

A HAJDÚSÁMSONI KINCS PIXE VIZSGÁLATÁNAK TANULSÁGAI

Dani János^a, Török Zsófia^{b, c}, Csedreki László^{b, c}, Kertész Zsófia^c, Szikszai Zita^c

^aDéri Múzeum, 4026 Debrecen, Déri tér 1.

^bDebreceni Egyetem, 4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

^cMTA Atomki, 4026 Debrecen, Bem tér 18/c

Kivonat A Déri Múzeum Régészeti Tára két olyan leletegyüttest is őriz, melyek nemcsak kivételes szépségű és értékű műkincsek, de egyúttal kiemelkedő jelentőséggel bírnak a Kárpát-medence középső bronzkori fémművességének kutatásában: az 1907-ben előkerült Hajdúsámsoni kincs és az 1970-ben talált Téglási kincs. A kincsek kivételes ritkasága és értéke miatt analitikai vizsgálatukat roncsolásmentes eljárással kellett végezni, melyre a PIXE vizsgálat tűnt a legalkalmasabbnak. A PIXE méréstechnika előnye, hogy az ón-bronzok fő alkotói mellett nyomelemeket is ki tud mutatni ppm mennyiségben. Az általunk vizsgált hajdúsámsoni és téglási leletek különböző nyomelemeinek (Cr, Mn, Fe, Ni, Zn, As, Ag, Sb, Au, Hg) statisztikai analizisével arra következtethetünk, hogy az egy helyen talált bronzleletek nem készülhettek egyszerre. A két leletegyüttes közötti tipológiai és kronológiai különbség a nyomelemek koncentrációjában is határozottan megmutatkozik.

Abstract The Archaeological Collection of the Déri Museum includes such find assemblages as the Hajdúsámson bronze hoard (unearthed in 1907), and the Téglás bronze hoard (found in 1970), which are not only exceptional and precious finds, but they have special significance in the research of the Middle Bronze Age of the Carpathian basin. The hoards were analysed by a non-destructive technique (PIXE) because of their exceptional rarity and importance. The additional advantage of PIXE is that trace elements can be determined within a few ppm, besides the composition of the main matrix elements of tin-bronzes. Based on the statistical analysis of different trace metals (Cr, Mn, Fe, Ni, Zn, As, Ag, Sb, Au, Hg) in the artefacts (Hajdúsámson and Téglás bronze hoards), we found that the bronze objects from the same assemblage could not have been made from the same material and at the same time. The chronological and typological difference between the two find assemblages is characteristically reflected in combined concentration of the trace elements, as well.

Kulcsszavak Hajdúsámsoni bronzkincs, Téglási bronzkincs, PIXE és EDXRF vizsgálatok, anyagösszetétel, nyomelemek, tipológia, kronológia

Key words Bronze hoard of Hajdúsámson, Bronze hoard of Téglás, PIXE and EDXRF analyses, composition, trace elements, typology, chronology

Bevezetés

Az 1907 őszi Hajdúsámson község északi határában előkerült bronz kincslelet (1. ábra) méltán világhírű, hiszen túlzás nélkül állítható, hogy korát, összetételét és kvalitását tekintve a középső bronzkor időszakának eddig talán legfontosabb, legszebb és legértékesebb fegyvergyűjtése és az együttes részét képező gazdagon díszített kard Európa egyik legelső bronzkardja. A bronzkard Kr.e. 1600 körüli megjelenése – nemcsak mint fegyver, hanem mint hatalmi szimbólum – olyan korszakalkotó jelentőségű volt, mely alapján Helle Vandkilde joggal adta a középső és késő bronzkor időszakának a következő elnevezést: „Golden Age of the Sword” (Vandkilde 2007: 122).

Hajdúsámson: A lelőhely és az előkerülés körülményei

A Hajdúsámsoni 1. bronzkincset 1907. november 3-án Hajdúsámson község É-i határában, a Savóskúti-erdőben lévő vendégfogadótól keletre található Köpcsi-gerend nevű homokdomb mellett Hegedűs-hegy nevű dombon, Farkas Gábor bíró birtokán (2. ábra) („Hegedűs hegy. A sámsoni földön, a községtől É-ra. A közelében D-felől a Köpcsi-kátyó és Köpcsi-áthal nevű helyek.”, Zoltai 1938: 24) találta négy hajdúhadházi földműves (Czibere György, Czibere Sándor, Bakó Sándor és Zales Sándor).

A kincs előkerüléséről a következő módon számol be az 1907. november 10-én a helyszínré

kiutazó, majd azt a találóktól a múzeum számára összesen 120 koronáért megvásárló Zoltai Lajos: „A kard tiszta homokban 75 centiméter mélyen lapján feküdt, markolatával északra. Rajta keresztbe voltak lerakva a csákányok és fejszék, még pedig kivétel nélkül úgy, hogy élök nyugotra, korongjuk és tomparészek keletre nézett.” (Zoltai 1908: 133).



1. ábra. A Hajdúsámsoni I. számú bronzkincs (1907) (Fotó: Jurás Ákos, Déri Múzeum).

A lelőhely és környéke kétséget kizáróan különleges, talán szent hely lehetett a bronzkor folyamán. Ennek bizonyítékeként felsoroljuk azon leleteket és leletegyütteseket, melyek az I. számú (vagyis 1907-ben előkerült) bronzkincs környezetében napvilágra kerültek.

Zoltai leltárkönyvi bejegyzése szerint: „Ugyanazon földben, a lelettől távolabb, hamuval telt kisebb fazekat is leltek. (alakjára, díszítésére nem emlékeznek*). De azt összetörték. * A fazék, mint utólag jelentették:

alakú volt.”

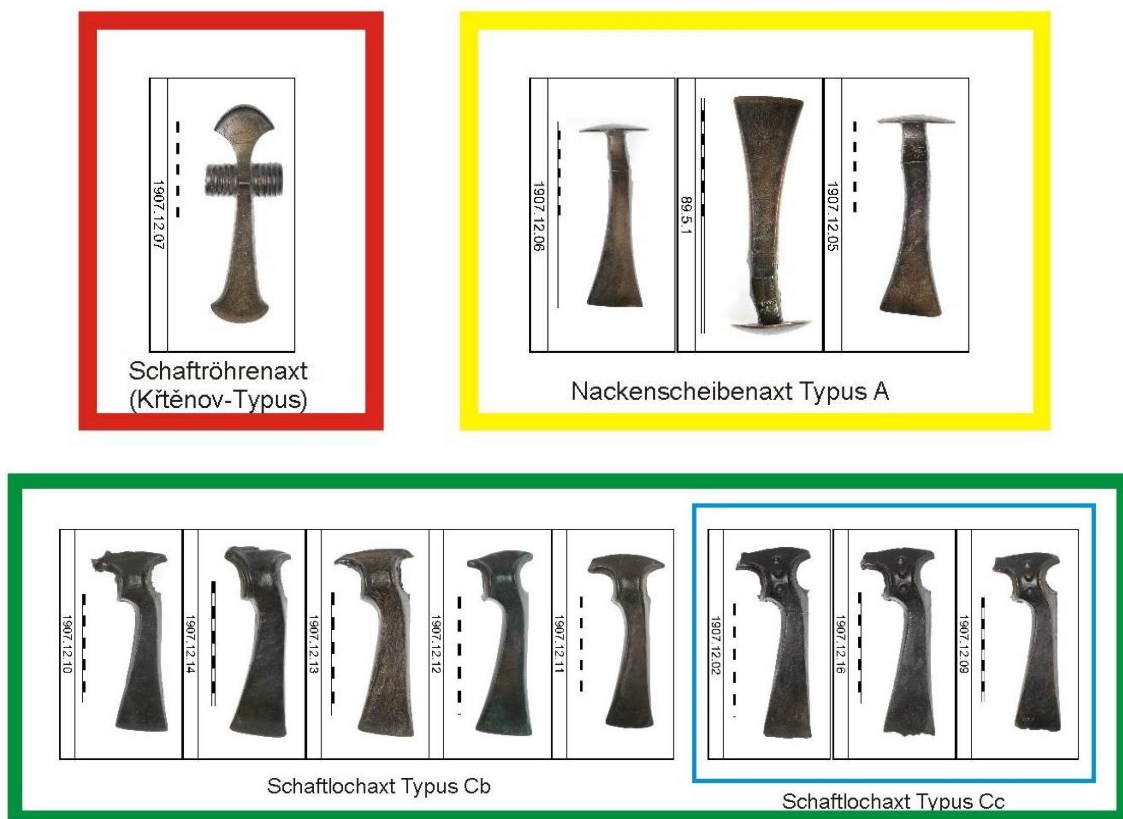
Ez nagy valószínűséggel arra utal, hogy egy urnás–hamvasztásos temetkezés is előkerült a földmunkák során. Mivel az edényből nem kerültek be leletek a múzeumba, pontos típusát, korát nem tudjuk megállapítani; csak feltételezhetjük, hogy bronzkori lehetett...

A középső bronzkori kincsen (I. kincs) és az urnasíron kívül egy 6 db bronz edényből álló késő bronzkori kincslet is előkerült 1909-ben (II. kincs), a fegyveregyüttes lelőhelyétől kb. 1,7 km-re D-re, közvetlenül a falu határában lévő egyik homokdomb lábánál lévő szőlőültetvényben, Tafler Ignác birtokán (Zoltai 1909c: 131–134; Zoltai 1915: 126; Zoltai 1926: 131; Mozsolics 2000: 47, Taf.36.). A találók szerint az edények nagyság szerint egymásba voltak helyezve. Sem a munkások, sem a helyszíni szemlét végző Zoltai Lajos sem talált semmilyen településre, vagy temetkezésre utaló felszíni leletet a göcekével mélyen megforgatott területen (Zoltai 1909c: 132).

