

**ARCHEOMETRIAI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSA A BRONZKOR
KUTATÁSÁBAN MAGYARORSZÁGON**
**APPLICATION OF ARCHAEOMETRIC METHODS IN THE HUNGARIAN
BRONZE AGE ARCHAEOLOGY***

KISS Viktória¹ 

¹ HUN-REN Bölcsészettudományi Kutatóközpont, Régészeti Intézet, Budapest

E-mail: kiss.viktoria@abtk.hu

Abstract

The primary research method of European and, within that, Hungarian prehistoric archaeology has been the typological analysis of ceramic, stone and metal objects. In addition to this, the examination of the raw material of copper and bronze objects was applied soon, already in 1850. After the turn of the 19th–20th centuries, then occasionally in the 1960s and 1970s, and from the 1990s onwards, the application of archaeometric methods became an increasingly widespread practice in Hungary, also affecting the Bronze Age period. In the last two decades, thanks to the development of isotopic and DNA methods and their integration into archaeological research – as part of the third scientific revolution – bioarchaeological analyses of human and animal remains expanded the research possibilities of the period under study. The present study reviews the research results of dating and material testing in Hungary, and partly in the Central European region, focusing on the bioarchaeological and environmental archaeological research of the period, as well as the discovery of finds.

Kivonat

Az európai, és ezen belül a hazai őskori régészettudomány kezdetektől elsődleges kutatási módszer a kerámia-, kő- és fémtárgyak tipológiai elemzése. Ezt kiegészítve hamarosan, már 1850-ben megjelent a réz- és bronztárgyak nyersanyagának vizsgálata. A századfordulót követően, majd az 1960-as és 1970-es években esetenként, az 1990-es évektől pedig egyre szélesebb körben vált gyakorlattá az archeometriai módszerek alkalmazása Magyarországon a bronzkor időszakát is érintve. Az utóbbi két évtizedben az izotópos és DNS vizsgálatok fejlődésének és a régészeti való integrálódásának köszönhetően – a harmadik tudományos forradalom részeként – az emberi és állati maradványok biorégészeti elemzései bővítették ki a korszak kutatási lehetőségeit. Jelen tanulmány a kormeghatározás és az anyagvizsgálatok magyarországi, és érintőlegesen a közép-európai régióra vonatkozó kutatási eredményeit tekinti át, kitérve a korszak biorégészeti és környezetrégészeti kutatására, valamint a leletfelderítésre is.

KEYWORDS: ARCHAOMETRY, BRONZE AGE, RAW MATERIAL, PRODUCTION TECHNIQUE, CHRONOLOGY, BIOARCHAEOLOGY, NON-DESTRUCTIVE FIELD SURVEY

KULCSSZAVAK: ARCHEOMETRIA, BRONZKOR, NYERSANYAG, KÉSZÍTÉSTECHNIKA, KRONOLÓGIA, BIORÉGÉSZET, RONCSOLÁSMENTES TEREPI KUTATÁS

Előszó

Az Archeometriai Műhely és a BTK Régészeti Intézete, továbbá a Magyar Régészeti és Művészet-történet Társulat közösen szervezett archeometriai konferenciáján, 2023. júniusában (**1. ábra**) a fém-, kerámia-, kő-, üveg- és borostyánkőanyagok archeometriai kutatása mellett a radiokarbon kormeghatározás, valamint a stabilizotópos és archeogenezis elemzések újabb eredményeiről számoltak be

a résztvevők. Az elhangzott előadások egy részéből elkészült tanulmányok az Archeometriai Műhely jelen számában kerülnek közlésre. Az alábbi áttekintés elsősorban a magyarországi bronzkori emlékeket érintő anyagvizsgálatokat és a kormeghatározással összefüggő eddigi eredményeket foglalja össze, röviden kitérve a biorégészeti, a bronzkori lelőhelyek felderítéséhez kapcsolódó és környezetrégészeti kutatásokra.

* How to cite this paper: KISS, V., (2024): Archeometriai módszerek alkalmazása a bronzkor kutatásában Magyarországon / Application of archaeometric methods in the Hungarian Bronze Age archaeology [in Hungarian with English abstract], *Archeometriai Műhely* XXI/4 313–338.

doi: [10.55023/issn.1786-271X.2024-027](https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2024-027)



1. ábra: Az Archeometriai Műhely és a BTK Régészeti Intézete, továbbá a Magyar Régészeti és Művészettörténeti Társulat által szervezett 2023. június 20-i archeometriai konferencia plakátja (készítette: Szabó Nóra)

Fig. 1: Poster of the archaeometric conference on 20 June 2023 organized by the Archeometriai Műhely, the Archaeological Institute of Research Centre for Humanities, and the Hungarian Society of Archaeology and Art History (poster made by Nóra Szabó)

Bevezetés

A régészettudományban az őskori időszak hármaskör (kőkorszak, bronzkorszak, vaskorszak) felosztását a dán Christian Jürgensen Thomsen 1836-ban napvilágot látott munkájától számítjuk. E rendszert a magyarországi tudományos közvéleménnyel Erdy (Lutzenbacher) János ismertette meg 1847-ben, az Akadémiai Értesítőben megjelent tanulmányában. Az európai, és ezen belül a hazai őskori régészeti kutatás elsődleges módszere ennek nyomán a kerámia-, kő- és fém tárgyak tipológiai vizsgálata lett (Vékony 2003). Nem sokkal ezután, 1850-ben készült el a Kárpát-medencei bronztárgyak első archeometriai elemzése (Kubinyi 1861). A századfordulón, majd a világháborúkat követő időszak után az 1960-as és 1970-es években, illetve az 1990-es évektől egyre több anyagvizsgálatot végeztek Magyarországon a bronzkor időszakát is érintve fém-, kő-, kerámia-, borostyánkő- és üveg-/fajansztárgyakon (Wosinsky 1904; Schubert & Schubert 1967; Beck & Sprincz 1981; T. Bíró 1995). Az akkor alkalmazott módszerek és eredmények áttekintésére jó lehetőséget nyújtott az 1997. áprilisban, Veszprémben megrendezett Országos Archeometriai Konferencia, melyet a Magyar Tudományos Akadémia Veszprémi Területi Bizottsága keretében működő, 1997-ben egyesült Iparrégészeti, illetve Archeometriai

Munkabizottság szervezett meg. Az előadások három nagy témakör, a leletfelderítés, a kormeghatározás és az anyagvizsgálatok köré csoportosultak, s egyben előkészítették a következő évi nemzetközi találkozót (Bartosiewicz & Költő 1998). Az 1998-ban Budapesten megrendezett 31. Nemzetközi Archeometriai Szimpózium (Archaeometry '98) újabb mérföldkő volt a bronzkorkutatás szempontjából is, hiszen az elhangzott 72 előadás és több mint 200 poszter anyagából számos érintette ezt az időszakot (T. Bíró 1998; T. Bíró & Jerem 2002).

A 2004-ben elindított Archeometriai Műhely című folyóirat első tíz évében a legtöbb említett témakörhöz kötődő elemzésekről olvashattunk; a bronzkort érintő kutatásokat több mint 20 cikk képviselte, a második legtöbbet tárgyalt korszaként (Ilon 2014; Kiss 2014). Az utóbbi két évtizedben az izotópos és DNS vizsgálatok fejlődésének és a régészettudományba való integrálódásának köszönhetően – a harmadik tudományos forradalomnak is nevezett folyamat részeként – az emberi és állati maradványok biorégészeti elemzési lehetőségei bővítették ki e korszak vizsgálati módszereit is (Bánffy 2013; Kristiansen 2014; Anders 2016).

Anyagvizsgálatok

Fémvizsgálatok

A bronzkor kutatása szempontjából talán legfontosabbnak tekinthetők a bronz összetételére vonatkozó vizsgálatok. Az első hazai fémvizsgálást 1850-ben Szabó József végezte el Kisterenye-Hársashegy leletein. Ezt követően Loczka József és Wartha Vince is vizsgáltak bronztárgyakat a bronzötvözet réz és ón összetevőinek százalékos arányát pontosan meghatározva (Kubinyi 1861; Miske 1907). Már a korai leletgyűjtésekben felfigyeltek a fémművességhez köthető tárgyak, például az öntőformák és öntőleplek nagy számára is. Mindezek nyomán Hampel József és Miske Kálmán a 19. század végén és a 20. század elején vázolta a Kárpát-medencének a bronzkori európai cserekereskedelmi hálózatban játszott szerepét, kitérve a magyarországi réz- és aranynyersanyag-források jelentőségére (Hampel 1886–1896; Miske 1907). A későbbiekben a Mozsolics Amália (1967) tipológiai kutatásait kiegészítő, Szegedy Emil és Hegedűs Zoltán által végzett spektrumanalitikai elemzésekkel folytatódott a kutatás. A nagykovács bronzkincsek elemzése a réz és ón összetevő mellett a nyomelemek (antimon, arzén, nikkel, vas) százalékos arányára is kiterjedt. A megvizsgált öntőleplek nyers, ötvöztelen réznek bizonyultak, míg a kész tárgyak 3,7–5,4% ónt tartalmaztak, eszerint a réz és ón ötvöztetését helyben végezheték. A bronztárgyak eltérő nyersanyagból, tiszta rézércből, illetve fakóérces eredetű réznyersanyagból készültek, eszerint a kincs tárgyai valószínűleg hosszabb ideig tartó gyűjtés eredményeként kerültek a leletgyűjtésbe. Az ekkoriban elvégzett vizsgálatok során több módszertani újítást is alkalmaztak. Ezek közé tartozik, hogy a nagykovács II. kincs megtalálását követően Mozsolics Amália a depó edényének betöltéséből a Magyar Nemzeti Múzeum restaurátorműhelyében porszívóval távolította el a földet, ennek segítségével fényképen is rögzítve a bronztárgyak *in situ* helyzetét. Az elvégzett metallográfiai elemzéssel a nyersanyag összetevői

mellett kimutathatóvá vált az öntött, dendrites szövetszerkezet (Mozsolics & Hegedűs 1963; összefoglalóan: Szabó 2013; V. Szabó 2019). Hasonlóan jelentősek voltak a korszakban Maria Novotná kutatásai, amelyek a Garam vidéki nyersanyagforrások fontosságára hívták fel a figyelmet (Novotná 1955).

Az egyre gyarapodó összeurópai fémvizsgálási adatokat 1960-as években induló stuttgarti *Studien zu den Anfängen der Metallurgie* (SAM) projekt hatalmas vizsgálatsorozata igyekezett rendszerbe foglalni és értelmezni. A projekt 22 000 réz- és bronztárgy (Junghans et al. 1968; Sangmeister 1973; Junghans et al. 1974), valamint 5300 aranytárgy (Hartmann 1970, 1982) nyersanyagösszetétele alapján több csoportot térképezett fel. Magyarországról 2722 színesfém tárgyat vontak be az elemzésbe (2. ábra). A számos réznyersanyag-csoport, valamint az ólomizotópos elemzések (Gale & Stos Gale 1992) eredményei kezdetben nehezen voltak értelmezhetők. Ezzel összefüggésben a szakmai vitákat egyre csökkenő érdeklődés követte, és az eredmények csak jóval később épültek be a hazai szakirodalomba.

Az 1990-es években élénkült meg újra a nemzetközi (Pernicka 1995; Schalk 1998) és hazai fémvizsgálatok (összefoglalóan Czajlik 2012; Kiss 2012a; Szabó 2013). Magyarországon elsősorban Ilon Gábor, Költő László, Kis-Varga Miklós, Szabó Géza, Czajlik Zoltán és munkatársai folytatták a bronznyersanyag vizsgálatokat (Költő & Kis-Varga 1992), de a kutatások más irányokban is előre haladtak. Ilon Gábor a nagyobb számú öntőformát tartalmazó települések alapján a dunántúli késő bronzkori fémműves központokat térképezte fel, majd további munkái során a Kárpát-medence térségében előkerült öntőformák összegyűjtésével körvonalazta a bronzművesség fejlődését a kora, középső és késő bronzkor időszakában (Ilon 1992a, 1992b, 2006). Csupán két tanulmány foglalkozott az öntőformák nyersanyagának elemzésével is (Biró 1995; Péterdi 2004).



2. ábra: Ismeretlen lelőhelyű bronzkori tőr a Magyar Nemzeti Múzeum gyűjteményében SAM mintavételi fúrással (fotó: MNM archívuma)

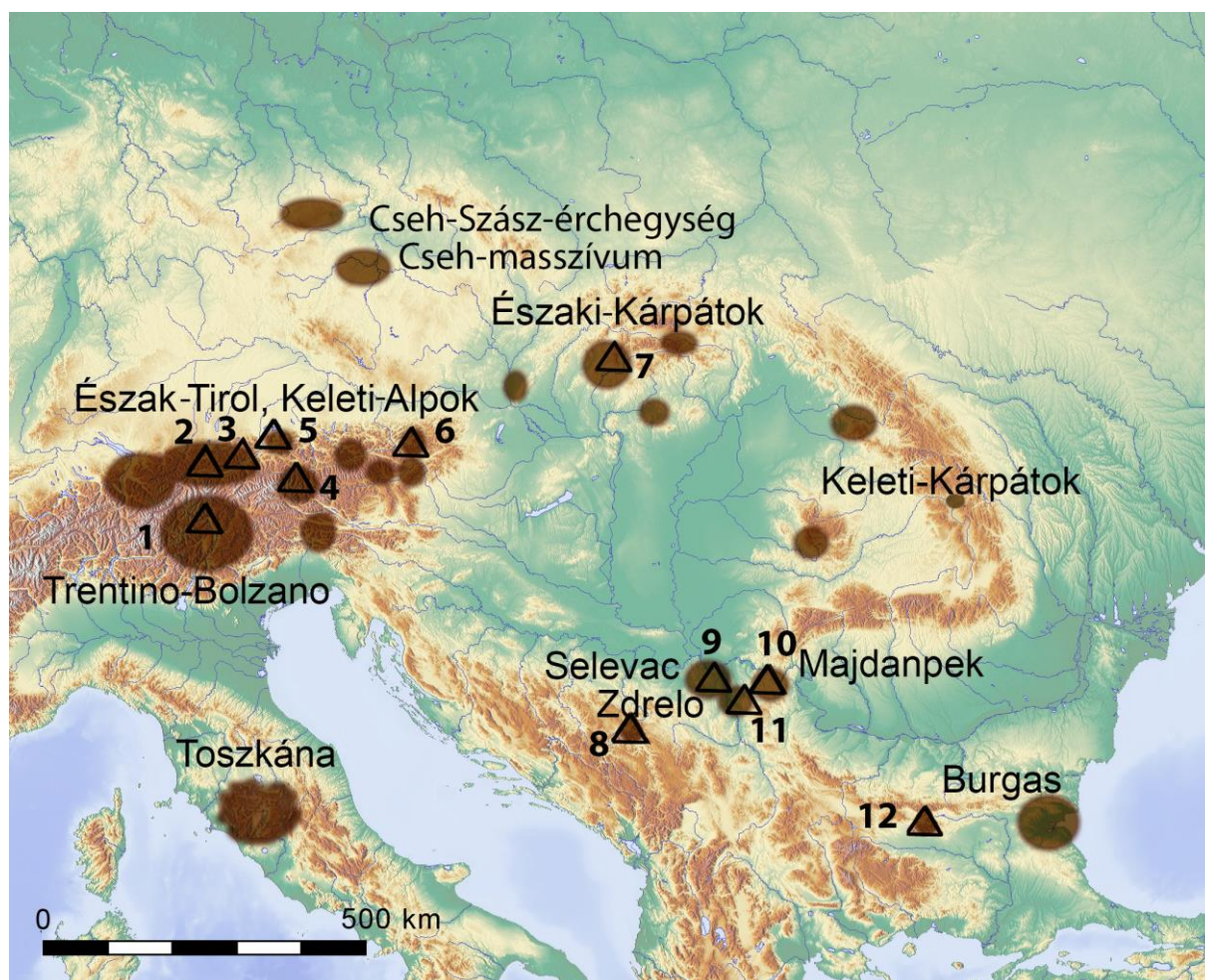
Fig. 2: Bronze Age dagger with sampling points in the framework of SAM project, unknown locality, Prehistoric Collection of the Hungarian National Museum (photo: HNM Archives).

Czajlik Zoltán a felhasznált nyersanyaghoz legközelebb álló öntőlempények/félkész nyersanyagformák vizsgálata alapján foglalta össze a térség fémnyersanyag-forgalmáról rendelkezésre álló ismereteket. A kelet-alpi (például a jólismert mitterbergi) bányák mellett hangsúlyozta a mai Besztercebánya és Dobsina közelében, valamint az Erdélyi-érchegység kevésbé kutatott rézérc lelőhelyeinek jelentőségét (Czajlik 1996; Czajlik et al. 1999; Czajlik 2012). Szabó Géza számos, a késő bronzkori urnamezős kultúra időszakában készült fém tárgy készítése technikai elemzését végezte el metallográfiai vizsgálatok segítségével. Utóbbiak tanúsága szerint a ma ismert fém megmunkálási eljárások mindegyikét (öntés, hideg-meleg megmunkálás, hőkezelés) alkalmazták a korszakban, ami a tapasztalatokon alapuló magasszintű mester-ségbeli tudást tükrözi. A nyersanyag elemzések kapcsán felhívta a figyelmet a bronz tárgyak inhomogenitására, és a felszíni, korróziós rétegben végzett fémvizsgálatok mód-szertani problémáira (Szabó 1996, 1999, 2001, 2012, 2013).

