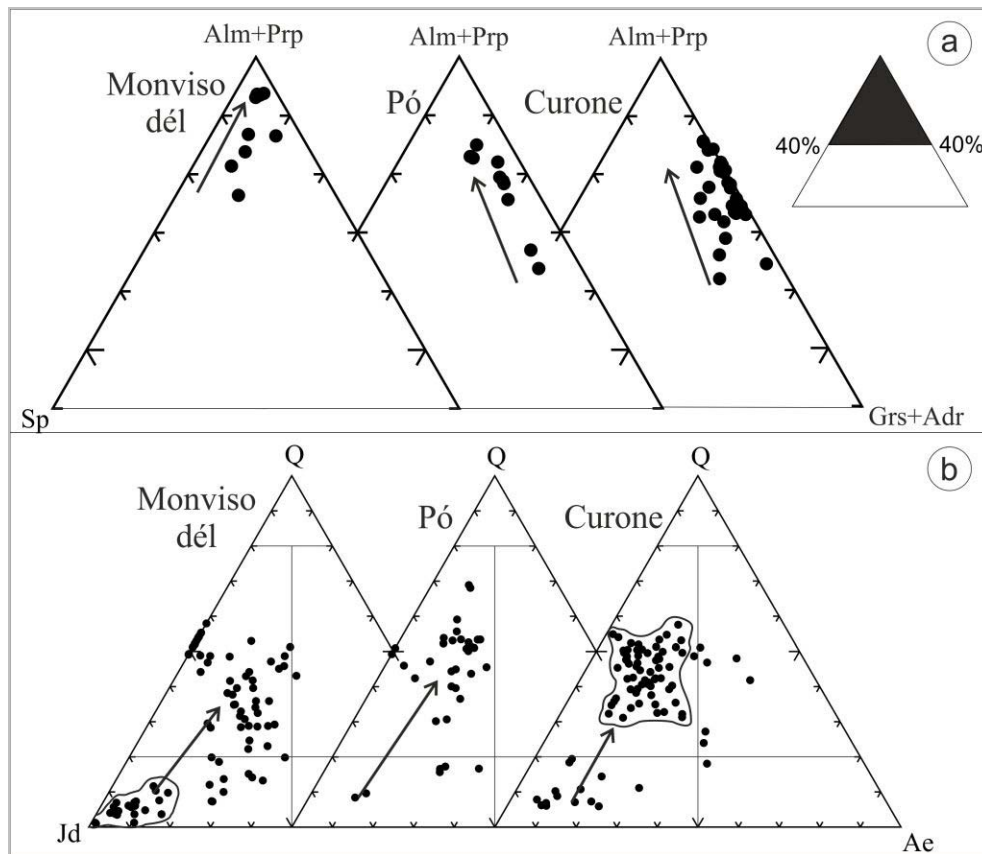
A potenciális forrásterületek együttes értékelése

Jelen munka célja, hogy a nagynyomású metaofiolit anyagú csiszolt kőszeközök nyersanyagának potenciális forrásterületei között szignifikáns közettani, geokémiai különbségeket tudjunk megállapítani annak érdekében, hogy a hasonló összetételű nyersanyagból készült régészeti leletek származási helyét lehatároljuk. Összesen három lelőhelyről vizsgáltunk mintákat: a Monvisótól közvetlenül délre eső területekről, a Pó folyó törmelékanyagából a folyó Nyugati-Alpokból való kilépéséhez közeli alluviális síkságból valamint a Curone folyó völgyéből. A mintavételezés a Monvison kifejezetten a finomszemcsés Na-piroxenitkre irányult, ezért ezen minták között felülreprezentáltak a gránátmentes kőzetek. Ezen oknál fogva a Na-piroxenit/gránáttartalmú kőzet arány az egyes lelőhelyekről nem informatív. A petrográfiai és geokémiai vizsgálatok segítségével az egyes lelőhelyek között egyértelmű különbségek állapíthatók meg. A minták zöme mindegyik lelőhelyről a finomszemcsés Na-piroxenit, illetve eklogitok közé sorolható, durvaszemcsés kőzetek elvéve jelennek meg. A fő kőzetalkotó ásványok megjelenésében is kimutatható némi különbség, a

Monvisora a relikjt jadeit magvú piroxének a jellemzőek, míg a másik két területen leggyakrabban omfacitos összetételűek a relikjt, korrodált és deformált piroxének (8b ábra). A gránátok megjelenési formája karakterisztikus az egyes területeket illetően, továbbá összetételüket tekintve is kisebb eltérések mutathatók ki (8a ábra).

A Monviso déli oldaláról gyűjtött minták gránátjai zárványgazdag maggal és idioblasztos peremmel rendelkeznek, valamint jelentős Mn-tartalmúak, amely a magtól a perem felé folyamatos csökkenést mutat. Ezzel szemben a Pó lelőhelyről származó mintákban a gránátokra az atoll kifejlődés jellemző, valamint összetételüket tekintve a kisebb Mn-tartalom: a kémiai zónásság leginkább a Ca-, és a Mg-tartalom változásában nyilvánul meg. A Curone-völgyi mintákban leggyakrabban deformált, erősen átalakult gránátok jellemzőek, melyek kémiai összetételüket tekintve a Pó-völgyi mintákra hasonlítanak inkább.

A területek között a legszembevetőbb különbség mégis a Ti-tartalmú fázisokban mutatkozik. A Monvisoról származó minták leggyakrabban és legnagyobb mennyiségben ilmenit tartalmaznak, ritkábban rutilt, ezzel szemben a másik két lelőhely mintáiban a fő Ti-hordozó egyértelműen a rutil, az ilmenit csak elvéve jelenik meg. Az elmúlt közel másfél évtizedben több Na-piroxenit anyagú kőzetblokkot találtak a Monviso területén, amelyekről részletes közettani és geokémiai leírás is készült (Compagnoni et al. 2007, Compagnoni et al. 2012).



8. ábra: A fő kőzetalkotó ásványok kémiai összetétele a SEM-EDX mérések alapján

8a: A gránátok összetétele az Alm+Prp – Sp – Grs+Adr diagramon ábrázolva. A nyilak az összetételbeli változást mutatják a magtól a perem felé. **8b:** A különböző területekről származó minták piroxénjeinek összetétele a Q – Jd – Ae diagramon ábrázolva, kiemelve a monvisoi mintákban megjelenő nagymennyiségű jadeites összetételű és a curone-völgyi mintákban megjelenő nagymennyiségű omfacit összetételű szemcsék. A nyilak az összetételbeli változást mutatják a magtól a perem felé.

Fig. 8.: Composition of the main rock forming minerals based on SEM-EDX measurements

8a.: Garnet compositions plotted on the Alm+Py – Sp – Grs+Adr ternary diagram. Arrows show the compositional change from core to rim. **8b:** Pyroxene compositions of the samples from each location plotted on the Q – Jd – Ae ternary diagram, highlighted the great amount of jadeitic pyroxenes from the Monviso samples and the great amount of omphacitic pyroxenes from the Curone samples. Arrows show the compositional change from core to rim.

Ezen leírások és a mi vizsgálati eredményeink jó átfedéseket mutatnak, azonban Compagnoni és munkatársai (2007) egy nagyméretű jadeitit blokk vizsgálata során olyan részt különítettek el a kőzetben, amelyben a rutil a domináns Ti-ásvány, mennyisége akár a 10%-ot is meghaladhatja, ilmenit viszont csak nagyméretű gránát és piroxén poikiloblasztokban jelenik meg zárvány formájában. A JADE program (Pétrequin et al. 2012) keretében több mint 300 mintát vizsgáltak meg a Monviso és a Voltri területéről, melynek célja szintén a lelőhelyek közti különbségek megállapítása volt. A Ti-fázisok megjelenése ebben a munkában is fontos szerepet kap, a legnagyobb mennyiségben rutilt írtak le a kőzetekből, azonban jelentős mennyiségben jelenik meg ilmenit,

elsősorban a monvisoi mintákban, leggyakrabban a Fe-kevert jade és Fe-omfacit típusú kőzetekben (D'Amico 2012). Az általunk vizsgált minták, amelyek a Monvisoról származnak zömében a Fe-kevert jade kategóriába sorolhatók és D'Amico munkájával összhangban jelentős arányban jelenik meg bennük ilmenit.

Mind a három vizsgált terület mintáira jellemző, hogy a fő Ti-hordozó (rutil vagy ilmenit) titanitá alakult át, azonban az átalakulás mértéke eltérő az egyes területeken. A monvisoi minták szinte kivétel nélkül üdék, gyenge retrográd hatás érte őket, ennek megfelelően a titanit is csak vékony szegély formájában jelenik meg ilmenit körül.

2. táblázat: Az egyes lelőhelyek fő petrográfiai sajátosságai; rövidítés: Jd – jadeit; Omp - omfacit

Table 2.: The main petrographic characters of the possible source areas; abbreviations: Jd – jadeite; Omp – omphacite

	Monviso dél	Pó	Curone
Leggyakoribb kőzettípus	Na-piroxenit	Eklogit, Na-piroxenit	Eklogit
Jellemző szemcseméret	Finomszemcsés	Finomszemcsés és durvaszemcsés is	Finomszemcsés
Irányítottág	Nem jellemző	Gyakori	Domináns
Piroxén	Gyakori relikv Jd magok	Változatos összetétel, gyakori korrodált és deformált Omp szemcsék	Gyakori korrodált és deformált Omp szemcsék
Gránát	Nagyméretű, zárványos mag, idioblasztos perem	Kisméretű, gyakori atoll kifejlődés	Közepes méretű, zónás
Akcesszóriák	Ilmenit, cirkon, allanit, rutil	Rutil, cirkon	Rutil
Fe-hordozó	Ilmenit	Pirit, hematit, kalkopirit	Pirit, hematit, kalkopirit
Ti-hordozó	Ilmenit, (rutil)	Rutil	Rutil, (titanit)
RFF-hordozó	Allanit, monacit, xenotim	Allanit	Nem jellemző
Retrográd átalakulás	Gyenge	Erősebb	Erős
Retromorf ásványok	Klorit, zoisit/klinozoisit	Zoisit/klinozoisit, plagioklász, epidot, paragonit, glaukofán, klorit	Zoisit/klinozoisit, plagioklász, epidot, paragonit, glaukofán, aktinolit, klorit

A Pó-völgyéből származó mintákban ugyanez a jelenség megfigyelhető, azonban nem ilmenit, hanem rutil szegélyén, míg a Curone-völgyéből származó minták jóval erősebb átalakulást szenvedtek a retrográd szakaszban, ezért a rutil szemcsék/sávok szegélyén a titanit koszorú vastagsága akár az 50 µm-t is meghaladja, esetenként pedig a titanit önálló fázisként is megjelenik. Az erősebb retrográd hatás – amely kisebb mértékben a Pó-völgyi, nagyobb mértékben a Curone-völgyi mintákra jellemző – nem csak a titanit mennyiségében, hanem egyéb retromorf fázisok jelenlétében is megnyilvánul. A monvisoi mintákban megjelenő retromorf fázisok a klorit és zoisit, ezzel szemben a másik két lelőhely mintáiban gyakran jelennek meg blasztoporfios aggregátumok, amelyek kloritból, zoisitból, epidotból, fehér csillámból (paragonit és fengit), valamint albitből állnak. Ezen kívül kékamfibol (glaukofán) önálló fázisként gyakori mind a Pó-völgyi mind pedig a Curone-völgyi mintákban, utóbbiakban aktinolit is előfordul. További jelentős különbségek mutathatók ki a ritkaföldfém-tartalmú fázisok esetében is; a monvisoi mintákban gyakori az allanit jelenléte, valamint xenotim és monacit is előfordul, míg a másik két lelőhely mintáiban csak allanit jelenik meg, és azokban is ritka. A curone-völgyi minták közül mindössze egyben sikerült megfigyelni allanit jelenlétét. Az egyes lelőhelyek összehasonlító petrográfiai jellemzőit mutatja be a **2. táblázat**.

A geológiai minták és a kőszközők összehasonlítása

A magyarországi nagynyomású metaofiolit anyagú csiszolt kőszközőkről részletes szöveti, valamint ásvány-, és teljes kőzet kémiai vizsgálatok történtek az elmúlt években (Szakmány et al. 2011, Szakmány et al. 2013, Bendő et al. 2014, Bendő et al. 2015, Bendő et al. in prep). Ezen kőszközők összesen nyolc csoportba sorolhatók be főleg összetételük alapján: jadeitit, Fe-jadeitit, kevert jade, Fe-kevert jade, omfacitit, Fe-eklogit, Mg-eklogit és glaukofánpala. Mivel mind a kőszközők, mind pedig a geológiai minták azonos módszerekkel, azonos paraméterekkel kerültek vizsgálatra, ezért a kapott eredmények jól összehasonlíthatóak. Az azonos geokémiai csoportba sorolt geológiai minták és kőbalták nagyon hasonló főleg összetétele mellett egyes csoportokban jelentős hasonlóság mutatható ki mind a szöveti jellegek, mind pedig az akcesszóriák terén. A magyarországi jadeitit kőszközők szöveti megjelenésére jellemzőek a relikv, szételegyedett jadeit magvú és omfacitos peremű piroxének (Bendő et al. 2015), amely a monvisoi geológiai mintákra is jellemző, továbbá az akcesszóriák közül a leggyakrabban cirkon, allanit, xenotim, monacit, ilmenit, TiO₂-változat (rutil) jelenik meg a geológiai és a régészeti mintákban egyaránt. Jelentős hasonlóságok mutathatók ki egyéb kémiai csoportokban is - pl.: Fe-eklogit kőszközők és a curone-völgyi Fe-eklogitok - azonban a minták kis száma miatt további következtetések levonásához újabb terepi

minták gyűjtésére és részletes vizsgálatára van szükség.

Összefoglalás

Munkánk során összesen 60 db mintát vizsgáltunk meg a Nyugati-Alpok és az Észak-Appenninek és környezete elsődleges és másodlagos nagynyomású metaofiolit lelőhelyeiről annak érdekében, hogy szignifikáns ásvány-közzetani és/vagy geokémiai különbségeket állapíthassunk meg köztük, ezzel segítve a nagynyomású metaofiolit anyagú csiszolt kőeszközök nyersanyaga forrásterületének azonosítását. Vizsgálataink alapján levonható az a következtetés, hogy az egyes lelőhelyek nyersanyagai közt a legnagyobb különbséget az akcesszóriák tekintetében találjuk, főként a Ti-ásványok és a RFF-ásványok közt. Azon kőzetekben, melyek gránátot tartalmaznak, a gránát összetétele és megjelenése jellemző az egyes lelőhelyekre. A monvisoi mintákban jelentős spessartin komponens arány mutatható ki, amely a magtól a perem felé folyamatosan csökken, a másik két lelőhely mintáiban pedig a pirop komponens arány növekedése figyelhető meg a grosszular komponens rovására a magtól a perem felé. Továbbá a Na-piroxének megjelenésében, kémiai összetételében is kimutatható némi különbség. A Monvisoról származó mintákban a relik, szételegyedett jadeit magvú piroxén szemcsék a leggyakoribbak, míg a Pó és Curone folyók völgyéből származó mintákban a korrodált, deformált relik omfacit szemcsék gyakoriak. Összehasonlítva a magyarországi csiszolt kőeszközök vizsgálati eredményeivel elmondható, hogy a Monviso déli oldaláról származó jadeit minták és a magyarországi jadeit kőeszközök között jelentős ásványkémiai és szöveti hasonlóság van. Mind a monoklin piroxének kémiai összetételében, megjelenésében (szételegyedett jadeit mag, omfacitos perem) mind pedig az akcesszóriás ásványok tekintetében (ilmenit, cirkon, rutil, RFF ásványok) jelentős hasonlóság mutatható ki. Továbbá az eklogit kőeszközökhöz a Curone-völgyéből származó eklogitok hasonlóan leginkább. Ezen megállapítások alátámasztani látszanak Pétrequin elméletét mely szerint a nagyméretű presztízis balták anyagául szolgáló Na-piroxénit a Monvisoról, nagy blokkokból származik (Pétrequin & Pétrequin 1993), azonban a mindennapi használat során alkalmazott kis-, és közepes méretű – elsősorban eklogit, kisebb mértékben Na-piroxénit nyersanyagú – munkaeszközöket alluviális hordalékok kavicsaiból, hömpölyeiből készíthették (D'Amico & Starnini 2012). Ahhoz azonban, hogy egyértelmű következtetéseket vonhassunk le, további potenciális forrásterületek közzetainek vizsgálata szükséges, pl.: a Monviso déli oldalán lefutó patakok medrében megjelenő nagy blokkokat, tömböket ez idáig nem vizsgálták részletesen,

amelyek között a Monvisoról lepusztult és áthalmozott kőzetanyag jelentős részt képvisel (Roberto Compagnoni szóbeli tájékoztatása, illetve előzetes terepi tapasztalataink alapján).

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük Józsa Sándornak a vékonycsiszolatok elkészítésében nyújtott segítséget, Bendő Zsoltnak és Oláh Istvánnak a pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatok során nyújtott segítséget, valamint a PGAA mérésekhez nyújtott anyagi támogatást a K 100385-ös számú NKFIH (OTKA) projektnek.

Irodalomjegyzék:

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 / Archaeometry Workshop X/1* 51–66 .

BENDŐ, Zs., SZAKMÁNY, Gy., KASZTOVSZKY, Zs., MARÓTI, B., SZILÁGYI, Sz., SZILÁGYI, V. & T. BIRÓ, K. (2014): Results of non-destructive SEM-EDX and PGAA analyses of jade and eclogite polished stone tools in Hungary. *Archeometriai Műhely/Archaeometry Workshop, 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. Meddig tart a takarónk? *A magmaképződéstől a regionális litoszféra formáló folyamatokig. 6. Közzetani és Geokémiai Vándorgyűlés kiadványa, Szegedi Tudományegyetem Ásványtani, Geokémiai és Közzetani Tanszék* 36–39.

BENDŐ, Zs., SZAKMÁNY, Gy., KASZTOVSZKY, Zs., T. BIRÓ, K., OLÁH, I., OSZTÁS, A., HARSÁNYI, I. & SZILÁGYI, V. (in prep.): High pressure metaophiolite polished stone implements from Hungary: Na-pyroxenites, eclogites and related rocks. *Archaeological and Anthropological Sciences*

CAPPONI, G., CRISPINI, L., FEDERICO, L., PIAZZA, M. & FABBRI, B. (2009): Late Alpine tectonics in the Ligurian Alps: constraints from the Tertiary Piedmont Basin conglomerates. *Geological Journal* **44** 211–224.

COMPAGNONI, R. (2003): HP metamorphic belt of the western Alps. *Episodes* **26/3** 200–204.

COMPAGNONI, R., ROLFO, F., MANAVELLA, F. & SALUSSO, F. (2007): Jadeitite in the

Monviso meta-ophiolite, Piemonte Zone, Italian western Alps. *Periodico di Mineralogia* **76** 79–89.

COMPAGNONI, R., CASTELLI, D. & ROLFO, F. (2012): Jadeite from the Monviso meta-ophiolite, western Alps: Occurrence and genesis. *European Journal of Mineralogy* **24** 333–343.

D'AMICO, C., STARNINI, E., GASPAROTTO, G. & GHEDINI, M. (2003): Eclogites, jades and other HP-metaophiolites employed for prehistoric polished stone implements in Italy and Europe, *Periodico di Mineralogia* **73/3** 17–42.

D'AMICO, C. (2005): Neolithic 'greenstone' axe blades from Northwestern Italy across Europe: a first petrographic comparison. *Archaeometry* **47** 235–252.

D'AMICO, C. (2012): Jades and other greenstones from the Western Alps. A petrographic study of the geological sampling Jade. In: PÉTREQUIN, P., CASSEN, S., ERRERA, M., KLASSEN, L., SHERIDAN, A. & PÉTREQUIN, A. M. eds., *Jade. Grandes haches alpines du Néolithique européen. Ve et IVe millénaires av. J.-C.*, Centre de Recherche Archéologique de la Vallée de l'Ain, Gray Chapitre 7, 420–439.

D'AMICO, C., NENZIONI, G., FABRIS, S., RONCHI, S. & LENZI, F. (2012): Neolithic tools in S. Lazzaro di Savena (Bologna): a petro-archaeometric study. *Rendiconti Lincei*, 18 p.

D'AMICO, C. & STARNINI, E. (2012): Circulation and provenance of the Neolithic „greenstone” in Italy. In: PÉTREQUIN, P., CASSEN, S., ERRERA, M., KLASSEN, L., SHERIDAN, A. & PÉTREQUIN, A.M. eds., *Jade. Grandes haches alpines du Néolithique européen. Ve et IVe millénaires av. J.-C.*, Centre de Recherche Archéologique de la Vallée de l'Ain, Gray Chapitre 12, 728–743.

D'AMOUR, A. (1863): Notice et analyse sur le jade vert. Réunion de cette matière minérale à la famille des wernérites. *Comptes Rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences*, Institut Impérial de France, Académie des Sciences 861–865.

ERRERA, M., PÉTREQUIN, P., PÉTREQUIN, A. M. (2008): De l'image à l'objet: détermination de la provenance d'artefacts archéologiques par spectroradiométrie en réflectance diffuse. *Revue française de photogrammétrie et de télédétection* **193** 27–38.

FRIEDEL, O. (2008): Az Ebenhöch csiszolt kőszköz gyűjtemény archeometriai vizsgálatának eredményei. *Közöletlen diplomamunka*, ELTE FFI, Közzettan-Geokémiai Tanszék, Budapest 96 p.

FRIEDEL, O., BRADÁK, B., SZAKMÁNY, G., SZILÁGYI, V., & T. BIRÓ, K. (2008):

Összefoglaló az Ebenhöch csiszolt kőszköz gyűjtemény archeometriai vizsgálatának eredményeiről. *Archeometriai Műhely / Archaeometry Workshop V/3* 1–12.

GIUSTETTO, R. & COMPAGNONI, R. (2014): Petrographic classification of unusual high-pressure metamorphic rocks of archaeological interest. *European Journal of Mineralogy* **26** 635–642.

MATSUMOTO, K. & HIRAJIMA, T. (2005): The coexistence of jadeite and omphacite in an eclogite-facies metaquartz diorite from the southern Sesia Zone, Western Alps, Italy. *Journal of Mineralogical and Petrological Science* **100** 70–84.

MCLENNAN, S. M. (2001): Relationship between the trace element composition of sedimentary rocks and upper continental crust. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* **2/4** 1–24.

PAIN, C. & VIELZUF, D. (1988): Les granulites de haute-pression d'Europe moyenne témoins d'une subduction eo-hercynienne. Implications sur l'origine des groupes leptyno-amphiboliques. *Bulletin de la Société Géologique de France* **4** 13–20

PÉTREQUIN, P. & PÉTREQUIN, A.M. (1993): Ecologie d'un outil : la hache de pierre en Irian Jaya. *Monographie du CRA* **12** Paris, CNRS Editions (réédition complétée, 1999). 461 p.

PÉTREQUIN, P., CASSEN, S., ERRERA, M., KLASSEN, L., SHERIDAN, A. & PÉTREQUIN, A. M. eds. (2012): *Jade. Grandes haches alpines du Néolithique européen. Ve et IVe millénaires av. J.-C.* Besançon, Presses Universitaires de Franche-Comté et Centre de Recherche Archéologique de la Vallée de l'Ain, Vol. **1** 1537 p.

PÉTREQUIN, P., CASSEN, S., ERRERA, M., KLASSEN, L., PÉTREQUIN, A. M. AND SHERIDAN, J A (2013): The value of things: the production and circulation of Alpine jade axes during the 5th–4th millennia in a European perspective. In: KERIG, T. & ZIMMERMANN, A. eds., *Economic Archaeology: from structure to performance in European archaeology*. University Research on Prehistoric Archaeology (237). Habelt, Bonn, 65–82.

RÉVAY, Zs. (2009): Determining elemental composition using Prompt Gamma Activation Analysis. *Analytical Chemistry* **81** ACS Publications, Washington, 6851–6859.

SZAKMÁNY, Gy., KASZTOVSZKY, Zs., SZILÁGYI, V., STARNINI, E., FRIEDEL, O. & BIRÓ, K. T. (2011): Discrimination of prehistoric polished stone tools from Hungary with nondestructive chemical Prompt Gamma Activation Analyses (PGAA). *European Journal of Mineralogy* **23** 883–893.

SZAKMÁNY Gy., T. BIRÓ K., KRISTÁLY F., BENDŐ Zs., KASZTOVSZKY Zs. & ZAJZON N. (2013): Távolsági import csiszolt kőszeközök nagy nyomású metamorfitekől Magyarországon / Long distance import of polished stone artefacts: HP metamorphites in Hungary, *Archeometriai Műhely/Archaeometry Workshop*, **X/1** 83–92.

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. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* **286** 501–505

T. BIRÓ, K., PÉTREQUIN, P., ERRERA, M., PŘICHYSTAL, A., TRNKA, G., ZALAI-GAÁL,

I., OSZTÁS, A. (2017): Des Alpes a l'Europe centrale (Autriche, République Tchèque, Slovaquie et Hongrie) (From the Alps to central Europe (Austria, the Czech Republic, Slovakia and Hungary)). In PÉTREQUIN, P., GAUTHIER, E., PÉTREQUIN, A.-M. eds. *JADE. Objets-signes et interprétations sociales des jades alpins dans l'Europe néolithique*, Tome 3. 1. vyd. Besançon: Presses universitaires de Franche-Comté, Les Cahiers de la MSHE Ledoux no. 27 431–466.

TSUJIMORI, T. & HARLOW, G.E. (2012): Petrogenetic relations between jadeitite and associated high-pressure and low-temperature metamorphic rocks in worldwide jadeitite localities: A review. *European Journal of Mineralogy* **24** 371–390.

EGY IGAZI „TŰZKŐ”: A FEHÉR SZÍNŰ SZELETAI KVARCPORFÍR ARCHEOMETRIAI VIZSGÁLATA

ARCHAOMETRICAL STUDIES ON WHITE SZELETIAN FELSITIC PORPHYRY

TÓTH Zoltán Henrik¹; KRISTÁLY Ferenc²

¹Miskolci Egyetem, Mikoviny Sámuel Földtudományi Doktori Iskola

²Miskolci Egyetem, Ásvány- és Kőzettani Intézeti Tanszék

E-mail: tzenator@gmail.com, askkf@uni-miskolc.hu

Abstract

As one of its early names – ash-gray chalcedony – shows, the most prevalent Palaeolithic raw material in Northeast Hungary is of greyish colour. Because of the oxidation of pyrite, yellowish-brown and reddish-coloured pieces are common in the geological occurrence of the raw material. That is why the few white coloured debris, Palaeolithic fragments, blades and tools we know from different archaeological sites are so interesting for us. The white pieces collected at the archaeological sites at the Upper Bagolyhegy Metarhyolite Formation near to the town Miskolc were subjected to archaeometrical examinations (XRD, SEM-EDS, ATR-FTIR) and were compared to the raw and the "white" samples we produced in the heat treatment kiln. Based on the test results we reconstruct the process of the formation of the white coloured felsitic porphyry tools and outline the possible causes of it: natural fires and "fire setting".

Kivonat

Északkelet-Magyarország legelterjedtebb paleolit kőszköz-nyersanyagának színe – ahogy azt egyik korai elnevezése (hamuszürke kalcedon) is mutatja – szürke. A benne található pirit oxidációja következtében sárgásbarna és vöröses elszíneződésű darabok gyakoriak a nyersanyag földtani előfordulásánál. Éppen ezért érdekes az a néhány fehér színű törmelék, paleolit szilánk, pengetőredék és eszköz, melyeket régészeti lelőhelyekről ismerünk. A Miskolctól nyugatra található, ún. Felső-Bagolyhegyi Metariolit Formáció területén azonosított őskori kőszköz-nyersanyag kitermelő helyeken gyűjtött fehér színű darabokat archeometriai (XRD, SEM-EDS és ATR-FTIR) vizsgálatoknak vetettük alá és nyers, valamint laboratóriumi hőkezelő kemencében „előállított” fehér színű mintákkal hasonlítottuk össze őket. A vizsgálati eredmények alapján rekonstruáljuk a fehér színű szeletai kvarcporfírok keletkezésének folyamatát és felvázoljuk annak lehetséges okait: a természetes tüzeket és az ún. „sütést”.

KEYWORDS: WHITE FELSITIC PORPHYRY, ARCHAOMETRICAL INVESTIGATIONS, BURNED LIITHIC RAW MATERIAL, FIRE SETTING

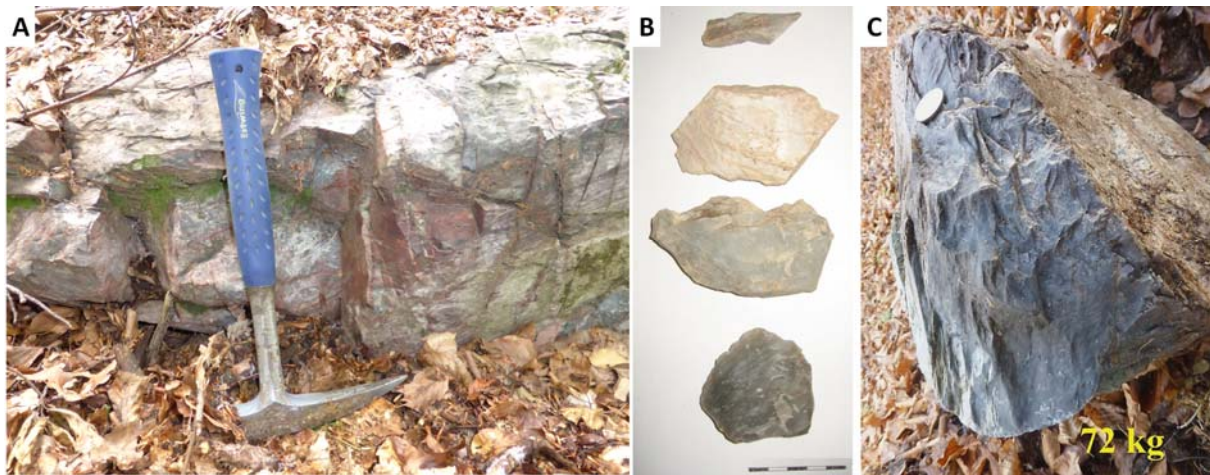
KULCSSZAVAK: FEHÉR KVARCPORFÍR, ARCHEOMETRIAI VIZSGÁLATOK, ÉGETT KŐESZKÖZ-NYERSANYAG, SÜTÉS

Bevezetés

Egy híres nyersanyag, a „szeletai kvarcporfír”. Északkelet-Magyarország széles körben használt paleolit kőszköz-nyersanyagát az idők során nevezték már tűzkőnek, hamuszürke kalcedonnak, szeletai üveges kvarcporfírnak, majd – ahogy a továbbiakban a szerzők is teszik – metariolitnak (T. Biró, 2010). Világos- és sötétszürke metariolit változatokból készültek a magyarországi paleolit kutatást elindító Bársony-házi szakócák (Herman, 1893; Ringer et al. in press), de előkerült a legtöbb északkelet-magyarországi középső és felső paleolit lelőhelyen is (Ringer 1983; Mester 1989; Markó et al. 2002; Markó et al. 2003; Markó 2008-2009; Szolyák 2008-2009, 2011; Szolyák & Mester 2011; Péntek et al. 2016). Elmondható, hogy a régió ős(kő)kori kőpattintóinak jelentős része

valószínűleg találkozott ezzel a nyersanyaggal, vagy járt a kitermelő helyeken.

A metariolit pattintásra alkalmas változatainak kialakulása több földtani folyamat egymásra tevődő hatása. A metariolit főként a kelet-bükki Felső-Bagoly-hegy északkeleti lejtőin előforduló, mezozoikumi (késő-ladini/karni) eredetű, hidrotermás oldatok hatására átkovárosodott metavulkanit. Jellegzetes szürkés színe és kagylós törése különbözteti meg a terület hasonló eredetű szericit- és kloritpaláitól (Ringer et al. in press). A területen a világosszürke-, a sötét csíkos és a sötétszürke kőzettípusokon kívül csak sárgásbarna és elvörösödött szélű nagy tömbök és kisebb törmelékek találhatóak (1. ábra), fehér színű változat kizárólag szórványosan, törmeléként ismert.



1. ábra: Metariolit színvariációk (Fotó: Tóth Z. H.).

1a: Vöröses elszíneződés egy metariolit sziklán, a Felső-Bagolyhegyi Metariolit Formáció területén, **1b:** Nyers (legalul) és valószínűleg erős hőhatás nyomait viselő - kifakult színű – metariolitok a Felső-Bagolyhegyi Metariolit Formáció területén azonosított őskori nyersanyagkitermelő-helyekről, **1c:** Nagyméretű, 72 kg-os metariolit szilánkmagkő a Felső Bagolyhegyi Metariolit formáció kitermelési helyéről, pattintási hibákkal (lépcsők). Jelenleg a Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Ásványtani-Földtani Intézetében.

Fig. 1.: Colour variations of metarhyolite (photo by: Tóth, Z. H.)

1a: Reddish discoloration on a metarhyolite rock at the Upper Bagolyhegy Metarhyolite Formation, **1b:** Raw (bottom piece) and burnt (white and faded pieces) metarhyolites from prehistoric raw material sites identified in the Upper Bagolyhegy Metarhyolite Formation, **1c:** A large metarhyolite flake core of 72 kg weight from an exploitation site at the Upper Bagolyhegy Metarhyolite Formation with step fracture negatives. Currently at the University of Miskolc, Faculty of Earth Science & Engineering, Institute of Mineralogy and Geology.

Az elszíneződések a metariolitban található Fe (oxidos, szulfidos vagy közetüvegben kötött) oxidációja során, a környezet és a nyersanyag nedvességtartalmától függően keletkező vasoxidok miatt alakultak ki, éppúgy, mint a vaseszközökön megjelenő rozsdák: nedves környezetben sárgásbarna, száraz környezetben vörösesbarna. A metariolit nagyobb nyersanyagtömbjei néhány kivételtől eltekintve a gyengén kötött talaj miatt főleg a meredek hegyoldalakon, a kőzet paláságával megegyezően futó útbevágásokban és másodlagos helyzetbe csúszva, a mély patak völgyek alján találhatóak meg (Németh, 2005). A metariolit ásványi és kémiai összetételének kutatása több évtizedre tekint vissza, ásványtani összetétele alapján 1963-ban röntgenpordiffrakciós módszerrel különítették el a kovaközetektől (Vértes-Tóth, 1963). A kőzet megnevezésének pontosítása után (Dobosi, 1978) a roncsolásmentes, nagyműszeres, prompt gamma aktivációs analízis segítségével is alátámasztották különálló eredetét (Markó et al. 2003). A Felső-Bagolyhegyi Metariolit Formáció részletes ásványtani és geokémiai leírását Zajzon et al. (2014) ritkaföldfémek kutatása kapcsán adta meg. A röntgen-pordiffrakcióval, elektronmikroszkóp és nedveskémiai vizsgálatokkal kimutatott ritka elem-indikációról, valamint az azt befogadó anyaközetről egyértelműen megállapítható, hogy

hidrotermás-metaszomatikus folyamatok alakították ki a jelenlegi megjelenését és összetételét (Németh et al. 2016).

A fehér színű metariolit. A hőhatást a pattintott kőeszközök és azok nyersanyagain legtöbbször a vöröses elszíneződés alapján feltételezik. Ennek fényében különlegesek azok fehér színű leletek, melyekről gyanítható, megállapítható, hogy nyersanyaguk a szürke Felső-Bagolyhegyi metariolit, melynek paleolitik kőeszköz nyersanyag-lelőhelyét először a miskolci Avason feltételezték a belőle készült paleolitik leletek ottani gyakori előfordulása miatt (Kadić 1916; v. ö. Markó et al. 2003; Ringer & Szakáll 2005). Tényleges geológiai előfordulásának helye 1963-ban vált ismertté (Vértes & Tóth 1963). A Kaán Károly forrás közelében több patak völgyben is kerültek elő paleolitikok (Simán 1986), de az első nagyobb nyersanyag kitermelőhely 2009-ben (Tóth 2011a), a második pedig 2012-ben lett azonosítva (Ringer et al. in press). A Kaán Károly-forrás környezetében német kutatók (Rengert Elburg, Matthias Rummer) a 2000-es évek elején találtak fehér színű metariolit szilánkot (flintsource.net). Régészeti lelőhelyen a vanyarci középső paleolitik telep ásátása során előkerült néhány törmelék darab, melyeket az ásátó intuitíven határozott meg égett metariolitiként (Markó 2008-2009), csakúgy, mint a Miskolc,

Avas-Tűzkövesen 2002-ben végzett ásatás alkalmával is (Tóth 2017 in press). A Felső-Bagolyhegyi Metariolit Formáció területén azonosított őskori kőszköz-nyersanyag kitermelő helyeken több fehér, foltokban rózsaszínű, illetve kifakultnak tűnő törmelék, szilánkokat (**1. ábra**) és egy pengetőredéket gyűjtöttünk, melyek egyértelműen megkülönböztethetők a patinás felszínű daraboktól (Tóth 2016). A 2015. évben a Szeleta-barlang ásatásai során előkerült levéleszközök egy része is közlésre került jó minőségű fotókon; a bifaciális megmunkálású kőszközök közül az egyik egy fehér metariolitnak, egy pedig barnás elszíneződésű, sötétszürke metariolit nyersanyagúnak tűnt (Vágó 2015, **I. melléklet Ia ábra**). Fontos, hogy az érintett avasi és a Szeletában előkerült darabokon nem láthatóak hirtelen és nagyfokú hőingadozásra utaló, rácsszerkezetű hajszál-repedések (**I. melléklet Ib ábra**).