1910-ben került a debreceni városi múzeumba, özv. Besenyei Széll Farkasné ajándékaként az az eredetileg kb. 30 darabból álló bronzkincs (Zoltai Lajos beszámolója alapján az eredeti kincs részét képezték karperecek, vésők és fokosok is, melyek már nem kerültek a múzeumba (Zoltai 1915: 127)), melynek múzeumba kerülése is külön történet. A leletek első tulajdonosa Ferenczy E. főszolgabíró volt, aki a debreceni régiséggyűjtő Széll Farkasnak ajándékozta azt. A kincs múzeumba nem került darabjainak sorsáról nincsenek információk... Ez a bronz trébelt mandzsettalemezekből és egyéb kisebb bronztárgyakból álló újabb kincslet (III. kincs) (Löfkovits & Zoltai 1911: 16–17; Zoltai 1915: 126–127), mely a feljegyzések szerint a Kistelek nevű határrészben látott napvilágot, Sz. Máthé Márta megjegyzése alapján szintén Hajdúsámson ezen részén kerülhetett elő (M. Nepper & Sz. Máthé 1987: 44; Mozsolics 2000: 48, Taf. 37).



2. ábra. BmT 2 (1758) kézzel rajzolt térkép: Georgius Kováts Juratus Geometra: Geometrica delineatio totius terreni possessionis Sámson.



3. ábra. A Hajdúsámsoni kincs baltáinak tipológiai csoportosítása (Mozsolics 1967 alapján).

1982 májusában egy újabb, szintén késő bronzkori, nagyjából sarlókból és tokos baltákból álló, bronzkincs (IV. kincs) látott napvilágot, Hajdúsámson, Onca településrésze melletti Farkas-laposra nevű, mocsaras, mély fekvésű, az 1. kincs lelőhelyétől D-re található területen, amit vályogvető gödörként használtak a helyiek (M. Nepper & Sz.Máthé 1987: 44, 47, 9–10. kép; Mozsolics 2000: 48–49, Taf. 38).

Az utolsó három leletegyüttest (II., III., IV: kincseket) a késő bronzkori (Reinecke Ha B1) Hajdúböszörményi kincshorizontba (B VI a) sorolta be Mozsolics Amália (Mozsolics 2000: 47–49).

Kutatástörténet

Az összesen 13 darabból álló I. bronzkincs 1 tömör markolatú, ötvöstechnikával gazdagon díszített kardból és 12 db – tipológiailag 3 fő típusba sorolható – csákányból áll (3. ábra). A kard és 3 csákány díszítése olyan kiemelkedő minőségű, mely korszakalkotó jelentőségű; rendkívüli tudású

bronzműves mester munkájáról tanúskodik (4. és 5. ábra). A díszített fegyverek motívumainak részletes leírásától jelen munkában eltekintünk, mivel az a kincset közlő publikációkban már több alkalommal, művészettörténeti alaposítással megtörtént (Zoltai 1908: 128–132; Mozsolics 1967: 139–140).

A leletanyag első, saját művészi rajzaival illusztrált, hazai közlése Zoltai Lajos érdeme, aki nemcsak helyesen ismerte fel annak jelentőségét, de elsőként utalt az együttes áldozati jellegére és először hangsúlyozta a kard É-i (skandináv) kapcsolatát (Zoltai 1908; Löfkovits & Zoltai 1908: 26; Zoltai 1909a: 14–15; Zoltai 1915: 126). A bronzkincs első külföldi publikációját (Zoltai 1926) egyik leghíresebb levelezőpartnere, a korszak egyik vezető ősrégésze, Vere Gordon Childe kommentálta (Childe 1926), melyet néhány évvel később megjelent nagy összefoglaló munkájában (*The Danube in Prehistory*) az Urnamezőskultúra hagyatékához sorolva maga is bemutatott (Childe 1929: 273, Fig. 147.)



4. ábra. A Hajdúsámsoni bronzkard és a penge díszítésének részlete (Fotó: Jurás Ákos, Déri Múzeum).

A kincseletet Mozsolics Amália a lelőhelyéről elnevezett *Hajdúsámson horizontba* (B IIIa = Reinecke Bz A2) helyezte (Mozsolics 1967: 121–123, 139–140, Taf. 9–11). Ez az időszak a Kárpát-medence középső bronzkorára, kb. a Kr. előtt 1600–as évekre tehető. Mivel hasonló korú és művészi színvonalú bronztárgyak, valamint arany ékszerek legnagyobb számban a Felső-Tisza-vidékre és É-Erdély területére összpontosulnak, ezért a bronzkincset a kutatás általában helyi, valószínűleg az Ottomány/Otomani-kultúra területére eső bronzműves műhely/mester gyártmányának tekinti, melyek jelentkezése Bóna István véleménye szerint nem tekinthető „kincshorizontként” (Bóna 1992, 55–58). Ez a román kutatás által kialakított belső kronológiai rendszer alapján a kultúra klasszikus, ún. Otomani II. időszakát jelenti, ami Bóna István rendszerében a

‘Gyulavarsánd-kultúra’ néven interpretált egységnek felel meg (Bóna 1992: 56).

A hajdúsámsoni kincs első anyagvizsgálata is Mozsolics Amália alapvető kutatásaihoz kötődik; ez az első analízis az 1960–as években, a stuttgarti SAM projekt (Arbeitsgemeinschaft für Metallurgie der Altertums, Stuttgart) keretein belül, OES módszer alkalmazásával valósult meg (Schubert & Schubert 1967).



5. ábra. A Hajdúsámsoni I. számú bronzkincs díszített csákányai (Fotó: Jurás Ákos, Déri Múzeum).

A SAM analízisek eredményeit felhasználva David Liversage rendkívül tárgyilagosan, 5 pontban foglalta össze a Hajdúsámsoni-kincshorizont bronzain megfigyelt korszakalkotó invenciókat, melyek véleménye szerint egyértelműen erdélyi – ÉK-magyarországi műhelyekhez köthetők (Liversage 1994: 108–109, Fig. 35).

A hajdúsámsoni kard egy tömör markolatú, egybeöntött bronzkard, mely Wolfgang David

tipológiai rendszerében a „Fünfnietige Vollgriffschwerter vom Typ Hajdúsámson” fő típuson belül stilisztikailag az ún. Hajdúsámson–Apa stíluskörbe („Hajdúsámson–Apa Stíl”) tartozik, melybe eddig 3 kard került besorolásra: Hajdúsámson; Apa 1. kard; Ismeretlen lelőhely, Magyarország. A kard markolatlapján 5 álszegecs található és a pengét jellegzetes futóspirál motívum díszíti (David 2002: 369–373, 437, Taf.89., Taf.117: 1).

A kard pengéjén tehát egymásba kapcsolódó spirális (ún. „futókutya”, vagy leginkább hullámmotívumként leírható), markolatán pedig geometrikus motívumokat láthatunk. A hatás fokozása érdekében a bronzkori fémműves mester feltehetően valamiféle fehér színű anyagot dörzsölt a rendkívüli műgonddal kialakított motívumokba. A kardon és a csákányokon látható motívumkincset már többször próbálták összefüggésbe hozni és magyarázni a műkénéi kultúrkör hasonló módon díszített tárgyaival (további irodalommal lásd: David 2002: 410–416). A Hajdúsámsoni kardra és műhelykörre vonatkozó részletes kutatástörténetet Mozsolics Amália 1967-es munkájának megjelenése és 1992, ill. 2002 közötti időszakra vonatkozóan nagyvonalakban, kritikai szemlélettel Bóna István (Bóna 1992: 48–58), kimerítő részletességgel pedig Wolfgang David foglalta össze (David 2002: 3–78), ezért mi eltekintünk ennek újbóli

leírásától. A Kárpát-medencei középső és késő bronzkor műkénéi kapcsolatai egyébként az európai bronzkor-kutatás folyamatosan kiemelt témáját jelenti (Vandkilde 2007: 126–129). A kincs utolsó (13.) darabja, egy gazdagon díszített Gaura-típusú csákány (Ltsz.: DM IV.89.5.1.) a földtulajdonos, Farkas Gábor birtokában maradt és közel 80 év után, 1988-ban tűnt fel újra és került be a Déri Múzeum gyűjteményébe (Sz. Máthé 1996).

Rüdiger Krause 2003-ban megjelent munkájában egységes adatbázisba rendezve adta ki a korábbi SAM projekt és az azt követő fémvizsgálati projektek eredményeit (*Stuttgarter Datenbank*), melyben természetesen szerepelnek a Hajdúsámsoni kincs korábbi mérési eredményei is (Krause 2003). Az adatbázisban a 9 hajdúsámsoni mérési adatból 8 helyesen szerepel (13055–13062 azonosítószám alattiak), azonban a Krténov-típusú balta 13074 azonosítójú mérési eredménye tévesen ismeretlen lelőhelyűként („*Ungarn*”) és rossz tárgytípussal, egy töredékes rézkori csákány neve alatt („*Axt, kreuzschneidig, fragm.*”) került rögzítésre, pontosabban összecezerelték ezen adatokat a 13063-as azonosítószámú méréssel. Ez a téves adat sajnos már átment a régészeti szakirodalomba is és alapvetően hibás következtetésekre késztette David Liversage-t is (Liversage 1994: 72, 74) (1. táblázat).

1. táblázat. A Hajdúsámsoni kincs és vele azonos körbe tartozó bronztárgyak SAM projekt keretein belül végzett vizsgálatainak eredményei (Schubert – Schubert 1967, Analysen bronzzeitlicher Hort- und Einzelfunde der Periode B III. alapján).