Az utóbbi két évtizedben folytatódott a bronzkori fém tárgyak nyersanyagösszetételének roncsolásmentes (pXRF, PGAA, PIXE, TOF-ND) és roncsolásos (ED-XRF, OM és SEM-EDS) módszerekkel történő vizsgálata (Sánta 2011; Czajlik 2012; Kiss 2012a; Dani 2013; Kiss 2014; Maróti et al. 2017; Szathmári 2017; Jankovits 2021; Tarbay et al. 2021; Maróti & Káli 2021; Sánta & Šmit 2024, ebben a kötetben; Gyöngyösi et al. 2024, ebben a kötetben; a módszerekről összefoglalóan Szabó et al. 2019, 1. táblázat). A fő- és nyomelemek koncentrációjának meghatározása és az ólomizotópos elemzések lehetőséget nyújtanak a réz és ón nyersanyag provenienciá-meghatározására, vagyis a Kárpát-medence tágabb térségében, a mai Szerbia, Románia, Szlovákia, illetve Ausztria és Észak-Olaszország területén az őskorban művelt bányahelyekkel (3. ábra) való kapcsolat kimutatására. Az újkőkorból a Szerbia (Majdanpek) és Bulgária (Ai Bunar) térségéből ismert rézbányák ércei voltak egyeduralgok a mai Észak-Olaszországtól az Alföldön át Skandináviáig (Siklósi et al. 2015; Nørgaard et al. 2019, 2021; Brozio et al. 2023; Artioli et al. 2016, 2024). Csak az utóbbi évek feltárásainak köszönhetően vált ismertté, hogy Majdanpek közelében, a mai Bór térségében megtalálható rezeset a bronzkorban is kitermelték (Mehhofer et al. 2021). A Garam völgyi érclelőhelyek – amelyekre M. Novotná felhívta a figyelmet a javarészt csakánnyok arzén- és antimon tartalmú nyersanyaga kapcsán – művelése az ólomizotópos adatok ellentmondásossága miatt sokáig csak a közép-európai kora bronzkor első felétől, Kr. e. 2100/2000 tájától volt bizonyítható (Schreiner 2007; Duberow et al. 2009), annak ellenére, hogy az úrvölgyi (Špania-Dolina, Szlovákia) bányavágatokból az Aunjetitz-kultúra (Kr. e. 2200–1600) kerámiája mellett a középső rézkori Ludanice-kultúra (Kr. e. 4300–3800)

leletanyaga is előkerült (Točík & Žebrák 1989; Žebrák 1995; Czajlik 2012; Garner & Stöllner 2021). Így jelentős eredmény, hogy a legújabb ólomizotópos vizsgálatok e bányavidék érceiből készült tárgyakat azonosítottak Nyugat-Magyarország középső rézkori leletanyagában (Siklósi et al. 2022), miközben az Alföldön továbbra is a Balkánról származó import réztárgyak voltak használatban (Siklósi & Szilágyi 2019). A Garam vidéki fakóérces rézforrás dominánssá vált Közép-Európa kora bronzkorában (a magyarországi kora bronzkor utolsó fázisától): az ólomizotópos vizsgálatok alapján ehhez kötik a nagy arzén-, antimon- és ezüst-tartalmú *Ösenring* fém típust, amelynek használata Skandináviáig megfigyelhető. Ezzel részben párhuzamosan egy nagyobb arzén- és nikkeltartalmú fém típus (ún. *Einheitskupfer*) is elterjedt, amelyből a koszideri korszak bronzleletei, illetve az Aunjetitz/Únětice-kultúra nebrai kincsének tárgyai készültek. Ez utóbbi fém típus forrását a Keleti-Alpokban Salzburgtól délre, Mitterberg térségéből ismert rézérc bányákhoz kapcsolja a kutatás, ahol a bányászat nyomait a Kr. e. 16–14. századra keltezik a radiokarbon dátumok (Schubert & Schubert 1967; Liversage 1994; Krause 2003; Kiss 2009, 2012a; Duberow et al. 2009; Pernicka et al. 2016a, 2016b; Kovács et al. 2019; Radivojević et al. 2019; Nørgaard et al. 2021; Brozio et al. 2023; Artioli et al. 2024; vö. még Gyöngyösi et al. 2024, ebben a kötetben). Az eddig publikált, magyarországi bronzkori bronz tárgyakat (Hajdúsámson, Százhalombatta, Téglás) érintő ólomizotópos elemzések ugyanezen két réztípus és -forrás jelentőségét igazolták (Pernicka 2013; Pernicka et al. 2016a; Ling et al. 2023). A Mitterberg-től nyugatra fekvő, ausztriai Inn-völgy és a délkelet-alpi (mai északolaszországi) régió bányavidékének szerepe is egyre jobban ismert Közép- és Észak-Európa bronzkori emlékéanyagában (Ling et al. 2019; Gavranović et al. 2022; Artioli et al. 2024). Kevesebb információ áll rendelkezésre a Vihorlat–Gutin hegység, illetve az Erdélyi-érchegység rézlelőhelyeinek őskori műveléséről (Czajlik 2012; Pernicka et al. 2016a; Quinn & Ciugudean 2018; Nessel & Pernicka 2020; Berger et al. 2022). Új eredményekkel szolgálhat a Kárpát-medencei réz nyersanyag-kereskedelmének szélesebb időhatárok közötti való, diakrón vizsgálata (Kiss & T. Romhányi 2023).

Az ón lelőhelyeit érintő legújabb kutatások megállapításai szerint folyóból mosott, másodlagos forrásokból származott a bronz fő ötvözője nemcsak Cornwall térségében, hanem a szerbiai Cserhegységben és a Cseh-Szász-érchegységben is (Haustein et al. 2010; Nessel et al. 2018; Powell et al. 2018). A mai németországi Nebra mellett előkerült égbolt korong ötvözetének elkészítésére Cornwallból érkező ónt használtak (Haustein et al. 2010). A Kárpát-medencében eddig a szerbiai és a Cseh-Szász-érchegység őnforrásaival való kapcsó-



3. ábra: Réznyersanyag lelőhelyek és az őskorban művelt bányák (Δ) Közép- és Délkelet-Európában Czajlik 2012; Radivojević et al. 2019, Brozio et al. 2023 nyomán): 1. Trentino, 2. Schwaz-Brixlegg, 3. Glemmtal, 4. St. Veit, 5. Mitterberg-Bischofshofen, 6. Eisenerz, 7. Špania Dolina, 8. Jarmovac, 9. Ždrelo, 10. Majdanpek, 11. Rudna Glava, 12. Ai Bunar.

Fig. 3: Copper ore deposits, Chalcolithic and Bronze Age copper mines (Δ) in Central and Southeastern Europe (after Czajlik 2012, Radivojević et al. 2019; Brozio et al. 2023): 1. Trentino, 2. Schwaz-Brixlegg, 3. Glemmtal, 4. St. Veit, 5. Mitterberg-Bischofshofen, 6. Eisenerz, 7. Špania Dolina, 8. Jarmovac, 9. Ždrelo, 10. Majdanpek, 11. Rudna Glava, 12. Ai Bunar.

latot mutatták ki, emellett előtérbe került a Gölnic/Hlinec (Szlovákia) folyó régiója (Czajlik 2012; Powell et al. 2018; Powell et al. in prep).

A készítechnikai vizsgálatok az öntést követő megmunkálás (hideg-meleg alakítás, hőkezelés) részleteire világítanak rá (Barkóczy et al. 2011; Müller 2011; Kiss et al. 2013; Mödler et al. 2013, Szabó 2013; Kiss et al. 2015a; Szabó et al. 2019). A használati nyomok azonosítása tárgybiográfiai és eseményrégészeti szempontú kérdésekre is választ adhat, például, hogy az eszközöket, fegyvereket és ékszereket használták-e a deponálás előtt, vagy a hamvasztás folyamatában a sírban talált tárgyak mindegyike máglyára került-e (Tarbay 2016; Tarbay 2017; Kovács et al. 2019; V. Szabó 2019; Tarbay & Maróti 2022; Szabó 2022; Tarbay & Maróti 2023; Gyöngyösi et al. 2024, ebben a kötetben; Tarbay & Maróti 2024, ebben a kötetben).

A fémműves műhelyek azonosításában kiemelten nagy szerepet játszanak az öntőformák (Péterdi 2004; Müller 2006; Kienlin 2007; Dani 2013; Garbacz-Klempka et al. 2017; Müller 2018; Gavan 2020; Ilon 2022; Melis in print).

A Kárpát-medencei rézkori és bronzkori aranytárgyak hazai, roncsolásmentes XRF (4. ábra) és PIXE vizsgálatának köszönhetően egyre jobban körvonalazhatók a nyersanyag használatban megfigyelhető változások (Csedreki & Dani 2011; Szathmári et al. 2019, 2024; Tarbay & Maróti 2022; Kiss et al. in print). A térség nagyszámú, középső bronzkori aranyékszereinek zöme a Hartmann által elkülönített, 20% fölötti ezüsttartalmú A3 csoportba sorolható (Hartmann 1968, 1970, 1982). Izotópos vizsgálatok segítségével sikerült e csoporton belül elkülöníteni az angliai Cornwall térségének másodlagos forrásaihoz köthető, hasonlóan nagy ezüst-



4. ábra: Bronzkori arany karpánt PIXE és hajkarika pXRF mérése (fotó: Kertész Zsófia, Maróti Boglárka).

Fig. 4: PIXE measurement of a Bronze Age golden armband and handheld XRF measurement of a Bronze Age golden hair ring (photo: Zsófia Kertész, Boglárka Maróti).

tartalmú aranyból készült tárgyakat (A3D csoport néven; Borg 2010; Borg et al. 2019). A többi, A3 csoportba sorolt ékszer lelőhelyei leginkább a Kárpát-medencében sűrűsödnek, eredetüket azonban egyelőre nem lehet az Erdélyi-érhegységben a római kortól kitermelt, vagy a középkori aranybányászatáról híres Körmöcbánya térségében megtalálható elsődleges és másodlagos aranyérc lelőhelyekhez kötni (Ciugudean 2012; Kiss 2012a; Borg et al. 2019; Szathmári et al. 2024). Több tanulmánynak köszönhetően mára jobban ismertek a középső bronzkori arany hajfonatkarikák viaszveszejtési öntésének és formai kialakításának, illetve a hasonló korú, gazdagon díszített, 300 grammos arany karpántok készítésének és díszítésének részletei (Hänsel & Weiherman 2000; Szathmári et al. 2019; 2024; Tarbay 2022; Tarbay & Lukács 2022; Dani & Kiss 2024; Dani et al. 2024). A középső és késő bronzkori előkelők aranyékszereinek régészeti és technológiai elemzése, valamint a deponálási szokások vizsgálata kibővíti a nemesfém tárgyak készítőiről és megrendelőiről eddig rendelkezésre álló ismereteket (Ilon 2015a; V. Szabó & Czukor 2017; V. Szabó 2019).

A mívész bronz- és aranytárgyakat készítő fémművesek műhelyei és temetkezései régóta foglalkoztatják a kutatókat (Bátora 2002, 2009; Sofaer 2010; Nessel 2012; P. Fischl et al. 2013a; Nørgaard 2014; Peška 2016; Melis 2019; Gavan 2020; Molloy & Mödler 2020). Eltérő tudásszintjük elkülönítésére a készítéstechnikai vizsgálatok alapján Michael Kuijpers az amatőr, kézműves, mester és virtuóz kategóriák elkülönítését javasolta (Kuijpers 2017).

Kerámiavizsgálatok

A bronzkori kerámiát érintő első archeometriai vizsgálatok között említendő a dunántúli mészbetétes edények díszítésében megfigyelhető mészberakás elemzése; ennek során Wartha Vincze azt állapította meg, hogy a mészbetét anyaga nagyrészt égetett csont (Wosinsky 1904). A későbbi tanul-

mányok alapján a mészbetét összetétele többféle „recepre” utal a Nyugat-Magyarországtól a Vaskapuig terjedő térségben, a Kr. e. 3000 és 1500 közötti évszázadokban élt közösségeknél (Kostolac- és Vučedol-kultúrától az aldunai mészbetétes kerámia kultúrájáig): az égett (emlős) csont mellett kvarc, kalcit és dolomit hozzáadására (Roberts et al. 2008; Kreiter & Tóth 2010; Szabó & Hajdu 2011; Sofaer & Roberts 2016).

A korszak első komplex archeometriai kerámia vizsgálata az 1980-as évek végén és az 1990-es évek elején születtek meg hazánkban a késő halomsíros–korai urnamezős kultúra szénbeépüléses, illetve bauxittal dúsitott anyagú edényei, és más késő bronzkori és kora vaskori kerámia részleteinek megismerését célozva (Varga et al. 1989; Gherdán et al. 2002; Ilon & Varga 1994). A későbbiekben számos vizsgálat érintette az alföldi teltek és a Dunántúl kora és középső bronzkori edény-művességét, és a késő bronzkori kerámiát (Kreiter 2006; Gherdán 2007, 2009; Kreiter 2007a, 2007b; Kreiter et al. 2007; Budden & Sofaer 2009; Kreiter & Tóth 2010; Antoni et al. 2011; Udvardi & Radics 2011; Mihály & Sándorné-Kovács 2011; Kreiter et al. 2020; Szeverényi et al. 2021).

A kerámia készítésének munkafolyamata terén az edénykészítési technikák (pl. hurka- vagy lap-technika) tanulmányozása (Gucsi 2006; Kreiter 2006; Kreiter 2007b; Budden & Sofaer 2009; Kreiter 2010; Sofaer & Budden 2013) mellett a felhasznált agyag és a soványító anyagok petrográfiai és röntgenfluoreszcens módszerrel végzett geokémiai vizsgálatai révén történtek előrelépések. Utóbbi elemzések bizonyították, hogy általában a települések közvetlen közeléből (<2 km) származó nyersanyagból készítették az edényeket a bronzkor kezdetétől a kései fázisig, és a soványító anyagok között legjellemzőbb a kerámiázúalék (grog) használata, de kvarcitkavicsos soványítás is előfordul (Kreiter 2006, 2007a, 2007b; Kreiter et al. 2007; Gherdán 2007, 2009; Budden & Sofaer 2009; Kreiter & Tóth 2010; Antoni et al. 2011; Kreiter et

al. 2020; Szeverényi et al. 2021). Néhány esetben, például Berettyóújfalu-Herpály középső bronzkori tell-településén kimutathatóvá vált a helyi, Ottomány-Gyulavarsánd-kultúrára jellemző kerámiastílushoz tartozó, de messzebből, legalább 35 km távolságból, a Körös mentéről beszerzett edények megléte is (Gherdán et al. 2007; Bernardini et al. 2024; Golitko et al. 2024). Más esetekben, többek között Dunaújvárosban és Tószezen viszont a formájukban és díszítésükben idegen, de helyi anyagú edények hívták fel a figyelmet távolabbról érkező, és a közösségbe betelepülő egyénekre és/vagy csoportokra (Reich 2006; Vicze 2011; Kiss 2012c; Bodnár et al. 2014). A kerámia kiégetésének hőfoka általában 650–850°C között határozható meg (Michelaki 2008; Kreiter 2010; P. Fischl et al. 2013a; Dani & Kulcsár 2019).

Az utóbbi időszakban az edények funkciójával, a használati kopásokkal és a kerámia másodlagos égésével is több tanulmány foglalkozott (5. ábra). Tárgybiográfiai és eseményrégészeti megközelítéssel sikerült meghatározni például a hamvasztás során a halotti máglyára került kerámiák eredeti helyzetét; a szervesanyag maradványok elemzése révén pedig jobban meghatározható egyes edénytípusok funkciója (pl. szoptatóedények, pácoló edények; Nyíri 2013; Fülöp & Váczi 2016; Gucsi & Szabó 2018; Dunne et al. 2019; Gucsi 2020; Polányi 2022; Szabó 2023). Az említett megfigyelések és kísérleti régészeti módszerek révén árnyalható az a korábbi elképzelés is, amely szerint kizárólag a temetkezés számára készült edények kerültek a korszak sírjaiba (Gucsí & Szabó 2018; Fülöp & Gucsi 2023; Gucsi 2023).

A specializáció kérdésköre a kerámia készítésével kapcsolatban is fontos vizsgálati szempontokat vet fel. Több tanulmány szolgált jó kiindulópontokkal a fazekasok tudásszintje, mester és inas „kezek” azonosításához, vagy a kerámia készítésében a gyerekek részvételének kimutatásához (Budden & Sofaer 2009; Sofaer et al. 2010; P. Fischl et al. 2013a; Fülöp 2016; Gucsi & Szabó 2018; Gucsi 2023).

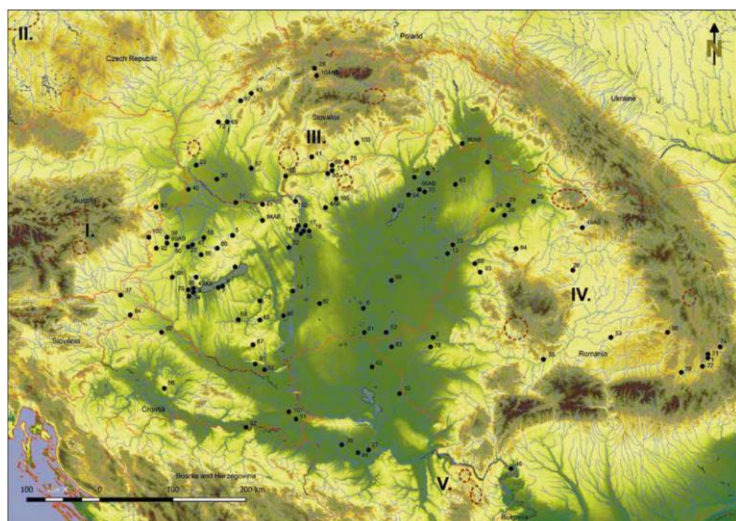
Kőeszközök vizsgálata

A pattintott kő sarlópengék és nyílhegyek helyét a középső bronzkor 2. felétől átvették a mindennapokban a bronzból öntött sarlók és nyílhegyek. Ezzel összefüggésben kevés tanulmány érinti a pattintott kőeszközöket, pedig a bakonyi radiolaritok, illetve a tokaji obszidián kereskedelme ebben az időszakban is utal a dunántúli és alföldi közösségek közötti kereskedelemre (T. Biró 1996; Horváth 2004a; 2009, 2012, 2017). A csiszolt szerszámkövek között az őrlés szerszámjai (őrlőkövek, marokkövek, mozsarak) tovább is használatban maradtak (Bátora 1994; Horváth 2000, 2004b; Sofaer et al. 2010; Priskin 2022). A kőeszközök nyersanyagának vizsgálata általában helyi (1–5 km) és regionális (150–520 km) kőzetek használatát mutatta ki (T. Biró 1995, 1996; Horváth et al. 2000, 2016; Horváth 2004b, 2017; Péterdi 2004; Müller 2018; Péterdi et al. 2024, ebben a kötetben). Az újabb, nyugat- és közép-európai kutatások a használati nyomok vizsgálata során bronzal vagy arannyal érintkező, fémművesek által használt szerszámkövek használatát tárták fel (Garbacz-Klempka et al. 2017; Crellin et al. 2022; Müller et al. 2023; Melis in print).