Sütés, vagy tűznyomok, tűzhasználat. A kőkorszak embere bizonyítottan felhasználta a tüzet különféle nyersanyagok fontos tulajdonságának célzott megváltoztatására. A segítségével edzette keményebbre a falándzsák hegyét, egyenesítette ki eszközeinek nyelét, bővítette festékanyagainak színskáláját és ragasztóanyag (nyírfaszurok) előállításához, valamint nagyobb tömbökben előforduló kőszköz-nyersanyagok feldarabolására is felhasználta (Weiner 2012). A tűz kőzetkitermelésre és feldolgozásra való alkalmazását rendszerint „tűzrakás”-nak (angolul: *fire setting*, németül: *Feuersetzen*) nevezik az idegen nyelvű régészeti szakirodalomban. A magyar bányászati szaknyelvben sütésnek nevezett fejtési mód alkalmazásáról: „A kemény kőzetű munkahelyeket csak akkor vették művelés alá, ha a könnyebben fejthető pászta kifogytak. ... Ezen az akadályon a tüzzel való jövesztéssel segítettek, amit sütésnek is neveztek. Tüzet raktak a munkahelyen és úgy irányították a légmozgást, hogy a lángok abba az irányban nyaldossák a kőzeteket, amelyik irányban előrehaladni akartak. A kőzet feltüzesedve lepattogott és kihülése után, ha a bányában megtisztult a levegő, a le nem pattogott kőzet egy része is könnyen le volt verhető.” (Faller et al. 1997).

A magas hőhatásra kialakult termikus stigmákat mutató paleolit kőszközöket hőkezeltnek, vagy hőkezelődöttnek nevezik (Bordes 1969, Mercieca 2000; Ringer 2004; Ringer & Szakáll 2005; Sunseri & Delage 2005; Cochrane et al. 2012; Schmidt et al. 2012a), ezt a folyamatot és jelenséget elméletben összeköthetjük a sütéssel, mint kitermelési és előkészítési módszerrel.

Korábbi mérőműszeres hőkezelési kísérletek során (Tóth, 2011/b) kiderült, hogy a lobogó tűzbe referenciamintaként helyezett metariolit nem pattogzik szét apró darabokra, mint a különféle

limnoszilicitek, hanem egy darabban izzik és szürke színe idővel fehérre változik. Mivel ezt a színváltozást sem a két hónapon át erősen savas, sem pedig a lúgos folyadékban tartott szürke metariolit mintáinkon nem figyeltünk meg, a fentebb felsorolt darabok valószínűleg az erős hőhatás következtében fehéredtek ki. Az erős hőhatás tényét infravörös spektroszkópiás vizsgálattal az avasi limnosziliciteket két változatára sikeresen alkalmazták (Tóth 2016), korábbi hasonló eljárások módosított (Domanski & Webb 1992; Schmidt et al. 2011, 2012a, 2012b) alkalmazásával. A néhány milligrammnyi porított mintát igénylő módszerrel mérhető a nyersanyagban a hőhatás során bekövetkező vízvesztés és az átkristályosodás mértéke, melyek együtt jellegzetes elváltozást mutathatnak. Így a nyers és a meghatározott hőfokra hevített referenciaminták mérési görbéihez viszonyítva a hőhatás hozzávetőleges mértéke is megállapítható.

Vizsgálati módszerek, hőkezelési kísérletek

A metariolitok égetés hatására bekövetkező elszíneződését kültéri tábortüzes kísérlettel figyeltük meg, melynek elsődleges célja az egyik őskori nyersanyagkitermelő-helyen talált, fehér színű metariolit darab keletkezésének rekonstrukciója volt természetes körülmények között. A hőkezelési kísérlethez felhasznált három metariolit minta (egy kicsi, a sötétebb metariolit változatot képviselő, vastag, sárga kortexes szilánk – MIII; egy közepes méretű, jó minőségű darab – MII, és egy nagyobb méretű, lemezes, fehér kortexes nyersanyagtömb – MI) félkör alakban került egymás mellé a földre. A korábbi, eltérő kovakőzeteken megfigyelt termikus viselkedéssel való összehasonlítás végett Avasi limnoszilicite típusú rögöt is helyeztünk a tűzbe. Előttük erdefenyő ágakból tűz égett, a teljes kísérletről videofelvétel készült.

A Miskolci Egyetem Ásvány- és Kőzettani Intézeti Tanszékének laboratóriumában a fenti 3 típusú nyers (I.: világosszürke; II: sötét sávós szürke; III.: sötétszürke) mintát készítettünk elő. Hevítési kísérleteink során a metariolit mintákat 500 °C, 750 °C majd 870 °C-ra hevítettük, 10°C/perc felfűtéssel (levégőn), hőtartás nélkül és szabad (~0,1 °C/perc) visszahűléssel. A kőzetben az áthevítés során végbemenő folyamatokat mindhárom metariolit változatban pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatokkal is próbáltuk követni.

A laboratóriumban hőkezelt mintákon különböző, gyakran alkalmazott módszerekkel próbáltuk követni a változásokat. A röntgen-pordiffrakciós (XRD) vizsgálatokat Bruker D8 Advance (Cu-K α sugárzás, 40 kV-40 mA generátor menet) készüléken végeztük, Göbel tükörrel előállított párhuzamos nyaláb geometriában, Vantec1

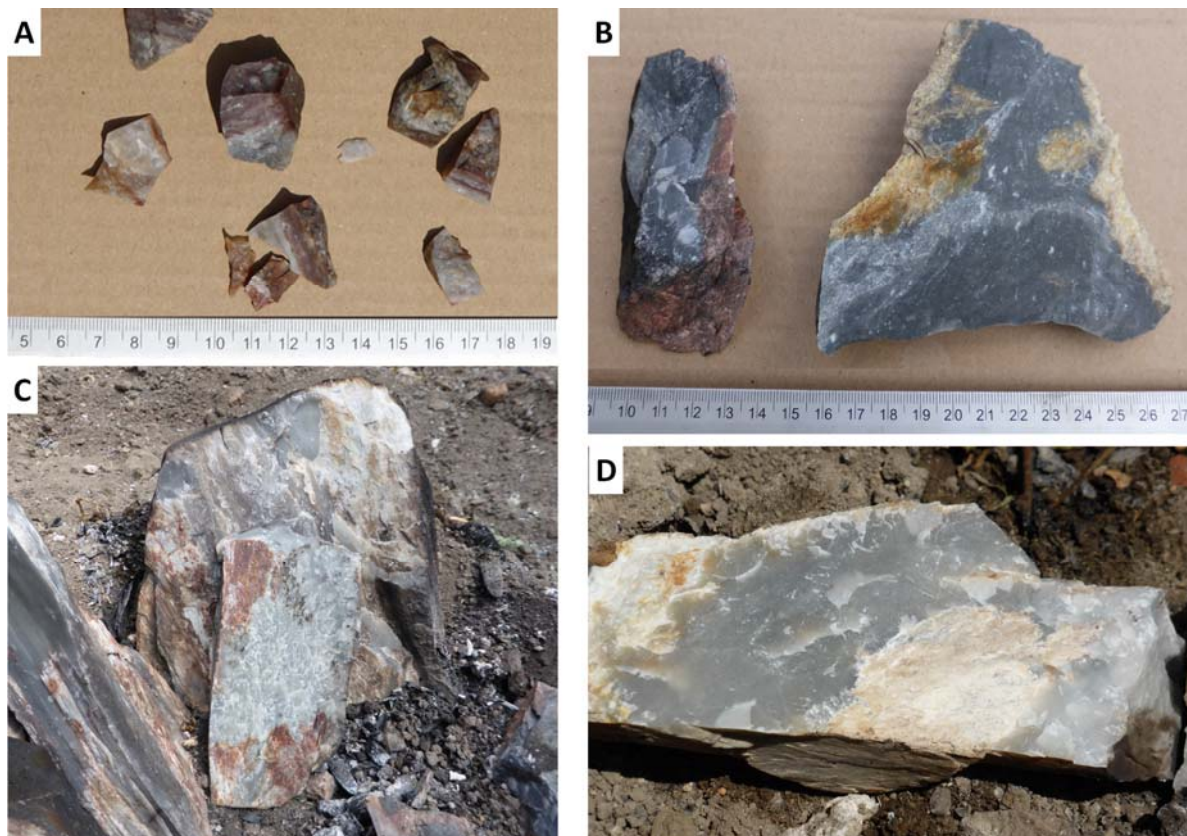
helyzetérzékelő detektorral (1° nyílással), $0,007^\circ(2\theta)/14$ sec rögzítéssel). A pásztázó elektronmikroszkópos és energiadiszperzív spektrométeres (SEM+EDS) méréseket Jeol JXA 8600 Superprobe (W-filamentum, 20 kV gyorsító feszültség, 20 nA mintaáram, karbon vezető réteg) készüléken végeztük. Az ATR feltétellel végzett Fourier-transzformációs infravörös spektroszkópiás vizsgálatokat (ATR-FTIR) egy Jasco FT/IR-4200typeA típusú berendezéssel végeztük, a $349,053\text{ cm}^{-1}$ es kiindulási hullámszám tartománytól $7800,65\text{ cm}^{-1}$ hullámszám értékig haladva, 4 cm^{-1} -es felbontással, $7,1\text{ mm}$ -es apertúra nyílással, 2 mm/sec -os adatgyűjtési sebességgel, 30000 Hz -es filter alkalmazásával.

Az XRD méréseket $\sim 20\text{ mg}$ -nyi pormintán, az ATR-FTIR méréseket $\sim 2\text{ mg}$ -nyi pormintán

végeztük, a SEM+EDS vizsgálatokhoz mm-nyi szilánkokat preparáltunk.

Kísérleti és vizsgálati eredmények

Rekonstruált terepi égetés. A lángok a tűz a meggyújtása után 17 perccel érték el legnagyobb méretüket, de az általuk kibocsátott hő még hosszú ideig nem okozott látható elváltozást a mintákon. Összehasonlításképp, az izzó parázsra helyezett avasi limnoszilicit a hő hatására pár percen belül apró, hasáb alakú darabokra pattant és csak néhány túlélte és elszíneződött törmelékdarab maradt utána (**2a ábra**). A tűz meggyújtása után 50 perccel a mintákon a következő elváltozások voltak megfigyelhetők: a jó minőségű (MI) minta tűz felőli oldala kifakult, tejszerűen fehér színű lett, de a másik fele megtartotta jellegzetes szürke színét (**2d ábra**).

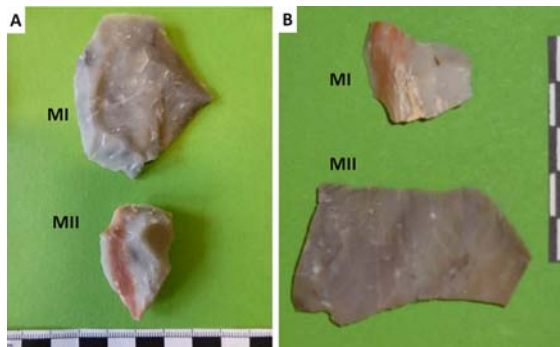


2. ábra: Égetési kísérlet (Fotó: Tóth Z. H.)

2a: A kültéri rekonstruált égetés eredménye: a parázon percek alatt szétrobbant avasi limnoszilicit szilánk darabkái, **2b:** A kültéri rekonstruált égetés eredménye: balra az egyik vörösre színeződött, égett minta, jobb oldalon pedig egy friss szilánk ugyanarról a nyersanyagtömről, **2c:** A kültéri rekonstruált égetés eredménye: az elszíneződött lemezes szerkezetű minta, **2d:** A kültéri rekonstruált égetés eredménye: a jó minőségű, világosszürke minta jobb szélén látható az átégett, megfakult rész.

Fig. 2.: Fire setting experiment (photo by: Tóth, Z. H.)

2a: Result of the fire setting experiment: burnt reference pieces of avas type limnic silicite, **2b:** Result of the fire setting experiment: one red-colored burnt sample to the left and a fresh piece of the same raw material on the right, **2c:** Result of the fire setting experiment: a reddish discolored slated sample.. **2d:** Result of the fire setting experiment : note the burnt and faded right side of the Type I metarhyolite.



3. ábra: Az első laboratóriumi hőkezelés eredményei (Fotó: Tóth Z. H.)

3a: Laboratóriumi hőkezelő kemencében 500 °C-ra hevített metariolit minták, **3b:** Laboratóriumi hőkezelő kemencében 750 °C-ra hevített metariolit minták.

Fig. 3.: Results of the first laboratory heat-treatment experiments (photo by: Tóth, Z. H.)

3a: Metarhyolite samples heated at 500 ° C in a laboratory heat treating kiln, **3b:** Metarhyolite samples heated at 750 ° C in a laboratory heat treating kiln.

A sárga cortex-rétegű minta kérge vörösesbarna színű lett (**2d ábra**). A harmadik, lemezes szerkezetű mintán a lemezek mentén több repedés keletkezett. A minták elszíneződése mellett izgalmas, a metariolit ellenálló képességét mutató eredmény, hogy a lemezes szerkezetű minta kivételével a forró mintákra ütőkővel mért, gyenge ütések hatására azokat a további felhasználásra alkalmas darabokra lehetett szétválasztani. A szétváláskor derült ki, hogy a lemezes szerkezetű minta rétegei között is elszíneződés ment végbe (**2c ábra**).

Laboratóriumi hőkezelés. Sütési kísérleteink során a metariolit minták színében 500 °C-ra hevítés után csekély (**3a ábra**), 750 °C-ra történő hevítés után közepes mértékű színváltozást (**3b ábra**) figyeltünk meg. Fehér mintákat csak azok 870 °C-ra történt hevítése után kaptunk, kizárólag a nyersen világosszürke színű metariolitok (MI) esetében (**4 ábra**). A tipikus, sötét sávok szürke MII típus színe halványszürkévé változott, rózsaszínes foltokkal, az áthevített sötétszürke metariolit (MIII) minták színe pedig sávosan világosbarnává vált (**4 ábra**).

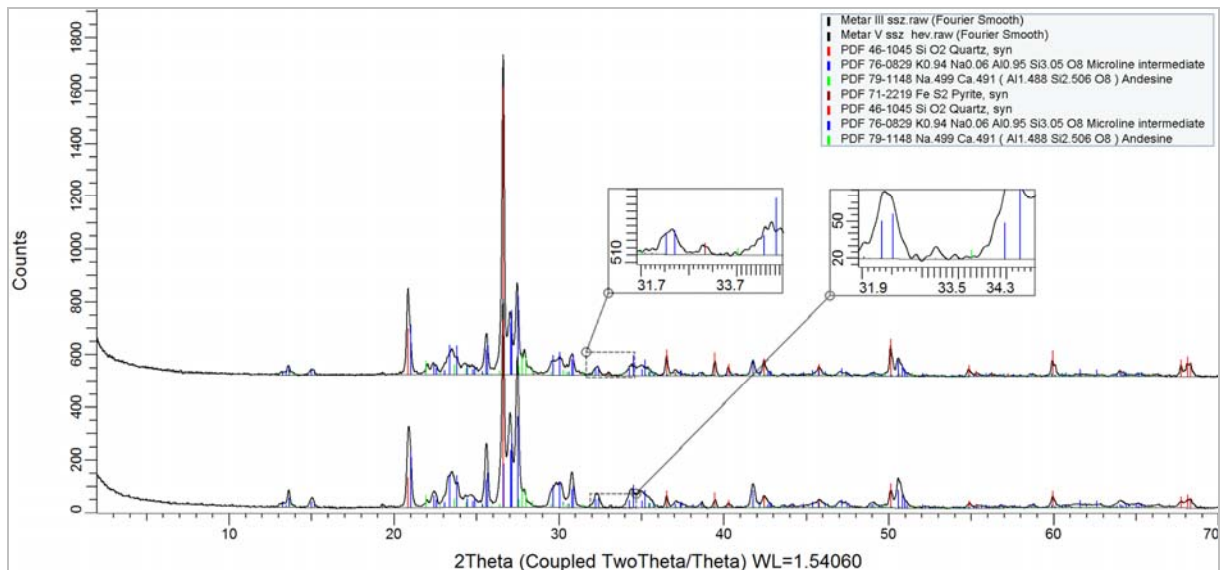


4 ábra: Az utolsó laboratóriumi hőkezelés eredményei (Fotó: Tóth Z. H.)

4a: I. (világosszürke, balra) és III. (sötétszürke, jobbra) típusú metariolítból készített levéleszközök nyers állapotban, **4b:** II. típusú, sötétszürke sávok metariolítból készített levéleszközök nyers állapotban, **4c:** I.(balra), II. (a középső kettő) és III. (jobbra, szépen megfigyelhető rajta a nyersanyag fluidális szövete) típusú metariolítból készült levéleszközök laboratóriumi hőkezelő kemencében 870 °C-ra történt hevítésük után.

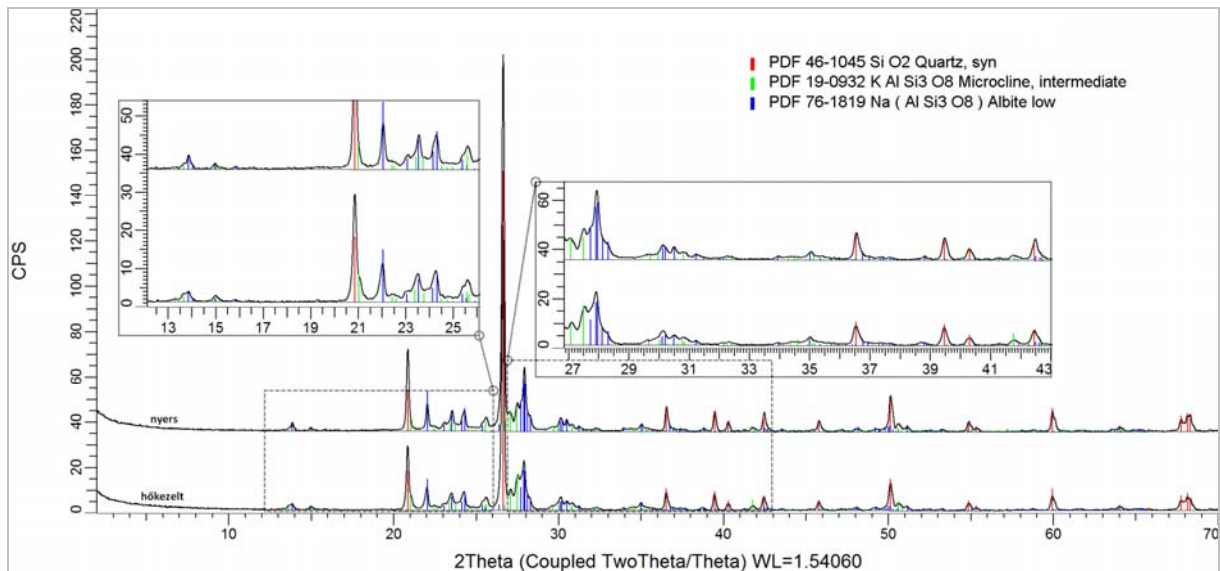
Fig. 4.: Results of the last laboratory heat treating experiments (photo by: Tóth, Z. H.)

4a: Type I. (gray, left) and Type III. (dark gray, to the right) metarhyolite bifaces in raw state, **4b:** Type II., (gray with dark gray lines) metarhyolite bifaces in raw state, **4c:** Type I-III. metarhyolite bifaces after heat treatment on 870 ° C in a laboratory heat treating kiln. Note the characteristic fluidal texture of the dark biface.



5. ábra: A III (sötétszürke) típus nyers és 870 °C-ra hevített mintájának XRD felvételei

Fig 5.: XRD patterns of raw and 870 °C heated samples of type III (dark grey)



6. ábra: Az I (világos szürke) típus nyers és 870 °C-ra hevített mintájának XRD felvételei

Fig 6.: XRD patterns of raw and 870 °C heated samples of type I (light grey)

Az XRD vizsgálataink alapján megállapítható, hogy a nyersanyagban az amorf komponens (kőzetüveg) is jelentős a kristályos kőzetalkotók mellett, melyek kvarc, mikroclin, és albit (**5. és 6. ábra**). A szanidin csak a sötétszürke típusban jelenik meg, illetve ott a plagioklász (az XRD felvételen albittal és andezinnel jelölve) aránya lecsökken, amely a két típus eltérő pattintási viselkedését is befolyásolhatja. Az XRD felvételek Rietveld-illesztéssel történt kiértékelése során a mikroclin mellett szanidint is észleltünk (ezt a SEM+EDS eredmények is alátámasztják, **5. ábra**). A hevített mintákban lévő amorf anyag mennyisége csökken,

éppúgy, mint minden áthevített kova nyersanyag típus esetében (Tóth 2017b in press). A hevített metariolit minták XRD eredményeinek Rietveld illesztéssel kiértékelte eredményei alapján pedig kiderült, hogy a K-földpát mennyisége nő, azaz a hevítés során illóanyag távozik a nyersanyagból, miközben át- és kikristályosodás történik (**2. táblázat**). Fontos megfigyelés, hogy minden esetben ortoklász képződik, amely a magasabb hőmérsékleten stabil K-földpát, illetve jelentősebb mértékben ott kristályosodik, ahol eleve szanidin is jelen van a nyers kőzetben.

1. táblázat: A SEM+EDS vizsgálatok során, a képeken jelölt mérési pontok kémiai összetétele (tömeg%)**Table 1.:** Chemical compositions measured during SEM+EDS investigations, for the points marked on the images

Oxid	1. ábra		3. ábra		4b ábra					4c ábra		4d	5b ábra			
	1	2	1	2	1	3	4	5	6	1	2	1	1	3	4	5
Na ₂ O	1,5	4,8	0,3	1,4	0,5		0,1	1,2	1,2	3,2	1,1	0,4	2,4	3,7		
MgO													2,0			
Al ₂ O ₃	22,5	23,0	20,8	4,7	2,9	1,6	0,7	20,6	21,1	5,7	21,4	12,8	1,8	20,4	1,2	2,4
SiO ₂	70,0	69,5	68,5	74,7	25,9	98,4	2,8	65,9	67,5	10,9	67,7	77,9	4,3	65,5	98,5	5,7
P ₂ O ₅																
SO ₃				1,56 *	1,07 *		1,01 *						4,24 *			5,07 *
Cl				1,8	0,7		0,5									
K ₂ O	6,0	2,7	10,3	3,1	1,6		0,7	12,2	10,2	1,1	9,8	8,9	0,6	10,4	0,3	2,0
CaO				11,4			1,1									
TiO ₂				1,1												
FeO		0,1		0,3	67,4		93,1			79,2			84,6			84,8
ásvány	K-fp	Sza-ni-din	K-fp	ko-va	Fe-ox*	ko-va	Fe-ox*	K-fp	K-fp	Fe-ox	K-fp	K-fp	Fe-ox*	K-fp	K-fp	Fe-ox*

Megjegyzés:
 *: Az SO₃ a mérési pont környezetében lévő szulfidból jelenik meg, valószínűleg a felszín alatt jelenlévő mikroszemcsés piritből (FeS₂).
 **: A pirit (hő hatására bekövetkezett) részleges bomlásából keletkezett reziduális vas-szulfid

Az anyagvesztést az amorf anyagban kötött illókhöz kötjük (H₂O, OH, Cl, F, CO₂), és ugyanígy a földpát mennyiségének növekedését a kőzetüvegből történő kristályosodással társítjuk. SEM+EDS méréseinkkel a finomszemcsés szövetben a kvarc és földpát kristályok (**II. melléklet, IIa ábra**) között gyakran figyeltünk meg olyan elemösszetételű kőzetüveget (**II. melléklet, IIa ábra** és **1. táblázat**, amelyet a környezetében lévő ásványok keverékéből sem lehet származtatni).

A legalacsonyabb pirittartalmú, világosszürke változatnál (I. típus, **II. melléklet IIc. ábra**) ez a nyersanyag kifehéredéséhez vezet, lilás-vöröses sávok kifejlődésével. Az apró pirites foltok színe a részleges hematit képződés miatt változik lilásra (lásd II. típus átalakulásai). A II. típusú metariolit (hamuszürke színű, sötétszürke pirites sávokkal, foltokkal tarkított) a hevítés hatására fakószürke, valamint feketés vagy rózsaszínes lett. Az alacsony

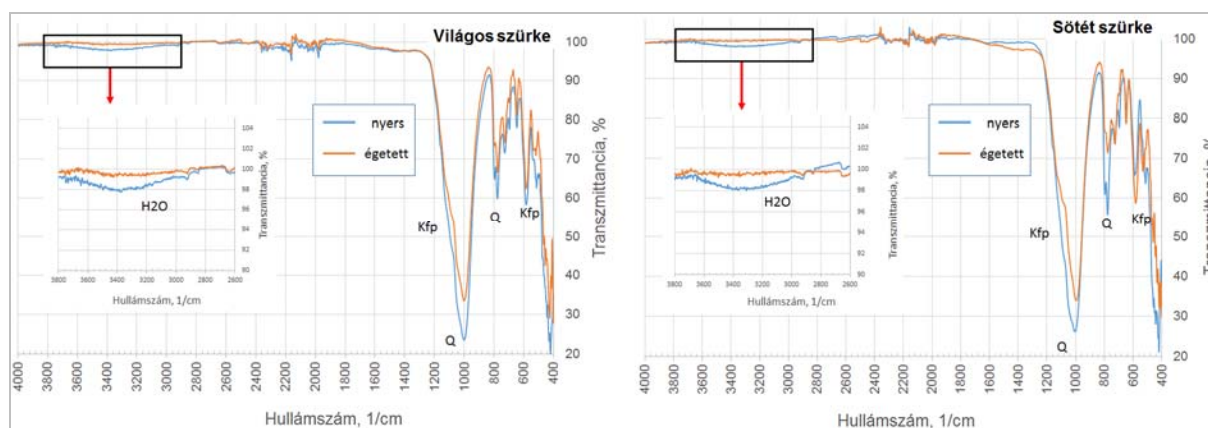
pirit-tartalmú részeken a FeS₂ oxidációja során vöröses színű hematittá (Fe₂O₃), a dúsabb pirithintéseknél (**II. melléklet IIb ábra**) pedig feltehetően, elméleti reakciótermékekben gondolkodva, magnetittá (Fe₃O₄) és wüstitté (FeO) alakul át és színe feketésre változik. A III. típusú, a FeS₂ és vasoxidok keverékétől eredetileg sötétszürke színű metariolit nyersanyaga sávosan, az erős hőhatás következtében, valószínűleg a pirit részleges oxidációja miatt (reziduális vas-szulfid, **II. melléklet, IIe ábra** és **1. táblázat**) szürkésbarnává változik. Bár a pattintásra alkalmas metariolitban gyakoriak a mikrométeres szemcsékből felépülő nagyobb piritfészkek, mi főleg olyan anyagot vizsgáltunk, ahol ezek nem láthatóak makroszkóposan. Ennek ellenére a gyakori, finom hintésben elszórt mikrométeres piritkristályokat tartjuk a szürke színért felelősnek (**II. melléklet IId ábra, 1. táblázat**).

2. táblázat: A nyers és égetett minták mennyiségi ásványtani összetétele (tömeg %)/

Table 2.: Quantitative mineralogical composition of raw and heated samples (weight %)

	Világos-szürke, nyers (M.I.)	Világos-szürke, hevített (M.I.)	Sötét-szürke, hevített (M.III.)	Sötét-szürke, hevített (M.III.)
Albit	27,3	28,6	6,8	4,1
Hematit				0,4
Kvarc	46,1	41,1	26,0	15,4
Mikroklin	15,6	19,1	30,7	50,3
Ortoklász		4,2		16,9
Pirit			0,4	
Szanidin			15,1	3,0
amorf	11,0	7,0	21,0	10,0

Az Avasi kovaközetek esetében a termikus átalakulások követésére sikeresen alkalmazott ATR-FTIR méréseket (Tóth 2016) itt is kipróbáltuk, bár az ásványtani eltérések miatt eleve kisebb sikerre számítottunk. A vizsgált minták esetében sikerült H₂O és/vagy OH tartalmat kimutatni (7. ábra), amely nem köthető ásványok szerkezetéhez, az XRD és SEM+EDS mérésekkel való összevetés alapján. Így ennek a víznek az amorf (XRD), közetüveg (SEM+EDS) típusú alkotóban kell lennie (változó, 1-2 tömeg százalék közötti mennyiségben izzítási tömegvesztés mérés alapján).



7. ábra: ATR-FTIR spektrumok a minták víztartalmát jelző tartománnyal, amely hevítés hatására eltávozik (világos szürke = MI, sötét szürke = MIII)

Fig. 7.: ATR-FTIR spectra of samples indicating their water content, which is eliminated by heating. (világos szürke = light gray = MI, sötét szürke = dark gray = MIII)

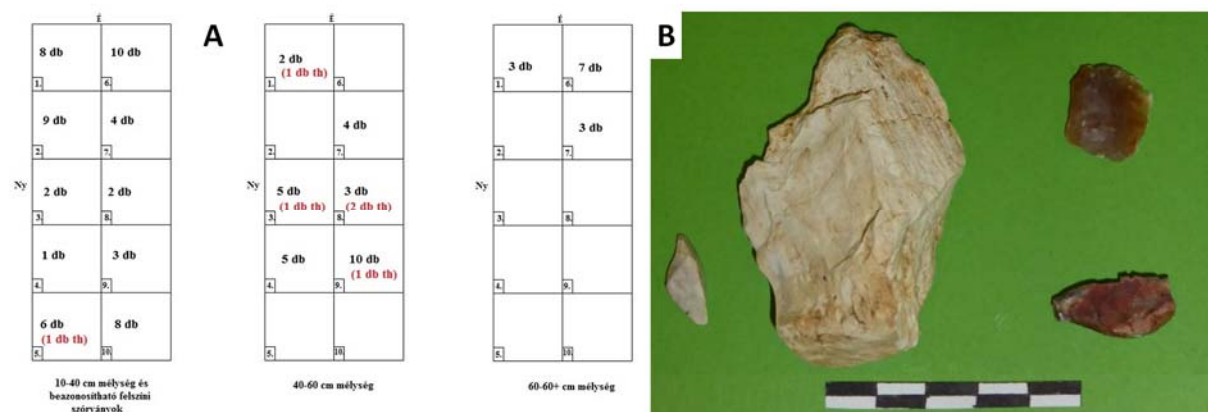
Diszkusszió

Az átégetett metariolitokon sem terepen, sem a vizsgált leletanyagokban, sem pedig az előállított mintákon nem figyeltünk meg az ún. „hőkezelődött” kőszköz-nyersanyagokra jellemző termikus kipattanásokat, íves repedéseket, tompa fényű-, illetve a pattintott darabokon zsírfényes felszínt (Bordes 1969; Domanski & Webb 1992; Schindler et al. 1982; Schön 2012; Weiner, 2012). Így elmondható, hogy a metariolitnak az elszíneződés az egyetlen ún. „termikus stigmája” amelyet már korábban is feltételeztek (Holló et al. 2004).

A színváltozás lehetséges kiváltó okai között ásványtani, főleg kristálykémiailag reakciókat kell keresnünk. Bár néhány mikroelemzési módszer közelebb vinne a direkt megfigyeléshez (pl. mikro Raman spektroszkópia), az XRD és SEM+EDS eredményekből is tudunk ezekre következtetni. Az

általunk kísérletileg megfigyelt elszíneződések: fehéredés, lilulás illetve vörösödés. Az átkristályosodási jelenség tanulmányozása érdemesnek mutatkozik részletesebb kutatásra is, nagyobb számú kísérlettel és több módszer bevonásával.

A kérdésre, hogy mi idézhette elő a metariolitok elfehéredését, illetve színük megfakulását (**I. melléklet, 1a ábra**), az első válasz egyértelmű: a tűz. A metariolit szervesanyag-tartalma magas hőmérsékletre való hevítés során valószínűleg kiég. Pontosabban, mivel a mérőműszeres kísérletek alapján a természetes- és tábornyúzték nem képesek az alattuk lévő talajra 400 °C-nál nagyobb hőt sugározni, ± 100-200 °C (Kinnunen 1993; Weisgerber & Willies 2001; Rowlett 2007; Tóth 2017b in press), az elváltozást egyedül egy huzamosabb ideig égő tűz lángjának hője okozhatta.



8. ábra: Fehér metariolitok Miskolc, Avas-Tűzkövesről (Herman Ottó Múzeum, Fotó: Tóth Z. H.)

8a: Miskolc, Avas-Tűzköves 2002-es ásátási szelvényében talált metariolit leletek elhelyezkedése. Piros jelölés: „termikus hatást” mutató, azaz fehérre égett darabok, **8b:** Fehérre égett (870 °C <, nem patinásodott felszínű) metariolit darab, balra tőle levált töredék. Mellettük két, bordóra változott színű avasi limnoszilicit. Avas-Tűzköves, 2002. 8. négyzet, 40-60 cm mélységből.

Fig. 8.: White metarhyolites from Miskolc, Avas-Tűzköves, NE. Hungary (HOM, photo: Tóth, Z. H.)

8a: Location of metarhyolite finds found in Miskolc, Avas-Tűzköves 2002 in the excavated area. Red marking: "thermally affected", ie. white pieces, **8b:** Burnt white (870 °C <, non-patinated surface) metarhyolite with fragment piece. Next to them, two Avas-type limnosilicites with thermic changed, reddish color. Avas-Tűzköves excavation 2002; square 8, 40-60 cm deep.

Ehhez egy termikus stigmát hordozó metariolit darabnak legalább 10-15 cm magasan kellett elhelyezkednie a tűz mellett, hogy a láng direkt módon hasson rá.

Vegyük sorra azokat a lelőhelyeket, amelyekről információkkal rendelkezünk:

a) A Felső-Bagolyhegyi Metariolit Formáció területén Bükkszentlászló és Bükkszentkereszt lakói üveghutákat és szénégető boksákat működtettek (Ringer et al. in press), melyek nyomai néhol felismerhetők. Ezek közül az üveghuták üzemi hőfoka már kiválthatta az elszíneződést, viszont ilyen ipari tevékenységről nem tudunk sem a Szeletában, sem az Avason. A természetes tüzeket is számításba kell vennünk (erdő-vagy bozóttűz), de a nyersanyagkitermelő-helyeken mindössze pirosas elszíneződésű nagyobb metariolitokat ismerünk (**1. ábra**), fehérre színeződött I-es és barnára színeződött III. típusú tömböket nem.

b) A miskolci Avason aktív mezőgazdasági tevékenység –szőlőművelés- folyt, melynek a modernebb fűtőrendszereknek a XX. század második felében történt bevezetése után szoros velejárója volt a venyigeégetés. Ezen kívül természetes tüzek is előfordulhattak a térségben a történelem előtti időkben. A mélyszántásokkal átforgatott talaj (Tóth 2017a in press) felső 40 cm-es mélységében bárhová kerülhetett az átégett és valamilyen módon a földfelszín felett elhelyezkedő, a lánggal kontaktusba lépő metariolitokból - akárcsak a helyi kovakőzetből. Ez azonban már

nem nyújt elégséges magyarázatot a 40 cm-nél jóval mélyebben előkerült átégett metariolitokra (**8 ábra**). Megemlítendő, hogy a lelőhelyen jelentős a többféle termikus stigmát felmutató helyi limnoszilicitek száma is (Ringer & Szakáll 2005; Tóth 2016).

c) A Szeleta-barlangban kormos felületű metariolit levéleszköz is előkerült, de két, rácsszerkezetű repedésektől mentes, legalább 870 °C-os hőhatás nyomát magán viselő levéleszköz is ismert (**I. melléklet, Ib ábra**). Véleményünk szerint utóbbi kettő vagy egy tábor tüzet körbekerítő körkörös részei lehetnek (valószínűleg mindkettő mélyebb rétegekből került elő – Mester Zsolt szíves közlése alapján), vagy már ilyen állapotban kerültek a barlangba. A lelőhely lehetséges tüzhelynyomaival foglalkozó munkák (Kadić 1915; Ringer & Szolyák 2004; Markó 2016) nem említik őskori főzőgödör nyomát, az egyetlen lehetséges tüzhelytípust, amiben a hőmérséklet a farakás összeomlásáig a mélyedésben cirkuláló huzat segítségével képes elérni akár a 900 °C-ot is (Groenendijk & Smit 1990). Főzőgödör nyoma a többi lelőhelyen sem került még elő.