Lelet	Múzeum	Leltári szám	Vizsgálati szám	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Au	Zn	Co	Fe
Apa	Krténov-típusú balta	MNAA Bukarest	IV 623	8700	~6,0	0	0,75	0	0,02	0,29	0	0	0	+
Apa	Balta (Nackenkamm Axt)	MNAA Bukarest	IV 624	8701	~6,2	0	0,94	0,03	0,02	0,59	0	0	0	+
Apa	Balta (Nackenscheiben Axt)	MNAA Bukarest	IV 625	8702	~5,3	0	0,9	0,05	0,03	0,48	0	0	0	+
Apa	Kard 1. Markolat	MNAA Bukarest	IV 626	8703	~9,8	0	0,11	0,21	0,05	0,72	0	0	0	+
Apa	Kard 1. Penge	MNAA Bukarest	IV 626	8704	~7,0	Sp	0,83	0,09	0,02	0,54	0	0	0	+
Apa	Kard 2. Markolat	MNAA Bukarest	IV 627	8705	~7,2	0	0,26	0,2	<0,1	0,15	0	0	0	++
Apa	Kard 2. Penge	MNAA Bukarest	IV 627	8706	~7,0	Sp	0,74	0,16	0,03	0,29	0	0	0	++
Apa	Kartekercs	MNAA Bukarest	IV 628	8707	~6,2	0	0,74	0,12	0,04	0,53	0	0	0	+
Hajdúsámson	Balta (Nackenscheiben Axt)	DM Debrecen	1907 - 1205	13056	~7,2	0	0,63	Sp	0,03	0,42	0	0	0	+
Hajdúsámson	Balta (Nackenscheiben Axt)	DM Debrecen	1907 - 1206	13057	~5,9	0	0,8	Sp	0,05	0,5	0	0	0	++
Hajdúsámson	Krténov-típusú balta	DM Debrecen	1907 - 1207	13074	~8,8	0,03	0,63	0,07	0,03	0,48	Sp	0	0	+
Hajdúsámson	Nyéllyukas balta	DM Debrecen	1907 - 1208	13061	4,6	0	0,51	0,18	~0,01	0,64	0	0	0	++
Hajdúsámson	Nyéllyukas balta	DM Debrecen	1907 - 1211	13062	4,8	0	0,45	0,08	0,03	0,37	0	Sp	0	+
Hajdúsámson	Nyéllyukas balta	DM Debrecen	1907 - 1212	13060	4,8	Sp	0,52	0,06	0,02	0,35	0	0	0	+
Hajdúsámson	Nyéllyukas balta	DM Debrecen	1907 - 1213	13059	~6,0	0	0,57	0,12	0,06	0,47	0	0	0	+
Hajdúsámson	Nyéllyukas balta	DM Debrecen	1907 - 1216	13058	~5,4	0	0,15	Sp	Sp	0,31	0	0	0	+
Hajdúsámson	Kard	DM Debrecen		13055	~10	0	0,63	0	Sp	0,29	0	0	0	+
Livada	Kard	magántulajdon		9086	0,99	2,25	0,19	1,05	0,02	0,12	0	0	0	++
Zajta	Kard	MNM Budapest	8/1928-1	6588	~6,0	0,19	1,7	1,1	0,022	1,15	0,012	0	0	Sp ~0,84
Zajta	Kard	MNM Budapest	8/1928-2	6590	~9,5	0,13	0,84	0,65	0,033	0,18	0	0	0	Sp
Zajta	Balta (Nackenscheiben Axt)	MNM Budapest	8/1928-3	6587	~9,7	0	0,79	Sp	<0,01	0,14	0	0	0	Sp
Zajta	Kard	MNM Budapest	66/1928-1	6589	~4,7	1,65	Sp	0,54	Sp	0,26	Sp	0	0	Sp ~0,2

Ezt követően 2005-ben, a Harald Meller által a „Der geschmiedete Himmel” c. kiállításra kölcsönzött hajdúsámsoni kincs 5 csákányán, a téglási kincs tárgyain, valamint a vámspércsi nyakkorongos csákányon Ernst Pernicka profesz-

szor végzett EDXRF (enrgiadiszperzív röntgenfluoreszcens spektrometria) és ólom izotóp vizsgálatokat.

Kristian Kristiansen és Thomas B. Larsson 2006-ban „The Rise of Bronze Age Society.

Travels, Transmissions and Transformations.” címmel megjelent munkájában Kristiansen professzor újra előveszi a hajdúsámsoni kör műkenéi, sőt krétai eredeztetésének elméletét (ami tulajdonképpen az „Ex Balcanae lux” elmélet újrafogalmazása), nem kevesebbet állítva, minthogy a D-Skandináviába jutott hasonló típusú kardok direkt kapcsolatok eredményei: a bronzkori főnökök/elit, kereskedők és mesterek személyes utazásainak, esetleg házassági (szövetségi) kapcsolatok eredményeként jutottak Északra a Kárpát-medence közvetítésével a műkenéi világ technikai invenciói mellett, egy újfajta társadalmi berendezkedés, vallási és kozmológiai világkép mintái (Kristiansen & Larsson 2006: 161, 200–217, Fig. 64, Fig. 97). Ezt a merész, nagyívű és tetszetős elméletet próbálta legutóbb Szeverényi Vajk és Paul R. Duffy „*Dress Sharply for European Travel: a surface cost model for movement between Hajdúsámson find spots*” címmel, a Cultural Mobility in Bronze Age Europe c. 2012-ben Aarhusban rendezett konferencián tartott előadásukban egy számítógépes program segítségével (least cost paths analízis) modellezni és egyúttal tesztelni. A Kristiansen & Larsson-féle elképzelés túlzott nagyvonalúságára és bizonyos részleteiben rejlő ellentmondásokra Anthony Harding mutatott rá (Harding 2006: 464–465).

2012. februárban Michael Siedlaczek (Freie Universität, Berlin) végzett – több más késő bronzkori kard mellett – a sámsoni és a téglási kardokon a hagyományos tipológiai elemzésen túl, készítéstechnikai és használati nyom vizsgálatokat, valamint XRF és RTG vizsgálatokat. Mind az XRF, mind pedig a röntgen vizsgálatokat egy hordozható készülékkel végezte (Innov-X Omega Premium, ill. X-Spector) Szőke Balázs restaurátor a Magyar Nemzeti Múzeumban.

2012 nyarán Kölcz Zsófia, az Aarhus-i Egyetem doktorandusza végzett vizsgálatokat a sámsoni és téglási kardokon. Kutatásai a Dániában előkerült hasonló típusú kardok és a Felső-Tisza-vidéki – erdélyi műhelykör gyártmányai közötti összefüggések részletesebb feltérképezésére, a kapcsolatrendszer természetének megértésére irányulnak. Kölcz Zsófia eddigi elemzései szerint a hajdúsámsoni és téglási kardokhoz hasonló fegyverek Dél-Skandinávia területén történő megjelenése nem a Hajdúsámsoni műhelykörből származó importként, vagy egyszerű másolatokként értelmezhetők, hanem a kárpát-medencei technika, formák, motívumok átvételéről és a helyi, skandináv bronzműves hagyománnyal tör-

tendő ötvöződés eredményéről lehet szó (Kölcz 2012). A Kárpát-medence (konkrétan a hajdúsámsoni műhelykör) és a dél-skandináv területek kapcsolata, valamint a nordikus bronzkor indulását kiváltó tényezők azóta is folyamatos tudományos elemzések és vizsgálatok tárgyát képezik, amint azt Helle Vandkilde 2013. nyarán Bradfordban tartott előadása is jól példázza (*Nordic Bronze Age Beginnings*).

A kivétel nélkül – ráadásul 4 esetben gazdagon díszített – fegyverekből álló kincs, vagy egy közösség (Männerbund) egységet, összetartozást szimbolizáló tulajdona, vagy még inkább az akkoriban virágzó, többnyire erősített tell-településeket uraló gazdag elit (Dani 2009: 19) egyik nagyhatalmú családjának vagy vezetőjének személyes tulajdona lehetett (Kovács 1977: Fig. 16, 37). A korszak fémművességének volumenét és a leletegyüttest alkotó tárgyak minőségét, díszítését tekintve mindenesetre kétségtelen, hogy a maga korában óriási értéket képviselhetett! A kincslelet megtalálásának fent leírt körülményei alapján, a földberejtés ténye mögött szakrális motívumot feltételezhetünk: feltehetően a háború és a harc istenének, vagy az alvilági (khtonikus) isteneknek szóló áldozati ajándékként kerülhetett földbe a kiemelkedő minőségű és díszítésű tárgyakat tartalmazó bronzkincs. A kincs elrejtése mögött hasonló motívumokat feltételezett Sz. Máthé Márta (Sz. Máthé 1996: 125) és Bóna István (Bóna 1992: 56) mellett Helle Vandkilde (Vandkilde 2007: 125) is. Az európai bronzkor kard-depói (vagy kardot is tartalmazó fegyverdepói) az esetek jelentős részében rituális depóniáként értelmezhetők, melyeket feltehetően közvetlenül a harc(ok) után, egyfajta áldozatként helyeznek el (vonnak ki a további használatból) (Kristiansen 1999: 103, 106; Kristiansen 2002: 329).

Téglás: Az előkerülés körülményei és kutatástörténet

Az 1970-ben Téglás község belterületén talált kard és korongos csákány (feltehetően egy magas státuszú főnök személyes fegyvereiként) szintén a középső bronzkorban készült, bár tipológiailag kissé fiatalabb a hajdúsámsoni együttesnél (6. ábra). A publikáló Sz. Máthé Márta szerint a tárgyak készítése az ún. „apa-gaurai műhelyhez” köthető, elrejtésük a Kárpát-medence középső bronzkorának végét jelentő ún. Koszider-korszakra tehető (Reinecke Bz. B vége) (Sz. Máthé 1970: 66).



6. ábra. A Téglási bronzkincs (1970) (Fotó: Jurás Ákos, Déri Múzeum).