5. ábra: Késő bronzkori edények; 1. közepes mértékű másodlagos égést mutató urna, az alján megfigyelhető kerek fekete folt jelzi, hogy az edény álló helyzetben került fel a máglyára, Jobbágyi-Hosszú-dűlő (Fülöp & Váczi 2016, 3. kép nyomán); 2. erős másodlagos égés nyomait mutató edény, nyaka deformálódott, peremén egy régebbi csorbulással (használati nyommal), Balatonendréd-Öreghegy, 234. sír, 4. edény (Gucsí 2020, Fig. 4 nyomán).

Fig. 5: Late Bronze Age pottery; 1. Medium-sized, secondary burnt urn, the circular black patch on the base indicates that the vessel was vertically positioned on the pyre, Jobbágyi-Hosszú-dűlő (after Fülöp & Váczi 2016, Picture 3); 2. Vessel showing signs of severe secondary burning with an older chip on its rim, and its neck became distorted, Balatonendréd-Öreghegy, grave 234, vessel no. 4. (after Gucsi 2020, Fig. 4)



6. ábra: Késő bronzkori öntőformák elterjedése a Kárpát-medencében (Ilon 2022, Fig. 3).

Fig. 6: Distribution of Late Bronze Age moulds in the Carpathian Basin (Ilon 2022, Fig. 3).



7. ábra: Borostyán gyöngysor és csillag alakú fajanszgyöngyök a jászdózsai 2. kincsből (fotó: Makrai Péter, Damjanich János Múzeum).

Fig. 7: Amber necklace and star-shaped faience beads from the Jászdózsai hoard no. 2 (photo: Péter Makrai, Damjanich János Museum).

Hasonló jelentőségű módszer az őrlőkövek felszínén megtalálható fitolitok vizsgálata (Pető 2009; Priskin 2022). Az öntőformák legújabb gyűjtése (6. ábra) a fémművesség specializációja és központosítása kérdéskörének elemzését is lehetővé teszi (Gavan 2020; Ilon 2022).

A régészeti kőeszközök összehasonlító közetgyűjteményének, és a nagyműszeres vizsgálati eredmények adatbázisban való közzététele előremutató fejlesztés (Farkas-Pető & Horváth 2014; T. Biró et al. 2021, 11. ábra).

Borostyánkő- és üveggyöngyök vizsgálata

A Magyarországon előkerült bronzkori sírokban, kincsleletekben is megtalálható presztízs tárgyak a borostyánkő- és fajansz-, illetve üveggyöngyök. Az 1960-as évektől végzett anyagvizsgálatok az európai borostyánkő leletek döntő többségének balti eredetét mutatták ki (Beck & Sprincz 1981; Sprincz & Beck 1981). Az “észak aranyának” is nevezett balti borostyánkő (szukcinit) nyersanyag – a bronz kereskedelméhez hasonlóan – a folyóvölgyeket követő útvonalakon jutott el a közép- és dél-európai régiókba (Kneisel & Müller 2011; Ernée 2016; Jaeger 2016). A Kárpát-medence

térségében más, borostyánkővekhez hasonló kopál változatok is ismertek, például a Veszprém térségében megtalálható ajkait, vagy a romániai rumenit, így felmerült a kérdés, hogy a nehezen megszerezhető balti borostyánkőveket ezekkel helyettesíthették-e a bronzkori közösségek (Horváth 1999; Czebreszuk 2007). Legújabbban lengyel–magyar együttműködés eredményeként a korábbiánál jóval több, összesen 52 lelőhelyről sikerült összegyűjteni a magyarországi bronzkori borostyánkő ékszereket. Ezek közül a megvizsgált 12 kora, középső és késő bronzkori lelőhelyről származó gyöngyök infravörös spektroszkópiái (FTIR) elemzése újabb bizonyítékokkal szolgált a kora bronzkor 2. fázisától a Balti-tenger partvidékéről származó borostyánkő cserekereskedelméről a Kárpát-medence térségében (7. ábra, Jaeger et al. 2023). Az ajkait mintával való összevetés alapján az utóbbi nyersanyag használata nem mutatható ki, aminek magyarázatát az is adhatja, hogy az ajkait természetes előfordulása kréta kori közetrétegekben, nagy mélységben található (Botfalvai et al. 2021). Az eddigi leletek arra utalnak, hogy a borostyánkőgyöngyök kész formában érkeztek, hiszen nyers borostyán tömbök eddig nem kerültek elő a leletanyagban. Az újabb

bronzkori település feltárásokon (pl. Kakucs-Turján mögött, Százhalombatta-Földvár) és egy kincsleletben (Takácsi-Református-erdő-dűlő) *in situ* is előkerült apró borostyánkőgyöngyök a szítalásos és flotálásos ásatási technikák fontosságára hívják fel a figyelmet (Horváth 1999; Jaeger et al. 2023).

Az üvegyártás technológiája Egyiptomban és Mezopotámiában jelent meg a Kr. e. 2. évezredben. Az első, magyarországi bronzkori üvegleleteket érintő archeometriai vizsgálatok a bakonyi késő bronzkori halomsírokból előkerült üvegyöngyökhöz készültek (Jankovits 1992; Varga 1992). Ennél korábbra keltezhetők a Kárpát-medence kora és középső bronzkori sírjaiból ismert üveges anyagú, többes tagolású, illetve négyyszögletes, csillag alakú kékes színű gyöngyök (7. ábra), melyeket általában fajanszgyöngynek, de olykor pasztagyöngynek nevez a kutatás (Bátora 1995; Józsa et al. 1999). Az apró fajanszgyöngyöket térségünkben általában az Észak- és Dél-Európát összekötő távolsági kereskedelem bizonyítékának tartották, amely révén a balti borostyánkő és az égei bronzkori közösségek területéről származtatott (az egyiptomi fajanszok nyomán készült) gyöngyök az adriai partvidéktől északra vezető kapcsolatok révén a Kárpát-medence régiójában cseréltek gazdát (Kovács 1979; Horváth 2004a; Primas 2008). A tovább fejlődött technológiának köszönhetően a késő bronzkori Európa számos térségében ismertek kék alkáli üvegyöngyök, pl. a műkénéi kultúra vagy a halomsíros és urnamezős kultúra sírjaiban, valamint hasonló korú skandináviai temetkezésekben és Észak-Olaszország késő bronzkori falvaiban (Venclová et al. 2011; Henderson 2013; Varberg et al. 2016).

A Hódmezővásárhely-Kopáncs középső bronzkori temetkezéséből származó fajanszgyöngyök petrográfiai vizsgálata azt állapította meg, hogy nyersanyaguk kvarchomok volt (Józsa et al. 1999). Utóbbi 1700 °C-os olvadáspontját alkáli elemeket tartalmazó “folyósító” anyagok, sók hozzáadásával a korszak kerámia- és fémművészete gyakorlatában már elérhető 1200–1100 °C-ra csökkentették. Az észak-olaszországi bronzkori gyöngyök elemzése alapján a korai (Kr. e. 1700–1450) fajansz ékszerek és a késő bronzkori üvegyöngyök is az ún. kevert alkáli vagy LMHK típusba sorolhatók (kis magnézium- és nagy kálium-tartalmú anyag; Angelini et al. 2005). Ezt a nyersanyagot több mint 30 európai lelőhelyen megtalálták, ami a típus helyi eredetét támasztja alá. A Frattésinában előkerült műhely is a helyi gyártás bizonyítéka (Venclová et al. 2011, Fig. 1). A kis magnézium-tartalmú üvegeknél valószínűleg ásványi eredetű adalékokból származhatnak az alkáli elemek (nátron üveg), míg az egyiptomi eredetű technológiát követő kelet-mediterrán térség nagy magnézium-tartalommal (2–6%) jellemezhető ékszerei esetében sótartalmú növények elégetéséből nyert növényi hamu azonosítható “folyósító” adalékként. A hazai késő

bronzkori üvegyöngyök prompt-gamma aktivációs analitikai (PGAA) vizsgálata azt állapította meg, hogy ezek nagy magnézium-tartalma a műkénéi kultúra üvegeihez hasonlít, így hasonló készítményekkel vagy a Kelet-Mediterráneumból érkező félkész üvegöntvény-nyersanyag importjával lehet számolni, melyekből másodlagos üveggészítő műhelyek állították elő az apró gyöngyöket (Ilon & Kasztovszky 2016; Mengyán et al. 2023).

Kormeghatározás

A bronzkori relatív kronológia naptári keltezését lehetővé tevő abszolút dátumok a 20. század végén váltak nagyobb számban elérhetővé. Az első, 99 dátumból álló magyarországi bronzkori radiokarbon adatsor a kora és középső bronzkori tell-települések kutatását összefoglaló kiállítás katalógusában látott napvilágot (Raczky et al. 1992; Forenbacher 1993). Ezek segítségével pontosíthatóvá vált a kora bronzkor kezdete, amely a korábban elfogadott Kr. e. 1900-as dátum helyett Kr. e. 2600/2500-ra módosult. A zömmel külföldi laborokban készült első hazai, bronzkori konvencionális ¹⁴C dátumok után az ATOMKI debreceni laboratóriumának köszönhetően lassan szaporodni kezdtek a már itthon (is) készült keltezési adatok (összefoglalóan P. Fischl & Kulcsár 2011; Kulcsár 2011; Kiss 2012b; Ilon 2015b; Kiss et al. 2015b). A rézkor és bronzkor között beiktatásra került egy (Kr. e. 2800–2600 közé eső) átmeneti fázis (Heyd et al. 2013; Jaeger & Kulcsár 2013). A leggyakrabban használt időrend szerint a Kárpát-medencei kora bronzkor Kr. e. 2600/2500–2000 közé keltezhető, a középső bronzkor végét és a késő bronzkor kezdetét pedig Kr. e. 1500/1450 körülre teszi a kutatás (P. Fischl et al. 2013b; P. Fischl et al. 2015). Az egyre több hazai bronzkori radiokarbon adat elérhetőségében jelentős szerepe van az új debreceni AMS laboratórium adta lehetőségeknek (Molnár et al. 2012). Ennek is köszönhető, hogy újabban több tanulmány látott napvilágot a kora és középső bronzkor, valamint a halomsíros kultúra időszaka abszolút keltezésére vonatkozó adatsorokkal (Szabó 2017; Csányi 2019; Czajlik et al. 2019; Ilon 2019; Kiss et al. 2019; Staniuk 2021). A datálás pontosításában a Bayes-modellezéshez (Melis 2024, ebben a kötetben) hasonlóan fontos eredményekkel járhat a sírok DNS vizsgálatából származó biológiai rokonsági adatoknak a radiokarbon keltezéssel való összevetése (Massy et al. 2022; Gerber et al. 2023; Kiss et al. 2023).

Az égett csontok radiokarbon vizsgálata sokáig eredménytelen volt, mivel a nagy hőmérséklet hatására a csont – általában korhatározásra használt – szerves (kollagén) állománya megsemmisül. Az utóbbi évtizedekben sikerült továbbfejleszteni azt az eljárást, amellyel a csont szervesetlen szénttartalmának (a bioapatitnak is nevezett kalcium-foszfátba ágyazott karbonátnak) a keltezése sikeresen elvégezhető. A módszer lényege annak felismerése,

hogy a 600 °C fölött elhamvasztott csontban ez a szervetlen összetevő átkristályosodik, s bár az égés miatt kis mennyiségben marad fenn, de stabilabbá válik, és már 2 grammnyi mennyiség esetén is alkalmas AMS radiokarbon vizsgálatra. J. N. Lanting és munkatársai 2001-ben publikálták a groningeni laborban készült nagyobb mintasorozatot, amelynek során régészeti korú hamvasztott csontmaradványok radiokarbon keltezését végezték el más anyagú, pl. faszén minták alapján már ismert abszolút dátumokkal összehasonlítva (Lanting et al. 2001, Table 1–3). Bár a hamvak vizsgálatának eredményei legtöbbször jól megfeleltek a várt kornak, esetenként eltérések is megfigyelhetők; ezzel is összefügg, hogy az utóbbi évtizedig csak a régészeti abszolút dátumok 6%-a származik hamvasztásos temetkezésekből (Olsen et al. 2008, 2013; Zazzo & Saliège 2011; Snoeck et al. 2014). Az utóbbi években a magyarországi bronzkorra keltezhető hamvasztásos maradványokból is készültek sikeres tandem-keltezések, vagyis a hamvasztott csont mellett azonos sírból származó faszén vagy égetetlen csont kollagén párhuzamos datálása a pontosság tesztelésének céljával. Fontos módszertani szempont, hogy a megfelelő keltezéshez – FTIR elemzéssel megállapított – magas hőfokon kiégett minták használatára van szükség (Dani et al. 2019; Major et al. 2019).

Leletfelderítés és környezetrégészet

Az ismert lelőhelyek kiterjedésének pontosításában jelentős a szisztematikus, roncsolásmentes kutatások, így az intenzív és extenzív terepbejárások, felmérések, a légi-, LIDAR és műholdfelvételek szerepe. A LIDAR felvételek például az erdővel fedett területek vizsgálatát teszik lehetővé. A geodéziai felmérés eredményeként 3D domborzatmodell hozható létre az adott területről (Mesterházy 2013; P. Fischl et al. 2016).

A terepbejárasi eredmények mellett a geofizikai felmérés is számos értékes adattal szolgálhat a bronzkori települések és környezetük kutatásában, melyek segítségével kijelölhető a később ásatással is vizsgálni kívánt terület, vagy éppen információ nyerhető a feltárással érintett területen kívül elhelyezkedő régészeti jelenségekről (Kőszegi & Farkas 2007; Bertók & Gáti 2014; P. Fischl et al. 2016; Szabó 2016; Melis et al. 2023) és az egykori öskörnyezetről (Bóka & Martyin 2008; Pető 2009; Gyucha et al. 2013; Ilon et al. 2016; Jaeger et al. 2018; Szilas & Tóth-Farkas 2023). Az utóbbi években a topográfiai kutatások megújítását célzó munkák során az érintett módszerek több fontos összefoglalása született meg, többek között a bronzkor hajnalára keltezhető kurgánok, a középső bronzkori tell-települések körül elhelyezkedő síktelepek, a bronzkori kincsleletek felderítése vagy a korszak fémkeresős terepi kutatásai kapcsán (V. Szabó 2019; Czajlik 2022; Dani et al. 2017; Ilon 2022; Saláta et al. 2023; Kovács & Pető 2024).

A régészeti lelőhelyek körül végzett környezet-történeti és környezetrégészeti, geoarcheológiai kutatások a bronzkor időszakát érintően is új lendületet kaptak az utóbbi évtizedekben, több mikrorégióban végzett talajfúrásokkal, pollenelemzésekkel, esetenként archeobotanikai, archeozoológiai és komplex régészeti adatgyűjtéssel kiegészülve (a teljesség igénye nélkül: Gál et al. 2005; Zatykó et al. 2007; Ilon et al. 2011; Sümegi et al. 2015; P. Fischl et al. 2016; Ilon et al. 2016).

Biorégészet

A biorégészet legfontosabb forrását az emberi és állati maradványok jelentik. Az archeozoológiai vizsgálatok nemcsak az állattartás és táplálkozás, hanem a temetkezési rítus és a csont- és agancseszközök jobb megismerését teszik lehetővé (Choyke 1984; Bartosiewicz 1996; Vörös 1996). A korszak egyik fontos kérdése a ló háziasítása és használatba vételének részletei (Bozi & Szabó 2022, további irodalommal).

A csontok embertani elemzése révén meghatározható az egykor élt ember neme és életkora. Paleopatológiai vizsgálatokkal kideríthető, hogyan élt és végzett-e megerőltető munkát, milyen betegségei voltak (K. Zoffmann 1999; Hajdu 2008; Köhler 2011; K. Zoffmann & Hajdu 2017). A hamvasztás során aprózódott csontmaradványokból is megállapítható az elhunyt neme, életkora, és egyes betegségek megléte, ahogyan az utóbbi évtizedek nagyobb hamvasztásos temetőfeldolgozásai bizonyítják (Kalicz-Schreiber et al. 2010; Ilon et al. 2011; Szabó & Hajdu 2011; Szeverényi et al. 2020).

A csontvázas temetkezések embertani vizsgálatát kiegészítő stabilizotópos és DNS vizsgálatokból újabban már azt is megtudhatjuk, hogy milyen ételeket evett, másutt született-e, mint ahol eltemették, vagy megállapítható-e rokonság az együtt eltemetettek között (összefoglalóan Anders 2016; Kiss et al. 2021). A biorégészeti kutatások a viselkedéstudományi, környezeti és társadalmi szempontokkal kiegészítve bioszociális régészeti elemzésre is lehetőséget adnak (Bánffy 2013; Zvelebil & Pettitt 2013).

Az utóbbi években megismert esettanulmányokból a stabilizotópos és DNS vizsgálatok alapján kirajzolódik a bronzkori társadalom néhány jellegzetessége, például a vérségi, kiscsaládi egységek és a patrilocális, exogám házassági szokások rendszere (Gerling et al. 2012; Frei et al. 2015, 2017; Knipper et al. 2017; Mitnik et al. 2019). Utóbbi bizonyítéka például, hogy az anyai ági genetikai vonalak változatosabbak, mint az apai vonalak (Gerber et al. 2023; Kiss et al. 2023, Fig. 6). A stroncium és oxigén stabilizotópos elemzés a hamvasztásos temetkezések esetében is lehetőséget nyújt a nem helybenszületett egyének kimutatására (Cavazzuti et al. 2019, 2021). A szén- és nitrogénizotópos vizs-

gálatok eredményei a növényi és állati maradványokkal összevetve a bronzkori emberek táplálkozásának jobb megismerését is lehetővé teszik (részletesebben: Pásztor et al. 2024, ebben a kötetben). Az anyai öröklődésű mitokondriális leszármazási vonalak mellett az apai Y-kromoszómális vonalak (haplocsoportok) vizsgálata, illetve a teljes genom szintű elemzés választ adhat arra, hogy a bronzkori régészeti kultúrák és a hozzájuk kapcsolt kulturális jelenségek mögött kimutathatók-e genetikailag hasonló vagy eltérő gyökerű népességek. A ma elérhető eredmények szerint a bronzkor első ezer évében alapozódik meg a mai Európa genetikai képe, mely az immáron jelen levő három fő komponens, a középső kőkor (mezolitikum) vadászó-gyűjtögetői, a mai Törökország és a Balkán felől bevándorló újkőkori földművesek és a kelet-európai sztyeppéről a 3. évezred közepén, vagyis a bronzkor hajnalán érkezett pásztorok régióként eltérő arányú keveredéséből jött létre. Ritka esetekben a fertőző megbetegedések, például a lepra, pestis, hepatitis B pontosabb azonosítására is van mód molekuláris biológiai elemzés segítségével (Kiss et al. 2021; Gerber et al. 2023 további irodalommal). A régészeti kultúra, valamint a biológiai és nyelvi csoportok azonosítása terén azonban megfelelő óvatosság szükséges, ahogyan arra több tanulmány is felhívta a figyelmet (Heyd 2017; Eisenmann et al. 2018; Brück 2021; Maran 2022). Az egykori társadalom modellezésekor a természettudományok és humán tudományok (a történettudomány mellett kulturális antropológia, néprajz, szociológia) érvrendszerének integrálásával lehet helyes következtetésekre jutni.