A III. metariolit változat átégetve könnyen összetéveszthető a világosbarna patinájú bükki fekete radiolarittal (Pelikán 1986), átégett változata ezért nem ismert régészeti lelőhelyekről.

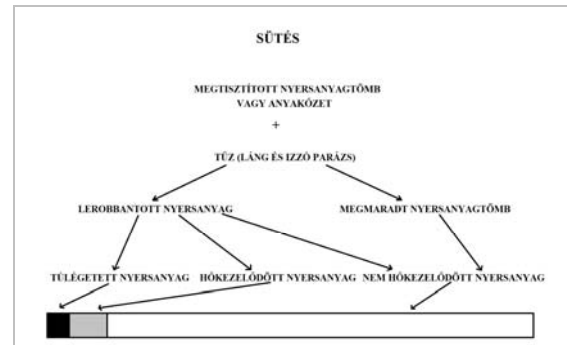
Milyen további elképzelések ismertek még az égett kőeszköz-nyersanyagokkal kapcsolatban?

A sütés. Az áthévítt metariolitokban a megmunkálhatóságukat megkönnyítő szerkezeti változás nem következett be, ami által hőkezeltnek, vagy hőkezeltnek minősülne, egyik elnevezést sem tartjuk rájuk megfelelőnek. Mivel az áthévítséért természetes tüzek is felelősek lehetnek, helyesebbnek tartjuk az „átégett” jelző alkalmazását, még akkor is, ha tudjuk, hogy az elváltozás egy célzatos emberi tevékenység során is bekövetkezhetett.

A hőkezlésnek és a sütésnek nem mindig vannak makroszkopikusan felfedezhető nyomai, de például a Bagolyhegytől nyugatra fekvő miskolci Avas paleolit limnoszilicit bányáiban a tüzes fejtés jeleit vélték felfedezni (Gyenis et al. 2001, 2004; Ringer & Szakáll 2005). Az ebben a cikkben bemutatott jelenségek is az avasi nyomok archeometriai vizsgálata során kerültek feldolgozásra (Tóth, 2016).

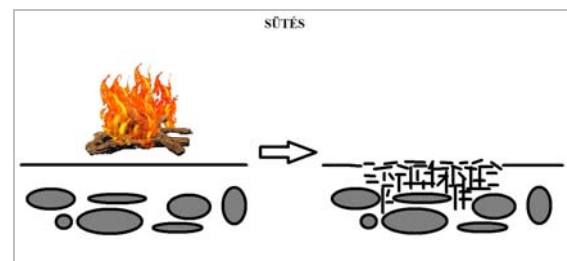
A sütés egyesek szerint a bányászat legegyszerűbb módja volt kezdetektől, leírása a számos korai emlékből megtalálható, Európában egészen a 19. század végéig alkalmazták (Weisgerber & Willies 2001). A sütés során alapesetben huzattal hevített tüzzel nagyon gyors hőhatásnak tesszük ki a fejtendő kőzetet, majd esetenként vízzel hirtelen lehűtjük. Az ilyenkor fellépő termikus sokk miatt a kőzetben repedések keletkeznek, felületének egy része lepattan. Egyedül a hővel közvetlenül érintkező lepattanott részeket figyelhetők meg termikus stigmák, a negatívokon már nem. **(9. ábra)** Hatalmas sziklákat nem lehet sütéssel szétrepedeztetni, inkább csak nagyobb szilánkok leválasztására való. (Rösler 1700) A kovás kőzeteket nem locsolták le vízzel, magas víztartalmuk miatt (amely a melegítés hatására a kőzet porusaiban gőzzé alakult, mely hirtelen hőtágulással járt) már 200-300 °C-os hőhatás is elég volt a feldarabolásukhoz (Kinnunen 1993; Ringer & Szakáll 2005; Tóth 2011a).

Kovakőzetek és más kőszköz-nyersanyagok fejtésére, illetve darabolására Észak-Amerikában (Gould 1976; Gregg & Grybush 1976) és Ausztráliában is széles körben alkalmazták (Akerman 1979, 2006; Florek 2000). A sütés őskori, a mezolitikumtól kezdődő alkalmazásának nyomaira Európában is több kőszköz-nyersanyag kitermelő helyen rábukkantak. Kopinkallio dél-finnországi mezolitikus (i.e. 9000-6200) kvarcbányájában a sütés alkalmazására elsődlegesen a nagyméretű, konkáv formájú termikus negatívokból következtek (Kinnunen, 1993). A nyugat-norvégiai Bomlo szigetén i.e. 4000- 2500 között, a neolitikum idején fejtették tüzzel a kovásodott riolitot, amelyből főleg nyílhegyeket készítettek. A fejtési módszer jelei, a koncentrikus, konkáv bemélyedések a mai napig megőrződtek (Stormyr 2015).



9. ábra: A sütés kovás kőzetekre gyakorolt hatását bemutató sematikus ábra. A metariolit esetében a fekete és a szürke színnel jelölt mező is az átégett nyersanyagot jelöli.

Fig. 9.: Schematic illustration of the effect of fire setting on rocks. In the case of metarhyolite, the black and gray fields indicate the burnt part.

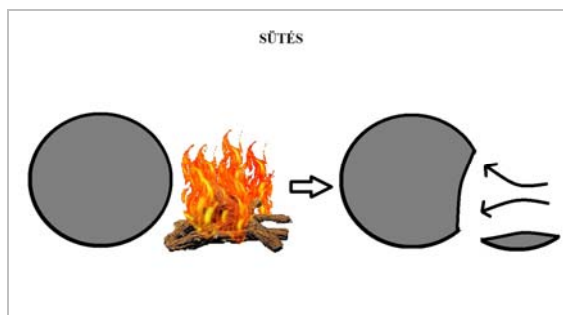


10. ábra: A kőszköz-nyersanyagot magába foglaló kemény anyagövet felaprózása, porózussá tétele sütéssel

Fig. 10.: Spreading the hard matrix of the raw material by making it porous with fire setting

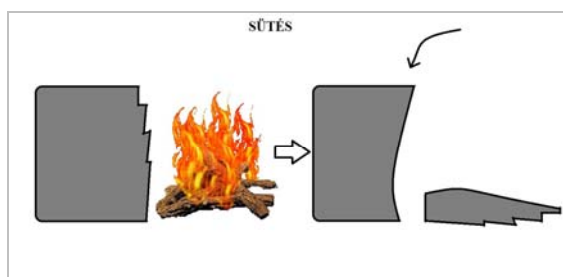
Sütéssel aprózták fel a szarukő gumókat rejtő kemény mészkövet **(10. ábra)** a baden-würtembergi Kleinkrems, Isteiner Klotz lelőhelyén és a dél-francia Veaux-Malauccé kovabányájában (Gayck 2000; Weisgerber & Willies 2001). Svájc területén Schaffhausen Kantonban neolitikus kovabányászok szintén a fedő mészkőréteget távolították el tűz segítségével (Altorfer & Affolter 2011). Az anyagövet fejtésén kívül a sütést nagyobb, jó minőségű nyersanyag tömbök fejtésére használták, mert így ezekből hiányoztak a mechanikus behatások nyomai, például a további megmunkálást negatívan befolyásoló, korábbi ütések okozta repedések (Kinnunen 1993).

Kis művelésű bányákban a sütést a konvencionális bányásztechnikákkal (ütés, vésés, vágás, kiékelés / repesztés/hasítás, fúrás) együtt alkalmazták. Ezekben a bányákban a sütés alkalmazásának 3 alapesetét különböztethetjük meg: 1. kalapálás (ütőkő, csákány, kalapács/véső stb.) a sütés opcionális bevetésével; 2. sütés kalapálás segítségével; 3. kizárólagos sütéses fejtés. (Weisgerber & Willies 2001) Az opcionálisan alkalmazott sütés nyomai sajnos nagyon hasonlítanak a természetes tüzek nyomaira.



11. ábra: Leütési felszín kialakítása domború nyersanyagtömbön, fő tömegének roncsolása nélkül sütéssel. A nyersanyagtömb mentes az ütéses megmunkálást akadályozó repedésektől és ütési kúptóktól (Holló et al. 2004). A lerobbantott darab egy része is felhasználható eszközkészítésre. A termikus törmelékét nem ábrázoltuk.

Fig. 11.: Creating a striking surface with fire setting on a convex raw block without damaging its main mass. Parts of the exploded piece can also be used for tool making. Thermal debris not depicted.



12. ábra: A nyersanyagtömb további megmunkálását akadályozó leütési hibák (lépcsők) eltávolítása sütéssel a leütési felszín és a nyersanyagtömb fő tömegének roncsolása nélkül. A nyersanyagtömb mentes az ütéses megmunkálást akadályozó repedésektől és Hertz-kúptóktól. A lerobbantott darab egy része is felhasználható eszközkészítésre. A termikus törmelékét nem ábrázoltuk.

Fig. 12.: Removing of parts with knapping failures for further processing of the raw material block with fire setting. Thermal debris not depicted.

A sütés és a metariolit. A jó minőségű metariolit könnyen és kagylósan törik, anizotróp-lemezes szerkezete pedig különösen alkalmassá tette pengemagkövek és vékony levéleszközök előállítására (Simán 1986; Mester 2011; Ringer et al. 2017, in press). A megfelelő formájú és méretű tömbök, lencsék feldolgozása nem jelenthetett problémát, így alapesetben nem volt szükség a sütéses bontásukra. Megfelelő formájú tömbökön olyan metariolit sziklátat értünk, melyek rendelkeznek megfelelő elhelyezkedésű leütési felszínnel, vagy azt könnyen ki lehet alakítani rajtuk. Ez azt jelenti, hogy ütőkö segítségével könnyen feldarabolhatóak, illetve könnyen üthetőek

le róluk szupportként szolgáló szilánkok, darabok. Felületük általában szögletes, konkáv. Optimális esetben hosszú, természetes éllel (~gerincekkel) rendelkeznek. A nem megfelelő formájú tömbök felülete szinte minden oldalról domború. Ha ezek a tömbök nem lemezes szerkezetűek, tapasztalataink alapján feldarabolásuk még acélkalapáccsal is igen nehéz - néhány kilós ütőkövekkel valószínűleg nem is lehetséges - és a sok besült ütés miatt a kinyert darabok szerkezete roncsolódott, ami további feldolgozásukat akadályozza. A sütés ezen segíthet egy konkáv felület (a lerepesztett darab termikus negatívjának) létrehozásával, amin a tömb lehűlése után ki lehet alakítani az első leütési felszínt (**11. ábra**).

Megfelelő méretűek azok a metariolit tömbök, melyekről egy szakember ütőkövel pattintási hibák (Holló et al. 2004) előidézése nélkül tud kisebb-nagyobb darabokat leválasztani. Ilyen pattintási hibák a besült ütések pattintási kúpjai és a csapott szilánkok után maradó lépcsők (Holló et al. 2004). Ezek a nem megfelelő erősségű ütések (és általában a nem megfelelő ívű gerinc) miatt keletkeznek. Ilyen lépcsők sora figyelhető meg az egyik nyersanyag-kitermelő helyen előkerült, 72 kg súlyú metariolit szilánkmagok laposabb oldalán (**1. ábra**). A pattintási hibák a tömb e részének a további ledolgozását akadályozzák, ezért, ha más oldalról nem lehet folytatni a munkát, a teljes sérült területet el kellene távolítani. Ez néhány kilós ütőkövekkel véleményünk szerint nem mindig lehetséges, viszont egy kis tűz gyújtásával könnyen és energiatakarékosan megoldható (**12. ábra**).

Amennyiben a süttött metariolit tömbökről lepattant, átégett (kifakult/kifehéredett) termikus töredékek lassan hűltek le, nem képződtek bennük rácsos szerkezetű repedések. Az ilyen metariolitokat eszközkészítésre is felhasználhatták. Nyomatékosítjuk, hogy a nyersanyaglelőhelyen pusztító természetes tüzek is elérheték ugyanezt a hatást: ez is megmagyarázná a Szeletában előkerült levéleszközök kifakult színét. De a sütés ugyanúgy a fent említett paleolit lelőhelyeken előkerült metariolitok színének egyik lehetséges magyarázata lehet.

Következtetések

Archeometriai vizsgálataink eredményei, valamint kísérleti régészeti és terepi megfigyeléseink alapján kijelenthetjük, hogy az egyes paleolit lelőhelyeken talált, kifakult vagy elfehéredett metariolitok színváltozásáért egy igen magas – legalább 870 °C hőmérsékletű - és valószínűleg őskori hőhatás a felelős.

A magasabb pirittartalmú metariolitok sötét színe csak kifakul, illetve gyakrabban figyelhető meg rajtuk vöröses elszíneződés. Ez a Fe-szulfid részleges oxidációjának, illetve különböző Fe-oxidok képződésének az eredménye, amely végső

oron a kőzet pórusaiban lévő oxigéntartalom függvénye.

A sötétszürke metariolit változat színe a magas hőhatásra szürkésbarnává változik. A nagyobb Fe-szulfid arány még kevesebb elérhető oxigént eredményez, mint a világosszürke típusnál, így főleg redukált (magnetit, wüstit) Fe-oxidok képződnek.

Lehetséges, hogy a Szeleta-barlangban előkerült, kifakult és fehér színű metariolit kőeszközök átégett nyersanyagból készültek.

Köszönetnyilvánítás

Tanulmányunk megjelenésének támogatásáért köszönet szeretnénk mondani T. Biró Katalinnak (Magyar Nemzeti Múzeum). Hasonlóképp köszönettel tartozunk Markó Andrásnak (Magyar Nemzeti Múzeum) a Magyar Nemzeti Múzeumban található vonatkozó leletek képanyagának és néhány nehezen beszerezhető szakirodalmi mű biztosításáért, Harman-Tóth Erzsébetnek (ELTE TTK Természettudományi Múzeum) az építő kritikáért, Mester Zsoltnak (Eötvös Loránd Tudományegyetem) pedig a tárgyalt szeletai kőeszközökről nyújtott információkért.

Irodalom

ALTORFER, K., AFFOLTER, J. (2011): Schaffhauser Silex-Vorkommen und Nutzung – Wirtschaftsarchäologische Untersuchungen an den Silices der jungneolithischen Stationen Büttenhardt-Zelg, Schaffhausen (Herblingen)-Grüthalde und Lohn-Setzi. *Beiträge zur Schaffhauser Archäologie* 5.

AKERMAN, K. (1979): Heat and Lithic Technology in the Kimberleys, W. A. *Archaeology & Physical Anthropology in Oceania* 14/2 144–151.

AKERMAN, K. (2006): High tech–low tech: lithic technology in the Kimberley Region of Western Australia. Skilled Production and Social Reproduction. *SAU Stone Studies* 2 323–346.

BORDES, F. (1969): Traitement thermique du silex au Solutréen. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* LXVI/7 197.

COCHRANE, G.W.G., HABGOOD, P.J., DOELMAN, T., HERRIES, A.I.R., WEBB, J.A. (2012): A progress report on research into stone artefacts of the southern Arcadia Valley, central Queensland. *Australian Archaeology* 75 104–109.

DOBOSI V. (1978): A pattintott kőeszközök nyersanyagáról. *Folia Archaeologica* 45 31–51.

DOMANSKI, M., WEBB, J. (1992): Effect of heat treatment on siliceous rocks used in prehistoric lithic technology. *Journal of Archaeological Science* 19 601–614.

FALLER G., KUN B., ZSÁMBOKI L. szerk., (1997): *A magyar bányászat évezredek története*. I. Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, Budapest. I. kötet.

FLOREK, S. (2000): Fire in the Quarry. *The Australian Museum* 29 22–27.

GAYCK, S. (2000): Urgeschichtlicher Silex-bergbau in Europa – Eine kritische Analyse zum gegenwärtigen Forschungsstand. *Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas* 15.

GOULD, R.A. (1976): A Case of Heat Treatment of Lithic Materials in Aboriginal Northwestern California. *Journal of Californian Anthropology* 33/3 142–144.

GREGG, M.L., GRYBUSH, R.J. (1976): Thermally Altered Siliceous Stone from Prehistoric Contexts: Intentional versus Unintentional Alteration. *American Antiquity* 41/2 189–192.

GROENENDIJK, H., SMIT, J. (1990): Mesolithische Herdstellen: Erfahrungen eines Brennversuchs. *Archäologische Informationen* 13/2 213–220.

GYENIS GY., HEVESI A., KORDOS L., MESTER ZS., RINGER Á., T. DOBOSI V. (2001): *Emberelődök nyomában. Az őskőkor emlékei Északkelet-Magyarországon*. Miskolc: Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Levéltár.

HEGMAN N., PEKKER P., KRISTÁLY F., VÁCZI T. (2011): *Nanometrológia*. Miskolc: Miskolci Egyetem.

HERMAN O. (1983): A miskolci paleolith lelet. *Archaeológiai Értesítő* 13 1–25.

HOLLÓ ZS., LENGYEL GY., MESTER ZS., SZOLYÁK P. (2004): Egy pattintott kőeszköz vizsgálata. Magyar kifejezések a technológiai vizsgálatokhoz 3. *Ősrégészeti Levelek* 6 62–80.

KADIĆ, O., (1916): Ergebnisse der Erforschung der Szeletahöhle. *Mitteilungen aus dem Jahrbuche der kgl. Ungarischen Geologischen Reichsanstalt* 23 161–301.

KINNUNEN, A. (1993): Mineralogical methods applied to the study of stone age quartz quarries in Finland. *Fennoscandia Archaeologica* X 9–17.

MARKÓ, A., PÉNTEK, A., BÉRES, S. (2002): Chipped stone assemblages from the environs of Galgagyörk (Northern Hungary) *Praehistoria* 3. 245–258.

MARKÓ, A., T. BIRÓ, K., KASZTOVSZKY, Zs. (2003): Szeletian felsitic porphyry: non-destructive analysis of a classical Palaeolithic raw material. *Acta Archaeologica Hungarica* 54 297–314.

- MARKÓ, A. (2008-2009): Raw Material Use at the Middle Palaeolithic Site of Vanyarc (Northern Hungary) *Praehistoria* **9-10** 183–194.
- MARKÓ, A. (2016): Considerations on the Lithic Assemblages from the Szeleta Cave. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* 2015-2016 5–44.
- MERCIECA, A. (2000): Burnt and broken: An experimental study of heat fracturing in silcrete. *Australian Archaeology* **5/1** 40–47.
- MESTER ZS. (1989): A Subalyuk-barlang középső paleolitikus iparainak újraértékelése. *Folia Archaeologica* **XL** 99–106.
- MESTER, ZS. (2002): Excavations of the Szeleta Cave before 1999; methodology and overview. *Praehistoria* **3** 57–78.
- MESTER ZS. (2011): A magyarországi középső és felső paleolitikum bifaciális levéleszközeinek technológiája / Technologie des pièces foliacées bifaces du Paléolithique moyen et supérieur de la Hongrie. In: T. BIRÓ K. & MARKÓ A. szerk., Emlékkönyv Violának - Tanulmányok T. Dobosi Viola tiszteletére. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, 15–42.
- NÉMETH N. (2005): A Délkeleti-Bükk keleti részének szerkezetföldtani viszonyai. *Ph.D disszertáció*, Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Földtan- Teleptani Tanszék, Miskolc.
- NÉMETH N., BARACZA M.K., KRISTÁLY F., MÓRICZ F., PETHŐ G., ZAJZON N. (2016): Ritkaföldfém- és ritkaelem-dúsulás a Bükk hegység délkeleti részének vulkáni eredetű kőzetesteiben. *Földtani Közlöny* **146/1** 11–26.
- PELIKÁN, P. (1986): The mesozoic siliceous rocks of the Bükk Mountains. In: T. BIRÓ K. ed., *Papers for the 1st International Conference on Prehistoric Flint Mining and Lithic Raw Material Identification in the Carpathian Basin* **1** KMI Rota, Budapest, 177–180.
- PÉNTEK A., TÓTH Z. H., GUTAY M., SZEGEDI K. I., BÁLINT CS. (2016): Három mátraaljai gravetti lelőhely köeszköz-nyersanyagainak összehasonlítása – Előzetes eredmények. Előadás: https://www.academia.edu/30380285/H%C3%A1rom_m%C3%A1traaljai_gravetti_lel%C5%91hely_k%C5%91eszk%C3%B6znyersanyagainak_%C3%B6sszehasonl%C3%ADt%C3%A1sa 2016.12.12.
- RINGER, Á. (1983): Bábonyien. Eine mittelpaläolithische Blattwerkzeugindustrie in Nordostungarn, *Dissertationes Archaeologicae*, **Ser. II. No. 11** Budapest.
- RINGER, Á. (2004): Old Stone Age Stone Mine, Miskolc, Avas Hill 2004-2005 excavations and its beginnings. *Praehistoria* **4-5** 233–235.
- RINGER, Á., NÉMETH, N., TÓTH, Z.H. (in press): Neuer Beitrag zum Vorkommen des Szeletien Quartzporphyr in Bükkszentlászló. In press for *Praehistoria* **11**.
- RINGER, Á., SZAKÁLL, S. (2005): Palaeolithic stone raw material mining and processing on the Avas Hill of Miskolc. *Praehistoria* **6** 23–32.
- RINGER Á., SZOLYÁK P. (2004): A Szeleta-barlang tűzhelyeinek és paleolit leleteinek topográfiai és sztratigráfiai beosztása – Adalékok a leletegyüttes újraértékeléséhez / The topographic and stratigraphic distribution of the Palaeolithic hearths and finds in the Szeleta cave. Contribution to re-interpretation of the assemblage. *Herman Ottó Múzeum Évkönyve* **LXIII** 13–32.
- ROWLETT, R. (2007): Detecting Ancient Fires and Simple Fireplaces in the Old World. The Archaeology of Fire. Understanding Fire as Material Culture. *Archaeolingua Series Minor* **23** 229–240.
- RÖSLER, B. (1700): Speculum Metallurgiae Politissimum / Hell-polierten Berg-Bau-Spiegel. Drezda <http://www.e-rara.ch/zut/content/titleinfo/4000571> 2016.01.01.
- SCHINDLER, D.L., HATCH, J.W., HAY, C.A., BRADT, R.C. (1982): Aboriginal Thermal Alteration of a Central Pennsylvania Jasper: Analytical and Behavioral Implications. *American Antiquity* **47/3** 526–544.
- SCHÖN, W. (2012): Veränderungen an Steinartefakten durch Wind, Hitze und Frost. Steinartefakte vom Altpaläolithikum bis in die Neuzeit, In: FLOSS, H. ed.,: Steinartefakte vom Altpaläolithikum bis in die Neuzeit, Kerns Verlag Tübingen 101–104.
- SCHMIDT, P., BADAU, A., FRÖHLICH, F. (2011): Detailed FT near-infrared study of the behaviour of water and hydroxyl in sedimentary length-fast chalcedony, SiO₂, upon heat treatment. *Spectrochimica Acta Part A* **81** 552–559.
- SCHMIDT, P., PORRAZ, G, SLODCZYK, A., BELLOT-GURLET, L., ARCHER, W., MILLER, C.E. (2012): Heat treatment in the South African Middle Stone Age: temperature induced transformations of silcrete and their technological implications. *Journal of Archaeological Science*, 3519–3531. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jas.2012.10.016>.
- SCHMIDT, P., LÉA, V. SCIAU, Ph., FRÖHLICH, F. (2012): Detecting and quantifying heat treatment of flint and other silica rocks: a new non-destructive

method applied to heat-treated flint from the neolithic chassey culture, southern france. University of Oxford. *Archaeometry*, **55/5** 1–12.

SIMÁN, K. (1986): Felsitic quartz porphyry. In: T. BIRÓ K. ed., *Papers for the international conference on prehistoric flint mining and lithic raw material identification in the Carpathian Basin*. Budapest-Sümege, KMI Rota, Budapest, 271–276.

STORMYR, P. (2015): The rhyolite quarries at Bomlo in Norway: Traces of firesetting in the Neolithic (Per Storemyr Archaeology & Conservation) Electronic version only, <https://per-storemyr.net/2015/10/11/the-rhyolite-quarries-at-bomlo-in-norway-traces-of-firesetting-in-the-neolithic/> 2017.01.01.

SUNSERI, J.U., DELAGE, C. (2016): The Color of Transformation: Investigations into Heat Treatment of Natufian Artifacts from Hayonim Terrace (Israel) *Mediterranean Archaeology and Archaeometry* **16/3** 51–64.

SZOLYÁK, P. (2008-2009): Upper Palaeolithic Blade Cores and Flake Cores from the Herman Ottó Cave, Miskolc-Alsóhárom, Northeast Hungary *Præhistoria* **9-10** 225–240.

SZOLYÁK P., MESTER Zs. (2011): Középső paleolitikus kaparó a miskolci Avas-hegyről (Görgey Artúr u. 4.) In: T. BIRÓ K. & MARKÓ A. szerk., Emlékkönyv Violának - Tanulmányok T. Dobosi Viola tiszteletére. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest. <http://mek.oszk.hu/09200/09253/pdf/kotet.pdf>

SZOLYÁK P. (2011): Elsődleges nyersanyag-feldolgozás nyomai a szeletai kvarcporfír lelőhelyén Bükkszentlászló). *A Herman Ottó Múzeum Évkönyve* **L** 47–66.

T. BIRÓ K. (2010): Prehistoric mining in Hungary. — Óskori bányászat Magyarországon. *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 2010-ről* 149–154.

TÓTH Z. H. (2011): Újabb adalék a szeletai üveges kvarcporfír előforduláshoz: Bükkszentlászló, Hideg-víz. *Gesta* **X** 147–149.

TÓTH Z. H. (2011): Egy hőkezelési kísérlet a Rátka-hercegkövesi limnokvarciton. *Archeometriai Műhely* **VIII/3** 9–13.

TÓTH Z. H. (2016): Palaeolithic heat-treating in Northeastern-Hungary? An archaeometric examination of the possible use of fire-setting in Stone Age quarries in the Bükk Area. *Archaeologia Polona* **54** 129–135.

TÓTH Z. H. (in press 2017a): Vértes László munkássága a Miskolci Avason. In press for *Folia Archaeologica* **55**.

TÓTH Z. H. (in prep. 2017b): A Miskolc Avas-Tűzköves középső paleolit kovabányáiban feltételezett tűzzel történő fejtés nyomainak archeometriai vizsgálata. *PhD értekezés*. Miskolci Egyetem, Mikoviny Sámuel Földtudományi Doktori Iskola.

VÁGÓ Á. (2015): *A Kárpát-medence ősi kincsei* Magyar Nemzeti Múzeum- Kossuth Kiadó, Budapest.

VÉRTES, L., TÓTH, L. (1963): Der Gebrauch des Glasigen Quarzporphyrs im Paleolithikum des Bükk-Gebirges. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **15** 3–10.

WEINER, J. (2012): Hitzebehandlung (Tempern) Steinartefakte vom Altpaläolithikum bis in die Neuzeit, In: FLOSS, H. szerk., Steinartefakte vom Altpaläolithikum bis in die Neuzeit, Kerns Verlag Tübingen 105–116.

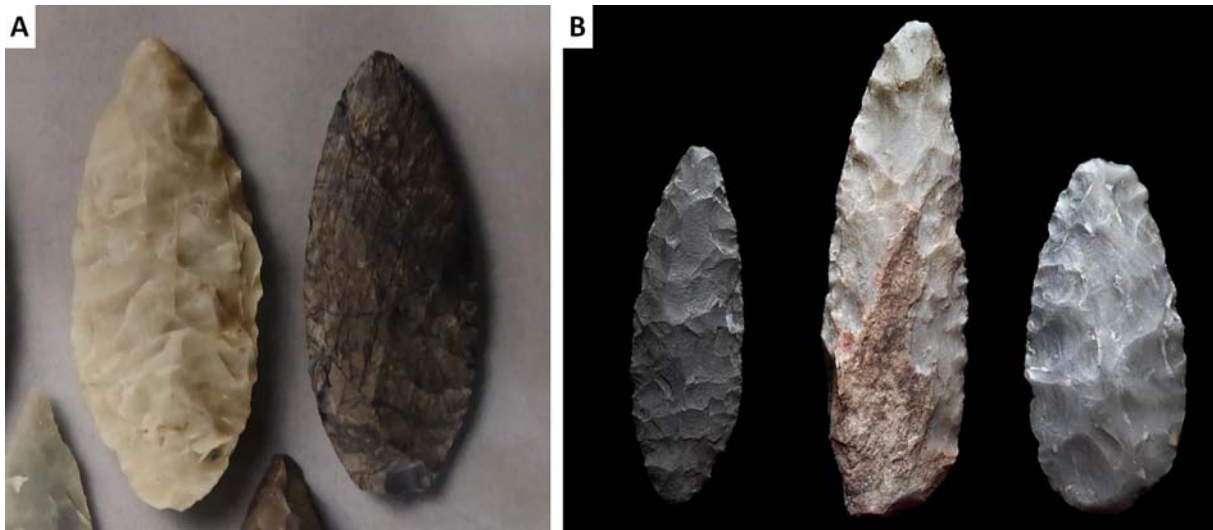
WEISGERBER, G., WILLIES, L. (2001): The use of fire in prehistoric and ancient mining-firesetting. *Paléorient* **26/2** 131–149.

ZAJZON, N., NÉMETH, N., SZAKÁLL, S., KRISTÁLY, F., GÁL, P., FEHÉR, B. (2014): Be-Nb-W-Sn-Li-Ti-U-Mn-phosphate-mineralization in the metarhyolite of Bükkszentkereszt, NE-Hungary. in: MACEK, I. ed., Proceedings of the international symposium CEMC 2014, 4th Central European Mineralogical Conference, At Skalsky Dvur, Czech Republic, 145–146.

Melléklet I.

TÓTH Zoltán Henrik; KRISTÁLY Ferenc

I. melléklet



Ia ábra: Fehér színűre égett ($870\text{ }^{\circ}\text{C} <$), I. típusú metariolit levéleszköz a Szeleta-barlangból (MNM, Ltsz.: Pb/91). Tőle jobbra a dolgozat szerzője által barnára égett, III. típusú metariolitnak hitt levéleszköz (Szeleta-barlang, MNM, Ltsz.: Pb/71,). Későbbi terepi kutatások során derült ki, hogy ennek nyersanyaga patinásodott felületű, ún. „bükki szarukő” (Pelikán, 1986; Péntek et al., 2016). Fotó: Szabó Adám 2015. 13. old. A fehér színű kőeszköz valószínűsíthető előkerülési helye a Főfolyosó hátulsó szakasza (D barlangrész) II. szintjének vörösesbarna (5-ös) rétege. Mester Zsolt közlése a Mottl Mária által készített alaprajz alapján, (Mester, 2002).

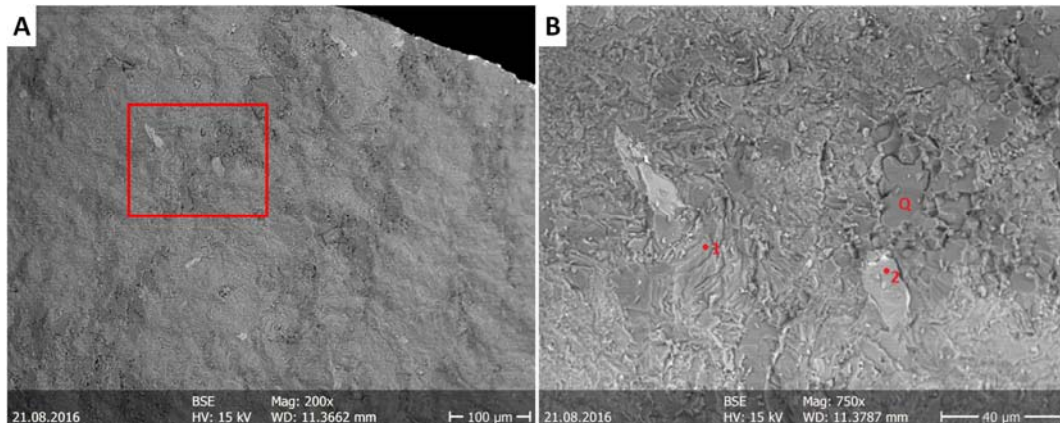
Ib ábra: Bekormolódott felületű (balra, Ltsz.: Pb/70), valószínűleg átégett (középen, szürkésfehér, vöröses foltokkal, Ltsz. Pb/92) és nyers (jobbra, Ltsz. Pb/86.) metariolit bifaciális megmunkálású eszközök a Szeleta-barlangból. A Magyar Nemzeti Múzeum gyűjteménye. (Fotó: Dabasi András) A kormos felületű kőeszköz valószínűsíthető előkerülési helye az Előcsarnok (B barlangrész) I. szintjének világosszürke (6-os) rétege, a szürkésfehérre pedig a Főfolyosó hátulsó szakasza (D barlangrész) II. szintjének vörösesbarna (5-ös) rétege. Mester Zsolt közlése a Mottl Mária által készített alaprajz alapján (Mester, 2002).

Fig. Ia: White burnt ($870\text{ }^{\circ}\text{C} <$) type I metarhyolite biface from the Szeleta cave (HNM, Inv. Nr.: Pb / 91). In the right: Biface from the Szeleta cave, which was thought to be made of burnt type III. metarhyolite (HNM, Inv. Nr.: Pb / 71,). Subsequent field research has shown that the raw material of this piece is "black hornstone" (Pelican, 1986; Péntek et al., 2016). Photo: Szabó Adám 2015. p.13. The exact position of the white stone tool in the cave is unclear in the documentation; most probably it was found in the back section of the main corridor (part C of the cave), II. level, in the reddish-brown colored layer Nr. 5. (information after the layout of Mária Mottl: Zsolt Mester).

Fig. Ib: Sooty (Left, HNM, Inv. Nr.: Pb /70.), possibly burnt (middle one, whitish gray with reddish patches, HNM Inv. Nr.: Pb/92.) and raw (right, HNM, Inv. Nr.: Pb/86.) metarhyolite bifaces from the Szeleta cave. Collection of the Hungarian National Museum. (Photo: András Dabasi) Due to the unclear documentation; Pb/70. was most probably found in cave's "lobby" (B part), I. level, in the light grayish colored layer 6. Pb/92. was most probably found in the back section of the Main Corridor (cave section D) in the light grayish layer 6. (information after the layout of Mária Mottl: Zsolt Mester)

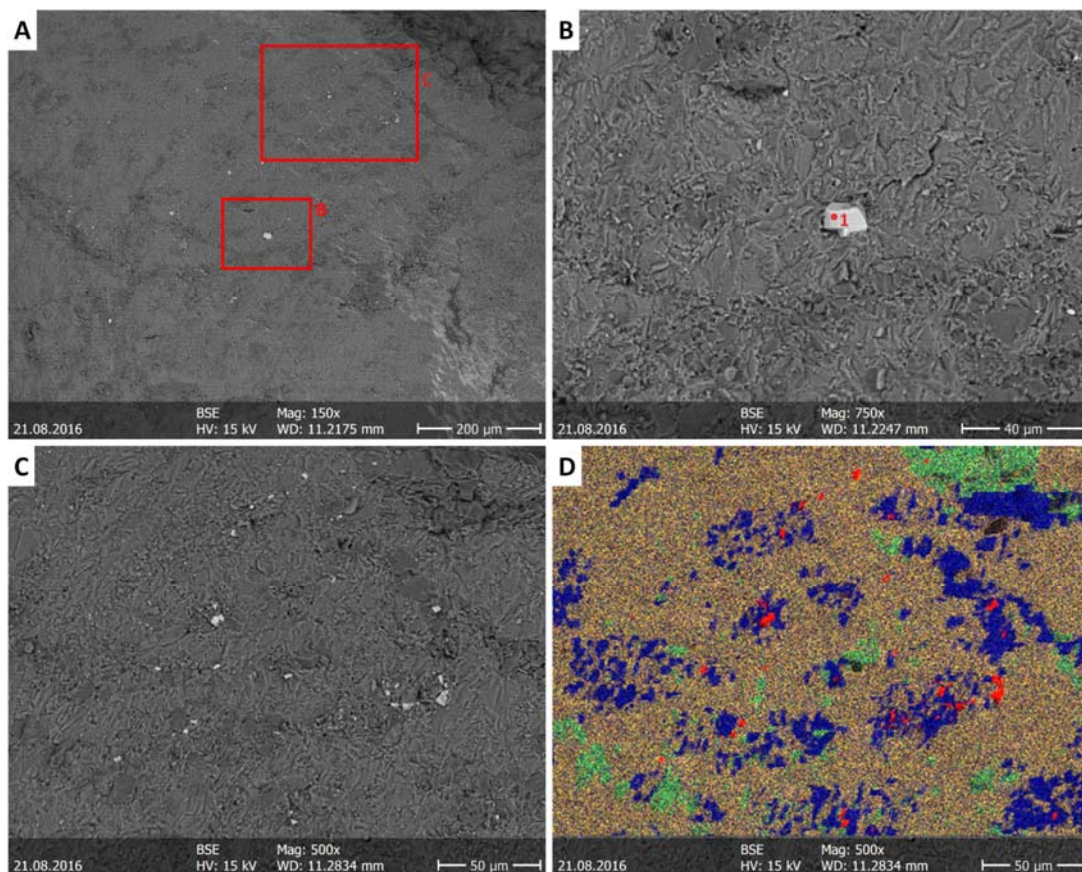
Melléklet II.