A hajdúsámsoni „bronzkincs-topográfia” ismeretében talán már nem annyira meglepő, de Téglás határából is ismerünk egy 1906-ban előke-
rült, 4 kadból álló, szintén a Hajdúböszörményi-

horizontba keltezhető másik bronzkincset, mely a Hadház és Téglás közötti ún. Bekk–kertben került napvilágra (Zoltai 1909b: 27, 13–15. ábrák; Mozsolics 2000: 81–82, Taf. 103.). Kemenczei Tibor – az eltérő forma, díszítés és készíttéstechnika ellenére – a hajdúsámsoni és a téglási kardot is ugyanabba a tipokronológiai csoportba (Vollgriffwaffen vom Typ A (Hajdúsámson–Apa Schwerter)) tartozónak vélte (Kemenczei 1991: 8–10).

Wolfgang David az ún. „Viernietige Vollgriffschwerter vom Typ Oradea/Nagyvárad” csoportba sorolta a téglási kardot (mely típusba 3 kard sorolható: Téglás, Oradea/Nagyvárad és az apai kincs második kardja), melynek a sámsoninál hosszabb, egyszerű geometrikus motívummal díszített pengéje és üreges markolata nem egybe-
öntött, hanem a kard két fő részét a markolatlapon látható 4 szegecs közül 2 valódi szegecs rögzíti egymáshoz (a markolathoz közelebbi két szegecs a markolatlappal együtt kiöntött állszegecs) (David 2002: 373–376, 438, Taf. 91, 3.; Taf. 126, 1). A téglási kardon látható sérülésekkel (7. ábra) kapcsolatban Bóna István a kard rituális tönkretételére gondolt (Bóna 1992, 58), ezt a feltételezést azonban semmi nem támasztja alá, hiszen egy-
részt a kardon (főként a markolaton) lévő sérülések a használatból is származhatnak, másrészt a kardok rituális tönkretételét az esetek többségében a penge elhajlításával, vagy eltörésével érik el.

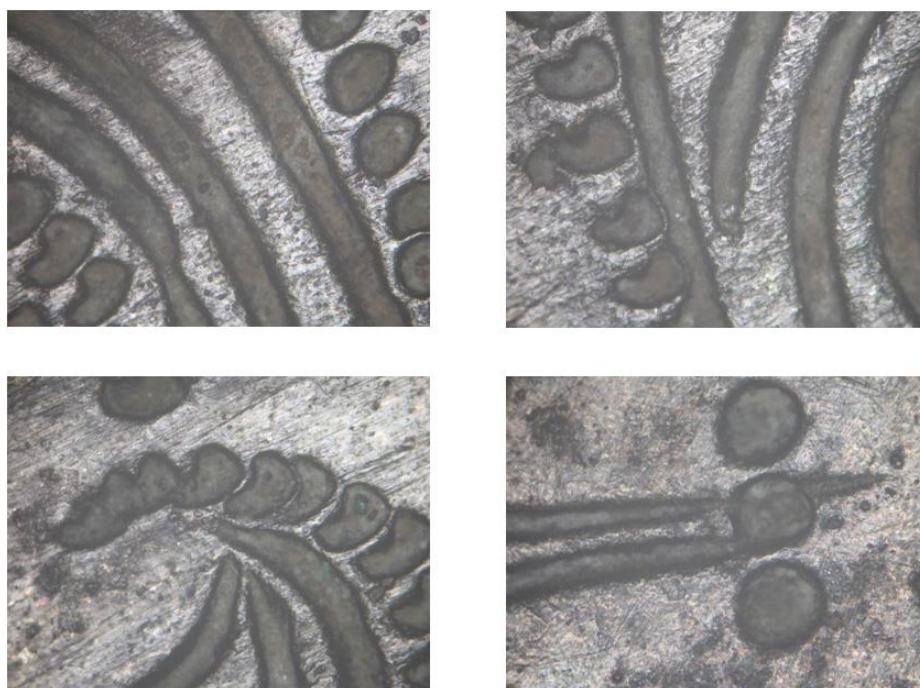
Díszítéstechnika pro és contra

A hajdúsámsoni kard pengéjén és a díszített csákányokon látható motívumok kialakításával, tehát a díszítéstechnika „know how”-jával kapcsolatban alapvetően két, egymással ellentétes nézet alakult ki.

A kardot részletesen megvizsgáló és a bronzművességgel kapcsolatos elméleteket kísérleti régészeti módszerekkel is tesztelő Michael Siedlaczek véleménye szerint a díszítések kialakítása az öntést követően poncolással történhetett. Az 1989-ben Petrova Ves-en előkerült nyakkorongos csákány vizsgálata során hasonló következtetésre jutottak a szlovák kutatók is (Furmánek et al. 2013: 165–170, Fig. 5). A skandináv kutatók ezzel szemben egy teljesen más technológia mellett érvelnek. Preben Rønne véleményére alapozva Kölcz Zsófia is azt valószínűsíti, hogy a *cire perdue* eljárást, tehát a viaszveszejtéses öntést megelőzően még a viaszmodellen alakították ki a motívumokat (Kölcz 2012: 120).



7. ábra. Makrofelvételek a téglási kardról (Fotó: Jurás Ákos, Déri Múzeum).



8. ábra. Nikon sztereomikroszkóppal készített felvételek a sámsoni bronzkard díszítéséről (Fotó: Csedreki László, MTA ATOMKI).

Véleményünk szerint ebben a kérdésben teljes bizonyossággal kizárólag a két kincslelet díszített tárgyainak és a vámospércsi díszített csákány ilyen szempontú, összehasonlító mikroszkopikus vizsgálatát, valamint ötvös és metallográfus szakemberrel történt konzultációt követően lehet nyilatkozni (8. ábra).

A mérési módszer

A kincsek elemanalitikai vizsgálatát az MTA Atommagkutató Intézetének (Atomki) Ionnyaláb-alkalmazások Laboratóriumában végeztük. Az 5 MV Van de Graaff típusú gyorsító nyalábcsonnára telepített mérőkamrában alkalmazott különböző ionnyaláb analitikai (IBA) módszerek alkalmasak a pótolhatatlan régészeti tárgyak roncsolásmentes vizsgálatára.

Az IBA technikák közül elemanalitikai célokra a leggyakrabban használt módszer a részecske indukált röntgenemisszió (Particle Induced X-ray Emission, PIXE). Az optimális energiára gyorsított proton a céltárgy atomjával kölcsönhatásba lép: valamelyik belső elektronhéjról kiűt egy elektront, majd az újrendeződés során keletkező röntgenfotonokat detektáljuk. Ily módon karakterisztikus röntgensugárzás keletkezik, azaz a fotonok energiája jellemző az adott elemre, a sugárzás intenzitása pedig arányos a koncentrációval. A pásztázó nukleáris mikroszkop (Rajta et al. 1996; Uzonyi et al. 2001; Kertész et al. 2005) segítségével nemcsak az elemek koncentrációjáról, hanem a felületi eloszlásokról is térképszerű információt kaphatunk a közel 1 μm -re fókuszált protonnyaláb segítségével. A módszer érzékenységének köszönhetően a különböző szennyező elemek viszonylag kis koncentrációban (ppm) is kimutathatóak, amelyek jellemzőek lehetnek az adott tárgy nyersanyagának lelőhelyére (Pernicka 1986: 25). A hencidai rézkori aranykincsek PIXE vizsgálata is (Csedreki & Dani 2011) jól igazolta a módszer alkalmazhatóságát régészeti leleteken. A módszer részletes leírása megtalálható az Archeometriai Műhely 2007/3 számában (Uzonyi 2007: 12–13).

A már meglévő mikroszkop folytatásaként felhelyezhető kilépő csővég lehetővé teszi olyan tárgyak mérését is, amire eddig, méretük vagy anyaguk miatt, nem volt lehetőség a vákuumkamrában. A gyorsított ionok egy vékony, 200 nm vastag Si_3N_4 ablakon lépnek ki a levegőre, majd kb. 0,5 cm úthossz megtétele után érik el a céltárgyat. Levegőre kihozott protonnyalábot külföldön

széles körben alkalmaznak régészeti minták vizsgálatára, többek között pl. Firenzében, Madridban és a Louvre Múzeum AGLAE laboratóriumában (Salamanca et al. 2001; Grassi 2009; Neira et al. 2011; Calligaro et al. 2011), ezért választottuk ezt a roncsolásmentes módszert a bronzkori leletek analíziséhez.



9. kép: A hajdúsámsoni presztízskard vizsgálata az Atomki nukleáris pásztázó mikroszkopjában kihozott nyalábos elrendezésével. A fókuszált ionnyaláb egy vékony Si_3N_4 fólián lép ki a levegőre. A keletkezett röntgen fotonokat két detektor (hagyományos $\text{Si}(\text{Li})$ és SDD) érzékeli a kilépő csővég két oldalán. Az SDD detektort egy mágnes védi a szórt protonoktól.

Az Atomkiban található kihozott nyalábos PIXE rendszer jelenlegi elrendezése a 9. ábrán látható. Az analitikai mérésekhez két detektort használunk, hogy a nehezebb elemek (Cu–U) mellett a könnyebb elemekről (Na–Zn) is információt kapjunk. Ezért egy hagyományos Be ablakú $\text{Si}(\text{Li})$ detektort és egy SDD detektort is a rendszerbe építettünk, amit egy erős mágnessel védünk a szórt protonoktól. Mivel a protonnyalábot általában nem látjuk a minta felületén, a pozicionálást két lézer és egy digitális mikroszkóp segíti. A céltárgyat egy precíziós XYZ irányú mintamozgató segítségével a két lézer és a protonnyaláb metszéspontjába, a fókuszszíkba tudjuk mozgatni.

A levegőn megtett út miatt a nyalábfolt 60 μm átmérőjű volt 2,5 MeV-es proton energián. Minden mintán egy megtisztított területen, két mérési ponton kb. 15 perces mérési idővel, $1 \times 1 \text{ mm}^2$ felületet pásztáztunk, átlagosan 300 pA nyalábárammal. A Tégláson talált kard esetében a markolaton és a pengén is történtek mérések, mivel a makroszkópikus megfigyelések alapján a kard két részből áll. A Hajdúsámsoni presztízskard díszítésén $2 \times 2 \text{ mm}^2$ felületet pásztáztunk, és a nyalábméretet hélium áramoltatásával 40 μm -re csökkentettük. A detektorjelek feldolgozását Oxford típusú adatgyűjtő rendszer (OMDAQ) vezérli, a spektrumok kiértékelésére a GUPIX (J.L. Cambell et al. 2000) programot használtuk.