Az életmód rekonstruálása mellett épen megőrződött koponyák esetében az egyének megjelenésének vizualizációja, szobrászi és számítógépes, háromdimenziós arc-rekonstrukciók készítése is lehetővé válhat. Jó megtartású DNS adatoknak köszönhetően ezt kiegészíthetik a fenotípusos jellegek, például a pigmentáció (szemszín, hajszín, bőrtónus) meghatározása (Kustár et al. 2020; Kustár et al. 2022; Gerber et al. 2023).

Az utóbbi évtizedben jelentős előrelépések történtek a közép-európai bronzkori textilek vizsgálatában, növényi és állati textil maradványok felderítésével (néhány példát említve: Bergerbrant 2007; Bergfjord et al. 2012; Grömer 2016; Frei et al. 2017). A magyarországi bronzkori emléanyagban egyelőre csak néhány, fémkorrózió által megőrzött töredék, vagy kerámia felületébe nyomódott textil lenyomat (Nagy 2013; Gucsi & Szabó 2018, Fig. 9; Kiss et al. 2017; Pásztorkai-Szeőke et al. 2018), valamint az orsógombok és szövőszéknehezékek vizsgálatára került sor (Bergerbrant 2018).

Műszeres háttér

Az utóbbi húsz évben a multidiszciplináris kutatások fejlődésének és az elhivatott szakembe-

reknek köszönhetően folyamatosan fejlődött a hazai laboratóriumi háttér. Míg számos elemzést korábban csak nemzetközi együttműködésben lehetett elvégezni, az archeometriai kutatásokban résztvevő hazai egyetemek (ELTE TTK, Miskolci Egyetem, Debreceni Egyetem) és az egykori MTA Kutatóközpontok (ma HUN-REN Atomki, Energiatudományi Kutatóközpont, Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont) műszerparkja mellett további intézményekben is végeznek archeometriai kutatásokat az utóbbi évtizedben (Szabó et al. 2019, 2. táblázat). A HUN-REN BTK Régészeti Intézetében is rendelkezésre állnak leletdiagnosztikai vizsgálatokra és terepi kutatásra alkalmas műszerek (<https://ri.abtk.hu/hu/8-aktualis/457-mikroszkopos-vizsgalatok-a-regeszeti-intezetben>). Az ELTE BTK Régészettudományi Intézetében megalakult az Archeometria, Régészeti Örökség és Módszertan Tanszék (<https://regeszet.elte.hu/content/archaeometriai-labor-main-cont.c3c.1125?m=6550>). A MNM KK NRI Archeometriai Laborban talajmikromorfológiai vizsgálat, köeszközök, építőanyagok és kerámiák, fém- és üvegtárgyak, egyéb szerves, továbbá szerves anyagok összetétel-elemzésére van lehetőség. Mindemellett meg kell jegyezni, hogy a vizsgálatok továbbra is költségesek, és a különböző diszciplinák művelői között még ma sem rutinszerű az együttműködés.

Összegzés

A bemutatott módszereknek köszönhetően a bronzkorban használt kerámia, kő, fém és egyéb tárgyak nyersanyagvizsgálata alapján a korábbiánál jobban körvonalazhatók a lokális, regionális és interregionális kapcsolatok, valamint a készítési folyamatok (*chaîne opératoire*). A tárgybiográfiai megközelítés a fém és kerámia tárgyak sokrétű életére is rávilágíthat. A biorégészeti vizsgálati eredmények a bronzkori kapcsolatok természetét, például a nyersanyagforgalom és a mobilitás összefüggéseit tárhatják fel, pontosabb választ adva a régi kérdésre: kereskedelem vagy mobil közösségek állhatnak-e a fegyverek, ékszerek és kerámia edények által kirajzolt hálózatok mögött. A specializáció vizsgálata a bronzkori kerámia-, fém-, kő- és csonttárgyak készítésével kapcsolatban egyaránt fontos szempontokat vet fel a bronz- és aranyművesek, fazekasok eltérő tudásszintjei, a mester és inas „kezek” azonosításához.

A radiokarbon dátumok tekintetében a továbblépés irányát a finomabb kronológia felé az adatok modellezése jelentheti: egy-egy lelőhelyről származó nagyobb sorozatok Bayes-elemzésével, vagy a sírok DNS vizsgálatából származó biológiai rokonsági adatok és a radiokarbon dátumok összevetésével.

A települések és temetők feltárása során fontos a mintavételek protokolljának ismerete és betartása.

A több lelőhelyen alkalmazott szitálásos és flotálásos ásatási technikák előnyeire hívják fel a figyelmet a települési jelenségekből előkerülő apró halcsontok és borostyánkőgyöngyök. Ezt követően elengedhetetlen a minták helyes tárolása, megfelelő hőmérséklet és páratartalom mellett. Jelentős fejlesztés a régészeti kőeszközök összehasonlító közetgyűjteményének, és a kőeszközök nagyműszeres vizsgálati eredményeinek adatbázisa. A tanulmányokban publikált mintavételi adatok és elemzési eredmények a szakemberek számára elérhető hasonló, online adatbázisokban való rögzítése egyre fontosabb követelmény. Így az elkészült vizsgálatokra épülve könnyebben tervezhetővé válhatnak az újabb kutatási célkitűzések és projektek.

Köszönetnyilvánítás

Jelen tanulmány az Archeometriai módszerek és esettanulmányok a bronzkor kutatásában Magyarországon címmel a HUN-REN BTK Régészeti Intézetben megrendezett előadónapon elhangzott előadás szerkesztett változata. Az előadónap megrendezését az MTA Lendület programja támogatásával létrejött MTA–BTK Lendület Mobilitás Kutatócsoport (LP 2015-3/2015-2023), míg a cikk elkészülését az MTA–BTK Lendület Bázis Kutatócsoport (LP 2023-8) támogatta. Az 1. ábra fotójáért T. Biró Katalinnak, a 6. ábra felhasználásának lehetőségéért a szolnoki Damjanich János Múzeum munkatársainak tartozom hálával. Köszönet illeti a tanulmány lektorait, Ilon Gábort és Szilágyi Veronikát is, akik segítséget nyújtottak jelen összefoglalás (a korlátozott terjedelem mellett) minél teljesebbé tételére.

A szerző tudományos közreműködése

Kiss Viktória Eredeti és javított kézirat, Vizualizáció.

Irodalom

- ANDERS A. (2016): Újkőkori nőtörténet – bioszociális régészet Polgáron. *Tisicum* **25** 15–24.
- ANGELINI, I., ARTIOLI, G., BELLINTANI, P. & POLLA, A. (2005): Protohistoric vitreous materials of Italy: from early faience to final bronze age glasses. In: COOL, H. ed., *Annales of 16th AIHW Congress*. London, 32–36.
- ANTONI J., CSUPOR I. & UDVARDI B. (2011): Régi fazekasok öreg cserepei. Adalékok a korabronzkori fazekassághoz. In: KVASSAY J. ed., *Évkönyv és jelentés a Kulturális Örökségvédelmi Szakszolgálat 2009. évi feltárásairól*. Budapest, 137–161.
- ARTIOLI, G., ANGELINI, I., NIMIS, P. & VILLA, I.M. (2016): A lead-isotope database of copper ores from the Southeastern Alps: A tool for the investigation of prehistoric copper metallurgy. *Journal of Archaeological Science* **75** 27–39.

<https://doi.org/10.1016/j.jas.2016.09.005>

- ARTIOLI, G., ANGELINI, I., CANOVARO, C., KAUFMANN, G. & VILLA, I.M. (2024): Lead isotopes of prehistoric copper tools define metallurgical phases in Late Neolithic and Eneolithic Italy. *Nature Scientific Reports* **14** 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-54825-z>

BÁNFFY, E. (2013): Német–magyar bioarcheológiai kutatási program az MTA BTK Régészeti Intézetben. *Magyar Régészet* **2013** 1–6.

BÁTORA, J. (1994): Hunting in the Early Bronze Age in Slovakia. *Pamiatky a Múzeá* **1994/4** 11–12.

BÁTORA, J. (1995): Fayance und Bernstein im nördlichen Karpatenraum während der Frühbronzezeit, In: HÄNSEL, B. Hrsg., Handel, Tausch und Verkehr im bronze- und früheisenzeitlichen Südosteuropa. *Prähistorische Archäologie in Südosteuropa* **11** München–Berlin, 187–196.

BÁTORA, J. (2002): Contribution to the problem of „craftsmen” graves at the end of Aeneolithic and in the Early Bronze Age in Central, Western and Eastern Europe. *Slovenská Archeológia* **50** 179–228.

BÁTORA, J. (2009): Metallurgy and Early Bronze Age Fortified Settlements in Slovakia. *Slovenská Archeológia* **57** 195–219.

BARKÓCZY P., KOVÁCS Á. & P. FISCHL K. (2011): Réz és bronz leletek metallográfiai és metallurgiai vizsgálatai. *Archeometriai Műhely* **VIII/4** 293–304.

BARTOSIEWICZ, L. (1996): Bronze Age animal keeping in Northwestern Transdanubia, Hungary. *Pápai Múzeumi Értesítő* **6** 31–42.

BARTOSIEWICZ, L. & KÖLTŐ, L. (1998): *Archaeometrical Research in Hungary II*. Magyar Nemzeti Múzeum és Somogy Megyei Múzeumok Igazgatósága, Budapest–Kaposvár–Veszprém, 322 pp.

BECK, C.W. & SPRINCZ, E. (1981): A szegedi Móra Ferenc Múzeum bronzkori borostyánkőgyöngyeinek eredete. *Archaeologiai Értesítő* **108** 206–210.

BERGER, D.; BRÜGMANN, G., BUNNEFELD, J.-H. & PERNICKA, E. (2022): Identifying mixtures of metals by multi-isotope analysis: Disentangling the relationships of the Early Bronze Age swords of the Apa–Hajdúsámson type and associated objects. *Archaeometry* **64** 44–74. <https://doi.org/10.1111/arc.12714>

BERGERBRANT, S. (2007): *Bronze Age Identities: Costume, Conflict and Contact in Northern Europe 1600–1300 BC*. Stockholm Studies in Archaeology **43** Bricoleur Press, Stockholm, 232 pp.

BERGERBRANT, S. (2018): Creativity and spindle whorls at the Bronze Age tell of Százhalombatta–Földvár, Hungary. In: JØRGENSEN BENDER, L., SOFAER, J. & SØRENSEN, M.L.S. eds., *Creativity in the Bronze Age understanding innovation in pottery, textile, and metalwork production*. Cambridge University Press, Cambridge, 91–98.

<https://doi.org/10.1017/9781108344357.033>

BERGFJORD, C., MANNERING, U., FREI, K., GLEBA, M., SCHARFF, A.B., SKALS, I., HEINEMEIER, J., NOSCH, M.-L. & HOLST, B. (2012): Nettle as a distinct Bronze Age textile plant. *Nature Scientific Reports* 2 664.

<https://doi.org/10.1038/srep00664>

BERNARDINI, F., DE MIN, A., VELICOGNA, M., ROFFET-SALQUE, M., KISS, V., KASZTOVSZKY, Z., MARÓTI, B., SZILÁGYI, V., MELIS, E. & LEGHISSA, E. (2024): Provenance, technology and possible function of Gáta–Wieselburg vessels from the Trieste Karst (northeastern Italy). *Archaeometry* 66(5) 1016–1035. <https://doi.org/10.1111/arcm.12953>

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

T. BIRÓ, K. (1995): Lithic implements of Gó, NW Hungary; evidence of stone casting moulds production: preliminary results. In: MANIATIS, Y., HERZ, N., BASIAKOS, Y. eds., *The study of Marble and Other Stones used in Antiquity*. Asmosia III Athens: Transactions of the 3rd International Symposium of the Association for the Study at Marble and Other Stones used in Antiquity. Archetype, Athen, 51–56.

T. BIRÓ, K. (1996): Késő bronzkori kőeszközök Németbánya határából. *Pápai Múzeumi Értesítő* 6 219–234.

T. BIRÓ K. (1998): Beszámoló a 31. Nemzetközi Archeometriai Szimpóziumról. *Iparrégészeti és Archeometriai Tájékoztató* 15–16 5–7.

T. BIRÓ K. & JEREM, E. (2002): *Archaeometry* 98. *Proceedings of the 31st Symposium, Budapest, April 26–May 3 1998*. BAR IS 1043 Oxford.

T. BIRÓ K., HEGEDŰS P. & SZILÁGYI K. (2021): Kigyla – A „Csiszolt kőeszköz és szerszámkő nyersanyagok nagyműszeres vizsgálata a Kárpát-medence és környezete őskori távolsági és regionális kereskedelmi hálózatainak feltérképezéséhez” c. NKFIH projekt adatbázisa. *Archeometriai Műhely* XVIII/3 261–272.

<https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2021-019>

BODNÁR CS., KREITER A., MAY Z., PÁNCZÉL P. & TÓTH M. (2014): Mészbetétes kerámia az Alföldön – helyi vagy idegen? In: KISS, V., KULCSÁR, G., V. SZABÓ, G. & VÁCZI, G.

szerk., A bronzkor kutatásának helyzete Magyarországon. A 2014. december 17–18-án rendezett konferencia előadásainak kivonatai. MTA BTK Régészeti Intézet/ELTE BTK Régészettudományi Intézet, Budapest, 82.

BÓKA G. & MARTYIN E. (szerk.) (2008): *Körös-menti évezredek – Régészeti ökológiai és településtörténeti kutatások a Körös-vidéken*. Gyulai Katalógusok 13 Gyula, 192 pp.

BORG, G. (2010): Warum in die Ferne schweifen? Geochemische Fakten und geologische Forschungsansätze zu Europas Goldvorkommen und zur Herkunft des Nebra-Goldes. In: BERTEMES, F. & MELLER, H. eds., *Der Griff nach den Sternen. Wie Europas Eliten zu Macht und Reichtum kamen*. 5th Archaeological Conference of Central Germany, February 16–21, 2005 in Halle (Saale). Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle 11. Halle (Saale), 735–750.

BORG, G., PERNICKA, E., EHSE, A., LOCKHOFF, N., CAM, G.S. & SMALE, V.C. (2019): From distant lands – Provenance studies of natural gold in comparison to the gold of the Sky Disc of Nebra. In: BERTEMES, F. & MELLER, H. eds., *Der Aufbruch zu neuen Horizonten. Neue Sichtweisen zur europäischen Frühbronzezeit*. Abschlussstagung der Forschergruppe FOR550 vom 26. bis 29. November 2010 in Halle (Saale). Tagungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle (Saale) Band 19. Halle (Saale) 55–78.

BOTFALVI, G., MAKÁDI, L., GÁSPÁR, G. & ÖSI, A. (2021): A unique Late Cretaceous dinosaur locality in the Bakony-Balaton Geopark of Hungary (Iharkút, Bakony Mts.). *Geoconservation Research* 4 2.

<https://doi.org/10.30486/gcr.2021.1922052.1081>

BROZIO, J. P., STOS-GALE, Z., MÜLLER, J., MÜLLER-SCHEEBEL, N., SCHULTRICH, S., FRITSCH, B., JÜRGENS, F. & SKORNA, H. (2023): The origin of Neolithic copper on the central Northern European plain and in Southern Scandinavia: Connectivities on a European scale. *PLoS ONE* 18 e0283007.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283007>

BUDDEN, S. & SOFAER, J. (2009): Non-discursive Knowledge and the Construction of Identity Potters, Potting and Performance at the Bronze Age Tell of Százhalombatta, Hungary. *Cambridge Archaeological Journal* 19 203–220.

<http://dx.doi.org/10.1017/S0959774309000274>

CAVAZZUTI, C., SKEATES, R., MILLARD A. R., NOWELL, G., PETERKIN, J., BERNABÒ BREA, M., CARDARELLI, A. & SALZANI, L. (2019): Flows of people in villages and large centres in Bronze Age Italy through strontium and oxygen isotopes. *PLoS ONE* 14 e0209693.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209693>

CAVAZZUTI, C., HAJDU, T., LUGLI, F., SPERDUTI, A., VICZE, M., HORVÁTH, A., MAJOR, I., MOLNÁR, M., PALCSU, L. & KISS, V. (2021): Human mobility in a Bronze Age Vátya 'urnfield' and the life history of a high-status woman. *PLoS One* **16** e0254360.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254360>

CHOYKE, A.M. (1984): An analysis of bone, antler and tooth tools from Bronze Age Hungary. *Mitteilungen des Archäologischen Instituts der Ungarischen Akademie der Wissenschaften* **12/13** 13–57.

CIUGUDEAN, H. (2012): Ancient gold mining in Transylvania: The Roșia Montană – Bucium Area. *Caiete ARA* **3** 219–232.

CRELLIN, R., TSORAKI, C., STANDISH, C., PEARCE, R., BARTON, H., MORRIS, S., HARRIS, O. (2022): Materials in movement: Gold and stone in process in the Upton Lovell G2a burial. *Antiquity* **97** 1–18.

<https://doi.org/10.15184/aqy.2022.162>

CSÁNYI M. (2019): Kik voltak ők és honnan jöttek? Abszolút időrendi adatokból lezűrhető következtetések a jánoshidai késő bronzkori temetőben. *Tisicum* **27** 47–64.

CSEDREKI, L. & DANI, J. (2011): A hencidai rézkori aranykincsen végzett PIXE vizsgálatok tanulságai. *Archeometriai Műhely* **VIII/4** 285–291.