TÓTH Zoltán Henrik; KRISTÁLY Ferenc



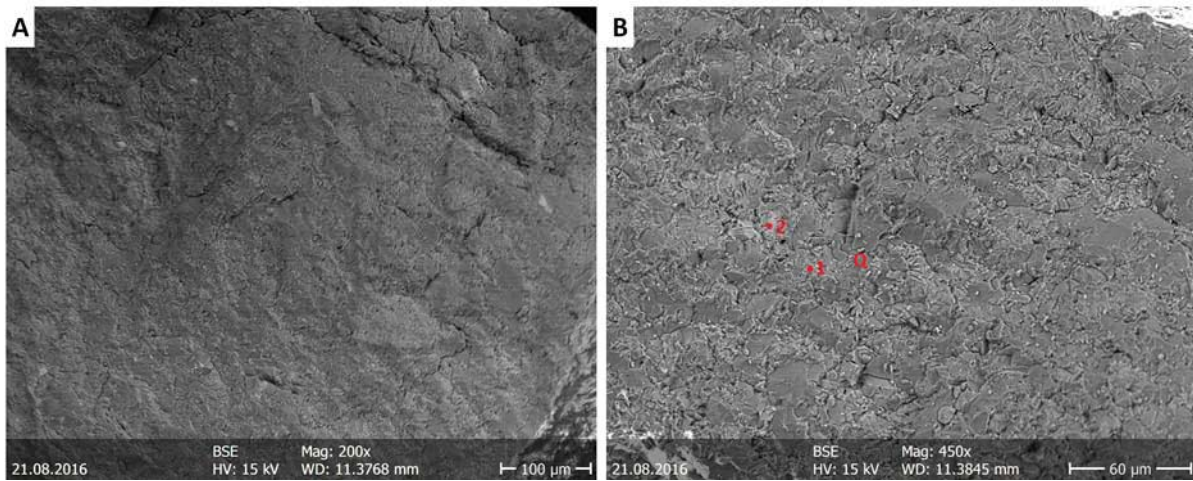
IIa ábra: Az II. típusú nyers metariolit szövetét mutató pásztázó elektronmikroszkópos BSE felvételek. Jelölések: 1: káliföldpát; 2: sanidín; Q: kvarc.

Fig. IIa: Scanning electronmicroscope BSE photos showing the texture of type II. metarhyolite. Markings: 1: K-feldspar; 2: sanidine; Q: quartz.



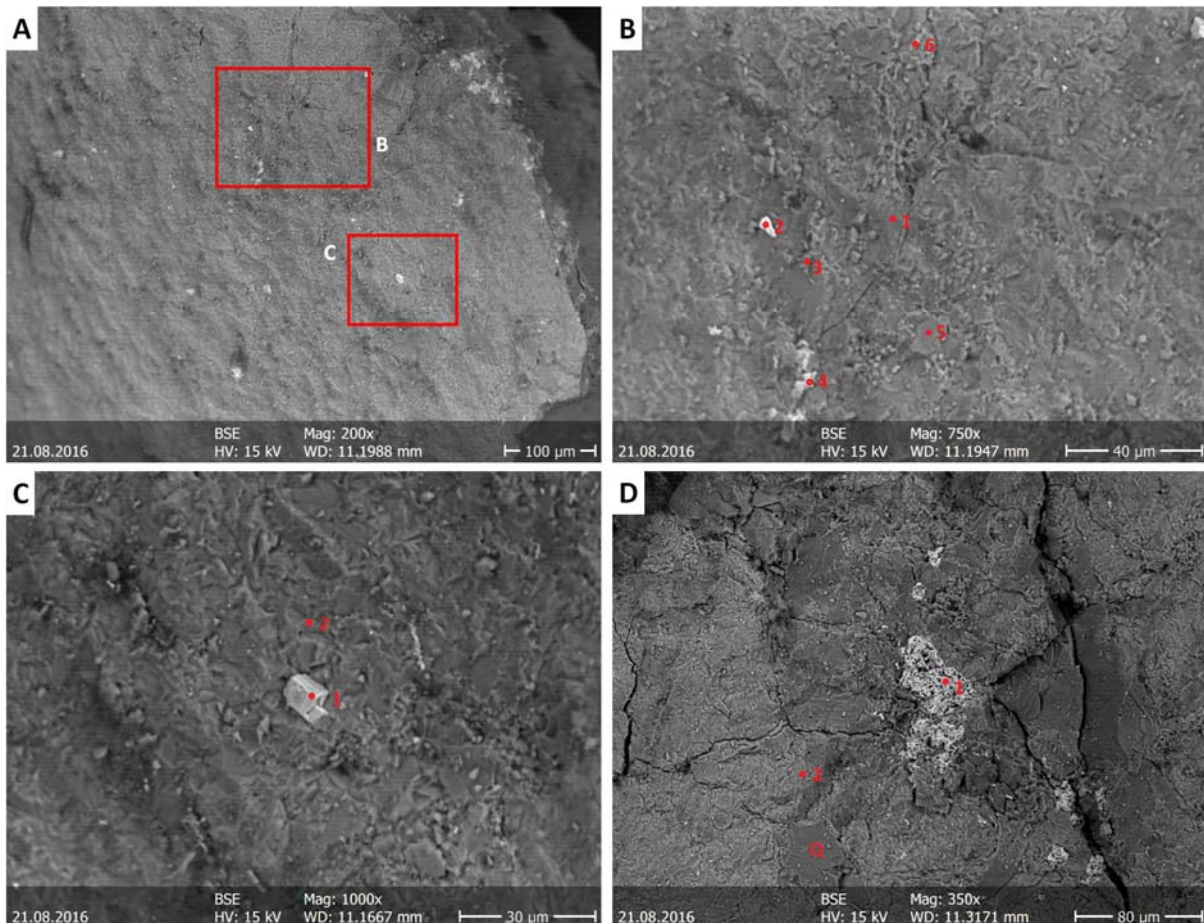
IIb ábra: BSE és SE felvétel a III. típusú, sötétszürke nyers metariolit szövetszerkezetéről. B: 1-Pirit/FeS₂, C: mikrométeres pirit hintés, D: ásványok EDS elem térkép szerinti eloszlása (piros, S = pirit; zöld, Na = albit; kék, Si = kvarc; narancs, K = mikroklin). A földpátokkal jelölt terület feltehetőleg a kőzetüveget is magába foglalja.

Fig. IIb: BSE and SE images of the type III raw metarhyolite samples. B: 1-pyrite/FeS₂, C: micrometer sized pyrite dissemination, D: distribution of mineral according to EDS X-ray maps (red, S = pyrite, green, Na = albit, blue, Si = quartz, orange, K = microcline)



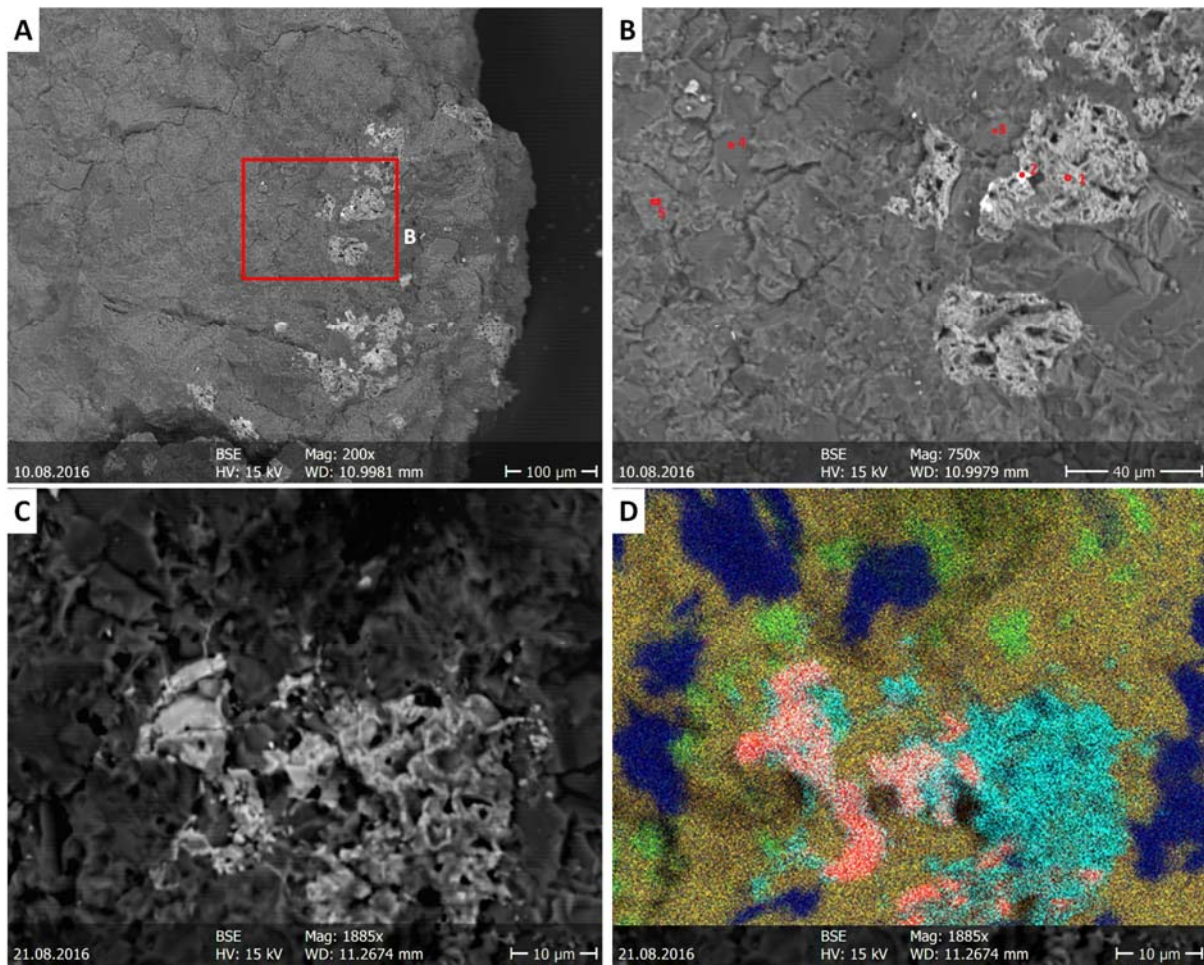
IIc ábra: BSE felvétel az áthévítt, fehér színű I. metariolit mintáról, A: átnézeti kép, a Fe-tartalmú szemcsék hiányoznak, B: részletes kép. Jelmagyarázat: 1: káliföldpát; 2: kőzetüveg, pirit és fluorapatit keveréke; Q: kvarc

Fig. IIc: BSE images of the heated, white type I metarhyolite sample, A: larger view, note the absence of Fe-bearing grains, B: detailed view. Markings: 1: K-feldspar, 2: mineral glass, pyrites and fluorapatite; Q: quartz



IIId ábra: Az áthévítt, szürkésbarna III. típusú metariolit minta BSE felvételei. B: 1-kova, 2-pirit; 3-kova; 4-reziduális vas-szulfid és kőzetüveg; 5-káliföldpát; 6-káliföldpát. C: 1-vasoxid; 2-káliföldpát. D: 1-pirit hőbomlásra szivacsos szerkezettel; 2- káliföldpát; Q-kvarc.

Fig. IIId: BSE images of the heated, grayish brown type III. metarhyolite samples. B: 1-silica, 2-pyrite, 3-silica; 4-residual ferric-sulfide and glass, 5-K-feldspar, 6-K-feldspar. C: 1-Fe-oxide, 2-K-feldspar. D: 1-pyrite with spongy texture due to thermal decomposition, 2-K-feldspar, Q-quartz.



IIe ábra: BSE felvétel az I. típusú áthévítt metariolit minta lila színű részéről. B: 1-reziduális vas-szulfid, és szilikátok keverékes; 2-pirit, galenit és káliföldpát; 3- káliföldpát; 4-káliföldpát és közetüveg; 5-káliföldpát és reziduális vas-szulfid. C: a hőbomlás hatására szivacsos szerkezetű reziduális pirit, D: EDS elem térkép a minta lila színű részéről (piros, S = reziduális pirit; világoskék, Fe = hematit; sötétkék, Si = kvarc; zöld, Na = albit; narancs, K = ortoklász).

Fig. IIe: BSE image of the purple parts from the heated type I. metarhyolite sample. Markings: B: 1-residual ferric-sulfide, albite and clorite; 2- pyrites, galenite and K-feldspar; 3- K-feldspar ; 4- K-feldspar and mineral glass; 5- K-feldspar and residual ferric-sulfite. C: residual pyrites of spongeus structure partial moulded by heat; D: EDS map of the purple part of the sample (red, S= residual pyrites; light blue, Fe= hematite; dark blue, Si= quartz; green, Na= albite; orange, K= Orthoclase)

PROBLEMS WITH THE PERIODIZATION OF THE EARLY BRONZE AGE IN THE CARPATHIAN BASIN IN LIGHT OF THE OLDER AND RECENT AMS RADIOCARBON DATA

A KÁRPÁT-MEDENCEI KORA BRONZKOR PERIODIZÁCIÓJÁNAK NEHÉZSÉGEI A RÉGI ÉS AZ ÚJABB AMS RADIOKARBON ADATOK TÜKRÉBEN

Géza SZABÓ

Wosinsky Mór Múzeum, H-7100 Szekszárd, Szent István tér 26.

E-mail: kaladeaa@gmail.com

Abstract

The latest data of radiocarbon examinations, the number of which has suddenly increased in recent years, have increasingly raised questions in relation to the periodization of the early Bronze Age in Europe and Hungary. The historical processes drawn up on the basis of radiocarbon data may not be closely related to the chronological system created by István Bóna in the 1950s dividing Hungary's early Bronze Age into three parts based on the stages (beginning, prospering, declining) of the general theory of social development. The latest research results and the increasing number of radiocarbon data both indicate that within the Carpathian Basin the early Bronze Age can be split up rather into two distinct periods. The dividing line between these periods is unclear, and on the regional level the old and new cultures had existed parallel to each other for longer and shorter periods of time. For this reason, instead of the previous artificially created three-part division of the early Bronze Age in Hungary recent research justifies a two-part division, which better corresponds to the actual historical processes. The re-measured data of the early Bronze Age cemetery of Singen (Germany), as well as the AMS radiocarbon data of the Encrusted Pottery Culture grave No. BBQ242 excavated at Bonyhád's biogas plant indicate that the line between the two periods lies, similarly to the RBz A0-A1 periods, around 2150 cal BC.

Carpathian Early Bronze Age 1 (CEBA 1: 2600/2500 cal BC – ~2150 cal BC) spanning over the lifetimes of the Makó-Kosihy-Čaka, Somogyvár-Vinkovci, proto-Nagyrév cultures and Bell Beaker Csepel Group occupying the region according to radiocarbon data after 2600/2500 cal BC, corresponding with István Bóna's Early Bronze Age period 1-2/A.

Carpathian Early Bronze Age 2 (CEBA 2: ~2150 cal BC – ~1900 cal BC) involving the early period of expansion (Bonyhád phases I-III) of the Nagyrév, early Maros, Nyírség, Hatvan cultures, as well as the Encrusted Pottery culture in Transdanubia, reflecting the influences of the Late Corded Ware culture, corresponding with István Bóna's Early Bronze Age period 2/A-3.

Kivonat

Az európai és a magyarországi kora bronzkor kutatásában is az utóbbi években robbanásszerűen növekvő számú radiokarbon vizsgálatok legújabb adatai egyre több kérdést vetnek fel a korszak periodizálásával kapcsolatban. A dél-németországi Singen temetőjének radiokarbon adatai tükrében az 1980-as évek végétől a közép-európai kora bronzkor kezdetét Reinecke hagyományos kronológiai beosztása szerinti RBz A1 időszak kezdetét mintegy fél évezreddel korábbra, Kr. e. 2300/2200 helyzeték (Becker et al. 1989, 433). A Reinecke óta hagyományosan technológiai szempontok szerinti belső periodizáció, az RBz A1 időszakban kalapálással alakított tárgyak után feltűnő öntött bronztárgyak alapján elkülönített RBz A2 időszak kezdetét pedig Kr. e. 2000 körülre keltezték, amit a leubengi főnöki sír dendrokronológiai adata is alátámasztott (Becker et al. 1989, Abb. 4). Stockhammerék csapata tíz singeni sír újramérése során meglepetéssel tapasztalta, hogy ezúttal az új AMS eljárással következetesen fiatalabb adatokat kaptak, ami alapján az RBz A1 időszak kezdetét Kr. e. 2150/2100 körülre szállították le. A Stuttgart környéki és a kelet-németországi sírok adatait összevetve az is világossá vált, hogy az RBz A1 és A2 időszak pusztán technológiai szempontok szerinti szétválasztása nem lehetséges, mert a tipológiai alapon egyik vagy másik időszakhoz sorolt sírok mérési adatai között jelentős átfedés van (Stockhammer et al. 2015, 3., 18–24). Az azonban világosan kitűnt az új adatokból, hogy az RBz A időszak vége Kr. e. 1700 körülre tehető, ami a korábbi 750/700 éves időtartammal szemben mindössze 450 évet jelent. Ebből következően a középső bronzkor kezdetével már a Kr. e. 17. század elejétől számolnak, a korábban feltételezett Kr. e. 1600/1550 időhatárral szemben (Stockhammer et al. 2015, 18). Az sem hagyható figyelmen kívül, hogy a késő neolitikum kora bronzkor átmenetének hosszabb vagy rövidebb időtartamának kérdésében adatsoraik alapján a rövid, zökkenőmentes átmenetet tartják valószínűnek (Stockhammer et al. 2015, 24). Ezek az új kutatási

eredményeik a közép-európai kora bronzkor korszakhatárainak pontosítása mellett arra is felhívják a figyelmet, hogy a régi, hagyományos módszerrel mért minták adatai és az új AMS eljárás eredményei még újralibrálással sem kezelhetők együtt minden esetben.

A német kutatók eredményei közül a hagyományos módszerekkel mért mintáknál rövidebb, új AMS adatok különösen érdekes kérdéseket vetnek fel a magyarországi kora bronzkor kezdetének és végének, de belső korszakhatárainak meghatározásával kapcsolatosan is. A radiokarbon adatok alapján kirajzolódó történelmi folyamatok a Kárpát-medencében nem kapcsolhatók össze Bóna Istvánnak az 1950-es években az általános társadalmi fejlődésmélet fokai alapján (kezdet, virágzó, hanyatló) kidolgozott, a magyarországi kora bronzkort három részre osztó kronológiai rendszerével. Az újabb kutatási eredmények és a szaporodó AMS radiokarbon adatok egyaránt arra mutatnak, hogy a Kárpát-medencén belül a kora bronzkor sokkal inkább két jól elkülöníthető időszakra osztható, amelyek között a határ nem éles, regionális szinten az új és a régi kultúrák hosszabb-rövidebb ideig tartó párhuzamos élete figyelhető meg. Ezért a magyarországi kora bronzkor korábbi mesterséges hármass felosztása helyett inkább a történelmi folyamatokhoz jobban igazodó két periódusú felosztását indokolják, amelyben a két periódus közötti határ a RBz A0-A1 időszakokhoz hasonlóan 2150 cal BC körül húzódott.

A Kárpát-medencei kora bronzkor 1. a területet a radiokarbon adatok szerint 2600/2500 cal BC után elfoglaló Makó-Kosihy-Čaka-, Somogyvár-Vinkovci-, Proto-Nagyrev-, Harangedényes kultúrák korát, a Bóna István kora bronzkori rendszerének I-2/A időszakát fogja át (Carpathian Early Bronze Age – CEBA 1: 2600/2500 cal BC – ~2150 cal BC)

Kárpát-medencei kora bronzkor 2. pedig a Nagyrev-, Korai-Maros, Nyírség, Hatvan, kultúrák és a késő zsinédíszes hatásokra a Dunántúlon kialakuló Mészbetétes edények elterjedésének korai (Bonyhád I-III. fázis) IDŐSZAKÁT ÉRINTI. (CARPATHIAN EARLY BRONZE AGE 2 – CEBA 2: ~2150 cal BC – ~1900 cal BC)T.

KEYWORDS: EARLY BRONZE AGE, PERIODIZATION, CARPATHIAN BASIN, RADIOCARBON DATING

KULCSSZAVAK: KORA BRONZKOR, IDŐREND, KÁRPÁT-MEDENCE, RADIOKARBON DATÁLÁS

Introduction

The latest data from the suddenly increasing number of radiocarbon examinations both in the research of European and Hungarian Early Bronze Age raise more and more questions about the periodization of the era. Most recently Phillip W. Stockhammer and his colleagues have used almost 140 new or re-evaluated samples from the end of the Neolithic to the Middle Bronze Age to review and evaluate the boundaries of the Central European Early Bronze Age period (RBz A1-2) based on the results of ¹⁴C tests (Stockhammer et al. 2015). In the meantime, in Hungary Éva Svingor and her colleagues have evaluated the results of the then-used ¹⁴C gas proportional counting (GPC) research in relation to the results of the latest three large international radiocarbon compare measurements of the ATOMKI GPC laboratory of Debrecen, and also compared with the LSC and AMS measurement data (Svingor et al. 2016). From the point of view of a practicing archaeologist, the two publications of completely different views come to a hardly compatible conclusion. The German colleagues, who have processed scientific data in an archaeological approach, by comparing the previous data measured mostly in GPC laboratories and the new AMS results, found deviations concerning the area of the Central European Early Bronze Age, dating them about one and a half century younger. However, after comparing the international comparative measurement results of the Debrecen laboratory and the measurement results evaluated strictly in

accordance with the rules of scientific test protocols, the Hungarian authors came to the conclusion that practically there was no meaningful deviation between the data of LSC, GPC and AMS laboratories, they are all within the tolerance margin. A good example of this is the cemetery of the Encrusted Pottery culture at Bonyhád, where samples from the skeleton grave BBQ 242 (Bonyhád I) were examined both in the laboratories of Mannheim and Debrecen. Though the results were within the margin of tolerance, there was still a 100-year difference between the data of the two (Kiss et al. 2015, Fig. 11). At the same time, when the samples (graves BBQ 242 and 243) were re-measured in the same laboratory, there was only a minimal difference apparent compared to the previous result, which confirms Svingor's opinion that the results are consistently reproducible, thus the problem is not with the reliability of the method or the laboratories but with the archaeological interpretation of the measured data (Svingor et al. 2016).

The periodization and dating of the Early Bronze Age in Hungary

It's been nearly a quarter of a century that the Frankfurt exhibition's catalogue was published, indicating both the end of an era and a beginning of a new one, reflecting accurately the situation of research in Hungary. The tension between the studies published there was not only perceivable but also evident, arising from difference between the historical-chronological approach of the

previous decades and the shorter- or longer chronology based on the new ^{14}C data, published without any special explanation (Bóna 1992; Raczky et al. 1992). However, due to radiocarbon dating, the longer chronology of Bronze Age quickly became generally accepted, and the dating of the beginning to around 2800-2700 BC has also come up (Kulcsár 2011, Fig. 5; 215; Endrődi 2014, 260). At the same time, the previous inner periodization outlined by István Bóna remained in use unchanged, only refined later by Rózsa Schreiber and Nándor Kalicz in the 1980's based on new findings. By dividing period 2-3 of the Early Bronze Age to phases A and B, the Nagyrév culture was split up into four chronological groups: Bell Beaker-Csepel Group period (Early Bronze Age 2/A), the age of Budatétény and Csepel cemeteries (Early Bronze Age 2/B), the period of Diósd and Budafok sites (Early Bronze Age 3/A), the age of Kulcs-type findings (Early Bronze Age 3/B) (Schreiber 1984; Kalicz 1984; Kalicz-Schreiber 1984).

Recently, Gabriella Kulcsár has discussed the question of the beginning of Early Bronze Age development in Hungary in several of her works (Kulcsár 2009; Kulcsár & Szeverényi 2013; P. Fischl et al. 2015). The change in her opinion indicates the long way the study, which barely had modified the chronological framework during the evaluation of the rapidly increasing number of scientific data, has gone through in the last few years. After examining the findings of the Makó-Kosihy-Čaka culture, and considering periods 1-2 of Early Bronze Age Hungary parallel with the RBz A0 period, she has come to dating it between 2800/2700-2500/300 BC (Kulcsár 2009, 15). Then, in light of the new AMS ^{14}C data, she has inserted a transition period between the Copper Age and the Early Bronze Age dated to 2800-2600 BC (Kulcsár & Szeverényi 2013, 75., 82), and starting with its second phase, she has dated the beginning of the Early Bronze Age Hungary around 2600 BC (P. Fischl et al. 2015, 505., Fig. 1a-b).

In recent years the AMS radiocarbon data indicating the end of the Copper Age – though showing a considerable dispersion – mostly end around 2600 cal BC, which at the same time marks the beginning of Early Bronze Age (Dani-Horváth 2012, 81). For example, at the Dunaföldvár-Kálvária site, in the subhumus under the proto-Nagyrév layer Late Copper Age findings of the Kostolac group were found (Szabó 1992). The data from Foeni Gaz site lying in the Banat region of Romania clearly show that the 28-26 century BC settlement layers of the Kostolac group are followed by the 26-23 century BC findings of the Makó culture, and then by the Nagyrév culture until the 21st century BC (Krauß & Ciobotaru 2013, 61). AMS radiocarbon data indicate that along the River

Kapos, at the Dombóvár-Tesco site, in the 1st period Early Bronze Age Hungary settlement of the Somogyvár-Vinkovci culture – which then occupied the inner regions of Transdanubia – life was active around 2570-2470 BC. These observations support well the suggestion, made at the end of the 1980's based on the Dunaföldvár-Kálvária layer sequence, that in the Carpathian Basin the people of the Somogyvár-Vinkovci, Makó-Kosihy-Čaka and proto-Nagyrév cultures are almost of identical age and their territories complete one other (Endrődi 2014, 260).

There is one fundamental question forming more and more clearly in light of the latest research results, which in the three-part division of István Bóna's Early Bronze Age Hungary framework were only vaguely touched upon. The duration and the view of the absolute chronology regarding the Early Bronze Age in Hungary have changed a lot in the past decades. After using a duration of 300 years, then almost a thousand years, most recently we could calculate with 600-700 years. The latest results consistently indicate that today based on the new AMS radiocarbon data the Early Bronze Age in Hungary can be quite steadily dated to 2600-1900 BC. By now we have found out about the archaeological cultures, which were thought to be in sequential succession when the age division system was created based on the knowledge of the end of the 1950's, that in many cases they were in fact more or less contemporary cultures with territories completing each other. For this reason the question is inevitable, whether it is really justifiable to keep the many-times reinterpreted internal division of the Hungarian Early Bronze Age, consisting three phases – or even half a dozen if we include the sub-periods. Does it really help or rather impede the results of Hungarian research – thinking more and more in a European context – to become internationally incorporated? For example, while analysing radiocarbon data Slovenian researchers have recently pointed out that the Early Bronze Age in Hungary seems to start only in its 2nd period (Črešnar & Teržan 2014, 663). The anomaly was basically due to a contradiction between previously dating the beginning of the Early Bronze Age in Hungary too low around 2800 BC and the new AMS radiocarbon results. A number of Hungarian researchers came up with two solutions for resolving this contradiction. Considering that based on the overlapping calibration curves Late Copper Age and Early Bronze Age cultures were much more likely to live parallel, they could not exclude the possibility that the radiocarbon data could simply not be separated correctly (Kulcsár & Szeverényi 2013, 71). It is this latter possibility why it is especially important what Alin Frînculeasa and his colleagues have observed. They have examined Copper Age samples from the eastern foregrounds of the Carpathians based on the

results of the Kiev laboratory and they have noted a striking density of data between 3300-3100 cal BC and 2880-2580 cal BC. Relying upon these findings they presumed to find two plateaus appearing in the radiocarbon measurements in these periods (Frînculeasa et al. 2015, 48). Based on all this, due to the coincidence between the dating of the plateau to around 2880-2580 cal BC and the data sorted to the Carpathian Basin transition period, today it seems more likely that the wider than normal overlapping of data was only a metrological phenomenon, which has not reflected a real historical process. This argument is also supported by the fact that no one have successfully observed and separated the mixed material of finds of the Late Copper Age-Early Bronze Age periods belonging to the supposed transition period.

Paul Reinecke's Central European chronology and the new AMS data

In light of the radiocarbon data of the cemetery of Singen in southern Germany, from the end of the 1980's, the beginning of the Central European Early Bronze Age was placed in accordance with the beginning of the RBz A1 period of Reinecke's traditional chronological division almost 500 years earlier, to 2300/2200 BC (Becker et al. 1989, 433). The internal periodization traditionally using technological aspects since Reinecke, separating the beginning of the RBz A2 period based on the strikingly different cast bronze objects after the hammered objects of the RBz A1 period, dated it around 2000 BC, which is also supported by the dendrochronological data of the chieftain's grave in Leubingen (Becker et al. 1989, Abb. 4). When

Stockhammer's team re-measured ten graves from the Singen site, they were surprised to find that the new AMS procedure consistently gave them younger data, based on which they have lowered the beginning of the RBz A1 period to around 2150/2100 BC. Comparing the data of the graves found around Stuttgart and in eastern Germany it became clear that it is impossible to separate RBz A1 and A2 periods strictly according to technological aspects, since there is a significant overlapping between the measurement data of graves classified to one or the other period strictly on a typological basis (Stockhammer et al. 2015, 32. 18-24). What was evident from the data is that the end of the RBz A period could be placed around 1700 BC, meaning that the period instead of the previous 750/700 years long duration would cover only 450 years. Consequently, instead of the previously presumed dating of 1600/1550 BC, the beginning of the Late Bronze Age would be now at the beginning of the 17 century BC (Stockhammer et al. 2015, 18). It has to be also taken into consideration that regarding the question of a longer or shorter duration of the transition period between the Late Neolithic Age and the Bronze Age they deem more probable a short, smooth transition based on their datasets (Storckhammer et al. 2015, 24). Their new results call attention to not only clarifying the starting and ending points of Central European Early Bronze Age, but that the data measured by using the older, traditional technique and the results of the new AMS procedure cannot always be used together, not even with recalibrations (Figs. 1-2.).

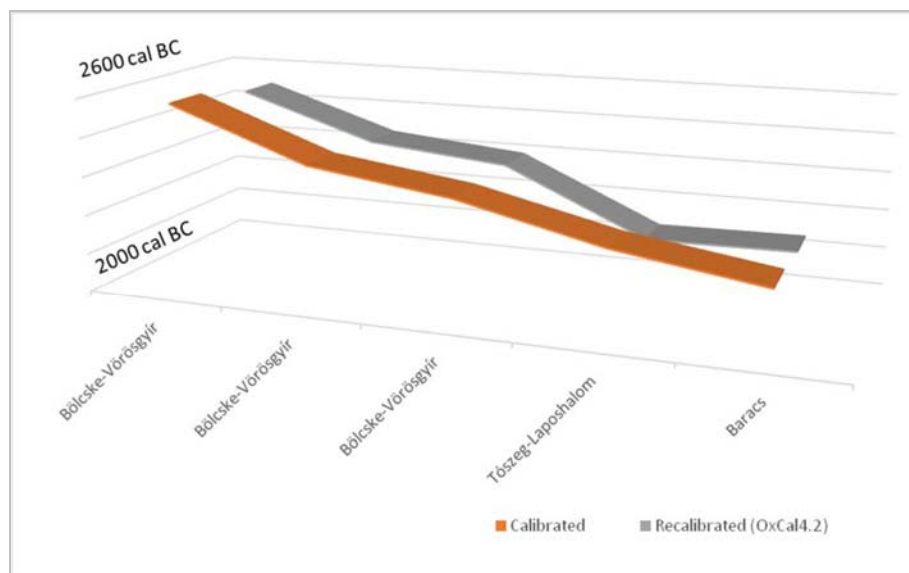


Fig. 1.:
The previous and the recalibrated radiocarbon data of the Nagyrév culture (Raczky et al. 1992; OxCal 4.2 Bronk Ramsey 2013)

1. ábra:
A Nagyrév kultúra régi és újrakalibrált radikarbon adatai (Raczky et al. 1992; OxCal 4.2 Bronk Ramsey 2013)

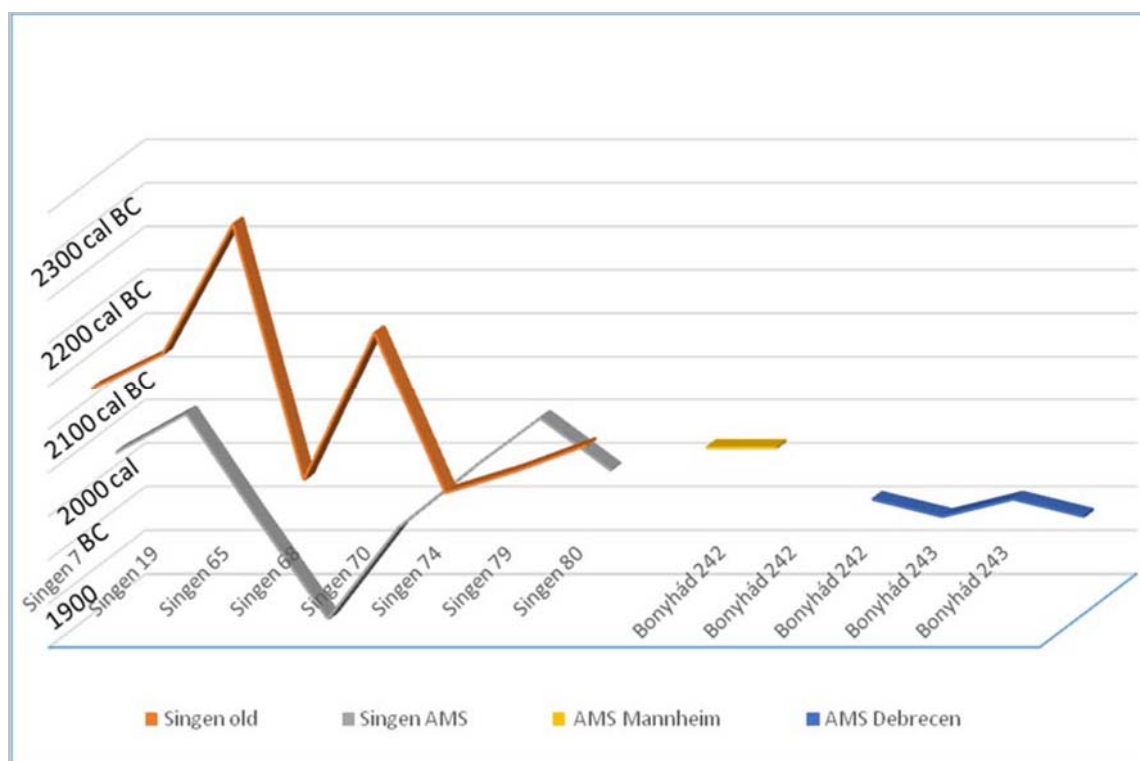


Fig. 2.: Comparison between the traditional and the new BP radiocarbon data of the Early Bronze Age cemetery of Singen (Stockhammer et al. 2015, based on Table 4) and date of Bonyhád-Biogáz BBQ242-243 graves (Hajdu et al. 2016; Kiss et al. 2014, Fig. 11.)

2. ábra: Singen kora bronzkori temetőjének eltérő módszerekkel mért régi és új BP radiokarbon adatainak (Stockhammer et al. 2015, Table 4. alapján) valamint Bonyhád-Biogáz BBQ242-243 sírok összehasonlítása (Hajdu et al. 2016; Kiss et al. 2014, Fig. 11.)