PIXE-vel, mint az IBA technikákkal általában, csak a minta felső 10–50 mikrométeréről nyerünk információt a bombázó ionok fékeződése és a kilépő röntgensugárzás abszorpciója miatt. Ezért nagyon fontos, hogy a minta felülete megfelelő módon legyen tisztítva, esetleg csiszolva. Ebben az esetben a patina réteget homokfúvással távolította el egy restaurátor kolléga 1–2 cm^2 felületről.

Dr. Bágyi Péter közreműködésével a két kardról natív röntgenfelvétel is készült a debreceni Kenézy Gyula Kórház Központi Radiológiai Diagnosztika laborjában. A felvételeknek köszönhe-

tően készítéstechnikai és szerkezeti megfigyeléseket is lehetett tenni a kardokon.

Eredmények

A kihozott nyalábos PIXE módszer fő célja a vizsgált tárgyak elemkoncentrációinak meghatározása. A fő alkotórészek mellett kimutattunk olyan nyomelemeket is, amelyek segítenek a leletek osztályozásában.

A Középső bronzkorban készült ón-bronzokra jellemző 5–10 wt% (tömegszázalék) ón-tartalmat (Harding 2000, 201) mutattunk ki az általunk vizsgált csákányokban és kardokban is. Az 2. táblázat tartalmazza a PIXE mérésekből származó koncentrációkat a fő- (Cu, Sn) és nyomelemekre (Fe, Ni, As, Cr, Mn, Zn) vonatkozóan. A nyomelemek között találtunk cirkóniumot is, ami a restaurátor által használt tisztítási technika (homokfúvás) során kerülhetett a felületre.

Az 2. táblázatban feltüntettük a hajdúsámsoni kincsekhez tartozó csákányok tipológiai besorolását is. Ez alapján a 12 csákány 4 csoportba osztható: 5 db nyéllyukas csákány, 3 db dudoros nyéllyukas csákány, 3 db nyakkorongos csákány, 1 db nyélcsöves csákány (Kőténov-típus). Ezeket a csoportokat az 5. ábrán különböző színekkel jelöltük. Két nyakkorongos és a nyélcsöves csákány a kardhoz hasonló díszítést kapott.

2. táblázat. A PIXE analízis eredménye és a hajdúsámsoni csákányok tipológiai csoportosítása. A koncentráció értékek tömegszázalékos [wt%] értékben vannak feltüntetve.

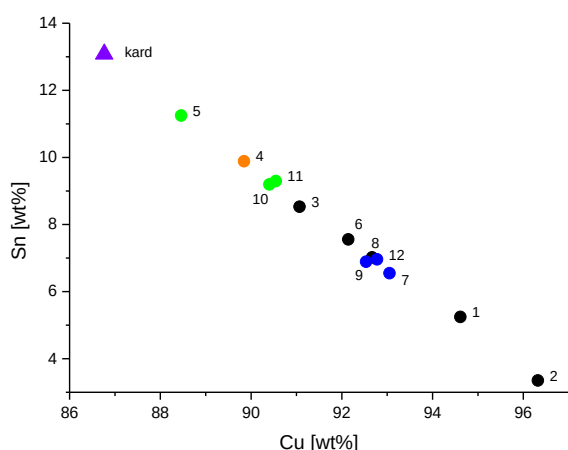
	Leltári szám	Tipológia	Díszítés	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Zr	Ag	Sn	Sb	Au	Hg
Hajdúsámson																
1	Sz 1907.12.10	Nyéllyukas		<DL	0.01	0.13	0.14	94.25	<DL	0.24	0.06	<DL	5.22	<DL	<DL	<DL
2	Sz1907.12.14	Nyéllyukas		<DL	<DL	0.16	0.33	95.83	<DL	0.36	0.05	<DL	3.33	<DL	<DL	<DL
3	Sz1907.12.13	Nyéllyukas		<DL	<DL	0.21	0.40	90.50	<DL	0.41	<DL	<DL	8.48	<DL	<DL	<DL
4	Sz1907.12.07	Nyelcsöves	*	<DL	0.02	0.15	0.27	89.37	<DL	0.37	0.07	<DL	9.83	<DL	<DL	<DL
5	Sz1907.12.05	Nyakkorongos	*	<DL	<DL	0.18	0.29	88.02	<DL	0.31	0.05	<DL	11.19	<DL	<DL	<DL
6	Sz1907.12.11	Nyéllyukas		<DL	<DL	0.17	0.30	91.59	<DL	0.43	<DL	<DL	7.51	<DL	<DL	<DL
7	Sz1907.12.16	Dudoros Ny.		<DL	<DL	0.24	0.40	92.38	<DL	0.49	<DL	<DL	6.50	<DL	<DL	<DL
8	Sz1907.12.12	Nyéllyukas		0.04	<DL	0.12	0.31	92.06	0.07	0.42	0.05	<DL	6.97	<DL	<DL	<DL
9	Sz1907.12.08	Dudoros Ny.		<DL	<DL	0.25	0.57	91.48	0.07	0.55	0.06	<DL	6.81	0.30	<DL	<DL
10	Sz1907.12.06	Nyakkorongos		<DL	0.01	0.17	0.40	89.74	0.07	0.53	<DL	<DL	9.13	<DL	<DL	<DL
11	IV. 89.51	Nyakkorongos	*	<DL	<DL	0.24	0.16	90.15	<DL	0.20	0.09	<DL	9.26	<DL	<DL	<DL
12	Sz1907.12.09	Dudoros Ny.		0.02	<DL	0.24	0.26	92.31	0.07	0.18	0.04	<DL	6.93	<DL	<DL	<DL
kard	Sz 1907.12.04		*	<DL	<DL	0.19	0.15	86.35	<DL	0.29	0.05	<DL	13.02	<DL	<DL	<DL
Téglás																
csákány	IV 78.17.2			0.03	<DL	0.20	1.35	91.32	<DL	1.04	0.05	0.11	5.11	0.84	<DL	<DL
kard-penge	78.17.1			<DL	0.005	0.34	1.22	90.97	<DL	0.66	0.03	0.04	6.40	0.38	<DL	<DL
kard-markolat	78.17.1			<DL	0.01	0.11	0.31	90.91	0.07	0.18	0.07	<DL	8.35	<DL	0.02	0.03
átlagos hibaszázalék				29	36	4	4	0,3	22	4	37	40	5	30	45	35

3. táblázat. A PIXE és EDXRF normalizált tömegszázalékos eredménye azokra a mintákra, amelyeket mindkét módszerrel megmértük.

			PIXE				EDXRF			
	Leltári szám	Tipológia	Cu	Sn	Ni	As	Cu	Sn	Ni	As
Hajdúsámson										
1	Sz 1907.12.10	Nyéllyukas	94	5.2	0.14	0.24	96	3.6	0.18	0.23
2	Sz1907.12.14	Nyéllyukas	96	3.3	0.33	0.36	97	2.1	0.36	0.30
7	Sz1907.12.16	Dudoros Ny.	92	6.5	0.40	0.49	94	5.1	0.51	0.52
10	Sz1907 12.06	Nyakkorongos	90	9.1	0.40	0.53	92	6.9	0.47	0.59
11	IV. 89.51	Nyakkorongos	90	9.3	0.16	0.20	93	6.9	0.27	0.27
Téglás										
csákány	IV 78 17.2		92	5.2	1.36	1.05	94	4.0	1.41	1.06
kard–penge	78.17.1		92	6.5	1.23	0.66	93	5.3	1.26	0.75
kard–markolat	78.17.1		91	8.4	0.31	0.18	93	6.0	0.35	0.24

4. táblázat. Ernst Pernicka professzor (Universität Heidelberg) által végzett EDXRF mérés eredménye a bronz tárgyak elemösszetételére vonatkozóan. Az értékek tömegszázalékban [wt%] vannak megadva. A Mn, Zn, Se és Bi koncentrációja minden tárgyban detektálási határ alatt (<0,01%) volt.

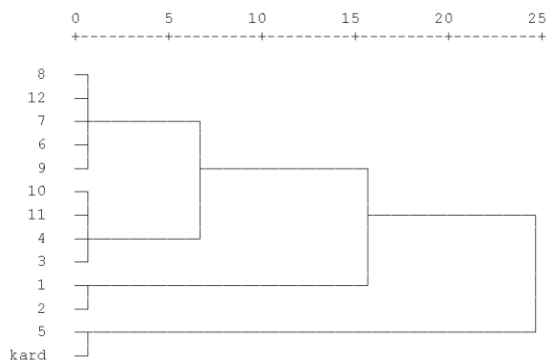
	Laborn. [Pernicka]	Cu	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Fe	Co
Hajdúsámson										
1	FG–030624	96	3.6	0.03	0.23	0.017	< 0.005	0.18	< 0.05	< 0.005
2	FG–030626	97	2.1	0.02	0.30	0.046	0.009	0.36	< 0.05	< 0.005
7	FG–030625	94	5.1	0.03	0.52	0.111	0.015	0.51	0.09	< 0.005
10	FG–030622	94	7.0	0.02	0.60	0.082	0.028	0.48	< 0.05	0.021
11	FG–030623	94	7.0	0.09	0.27	0.041	0.012	0.27	< 0.05	< 0.005
Téglás										
csákány	FG–030627	93	4.0	0.06	1.05	0.610	0.094	1.40	< 0.05	0.031
kard – penge	FG–030629	94	5.4	0.05	0.76	0.370	0.046	1.28	0.22	0.048
kard – markolat	FG–030628	95	6.1	0.06	0.24	0.091	0.013	0.36	0.12	0.014



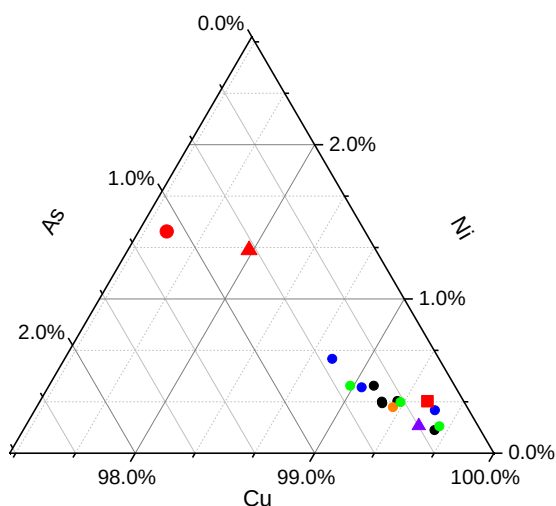
10. ábra. A hajdúsámsoni leletek két fő összetevőjének százalékos aránya. Különböző színnel a megfelelő tipológiai csoportok: zöld – nyakkorongos csákány;

fekete – nyéllyukas csákány; kék – dudoros nyéllyukas csákány; narancs – nyélcsöves csákány (Kfténov-típus).