CZAJLIK, Z. (1996): Ein spätbronzezeitliches Halbfertigprodukt: Der Gusskuchen. Eine Untersuchung anhand von Funden aus Westungarn. *Archaeologica Austriaca* **80** 165–180.

CZAJLIK, Z. (2012): *A Kárpát-medence fémnyersanyag-forgalma a későbronzkorban és a vaskorban*. ELTE Bölcsészettudományi Kar, Budapest, 171 pp.

CZAJLIK, Z., (2015): Luftbildarchäologische Forschungen im Komitat Borsod-Abaúj-Zemplén (Ungarn). In: ILON, G. & SZATHMÁRI, I. eds., *An der Grenze der Bronze- und Eisenzeit. Festschrift für Tibor Kemenczei zum 75. Geburtstag*, Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest, 53–66.

CZAJLIK Z. (2022): *A terepi kirándulástól a domborzatmodellig. Bevezetés a régészeti topográfiába*. L'Harmattan Kiadó, Budapest, 212 pp.

CZAJLIK, Z., MOLNÁR, F. & G. SÓLYMOS, K. (1999): On the Origin of Late Bronze Age Semiproducts found at Celldömölk-Sághegy according to Electronmicroprobe Studies. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* **1999** 35–47.

CZAJLIK, Z., FEJÉR, E., NOVINSZKI-GROMA, K., JÁKY, A., RUPNIK, L., F. SÖRÖS, Zs., BÖDÖCS, A., CSIPPÁN, P., DARABOS, G., GERGÁCS, R., GYÖRKÖS, D., HOLL, B., KIRÁLY, G., KÜRTHY, D., MARÓTI, B., MERCZI, M., MERKEL, M., NAGY, B., PUSZTA, S., SZÖLLŐSI, B.Sz., VASS, B. & CZIFRA, Sz. (2019): Traces of prehistoric land use on the Süttő plateau. In: ČRESNAR, M. & MELE, M. eds., *Early Iron Age Landscapes of the Danube region*. Archaeolingua, Graz–Budapest, 185–219.

CZEBRESZUK, J. (2007): Amber Between the Baltic and the Aegean in the Third and Second Millennia BC (an Outline of Major Issues). In: GALANAKI, I., TOMAS, H., GALANAKIS, Y. & LAFINEUR, R. eds., *Between the Aegean and Baltic Seas. Prehistory Across Borders*. Proceedings of the International Conference Bronze and Early Iron Age—Interconnections and Contemporary Developments between the Aegean and the Regions of the Balkan Peninsula, Central and Northern Europe. University of Zagreb, 11–14 April 2005. Université de Liège, Liège, 363–69.

DANI, J. (2013): The Significance of Metallurgy at the Beginning 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, 203–231.

DANI, J. & KISS, V. (2023): Gold & goldsmithing of the Otomani–Füzesabony Cultural Complex. In: LÓPEZ PADILLA, J.A., RISCH, R. & DANI, J. eds., *Dinastias. Los primeros reinos de la Europa prehistórica*. Museo Arqueológico de Alicante, Alicante, 247–250.

DANI J. & KULCSÁR G. (szerk.) (2019): *CRAFTER. Európai kézművesség a bronzkorban és ma / Crafting Europe in the Bronze Age and Today*. Kiállítási katalógus / Exhibition catalogue. Déri Múzeum, Debrecen, 60 pp.

DANI J., MÁRKUS G., KULCSÁR G., HEYD, V., WŁODARCZAK, P., ZITNAN, A. & PEŠKA, J. (2017): A „Yamnaya Impact Project” régészeti topográfiai tanulságai. In: BENKŐ E., BONDÁR M. & KOLLÁTH Á. szerk., *Magyarország Régészeti Topográfiája. Múlt, Jelen, Jövő*. MTA BTK Régészeti Intézet, Budapest, 137–150.

DANI, J., KULCSÁR G., MAJOR, I., MELIS, E., PATAY, R., SZABÓ, G., VÁCZI, G. & KISS, V. (2019): Case studies for the dating of Bronze Age cremation burials from Hungary. In: PALINCAŞ, N. & PONTA, C.C. eds., *Bridging Science and Heritage in the Balkans: Studies in archaeometry, cultural heritage restoration and conservation*. Proceedings of the Fifth Balkan Symposium of

Archaeometry 2016, Sinaia, Romania. Archaeopress, Oxford, 29–37.

DANI J., BACSKAI I., BÁLINT M., KISS V., KERTÉSZ ZS., & SZIKSZAI Z. (2024): Őskori aranyékszerek a solti Tételhegyről. In: SZENTPÉTERI J. szerk., *Castrum Tetel Program II. Kutatások a solti régióban (2005–2023)*. Martin Opitz Kiadó, Budapest, 61–72.

DUBEROW, E., PERNICKA, E. & KRENN-LEEB, A. (2009): Eastern Alps or Western Carpathians: Early Bronze Age. Metal within the Wieselburg culture. In: KIENLIN, T.L. & ROBERTS, B. eds., *Metals and societies. Studies in honour of Barbara S. Ottaway*. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie **169** Habelt, Bonn, 336–349.

DUNNE, J., REBAY-SALISBURY, K., SALISBURY, R.B., FRISCH, A., WALTON-DOYLE, C. & EVERSHED, R.P. (2019): Milk of ruminants in ceramic baby bottles from prehistoric child graves. *Nature* **574** 246–248.

<https://doi.org/10.1038/s41586-019-1572-x>

ERNÉE, M. (2016): Eine vergessene Bernsteinstrasse? Bernstein und die klassische Aunjetitzer Kultur in Böhmen. In: CELLAROSI, P.L., CHELLINI, R., MARTINI, F., MONTANARO, A.C., SARTI, L. & CAPOZZI, R.M. eds., *The amber roads the ancient cultural and commercial communication between the peoples*. Millenni studi di archeologia preistorica **13** Roma, 85–105.

FARKAS-PETŐ, A. & HORVÁTH, T. (2014): Archaeometric database of archaeological stone tools. A suggestion for new data processing method. *Archeometriai Műhely* **XI/2** 103–114.

P. FISCHL, K. (2023): *Bronze Age Landscape at Gelej. Archaeological Researches at Gelej-Pincehát, Gelej-Kanális dűlő and Gelej-Beltelek dűlő*. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie, Bonn, 391 pp.

P. FISCHL K. & KULCSÁR G. (2011): Tiszán innen, Dunán túl. A kora bronzkor kérdései a kiskundorozsmai temető kapcsán. *Móra Ferenc Múzeum Évkönyvei – Studia Archaeologica* **12** 59–90.

P. FISCHL K., KISS V. & KULCSÁR G. (2013): „Ahány ház, annyi szokás”? Specializált háztartások a Kárpát-medencei kora és középső bronzkorban. *Ősrégészeti Levelek* **13** 255–269.

P. FISCHL, K., KISS, V., KULCSÁR, G. & SZEVEÉNYI, V. (2013): Transformations in the Carpathian Basin around 1600 B.C. In: MELLER, H., BERTEMES, F., BORK, H.R. & RISCH, R. eds., *1600 – Kultureller Umbruch im Schatten des Thera-Ausbruchs? 4. Mitteldeutscher Archäologentag vom 14. bis 16. Oktober 2011 in Halle (Saale)*. Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie

Sachsen-Anhalt – Landesmuseum für Vorgeschichte, Halle (Saale), 355–371.

P. FISCHL, K., KISS, V., KULCSÁR, G. & SZEVEÉNYI, V. (2015): Old and new narratives for the Carpathian Basin around 2200 BC. In: MELLER, H., ARZ, H.W., JUNG, R. & RISCH, R. eds., *2200 BC – A climatic breakdown as a cause for the collapse of the old world?* 7th Archaeological Conference of Central Germany. October 23–26, 2014 in Halle (Saale). Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt – Landesmuseum für Vorgeschichte, Halle (Saale), 503–523.

P. FISCHL, K., KIENLIN, T.L. & PUSZTAI, T. (2016): Bronze Age settlement research in the Southern Borsod Region. *Magyar Régészet* **2016** Nyár 1–8.

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

FREI, K.M., MANNERING, U., KRISTIANSEN, K., ALLENTOF, M.E., WILSON, A.S., SKALS, I., TRIDICO, S., NOSCH, M.L., WILLERSLEV, E., CLARKE, L. & FREI, R. (2015): Tracing the dynamic life story of a Bronze Age Female. *Nature Scientific Reports* **5** 1–7.

<https://doi.org/10.1038/srep10431>

FREI, K. M., VILLA, C., JØRKOV, M.L., ALLENTOF, M.E., KAUL, F., ETHELBERG, P., REITER, S., WILSON, A. S., TAUBE, M., OLSEN, J., LYNNERUP, N., WILLERSLEV, E., KRISTIANSEN, K. & FREI, R. (2017): A matter of months: High precision migration chronology of a Bronze Age female. *PLoS ONE* **12(6)** e0178834.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178834>

FÜLÖP K. (2016): Különleges késő bronzkori gyermeksí és miniatűr edénykészlete. *Tisicum* **25** 121–131.

FÜLÖP K.GY. & GUCSI L. (2023): A fazék, mint főzőedény. A főzés használati nyomainak vizsgálata a kísérleti régészet eszközeivel. *Magyar Régészet* **2023 Tél** 50–61.

<https://doi.org/10.36245/mr.2023.4.1>

FÜLÖP K. & VÁCZI G. (2016): A késő bronzkori hamvasztásos temetkezés: összetett esemény kevés maradvánnyal. *Magyar Régészet* **2016 Tavasz** 1–7.

GÁL, E., JUHÁSZ, I. & SÜMEGI, P. (eds.) (2005): Environmental archaeology in North-Eastern Hungary. *Varia archaeologica Hungarica* **19** Budapest, 426 pp.

GALE, N.H. & STOS-GALE, Z.A. (1992): Lead Isotope studies in the Aegean (The British Academy Project). *Proceedings of the British Academy* **77** 63–108.

GARNER, J. & STOLLNER, Th. (Hrsg.) (2021): *Das Grantal und sein Umfeld (Slowakisches Erzgebirge) Nutzungsstrategien eines sekundären Wirtschaftsraums während der Bronzezeit*. Der Anschnitt, Beiheft 47 Bochum, 248 pp.
<https://doi.org/10.46586/DBM.228>

GAVAN, A. (2020): Metalworking as a Craft in Bronze Age Europe: The Organization of Metal Production Within Tell Settlements in the Carpathian Basin. In: BLUM, S.W.E., EFE, T., KIENLIN, T.L. & PERNICKA, E. eds., *From Past to Present: Studies in Memory of Manfred O. Korfmann*. Studia Troica Monographien 11 Bonn, 459–484.

GARBACZ-KLEMPKA, A., KWAK, Z., ŽAK, P. L., SZUCKI, M., ŚCIBIOR, D., STOLARCZYK, T. & NOWAKET, K. (2017): Reconstruction of the Casting Technology in the Bronze Age on the Bases of Investigations and Visualisation of Casting Moulds. *Archives of Foundry Engineering* 17 184–190. <https://doi.org/10.1515/afe-2017-0113>

GERBER, D., SZEIFERT, B., SZÉKELY, O., EGYED, B., GYURIS, B., GIBLIN, J.I., HORVÁTH, A., KÖHLER, K., KULCSÁR, G., KUSTÁR, Á., MAJOR, I., MOLNÁR, M., PALCSU, L., SZEVEÉNYI, V., FÁBIÁN, SZ., MENDE, B. G., BONDÁR, M., ARI, E., KISS, V., & SZÉCSÉNYI-NAGY, A. (2023): Interdisciplinary analyses of Bronze Age communities from Western Hungary reveal complex population histories. *Molecular Biology and Evolution* 40 msad182.
<https://doi.org/10.1093/molbev/msad182>

GERLING, C., BÁNFFY, E., DANI, J., KÖHLER, K., KULCSÁR, G., PIKE, A., SZEVEÉNYI, V. & HEYD, V. (2012): Immigration and transhumance in the Early Bronze Age Carpathian Basin: the occupants of a kurgan. *Antiquity* 86 1097–1111.
<https://doi.org/10.1017/S0003598X00048274>

GHERDÁN, K. (2009): 7000 év kerámiai–Vörs, Máriaasszony-sziget őskori kerámialeleteinek archeometriai összehasonlító vizsgálata területi kitekintéssel. *Archeometriai Műhely* VI/4 31–36.

GHERDÁN, K., SZAKMÁNY, Gy., WEISZBURG, T. & ILON, G. (2002): Petrological investigation of Bronze and Iron age ceramics from West Hungary: Vaskeresztes, Velem, Sé, Gó. In: KILIKOGLOU, V., HEIN, A. & MANIATIS, Y. eds., *Modern Trends in Scientific Studies on Ancient Ceramics*. Papers presented at the 5th European Meeting on Ancient Ceramics, Athens, 1999. BAR International Series 1011 Oxford, 305–312.

GHERDÁN, K., SZAKMÁNY, G., TÓTH, M., T. BIRÓ, K., & KISS, V. (2007): Archaeometric studies on Early Bronze Age pottery from Vörs-Máriaasszony-sziget. *Archeometriai Műhely* IV/2 21–32.

GOLITKO, M., RIEBE, D.J., KREITER, A., DUFFY, P.R. & PARDITKA, GY. (2024): Exploring the limits of the provenience postulate: chemical and mineralogical characterization of Bronze Age ceramics from the Great Hungarian Plain. *Archaeological and Anthropological Sciences* 16 1–24. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4577871/v1>

GRÖMER, K. (2016): *The Art of Prehistoric Textile Making. The development of craft traditions and clothing in Central Europe*. Austrian Science Fund, Wien, 546 pp.

GUCSI, L. (2006): Rézkori és kora bronzkori kerámiákon végzett technikai megfigyelések. In: HOLLÓ, Sz.A. & SZULOVSKY, J. szerk., *Az agyagművesség évezredei a Kárpát-medencében*. MTA Veszprémi Akadémiai Bizottság, Budapest–Veszprém, 7–18.

GUCSI, L. (2020): Methods of Identification for Ceramics with Traces of Secondary Burning and their Occurrences in Mortuary and Ritual-related Assemblages. *Dissertationes Archaeologicae Supplement* 3 215–240.
<https://doi.org/10.17204/dissarch.suppl3.215>

GUCSI, L. (2023): Biography of ceramics found in the Late Bronze Age cemetery of Gelej. In: P. FISCHL, K. ed., *Bronze Age Landscape at Gelej. Archaeological researches at Gelej-Pincehát, Gelej-Kanális dűlő and Gelej-Beltelek dűlő*. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie, Bonn, 339–412.

GUCSI, L., & SZABÓ, N. (2019): Examination and possible interpretations of a Middle Bronze Age structured deposition. *Dissertationes Archaeologicae* 3(6) 217–285.
<https://doi.org/10.17204/dissarch.2018.217>

GYÖNGYÖSI Sz., SZABÓ G., BARKÓCZY P. & KISNÉ CSEH J. (2024): A vértesszőlősi középső bronzkori kincslelet archeometallurgiai vizsgálata. *Archeometriai Műhely* XXI/4 423–444.
<https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2024-032>

HARTMANN, A. (1970): *Prähistorische Goldfunde aus Europa. Spektralanalytische Untersuchungen und deren Auswertung*. Studien zu den Anfängen der Metallurgie 3 Berlin, 130 pp.

HARTMANN, A. (1982): *Prähistorische Goldfunde aus Europa II*. Studien zu den Anfängen der Metallurgie 5 Berlin, 155 pp.

HAUSTEIN, M., GILLIS, C. & PERNICKA, E. (2010): Tin Isotopy: A New Method for Solving Old Questions. *Archaeometry* 52 816–32.
<https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2010.00515.x>

HÄNSEL, B. & WEIHERMANN, P. (2000). Ein neu erworbener Goldhort aus Karpatenbecken im

Berliner Museum für Vor- und Frühgeschichte. *Acta Praehistorica et Archaeologica* **32** 7–29.

HEYD, V. (2017): Kossina's smile. *Antiquity* **91(356)** 348–359.
<https://doi.org/10.15184/aqy.2017.21>

HEYD, V., KULCSÁR, G. & SZEVERÉNYI, V. (eds.) (2013): *Transition to the Bronze Age: Interregional Interaction and Socio-Cultural Change in the Third Millennium BC Carpathian Basin and Neighbouring Regions*. Archaeolingua, Budapest, 360 pp.

HENDERSON, J. (2013): Glass and faience. In: FOKKENS, H. & HARDING, A. eds., *The Oxford Handbook of the European Bronze Age*. Oxford University Press, Oxford, 492–500.

HORVÁTH, T. (1999): Contribution to the study of Hungarian amber finds. *Savaria* **24** 277–289.

HORVÁTH, T. (2000): Az őrlés folyamata és szerszámai az őskor időszakában Magyarországon. In: ILON G. szerk., *Válogatás a Berzsenyi Dániel Főiskola régésztechnikusainak és a József Attila Tudományegyetem régész hallgatóinak tanulmányaiból*. Panniculus. **B.2.** PANNICVLVS Régiségtani Egylet, Szombathely, 101–143.

HORVÁTH T. (2004a): Néhány megjegyzés a vatyai kultúra fémművességéhez – Technológiai megfigyelések a kultúra köeszközein. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* **2004** 11–64.

HORVÁTH, T. (2004b): Előzetes jelentés a Kaposvár-61. út 1. lelőhely középső bronzkori településének kőanyagáról. In: NAGY, E.Gy., DANI J. & HAJDÚ Zs. szerk., *MOMOSZ II Őskoros Kutatók II. Összejövételének konferenciakötete*. Déri Múzeum, Debrecen, 2000. november 6–8. Debrecen, 108–113.

HORVÁTH T. (2009): Pattintással készült eszközök kronológiai szerepe a kora- és középső bronzkor folyamán. *Tisicum* **19** 413–433.

HORVÁTH, T. (2012): The Chronological Role of Chipped Stone Implements in the Early and Middle Bronze Ages. In: JAEGER, M., CZEBRESZUK, J. & P. FISCHL, K. eds., *Enclosed Space. Open Society. Contact and Exchange in the Context of Bronze Age Fortified Settlements in Central Europe*. Studien zur Archäologie in Ostmittel-europa **9** Poznań–Bonn, 117–166.