Among the results of the German researchers, the new AMS data, shorter than those of the samples traditionally measured, raise some especially interesting questions about the beginning and ending of the Early Bronze Age in Hungary, but also about determining the starting and ending points of internal periods. Up to this very day, Hungarian research uses István Bóna's three-part division system of Bronze Age, developed in the 1950's, based on the stages of general social development theory (Bóna 1958). Though from time to time it was updated to align it with new scientific accomplishments, its internal division has been kept unchanged ever since. Bóna, in his own system, has placed the entire Carpathian Early Bronze Age period before the RBz A1 period, between 1900-1650 BC (Bóna 1960a, 46). He has drawn parallels between the Central European Early Bronze Age and the period from which the Middle Bronze Age findings were originated (Bóna 1958, 223). He stuck to his opinion even in the catalogue published in 1992, though then already a whole range of new archaeological findings and radiocarbon data have indicated both in Hungary and abroad that the Carpathian Early Bronze Age does not precede the RBz A1 period, but the two

are parallel to each other, and that the period is much longer than previously presumed (Kalicz 1984; 1989; Kalicz-Schreiber 1984). Only after the death of the professor, who had founded this school of thought, did his students assemble and compare the data of scientific examinations in relation to both Paul Reinecke's Central European- and István Bóna's Hungarian chronologies of the Bronze Age, in light of the results of European Bronze Age research of the time, as well as with the typochronological observations primarily focusing on bronze objects. After the turn of the millennium both radiocarbon and dendrochronological data became available, so Viktória Kiss took the two into consideration together to find the connections between the two areas and chronological systems while primarily focusing on the bronze objects found in the graves and the absolute chronological boundaries (Kiss 2005, Fig. 9. 2). Regarding the beginning of the Early Bronze Age in Hungary, she only briefly mention that although some deem the date 2800/2700 BC a possible beginning (MRE 2003, 476), she was rather focusing on determining the boundaries of the last phase of that age. Using the data of German research, she has also used the radiocarbon data of the Singen cemetery and the

dendrochronological results of the oak wood remains in Leubingen as a starting point (Kiss 2005, 221-222). Based on the data available, she thought it possible to synchronise the chronological systems of the two areas by putting the 3rd phase of the Hungarian Early Bronze Age between 2200-2000 BC, corresponding to the RBz A1 period of Central European Bronze Age, and the subsequent Hungarian Middle Bronze Age placing it between 2000-1500 BC (RBz A2a-b, RBz A2c-B). She considers that the findings from cultures which had occupied the Eastern and Western areas of the Carpathian Basin, as well as the Western parts of Central Europe, could be all connected by setting the starting and ending points of the Hungarian Early and Middle Bronze Age at the turn of the RB A1 and A2 periods (Kiss 2005, 221-222). Based on new AMS radiocarbon data, she and her co-authors have recently dated the 3rd period of Early Bronze Age Hungary a bit later, between 2100-1900 BC, which comes close to Stockhammer's results in many respects (Kiss et al. 2015, 32). On the one hand, they calculate with a shorter interval than previously presumed, while on the other hand even their data show younger starting and ending points for the phase, which has been still regarded parallel with the RBz A1 period.

Problems with the periodization and dating of the Early Bronze Age in the Hungary

The contradictions between the different radiocarbon dating results could be clarified by the target-oriented processing of Carpathian Late Copper Age-Early Bronze Age radiocarbon data from most of the important sites, according to certain problem-specific aspects (Ilon 1991; Raczky et al. 1992; Dani & Horváth 2012; Kiss 2012; Jaeger & Kulcsár 2013; Kulcsár-Szeverényi 2013; Krauß 2013; Črešnar & Teržan 2014; Kiss et al. 2015; P. Fischl et al. 2015; Fríncipeasa et al. 2015). Due to the change in measurement techniques, as well as the effects of environmental and other factors, the data available are often very diffused and they are hardly compatible with traditional archaeological chronologies. For this reason I have only used the mixed, older data for illustrating only the direction of the main tendencies, and in every case they have been recalibrated by using the IntCal atmospheric calibration curve with the OxCal 4.2 program (Bronk Ramsey 2009; Reimer et al. 2013). In light of the recalibrated data it was clear that even in case of the extremely high or low values, one margin of the measuring range was still overlapped by seemingly average data..

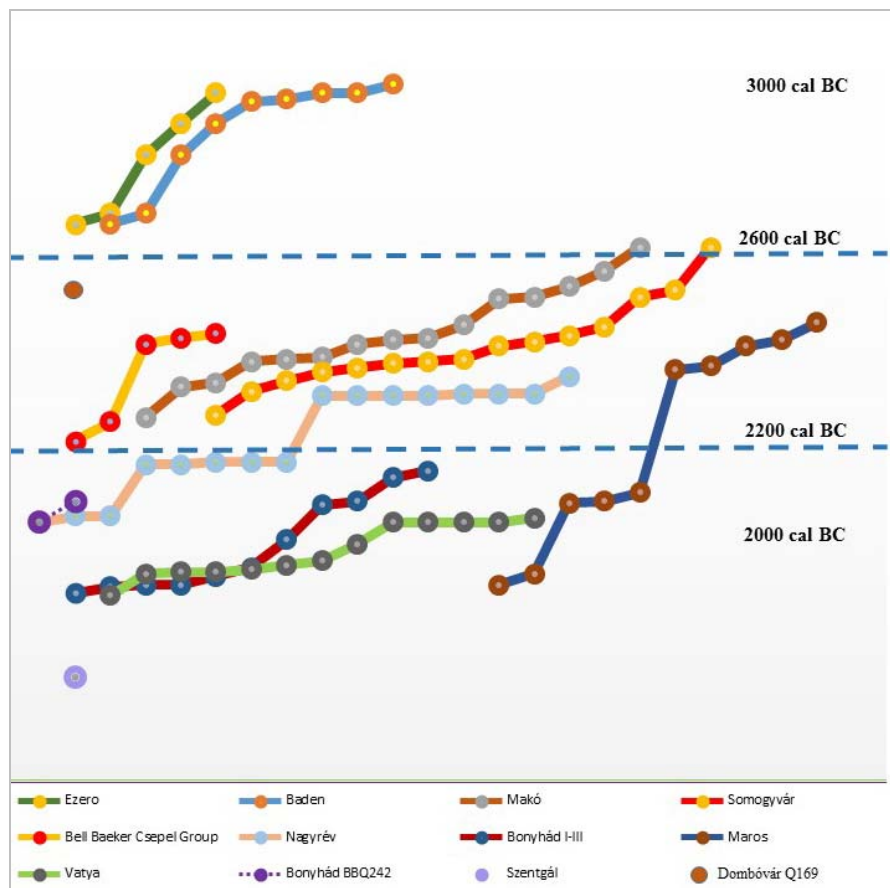


Fig. 3.:
Trend lines of Early Bronze Age chronology in the Carpathian Basin based on the traditional and the latest AMS radiocarbon data (based on the data of Table 1.)

3. ábra:
Kora bronzkori időrendi trendvonalak a Kárpát-medencében a hagyományos és újabb AMS radiokarbon adatok alapján (1. táblázat adatai alapján)

So I have decided that instead of using the curves usually applied for statistical analysis, this time I would leave out the extreme values and worked with the mean value of the received values, rounded to the nearest ten, so that I can get a more expressive, graphic illustration of the tendencies. However for answering certain partial questions, I have specifically taken into account the AMS results of the last decade (**Fig. 3.**)

Looking at the radiocarbon data and research results published from a wider or narrower area, it seems more and more apparent regarding the entire Carpathian Basin that what Hungarian research now calls the 1st period of the Early Bronze Age based on István Bóna's age division, might have started around 2600 cal BC beside the Makó-Kosihy-Čaka, the Somogyvár-Vinkovci and the proto-Nagyrév cultures, living in parallel. However, there are extremely high, mostly earlier, data at the excavation sites of both the Somogyvár-Vinkovci and the Makó-Kosihy-Čaka cultures (Črešnar & Teržan 2014 663; Raczky et al. 1992). Because of these it was not clear whether the deviation is caused only by the anomalies of radiocarbon dating, or the first waves of the Jamnaja culture really arrived in the southern half of the Carpathian Basin already in the Late Copper Age (Dani & Horváth 2012, 110-111). If it is the case, then the transition period presumed by others (Dani & Horváth 2012, 100; Kulcsár & Szeverényi 2013, 75., 82) would connect more tightly with the Late Copper Age than with the beginning of the Early Bronze Age, even according to those radiocarbon data which indicate the Baden culture as predominant in the entire area of the Carpathian Basin and the Balkans. However, the data from the sites of both the Late Copper Age Baden culture and the Early Bronze Age Somogyvár-Vinkovci and Makó-Kosihy-Čaka cultures indicate a value close to 2600 cal BC with relative consistency, meaning that the turn of the age happened in an enormous area swiftly and at the same time. There is a significant quantity of mixed archaeological findings missing from a large area to be able to confirm the longer transition period, presumed by many based on the elongated radiocarbon results. Moreover, the Baden elements found in the remains of the Somogyvár-Vinkovci culture are not necessarily a proof of their further stay in the Carpathian Basin, since during their migration they could have met these influences already on their way along the Lower Danube.

Looking at chronological dating supplemented with the examination of the area and the process of the expansion of certain Early Bronze Age archaeological cultures shows an especially interesting picture. Today researchers are relatively unified in that the Makó-Kosihy-Čaka culture occupying the eastern and north-western parts of the Carpathian Basin from 2600/2500 BC is almost

of the same age as the people of the Somogyvár-Vinkovci culture, taking the area of the late Vučedol culture in the southern and western half of Transdanubia and as the proto-Nagyrév people settling along the Danube and Tisza rivers (P. Fischl et al. 2015, Fig. 3). These three cultures of Carpathian Basin-significance are perfectly completed by the row of sites of the Bell Beaker culture of determining importance with regards to the entire European Prehistory, coming up along the Danube until the area of Budapest and projecting into the territories of the other cultures and - based on radiocarbon data - settling down from around 2500-2200/2100 BC (Endrődi 2013; Patay 2013; P. Fischl et al. 2015, 505-506). The current research is also relatively unified in that this period closes with the ending of the Hungarian Early Bronze Age period 2/A – along with the life of the mentioned archaeological cultures, with the exception to the proto-Nagyrév people occupying the central parts of the Carpathian Basin alongside the two rivers. Life in the settlements of the latter culture becomes much more active than previously, and starts the thriving tell-development of the Nagyrév- and the significantly overlapping - Vatyka culture until the end of the Middle Bronze Age.

Looking at the question from a different angle, all of this shows that regarding historical processes, in Bóna's Hungarian Early Bronze Age chronology the turning point is not between the 1st and 2nd period, but afterwards, and even then the change was only of a small degree which would not have an effect on the entire Carpathian Basin like during the turning period between the Copper Age and the Early Bronze Age. At the same time, it is evident that changes like at the end of the lives of the abovementioned four big cultures occurred later with some delay only affecting certain, much smaller regions, typically along the routes leading inside the Carpathian Basin. It is also apparent that from the beginning of the Copper Age these regions, lying in a half circle, starting from the south-eastern green corridor of the Danube through the Verecke- and Dukla Pass to the north-western region leading to the Vienna Basin, were under the direct or indirect influence of the movements of the different Steppe people living outside the Carpathians. First, the early Maros culture appeared in the area of the Tisza and Maros rivers, then the Nyírség culture in the eastern parts and the Hatvan culture in the Northern Great Plain region (P. Fischl et al. 2015, 506-508., Fig. 1b). Research traditionally places the development of these cultures stretching during the Hungarian Early Bronze Age period 2/B (Bóna 1992; Koós 1999, 105; Kiss et al. 2015, 27).

The Transdanubian occurrence of rolled stick-ornamented pottery at the end of the life of the Somogyvár-Vinkovci culture indicates the

influence of the Corded Ware culture coming from a north-western direction (Bándi 1967, 27; Szabó 2010). The related skeletal graves are at the same time marking the earliest period in the cemetery of the Encrusted Pottery culture at Bonyhád. The pottery of the Somogyvár culture appearing along the Danube at the Nagyrév sites from the second half of the Hungarian Early Bronze Age period 2 might also indicate that most of the population moved close to the river from the Steppe peoples arriving from Northwest, but originated from the East (Szabó 2010, 112).

The processing of the material found at the cemetery of the Encrusted Pottery culture at Bonyhád has brought results that give us the opportunity to have a unique, wider look at this complex problem, connecting the two approaches of different views, the ^{14}C values of the Szentgál Kőlik Cave of the Mecsek Hill and the latest radiocarbon data. The typo-chronological classification of grave furniture, especially of some of the metal objects is comparable with the re-measured finds of the cemetery at Singen. On the other hand, most of the radiocarbon examinations of finds were performed in the laboratory of Debrecen, though now using the AMS method. Furthermore, as I have already mentioned, one of the samples of grave BBQ 242 was also examined in the same Mannheim laboratory where many of the finds of Stockhammer were evaluated (Fig. 2.). The remains of the peculiar pottery of the people named by part of the research as the Kisapostag culture and their dead lying on the back with legs turned on the side, were found during the construction of the Bonyhád-Biogas plant and according to the five radiocarbon data of the two graves (BBQ242-243) measured in two laboratories (Debrecen, Mannheim) their ages are 1σ 2125–1891 cal BC, and 2σ 2136–1834 cal BC (Hajdu et al. 2016; Kiss et al. 2015, Fig. 11). These graves are already the first representatives of the process that leads to the Middle Bronze Age development. The southern Transdanubian inner hill-country and the areas along the Danube continue to develop in another direction. The spreading of Encrusted Pottery over the former areas of the Somogyvár culture and the Vátya culture living along the Danube and in the Mezőföld region, on the former tells of the Nagyrév culture without larger breaks was observed until the end of the Middle Bronze Age.

Besides the appearance of new elements, the strong influence and mixing of earlier archaeological cultures is apparent for example in the cemetery at Bonyhád (Bonyhád, BBQ103J5: Szabó 2010, 108., 5. Table 7). The overlapping and mixing seen in the

findings and in the anthropological material might have led to the “tessellation” already described by Mária Károlyi in the 1970’s (Károlyi 1972). In connection with the previously sharply divided RBz A1 and A2 periods of the Central European Bronze Age, Stockhammer and his colleagues have basically come to the same conclusion, picking out the mixing and regionally different dating of the typical artefact types of these two periods (Stockhammer et al. 2015, 29).

The rich material of finds from the graves at the Bonyhád site well reflects that the cemetery was continuously used until the end of the Middle Bronze Age. Similarly continuous and seamless development appears in most parts of the Carpathian Basin, which started at the latest at the beginning of István Bóna’s Early Bronze Age Hungary period 3 and lasted until the end of the Middle Bronze Age (Bóna 1992, 16-17). All these indicate that the historical processes outlined by the radiocarbon data cannot be closely connected with István Bóna’s three-part division chronology system of Early Bronze Age Hungary developed in the 1950’s based on the stages of general social development theory (beginning, flourishing and decline).

As Hungarian research early recognised, the Carpathian Basin occupies a unique, independent place between the Central European cultures of basically German approach or the Balkan-Aegean cultures, not only in a territorial aspect but also regarding the historical processes (Mozsolics 1937; 1943; Patay 1938; Bóna 1958). In the Early Bronze Age the Carpathian Basin was in close contact with the abovementioned geographic regions, but it had a range of independent archaeological cultures developing in their own, regional pace. For this reason it still seems necessary to keep the Early Bronze Age chronological system of the Carpathian Basin reflecting its own peculiarities, aligned with the latest results of research, while to synchronise it also with the results of European research.

There is a wide consensus among researchers about the beginning of the Carpathian Early Bronze Age around 2600/2500 BC and ending around 1900 BC (Kiss et al. 2015, 32; P. Fischl et al. 2015). In light of the latest data, this, serving as a good basis, shows synchronising it with Reinecke’s chronological system, generally used in European research, expedient and also possible through the clarification of the turning points of the internal periods. Findings from the Bell Beaker culture around Budapest give us a direct chance for synchronising, since they were present in a large part of Europe in the RBz A0 period (Endrődi 2013) (Fig. 4.).

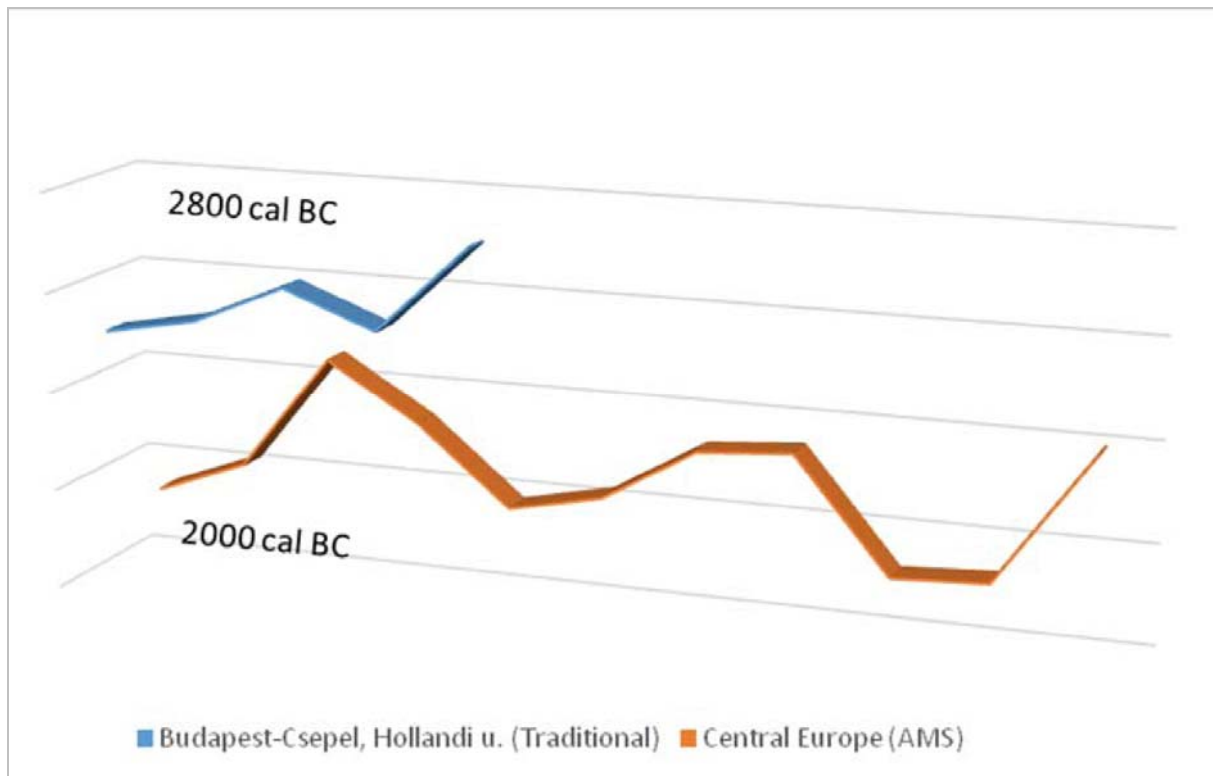


Fig. 4.: Comparison between the data measured by traditional methods of the Bell Beaker Culture cemetery found at Hollandi Road, Budapest-Csepel (Raczky et al. 1992) and the recent AMS results of Augsburg, Hugo-Eckener-Straße, Universitäts-gelände and Königsbrunn, Ampacksites (Stockhammer et al. 2015, based on the data of Table 1.)

4. ábra: A Harangedényes kultúra Budapest-Csepel Hollandi úti temetőjében hagyományos eszközökkel (Raczky et al. 1992) és az Augsburg, Hugo-Eckener-Straße illetve Universitätsgelände, valamint Königsbrunn, Ampack lelőhelyeken újabban mért AMS eredmények összehasonlítása (Stockhammer et al. 2015, Table 2. adatai alapján)

Stockhammer and his colleagues received data about the ages of three Bell Beaker culture graves from Engen-Welschingen to be around 2σ 2490–2110 cal BC, based on the results of the laboratory of Mannheim. Complementing these data by the re-measured data of the Early Bronze Age cemetery of Singen starting from 2150 cal BC, they have determined the end point of the RBz A0 period to be around 2150 BC (Stockhammer et al. 2015, 24). The value of BBQ242 grave of Bonyhád measured also in Mannheim to 2σ 2140–1950 cal BC fits well this picture, suggesting that the 1st period of the Carpathian Early Bronze Age could be partially parallel to the RBz A0 period, corresponding with its 2150 BC ending as well (Fig. 2., 5.).

The measurement of grave BBQ242 in the laboratory of Debrecen gave results – a bit younger than the data received in Mannheim, but still in agreement within the 2 sigma errors – between 2σ 2030–1830 cal BC (Kiss et al. 2015, Fig. 11). On the other hand, recently in the case of the skeletal grave BBQ226 they have measured the same 2σ 2140–1950 cal BC data (Kiss et al. in print Fig. 6)

as the German laboratory, indicating that the 2nd period of the Carpathian Early Bronze Age could be considered parallel with the RBz A1 period, starting from the development of the Early Encrusted Pottery – and with some deviations – the early Maros, Nyírség and Hatvan cultures, spanning from around 2150 BC until 1900 BC.

In spite of the contradictions between typochronological and radiocarbon data, based on the observations made at the Bonyhád excavation site, it seems that in the middle of the second half of our Early Bronze Age – of the period lasting until approximately the 19th century BC – the use of pottery with encrusted ornamentation in a wide band, as seen in the graves of Bonyhád phase III, became popular together with the custom of cremation. (We should only mention in parentheses that the use of variously produced incrustations without a white inlay clearly shows that the incrustation had its own meaning by itself. Especially in case of grave potteries, their encrusted inlays provided further information to the observer (Szabó & Hajdu 2011).

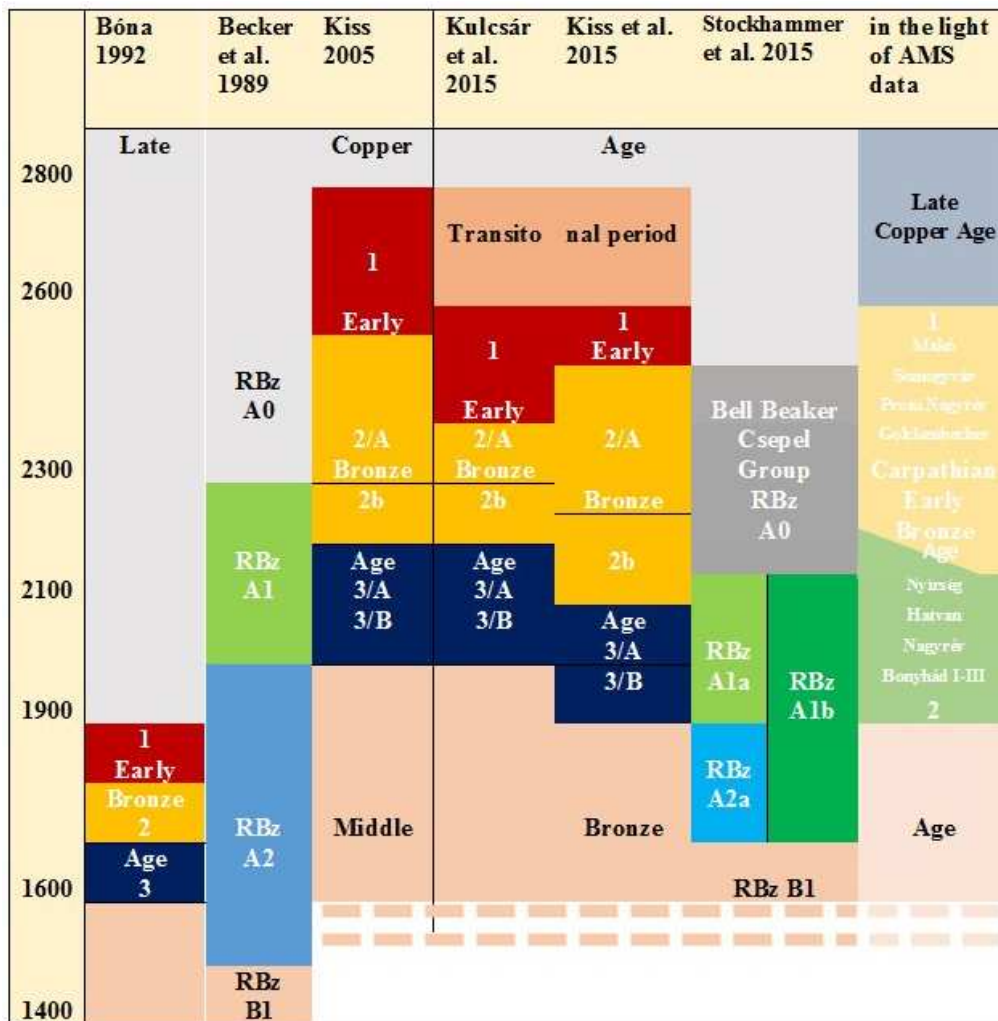


Fig. 5.: The chronological changes and the chronological order based on the recent ¹⁴C data of the Early Bronze Age in the Carpathian Basin and their synchronisation with the archaeological findings in Central Europe

5. ábra: A Kárpát-medence kora bronzkori kronológiájának változásai és az újabb ¹⁴C adatok alapján kirajzolódó időrendje, szinkronizációja Közép-Európa régészeti leleteivel

Periodization of the Carpathian Early Bronze Age in light of the recent radiocarbon data

New research results and the increasing number of AMS radiocarbon data both show that the Carpathian Early Bronze Age could be rather divided into two distinct periods, between which the turning point is not so sharp, since on a regional level the new and the older cultures seemed to live in parallel for a shorter or longer period of time. For this reason the new research results justify using a two-part division of the Early Bronze Age in Hungary, which better aligns with the historical processes than the previous, artificial division into three parts. Also, instead of using artificial national boundaries it seems more reasonable to categorically use the geographic territorial integrity,

extending research to the actual boundaries of the Carpathian Basin (Fig. 5).

Carpathian Early Bronze Age 1 (CEBA 1: 2600/2500 cal BC – ~2150 cal BC) spanning over the lifetimes of the Makó-Kosihy-Čaka, Somogyvár-Vinkovci, proto-Nagyrév cultures and Bell Beaker Csepel Group occupying the region according to radiocarbon data after 2600/2500 cal BC, corresponding with István Bóna’s Early Bronze Age period 1-2/A.

Carpathian Early Bronze Age 2 (CEBA 2: ~2150 cal BC – ~1900 cal BC) involving the early period of expansion (Bonyhád phases I-III) of the Nagyrév, early Maros, Nyírség, Hatvan cultures, as well as the Encrusted Pottery culture in Transdanubia, reflecting the influences of the Late Corded Ware culture, corresponding with István Bóna’s Early Bronze Age period 2/A-3.

Table 1.: List of the used radiocarbon data**1. táblázat:** A felhasznált radiokarbon adatok

Site	Sample	BP	References
Late Copper Age, Balkan			
Gomolova (RS)	GrN 13168	4380±70	Forenbaher 1993; Stadler et al. 2001, 551. Table 7.
Ószentiván (HU)	Bin 476	4515±80	Stadler et al. 2001, 551. Table 7.
Podolic (SK)	Bin 556	4455±80	Forenbaher 1993; Stadler et al. 2001, 551. Table 7.
Niederhollabrunn (AT)	ETH 15241	4710±95	Stadler et al. 2001, 551. Table 7.
Ezero (BG)	Bin 421	4335±80	Stadler et al. 2001, 551. Table 7.
Ezero (BG)	Bin 422	4310±80	Stadler et al. 2001, 551. Table 7.
Ezero (BG)	Bin 427	4365±80	Stadler et al. 2001, 551. Table 7.
Ezero (BG)	Bin 428	4260±80	Stadler et al. 2001, 551. Table 7.
Ezero (BG)	Bin 429	4130±100	Stadler et al. 2001, 551. Table 7.
Ezero (BG)	Bin 1822	4275±65	Stadler et al. 2001, 551. Table 7.
Ezero (BG)	Bin 1824	4135±65	Stadler et al. 2001, 551. Table 7.
Sitagroi (GR)	Bin 773	4390±100	Stadler et al. 2001, 551. Table 7.
Sitagroi (GR)	Bin 782	4310±100	Stadler et al. 2001, 551. Table 7.
Sitagroi (GR)	Bin 878	4395±100	Stadler et al. 2001, 551. Table 7.
Sitagroi (GR)	Bin 879	4550±100	Stadler et al. 2001, 551. Table 7.
Sitagroi (GR)	Bin 880	4510±100	Stadler et al. 2001, 551. Table 7.
Sitagroi (GR)	BM 650a	4363±56	Stadler et al. 2001, 551. Table 7.

Site	Sample	BP	References
Sitagroi (GR)	BM 651	4332±79	Stadler et al. 2001, 551. Table 7.
Arbon Bleiche (CH)	B 6360	4710±30	Stadler et al. 2001, 551. Table 7.
Foeni Gaz (RO)	MAM11203	4214±27	Krauß & Ciobotaru 2013, 61.
Foeni Gaz (RO)	MAMS10893a	4133±25	Krauß & Ciobotaru 2013, 61.
Foeni Gaz (RO)	MAMS-10893b	4126±26	Krauß & Ciobotaru 2013, 61.
Foeni Gaz (RO)	Hd-29516	4017±48	Krauß & Ciobotaru 2013, 61.
Late Copper Age, Hungary			
Sárrétudvar Órhalom Tumulus 10 grave	Deb-6639	4350±40	Dani & Horváth 2012, 29; Frînculeasa et al. 2015, Tab. 1.
Sárrétudvar Órhalom Tumulus 12 grave	Deb-6870	4520±40	Dani & Horváth 2012, 29.
Sárrétudvar Órhalom Tumulus 9 grave	Deb-6871	4060±50	Dani & Horváth 2012, 28; Frînculeasa et al. 2015, Tab. 1
Sárrétudvar Órhalom Tumulus 4 grave	Deb-7182	4135±60	Dani & Horváth 2012, 26; Frînculeasa et al. 2015, Tab. 1
Sárrétudvar Órhalom Tumulus 8 grave	Poz-39563	4530±60	Dani & Horváth 2012, 28.; Frînculeasa et al. 2015, Tab. 1
Balatonöszöd-Temetői dűlő	Deb-13379	4480 ± 70	Horváth et al. 2006, 22.
Balatonöszöd-Temetői dűlő	Deb-13245	4220 ± 50	Horváth et al. 2006; Molnár 2008.

Table 1., cont.

Site	Sample	BP	References
Makó-Kosihy-Čaka Culture			
Berettyóújfalú-Nagy-Bócs-dűlő	Poz-31798	3990±30	Dani – Kisjuhász 2013, 689.
Berettyóújfalú-Nagy-Bócs-dűlő	Poz-31800	3955±35	Dani – Kisjuhász 2013, 689.
Berettyóújfalú-Nagy-Bócs-dűlő	Poz-31803	3970±40	Dani – Kisjuhász 2013, 689.
Domony	Hd-1330	3785±70	Dani – Kisjuhász 2013, 689.
Nyíregyháza-Császárszállás	Deb-9383	4020±70	Dani – Kisjuhász 2013, 689.
Nyíregyháza-Császárszállás 5	Deb-10260	3900±50	Dani – Kisjuhász 2013, 689.
Kismarja-Nagymarjai-dűlő	Deb-10092	3930±60	Dani – Kisjuhász 2013, 689.
Kismarja-Nagymarjai-dűlő	Deb-10093	3830±50	Dani – Kisjuhász 2013, 689.
Foeni Gaz (Ro)	MAMS-10894	3936±25	Krauβ & Ciobotaru 2013, 61.
Foeni Gaz (RO)	Poz-38231	3915±35	Krauβ & Ciobotaru 2013, 61.
Foeni Gaz (RO)	MAMS-10891	3902±25	Krauβ & Ciobotaru 2013, 61.
Somogyvár-Vinkovci Culture			
Josipovac (HR)	Beta-261089	3840±40	Črešnar & Teržan2014, 664, 665.
Čepinski Martinci (HR)	Beta-278756	3850±40	Črešnar & Teržan2014, 664, 665.
Nagyárpád	Bln-1634	3885±40	Raczky et.al. 1992.
Szava	Bln-1640	4000±50	Črešnar & Teržan2014, 664, 665.
Nagyárpád	Bln-1945	3900±60	Raczky et.al. 1992.; Črešnar & Teržan2014, 664, 665.
Pod-Kotom sever 1 (SL)	KIA21397/2	3355±30	Črešnar & Teržan2014, 664, 665.

Site	Sample	BP	References
Jakopovec-Blizna (HR)	KIA22471	2960±25	Črešnar & Teržan2014, 664, 665.
Jakopovec-Blizna (HR)	KIA22473	2880±30	Črešnar & Teržan2014, 664, 665.
Grofovsko (SL)	KIA22956	3450±30	Črešnar & Teržan2014, 664, 665.
Grofovsko (SL)	KIA22957/2	3335±35	Črešnar & Teržan2014, 664, 665.
Vinkovci (HR)	KIA29563	3881±25	Črešnar & Teržan2014, 664, 665.
Pince (SL)	KIA30276	3940±30	Črešnar & Teržan2014; 663, 665.
Pince (SL)	KIA30279	3860±25	Črešnar & Teržan2014; 663, 665.
Pod-Kotom sever 1 (SL)	KIA32898	3365±45	Črešnar & Teržan2014; 677.
Josipovac (HR)	KIA35439	3926±24	Črešnar & Teržan2014, 664, 665.
Za Rašćico (SL)	KIA36663	4096±30	Črešnar & Teržan2014; 662, 663, 665.
Za Rašćico (SL)	KIA36664	3900±35	Črešnar & Teržan2014; 662, 663, 665.
Za Rašćico (SL)	KIA36665	3865±30	Črešnar & Teržan2014; 662, 663, 665.
Za Rašćico (SL)	KIA37370	4020±25	Črešnar & Teržan2014; 662, 663, 665.
Vinkovci (HR)	Z-1817	3810±78	Črešnar & Teržan2014, 664, 665.
Vinkovci (HR)	Z-1818	3835±78	Črešnar & Teržan2014, 664, 665.
Balatonőszöd–Temetői dűlő, B-2104.	Ki-16688	3460±60	Horváth 2014, 576, Table 19.
Dombóvár-Tesco DTQ169. pit		2570-2470 cal BC	Gál 2017, 96.
Bell Beaker Csepel Group			
Budapest, Csepel-Háros	Bln-1221	4235±100	Raczky et.al. 1992.

Table 1., cont.

Site	Sample	BP	References
Budapest, Csepel-Hollandi u.	Bln-1333	3960±80	Raczky et.al. 1992.
Budapest, Csepel-Hollandi u.	Bln-1334	4030±60	Raczky et.al. 1992.
Budapest, Csepel-Hollandi u.	Bln-1335	4160±60	Raczky et.al. 1992.
Budapest, Csepel-Hollandi u.	Bln-1404	4165±60	Raczky et.al. 1992.
Budapest, Csepel-Hollandi u.	Bln-1406	3945±60	Raczky et.al. 1992.
Szigetcsép	Bln-1638	3970±45	Raczky et.al. 1992.
Szigetcsép	Bln-1639	4030±60	Raczky et.al. 1992.
Budapest, Csepel-Hollandi u.	GrN-6900	3945±40	Raczky et.al. 1992.
Budapest, Csepel-Hollandi u.	GrN-6901	3770±50	Raczky et.al. 1992.
Szigetszentmiklós-Felső-Úrge-hegyi dűlő 10. sír	VERA-4748	3920 ± 40	Patay 2013, Fig. 19; P. Fischl et al. 2015, Appendix 1.
Szigetszentmiklós-Felső-Úrge-hegyi dűlő 49. sír	VERA-4749	3830 ± 40	Patay 2013, Fig. 19; P. Fischl et al. 2015, Appendix 1.
Szigetszentmiklós-Felső-Úrge-hegyi dűlő 50. sír	VERA-4750	3775 ± 35	Patay 2013, Fig. 19; P. Fischl et al. 2015, Appendix 1.
Szigetszentmiklós-Felső-Úrge-hegyi dűlő 367.. sír	VERA-4755	3875 ± 40	Patay 2013, Fig. 19; P. Fischl et al. 2015, Appendix 1.
Szigetszentmiklós-Felső-Úrge-hegyi dűlő 626. sír	VERA-4757	3845 ± 35	Patay 2013, Fig. 19; P. Fischl et al. 2015, Appendix 1.
Békásmegyer 193. sír	DeA-2875	3845 ± 36	P. Fischl et al. 2015, Appendix 1.
Békásmegyer 432a. Sír	DeA-2876	3831 ± 35	P. Fischl et al. 2015, Appendix 1.
Békásmegyer 445. sír	DeA-2877	3874 ± 33	P. Fischl et al. 2015, Appendix 1.