A réz- és óntartalom változása alapján (10. ábra) azonban a nyersanyagcsoportok eltérnek a tipológiai csoportosítástól. A Cu/Sn arány alapján (minimum: 6,63, maximum: 28,75) 4 csoport alakítható ki a hajdúsámsoni leletek között. A nyom-elemek figyelembevételével elvégzett hierarchikus klaszteranalízis is igazolja az eltérő csoportosítást (11. ábra). Megfigyelhető, hogy a dendrogramban feltüntetett csoportok a 10. ábrán is elkülöníthetők. Ez az új, az eltérő nyersanyagokon alapuló felosztás azt feltételezi, hogy az azonos típusú, tipológiaiilag egyforma csákányok nem egyszerre, vagy nem azonos nyersanyagból készültek, de a tipológiai hasonlóság miatt, az azonos műhely továbbra sem zárható ki.



11. ábra. A hajdúsámsoni kincs PIXE eredményein végzett klaszteranalízis során kapott dendrogram.



12. ábra. Ternary diagram a hajdúsámsoni és a teglási kincsek Cu, Ni és As wt% tartalmának figyelembe vételével. A piros kör a teglási csákány, a háromszög a teglási kard pengéje, a négyzet pedig a markolata. A sámsoni leletek jelölése olyan, mint az első ábrán.

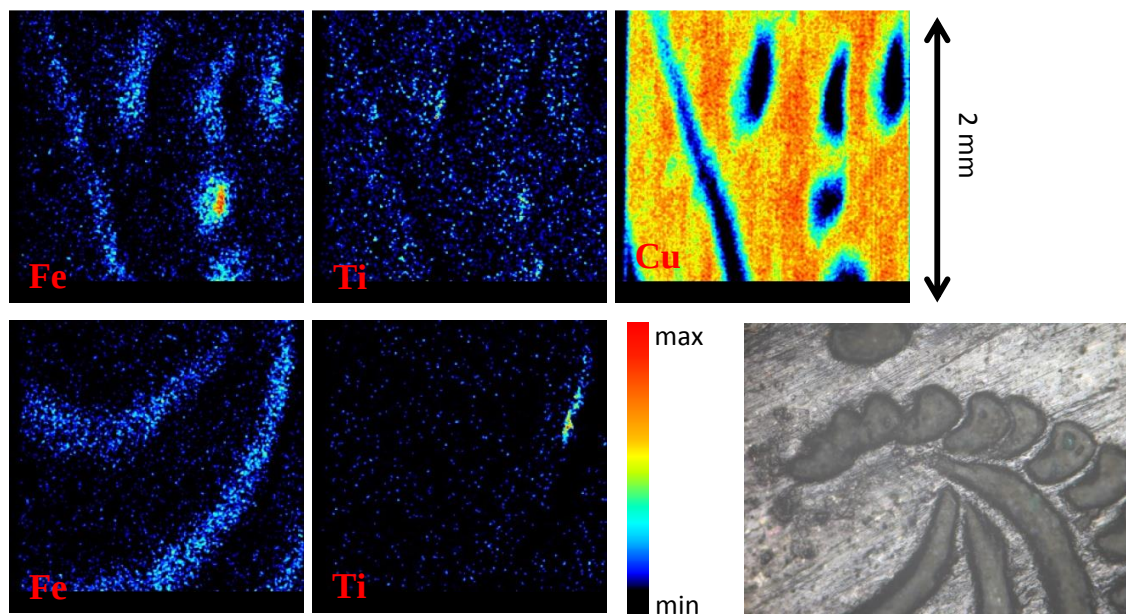
A Tegláson talált koszideri típusú nyelgyűrűs, korongos csákány, a sámsoni nyakkorongos csákányokhoz hasonlóan szintén gazdagon díszített. A leletegyüttes első közléséből tudjuk, hogy a kard sérült állapotban került a földbe, valamint a kard és a csákány készítése között – tipológiai alapon – van bizonyos időbeli eltérés (Sz. Máthé 1970: 66). A PIXE elemanalízis igazolja, hogy a kard pengéje és markolata nem egyszerre készült, de a nyomelemek alapján a csákány és a kard pengéje származhat egy műhelyből. Nem csak a nyomelemek koncentrációjában van eltérés (2. táblázat), hanem a hozzáadott ón mennyisége is 2 wt%-ban különbözik. A kard markolatában talál-

tunk higanyt és aranyat, ami a többi leletre nem volt jellemző. A Ternary diagramon (12. ábra) látható, hogy a teglási kard pengéje és a csákány Cu és Ni tartalma közel 1 wt%-kal eltér a hajdúsámsoni leletekétől. A kard pengéje és markolata közti különbség itt is jól megfigyelhető. A markolat Cu, Sn, As, Ni, Fe, Zn tartalma alapján a hajdúsámsoni leletek közé sorolható, de az itt talált Au és Hg jelenléte kizárja az azonos eredetet.

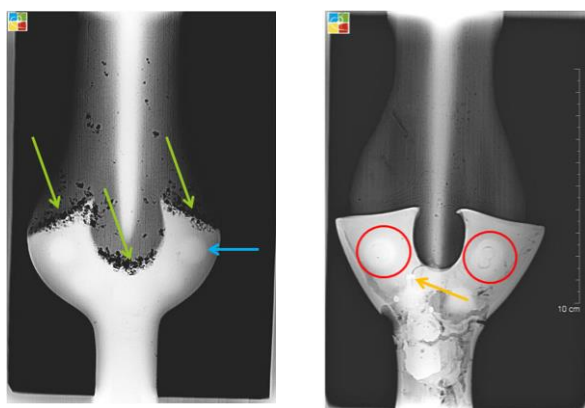
A PIXE eredményeket összevetettük (3. táblázat) Ernst Pernicka professzor által megadott EDXRF mérés eredményeivel (4. táblázat). A táblázatban a megadott négy elemre (Cu, Sn, Ni, As) 100%-ra normált adatok vannak feltüntetve, hogy a két mérési sorozat közti eltérés jobban összevethető legyen. A nyomelemek (As és Ni) esetében jó egyezést kaptunk a korábbi mérésekkel. A PIXE mérés százalékos hibái az egyes elemekre az 2. táblázatban vannak feltüntetve, az EDXRF-el történt mérések esetében ez az adat hiányos. A két méréstechnika közti egyik legfőbb különbség az elemekre vonatkozó információs mélységben van (Uzonyi 2007: 15). Jelen PIXE mérés esetében a fenti négy elemre az információs mélység ~ 22–25 μm , XRF esetében pedig ~ 22 μm a Cu, Ni, As esetében; míg ~ 200 μm az Sn K_{α} vonalaira. Mint azt számos tanulmány igazolja, bizonyos elemek, mint az ón (Meeks 1986; Szabó 2010, Sánta 2011) bedúsulhatnak a felszínre. Továbbá a bonyolult réz-ón ötvözet miatt a készítés során kialakuló különböző fázisok során a felszín alatt akár 100 μm mélységben is megjelenhet egy ónban dús réteg illetve az öntési hibákban, repedésekben az ón diffúziója is megfigyelhető a felszín irányában (Meeks 1986: Fig. 12, 147). M. A. Respaldiza (Respaldiza et al. 1990) csoportja is kimutatta a PIXE és XRF méréstechnika összehasonlításakor, hogy a PIXE nagyobb önkonzentrációt ad ugyanarra a mintára. Ez a már említett eltérő információs mélység és az ón réteges bedúsulása miatt van. A pásztázó mikroszkóp segítségével 2x2 mm²-es elemterképeket vettünk fel a hajdúsámsoni presztizskard díszítésén (13. ábra). *A motívumok fehér színét vagy a készítés során alakították ki, vagy a talajeredetű részecskék rakódhattak be a mélyedésekbe az évek során.* A díszítésben talált fehér anyag elemösszetétele: K (3–4 wt%), Ca (3–5 wt%), Ti (0.5–0.7 wt%), Fe (3–6 wt%). Ezeket az elemeket a bronz összetevőinek (Cu és Sn) jelenléte egészíti ki. Sajnos, az itt látható elemek alapján és ezzel a vizsgálati módszerrel nem egyértelműen eldönthe-

tő, hogy ez valóban egy mesterségesen előállított speciális meszes–vasas anyag, vagy csupán a talajból, talajvízből kivált elemekről, talajösszetevőkről beszélhetünk. Az elemtérképeken megfigyelhető, hogy a díszítés inhomogén, amit az

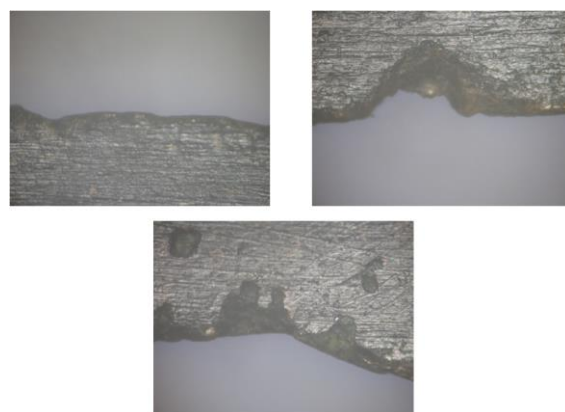
eltérő koncentrációértékek is igazolnak. A mikroszkóppal készített felvétel a penge díszítésének egyik vizsgált területét (az egyik spirál vége) mutatja.



