

HUN KORI ÖRÖKSÉG
– A NAGYVÁRADI POLIKRÓM ARANYCSÜNGŐ
INHERITED FROM THE HUNNIC PERIOD
– THE POLYCHROME GOLD PENDANT FROM NAGYVÁRAD (ORADEA) •
HORVÁTH Eszter^{1,2}; MOZGAI Viktória^{3,4}; MAY Zoltán⁵ & BAJNÓCZI Bernadett^{3,4}

¹ELTE BTK Régészettudományi Intézet, Archeometriai és Régészeti Módszertani Tanszék,
1088 Budapest, Múzeum körút 4/B.

²ELKH Bölcsészettudományi Kutatóközpont, Régészeti Intézet, MTA Kiváló Kutatóhely,
1097 Budapest, Tóth Kálmán u. 4.

³ELKH Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Földtani és Geokémiai Intézet,
1112 Budapest, Budaörsi út 45.

⁴CSFK, MTA Kiváló Kutatóhely, 1121 Budapest, Konkoly Thege Miklós út 15–17.

⁵ELKH Természettudományi Kutatóközpont, Anyag- és Környezetkémiai Intézet,
1117 Budapest, Magyar Tudósok körútja 2.

E-mail: horvath.eszter@abtk.hu

Abstract

The pendant from Nagyvárad (Oradea, RO) is a special object; despite that it is not an extraordinary piece among polychrome goldsmiths' works based on its type or design. Moreover, its archaeological context is unknown, as it was found as a stray find. This piece of garnet-inlaid gold jewellery is highlighted by its unique history, which runs on multiple storyline and multiple timelines. Its finding goes back to those times when such objects were seen as a personal wealth rather than an archaeological find. This may explain that the item was reused after its finding. From the story of the pendant, the story of a family unfolds, bringing 19th-century spirit close. A modern goldsmith joined to the work of the former craftsman, who created a unique artefact by completing the old parts with new elements.

The pendant from Nagyvárad was a personal object, and unlike most of the archaeological finds, it remained so after its discovery. Although it ended up in the museum, relatively little is known about it; it is not exhibited and hardly appears in the literature. Moreover, what was published about it earlier, also needs to be re-evaluated. Our present paper seeks to change this state by presenting and interpreting the results of a systematic archaeometric study of the object. With the help of the complex analysis, it was possible to determine the material and technological characteristics of the object: the gemmological and mineralogical specifics of the garnet inlays, the chemical (elemental) composition of the metal, the individual work phases of its manufacture. By evaluating the results, we were able to determine some fundamental issues such as the origin and trade of garnets, the possible lifecycle of the gold raw material, the infrastructural background of the production, and the dating and cultural context of the object. The pendant is one of the rare cases when the way and technique of processing the gemstone inlays plays an age-indicating role. This observation has an archaeological significance, especially in the case of a stray find. Based on the results, the pendant was most probably manufactured in the Hunnic Period, in the first half of the 5th century AD. The raw material of the gold could not have directly derived from recycled Roman solidi but could have partly contained gold of such quality. Based on our present knowledge, the original garnet inlays most probably derived from Sri Lanka, while the gemstone replacement originates from Bohemia.

Kivonat

A nagyváradi csüngő különleges tárgy, annak ellenére, hogy típusára, kialakítására nézve nem rendkívüli darab a polikróm ötvösmunkák körében. Ráadásul régészeti kontextusa is ismeretlen, mivel szórványként került elő. Ezt a gránátberakásos aranyékszert sajátos története emeli ki a többi közül, ami több szálon és több időskiban fut.

• How to cite this paper: HORVÁTH, E.; MOZGAI, V.; MAY, Z. & BAJNÓCZI, B., (2022): Hun kori örökség – a nagyváradi polikróm aranycsüngő / Inherited from the Hunnic Period – the polychrome gold pendant from Nagyvárad (Oradea) (In Hungarian with English abstract), *Archeometriai Műhely* XIX/2 155–174.
doi: [10.55023/issn.1786-271X.2022-012](https://doi.org/10.55023/issn.1786-271X.2022-012)

Előkerülése a régmúlt időkbe nyúlik vissza, amikor az efféle tárgyakra inkább személyes kincsként, mintsem régészeti leletként tekintettek. Ez adhat magyarázatot arra, hogy a tárgy, megtalálását követően, újra használatba került. A csüngő történetéből egy család története bontakozik ki, közel hozva a 19. századi szellemiséget. Az egykori kézműves munkájához pedig egy modern ötvös kapcsolódott, aki a régít újjal kiegészítve egyedülálló alkotást hozott létre.