Site	Sample	BP	References
Nagyrev Culture			
Bölcske-Vörösgyír	Bln-1647	3820±40	Raczky et.al. 1992.
Bölcske-Vörösgyír	Bln-1648	3855±50	Raczky et.al. 1992.
Bölcske-Vörösgyír	Bln-1649	3950±70	Raczky et.al. 1992.
Tószeg-Laposhalom	Bln-1987	3765±60	Raczky et.al. 1992.
Baracs	Bln-340	3735±79	Raczky et.al. 1992.
Foeni Gaz (RO)	MAMS-10892	3712±25	Krauß & Ciobotaru 2013, 61.
Foeni Gaz (RO)	MAMS-10895	3696±31	Krauß & Ciobotaru 2013, 61.
Nyírség Culture			
Bakonszeg-Kádárdomb	Bln-1645	3625±40	Raczky et.al. 1992.
Hatvan Culture			
Törökszentmiklós-Terehalom	Bln-?	3620±50	Raczky et.al. 1992.
Jászdózsa-Kápolnahalom	Bln-1020	3790±60	Raczky et.al. 1992.
Jászdózsa-Kápolnahalom	Bln-1844	3525±50	Raczky et.al. 1992.
Jászdózsa-Kápolnahalom	Bln-1845	3480±50	Raczky et.al. 1992.
Jászdózsa-Kápolnahalom	Bln-1849	3550±60	Raczky et.al. 1992.
Jászdózsa-Kápolnahalom	Bln-1851	3480±58	Raczky et.al. 1992.
Jászdózsa-Kápolnahalom	Bln-1852	3570±85	Raczky et.al. 1992.
Jászdózsa-Kápolnahalom	Bln-1853	3636±65	Raczky et.al. 1992.
Tószeg-Laposhalom	Bln-1898	3595±65	Raczky et.al. 1992.
Törökszentmiklós-Terehalom	Bln-1930	3620±51	Raczky et.al. 1992.
Törökszentmiklós-Terehalom	Bln-1931	3510±50	Raczky et.al. 1992.
Jászdózsa-Kápolnahalom	Bln-2020	3790±100	Raczky et.al. 1992.
Polgár-Kenderföld	Deb-1487	3360±60	Raczky et.al. 1992.
Polgár-Kenderföld	Deb-1488	3410±60	Raczky et.al. 1992.

Table 1., cont.

Site	Sample	BP	References
Polgár-Kenderföld	Deb-1489	3580±60	Raczky et.al. 1992.
Polgár-Kenderföld	Deb-1490	3490±60	Raczky et.al. 1992.
Polgár-Kenderföld	Deb-1491	3490±60	Raczky et.al. 1992.
Polgár-Kenderföld	Deb-1492	3440±60	Raczky et.al. 1992.
Tószeg-Laposhalom	GrN-6653	3685±35	Raczky et.al. 1992.
Maros Culture			
Kláralfalva-Hajdova	Beta-23098	3660±110	Raczky et.al. 1992.
Kláralfalva-Hajdova	Beta-23099	3820±90	Raczky et.al. 1992.
Kláralfalva-Hajdova	Beta-23100/Beta-23101	3532±81	Raczky et.al. 1992.
Kláralfalva-Hajdova	Beta-23103	3590±140	Raczky et.al. 1992.
Kláralfalva-Hajdova	Beta-23105	3380±60	Raczky et.al. 1992.
Kiszombor-Új Élet	Beta-30493	3960±190	Raczky et.al. 1992.
Kláralfalva-Hajdova	Beta-30494	3400±120	Raczky et.al. 1992.
Kláralfalva-Hajdova	Beta-30495	3670±110	Raczky et.al. 1992.
Kláralfalva-Hajdova	Beta-30497	3400±180	Raczky et.al. 1992.
Kláralfalva-Hajdova	Beta-30500	3370±100	Raczky et.al. 1992.
Kláralfalva-Hajdova	Beta-30501	3340±240	Raczky et.al. 1992.
Kiszombor-Új Élet	Beta-34442	3980±160	Raczky et.al. 1992.
Kiszombor-Új Élet	Beta-34443	3920±100	Raczky et.al. 1992.
Kiszombor-Új Élet	Beta-34444	3640±140	Raczky et.al. 1992.
Kiszombor-Új Élet	Beta-34445	3880±100	Raczky et.al. 1992.
Kiszombor-Új Élet	Beta-34449	3990±90	Raczky et.al. 1992.
Kiszombor-Új Élet	Beta-34450	4110±110	Raczky et.al. 1992.
Kláralfalva-Hajdova	Bln-1225	3270±100	Raczky et.al. 1992.
Kiskundorozsma-Hosszúhát halom 56. sír	Deb-8073	3755 ± 32	Bende & Lőrinczy 2002, 87, Tab. 1.

Site	Sample	BP	References
Kiskundorozsma-Hosszúhát halom 55. sír	Deb-8055	3678 ± 47	Bende & Lőrinczy 2002, 87, Tab. 1.
Kiskundorozsma-Hosszúhát halom 66. sír	Deb-8095	3623 ± 44	Bende & Lőrinczy 2002, 87, Tab. 1.
Kiskundorozsma-Hosszúhát halom 15. sír	Deb-8071	3574 ± 51	Bende & Lőrinczy 2002, 87, Tab. 1.
Mokrin 208. sír (RS)	GrN-14179	3690 ± 30	Forenbaher 1994; P. Fischl et al. 2015, Appendix 1.
Mokrin 110. sír (RS)	GrN-14178	3655 ± 30	Forenbaher 1994; P. Fischl et al. 2015, Appendix 1.
Mokrin 52. sír (RS)	GrN-7977	3650 ± 50	Forenbaher 1994; P. Fischl et al. 2015, Appendix 1.
Mokrin 227. sír (RS)	GrN-14180	3650 ± 35	Forenbaher 1994; P. Fischl et al. 2015, Appendix 1.
Mokrin 237. sír (RS)	GrN-14181	3595 ± 35	Forenbaher 1994; P. Fischl et al. 2015, Appendix 1.
Mokrin 259. sír (RS)	GrN-8809	3500 ± 35	Forenbaher 1994; P. Fischl et al. 2015, Appendix 1.
Western Hungary, Encrusted pottery /Bonyhád I-V./			
Vörs-Máriaasszony-sziget 76.	Deb-11965	3570±50	Kiss et al. 2015, Fig. 7.
Vörs-Máriaasszony-sziget 75.	Deb-12542	3520±50	Kiss et al. 2015, Fig. 7.
Vörs-Máriaasszony-sziget 52.	Deb-1238	3490±50	Kiss et al. 2015, Fig. 7.
Vörs-Máriaasszony-sziget 75.	Deb-1239	3500±60	Kiss et al. 2015, Fig. 7.

Table 1., cont.

Site	Sample	BP	References
Vörs–Máriaasszony-sziget 80.	Deb-12547	3390±50	Kiss et al. 2015, Fig. 7.
Győr–Ménfőcsanak–Széles-földek 8464. sír	DeA-1742	3562±32	Kiss et al. 2015, Fig. 7.
Szentgál–Mecsekhegy, Kőlik-barlang	Deb-1693	3360±60	Ilon 1991, 93; Kiss et al. 2015, Fig. 7.
Balatonkeresztúr–Réti-dűlő B-938	VERA 4230	3455 ± 35	Kiss et al. 2015, Fig. 11.
Bonyhád–Biogáz BBQ242 grave	MAMS 19119	3657±28	Hajdu et al. 2016, 356; Kiss et al. 2015, Fig. 11.
Bonyhád–Biogáz BBQ242 grave	DeA-5488	3584± 24	Kiss et al. 2015, Fig. 11.
Bonyhád–Biogáz BBQ242 grave	DeA-6224	3583± 30	Kiss et al. 2015, Fig. 11.
Bonyhád–Biogáz BBQ243 grave	DeA-5489	3580± 23	Kiss et al. 2015, Fig. 11.
Bonyhád–Biogáz BBQ243 grave	DeA-6225	3584± 29	Kiss et al. 2015, Fig. 11.
Vatya Culture			
Bölcske–Vörösgyír	Bln-1646	3620±40	Raczky et al. 1992.
Bölcske–Vörösgyír	Bln-1681	3410±60	Raczky et al. 1992.; Forenbaheer 1993.
Százhalombatta-Földvár	Bln-1941	3265±60	Raczky et al. 1992.; Forenbaheer 1993.
Mende–Leányvár	Bln-1942	3280±45	Raczky et al. 1992.; Forenbaheer 1993.
Dunaújváros–Kosziderpadlás	Bln-341	3505±80	Raczky et al. 1992.; Forenbaheer 1993.
Százhalombatta-Földvár	LuS6042	3325±50	Raczky et al. 1992.; Forenbaheer 1993.
Százhalombatta-Földvár	LuS6043	3345±50	Raczky et al. 1992.; Forenbaheer 1993.
Százhalombatta-Földvár	LuS6044	3245±50	Raczky et al. 1992.; Forenbaheer 1993.

Site	Sample	BP	References
Százhalombatta-Földvár	LuS6045	3205±50	Raczky et al. 1992.; Forenbaheer 1993.
Százhalombatta-Földvár	LuS6046	3420±50	Raczky et al. 1992.; Forenbaheer 1993.
Százhalombatta-Földvár	LuS6047	3265±50	Raczky et al. 1992.; Forenbaheer 1993.
Százhalombatta-Földvár	LuS6048	3370±50	Raczky et al. 1992.; Forenbaheer 1993.
Százhalombatta-Földvár	LuS6049	3335±50	Raczky et al. 1992.; Forenbaheer 1993.
Százhalombatta-Földvár	LuS6050	3475±80	Raczky et al. 1992.; Forenbaheer 1993.
Százhalombatta-Földvár	LuS6051	3365±50	Raczky et al. 1992.; Forenbaheer 1993.
Százhalombatta-Földvár	LuS6052	3285±50	Raczky et al. 1992.; Forenbaheer 1993.
Százhalombatta-Földvár	LuS6053	3520±50	Raczky et al. 1992.; Forenbaheer 1993.
Érd	LuS-6054	3585±50	Jaeger & Kulcsár 2013, 313, 318.
Érd	LuS-6055	3535±50	Jaeger & Kulcsár 2013, 313, 318.
Érd	LuS-6056	3320±45	Jaeger & Kulcsár 2013, 313, 318.
Érd	LuS-6057	3280±50	Jaeger & Kulcsár 2013, 313, 318.
Érd	LuS-6058	3255±45	Jaeger & Kulcsár 2013, 313, 318.
Érd	LuS-6060	3310±45	Jaeger & Kulcsár 2013, 313, 318.
Érd	LuS-6061	3460±50	Jaeger & Kulcsár 2013, 313, 318.
Érd	LuS-6062		Jaeger & Kulcsár 2013, 313, 318.

Table 1., cont.

Site	Sample	BP	References
Érd	LuS-6063	3550±50	Jaeger & Kulcsár 2013, 313, 318.
Kakucs-Baladomb	Poz & 36175	3230±35	Jaeger & Kulcsár 2013; 296, 298, 308, 309.
Kakucs-Baladomb	Poz-36176	3510±35	Jaeger & Kulcsár 2013; 296, 298, 308, 309.
Kakucs-Baladomb	Poz-36177	3315±30	Jaeger & Kulcsár 2013; 296, 298, 308, 309.
Kakucs-Baladomb	Poz-36178	3550±35	Jaeger & Kulcsár 2013; 296, 299, 308, 309.
Kakucs-Baladomb	Poz-36202	3590±35	Jaeger & Kulcsár 2013; 296, 298 & 299, 308, 309.
Kakucs-Baladomb	Poz-36203	3605±35	Jaeger & Kulcsár 2013; 296, 299, 308, 309.
Kakucs-Baladomb	Poz-36204	3605±35	Jaeger & Kulcsár 2013; 296, 299, 308, 309.
Kakucs-Baladomb	Poz-36205	3565±30	Jaeger & Kulcsár 2013; 296, 300, 308, 309.
Kakucs-Baladomb	Poz-36206	3470±30	Jaeger & Kulcsár 2013; 296, 300, 308, 309.
Kakucs-Baladomb	Poz-36207	3530±30	Jaeger & Kulcsár 2013; 296, 299, 308, 309.

References

- BÁNDI G. (1967): A dél-dunántúli mészbetétes edények népe kultúrájának elterjedése és eredete. *Dunántúli Dolgozatok* **4** 1–52.
- BECKER, B., KRAUSE, R., KROMER, B. (1989): Zur absoluten Chronologie der frühen Bronzezeit. *Germania* **67** 421–442.
- BENDE L., LŐRINCZY G. (2002): Kora bronzkori temető és település a kiskundorozsmai Hosszúhát-Halmon. *MFME–Studia Archaeologica* **8** 77–107.

BÓNA, I. (1958): Chronologie der Hortfunde vom Koszider-Typus. *Acta Archeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **9** 211–243.

BÓNA, I. (1992): Bronzezeitliche Tell-Kulturen in Ungarn. In: MEIER-ARENDDT, W. Hrsg.: *Bronzezeit in Ungarn. Forschungen in Tell-Siedlungen an Donau und Theiss*. Museum für Vor- und Frühgeschichte – Archäologisches Museum, Frankfurt am Main. 9–38.

BRONK RAMSEY, C. (2009): Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon* **51** 337–360.

ČREŠNAR, M. & TERŽAN, B. (2014): Absolutno datiranje bronaste dobe na Slovenskem. [Absolute dating of the Bronze Age in Slovenia]. In: TERŽAN, B. & ČREŠNAR, M. (s sodelavci - with contributors), *Absolutno datiranje bronaste in železne dobe na Slovenskem*. [Absolute dating of the Bronze and Iron Ages in Slovenia]. Univerza v Ljubljani, Narodni muzej Slovenije, Ljubljana, 661–702.

DANI J. & HORVÁTH T. (2012): *Őskori kurgánok a magyar Alföldön. A Gödörsíros (Jamnaja) entitás magyarországi kutatása az elmúlt 30 év során. Áttekintés és revízió*. Archeolingua, Budapest–Debrecen, 1–216.

DANI, J., KISJUHÁSZ, V. (2013): Bestattungen der Makó-Kultur in Berettyóújfalu, Nagy-Bócsdűlő. I In: ANDERS, A. et al. eds., Moments in Time: Papers presented to Pál Raczky on His 60th Birthday. *Ősrégészeti tanulmányok - Prehistoric Studies* **1** L'Harmattan, Budapest. 671–692.

ENDRŐDI, A. (2013): Recent data on the settlement history and contact system of the Bell Beaker – Csepel group. In: ANDERS, A. et al. eds., Moments in Time: Papers presented to Pál Raczky on His 60th Birthday. *Ősrégészeti tanulmányok - Prehistoric Studies* **1** L'Harmattan, Budapest. 693–706.

ENDRŐDI, A. (2014): Effects of cultural contacts on the burial rites of the Bell Beaker – Csepel Group. In: BESSE, M. ed., *Proceedings of the International Conference „Around the Petit-Chasseur Site”* – Sion, Switzerland. Arhcaeopress 2011. 259–275.

P. FISCHL K., KULCSÁR G. (2011): Tiszán innen Dunán túl. A kora bronzkor kérdései a kiskundorozsmai temető kapcsán – Diesseits der Theiss, jenseits der Donau. Fragen der Frühbronzezeit hinsichtlich des Gräberfeldes von Kiskundorozsma. *MFME–Studia Archaeologica* **12** 59–90.

P. FISCHL, K., KISS, V., KULCSÁR, G., SZEVEÉNYI, V. (2013): Old and new narratives for the Carpathian Basin around 2200 BC. In: MELLER, H., ARZ, W. H., JUNG, R., RISCH, R. eds., 2200 BC – A climatic breakdown as a cause

for the collapse of the old world? Landesmuseum für Vorgeschichte, *Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle* **12** 503-524.

FORENBAHER, S. (1993): Radiocarbon dates and absolute chronology of the central European Early Bronze Age. *Antiquity* **67** 218–220, 235–256.

FORENBAHER, S. (1994): The Late Copper Age Architecture at Vučedol. *Journal of Field Archaeology* **21** 307–323.

FRÎNCULEASA, A., PREDA, B., HEYD, V. (2015): Pit-Graves, Yamnaya and Kurgans along the Lower Danube: Disentangling IVth and IIIrd Millennium BC Burial Customs, Equipment and Chronology. *Praehistorische Zeitschrift* **90/1-2** 45–113.

GÁL, E. (2017): Animals at the Dawn of Metallurgy in South-Western Hungary. Institute of Archaeology, Research Centre for the Humanities, Hungarian Academy of Sciences, Budapest 1–288.

HAJDU, T., GYÖRGY-TORONYI, A., PAP, I., ROSENDAHL, W. (2016): The chronology and meaning of the Transdanubian encrusted pottery decoration. Submitted manuscript, *Praehistorische Zeitschrift* **91/2** 353–368.

HORVÁTH, T. (2014): The Prehistoric Settlement at Balatonöszöd–Temetői-dűlő. (ed.) *Varia Archaeologica Hungarica* **29** Archaeolingua, Budapest. 1-733.

HORVÁTH, T., S. SVINGOR, É., MOLNÁR, M. (2006): Újabb adatok a baden-péceli kultúra keletkezéséhez. *Archeometriai Műhely* **3** 19–30.

ILON G. (1991): A Szentgál–Mecsek-hegyi Kő-lik barlang régészeti emlékei. Előzetes jelentés. [Archäologische Funde in der „Kő-lik” Höhle im Mecsek-Berg bei Szentgál (KomitatVeszprém)]. *Tapolcai Városi Múzeum Közleményei* **2** 83–95.

JAEGER, M. & KULCSÁR, G. (2013): Kakucs-Balla-domb. A case study in the absolute and relative chronology of the Vatyá culture. *Acta Archeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **64** 293–324.

KALICZ, N. (1984): Die Makó-Kultur. In: TASIĆ, N. Hrsg., *Kulturen der Frühbronzezeit des Karpatenbeckens und Nordbalkans*. Balkanoški Inst. SANU **22** Beograd. 93–107.

KALICZ, N. (1989): Die chronologischen Verhältnisse zwischen der Badener Kultur und den Kurganräubern in Ostungarn. In: M. Buchvaldek, M. & Pleslová-Štiková, E. (red.) *Das Äneolithikum und die früheste Bronzezeit (C14 3000–2000 b.c.) in Mitteleuropa: kulturelle und chronologische Beziehungen*. Acta des XIV. Internationalen Symposiums Prag-Liblice 1986. *Praehistorica* **15** 121–132.

KALICZ-SCHREIBER, R. (1984): Komplex der Nagyrév-Kultur. In: TASIĆ, N. Hrsg., *Kulturen der Frühbronzezeit des Karpatenbeckens und Nordbalkans*. Balkanoški Inst. SANU **22** Beograd. 133–189.

KÁROLYI M. (1972): Adatok a Nyugat-Dunántúl kora- és középső bronzkori történetéhez. [Beiträge zur Geschichte der Früh- und Mittelbronzezeit von Westtransdanubien]. *Savaria* **5-6** 167–194.

KISS V. (2005): Megjegyzések a magyarországi kora és középső bronzkor relatív és abszolút keletkezésének kérdéseire. In: KOLOZSI B. szerk., *Őskoros kutatók IV. összejövetelének konferenciakötete Debrecen. Hajdú-Bihar Megyei Múzeumok Igazgatósága, Debrecen. MŰMŰ IV* 215–250.

KISS, V. (2012): Central European and Southeastern Alpine Influences upon Western Transdanubia's Early and Middle Bronze Age. In: ANREITER, P., BÁNFFY, E., BARTOSIEWICZ, L., MEID, W., METZNER-NEBELSICK, C. eds., *Archaeological, Cultural and Linguistic Heritage. Festschrift for Erzsébet Jerem in Honour of her 70th Birthday*. Archaeolingua, Budapest, 321–335.

KISS, V., FÁBIÁN, SZ., HAJDU, T., KÖHLER, K., KULCSÁR, G., MAJOR I., SZABÓ G. (2015): Contributions to the Relative and Absolute Chronology of the Early and Middle Bronze Age in Western Hungary Based on Radiocarbon Dating of Human Bones. In: NÉMETH, R. & REZI, B. eds., *Bronze Age chronology in the Carpathian Basin. Proceedings of the International Colloquium from Târgu Mureş 2–4 October 2014. Biblioteka Musei Marisiensis Seria Archaeologica* **8** 23–36.

KISS, V., FÁBIÁN, SZ., HAJDU, T., KÖHLER, K., MAJOR, I., SERLEGI, G., SZABÓ, G. (in press): From inhumation to cremation – changing burial rites in Early and Middle Bronze Age Hungary. In: KNEISEL, J., NAKOINZ, O. eds., *Tipping point in the Bronze Age - Modes of change – inhumation versus cremation in Bronze Age burial rites. International Open Workshop: Socio-Environmental Dynamics over the Last 12,000 Years: The Creation of Landscapes IV* Kiel. in print.

KOÓS J. (1999): Újabb adatok a kora bronzkori Makó-kultúra elterjedéséhez és időrendjéhez Északkelet-Magyarországon. *Hermann Ottó Múzeum Évkönyve* **37** 103–128.

KRAUß, R. & CIOBOTARU, D. (2013): Daten zum Ende des Badener Keramikstils und dem Beginn der Frühbronzezeit aus Foeni-Gaz im rumänischen Banat. *Praehistorische Zeitschrift* **88/1-2** 38–113.

KULCSÁR, G. (2009): The Beginning of the Bronze Age in the Carpathian Basin. The Makó-

Kosihy-Čaka and the Somogyvár-Vinkovci Culture. *Varia Archaeologica Hungarica* **23** Budapest, 1–526.

KULCSÁR, G. (2011): Untangling the Early Bronze Age in the Middle Danube Valley. In: KOVÁCS, GY. & KULCSÁR, G. (eds.): Ten Thousand Years along the Middle Danube. Life and Early Communities from Prehistory to History. *Varia Archaeologica Hungarica* **26** 179–210.

KULCSÁR, G. & SZEVEÉNYI, V. (2013): Transition to the Bronze Age: Issues of Continuity and Discontinuity in the First Half of the Third Millennium BC in the Carpathian Basin. In: HEYD, V., KULCSÁR, G., SZEVEÉNYI, V. eds., *Transitions to the Bronze Age. Interregional Interaction and Socio-Cultural Change in the Third Millennium BC Carpathian Basin and Neighbouring Regions*. Archaeolingua, Budapest. 67–92.

MOLNÁR, M. (2008): New Radiocarbon Dates for the Baden Culture. *Radiocarbon* **50**/3 447–458.

MOZSOLICS A. (1937): A dunántúli bronzkor kialakulása. *Vasi Szemle* **IV** 234–241.

MOZSOLICS A. (1943): A magyarországi bronzkor kronológiájáról. Kolozsvár, *Erdélyi Tudományos Füzetek* **169** 1–55.

MRE (2003): *Hungarian archaeology at the turn of the millennium*. VISY, Zs. (editor-in-Chief) Teleki László Alapítvány, Budapest, 1–486.

P. FISCHL, K., KISS, V., KULCSÁR, G., SZEVEÉNYI, V. (2015): Old and new narratives for Hungary around 2200 BC. In: MELLER, H., WOLFGANG ARZ, H., JUNG, R., RISCH, R. Hrsg., 2200 BC - Ein Kilmasturz als Ursache für den Zerfall der Alten Welt? 7. *Mitteldeutscher Archäologentag vom 23. bis 26. Oktober 2014 in Halle*. Landesmuseum für Vorgeschichte, Halle (Saale). 503–523.

PATAY P. (1938): Korai bronzkori kultúrák Magyarországon. [Frühbronzezeitliche Kulturen in Ungarn]. *Dissertationes Pannonicae* **II/13** 1–118.

PATAY, R. (2013): Bell Beaker Cemetery and Settlement at Szigetszentmiklós: First Results. 287–318. In: HEYD, V., KULCSÁR, G., SZEVEÉNYI, V. eds., *Transitions to the Bronze Age. Interregional Interaction and Socio-Cultural Change in the Third Millennium BC Carpathian Basin and Neighbouring Regions*. Archaeolingua, Budapest. 287–318.

RACZKY, P., HERTELENDI, E., HORVÁTH, F. (1992): Zur absoluten Datierung der bronzezeitlichen Tell-Kulturen in Ungarn. In: MEIER-ARENDRT, W. Hrsg., *Bronzezeit in Ungarn. Forschungen in Tell-Siedlungen an Donau und Theiss. Museum für Vor- und Frühgeschichte*,

Archäologisches Museum, Frankfurt am Main. 42–47.

REIMER, P. J., BARD, E., BAYLISS, A., WARREN BECK, J., BLACKWELL, P. G., BRONK RAMSEY, CH., GROOTES, P. M., GUILDERSON, T. P., HAFLIDASON, H., HAJDAS, I., HATTÉ, CHR., HEATON, T. J., HOFFMANN, D. L., HOGG, A. G., HUGHEN, K. A., KAISER, K. F., KROMER, B., MANNING, S. W., NIU, M., REIMER, R. W., RICHARDS, D. A., SCOTT, E. M., SOUTHON, J. R., STAFF, R. A., TURNEY, CHR. S. M., van der PLICHT, J., (2103): IntCal13 and Marine 13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon* **55** 1869–1887.

SCHREIBER, R. (1984): A kora bronzkor időrendi kérdései Budapest környékén és a Tisza vidékén. *Budapest Régiségei* **26** 33–48.

SVINGOR, É., MOGYORÓSI, M., FUTÓ, I., VERES, M., MOLNÁR M., RINYU, L. (2016): A debreceni gáztöltésű proporcionális számlálócsöves (GPC) C-14 labor nemzetközi összeméréseinek értékelése. *Archeometriai Műhely* **XIII/1** 9–18.

STADLER, P., DRAXLER, S., FRIESINGER, H., KUTSCHERA, W., PRILLER, A., ROM, W., STEIRER, P., WILD, E. M. (2001): Absolute chronology for early civilizations in Austria and Central Europe using ¹⁴C dating with accelerator mass spectrometry with special results for the absolute chronology of the Baden culture. In: Roman, P., Diamandi, S. Hrsg. Cernavodă III. – Boleraz – Ein vorgeschichtliches Phänomen zwischen dem Oberrhein und der unteren Donau. Symposium Mangalia/Neptun, 18–24. Oktober 1999. *Studia Danubiana, ser. Symp.* **2** Bucuresti, 541–562.

STOCKHAMMER, W. P, MASSY, K., KNIPPER, C., FRIEDRICH, R., KROMER, B., LINDAUER, S., RADOSAVLJEVIĆ, J., WITTENBORN, F., KRAUSE, J. (2015): Rewriting the Central European Early Bronze Age Chronology: Evidence from Large-Scale Radiocarbon Dating. *PLoS ONE* **10/10** e0139705. doi:10.1371/journal.pone.0139705

SZABÓ G. (1992): A Dunaföldvár-Kálvária telltelepülés kora bronzkori rétegsora. *Wosinsky Mór Múzeum Évkönyve* **17** 35–182.

SZABÓ G. (2010): A Dunántúli mészbetétes edények népe kultúrájának kialakulása és belső időrendje a Bonyhádon feltárt temetőrészlet tükrében, *Wosinsky Mór Múzeum Évkönyve* **32** 101–128.

SZABÓ, G. & HAJDU, T. (2011): A mészbetétes edények díszítésének szimbolikája a bonyhádi vegyes rítusú bronzkori temető embertani leleteinek feldolgozása tükrében. *Anthropológiai Közlemények* **52** 85–108.

RÉGÉSZETI NÖVÉNYTANI ADATOK A SZARMATÁK MEZŐGAZDASÁG- ÉS GAZDASÁGTÖRTÉNETI KUTATÁSÁHOZ HATVAN–BAJ-PUSZTA ÉS APC–FARKAS-MAJOR LELŐHELYEK ALAPJÁN

ARCHAEOBOTANICAL DATA ON THE ECONOMY OF THE SARMATIANS: THE CASE STUDY OF HATVAN–BAJ-PUSZTA AND APC–FARKAS-MAJOR (HEVES COUNTY, HUNGARY)

PETŐ Ákos¹; KENÉZ Árpád²; TÓTH Zoltán³

¹Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Természetvédelmi és Tájgazdálkodási Intézet, 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.

²2100 Gödöllő, Iskola u. 26.

³Dobó István Vármúzeum, 3300 Eger, Vár 1.

E-mail: peto.akos@mkk.szie.hu

Abstract

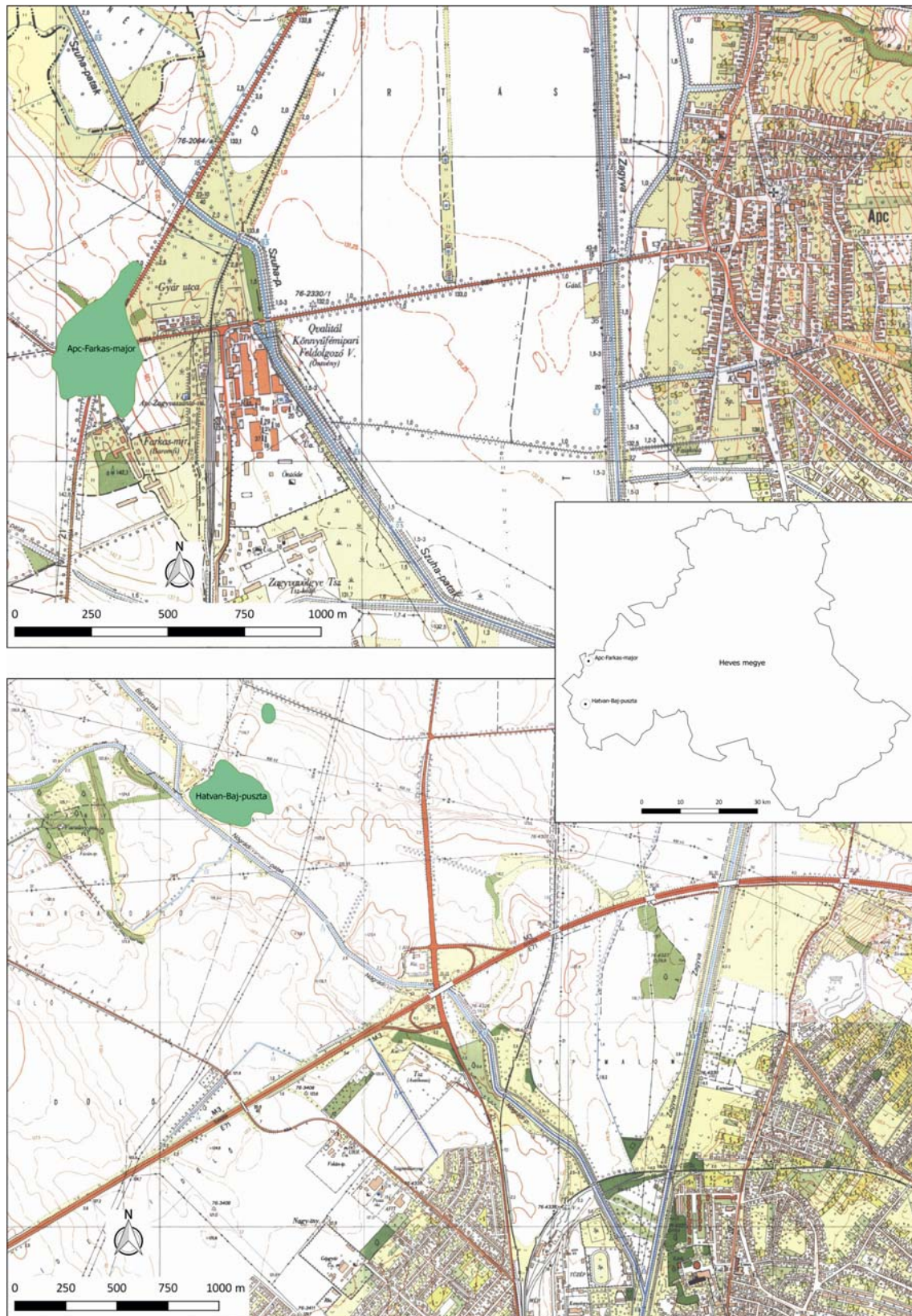
Archaeological excavation conducted between 2014 and 2016 in the vicinity of Apc and Hatvan (Heves county) by Dobó István Vármúzeum revealed features of 2nd to 5th century Sarmatian occupation. The archaeobotanical analyses of anthropogenic sediment samples collected from the pit and grave features complement our knowledge on the contemporary usage of plant resources and plant husbandry of the Sarmatians of the Zagyva valley. The shift to plant-based subsistence strategy from the dominant animal husbandry of the once nomad population is the inevitable consequence of settled lifestyle and demographic expansion. Still, plant species typical for nomad steppe cultures occurred in the archaeobotanical assemblage of Apc–Farkas-major and Hatvan–Baj-pusztá. Based on the cereal composition of the sites, it can be stated that no significant difference can be detected in the plant preferences and plant husbandry of the Sarmatian sites of the Great Hungarian Plain and those of the hill territories in Heves county. The main cereals of the Sarmatians were broomcorn millet (*Panicum miliaceum* L.) and barley (*Hordeum vulgare* L.), but einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) and emmer (*Triticum turgidum* L. subsp. *dicocum* (Schrank) Thell.) out of the hulled wheat species were also present. Wheat species requiring more developed agrotechnological knowledge, such as the spelt (*Triticum aestivum* L. subsp. *spelta* (L.) Thell.), was also identified in the archaeobotanical record, and not only its caryopses remains were found, but its glume base remains referring to on-site cereal cleaning activities were also recovered at Hatvan–Baj-pusztá.

Kivonat

A Heves megyei Apc és Hatvan települések mellett 2014 és 2016 folyamán az egri Dobó István Vármúzeum végzett megelőző feltárást, amely során több szarmata kori megtelepedéshez kapcsolódó objektum is napvilágot látott. A telep- és sírobjectumok betöltéséből gyűjtött antropogén üledékminták archeobotanikai vizsgálati eredményei jól kiegészítik a Zagyva-völgyben megtelepedő szarmaták növénytermesztési és növényhasznosítási ismereteire vonatkozó tudásunkat. Az egykoron nomád és nagyállattartó népesség letelepedésének és demográfiai növekedésének szükségszerű következménye a növénytermesztés beemelése a táplálkozási stratégiába. A nomadizáló társadalmakra jellemző fajok jelennek meg Apc–Farkas-major és Hatvan–Baj-pusztá esetében. A lelőhelyek gabonaszortimentje alapján kijelenthető, hogy nem mutatkozik jelentős eltérés az alföldi jellegű természeti környezetben található, valamint a hevesi szállásterületek növénytermesztési stratégiája és növényi preferenciája között. A jelenkori Apc és Hatvan környékén letelepült szarmaták fő gabonanövénye a köles (*Panicum miliaceum* L.) és az árpa (*Hordeum vulgare* L.), illetve pelyvás búzák közül az alakor (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) és a tönke (*Triticum turgidum* L. subsp. *dicocum* (Schrank) Thell.) lehetett, de a fejlettebb agrotechnológiát igénylő búzák közül megjelenik már a tönköly is (*Triticum aestivum* L. subsp. *spelta* (L.) Thell.), amelynek nem csak szemtermése, hanem a helyi termesztésre és feldolgozásra utaló villa-maradványa (virágzati képlete) is előkerült Hatvan–Baj-pusztá gödreiből.

KEYWORDS: HISTORY OF AGRICULTURE, PLANT USE, SUBSISTENCE STRATEGY, ARCHAEOBOTANY

KULCSSZAVAK: MEZŐGAZDASÁGTÖRTÉNET, NÖVÉNYHASZNOSÍTÁS, TÁPLÁLKOZÁSI STRATÉGIÁK, ARCHEOBOTANIKA



1. ábra: Apc–Farkas-major és Hatvan–Baj-pusztá lelőhelyek elhelyezkedése Heves megyében
Fig. 1.: Location of Apc–Farkas-major and Hatvan–Baj-pusztá archaeological sites in Heves County

Bevezetés

A Dobó István Vármúzeum a 21. sz. főút bővítésekor 2014-ben Gutay Mónika irányításával Apc–Farkas-major I. (KÖH: 85415) (Gutay & Tóth 2016)1, 2016-ban pedig Tóth Zoltán vezetésével Hatvan–Baj-pusztá II. (KÖH: 23877) lelőhelyeken végzett megelőző feltárást Heves megyében. Az apci szarmata település további kutatásait gyárépítés tette lehetővé 2016-ban Apc–Farkas-major II. (KÖH: 89941) lelőhelyen, amikor Tóth Zoltán irányította a régészeti kutatásokat2. Mindkét település a Zagyvához közel sík területen, az Alföld északi peremén, a sík- és hegyvidék találkozásánál található. Az egykori településeket kisebb vízfolyások mellett alakították ki, magasabb szárazulatokon, közelükben mocsaras-lápos, vízjárta területekkel (1. ábra).

A kedvező környezeti adottságok lehetőséget biztosítottak arra, hogy a római császárkor idején hosszabb-rövidebb időre megtelepedjenek itt a szarmata közösségek. Hatvanban közel 150 régészeti jelenséget dokumentáltak, amelyek között megtalálhatók a részben földbe mélyített lakóépületek, tárológödrök, szabadtéri kemencék és füstölők, valamint árkok is. A leletanyag elsősorban kerámia és állatcsont volt, ezeken kívül csak néhány fémtárgy töredéke került elő. A közelben, 2 km-re keletre található Hatvan–Nagygombos római őrtorony, amelyet Valentinianus császár uralkodása idején építettek 370 körül (Soproni 1978, 85.; Soproni 1985, 69–70) vagy 373-ban (Lőrincz 1985, 234). A római jelenlét ellenére csekély importáru volt a szarmata lelőhelyen, amelyek főleg *terra sigillaták*. Az őrtoronnyal részben egykorú a szarmata település. A kerámiaanyagban még néhány objektumban nagyobb mennyiségben voltak kézzel formált edénytöredékek, viszont az előkerült kerámiák többsége már lassú vagy gyorskorongolt. A hun kori gyorskorongolt, simított, fényezett felületű edénytípusok (pl. gömbös testű és bikónikus edények, egy-, vagy kétfülű, hengeres nyakú korsók stb.) már nem találhatók meg a feltárt településrészleten. A települést a kerámialeletek alapján előzetesen a 2. század második fele és 4. század között használhatták az itt élt emberek. Elképzelhető, hogy a római őrtorony és a település felhagyása egy időszakban történt meg, azonban a fontosabb következtetésekhez a szarmata lelőhely leletanyagának részletes feldolgozása szükséges.