HORVÁTH, T. (2017): The stone implements and wrist-guards of the Bell Beaker cemetery of Budakalász (M0/12 site). *Vjesnik Arheoloskog Muzeja u Zagrebu* **50/1** 71–118.
<https://hrcak.srce.hr/191998>

HORVÁTH T., KOZÁK M. & PETŐ A. (2000): Újabb adatok a középső bronzkor kőiparához-Bölcske-Vörösgyír bronzkori tell-település kőanya-

gának komplex (petrográfiai, régészeti) feldolgozása. *Wosinsky Mór Múzeum Évkönyve* **21** 61–107.

HORVÁTH T., FARKAS-PETŐ A., FARKAS I., MIHÁLY J. & PÉTERDI B. (2016): Füzesabony-Öregdomb bronzkori tell-település kőanyaga. *Agria* **49** 29–94.

ILON G. (1989): Adatok az Északnyugat-Dunántúl későbronzkorának bronzművességéhez. *Pápai Múzeumi Értesítő* **2** 15–32.

ILON, G. (1992a): Keiftubarren ingot from an Urngrave Culture settlement at Górkápolnadomb (C. Vas). *Acta Archaeologica Scientiarum Hungaricae* **44** 239–259.

ILON, G. (1992b): A településszerkezet és a fémművesség kapcsolatáról az Északnyugat-Dunántúl későbronzkorában. In: SOMFAI, B. szerk., *A Dunántúl településtörténete*. **IX** MTA VEAB, MTA PAB, Veszprém, 9–22.

ILON G. (2006): Bronzezeitliche Gussformen in dem Karpetenbecken, In: KOBAL, J. ed., *Bronzezeitliche Depotfunde – Problem der Interpretation Materialien der Festkonferenz für Tivodor Lehocky zum 175. Geburtstag*. Ushhorod 5.–6. Oktober 2005. Ushhorod, 273–301.

ILON G. (2014): 10 éves az Archeometriai Műhely. *Archeometriai Műhely* **XI/1** 77–80.

ILON G. (2015): Aranykincs a Velei Szent Vidről. *Archaeolingua Series Minor* **36** Budapest, 248 pp.

ILON, G. (2015): Zeitstellung der Urnenfelderkultur (≈1350/1300–750/700 BC) in West-Transdanubien. Ein Versuch mittels Typochronologie und Radiokarbonaten. In: REZI, B., NÉMETH, R. & BERECKI, S. eds., *Bronze Age Chronology in the Carpathian Basin*. Proceedings of the International Colloquium from Târgu Mureș 2–4 October 2014. Bibliotheca Musei Marisiensis Ser. Archaeologica **VIII** Târgu Mureș, 223–296.

ILON, G. (2019): Die Entstehung und Zeitstellung der Hügelgräberkultur (≈1650/1600–≈1350/1300 BC) in Westtransdanubien. Ein Versuch mittels Typochronologie und Radiokarbonaten. In: BÁNFFY, E. & P. BARNA, J. Hrsg., „*Translacum Pelsonem*”. *Prähistorische Forschungen in Südwestungarn (5500–500 v. Chr.)*. Castellum Pannonicum Pelsonense Bd. **7** Budapest, Leipzig, Keszthely, Frankfurt/M., Rahden/Westf., 253–327.

ILON, G. (2022): Casting moulds in the Bronze Age of the Carpathian Basin: a catalogue of sites and finds. *Antaeus* **38** 72–90.

ILON, G. & KASZTOVSZKY, ZS. (2016): Nyugat-magyarországi késő bronzkori üveggyöngyök vizsgálata. *Archeometriai Műhely* **XIII/1** 55–68.

ILON G. & VARGA I. (1994): Bauxit a későbronzkori kerámiában? *Veszprém Megyei Múzeumok Közleményei* **19/20** 133–140.

ILON G., SÜMEGI P., NÁFRÁDI K. & TÖRŐCSIK T. (2011): Temetkezési időpont meghatározása a zanati urnamezős korú temetőben pollenanalitikai módszerrel. In: ILON, G., SÜMEGI, P., TÓTH, G., NÁFRÁDI, K., PERSAITS, G., PÁLL, D.G., TÖRŐCSIK, T., NYERGES, É., MIHÁLY, J., SÁNDORNÉ KOVÁCS, J., RADICS, A. & UDVARDI, B. eds., *Szombathely–Zanat késő urnamezős korú temetője és a lelőhely más ő- és középkori emlékei. Természettudományos vizsgálatokkal kiegészített anyagközlés*. VIA Kulturális örökségvédelmi kismonográfiák **2** Budapest, Magyar Nemzeti Múzeum–Nemzeti Örökségvédelmi Központ, 280–285.

ILON G., BARTOSIEWICZ L. & GALIK A. (2016): Kutatási hagyomány és a halászat régészeti vizsgálata a Kisalföldön. *Magyar Régészet* **2016 Tél** 1–13.

JAEGER, M. (2016): Middle Bronze Age amber finds in Hungary. In: CELLAROSI, P.L., CHELLINI, R., MARTINI, F., MONTANARO, A.C., SARTI, L., CAPOZZI, R. M. eds., *The amber roads the ancient cultural and commercial communication between the peoples*. Museo fiorentino di preistoria "Paolo Graziosi", Firenze, 205–215.

JAEGER, M. & KULCSÁR, G. (2013): Relative and absolute chronology of the Vátya culture. A case study. Kakucs-Balla-domb. *Acta Archaeologica Scientiarum Hungaricae* **64** 289–320. <https://doi.org/10.1556/AArch.64.2013.2.2>

JAEGER, M., KULCSÁR, G., TAYLOR, N. & STANIUK, R. (eds.) (2018): *Kakucs-Turján Middle Bronze Age multi-layered fortified settlement in Central Hungary*. Studien zur Archäologie in Ostmitteleuropa / Studia nad Pradziejami Europy Środkowej **18** Poznań/Bonn, 241 pp.

JAEGER, M., KULCSÁR, G., MELIS, E., STRÓŻYK, M., PISZORA, P., CSÁNYI, M., CSUVÁR-ANDRÁSI, R., P. FISCHL, K., GUBA, SZ., PAP, E., PÁSZTOR, E., PATAY, R., SZATHMÁRI, I., SZILAS, G., ČIVILYTĚ, A. & KISS, V. (2023): Baltic amber in the Hungarian Bronze Age. New data and current stage of research. *Sprawozdania archeologiczne* **75/2** 137–186. <https://doi.org/10.23858/SA/75.2023.2.3500>

JANKOVITS, K. (1992): Spätbronzezeitliche Hügelgräber von Bakonyjákó. *Acta Archaeologica Hungarica* **44** 261–343.

JANKOVITS, K. (2021): A Bronze Hoard from Pusztasárkánytó (Mosdós-Sárkánytó puszta) and a Grave Assemblage from Rákai (County Somogy) in

the Piarist Museum in Budapest. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* **72** 1–20. <https://doi.org/10.1556/072.2021.00001>

JÓZSA S., V. SZABÓ, G. & SZAKMÁNY, Gy. (1999): A Hódmezővásárhely–Kopáncs 2. sírból előkerült “fajansz” gyöngyök spektográfiai vizsgálatáról. *Ősrégészeti Levelek* **1** 22–23.

JUNGHANS, S., SANGMEISTER, E. & SCHRÖDER, M. (1968): *Kupfer und Bronze in der frühen Metallzeit Europas. Die Materialgruppen beim Stand von 12000 Analysen*. Studien zu den Anfängen der Metallurgie **2** Bd. 1–3. Berlin, 175, 174, 490 pp.

JUNGHANS, S., SANGMEISTER, E. & SCHRÖDER, M. (1974): *Kupfer und Bronze in der frühen Metallzeit Europas*. Studien zu den Anfängen der Metallurgie **2** Bd. 4. Berlin, 406 pp.

KALICZ-SCHREIBER, R., KALICZ, N., VÁCZI, G., HÄNSEL, B. & HEUBNER, B. (2010): Ein Gräberfeld der Spätbronzezeit von Budapest-Békásmegyer. L'Harmattan – ELTE Régészeti Intézet, Budapest, 548 pp.

KIENLIN, T.L. (2007): Von den Schmieden der Beile: Zu Verbreitung und Angleichung metallurgischen Wissens im Verlauf der Frühbronzezeit. *Prähistorische Zeitschrift* **82** 1–22. <https://doi.org/10.1515/PZ.2007.001>

KISS, V. (2009): The Life Cycle of Middle Bronze Age Bronze Artefacts from the Western Part of the Carpathian Basin. In: KIENLIN, T.L. & ROBERTS, B.W. eds., *Metals and Societies. Studies in Honour of Barbara S. Ottaway*. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie **169** Bonn, 328–335.

KISS V. (2012a): Arany, réz és bronz tárgyak kutatása a középső bronzkorig – az archeometallurgia aktuális kérdései. *Archeometriai Műhely* **IX/2** 61–73.

KISS V. (2012b): Megjegyzések a magyarországi kora és középső bronzkor relatív és abszolút keltezésének kérdéseire. In: KOLOZSI B. szerk., *ΜΩΜΟΣ IV. „Őskoros Kutatók” IV. Összejövetelének konferenciakötete*. Hajdú-Bihar Megyei Múzeumok Igazgatósága, Debrecen, 215–250.

KISS, V. (2012c): Middle Bronze Age Encrusted Pottery in western Hungary. *Varia Archaeologica Hungarica* **27**. Budapest, 447 p.

KISS V. (2014): Régészeti fém tárgyak kutatásának új eredményei és kérdései Magyarországon. *Archeometriai Műhely* **XI/3** 169–176.

KISS, V. & F. ROMHÁNYI, T. (2023): Raw material trade and/or itinerant artisans? Data for a diachronic study of the trade in copper raw materials and finished products in the Carpathian

Basin. *Acta Archaeologica Scientiarum Hungaricae* **74** 415–436.

<https://doi.org/10.1556/072.2023.00023>

KISS V., BARKÓCZY P. & VÍZER ZS. (2013): A zalaszabari bronzkincs archeometallurgiai vizsgálatának előzetes eredményei. *Gesta* **12** 72–82.

KISS, V., KASZTOVSZKY, ZS., KÁLI, GY., MARÓTI, B., PUSZTAINÉ FISCHL, K., HORVÁTH, E. & SZABÓ, G. (2015a): Non-destructive analyses of bronze artefacts from Bronze Age Hungary using neutron-based methods. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* **30** 685–693. <https://doi.org/10.1039/C4JA00377B>

KISS, V., FÁBIÁN, SZ., HAJDU, T., KÖHLER, K., KULCSÁR, G., MAJOR, I., SZABÓ, G. (2015b): Contributions to the relative and absolute chronology of the Early and Middle Bronze Age in western Hungary based on the radiocarbon dating of human bone. In: REZI, B., NÉMETH, R. & BERECKZI, S. eds., *Bronze Age Chronology in the Carpathian Basin*. Proceedings of the International Colloquium from Târgu Mureş, 2–4 October 2014, Bibliotheca Musei Marisiensis, Seria Archaeologica **VIII** Mega, Târgu Mureş, 23–36.

KISS V., PÁSZTÓKAI-SZEŐKE J. & WEISZ B. (2017): *Mixtura texturalis*. Ember és textil a Kárpát-medencében. *Magyar Régészet* **2017 Tavasz**.

KISS, V., CSÁNYI, M., DANI, J., P. FISCHL, K., KULCSÁR, G. & SZATHMÁRI, I. (2019): Chronology of the Early and Middle Bronze Age in Hungary: New results. In: PAVÚK, P. ed., *Reinecke's Heritage. Terminology, Chronology and Identity in Central Europe Between 2300 and 1600 BC*. Proceedings of the Humboldt Kolleg 12–15. June 2017, Křtiny, Czech Republik. *Studia Hercynia* **23** 173–197.

KISS, V., CZENE, A., CSÁNYI, M., DANI, J., FÁBIÁN, SZ., FISCHL, K.P., GERBER, D., GIBLIN, J.I., HAJDU, T., KÖHLER, K., MELIS, E., MENDE, B. G., PATAY, R., SZABÓ, G., SZÉCSÉNYI-NAGY, A., SZEVEÉNYI, V. & KULCSÁR, G. (2021): Módszerek és lehetőségek a bronzkori közösségek kutatásában: A Lendület Mobilitás Kutatócsoport biorégészeti elemzési eredményei (2015–2020). *Magyar Régészet* **2021 Ősz** 30–42. <https://doi.org/10.36245/mr.2021.3.3>

KISS, V., KULCSÁR, G., GIBLIN, J., HAJDU, T., HORVÁTH, A., MAJOR, I., MOLNÁR, M., PALCSU, L., SZÉCSÉNYI-NAGY, A. & P. FISCHL, K. (2023): Middle Bronze Age cemeteries in Gelej. In: P. FISCHL, K. ed., *The Late Bronze Age cemetery from Gelej*. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie **391** Bonn, 65–85.

KISS, V., ANGYAL, A., CSÁNYI, M., DANI, J., JAEGER, H., KERTÉSZ, ZS., KULCSÁR, G., SZIKSZAI, Z., TARBAY, J. G. & TÁRNOKI, J.

(in print): Message in the bottle – Re-analysis of the Middle Bronze Age hoards from Jászdózsza (Eastern Hungary). In: HARRIS, S. SÖRMAN, A., GOLDBERG, M., KNIGHT, M. & MACIEJSKI, M. eds., *The Archaeology of Hoards through Assembling, Mixed Materials and Fragmentation*. Brepols, Turnhout, in print.

KNEISEL, J. & MÜLLER, J. (2011): Produktion, Distribution, Konsumption und die Formation sozialer Unterschiede in frühbronzezeitlichen Gesellschaften Mitteleuropas. In: HANSEN, S. & MÜLLER, J. eds., *Sozialarchäologische Perspektiven: Gesellschaftlicher Wandel 5000–1500 v. Chr. zwischen Atlantik und Kaukasus*. Tagung 15.–18. Oktober 2007 Kiel. Archäologie in Eurasien. Berlin, 295–324.

KNIPPER, C., MITTNIK, A., MASSY, K., KOCIUMAKA, C., KUCUKKALIPCI, I., MAUS, M., WITTENBORN, F., METZ, S. E., STASKIEWICZ, A., KRAUSE, J. & STOCKHAMMER, P.W. (2017): Female exogamy and gene pool diversification at the transition from the Final Neolithic to the Early Bronze Age in central Europe. *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences* **114** 10083–10088. <https://doi.org/10.1073/pnas.1706355114>

KOVÁCS T. (1979): A bronzkor Magyarországon. Hereditas, Budapest, 141 pp.

KOVÁCS, G. & PETŐ, Á. (2024): Antropogén üledékek és kerámiák vékonycsiszolatában leggyakrabban előforduló növényi maradványok vizsgálata. *Archeometriai Műhely* **XXI/1** 45–58. <https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2024-006>

KOVÁCS R.L., GYÖNGYÖSI SZ., BARKÓCZY P., JUHÁSZ L., SZABÓ G. & KISS V. (2019): Technológiai megfigyelések kora és középső bronzkori fém tárgyakról. In: VICZE M. & KOVÁCS G. szerk., *MOMQΣ X, Őskoros Kutatók X. Összejövételének konferenciakötete, Őskori technikák, őskori technológiák*. Marica Múzeum, Százhalombatta, 187–197.

KÖHLER K. (2011): A harang alakú edények népe Szigetszentmiklós-Felső-úrgei hegyi dűlő lelőhelyen feltárt temetőjének embertani vizsgálati eredményei. *Anthropologiai Közlemények* **52** 55–76.

KÖLTŐ, L. & KIS-VARGA, M. (1992): A Pápai Helytörténeti Múzeum néhány későbronzkori leletének röntgenemissziós analitikai vizsgálata. *Acta Musei Papensis* **3-4** 81–84.

KŐSZEGI Á. & FARKAS Cs. (2007): Előzetes felszíni kutatások (szisztematikus terepbejárás, geofizikai felmérés) és a megelőző feltárás eredményeinek összevetése a Vát-Bodon-tábla nevű lelőhely kapcsán. *Savaria* **31/1** 263–278.

KRAUSE, R. (2003). *Studien zur kupfer- und frühbronzezeitlichen Metallurgie zwischen*

Karpatenbecken und Ostsee. VML Vlg Marie Leidorf, Rahden/Westfalen, 338 pp.

KREITER, A. (2006): Kerámia technológiai vizsgálatok a Halomsíros kultúra Esztergályhorvátalsóbárándpusztai településéről: hagyomány és identitás. *Zalai Múzeum* **15** 149–170.

KREITER, A. (2007a): *Technological choices and material meanings in Early and Middle Bronze Age Hungary: understanding the active role of material culture through ceramic analysis*. BAR-IS, Oxford, 1604, 264 pp.

KREITER, A. (2007b): Kerámia technológiai tradíció és az idő koncepciója a bronzkorban (Ceramic technological tradition and the concept of time in the Bronze Age). *Ősrégészeti Levelek* **8-9** 146–166.

KREITER A. (2009): Késő bronzkori kerámiák makroszkópos és petrográfiai vizsgálata. In: KVASSAY J. szerk., *Település- és temetőfeltárás Dunaszentgyörgy határában a 6 sz. főút 121 + 650 – 124 + 800 km szakasza között, a rehabilitációs munkálatokat megelőző régészeti feltárások (2007) eredményei*. VIA – Kulturális Örökségvédelmi Kismonográfiák **1** Budapest, 88–114.

KREITER A. (2010): II.3.B. Kerámiavizsgálat. In: PETŐ Á. & KREITER A. szerk., *Mikroszkóppal a régészet szolgálatában*. A Kulturális Örökségvédelmi Szakszolgálat Alkalmazott Természettudományi Laboratóriumában végzett természet- és környezet-tudományos vizsgálatok bemutatása. Kulturális Örökségvédelmi Szakszolgálat, Budapest, 66–77.

KREITER, A., BAJNÓCZI, B., SIPOS, P., SZAKMÁNY, GY. & TÓTH, M. (2007): Archaeometric examination of Early and Middle Bronze Age ceramics from Százhalombatta-Földvár, Hungary. *Archeometriai Műhely* **IV/2** 33–46.