A nagyváradi csüngő személyes tárgy volt, és a régészeti leletek többségével szemben, előkerülése után is az maradt még egy jó ideig. Bár végül múzeumba került, viszonylag kevésbé ismert; nincs kiállítva és alig szerepel a szakirodalomban. Ami pedig korábban megjelent róla, az is átértékelésre szorul. Jelen írásunk ezen az állapoton kíván változtatni, bemutatva és értelmezve a tárgyon elvégzett szisztematikus archeometriai vizsgálat eredményeit. A komplex elemzések segítségével sikerült meghatározni a tárgy anyagi és technológiai jellemzőit: az ékkőberakások gemmológiai és ásványtani sajátosságait, a fémek alapanyag kémiai (elemi) összetételét, a készítés egyes munkafázisait. Az eredmények kiértékelésével olyan alapvető kérdésekben juthattunk előrébb, mint a gránátok eredete, kereskedelme, az arany alapanyag lehetséges előlétele, a készítés infrastrukturális háttere, továbbá a tárgy keletkezése és kulturális kontextusa. A csüngő azon ritka esetek közé tartozik, amikor az ékkőberakások megmunkálásának módja, technikája korjelző szerepet játszik. Ennek a felismerésnek különösen egy szórvány lelet esetében van régészeti jelentősége. A tárgy ez alapján a hun korban, az 5. század első felében készülhetett, fémek alapanyaga nem származhatott közvetlenül másodlagosan felhasznált római solidus-ból, de részben tartalmazhatott ilyen minőségű aranyat. Jelenlegi ismereteink szerint, eredeti gránátberakásai Sri Lankából, ékkőpótlása pedig a 19. századi Csehországból eredeztethető.

KEYWORDS: HUNNIC PERIOD, GOLD, GARNET INLAY, HANDHELD XRF, SEM-EDX

KULCSSZAVAK: HUN KOR, ARANY, GRÁNÁTBERAKÁS, KÉZI XRF, SEM-EDX

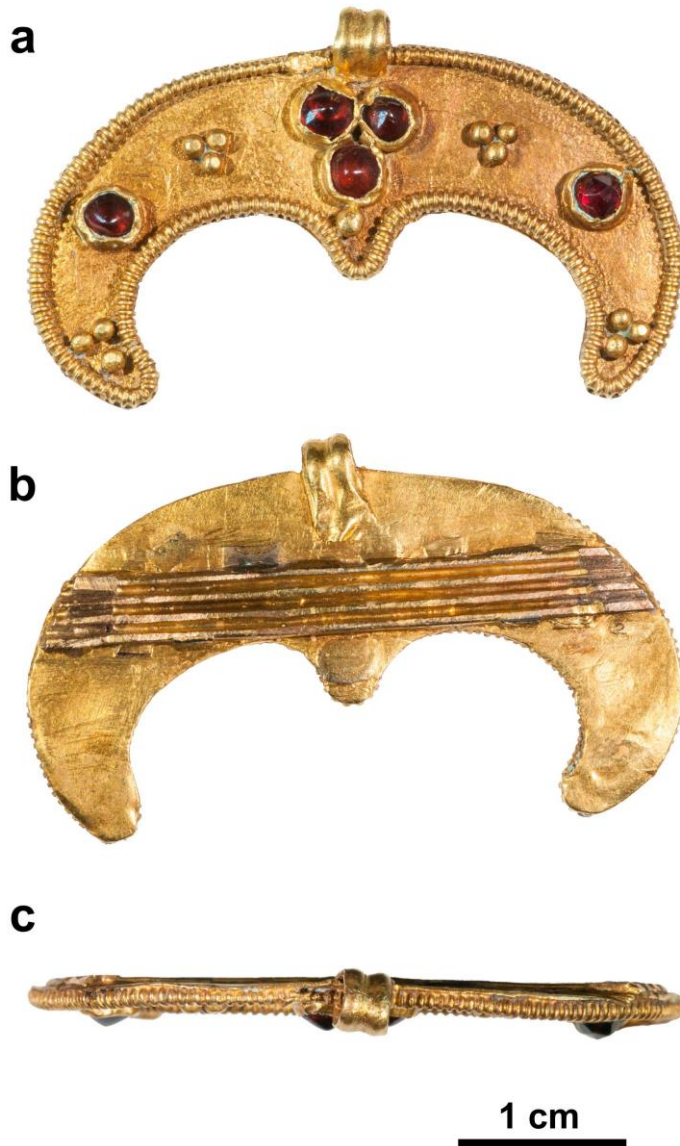
Bevezetés és célkitűzés

Tanulmányunkban egy különleges szórvány lelet archeometriai vizsgálatának eredményeit mutatjuk be. Az általunk vizsgált csüngő egy gránátberakásos aranyékszer (1. ábra), Nagyváradról származik (Oradea, Bihar megye, Románia) és jelenleg a Magyar Nemzeti Múzeum gyűjteményében őrzik. Előkerülésének körülményei ismeretlenek, megtalálóról már valamivel többet tudunk. A szájak egy bizonyos Schramek Margit családjához vezetnek. A múzeumi nyilvántartás szerint Schramek Margit 1905-ben született és Nagyváradon élt édesanyjától, illetve anyai nagyszüleitől örökölte a csüngőt. Budapestre kerülve magával hozta a tárgyat, ami haláláig nála is maradt. Leszármazottak híján eltartási szerződést kötött egy budapesti házaspárral, Balogh Ferencsel és feleségével, halálát követően őket illette meg a tárgy, amelyet nem sokkal ezután el is adtak a Nemzeti Múzeumnak. A csüngőt 1982-ben leltározták be (ltsz. MNM 82.3.1.), és néhány évvel később jelent meg róla először régészeti közlés (Bóna 1988, 153, 29/2 tábla), azóta van a kutatás látóterében.