Apcon egy nagyméretű, közel 10 hektáros lelőhely lehet, amelynek a felét sikerült eddig régészeti kutatni a két ásítás alkalmával. Összesen megközelítőleg 2500 objektum került elő. A szarmata települést hosszú időszakon keresztül, a 2–3. századtól az 5. század közepéig harmadig lakhatták. A lelőhely korai periódusában többségben voltak a kézzel formált kerámiák. A hun kori objektumokban pedig már megfigyelhetők a gyorskorongolt, simított, fényezett felületű edénytípusok, valamint a sírokból származó leletanyagok is megerősítik ezt a fázist (pl. keresztvas nélküli hosszúkar). A feltáráskor kisebb háztartáscsoportokat (részben földbe mélyített házakat, tároló- és műhelygödröket, árkokat) lehetett elkülöníteni. Egy-egy időszakban valószínűleg csak a lelőhely kisebb részét használták intenzíven. Idővel, amikor a házak már javíthatatlan állapotban voltak, azokat felhagyták és a közelükben újakat építettek. Erre utalhat az, hogy a kutatott területen szinte alig lehet találni szuperpozíciókat, viszont szarmata kori régészeti jelenségekkel sűrűn fedett a lelőhely. A településhez hasonlóan a temetkezéseknél is megállapítható, hogy egyetlen központi, megközelítőleg 15–20 sírt tartalmazó temetőn kívül az elhunytakat a lelőhely több pontján, általában 2–3 sírt tartalmazó kisebb csoportokban temették el az adott időszakban használt településrész közelében. Az egykori település pusztulása a hun kor időszakára tehető. Több lakóépületnél megfigyelhető volt az átégett pusztulási réteg. A tárológödrök közül néhányban emberi maradványok is voltak. Temetési szertartás nélkül temették el őket. A jelenség gyakori a hun kori fázissal rendelkező településeken (Vaday 1997), bár olykor a markomann háborúk után is megfigyelhető. Az apci gödörhullák előzetes összefoglalását Gutay & Tóth (2016, 130–132) adták közre. A lelőhelyen gödörbe dobott és elhelyezett emberi maradványok is voltak (Gutay & Tóth 2016, 131, 4. kép). A település objektumaiból az edénytöredékeken túl más szarmata településekhez képest nagyobb mennyiségű fibula és éremlelet került elő, valamint a sírok raboltságuk ellenére is sok mellékletet tartalmaztak.

Anyag és módszer

Mintavételezés, minta előkészítés

A megelőző feltárást alatt mindkét lelőhelyen azokról a régészeti jelenségekből, amelyek faszenes vagy átégett réteget tartalmaztak, a Dobó István Vármúzeum munkatársai földmintákat vettek. A gyűjtött minták flotálását Egerben, a múzeum raktárában végezték el 2 mm–1 mm–0,8 mm–0,5 mm-es szitasoron. Ez az eljárás megfelel az archeobotanikai minták standard flotálási protokolljának (Gyulai 2001; Kenward et al. 1980).

¹ Köszönjük Gutay Mónikának az Apc–Farkas-major I. lelőhely feltárási anyagából származó földminták felhasználását.

² Dolgozatunkban Hatvan–Baj-pusztá és Apc–Farkas-major egyszerűsített néven hivatkozunk továbbiakban a tárgyalt lelőhelyekre.

Dolgozatunk további részében a mintáknak adott sorszámmra hivatkozva (1–24-ig) tárgyaljuk az eredményeket (**1. táblázat**).

1. táblázat: A régészeti növénytani vizsgálatba vont minták jegyzéke

Table 1.: Inventory of the analysed archaeobotanical samples

Apc–Farkas-major I. (KÖH: 85415)

Sorszám	Régészeti jelenség kódja	Régészeti jelenség jellege
1.	Str: 1	humuszoltatáskor
2.	Obj: 1941; Str: 4538	gödör
3.	Obj: 1863; Str: 4368	sír
4.	Obj: 408; Str: 974	sír
5.	Obj: 1861; Str: 4364	sír
6.	Obj: 1432; Str: 3315	sír
7.	Obj: 160; Str: 322	sír
8.	Obj: 1234; Str: 2694	sír
9.	Obj: 550; Str: 1302	sír
10.	Obj: 355; Str: 818	gödör
11.	Obj: 1316; Str: 3045	sír
12.	Obj: 745; Str: 1692	sír
13.	Obj: 2128; Str: 4946	sír
14.	Obj: 1186; Str: 2598	sír
15.	Obj: 2129; Str: 4948	sír
16.	Obj: 1255; Str: 2751	sír
17.	Obj: 1853; Str: 4348	sír

1. táblázat, folyt.

Table 1., cont.

Apc–Farkas-major II. (KÖH: 89941)

Sorszám	Régészeti jelenség kódja	Régészeti jelenség jellege
18.	Obj: 429; Str: 860	gödör, a minta az egész kerámiából
Hatvan–Baj-pusztá II. (KÖH: 23877)		
19.	Obj: 39, Str: 80	gödör
20.	Obj: 65, Str: 132	gödör
21.	Obj: 99, Str: 200	kemence
22.	Obj: 52, Str: 106	gödör
23.	Obj: 99, Str: 200	kemence.
24.	Obj: 29, Str: 60	épület

Növénytani maradványok meghatározása

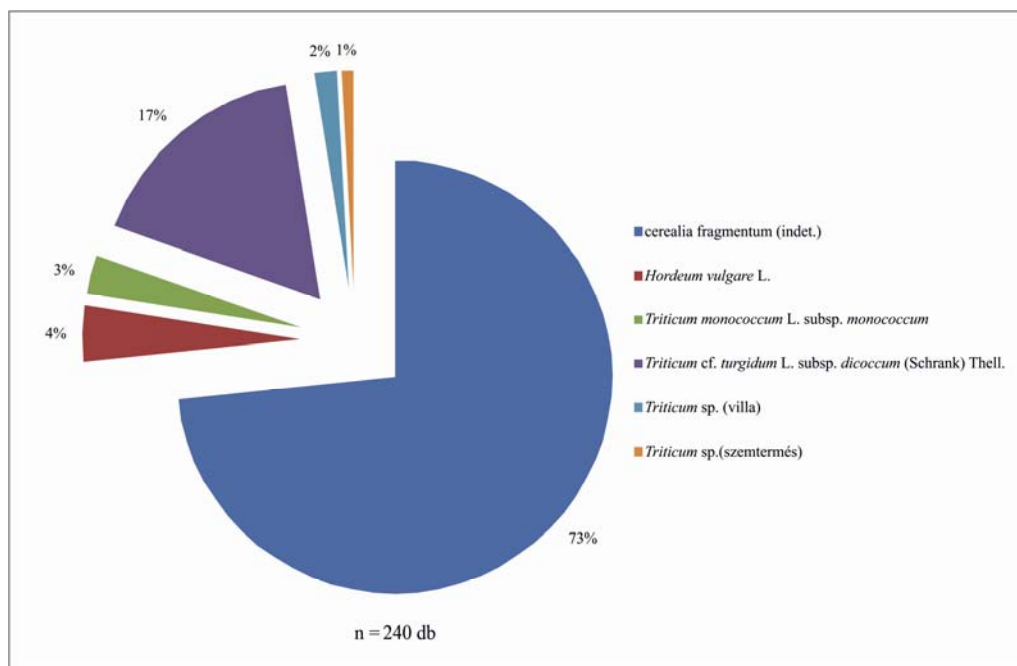
A mag- és termésmaradványok elemzéséhez (karpológia) az előkészítés során eltávolítottuk a mintákból a nedves szitálás során visszamaradt szervesanyagot (kavics, paticcs, közettörmelék, kerámia- és cseréptöredékek) és szerves alkotórészeket. Az utóbbi csoport maradványait sztereomikroszkóp segítségével (10x–5x nagyítás mellett) különböző egységekre válogattuk, majd elkülönítettük a tanulmány szempontjából fontos növényi eredetű elemeket. Ezek az alábbiak: ételmaradványok, termések, magvak, valamint a *Poaceae* család szárai és virágzati részei. Az előkészítési és határozási folyamatok során a fontosabb magleleteket dokumentáltuk (vö. **5. és 6. ábra**).

A növények magvainak és termésének meghatározásához Schermann (1966), Radics (1998), Cappers et al. (2006) és Brecher (1960) munkáit, illetve egy recens összehasonlító gyűjtemény vonatkozó tételeit is felhasználtuk.

A növényfajok tudományos elnevezése Horváth et al. (1995), Simon (2004), Király (2009) és Zohary et al. (2012) munkáit követik, az értelmezéshez felhasználtuk Gyulai munkáit (2001, 2010).

Eredmények

Az archeobotanikai elemzés tételes eredményét és a vizsgálat alapadatait az **I. melléklet** tartalmazza.



2. ábra: Apc–Farkas-major lelőhelyről feltárt gabonamaradványok megoszlása

Fig. 2.: Distribution of the cereal assemblage in the archaeobotanical record of Apc–Farkas-major archaeological site

Apc–Farkas-major lelőhelyről gyűjtött minták tételes archeobotanikai eredményei

Az Apc–Farkas-major lelőhelyről összesen 18 objektum 18 db mintáját vizsgáltuk meg (**I. melléklet**).

A 18 db mintából 272 db szenült régészeti korú növény- és ételmaradvány került napvilágra. A leletanyagban a gabonafélék dominálnak 240 db (88,23%-a a teljes leletanyagnak) maradvánnyal, amelyek közül kiemelkednek a pontosabban meg nem határozható szemterméstörödékek (*caryopsis fragmentum*) (n = 176 db; 73,33%). Az azonosítható gabonafajok között a tönke (*Triticum cf. turgidum* L. subsp. *dicoccum* (Schrank) Thell.) szemterméstörödékek száma 41 db (17,08%), az árpa (*Hordeum vulgare* L.) 10 db (4,17%) maradvánnyal képviselteti magát, míg az alakor (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) 7 db (2,92%) szemtermés-törökkel van jelen. Továbbá 1 db pontosabban meg nem határozható búzafajhoz tartozó szemtermés is előkerült még. A cséplési hulladékokat 4 db (1,67%) villatörök képviseli (**2. ábra**).

A gyomok közül csak a fehér libatopot (*Chenopodium album* L.) sikerült kimutatnunk (22 db; 8,08%-a a teljes leletanyagnak).

Szintén napvilágot láttak ételtörödékek is, ugyanakkor méretük nem teszi lehetővé, hogy pontosan meghatározzuk készítményüket. Mindenesetre annyi kijelenthető, hogy lapos, fényes

maradványokról van szó, amely arra utalhat, hogy valamilyen edény falára égett készítményből származhatnak. A meg nem határozható törödékek száma 3 db.

A továbbiakban mintánként, katalógusszerűen ismertetjük a leletanyagot.

1. minta (Str: 1): Régészeti korú maradványok tekintetében steril volt a minta. Egyéb maradványok: kisméretű faszéntörök (nagyon kevés), kalcinálódott csont.

2. minta (Obj: 1941; Str: 4538): A mintában mindösszesen 11 db gabonafajokhoz köthető szemterméstörök került elő. Egyéb maradványok: kisméretű faszéntörök (nagyon kevés), csigaháztörök, kalcinálódott csont, patics (?), rágszálófog, tojáshejtörök.

3. minta (Obj: 1863; Str: 4368): Egyetlen, pontosabban meg nem határozható szemterméstörök képviselte a gabonafajokat.

Egyéb maradványok: csigaháztörök, csont, vasborsó.

4. minta (Obj: 408; Str: 974): Régészeti korú növénymaradványok tekintetében steril volt a minta. Egyéb maradványok: csigaháztörök, recens magok/termések, vasborsó.

5. minta (Obj: 1861; Str: 4364): A mintában semmilyen maradványt nem sikerült kimutatnunk.

6. minta (Obj: 1412; Str: 3315): A mintából csak egyetlen fehér libatop (*Chenopodium album* L.) magmaradvány látott napvilágot. Egyéb maradványok: kisméretű faszéntörök (kevés), csigaháztörök.

7. minta (Obj: 160; Str: 322): A növénymaradványokat 5 db, pontosabban meg nem határozható gabonafajokhoz köthető szemterméstörök képviseli. Egyéb maradványok: kisméretű faszéntörök (kevés), csigaháztörök, csont, patics (?).

8. minta (Obj: 1234; Str: 2694): Régészeti korú növénymaradványok tekintetében steril volt a minta. Egyéb maradványok: csigaháztöredék, csont, recens magok/termések, recens rovarmaradványok.

9. minta (Obj: 550; Str: 1302): Régészeti korú növénymaradványok tekintetében steril volt a minta. Egyéb maradványok: kisméretű faszéntöredék (kevés), csont.

10. minta (Obj: 355; Str: 818): A mintában egyetlen szemtermés töredék volt, amely nagy valószínűséggel árpához (*Hordeum vulgare* L.) köthető. Egyéb maradványok: kisméretű faszéntöredék (nagyon sok), csont, tojáshejtöredék.

11. minta (Obj: 1316; Str: 3045): Régészeti korú növénymaradványok tekintetében steril volt a minta. Egyéb maradványok: csigaháztöredék, kalcinálódott csont.

12. minta (Obj: 745; Str: 1692): Az 1 db növénymaradvány egy pontosabban meg nem határozható búzafajhoz (*Triticum* sp.) tartozik. Egyéb maradványok: kisméretű faszéntöredék (nagyon kevés), kerámia.

13. minta (Obj: 2128; Str: 4946): Az előző mintához hasonlóan innen is csak egyetlen, feltételezhetően búzafajhoz (*Triticum* sp.) köthető szemterméstöredék került napvilágra. Egyéb maradványok: kisméretű faszéntöredék (nagyon kevés), csigaháztöredék, csont, patics (?).

14. minta (Obj: 1186; Str: 2598): Mindösszesen 1 db, pontosabban meg nem határozható gabonafajhoz köthető szemterméstöredék volt a mintában. Egyéb maradványok: kisméretű faszéntöredék (kevés), csigaháztöredék, patics (?).

15. minta (Obj: 2129; Str: 4948): A mintában semmilyen maradványt sem sikerült kimutatnunk.

16. minta (Obj: 1255; Str: 2751): A mintában egyetlen szemterméstöredék volt, amely nagy valószínűséggel árpához (cf. *Hordeum vulgare* L.) köthető. Egyéb maradványok: csigaháztöredék.

17. minta (Obj: 1853; Str: 4348 2683): A mintában egyetlen, meg nem határozható növényi maradvány volt. Egyéb maradványok: apró faszéntöredék (kevés), csigaháztöredék, csont.

18. minta (Obj: 429; Str: 860): Régészeti korú maradványokban leggazdagabb minta. 158 db pontosabban meg nem határozható, gabonafajokhoz köthető szemtermés-töredéken túl a mintában 41 db tönke (*Triticum* cf. *turgidum* L. subsp. *dicoccum* (Schrunk) Thell.), 8 db árpa (*Hordeum vulgare* L.), 7 db alakor (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) szemtermés, valamint 4 db, pelyvás búzafajhoz tartozó villa volt. A gyomokat 21 db fehér libatop (*Chenopodium album* L.) mag képviseli. A bevezetőben említett ételmaradványok ebből a talajmintából kerültek elő. A meg határozható növényi maradványok száma 2 db. Egyéb maradványok: apró faszéntöredék (átlagos mennyiség), csigaháztöredék, csont, patics (?), rágcáslófog.

Hatvan–Baj-pusztá II. lelőhelyről gyűjtött minták tételes archeobotanikai eredményei

A lelőhelyről származó 6 db mintából mindösszesen 773 db szénült növényi maradványt sikerült detektálnunk (**II. melléklet**). Ennek 49,4%-a (n = 382; 6 taxon) gabonafélékhez köthető.

A gabonamaradványok döntő hányadát közelebből meg nem határozható szemterméstöredékek teszik ki; ez mind a taxon szerinti megoszlást (**3. ábra**), mind a maradvány típus szerinti megoszlást bemutató grafikonon (**4. ábra**) kiütközik. Az azonosítható gabonafajok között a tönke maradványok szám a legmagasabb (n = 34 db; 8,90%), ezt követi a köles (n = 25 db; 6,54%),

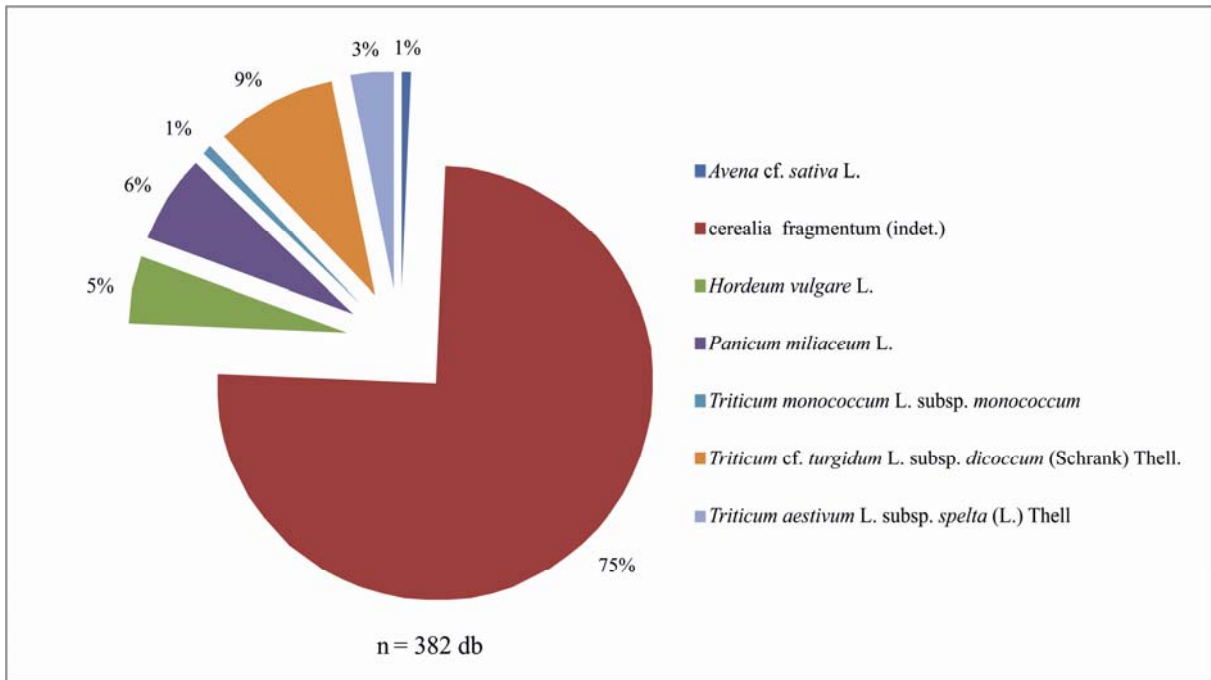
illetve az árpa (n = 19 db; 4,97%) (**3. ábra**). A hatvani gabonák között megjelenik az alakor (n = 3 db; 0,79%) és a tönköly (*Triticum aestivum* L. subsp. *spelta* (L.) Thell) (n = 12 db; 3,14%) is (**3. ábra**). A maradvány típusok között egyaránt előfordulnak egész szemtermések, valamint a helyi cséplést indikáló villamaradványok is; igaz ezek részaránya alacsony (**4. ábra**).

A szántóföldi vagy ruderalis területek növényeit 319 db maradvány képviseli, amely 17 taxonra különíthető el. Ezek nagy valószínűséggel a leletanyagban jelentkező őszi- és tavaszi vetésű gabonafélék gyomjai, illetve a zavart gyomtársulásokból kerültek ki. A természetes vegetációra egyetlen maradvány utal. Összesen 71 db (9,2%) töredék esetén nem volt meghatározható a pontos faj, olykor még a család sem. Ez elsősorban a nagyon rossz megtartásnak volt köszönhető. További szerves, vagy szervesetlen maradványokat is megfigyeltünk, úgy, mint égett csontok, recens magok/termések, patics stb.

A továbbiakban mintánként, katalógusszerűen ismertetjük a leletanyagot.

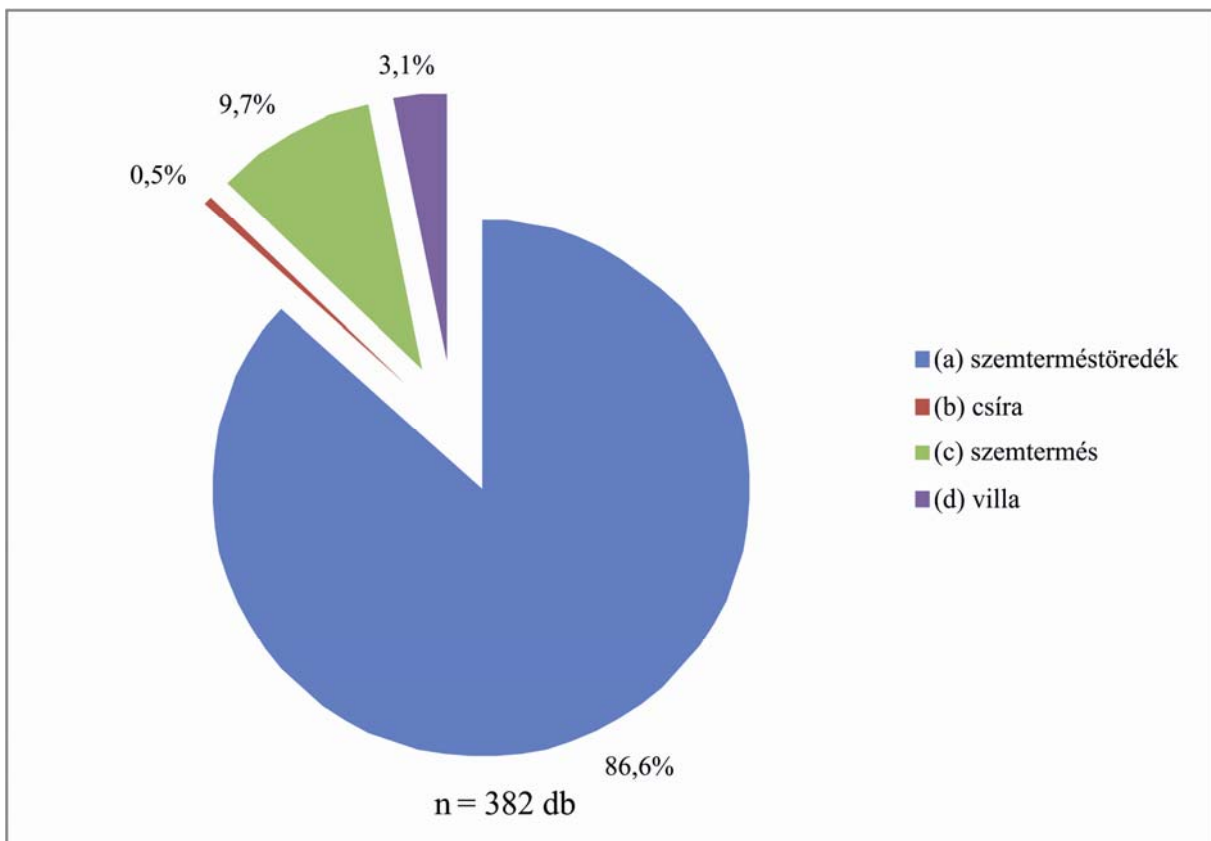
19. minta (Obj: 39; Str: 80): Maradványokban leggazdagabb minta. A gabonákhoz köthető szemterméstöredékek dominálnak (245 db). Ezek pontos besorolása nem volt lehetséges. A gabonafajok közül a tönkét (15 db, *Triticum turgidum* L. subsp. *dicoccum* (Schrunk) Thell), a tönkölyt (9 db szemtermés, 1 db villa, *T. aestivum* L. subsp. *spelta* (L.) Thell) (**5c ábra**), az árpát (4 db, *Hordeum vulgare* L.) és az alakort (2 db, *T. monococcum* L. subsp. *monococcum*) (**5d ábra**) tudtuk azonosítani. A kimutatott gyomfajok (*Chenopodium album* L. – fehér libatop, 14 db; *Chenopodium hybridum* L. – pokolvar libatop, 2 db; *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. – pirók-ujjasmuhar (**6a ábra**), 5 db; *Buglossoides arvensis* (L.) – mezei gyöngyköles, 2 db) elsősorban nitrogénben gazdag területeken, útszéli gyomtársulásokon, felhagyott területeken tenyésznek tömegesen. A pontosabban meg nem határozható maradványok között terméskocsány és szalmaszár is voltak. Egyéb megfigyelt maradványok: 2 mm alatti gabonatóredék (közepes mennyiség), kisméretű faszéntöredékek (kevés), csigaház, kalcinálódott csont, egyéb csont, kisállat csontja, patics (?), recens magok/termések. Nagy mennyiségben került elő a mintából földi bodza (*Sambucus ebulus* L.) termés, amelyek azonban nem tekinthetőek régészeti korúnak, megtartásuk modern/recens, és minden valószínűség szerint állati tevékenység eredményeképpen halmozódtak fel (Curry és Schmidt 2007; Regnier et al. 2008; Gyulai 2010).

20. minta (Obj: 65; Str: 132): Fajokban leggazdagabb minta. A gabonafélék maradványai a 19. mintához hasonló fajspektrumban fordulnak elő, de a tönke villáit és az abrakzabot (*Avena* cf. *sativa* L.) (**5a ábra**) is sikerült kimutatnunk. Érdekes módon azonban a köles (*Panicum miliaceum* L.) dominál (25 db szemtermés) (**5f ábra**). A többi faj (árpa és búzák) 10–10 db szemterméssel vannak jelen (**5b és 5e ábra**). A gyomok között egyértelműen a fehér libatop dominál 161 db maradvánnyal. Ezen túl a muharfajok (*Setaria viridis/verticillata* (L.) P.B.) szemtermése (7 db maradvány) (**6e ábra**), szulákkeserűfű (*Fallopia convolvulus* L.) (**6h ábra**), pirók-ujjasmuhar (*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.), egynyári szikárka (*Scleranthus annuus* L.) (**6d ábra**), földi bodza (*Sambucus ebulus* L.) (**6g ábra**) csonthej (ez is a ruderalis területeket valószínűsíti), mezei tarsóka (*Thlaspi arvense* L.) (**6f ábra**), réti lórom (*Rumex obtusifolius* L.), széltippán (*Apera spica-venti*) és puha rozsok (*Bromus hordeaceus* L.) gyomfajok néhány termése is napvilágra került.



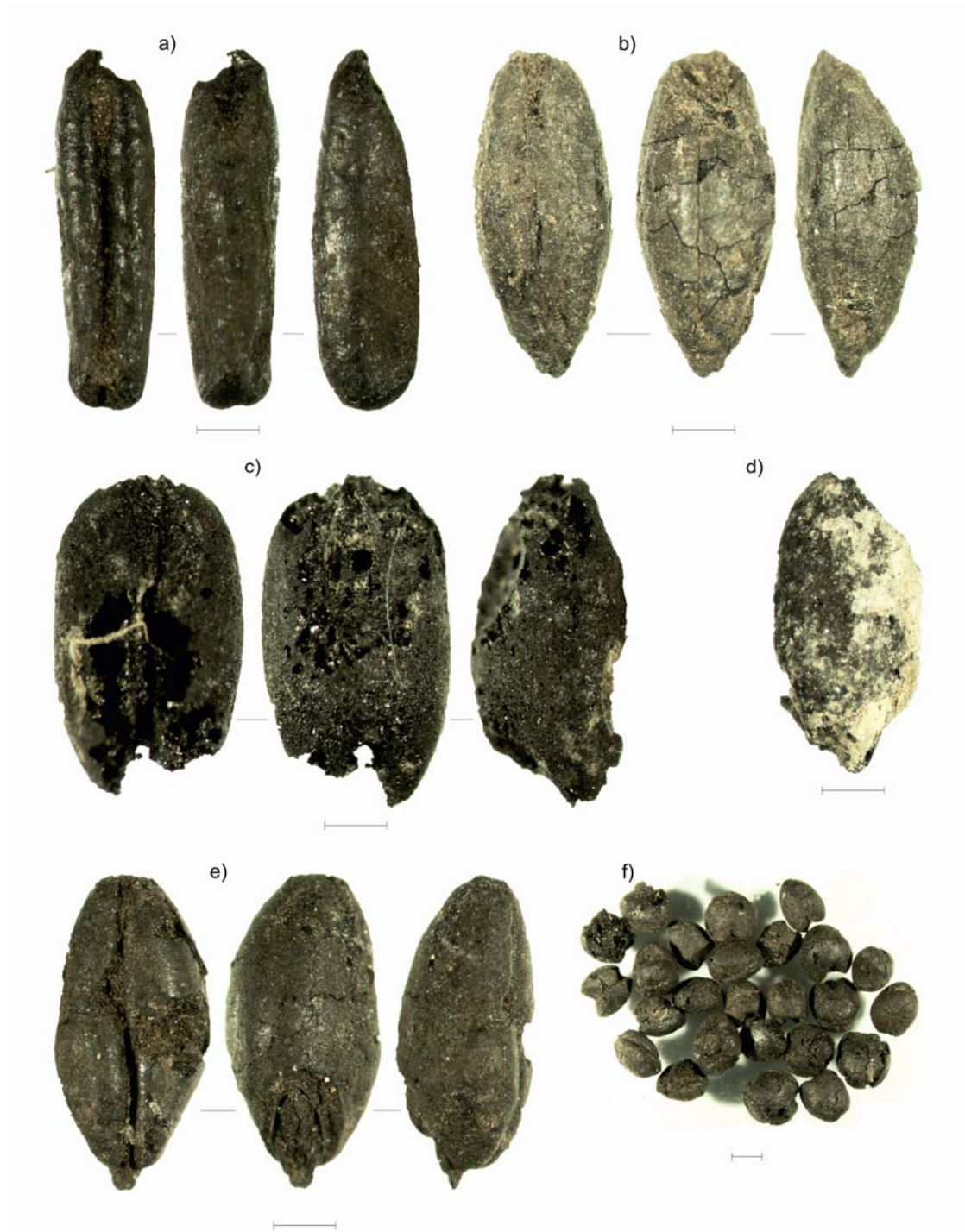
3. ábra: Hatvan-Baj-pusztá lelőhelyről feltárt gabonamaradványok taxon szerinti megoszlása

Fig. 3.: Taxonomical distribution of the cereal assemblage in the archaeobotanical record of Hatvan-Baj-pusztá archaeological site



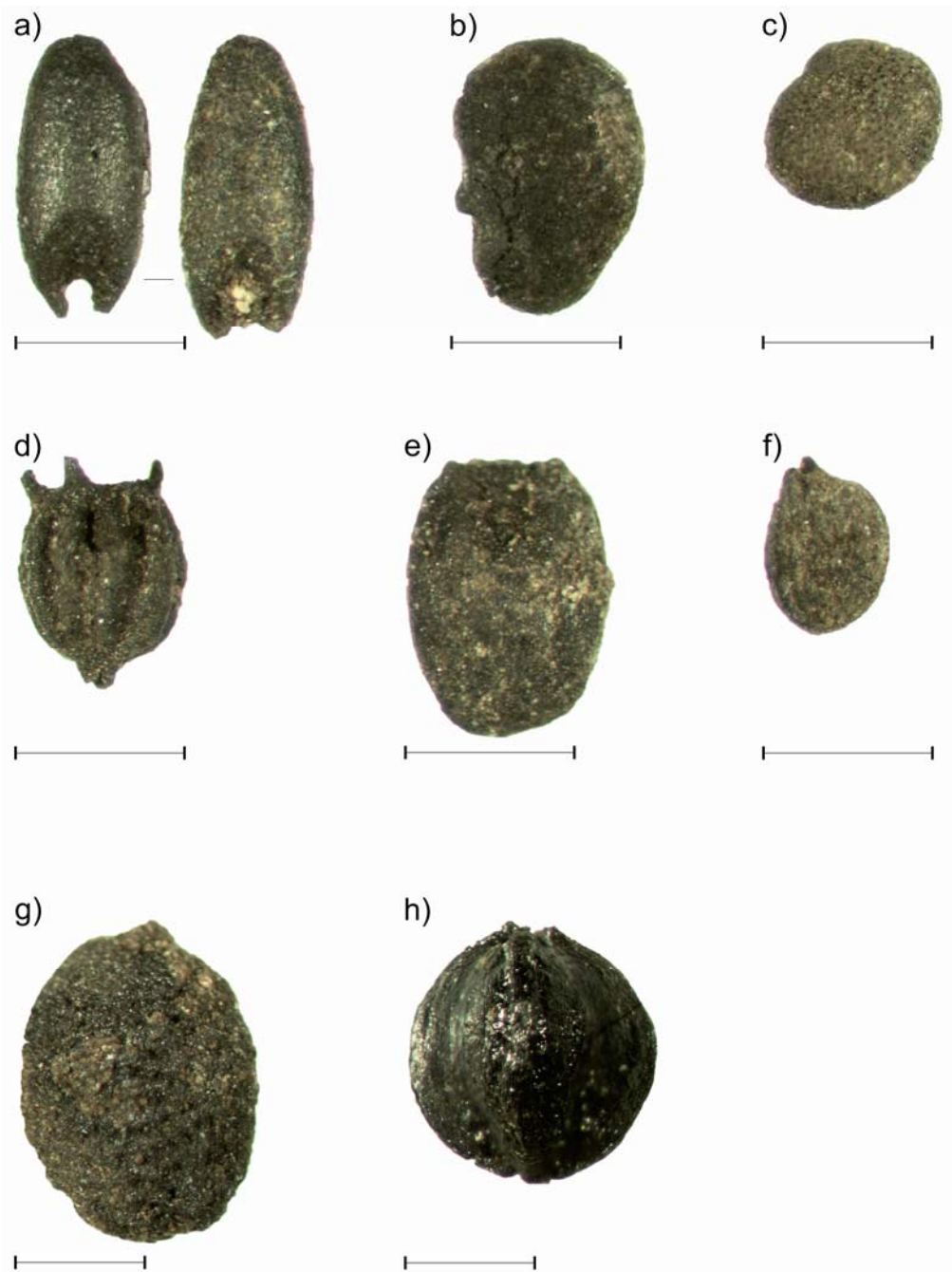
4. ábra: Hatvan-Baj-pusztá lelőhelyről feltárt gabonamaradványok típus szerinti megoszlása

Fig. 4.: Distribution of the cereal assemblage according to the remain types in the archaeobotanical record of Hatvan-Baj-pusztá archaeological site: (a) caryopsis fragments; (b) germ; (c) caryopsis; (d) glume base



5. ábra: Hatvan–Baj-pusztai lelőhelyről feltárt jellegzetes gabona taxonok szemtermései. Skála = 1 mm. **5a:** abrakzab (*Avena* cf. *sativa* L., Obj: 65, Str: 132, 20. minta); **5b:** árpa (*Hordeum vulgare* L., Obj: 65, Str: 132, 20. minta); **5c:** tönköly (*Triticum aestivum* L. subsp. *spelta* (L.) Thell, Obj: 39, Str: 80, 19. minta); **5d:** alakor (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*, Obj: 39, Str: 80, 19. minta); **5e:** tönke (*Triticum turgidum* L. subsp. *dicoccum* (Schrank) Thell, Obj: 65, Str: 132, 20. minta); **5f:** köles (*Panicum miliaceum* L., Obj: 65, Str: 132, 20. minta)

Fig. 5.: Typical cereal species of Hatvan–Baj-pusztai archaeological site. Bar = 1 mm. **5a:** Common oat (*Avena* cf. *sativa* L.); **5b:** barley (*Hordeum vulgare* L.); **5c:** spelt wheat (*Triticum aestivum* L. subsp. *spelta* (L.) Thell); **5d:** einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*); **5e:** emmer (*Triticum turgidum* L. subsp. *dicoccum* (Schrank) Thell); **5f:** broomcorn millet (*Panicum miliaceum* L.)



6. ábra: Hatvan–Bajpuszta lelőhelyről feltárt jellegzetes gyomtaxonok magjai és termései. Skála = 1mm.