KREITER A., FÜLÖP K. & GUCSI L. (2020): *Késő bronzkori halotthamvasztás rekonstruálása*. Magyar Nemzeti Múzeum, Szakmai munka. <https://mnm.hu/hu/cikk/keso-bronzkori-halotthamvasztas-rekonstrualasa>

KREITER A. & TÓTH M. (2010): A dunántúli mészbetétes kultúra kerámiáinak petrográfiai vizsgálata, és az inkusztáció összetételének meghatározása röntgen pordiffrakciós vizsgálattal Mernye-Nagy-árok lelőhelyről. In: KVASSAY J. & BEÉNYESY K. szerk., *Évkönyv és jelentés a Kulturális Örökségvédelmi Szakszolgálat 2008. évi feltárásairól*. Kulturális Örökségvédelmi Szakszolgálat, Budapest, 299–319.

KRISTIANSEN, K. (2014): Towards a new paradigm? The Third Science Revolution and its Possible Consequences in Archaeology. *Current Swedish Archaeology* **22** 11–34. <https://doi.org/10.37718/CSA.2014.01>

KUBINYI F. (1861): Magyarországon talált kő- és bronzkori régiségek. *Archaeologiai Közlemények* **2** 81–113.

KUIJPERS, M.H.G. (2017): The Bronze Age, a World of Specialists? Metalworking from the Perspective of Skill and Material Specialization. *European Journal of Archaeology* **21** 1–22. <https://doi.org/10.1017/ear.2017.59>

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

KUSTÁR Á., HAJDU T., FÜLÖP K. & KISS V. (2020): Arcok a bronzkorból. *Határtalan Régészet* **2020/3** 30–33.

KUSTÁR, Á., GERBER, D., FÁBIÁN, SZ., KÖHLER, K., MENDE, B.G., SZÉCSÉNYI-NAGY, A. & KISS, V. (2022): Facial reconstruction of an Early Bronze Age woman from Balatonkeresztúr (W-Hungary). *Antaeus* **38** 13–32.

LANTING, J. N., AERTS-BIJMA, A. T., VAN DER PLICHT, J. (2001): Dating of cremated bones. *Radiocarbon* **43** 249–254. <https://doi.org/10.1017/S0033822200038078>

LING, J., GRANDIN, L., HJÄRTHNER-HOLDAR, E., MELHEIM, L., STOS-GALE, Z., VICZE, M. & TARBAY, J.G. (2023): Moving metals, V: Százhalombatta revisited: The question of shared copper sources between Scandinavia and Hungary 1700–1500 BC. *Social Science Research Network* (preprint posted 16.01.2023). <https://doi.org/10.2139/ssrn.4325935>

LIVERSAGE, D. (1994). Interpreting composition patterns in ancient bronze: the Carpathian Basin. *Acta Archaeologica (Copenhagen)* **65** 57–134.

MAJOR, I., DANI, J., KISS, V., MELIS, E., PATAY, R., SZABÓ, G., HUBAY, K., FUTÓ, I., HUSZÁNK, R. & MOLNÁR, M. (2019): Adoption and evaluation of a sample pre-treatment protocol for radiocarbon dating of cremated bones at HEKAL. *Radiocarbon* **61** 159–171. <https://doi.org/10.1017/RDC.2018.41>

MASSY, K., FRIEDRICH, R., MITTNIK, A. & STOCKHAMMER, P.W. (2022): Pedigree-based Bayesian modelling of radiocarbon dates. *PLOS ONE* **17** e0270374. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270374>

MARÓTI, B., HARSÁNYI, I. & KASZTOVSZKY, ZS. (2017): Non-destructive analysis of bronze objects from Füzesabony-Öregdomb. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* **2017** 81–84. <https://doi.org/10.54640/CAH.2017.81>

MARÓTI, B. & KÁLI, GY. (2021) Non-destructive characterization of bronze objects from Ráksi and the Pusztasáráknyó depot find. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* **72** 21–25.

<https://doi.org/10.1556/072.2021.00002>

MEHOFER, M., GAVRANOVIĆ, M., KAPURAN, A., MITROVIĆ, J. & PUTICA, A. (2021): Copper production and supra-regional exchange networks – Cu-matte smelting in the Balkans between 2000 and 1500 BC. *Journal of Archaeological Science* **129** 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2021.105378>

MELIS E. (2019): „Fémműves sírok” a Kárpát-medence kora és középső bronzkorában. In: VICZE M. & KOVÁCS G. szerk., *ΜΩΜΟΣ X. Őskoros Kutatók X. Összejövetelének konferenciakötete Őskori technikák, őskori technológiák*. „Matrica” Múzeum, Százhalombatta, 231–254.

MELIS, E. (2024): Radiokarbon adatok a Dunántúl középső bronzkori abszolút kronológiájához Győr-Ménfőcsanak-Széles-földek lelőhelyről. *Archeometriai Műhely* **XXI/4** 338–358.

<https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2024-028>

MELIS, E. (in print): New data on the metallurgists' burials in the Early and Middle Bronze Age of the Carpathian Basin (2500–1500 BC). In: NØRGAARD, H., STROZYK, M., GARBACZ-KLEMPKA, A. & CZEBRESZUK, J. eds., *Moulding the World. Craftsmen and Craftsmanship between the Baltic and the Carpathians in the Light of Archaeometallurgical Research (2600-500 BC)*. Muzeum Archeologiczne w Poznaniu, Poznań.

MELIS, E., KISS, V., KULCSÁR, G., SERLEGI, G. & VÁGVÖLGYI, B. (2022): Bronze Age micro-regional settlement investigations in the locality of Nagycenk (Northwestern Hungary). *Antaeus* **38** 33–79.

MENGYÁN Á., HRABÁK Z., SZ. OSVÁTH ZS. & BAJNÓCZI B. (2023): „Lápisz lazuli a kemencéből”: a bronzkori üveggyártás kezdetei. *Határtalan Régészet* **8/3** 66–69.

MESTERHÁZY G. (2013): Regionális léptékű terepbejárás módszertani lehetőségeinek vizsgálata Magyarországon. *Archaeologiai Értesítő* **138** 265–279. <https://doi.org/10.1556/archert.138.2013.10>

MICHELAKI, K. (2008): Making pots and potters in the Bronze Age Maros Villages of Kiszombor-Új-Élet and Klárafalva-Hajdova. *Cambridge Archaeological Journal* **18** 355–380. <https://doi.org/10.1017/s0959774308000413>

MIHÁLY J. & SÁNDORNÉ KOVÁCS J. (2011): FTIR spektroszkópiai vizsgálatok a zanati temető kerámiatöredékeiről. In: ILON, G., SÜMEGI, P., TÓTH, G., NÁFRÁDI, K., PERSAITS, G., PÁLL, D.G., TÖRÖCSIK, T., NYERGES, É., MIHÁLY, J., SÁNDORNÉ KOVÁCS, J., RADICS, A. &

UDVARDI, B. eds., *Szombathely–Zanat késő urnamezős korú temetője és a lelőhely más ő- és középkori emlékei. Természettudományos vizsgálatokkal kiegészített anyagközlés*. VIA Kulturális örökségvédelmi kismonográfiák **2** Budapest, Magyar Nemzeti Múzeum–Nemzeti Örökségvédelmi Központ, 181–185.

MISKE, K. (1907): *A Velem Szent Vidi őstelep I. A harácsolts leletek leírása*. Károly Konegen, Bécs, 160 pp.

MITTNIK, A., MASSY, K., KNIPPER, C., WITTENBORN, F., PFRENGLE, S., BURRI, M., CARLICH-WITJES, N., DEEG, H., FURTWÄNGLER, A., HARBECK, M., VON HEYKING, K., KOCIUMAKA, C., KUCUKKALIPCI, I., LINDAUER, S., STASKIEWICZ, A., THIEL, A., WAHL, J., HAAK, J., PERNICKA, E., SCHIFFELS, S., STICKHAMMER, P.W. & KRAUSE, J. (2019): Kinship-based social inequality in Bronze Age Europe. *Science* **366** 731–734.

<https://doi.org/10.1126/science.aax6219>

MOLLOY, B. & MÖDLINGER, M. (2020): The Organisation and Practice of Metal Smithing in Later Bronze Age Europe. *Journal of World Prehistory* **33** 169–232.

<https://doi.org/10.1007/s10963-020-09141-5>

MOLNÁR M., RINYU L., JANOVICS R., MAJOR I. & VERES M. (2012): Az új debreceni AMS laboratórium bemutatása. *Archeometriai Műhely* **IX/3** 147–160.

MOZSOLICS, A. (1967): *Bronzefunde des Karpatenbeckens. Depotfundhorizonte von Hajdúsámson und Kosziderpadlás*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 280 pp.

MOZSOLICS A. & HEGEDŰS Z. (1963): Két nagyállói bronzlelet és a telekoldali bronzlelet vizsgálata. *Archaeologiai Értesítő* **90** 252–262.

MÖDLINGER, M., KÁLI, GY., KASZTOVSZKY, Z., KOVÁCS, I., PICCARDO, P., SZILÁGYI, V. & SZŐKEFALVI-NAGY, Z. (2013): Archaeometallurgical characterization of the earliest European metal helmets. *Materials Characterization* **79** 22–36.

<https://doi.org/10.1016/j.matchar.2013.02.007>

MÜLLER R. (2006): A Várvölgy-Nagy-Lázhegyen feltárt későbronzkori magaslati településrészlet szerkezete. *Zalai Múzeum* **15** 189–201.

MÜLLER R. (2011): Keménységvizsgálatok a Várvölgy-Nagy-Lázhegy-i késő bronzkori eszközökön. In: KÖVÁRI K. & MIKLÓS Zs. szerk., *„Fél évszázad terepen”, Tanulmánykötet Torma István tiszteletére 70. születésnapja alkalmából*. MTA Régészeti Intézete, Budapest, 211–225.

MÜLLER R. (2018): A Dunántúl legnagyobb későbronzkori magaslati telepe: Várköly, Nagyláz-hegy. In: HEINRICH-TAMASKA O. & WINGER D. eds., *7000 év története: Fejezetek Magyarország régészetéből*. Verlag Bernhard Albert Greiner, Remshalden, 81–88.

MÜLLER, J., DELGADO-RAACK, S., ESCANILLA, N., KIENLE, N., KNEISEL, J., CZEBRESZUK, J., SZMYT, M. & SCHÜRMANN, U. (2023): First evidence for the forging of gold in an Early Bronze Age Site of Central Europe (2200–1800 BCE). *Journal of Archaeological Science: Reports* **47** 10374. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2022.103748>

NAGY, M. (2013): Der südlichste Fundort der Gáta-Wieselburg-Kultur in Zsennye-Kavicsbánya/Schottergrube, Komitat Vas, Westungarn. *Savaria* **36** 75–173.

NESSER, B. (2012): Metallurgen im Grab-Überlegungen zur sozialen Einstufung handwerklicher Spezialisten. In: KIENLIN, T.L. & ZIMMERMANN, A. eds., *Beyond Elites. Alternatives to Hierarchical Systems in Modelling Social Formations*. International Conference at the Ruhr-Universität Bochum, Germany, October 22–24, 2009. *Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie* **215** 423–432.

NESSER, B. & PERNICKA, E. (2020): Aspects of metal supply between Central Europe and the Carpathian Basin in the Early and Middle Bronze Age. In: MARAN, J., SORIN-CHRISTIAN, A., BAJENARU, R. & HANSEN, S. eds., *Objects, Ideas and Travelers. Contacts between the Balkans, the Aegean and Western Anatolia during the Bronze Age and Early Iron Age*. Conference to the Memory of Alexandru Vulpe. 10th–13th November 2017, Tulcea, Romania. *Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie* **350** Tulcea, 357–367.

NESSER, B., BRÜGMANN, G., BERGER, D., FRANK, C., MARAHRENS, J. & PERNICKA, E. (2018): Bronze production and tin provenance – new thoughts about the spread of metallurgical knowledge. In: ARMADA, X.-L., MURILLO-BARROSO, M. & CHARLTON, M. eds., *Metals, minds and mobility. Integrating scientific data with archaeological theory*. Oxbow Books, Oxford, 68–84.

NØRGAARD, H.W. (2014): The Bronze Age Smith as Individual. In: GINN, V., ENLANDER, R. & CROZIER, R. eds., *Exploring Prehistoric Identity in Europe: our construct or theirs?* Oxbow Books, Oxford, 97–102.

NØRGAARD, H.W., PERNICKA, E. & VANDKILDE, H. (2019): On the trail of Scandinavia's early metallurgy: Provenance, transfer and mixing. *PLoS ONE* **14**(12) e0227504.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219574>

NØRGAARD, H.W., PERNICKA, E. & VANDKILDE, H. (2021): Shifting networks and mixing metals: Changing metal trade routes to Scandinavia correlate with Neolithic and Bronze Age transformations. *PLoS ONE* **16**(6) e0252376.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252376>

NOVOTNÁ, M. (1955): Medené nástroje problém najstaršej ťažby medi na Slovensku (Kupfergeräte und das Problem der ältesten Kupfergewinnung in der Slowakei. *Slovenská Archeológia* **3** 70–100.

NYÍRI B. (2013): Domb tetején kicsi ház – egy kora bronzkori házbelső edénykészletének vizsgálata Dunaújváros-Rácdomb tell telepéről. *Ősrégészeti Levelek* **13** 163–177.

OLSEN, J., HEINEMEIER, J., BENNIKE, P., KRAUSE, C., HORNSTRUP, K.M. & THRANE, H. (2008): Characterisation and blind testing of radiocarbon dating of cremated bone. *Journal of Archaeological Science* **35** 791–800.

<https://doi.org/10.1016/j.jas.2007.06.011>

OLSEN, J., HEINEMEIER, J., HORNSTRUP, K.-M., BENNIKE, P., & THRANE, H. (2013): 'Old wood' effect in radiocarbon dating of prehistoric cremated bones? *Journal of Archaeological Science* **40** 30e34. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.05.034>

PÁSZTOR E., SZILÁGYI V., GERBER D., GÉMES, A., HAKDU, T., HAJDUNÉ DARABOS G., HELTAI B., HORVÁTH A., ILLÉS L., KÁROLY I., KOVÁCS Z., KULCSÁR G., MAJOR I., MERKL M., MÁTÉ R., SÁNDORNÉ KOVÁCS J., SIPOS E., SÜMEGI P., SZAKMÁNY GY., SZÉCSÉNYI-NAGY A., SZOLDÁN ZS., T. BIRÓ K. & KISS V. (2024): Archeometriai vizsgálatok Sükösd-Árpás-dűlő bronzkori temetőből – Előzetes eredmények. *Archeometriai Műhely* **XXI/4** 445–482.

<https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2024-033>

PERNICKA, E. (1995): Gewinnung und Verbreitung der Metalle in prähistorischer Zeit. *Jahrbuch der Römisch-Germanische Zentralmuseum* **37** 21–129. <https://doi.org/10.11588/jrgzm.1990.1.72999>

PERNICKA, E. (2013): Analyses of Early Bronze Age metal objects from the Museum Debrecen, Hungary. *Gesta* **12** 48–55.

PERNICKA, E., NESSEL, B., & MEHOFER, M. (2016a): Lead Isotope Analyses of metal objects from the Apa hoard and other Early and Middle Bronze Age items from Romania. *Archaeologia Austriaca* **100** 57–86.

<https://doi.org/10.1553/archaeologia100s57>

PERNICKA, E., LUTZ, J. & STÖLLNER, TH. (2016b). Bronze Age copper produced at Mitterberg, Austria, and its distribution. *Archaeologia Austriaca* **100** 19–55.

<https://doi.org/10.1553/archaeologia100s19>

PEŠKA, J. (2016): Graves of Metallurgists in the Moravian Beaker Cultures. In: GUERRA DOCE, E. & LIESAU VON LETTOW-VORBECK, C. eds., *Analysis of the Economic Foundations Supporting the Social Supremacy of the Beaker Groups*. Proceedings of the XVII UISPP World Congress, 1–7 September, Burgos, Spain. Archaeopress, Oxford, 1–17.

PÉTERDI B. (2004): Bronzkori és vaskori öntőformák petrográfiai vizsgálata. In: ILON G. szerk., *ΜΩΜΩΣ III. Őskoros Kutatók III. Összejövetelének konferenciakötete. Halottkultusz és temetkezés*. Szombathely-Bozsok, 2002. október 7–9. Vas Megyei Múzeumok Igazgatósága, Szombathely, 487–525.

PÉTERDI B., PRISKIN A. & SÁGI T. (2024): Csanádpalota-Földvár késő bronzkori lelőhely közetanyagú leleteinek archeometriai vizsgálata I: nyersanyageloszlás, andezit nyersanyagok (előzetes eredmények). *Archeometriai Műhely* **XXI/4** 359–380. <https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2024-029>

PETŐ Á. (2009): A fitolitkutatás szerepe az ökoszisztémában és a környezet régészeti, valamint hazai alkalmazásának lehetőségei. *Archeometria Műhely* **VI/2** 15–29.

POLÁNYI, T. (2022): The rise of idiôtês: Micro-politics of death and community reproduction in Bronze Age Hungary. *Journal of Anthropological Archaeology* **68** 101445. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2022.101445>

POWELL, W., BANKOFF, A., MASON, A., MATHUR, R., BULATOVIĆ, A. & FILIPOVIĆ, V. (2018): Tin Sources and Regional Trade in the Bronze Age of Southeast Europe: Evidence from Tin Isotopes. In: ALEXANDROV, S., DIMITROVA, Y., POPOV, H., HOREJS, B. & CHUKALEV, K. eds., *Gold and Bronze. Metals, Technologies and Networks in the Eastern Balkans during the Bronze Age*. National Archaeological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, 141–149.

PRIMAS, M. (2008): Bronzezeit zwischen Elbe und Po: Strukturwandel in Zentraleuropa 2200–800 v. Chr. *Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie* **150** Bonn, 267 pp.

PRISKIN, A. (2022): The analysis of Bronze Age macrolithic tools: a case study from Csanádpalota-Földvár (Southeastern Hungary). *Antaeus* **38** 251–272.

QUINN, C. & CIUGUDEAN, H. (2018): Settlement placement and socio-economic priorities: Dynamic landscapes in Bronze Age Transylvania. *Journal of Archaeological Science: Reports* **19** 936–948.

<https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.05.046>

RACZKY, P., HERTELENDI, E. & HORVÁTH, F. (1992): Zur absoluten Datierung der bronzezeitlichen Tell-Kulturen in Ungarn. In: MEIER-ARENDT, W. ed., *Bronzezeit in Ungarn. Forschungen in Tell-Siedlungen an Donau und Theiss*. Main Museum f. Vor- u. Frühgeschichte Frankfurt, Frankfurt am Main, 42–47.