13. ábra. A pásztázó mikroszondával felvett elemtérképek a hajdúsámsoni kard díszítésén, valamint mikroszkóppal (Nikon sztereo) készített felvétel az egyik motivumon. Jól látható az inhomogenitás a különböző motivumokban.



14. ábra. A sámsoni (1) és a téglási (2) kardokról készített RTG felvételek (Dr. Bágyi Péter – Kenézy Kórház Központi Radiológiai Diagnosztika)



15. ábra. Nikon sztereomikroszkóppal készített felvételek a sámsoni bronzkard pengéjének éléről (Fotó: Csedreki László, MTA ATOMKI)

A röntgenfelvételek egyértelműen igazolják, hogy a sámsoni kard egybeöntött (penge a markolattal) és szegecsei álszegecssek (14. ábra 1). A sztereo-mikroszkópos felvételeken jól láthatók a kardpenge élén lévő lekerekedett, feltehetően korrózió okozta sérülések (15. ábra). Rendkívül jól láthatók a sámsoni kard markolatlapjának tövében végighúzóódó öntési zárványok (15. kép: 1). Ez egyértelműen arra utal, hogy a kardot igazi harci cselekményre soha nem használhatták! A kard ugyanis nagy valószínűséggel már az első csapás során eltört volna... Ez a megfigyelés viszont megerősíti azt az elképzelést – amit egyébként a rendkívül gazdag díszítés is sugall – hogy a kard presztízstárgy, ill. hatalmi jelvény lehetett! A skandináv bronzkor korai, ún. tömörmarkolatú kardjainak (Vollgriffschwerter) használatinyom-vizsgálata során hasonló megállapításra jutott Kristian Kristiansen is (Kristiansen 1984: 198, 203–204, Abb.6.). Ezzel szemben a téglási kard markolatán jól láthatók a használatból (?) eredő sérülések, repedések (7. ábra; 15. ábra: 2): tulajdonképpen a kard markolata úgy néz ki, mint, amit hosszú időn keresztül, vagy rövid ideig, de intenzíven használtak.

Még az egyik álszegecs felé futó repedést keresztetű téglalap alakú javítás nyomát is azonosítani lehet (15. ábra: 2). A hosszú ideig tartó használatra utalnak a penge középső részén látható éles szélű – valószínűleg ütések okozta – sérülések, valamint a penge néhol nem teljesen szimmetrikus újraélezése. A kardok hosszú használati idejére vonatkozóan Kristian Kristiansen kutatásai irányadónak tekinthetők (Kristiansen 2002: 329–331). A téglási kard 4 szegecséből 2 álszegecs, a 2 valódi szegecs helyén viszont nem a várakozásnak megfelelő egy–egy, hanem két–két szegecs azonosítható (15. ábra: 2). Talán ez is a javítással, a markolat újbóli felerősítésével magyarázható. Ezek a megfigyelések tehát valóban alátámasztják azon tipológiai megállapítást, mely szerint a téglási leletegyüttes kardja jóval korábban készülhetett, mint a csákány.

Összegzés

Az ónbronzo kihozott nyalábos PIXE vizsgálata alapvető új adatokkal szolgált a kincsek osztályozásához.

– Mindkét kincs tárgyai ónbronznak bizonyultak, viszont öntartalmuk jelentősen eltér (a sámsoni kincs tárgyaiban 3,33–13,02%, míg a téglási fegyverekben 5,11–8,35% közötti volt az öntartalom).

– A PIXE és az RTG vizsgálatok egyértelműen alátámasztják azt a tipológiai megfigyelést, mely szerint a sámsoni és a téglási kincs nem egykorú, nem egy műhelyben, eltérő technikával és különböző alapanyagokból készülhetett. A két kincsben ugyanis

markánsan eltérő nyomelem-koncentrációk kerültek meghatározásra (Hajdúsámson: 0,13–0,25 % Fe; 0,13–0,57 % Ni; 0,18–0,55 % As ↔ Téglás: 0,11–0,34 % Fe; 0,31/1,22–1,35 % Ni; 0,18/0,66–1,04 % As; 0,38–0,84 % Sb), mely eltérő nyersanyagforrásra utalhat.

– A PIXE vizsgálatok alapján a tipológiai besorolástól eltérő 4 csoport (klaszter) különíthető el, ami a kincset alkotó tárgyak gyártásának sorrendjére, ill. időbeni elhúzóására, akár több generáción keresztül történő összegyűjtésére utalhat.

– A PIXE vizsgálatok eredményei alapján megrajzolt dendrogramm szerint úgy tűnik, hogy a sámsoni kincs is „egy díszített kard és egy díszített csákány” (egy kiemelt személy személyes fegyverzet/presztízstárgyai) együtteséből indult, hasonlóan a téglási együtteshez.

– A Hajdúsámsoni kincset összetételében heterogén, funkcionálisan különböző tárgyak alkotják: egyszerre vannak benne meg az egyszerű – használati nyomokat mutató, valószínűleg nagyon is profán célokat szolgáló – nyéllyukas balták (8 db) és a rendkívüli műgonddal díszített presztízsfegyverek (kard, Kítenov-típusú csákány; nyakkorongos csákányok), melyek feltehetően hatalmi jelvények lehettek.

– A sámsoni karddal soha nem harcoltak; ezt a tárgy állapota és a gazdag díszítése mellett az RTG felvétel is alátámasztja.

– Ezzel szemben a téglási kardot intenzíven használták. A kard markolata és pengéje az eltérő igénybevétel/funkció miatt csaknem azonos Cu tartalom mellett eltérő mennyiségű ötvözőanyagot tartalmaz. A nyomelemek alapján feltételezhető, hogy a kard pengéjét és a csákányt egy időben önthették, míg a kard markolata határozottan eltér ezektől. A Hajdúsámsoni kincs tárgyaitak nyomelemtartalma alapján első közelítésre ún. K–alpi rézércből készülhettek (pontosabban „Fahlerzkupfer mit Nickel”, magyarul fakóércből). David Liversage rendszerében a Hajdúsámsoni kincs nyersanyaga az 'AsNi' kategóriába sorolható, míg ugyanezen rendszer alapján a téglási bronzok 'ASN' nyersanyagból készülhettek (Liversage 1994: 72–73). Liversage a középső bronzkor folyamán a K–alpi rézforrás mellett feltételezett egy váltást, egy hasonló összetételű erdélyi érclelőhely használatbavételét is (Liversage 1994: 75). A K–alpi fakóérc (Mitterberg) őskori bányászata mellett, a Halomsíros-kultúra bronztárgyaitak vizsgálata kapcsán Sánta Gábor egy K–szlovákiai érclelőhely (Dobsina) használatát is valószínűsítette (Sánta 2012: 314–318). Ernst Pernicka összehasonlító vizsgálatai világosan kimutatták, hogy a Hajdúsámsoni kincs megvizsgált csákányai, az azonos időszakból származó vámospércsi csákány, valamint a téglási kard markolata a Mitterberg környéki őskori bányából (Salz-

burg, Ausztria) származó ércből készülhetett. Ezzel szemben a téglási kard pengéjéhez és a téglási csákányhoz szükséges érc nagy valószínűséggel a Garam-völgyében lokalizált érclelőhelyről származhat (Pernicka 2013). Ez az eredmény tökéletesen egyezik a PIXE vizsgálat különböző nyersanyagforrásokra utaló eredményeivel (Lásd a Ternary diagramon: 12. kép).

Bár az erdélyi őskori bányászat régészeti kutatása még igencsak kezdeti stádiumban van, tehát nincsenek az alpi régióhoz hasonlóan azonosítva és tipizálva az őskori érclelőhelyek, így pusztán feltételezhetjük, hogy komoly 'meglepetéssel' szolgálhatnak még az Erdélyi-ércheység őskori érclelőhelyeinek és több, középső bronzkor végi bronzlelet jövőben elvégzendő analitikai vizsgálatainak összehasonlító vizsgálatai.

Köszönetnyilvánítás

Török Zsófia publikációt megalapozó kutatása a TÁMOP 4.2.4.A/2–11–1–2012–0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. Az új rendszer fejlesztése a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával valósult meg.

Ezúton is hálás köszönetünket fejezzük ki Dr. Bágyi Péter főorvosnak (Kenézy Gyula Kórház Központi Radiológiai Diagnosztika) a kardok RTG felvételezéséért.

Köszönetünket fejezzük ki Dr. Ernst Pernicka professzornak (Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie gGmbH és Institut für Geowissenschaften, Universität Heidelberg) a két kincs EDXRF analízisének rendelkezésre bocsátásáért, valamint a rendkívül hasznos szakmai útmutatásáért.

Felhasznált irodalom

Bóna, I. 1992. Bronzeguss und Metallbearbeitung bis zum Ende der mittleren Bronzezeit. In: Meier-Arendt, W. (hrsg.) *Bronzezeit in Ungarn. Forschungen in Tell-Siedlungen an Donau und Theiss*. Frankfurt am Main, 1992, 48–65.

Calligaro, T., Coquinot, Y., Pichon, L., Moignard, B. 2011. Advances in elemental imaging of rocks using the AGLAE external microbeam. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 269, 2364–2372.