6a: pirók-ujjasmuhar (*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.; Obj: 39, Str: 80, 19. minta); **6b:** komlós lucerna (*Medicago lupulina* L., Obj: 29, Str: 60, 24. minta); **6c:** szappanfű (*Saponaria officinalis* L., Obj: 99, Str: 200, 21. minta); **6d:** egynyári szikárka (*Scleranthus anuus* L., Obj: 65, Str: 132, 20. minta); **6e:** zöld/ragadós muhar (*Setaria viridis* (L.) P. Beauv./*verticillata* (L.) P. Beauv., Obj: 65, Str: 132, 20. minta); **6f:** mezei tarsóka (*Thlaspi arvense* L., Obj: 65, Str: 132, 20. minta); **6g:** földi bodza (*Sambucus ebulus* L., Obj: 65, Str: 132, 20. minta); **6h:** szulákkeserűfű (*Fallopia conolvulus* (L.) Á. Löve, Obj: 65, Str: 132, 20. minta)

Fig. 6.: Typical weed remains from Hatvan–Bajpuszta archaeological site. Bar = 1mm. **6a:** *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.; **6b:** *Medicago lupulina* L.; **6c:** *Saponaria officinalis* L.; **6d:** *Scleranthus anuus* L.; **6e:** *Setaria viridis* (L.) P. Beauv./*verticillata* (L.) P. Beauv.; **6f:** *Thlaspi arvense* L.; **g)** *Sambucus ebulus* L.; **6h:** *Fallopia conolvulus* (L.) Á. Löve

Egy sásfaj termése (cf. *Carex spicata/vulpina*) feltételezhetően a természetes vegetációból került a leletegyüttesbe. A meg nem határozható maradványok száma 33 db. Egyéb megfigyelt maradványok: kisméretű faszén (nagyon sok), recens gyökerek.

21. minta (Obj: 99, Str: 200): Összesen 42 db maradványt tudunk elkülöníteni a talajanyagból. A gabonaféleségeket 11 db pontosabban meg nem határozható töredék és egyetlen alakor szemtermés képviselte. A gyomok esetében itt is a fehér libatop dominált (30 db), a többi faj (szappanfű [*Saponaria officinalis* L.] [6c ábra], négymagvú bükköny [*Vicia tetrasperma* (L.) Schreb.], hólyagos habszegfű [*Silene vulgaris* (Mönch) Garcke]) csak 1-1 maradvánnyal volt jelen. Egyéb megfigyelt maradványok: kisméretű faszén (sok), csigaház, recens gyökerek, recens magok/termések.

22. minta (Obj: 52, Str: 106): Maradványokban legszegényebb talajminta. Egyértelműen meghatározható növényi eredetű anyagot nem tudunk kimutatni. 4 db nem azonosítható mag/terméstöredék mellett 2 db, feltételezhetően madárkeserűfű (*Polygonum aviculare* L.) makkocskához tartozó töredéket tudunk kiemelni a talajanyagból. Egyéb megfigyelt maradványok: kisméretű faszén (sok), recens gyökerek.

23. minta (Obj: 39, Str: 200): A gabonákat összesen 16 db maradvány képviseli, ezek közül 12 db pontosabban meg nem határozható szemterméstöredék, 4 db pedig árpához köthető. A gyomok között, csakúgy, mint a lelőhely többi mintájában a fehér libatop dominál (46 db). Ezen túl a szulákkeserűfű, a homoki ballagófü (*Salsola kali* L.) és a zöld/ragadós muhar 1-1 termését is megfigyelhetjük. A nem meghatározható növényi töredékek száma 16 db. Egyéb megfigyelt maradványok: kisméretű faszén (nagyon sok), csigaház, recens gyökerek.

24. minta (Obj: 29, Str: 60): Növényleletekben szegény talajminta. Mindösszesen 16 db töredéket tudunk kimutatni a talajanyagból. Ezek között gabonákhoz köthető leletek nem voltak, csak gyomok: fehér libatop (16 db), komlós lucerna (*Medicago lupulina* L.; 1 db) (6b ábra), madárkeserűfű (1 db). Egyéb megfigyelt maradványok: feltételezhetően gyíkfajhoz köthető, égett csigolya.

Eredmények értékelése és következtetések

A szarmaták gazdaságtörténetéről, illetve szűkebb értelemben véve a növények hasznosításához való viszonyáról kevés közvetlen információ áll rendelkezésünkre (Hajnalová 2011; Motuzaitė-Matuzeviciute et al. 2012). A kutatástörténetben megbújó közvetett információk, úgymint a feltárt települések szerkezete, a háztípusok, gödörformák és azok háztartásokon belüli eloszlása ad némi kapaszkodót, de jól körülírható általánosságokon túlmenő részleteket nem következtethetünk ki ezekből (Istvánovits 1998; Vörös 1998; Vaday 1998).

A szarmata kutatás jelenlegi eredményei arra engednek következtetni, hogy a Kr.u. 2. században változik meg e népcsoport életformája oly mértékben, hogy a nomadizálás nagyállattartás mellett megjelennek az agrár profilú települések is. Feltételezhető, hogy addig a helyi kelta lakosságtól szerezték be a mezőgazdasági áruk egy részét (Vaday 2003). Hasonlóan a többi korszakban tapasztaltakhoz, a vízfolyások melletti, de a térszínből enyhén kiemelkedő területeken (lokális allúviumok, homok- és löszhátak) létrejövő szarmata településeken félig-földbe mélyített, tartócölöpös/ágasfás, tapasztott vagy vályogfalú épületek adják a háztartások központi

elemét/elemeit (Vörös 1998). Ezek körül méhkas vagy henger alakú tároló, illetve hulladékgyödrök jelennek meg. A nagyállattartás egyik ékes bizonyítéka a karámok határolásához használt árok kialakítása, amelyek részben védelmi funkciót is elláthattak. Az árokrendszer párhuzamosan futó árokából állhatott, amelyek közül a legszeleesebb a külső határoló árok volt, a belső keskenyebb és sekélyebb pedig védmű vagy karám funkciót látott el, amellet, hogy a telep ideális vízgazdálkodási viszonyait is segítette kialakítani (vízelvezetés) (Vaday 2003).

A szarmaták növényhasznosítási, illetve növénytermesztési szokásairól közvetlen információt az a kisszámú ásatás nyújt, amelyen korábban véletlenszerű, vagy szisztematikus mintavételezés és archeobotanikai feldolgozás valósult meg. Ezek közül a legfontosabbnak Kiskundorozsma–Nagyszék (Kr. u. 3–4. sz.) tekinthető (Szalontai és Tóth 2003), ahol Gyulai (2003) 90 növényfaj maradványait határozta meg. A hivatkozott lelőhely karpológiai adatainak összefoglaló értékelése arra enged következtetni, hogy a szarmaták ebben az időszakban már kiterjedt növénytermesztést folytattak, ugyanakkor a növényosztiment alapján a meghatározó technológiai tudás még a nomadizáló népek mezőgazdasági ismereteire támaszkodott, azaz anakronisztikus lehetett. Az előbbire a bizonyíték a településen előkerült nagyszámú és diverz fajösszetételű gabonalelet, utóbbira pedig az a tény, hogy a domináns fajok az árpa és a köles voltak. Ez a két faj a gyorsan mozgó, a szálláshelyét évente legalább kétszer változtató nomád népcsoportok fő növényi élelemforrásának tekinthető (Gyulai 2002, 2014). A fenti képet erősíti Endrőd 170. sz. lelőhely makro-archeobotanikai vizsgálatának, illetve Gyoma 133. sz. lelőhely palinológiai vizsgálatának eredménye is (Medzihradzsky 1996; Gyulai 2001).

Érdekes adalékot szolgáltat a szarmata társadalom és a növények kapcsolatát illetően Szihalom–Pamlényi tábla, ahol sírokból kerültek elő köles, tönke és közönséges búza szemtermések (Gyulai 2001). A sírokból előkerülő növényi maradványok utalhatnak a halotti toron fogyasztott ételekre is.

A fenti lelőhelyek sorába illeszkednek a Heves megyei Apc–Farkas-major, illetve Hatvan–Bajpuszta lelőhelyek. A szarmata táplálkozás-, illetve mezőgazdaságtörténet feltárását nagyban segítette a két előző lelőhely vizsgálata, hiszen az itt gyűjtött minták egyaránt megjelenítenek településkörnyezetet (gödrök, oszlophelyek és házak) és temetkezéseket (sírkerámiák betöltései) is. A települési kontextusból előkerült leletegyüttes illeszkedik abba az ismeretanyagba, amelyet jelenleg a szarmata kultúrkör népességének növényhasznosítási, növénytermesztési szokásairól tudunk. Ebben az értelemben érthető, hogy a fajszenen meghatározható gabonamaradványokat a

nomád gyökerekkel bíró, kezdetleges szántóföldi növénytermesztési tudással (know-how) felvértezett kultúrákban is domináns árpa, köles és pelyvás búzák uralják.

Apc–Farkas-major 429. sz. gödréből vett 18. minta egy gödörbe került kerámia betöltését jeleníti meg. Az ebből feltárt 218 db *cerealia* leletben a tönke, árpa, alakor sorrend illeszkedik a fent bemutatott képhez, ugyanakkor érdekes módon erről a lelőhelyről nem sikerült kimutatni a kölest. A növénytermesztés lehetséges színvonaláról a relatíve nagyszámú fehérlibatop maradvány árulkodik. Majdnem az összes fehér libatop makkmarmaradvány ugyanebből az objektumból került elő, így feltételezhetjük, hogy a szántóföldek szélén, a taposott, zavart gyomtársulások egyik karakter faja lehetett és talán a betakarítás idején kerülhetett a gödörbe a gabonaanyaggal együtt.

A településobjektumok közül kétségtelenül Hatvan–Baj-pusztai II. 39. sz. gödréből származó 19. minta szolgáltatja az egyik legizgalmasabb leletanyagot. Itt szintén a tönke dominál a meghatározható gabonamaradványok között, ugyanakkor az árpa és az alakor mellett megjelenik a tönköly is, amely a haszonnövény-összetétel halvány arányeltolódására is utalhat. Gyulai (2001) összefoglalása alapján a szarmaták fő gabonafajai (árpa, köles, tönke, alakor) mellett a tönkölyre a kutatás csak szórványként tekint. A Hatvan–Baj-pusztai lelőhely 39. sz. gödréből feltárt archeobotanikai anyaghoz képest pusztán hajszaanyagot árnyalja a többi települési kontextusból származó minta régészeti növénytanilag hajszaanyag. Az egyik legfontosabb lelet ebből a szempontból a 65. sz. objektumból származó 20. minta viszonylag nagyszámú kölesanyaga, amelyek az archaikus jellegű, nomadizáló élelemtermelés kézzel fogható bizonyítékai. A Hatvan–Baj-pusztai gyomok egyértelműen a fent említett őszi és tavaszi vetésű gabonafajok között fordultak elő, illetve a szántóföldek szegélyeiben megjelenő bolygatott növénytársulásokat jellemzik. A kimutatott gyomfajok elsősorban nitrogénben gazdag területeket, útszéli gyomtársulásokat valamint felhagyott területeket jelenítenek meg; ezek a habitatok minden valószínűség szerint a szarmata telephez kapcsolódó állattartó és növénytermesztési célokat szolgáló területek határsávjában, az összekötő ösvények, valamint a kérődző állatok által frekvenciánál használt területeken találtak meg élőhelyüket.

A fenti mozaik információk szépen kirajzolják a hatvani szarmata telep környezeti képét. A szárazabb, xerofil élőhelyeket megjelenítő gyomok, illetve a gabonagyomok a növénytermesztésre használt termőhelyeket, míg a nedvesebb rétek, illetve a magas nitrogén-tartalmú – azaz kifejezetten terhelt és magas tápanyag-ellátottságú

– talajok termőhelye az állattartás, a legeltetés színhelyei.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást megvalósítását az egeri Dobó István Vármúzeum támogatta. A kutatás és a kézirat a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával, valamint az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-4 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült. A kutatás részét képezi az NKFIH által támogatott PD 124607 sz. posztdoktori projektnek.

Felhasznált irodalom

- BRECHER GY. (1960): *A magismeret atlasza*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 223 p.
- CAPPERS, R. T. J., BEKKER, R. M. & JANS, J. E. A. (2006): *Digital Seed Atlas of the Netherlands / Digitale Zadenatlas van Nederland*. Barkhuis, Netherland, 502 p.
- CURRY, J.P., SCMIDT, O. (2007): The feeding ecology of earthworms – a review. *Pedobiologia* **50** 463–477.
- GUTAY M. & TÓTH Z. (2016): Előzetes jelentés Apc-Berekalja I. és Apc-Farkas-major régészeti lelőhelyek megelőző feltárásairól és minősített régészeti megfigyeléseiről. – Preliminary report on exploratory excavations and archaeological consultations at the Apc–Berekalja and Apc–Farkas-major sites. *Agria* **XLIX** 125–138.
- GYULAI F. (2001): *Archeobotanika*. József Műhely, Budapest, 240 p.
- GYULAI F. (2002): A köles (*Panicum miliaceum* L.) története Magyarországon a régészeti növénytanilag és a történeti adatok tükrében. Szent István Egyetem, Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet. Gödöllő, *kézirat*. 43 p.
- GYULAI F. (2003): Kiskundorozsma–Nagyszék szarmata kori település növénymaradványai. In: SZALONTAI Cs. szerk., Úton, útfélen. *Múzeumi kutatások az M5 autópálya nyomvonalán*. Móra Ferenc Múzeum, Szeged, 141–148.
- GYULAI, F. (2010): *Archaeobotany in Hungary. Seed, Fruit, food and beverage remains in the Carpathian Basin from the Neolithic to the Late Middle Ages*. Archaeolingua, Budapest, 478 p.
- GYULAI, F. (2014): The history of broomcorn millet (*Panicum miliaceum* L.) in the Carpathian-Basin in the mirror of archaeobotanical remains II. From the Roman Age until the Late Medieval Age. *Columella* **1** 39–47.
- HAJNALOVÁ, M. (2011): Bread of Sarmatians on the Danube, or evidence of arable farming at the site of Harta-Gátórház (Bács-Kiskun Country) in the Roman Period. In: SOMOGYVÁRI, Á. – V.

- SZÉKELY, Gy. eds., A Barbaricum ösvényein... A 2005-ben Kecskeméten tartott tudományos konferencia előadásai. *Archaeologica Cumanica I.* Bács-Kiskun Megyei Önkormányzat Múzeumi Szervezetének Évkönyve. Katona József Múzeum. Kecskemét, 161–167.
- HORVÁTH F., DOBOLYI K.Z., MORSCH-HAUSER T., LÖKÖS L., KARAS L. & SZERDAHELYI T. (1995): *FLÓRA Adatbázis 1.2. Taxon-lista és attribútum-állomány.* Flóra Munkacsoport MTA Ökológiai és Botanikai Kutatóintézete és MTM Növénytár, Vácrátót – Budapest. 252 p.
- ISTVÁNOVITS E. (1998): Szarmaták a Kárpát-medencében. In: HAVASSY P szerk., *Gyulai Katalógusok 6* – Jazigok, Roxolánok, Alánok. Szarmaták az Alföldön. Gyula, 35–48.
- KENWARD, H. K., HALL, A. R. & JONES, A. K. G. (1980): A tested set of techniques for the extraction of plant and animal macrofossils from waterlogged archaeological deposits. *Science and Archaeology* **22** 3–15.
- KIRÁLY G. (2009): Új Magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. *Határozókulcsok.* Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvafő, 616 p.
- LŐRINCZ, B. (1985): Spätromische Reichsbeamte und die annonischen Ziegelstempel. *Zeitschrift für Papyrologie und Epigraphik* **61** 229–234.
- MEDZIHRADESKY, ZS. (1996): Some palynological data for the phytogeographical evaluation of Gyoma 133. In: VADAY, A., BARTOSIEWICZ, L., BEREZ, K., CHOYKE A. M., MEDZIHRADESKY, Zs., PUSZTA, S., SZÉKELY, B., VICZE, M., VIDA, T. eds., *Cultural and Landscape Changes in South-East Hungary II. Prehistoric, Roman Period Barbarian and Late Avar Settlement at Gyoma 133.* (Békés County Microregion) Gyoma, site 133. Archaeolingua Budapest, 163–166.
- MOTUZAITE-MATUZEVICIUTE, G., TELI-ZHENKO, S., JONES, M. K. (2012): Archaeobotanical investigation of two Scythian-Sarmatian period pits in eastern Ukraine. *Journal of Field Archaeology* **37/1** 51–61.
- RADICS L. (1998): *Gyommaghatározó.* Mezőgazda, Budapest, 179 p.
- REGNIER, E., HARRISON, S. K., LIU, J., SCMOLL, J. T., EDWARDS, C. A., ARANCON, N., HOLLOMAN, C. (2008): Impact of an exotic earthworm on seed dispersal of an indigenous US weed. *Journal of Applied Ecology* **45** 1621–1629.
- SCHERMANN SZ. (1966): *Magismeret I-II.* Akadémiai Kiadó, Budapest, 861 p.
- SIMON T. (2004): *A magyarországi edényes flóra határozója. Harasztok - virágos növények.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 976 p.
- SOPRONI, S. (1978): *Der spätromische Limes zwischen Esztergom und Szentendre: Das Verteidigungssystem der Provinz Valeria im 4. Jahrhundert.* Budapest, Akadémiai Kiadó, 231 p.
- SOPRONI, S. (1985): Die letzten Jahrzehnte des annonischen Limes. *Münchner Beiträge zur Vor- und Frühgeschichte* **38** München, 1985. 128 p.
- SZALONTAI Cs., TÓTH K. (2003): Szeged–Kiskundorozsma-Nagyszék II. (26/72., M5 Nr. 34. lelőhely). In: SZALONTAI Cs. szerk., *Úton útfélen. Múzeumi kutatások az M5 autópálya nyomvonalán.* Móra Ferenc Múzeum, Szeged, 69–81.
- VADAY A. (1998): Kereskedelem és gazdasági kapcsolatok a szarmaták és a rómaiak között. In: HAVASSY P. szerk., *Gyulai Katalógusok 6.* – Jazigok, Roxolánok, Alánok. Szarmaták az Alföldön. Erkel Ferenc Múzeum, Gyula, 117–143.
- VADAY A. (1997): Atipikus szarmata telepjelenség a Kompolt–Kistéri tanya 15. lelőhelyén. – Eine atypische sarmatische Siedlungerscheinung auf dem Fundort Kompolt, Kistéri–Gehöft 15. *Agria XXI–XXXII.* 77–107.
- VADAY A. (2003): A szarmata területek régészete: A települések. IX. Római kori Barbarikum. In: VISY Zs. szerk., *Magyar Régészet az ezredfordulón.* Nemzeti Kulturális Örökség Minisztériuma, Teleki László Alapítvány, Budapest, 271–277.
- VÖRÖS G. (1998): Településszerkezet és életmód az alföldi szarmaták falvaiban. In: HAVASSY P szerk., *Gyulai Katalógusok 6.* – Jazigok, Roxolánok, Alánok. Szarmaták az Alföldön. Erkel Ferenc Múzeum, Gyula, 49–66. pp.
- ZOHARY, D., HOPF, M., WEISS, E. (2012): *Domestication of Plants in the Old World: The origin and spread of domesticated plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin.* Oxford University Press, Oxford, 243 p.
- I. melléklet:** Apc–Farkas-major lelőhelyen felgyűjtött talajminták archeobotanikai vizsgálatának alapadatai
- Appendix I.:** Baseline data of the archaeobotanical analysis of the samples collected at Apc–Farkas-major archaeological site
- II. melléklet:** Hatvan–Baj-puszta lelőhelyen felgyűjtött talajminták archeobotanikai vizsgálatának alapadatai
- Appendix II.:** Baseline data of the archaeobotanical analysis of the samples collected at Hatvan–Baj-puszta archaeological site

PETŐ Ákos; KENÉZ Árpád; TÓTH Zoltán

I. melléklet: Apc–Farkas-major lelőhelyen felgyűjtött talajminták archaeobotanikai vizsgálatának alapadatai
Appendix 1: Baseline data of the archaeobotanical analysis of the samples collected at Apc–Farkas-major archaeological site

Latin név	Magyar név	Család	Maradvány típusa	Ökocsoport		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	
Gabonák																								
Cerealia	gabonaféle	Poaceae	szetermestörédék	9.1.	176		11	1				5							1				158	
<i>Hordeum vulgare</i> L.	árpa	Poaceae	szetermestörédék	9.1.	10										1							1	8	
<i>Triticum monococcum</i> L. subsp. <i>monococcum</i>	alakor	Poaceae	szetermestörédék	9.1.	7																		7	
<i>Triticum</i> cf. <i>turgidum</i> L. subsp. <i>dicoccum</i> (Schrank) Thell.	tönke	Poaceae	szetermestörédék	9.1.	41																		41	
<i>Triticum</i> sp.	pelyvás búza	Poaceae	villatörédék	9.1.	4																		4	
<i>Triticum</i> sp.	búza	Poaceae	szetermestörédék	9.1.	2												1	1						
					Σ n	240	0	11	1	0	0	0	5	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	218
					Σ p	3																		
Szántóföldi gyomok és ruderaliák																								
<i>Chenopodium album</i> L.	fehér libatop	Chenopodiaceae	makk	10.2./9.2./9.3.	22						1												21	
					Σ n	22	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
0					Σ p	1																		
Ételmaradványok			kozmaált, lapos, fényes		7																		7	
					Σ n	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Nem besorolható növénymaradványok	nem meghatározható		mag / termestörédékek		3																	1	2	
Indet.					Σ n	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
						272	0	11	1	0	0	1	5	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	248
Egyéb, megfigyelt maradványok																								
kisméretű faszéntörédék						X	X				XX	XX		XX	5X		X	X	XX			XX	3X	
csigaház							X	X	X		X	X	X			X		X	X		X	X	X	
csont (kalcinálódott)						X	X					X				X								
csont								X					X	X	X							X	X	
kerámia																	X							
patics (?)							X					X						X	X				X	
rágcsálófog							X																X	
recens magok/termések									X				X											
recens rovar													X											
vasborsó								X	X															
tojáshéjtörédékek							X								X									

PETŐ Ákos; KENÉZ Árpád; TÓTH Zoltán

II. melléklet: Hatvan–Baj-puszta lelőhelyen felgyűjtött talajminták archaeobotanikai vizsgálatának alapadatai.

Appendix 2: Baseline data of the archaeobotanical analysis of the samples collected at Hatvan–Baj-puszta archaeological site.

Latin név	Magyar név	Család	Maradvány típusa	Ökocsoport		19.	20.	21.	22.	23.	24.
Gabonák											
<i>Avena cf. sativa</i> L.	abrakzab	Poaceae	szemterméstörödédek	9.1.	3		3				
Cerealia	gabonaféle	Poaceae	szemterméstörödédek	9.1.	284	245	16	11		12	
Cerealia	gabonaféle	Poaceae	csíra	9.1.	2	2					
<i>Hordeum vulgare</i> L.	árpa	Poaceae	szemterméstörödédek	9.1.	19	4	11			4	
<i>Panicum miliaceum</i> L.	köles	Poaceae	szemtermés	9.1.	25		25				
<i>Triticum monococcum</i> L. subsp. <i>monococcum</i>	alakor	Poaceae	szemtermés	9.1.	3	2		1			
<i>Triticum cf. turgidum</i> L. subsp. <i>dicoccum</i> (Schränk) Thell.	tönke	Poaceae	szemtermés töredék	9.1.	25	15	10				
<i>Triticum cf. turgidum</i> L. subsp. <i>dicoccum</i> (Schränk) Thell.	tönke	Poaceae	villa	9.1.	9		9				
<i>Triticum aestivum</i> L. subsp. <i>spelta</i> (L.) Thell	tönköly	Poaceae	szemtermés	9.1.	9	9					
<i>Triticum aestivum</i> L. subsp. <i>spelta</i> (L.) Thell	tönköly	Poaceae	villatörödédek	9.1.	3	1	2				
				Σ n	382	278	73	12	0	16	0
				Σ p	6						
Szántóföldi gyomok és ruderaliák											
<i>cf. Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv	széltíppan	Poaceae	szemtermés	n.a.	1		1				
<i>Chenopodium album</i> L.	fehér libatop	Chenopodiaceae	makk	3.2./9.2.	267	14	161	30		46	16
<i>Chenopodium hybridum</i> L.	pokolvar libatop	Chenopodiaceae	Makk	3.2./9.2.	2	2					
<i>Bromus cf. hordeaceus</i> L.	puha rozsnok	Poaceae	szemtermés	8.2./9.3.	1		1				
<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) I.M. Johnst.	mezei gyöngyköles	Boraginaceae	makkocsksa	10.2./9.3.	2	2					
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	pirók-ujjasmuhar	Poaceae	szemtermés	9.3.	9	5	4				
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve	szulákkeserűfű	Polygonaceae	makk	9.3.	12		6			6	
<i>Kali turgidum</i> (Dumort.) Guterm.	homoki ballagófű	Chenopodiaceae	makk	n.a.	1					1	
<i>Medicago lupulina</i> L.	komlós lucerna	Fabaceae	mag	8.2.	3		2				1
<i>Polygonum cf. aviculare</i> L.	madárkeserűfű	Polygonaceae	magháj	10.2.	1						1
<i>Rumex cf. obtusifolius</i> L.	réti lórom	Polygonaceae	makk	10.1./6.	1		1				
<i>Sambucus ebulus</i> L.	földi bodza	Adoxaceae	csontár	10.2./7.1.	3		3				
<i>Saponaria officinalis</i> L.	szappanfű	Caryophyllaceae	mag	10.2.	2		1	1			
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	hólyagos habszegfű	Caryophyllaceae	mag	8.2.	1			1			
<i>Scleranthus annuus</i> L.	egynyári szikárka	Caryophyllaceae	toktermés magokkal	9.3./8.2.	3		3				
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv / <i>verticillata</i> (L.) P. Beauv.	zöld/ragadós muhar	Poaceae	szemtermés	9.2./9.3.	8		7			1	
<i>Thlaspi arvense</i> L.	mezei tarsóka	Brassicaceae	mag	9.3./9.2.	1		1				
<i>Vicia cf. tetrasperma</i> (L.) Schreb.	négymagvú búkköny	Fabaceae	mag	8.2./9.3./6.	1			1			
				Σ n	319	23	166	30	0	46	16
				Σ p	18						

Latin név	Magyar név	Család	Maradvány típusa	Ökocsoport		19.	20.	21.	22.	23.	24.
Természetes vegetáció											
<i>Carex spicata/vulpina</i>				díverz	1		1				
				Σ n	1	0	1	0	0	0	0
				Σ p	1						
Nem besorolható növénymaradványok											
Indet.	nem meghatározható		mag/terméstörödékek		62	13	29		4	16	
Indet.	nem meghatározható		kocsány		1	1					
Indet.	nem meghatározható		ág		1		1				
Indet.	nem meghatározható		termés		1		1				
<i>Galium</i> sp.					1		1				
Lamiaceae sp. (<i>Teucrium/Ajuga</i> sp.?)					1		1				
Poaceae	pázsitfű féle	Poaceae	szalmaszártörödékek		1	1					
Polygonum sp.			maghéj és mag		2				2		
<i>Sambucus</i> sp.	bodza faj	Adoxaceae	csontártörödékek		1	1					
				Σ n	71	16	33	0	6	16	0
				ÖSSZESEN	773	315	273	42	6	78	16
Egyéb, megfigyelt maradványok											
2 mm alatti <i>Cerealia</i> szemtörödékek						XXXX					
kisméretű faszéntörödékek						XX	XXX XX	XXX X	XXX X	XXX XX	
csigaház						X		X		X	
csont (kalcinálódott)						X					
csont (nem azonosítható élőlény)						X					
kisállatcsont						X					
égett gyíkcsigolya											X
patics?						X					
recens gyökerek							X	X	X	X	
recens magok/termések						X		X			
<i>Sambucus ebulus</i> (recens?) törödékek						kb. 70 gr.					
halszálka?						X					
tojáshéjtörödékek						X					

KÖZLEMÉNYEK

*

**Könyvismertetés**

Szabó Máté: Régészet madártávlatból. Fejezetek a Pécsi Légitirégészeti Téka 20 éves történetéből. Budapest, Archaeolingua, 2016. p. 304

Ismét Baranya. Ismét Pécs. Ismét Légitirégészet. 2014-ben jelent meg Bertók Gábor és Gáti Csilla könyve (Bertók & Gáti 2014, ismertetése: Ilon 2015), amelynek gyökerei ugyanezekről a helyekről eredeztethetők és részben e témához kötődnek. Azt az ismertetést az alábbi óhajtó mondattal zártam és kívántam: „...A két szerzőnek – és nekünk olvasóknak – pedig újabb, hasonlóan tartalmas könyvek megírását és kiadását!”

Bárcsak minden kérésem így teljesülne! Az új könyvet Szabó Máté és a kiadó jóvoltából máris a kezünkbe vehetjük.

Még emlékszem annak a hivatalos levélnek a tartalmára, ami talán az 1996. évi első légitirégészeti gyakorló hétre (lásd erről az 54–59. oldalt) történő részvételre hívta fel a figyelmemet. És ezt nyilván minden, akkori megyei régészeti osztályvezető megkapta. Az aláíró – emlékezetem szerint – Visy Zsolt volt, aki egyértelműen a következőket célozhatta meg: legyen a régészek körében egy olyan réteg, akik jártasak a légitirégészetben, tudják a felvételeket olvasni és azt kamatoztatni a gyakorlatban, továbbá legyen méltó tára a keletkező felvételeknek. Saját tapasztalataim túl építhetett Otto Braasch német légitirégésszel kialakult jó kapcsolatára, a légi felvételek gyűjteményét pedig 1994-ben ki is alakította az egyetem – akkor még – ókortörténeti tanszékén (lásd a 22-32. oldalt).

Ma már elmondhatjuk: van néhány olyan ember a mai régésztársadalomban, aki érti, és a szívében viseli

tudományunk légitirégészeti szeletét. Közülük az egyik, Szabó Máté. A gyakorlati haszon hű tükre a kiadvány, a Pécsi Légitirégészeti Téka pedig már két évtizede felhalmozódó, nyilvántartásba vett és feldolgozott felvétellel rendelkezik.

A könyv az Előszót követő öt fejezetből áll. Az ötödik fejezet azonban további – milyen véletlen? ... és ügyes megoldás – húszt, tematikus alfejezetre tagozódik. Majd a térképek jelmagyarázata, szómagyarázat, bibliográfia és képjegyzék zárja a tartalmas kiadványt.

A továbbiakban csak belelapozok a könyvbe. Nézzük meg együtt némelyik érdeklődésemet felkeltő részletét!

A tudományterület történetisége természetesen elhagyhatatlan és feltétlenül érdekes. Különösen a hazai, a Neogrady Sándor nevével fémjelzett magas színvonalú kezdéstől a második világháborút követő hallgatás évtizedeig (lásd a 8-13. oldalt).

A régészeti légtér csendjét az elsők között a múlt század 80-as éveinek közepén Visy Zsolt, a végén és a 90-es évek első éveiben Miklós Zsuzsa repülései törték meg, majd szinte azonos időben indultak el Czajlik Zoltán és René Goguy repülői. A téma első összefoglalásait Visy Zsolt (1978; 2003), Erdélyi Balázs (1979), valamint Miklós Zsuzsa (2011) készítették el, és ma már természetes, hogy GPS koordinátákban, fotogrammetriában és térinformatikai szoftverekben beszélünk és gondolkodunk. Követni persze már nem mindannyian tudjuk.

Az ezt követő rövid fejezetekben a légitirégészet módszertanával, majd a Pécsi Téka történetével, végül a felvétel elemzésével ismerteti meg a Szerző az Olvasót. Így jutunk el a 46. oldalig, s közben persze emblemikus lelőhelyek (Brigetio, Bakonya, Alsóhetény, Jánossomorja) felvételeiben gyönyörködhetünk.

A „csemegék”, azaz felvételek tömege következik a „Szemelvények a Pécsi Légitirégészeti Téka történetéből” című fejezet 20 tematikus részében. Megismerkedhetünk a légitirégészeti oktatás hétköznapijaival (48–53. oldal), ... a drónokkal (60–65. oldal), ... a fényképek 3D interpretációjával (66–75. oldal). Majd a *Ripa Pannonica* és a római kori dunántúli időszakos táborokat (a 97. oldalig) követően rárepülhetünk a neolitikus körárokra. Közöttük található a Téka logójának választott Sárvár melletti (116–117. kép). Az Alföld fotóit, a földvárak majd a tájrégészeti (a 149. oldalig) felvételek követik. Rendkívül atraktívak középkori templomaink (pl. Szabadszállás, Sárszentmihály) és erődtemplomaink (pl. Soponya) gabonablákon megjelenő alaprajzai, vagy a temetők világa (175.

oldalig). A római villagazdaságok rendkívül gazdag alfejezetét (176–205. oldal) a múlandó települések képei követik. Közöttük számomra különösen érdekfeszítőek a szárföldi és túskevári megaron szerkezetű házak fotói (250–252. és 254. számúak). A várak közül a kedvenceim Kám (266. kép), Nak (273. kép) és Neszmély (276. kép) lakótornyai. A nyomvonalak, a buldózerek világát hasznos képekkel dokumentálni (234–243. oldal) – tudjuk – nem felesleges. Az erdélyi lelőhelyektől pedig a jelen régészetébe (pl. világháborús lövészárkok: 325–326. kép) csöppenünk és a légitérészet lélegzetelállító szépségeire (felhők feletti római kori megfigyelőhelyek: 333. kép) is rácsodálkozhatunk. A kötet – belíven – utolsó képe (341.) a kedvenceim egyike: a Bakonya melletti római kori villagazdaság aratás közben készített felvétele. Ahogy egy épület „felszívódik” a tarlón...

Természetesen minden fejezet és alfejezet végén ajánlott irodalomjegyzék található.

Az igényes papíron megjelentetett, nyomdatechnikailag színvonalas – szinte minden oldalán színes – kötet nem utolsó sorban a kiadó dicsérei. Maximális a helykihasználás, hiszen a borítók belső oldala is alapvető információkat hordoz. Az elsőn a hazai, a hátulsón az erdélyi légi felvételek helyét jelölték, természetesen azok azonosító számával. A számok a képjegyzékben, helyesen a 294. oldaltól lapozhatók fel. Itt egy kis gonoszkodó megjegyzést tennék: hiányolom a fel- és délvidéki képeket! A képek regiszteréből – és ez nagyon fontos és korrekt – nem csak a felvétel készítőjét, de annak időpontját is megismerhetjük. Ez a kötet egyébként remekül illeszkedik a kiadó termékeinek sorába, mint tematikáját, mint megjelenését tekintve. Formátuma nem a megszokott, de ugyanúgy négyzetes formátumú, mint a Bertók – Gáti kötet, igaz, annál kisebb méretű. Megjelenését a NKA és a Pécsi Tudományegyetem támogatta.

Számomra külön öröm, hogy a borítón „...a vas megyei Sárvár közelében” – pontosabban az Ikervár–Antónia-major melletti – Otto Braasch

2007. évi június 7-i légi felvételében gyönyörködhet az érdeklődő olvasó. A területet anno bejárva csupán talán 2 db lengyeli edénytörédket találtunk kollégámmal, s megállapíthattam: ha a felvételt nem ismerném, a lábam nem tettem volna az asztalsík és víz nélküli dülő területére, s béka-perspektívából semmit sem láttam volna. Már lassan egy évtizede tervezek a csodálatos körárok-jelenség területén egy szondázó feltárást, ... és még nem adtam fel, de bízom a jövőben.

Irodalom

BERTÓK G. & GÁTI Cs. (2014): *Régi idők – új módszerek*. Budapest-Pécs, Archaeolingua, 2014. 171 p.

ERDÉLYI B. (1979): Légifénykép-értelmezés a régészetben. *Geodézia és Kartográfia* **31/5** 355–358.

ERDÉLYI B. (1998): Régészeti célú légi-fényképezés. In: ILON G. szerk., *A régésztechnikus kézikönyve* I. Pannicvlvs Régiségtani Egylet, Szombathely, 37–50.

ILON G (2015): Könyvismertetés. BERTÓK G. - GÁTI Cs. *Régi idők – új módszerek*. Budapest – Pécs, Archaeolingua, 2014. p. 171. *Archeometriai Műhely* **XII/1** 51–52.

MIKLÓS Zs. (2011): Légi fényképezés. In: MÜLLER R., főszerk., *Régészeti kézikönyv*. Magyar Régész Szövetség, Budapest, 40–70.

VISY Zs. (1978): Pannoniai limesszakaszok légi fényképeken. *Archaeologiai Értesítő* **105** 235–258.

VISY Zs. (2003): A légitérészet Magyarországon. In. VISY Zs., főszerk., *Magyar régészet az ezredfordulón*. Nemzeti Kulturális Örökség Minisztériuma - Teleki László Alapítvány, Budapest, 25–28.

Ilon Gábor
régész, örökségvédelmi szakértő
Kőszeg