RADIOJEVIĆ, M., ROBERTS, B.W., PERNICKA, E., STOS GALE, Z., MARTINÓN TORRES, M., REHREN, T., BRAY, P., BRANDHERM, D., LING, J., MEI, J., VANDKILDE, H., KRISTIANSEN, K., SHENNAN, S.J. & BROODBANK, C. (2019): The Provenance, Use, and Circulation of Metals in the European Bronze Age: The State of Debate. *Journal of Archaeological Research* **27** 131–185. <https://doi.org/10.1007/s10814-018-9123-9>

REICH, C. (2006): *Das Gräberfeld von Szeremle und die Gruppen mit inkrustierter Keramik entlang mittlerer und unterer Donau*. Berliner Beiträge zur Vor- und Frühgeschichte **13.1–2** Teil 1: 341, Teil 2: 221 pp.

ROBERTS, S., SOFAER, J. & KISS, V. (2008): Characterization and textural analysis of Middle Bronze Age Transdanubian inlaid wares of the Encrusted Pottery Culture, Hungary: a preliminary study. *Journal of Archaeological Science* **35** 322–330. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2007.03.013>

SALÁTA, D., GYULAI, F., TÓTH, F.M., SZILAS G. & PETŐ, Á. (2023): Régészeti növénytani adatok a Rákospatak völgye bronzkori környezet-rekonstrukciójához Budapest–Bartl J. u. 2. régészeti lelőhely adatai alapján. *Archeometriai Műhely* **XX/1** 77–92. <https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2023-005>

SANGMEISTER, E. (1973): Die Bronzen des Hortfundhorizontes von Ópályi. Ergebnisse der spektalanalytischen Untersuchungen. In: MOZSOLICS, A. *Bronze- und Goldfunde des Karpatenbeckens. Depotfundhorizonte von Forró und Ópályi*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 215–249.

SÁNTA G. (2011): Koszideri és halomsíros bronztárgyak komplex vizsgálata – összetétel, fázisok és korróziós felületek. *Archeometriai Műhely* **VIII/4** 305–320.

SÁNTA G. & ŠMIT, Ž. (2024): Dél-alföldi koszideri és halomsíros bronztárgyak elemzési adatainak újraértékelése. *Archeometriai Műhely* **XXI/4** 395–422. <https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2024-031>

SCHALK, E. (1998): Die Entwicklung der prähistorischen Metallurgie im nördlichen Karpatenbecken. Eine typologische und metallanalytische Untersuchung. *Internationale Archäologie, Natur-*

wissenschaft und Technologie 1 Marie Leidorf, Rahden/Westfalen, 178 pp.

SCHREINER, M. (2007): Erzlagerstätten im Hronal, Slowakei: Genese und prähistorische Nutzung. *Forschungen zur Archäometrie und Altertumswissenschaft* 3 Marie Leidorf, Rahden/Westfalen, 292 pp.

SCHUBERT, F. & SCHUBERT, E. (1967). Spektralanalytische Untersuchungen von Hort und Einzelfunden der Periode B III. In: MOZSOLICS, A. ed., *Bronzefunde des Karpatenbeckens. Depotfundhorizonte von Hajdúsámson und Kosziderpadlás*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 185–189.

SIKLÓSI, ZS. & SZILÁGYI, M. (2019): New data on the provenance of copper finds from the Early-Middle Copper Age of the Great Plain. *Archaeological and Anthropological Sciences* 11 5275–5285. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00867-8>

SIKLÓSI, ZS., PRANGE, M., KALICZ, N. & RACZKY, P. (2015): New Data to the Provenance of Early Copper Finds from the Great Hungarian Plain. In: HANSEN, S., RACZKY, P., ANDERS, A. & REINGRUBER, A. eds., *Neolithic and Copper Age between the Carpathians and the Aegean Sea. Chronologies and Technologies from the 6th to the 4th Millennium BCE*. International Workshop Budapest 2012. Archäologie in Eurasien 31 Habelt Verlag, Bonn, 57–92.

SIKLÓSI, ZS., HORVÁTH, E., VILLA, I.M., NISI, S., MOZGAI, V., BAJNÓCZI, B., CSIPPÁN, P., HORNOK, P. & KISS, P. (2022): The provenance of the raw material and the manufacturing technology of copper artefacts from the Copper Age hoard from Magyaregres, Hungary. *PLoS ONE* 17 e0278116. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0278116>

SNOECK, C., BROCK, F. & SCHULTING, R. J. (2014): Carbon Exchanges between Bone Apatite and Fuels during Cremation: Impact on Radiocarbon Dates. *Radiocarbon* 56 591–602. <https://doi.org/10.2458/56.17454>

SOFAER, J. & BUDDEN, S. (2013): Many hands make light work: potting and embodied knowledge at the Bronze Age tell at Százhalombatta, Hungary. In: STIG SØRENSEN, M.S. & REBAY-SALISBURY, K. eds., *Embodied Knowledge. Perspectives on Belief and Technology*. Oxbow Books, Oxford, 117–127.

SOFAER, J. & ROBERTS, S. (2016): Technical innovation and practice in Eneolithic and Bronze Age encrusted ceramics in the Carpathian Basin, Middle and Lower Danube. *Archaeologisches Korrespondenz Blatt* 46 479–496.

SOAFER, J. with contributions by BECH, J-H., BUDDEN, S., CHOYKE, A., ERIKSEN, B. V.,

HORVÁTH, T., KOVÁCS, G., KREITER, A., MUHLENBOCK, C., STICKA, H.-P. (2010): Technology and Craft. In: EARLE, T. & KRISTIANSEN, K. eds., *Organizing Bronze Age Societies. The Mediterranean, Central Europe, and Scandinavia compared*. Cambridge University Press, Cambridge, 185–217.

SPRINCZ, E. & BECK, C.W (1981): Classification of the Amber Beads of the Hungarian Bronze Age. *Journal of Field Archaeology* 8 469–485. <https://doi.org/10.1179/009346981791504879>

STANIUK, R. (2021): Early and Middle Bronze Age Chronology of the Carpathian Basin Revisited: Questions Answered or Persistent Challenges? *Radiocarbon* 63 1525–1546. <https://doi.org/10.1017/RDC.2021.83>

SÜMEGI P., BEDE Á. & SZILÁGYI G. (2015): Régészeti geológiai, geoarcheológiai és környezettörténeti elemzések Régészeti lelőhelyeken. A földtudományok és a régészet kapcsolata. *Archeometriai Műhely* XII/2 135–149.

V. SZABÓ G. (2019): Bronzkori kincsek Magyarországon. Földbe rejtett fegyverek, eszközök, ékszerek nyomában. *Hereditas Archaeologica Hungariae* 3 283 pp.

V. SZABÓ G. & CZUKOR P. (2017): Késő bronzkori arany lábvért Szeged határából. *Magyar Régészet* 2017 Nyár 1–9.

SZABÓ G. (1996): Az urnamezős kultúra fémművessége a régészeti kísérletek tükrében. *Pápai Múzeumi Értesítő* 6 265–276.

SZABÓ G. (1999): Adatok a velemi késő bronzkori ónbronzo archaometallurgiai. *Savaria* 24/3 329–357.

SZABÓ G. (2001): Újabb eredmények és módszerek a Kárpát-medence késő bronzkori tárgyainak archaometallurgiai vizsgálataiban. In: DANI J., HAJDÚ Zs. & NAGY E.Gy. szerk., *ΜΩΜΟΣ I. „Fiatal Őskoros Kutatók” I. Összejövetelének konferenciája*. Debrecen, 1997. november 10–13. Debrecen, 225–250.

SZABÓ G. (2012): A Kárpát-medencei archaometallurgiai kutatások eredményei, aktuális kérdései a 21. század elején különös tekintettel a bronz- és vasgyártás társadalmi hátterének változásaira. *Archeometriai Műhely* IX/2 75–96.

SZABÓ G. (2013): A dunántúli urnamezős kultúra fémművessége az archaometallurgiai vizsgálatok tükrében. *Specimina Electronica Antiquitatis –Libri* 1, Pécs. http://okor.tti.btk.pte.hu/files/tiny_mce/SEAL/SEA-L_1_GSzabo_archaometallurgy.pdf

SZABÓ, G. (2017): Problems with the periodization of the Early Bronze Age in the Carpathian Basin in the light of the older and recent AMS

radiocarbon data. *Archeometriai Műhely* **XIV/2** 99–116.

SZABÓ, G. (2022): The bronze hoard from Mucsi. *Antaeus* **38** 187–212.

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

SZABÓ, G., BARKÓCZY, P., GYÖNGYÖSI, SZ., KASZTOVSZKY, ZS., KÁLI, GY., KISS, Z., MARÓTI, B. & KISS, V. (2019): The possibilities and limitations of modern scientific analysis of Bronze Age artefacts in Hungary. *Archeometriai Műhely* **XVI/1** 1–11.

SZABÓ M. (2016): *Régészet madártávlatból. Fejezetek a Pécsi Légitérészeti Téma 20 éves történetéből*. Archaeolingua, Budapest, 304 pp.

SZABÓ, N. (2023): Egy edénytől a közösségig. Különleges bronzkori edénytípus funkciójának vizsgálati lehetőségei. *Magyar Régészet* **12(1)** 50–58. <https://doi.org/10.36245/mr.2023.1.1>

SZATHMÁRI I. (2017): On the metallurgy of the Füzesabony Culture. Bronze finds and casting moulds from the Füzesabony Bronze Age tell settlement. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* **2017** 51–79.

SZATHMÁRI, I., MARÓTI, B., TARBAY, J. G. & KISS, V. (2019): Bronzkori arany hajkarika leletek vizsgálatáról a Magyar Nemzeti Múzeum gyűjteményéből. In: BARTOSIEWICZ, L., T. BIRÓ, K., SÜMEGI, P. & TÖRŐCSIK, T. szerk., *Mikroszkóppal, feltárásokkal, mintavételezéssel, kutatásokkal az archeometria, a geoarcheológia és a régészet szolgálatában. Tanulmányok Ilon Gábor régész 60 éves születésnapjára*. GeoLitera, Szeged, 291–315.

SZATHMÁRI, I., MARÓTI, B., TARBAY, J. G. & KISS, V. (2024): Archaeological and Archaeometallurgical Analyses of Bronze Age Gold Hair-Rings from the Collection of the Hungarian National Museum and the British Museum. In: JUNG, R. & POPOV, H. eds., *Searching for Gold. Resources and Networks in the Bronze Age of the Eastern Balkans*. Austrian Academy of Sciences Press, Vienna, 381–306.

SZEVERÉNYI, V., KREITER, A., DANI, J., GUCSI, L., KISS, V., KULCSÁR, G., SKODA, P. & SZATHMÁRI, I. (2021): The Middle Bronze Age Füzesabony pottery style of the Carpathian Basin. In: VUČKOVIĆ, V., FILIPOVIĆ, V., STOJANOVIĆ, B. & RISCH, R. eds., *Crafting pottery in Bronze Age Europe: the archaeological background of the CRAFTER project*. Regional Museum of Paraćin, Paraćin, 49–69.

SZILAS, G. & TÓTH FARKAS, M. (szerk.) (2023): *MOZMOΣ 11. Környezet és ember. Őskoros Kutatók XI. Összejövetele konferenciakötete*. 2019. április 10–12. BTM Aquincumi Múzeum Ősrégészeti Tanulmányok **3** Budapest, 171 pp.

TARBAY J.G. (2016): Kopott markolatú kardok... A gyopárosfürdői késő bronzkori kardlelet a legújabb kutatások tükrében. *Mozaikok Orosháza és vidéke múltjából* **2016** 3–25.

TARBAY, J. (2017): Late Bronze Age Hoard from Oltárc Márki Hill. Analysis of prehistoric manipulations, selective fragmentation and non-ritual violence. *Zalai Múzeum* **23** 73–137.

TARBAY J. G. (2022): The Essence of Power: A Middle Bronze Age Gold Armlet from Tápióbicske (Central Hungary). *Communicationes Archaeologicae Hungariae* **2020** 19–55. <https://doi.org/10.54640/CAH.2020.19>

TARBAY, J.G. & LUKÁCS, B. (2022): Observations on the production technology of the Tápióbicske and Abrudbánya gold armlets. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* **2020** 57–70. <https://doi.org/10.54640/CAH.2020.57>

TARBAY J. G. & MARÓTI B. (2022): Handheld XRF Analysis of Gold Armlets With Crescent-Shaped Terminals from the Prehistoric Collection of the Hungarian National Museum. *Communicationes Archaeologicae Hungariae* **2020** 71–80. <https://doi.org/10.54640/CAH.2020.71>

TARBAY, J.G. & MARÓTI, B. (2023): Preliminary handheld XRF Analysis of Late Bronze Age Metal finds from the Budakeszi-Özvölgy-tető Site (Pest County, Hungary). *Archeometriai Műhely* **XX/1** 23–36. <https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2023-002>

TARBAY G. & MARÓTI B. (2024): Leaded bronze spearhead from Budakeszi-Özvölgy-tető Hoard A. *Archeometriai Műhely* **XXI/4** 381–394. <https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2024-030>

TARBAY J. G., MARÓTI B., KIS, Z., KÁLI, Gy. & SZENTMIKLÓSI, L. (2021): Non-destructive analysis of a Late Bronze Age hoard from the Velem-Szent Vid hillfort. *Journal of Archaeological Science* **127** 105320. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2020.105320>

TOČÍK, A. & ŽEBRÁK, P. (1989): Ausgrabungen in Špania Dolina-Piesky. Zum Problem des urzeitlichen Kupferbergbaus in der Slowakei. In: HAUPTMANN, A., PERNICKA, E. & WAGNER, G.A. eds., *Archäometallurgie der Alten Welt. Beiträge zum Internationalen Symposium Old World Archaeometallurgy*. Deutsches Bergbaumuseum, Heidelberg, 71–78.

UDVARDI B. & RADICS A. (2011): Restaurálás közbeni megfigyelések a zanati temető kerámiáin.

In: ILON, G., SÜMEGI, P., TÓTH, G., NÁFRÁDI, K., PERSAITS, G., PÁLL, D.G., TÖRŐCSIK, T., NYERGES, É., MIHÁLY, J., SÁNDORNÉ KOVÁCS, J., RADICS, A. & UDVARDI, B. eds., *Szombathely–Zanat késő urnamezős korú temetője és a lelőhely más ős- és középkori emlékei. Természettudományos vizsgálatokkal kiegészített anyagközlés*. VIA Kulturális örökségvédelmi kismonográfiák **2** Budapest, Magyar Nemzeti Múzeum–Nemzeti Örökségvédelmi Központ, 175–180.

VARBERG, J., GRATUZE, B., KAUL, F., HASLUND HANSEN, A., ROTEA, M. & WITTENBERGER, M. (2016): Mesopotamian glass from Late Bronze Age Egypt, Romania, Germany, and Denmark. *Journal of Archaeological Science* **74** 184 – 194.

<https://doi.org/10.1016/j.jas.2016.04.010>

VARGA I. (1992): Későbronzkori üveggyöngy Bakonyjákóról. *Pápai Múzeumi Értesítő* **3–4** 97–99.

VARGA I., MOLNÁR Zs., NAGYNÉ CZAKÓ I. & ILON G. (1989): Németbánya későbronzkori kerámiái a természettudományos vizsgálatok tükrében. *Pápai Múzeumi Értesítő* **2** 39–48.

VENCLOVÁ, N., HULÍNSKÝ, V., HENDERSON, J., CHENERY, S., ŠULOVÁ, L. & HLOŽEK, J. (2011): Late Bronze Age mixed-alkali glasses from Bohemia. *Archeologické rozhledy* **63** 559–585.

VÉKONY G. (2003): A régészeti terepkutatás története Magyarországon. In: VISY, ZS. főszerk., *Magyar régészet az ezredfordulón*. Teleki László Alapítvány, Budapest, 15–21.

VICZE, M. (2011): *Bronze Age Cemetery at Dunaiújváros-Duna-dűlő*. L'Harmattan, Budapest 2011, 486 pp.

VICZE, M. & SØRENSEN STIG, M.L. (2023): Living in a Tell: Memory and Abandonment. Százhalombatta-Földvár Phase I (Late Koszider). *Archaeologia Hungarica* **55** – **SAX 4** Budapest, 288 pp.

VÖRÖS I. (1996): Németbánya késő bronzkori település. *Pápai Múzeumi Értesítő* **6** 209–218.

WOSINSKY M. (1904): *Az őskor mészbetétes díszítésű agyagművészete*. Magyar Tudományos Akadémia, Szekszárd, 166 pp, 150. t.

ZATYKÓ, CS., JUHÁSZ, I. & SÜMEGI, P. (eds.) (2007): *Environmental archaeology in Transdanubia*. *Varia archaeologica Hungarica* **20** Budapest, 214 pp.

ZAZZO, A. & SALIÈGE, J-F. (2011): Radiocarbon dating of biological apatites: a review. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **310** 52–61.

<https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2010.12.004>

ŽEBRÁK, P. (1995): The traces of the primary mining of non-ferrous metals in Slovakia. In: JOVANOVIĆ, B. ed., *Ancient mining and metallurgy in Southeast Europe*. Archaeological Institute Beograd monographs **27** Archaeological Institute, Bor, 13–21.

K. ZOFFMANN, Zs. (1999): Anthropological data of the transdanubian prehistoric population in the Neolithic, the Copper, the Bronze and the Iron Ages. *Savaria* **24/3** 33–49.

K. ZOFFMANN, Zs. & HAJDU, T. (2017): A survey of Bronze Age populations in the Carpathian Basin based on classical anthropological methods. In: KULCSÁR G., SZABÓ G., KISS V. & VÁCZI G. eds., *State of the Hungarian Bronze Age Research. Proceedings of the conference held between 17th and 18th of December 2014*. MTA BTK Régészeti Intézet, ELTE BTK Régészettudományi Intézet, Budapest, 251–276.

ZVELEBIL, M., & PETTITT, P. (2013): Biosocial archaeology of the Early Neolithic: synthetic analyses of human skeletal remains from the LBK cemetery of Vedrovice, Czech Republic. *Journal of Anthropological Archaeology* **32** 313–329.

<https://doi.org/10.1016/j.jaa.2012.01.011>