Cambell, J. L., Hopman, T. L., Maxwell, J. A., Nejedly, Z. 2000. The Guelph PIXE software

package III: alternative proton database. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 170, 193–204.

Childe, V. G. 1926. Note by V. Gordon Childe (to „Two bronze hoards from Hajdúsámson, near Debreczen.”) *Man* 84, 131–132.

Childe, V. G. 1929. *The Danube in Prehistory*. Oxford.

Csedreki L., Dani J. 2011. A hencidai rézkori aranykincsen végzett PIXE vizsgálatok tanulságai. *Archeometriai Műhely* 2011/4, 285–292.

Dani J. 2009. A Berettyó-völgy középső bronzkori erődített tell-településeinek társadalmi vonatkozásai. *A debreceni Déri Múzeum Évkönyve* 2008–2009, 17–21, 171–176.

David, W. 2002. Studien zu Ornamentik und Datierung der bronzzeitlichen Depotfundgruppe Hajdúsámson–Apa–Ighiel–Zajta. *Bibliotheca Musei Apulensis* XVIII. Alba Iulia.

Furmanek, V., Mišík, P., Tóth, P. 2013. Decoration Technology of the Bronze Axe–hammer from Petrova Ves. In: Bartelheim, M., Peška, J., Turek, J. (hrsg.) *From Copper to Bronze Cultural and Social Transformations at the Turn of the 3rd/2nd Millennium B.C. in Central Europe* gewidmet PhDr. Václav Moucha, CSc. anlässlich seines 80. Geburtstages. *Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas*, 74, Langenweißbach, 165–170.

Grassi, N. 2009. Differential and scanning-mode external PIXE for the analysis of the painting „Ritratto Trivulzio” by Antonello da Messina. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 267, 825–831.

Harding, A. F. 2000. European Societies in the Bronze Age. In: *Metals Cambridge World Archaeology*. Cambridge University Press, United Kingdom, 197–241.

Harding, A. F. 2006. Facts and fantasies from the Bronze Age. *Antiquity* 80, 463–465.

Kemenczei, T. 1991. Die Schwerter in Ungarn II : (Vollgriffschwerter). *Prähistorische Bronzefunde., Abteilung IV, Band. 9*. Stuttgart.

Kertész, Z., Szikszai, Z., Uzonyi, I., Simon, A., Kiss, Á. Z. 2005. Development of a bio-PIXE setup at the Debrecen scanning proton microprobe. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 231, 106–111.

Kovács, T. 1977. *The Bronze Age in Hungary*. Hereditas, Budapest.

Kölcze, Z. 2012. Import vs. imitation? Towards an understanding of Early Bronze Age weapons in Southern Scandinavia. In: Berge, R. Jasinski M. E., Sognnes K. (Eds.) *N-TAG TEN. Proceedings of the 10th Nordic TAG conference at Stklastad*,

- Norway 2009. British Archaeological Reports International Series S 2399, 117–127.
- Krause, R. 2003. Studien zur kupfer- und frühbronzezeitlichen Metallurgie zwischen Karpatenbecken und Ostsee. Rahden/Westfalen, Leidorf.
- Kristiansen, K. 1984. Krieger und Häuptlinge in der Bronzezeit Dänemarks. Ein Beitrag zur Geschichte der bronzezeitlichen Schwertes. Jahrbuch der Römisch–Germanischen Zentralmuseums 31, 187–208.
- Kristiansen, K. 1999. Understanding Bronze Age weapon hoards. Observations from the Zalkod and Vaja hoards, Northeastern Hungary. A nyíregyházi Jósza András Múzeum Évkönyve XLI, 101–107.
- Kristiansen, K. 2002. The tale of the sword – sword and swordfighters of the Bronze Age Europe. Oxford Journal of Archaeology 21/4, 319–332.
- Kristiansen, K., Larsson, T. B. 2006. The Rise of Bronze Age Society. Travels, Transmissions and Transformations. Cambridge University Press.
- Liversage, D. 1994. Interpreting composition patterns in ancient bronze: the Carpathian Basin. Acta Archaeologica (København) 65, 57–134.
- Löfkovits A., Zoltai L. 1908. A Múzeum gyarapodása. Jelentés Debreczen sz. kir. város múzeuma 1907. évi állapotáról, 19–36.
- Löfkovits A., Zoltai L. 1911. A Múzeum gyarapodása. Jelentés Debreczen sz. kir. város múzeuma 1910. évi működéséről és állapotáról, 14–33.
- Sz. Máthé, M. 1970. Középső bronzkori fegyverlelet Téglásról. A Debreceni Déri Múzeum évkönyve (1969–1970), 61–66.
- Sz. Máthé, M. 1996. The 'missing' axe of the Hajdúsámson treasure. In: Kovács, T. (hrsg.) Studien zur Metallindustrie im Karpatenbecken und den benachbarten Regionen. Festschrift für Amália Mozsolics zum 85. Geburtstag, Budapest, 125–128.
- Mozsolics, A. 1967. Bronzefunde des Karpatenbeckens. Depotfundhorizonte von Hajdúsámson und Kosziderpadlás. Budapest.
- Mozsolics, A. 2000. Bronzefunde aus Ungarn. Depotfundhorizonte Hajdúböszörmény, Románd und Bükkzentlászóló. Prähistorische Archäologie in Südosteuropa 17. Verlag Marie Leidorf GmbH, Kiel.
- Neira, G., Carolina, P., Zucchiatti, A., Montero–Ruiz, I., Vilaça, R., Bottaini, C., Gener, M., Climent–Font, A. 2011. Late Bronze Age hoard studied by PIXE. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 269, 3082–3086.
- Meeks, N. D. 1986. Tin–rich surfaces on bronze – some experimental and archaeological considerations. Archaeometry 28, 133–162.
- M. Nepper I., Sz. Máthé M. 1987. A Hajdú–Bihar megyei múzeumok régészeti tevékenysége 1981–1985 (Leletkataszter). A debreceni Déri Múzeum Évkönyve (1985), 35–61.
- Pernicka, E. 1986. Provenance determination of metal artifacts: Methodological considerations, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 14, 24–29.
- Pernicka, E. 2013. Analyses of Early Bronze Age metal objects from the Museum Debrecen, Hungary. Gesta XII, 48–55.
- Ontalba Salamanca, M. Á., Ager, F. J., Ynsa, M. D., Gómez Tubío, B. M., Respaliza, M. Á., García López, J., Fernández–Gómez, F., de la Bandera, M. L.; Grime, G. W. 2001. External microbeam set–up at the CNA (Sevilla) and its application to the study of Tartestic jewelry. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 181, 664–669.
- Rajta, I., Borbély–Kiss, I., Móri, G., Bartha, L., Koltay, E., Kiss, Á. Z. 1996. The new ATOMKI scanning proton microprobe. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 109/110, 148–153.
- Respaliza, M. A., Barranco, F., Gómez–Camacho, J., Gómez–Tubio, B. M., Ruiz–Delgado, M. M. 1990. Combining PIXE and XRF with gamma–ray transmission to get accurate analysis of archaeological bronzes. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 50, 226–230.
- Sánta G. 2012. Koszideri és halomsíros bronztárgyak komplex vizsgálata – összetétel, fázisok és korróziós felületek – Complex study of bronze objects from Koszider and tumulus period – composition, phases and corrosion. Archeometriai Műhely 8/4, 305–320.
- Schubert, F., Schubert, E. 1967. Spektralanalytische Untersuchungen von Hort– und Einzelfunden der Periode B III. In: Mozsolics, A. (Hrsg.) Anhang. Bronzefunde des Karpatenbeckens. Depotfundhorizonte von Hajdúsámson und Kosziderpadlás. Budapest, 185–203.
- Simon, A., Matiskainen, H., Uzonyi, I., Csedreki, L., Szikszai, Z., Kertész, Z., Räsänen, J., Kiss, Á. Z. 2011. PIXE analysis of Middle European 18th and 19th century glass seals. X–Ray Spectrometry 40, 3: 224–228.
- Szabó G. 2010. Az archaeometallurgiai kutatások gyakorlati és etikai kérdései. Archeometriai Műhely 7/2, 111–122.
- Uzonyi, I., Rajta, I., Bartha, L., Kiss, Á. Z., Nagy, A. 2001. Realization of the simultaneous micro–PIXE analysis of heavy and light elements at a nuclear microprobe. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 181, 193–198.

- Uzonyi I. 2007. Ionnyaláb és röntgenanalitikai módszerek alkalmazása műtárgyak és régészeti leletek vizsgálatára. *Archeometriai Műhely* 4/3, 11–18.
- Vandkilde, H. 2007. Culture and Change in Central European Prehistory. 6th to 1st millennium BC. Aarhus University Press.
- Zoltai L. 1908. A hajdúsámsoni bronzkincs. *Múzeumi és Könyvtári Értesítő* II, 127–133.
- Zoltai L. 1909a. Sámsoni bronzkincs Debreczen város múzeumában. Jelentés Debreczen sz. kir. város múzeuma 1908. évi állapotáról, 14–15.
- Zoltai L. 1909b. Réz- és bronzkori leletek Debreczen város múzeumában. *Múzeumi és Könyvtári Értesítő* III, 24–28.
- Zoltai L. 1909c. Bronzedények Hajdúsámsonból és Csíkszentkirályról. *Múzeumi és Könyvtári Értesítő* III. 131–136.
- Zoltai L. 1915. Debreczen szab. kir. város múzeuma. Az első tíz esztendő. *Archaeológiai Értesítő* XXXV, 115–134.
- Zoltai, L. 1926. Two bronze hoards from Hajdúsámson, near Debreczen. *Man* 84, 129–131.
- Zoltai, L. 1938. Debreceni halmok, hegyek, egyéb mesterséges és természetes emelkedések ú.m.: laponyagok, telkek, ülések, dombok, gerendák és háta a város határában, valamint külső birtokain. Debrecen.