Az érintett generációkat visszaszámolva a tárgy a 19. század második felében láthatott újr napvilágot. Korai előkerülése miatt nem valószínű, hogy a nagyváradi család tagjai tisztában voltak korával, régészeti jelentőségével, feltehetően nem is értékes régészeti leletként tekintettek rá. A tárgyat, mint egy szép régi ékszert („*Alistück*”) megtartották, sőt, a maguk lehetőségeihez mérten helyreállították, viselték, majd tovább örökölték a családban. A csüngő mai állapota tehát részben egy 19. századi ötvös munkája, aki az akkori

korszaknak megfelelően az eredetihez nagyon hasonló megjelenésre törekedett. A hiányzó díszítést leleményesen pótolta, a tárgy szerkezetét alaposan megerősítette, újra alkalmassá tette ez által a viselésre. Munkája mai szemmel nézve durva beavatkozásnak minősül, művészettörténeti szempontból mégis egyedi módon érdekessé teszi a tárgyat.

A nagyváradi csüngő már eredeti megjelenésében is egyedi tárgy volt, de számos párhuzama ismert, köztük olyanok is, amelyek mind anyagi-technológiai, mind formai-ornamentális szempontból szoros rokonságban állnak vele. A British Museumban őrzött Berthier-Delagarde Gyűjtemény krími ékszereit értékelve Andrási Júlia hét analógiát sorol fel: kettőt a Kárpát-medencéből, Nagyváradról és Gáváról, kettőt a Kárpát-medencétől nyugatra, az egymáshoz közeli Laa an der Thaya és Strachotin lelőhelyekről, hármát pedig a Kárpát-medencétől keletre a Krím-félsziget (Kerč) és Oszétia (Verkhnaya Rutka) területéről (Andrási 2008, 37) (2. ábra). A különböző tárgyleírásokban a csüngők formája általában lunula vagy pelta alakúként szerepel – a félholdra utalva, valójában azonban két ellentétes irányba néző és középen egy frontális harmadik madárfej stílizált ábrázolásáról van szó. Az íves forma két visszahajló vége, valamint a belső ív közepének nyúlványa a madarak csőrét jelképezi. A vörös ékkőberakások a madáralakok szemének, illetve középen a szemek és a csőr kiemelésére szolgálnak (1. ábra). Tipológiai elemzésében Kargopol'tsev és Bazhan ezt a variáns szarmata, alán, szászánida, provinciális római és hun vonásokat említve a 4. század végére, 5. századra keltezi (Kargopol'tsev &

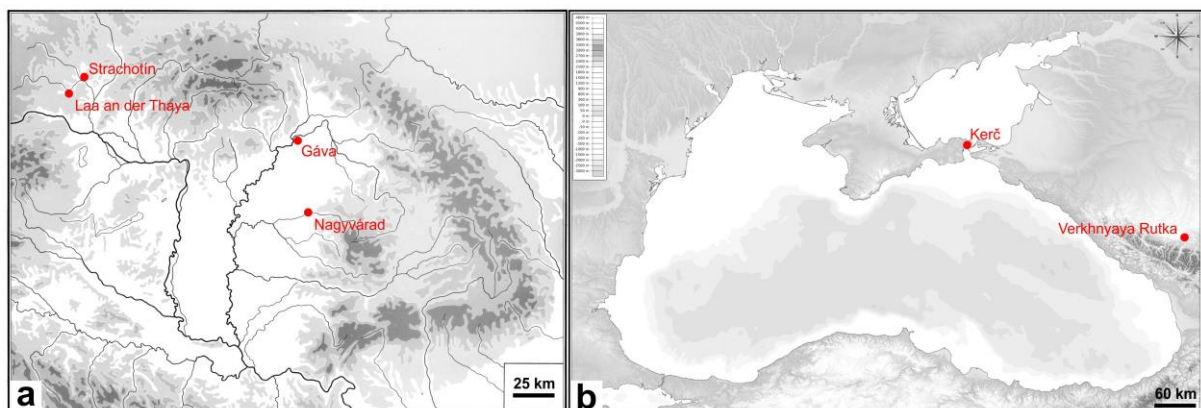


1. ábra: A nagyváradai csüngő elől- (a), hátul- (b) és felülnézetben (c). Fotók: Horváth Eszter.

Méretadatok: Sz: 2,4 cm; H: 4,05 cm; M: 0,4 cm; M alaplemez: 0,03 cm; M foglalat: ~1,6 cm; M berakás: 2 mm; Ø filigrán: 1,3 mm; Ø foglalat: 4 mm; Ø berakások: 3–3,5 mm; Ø granulátum: 1,3 és 1,5 mm; bordázott fül: Sz: 3,4 mm; H: 7 mm; vastagság: 0,5 mm; modern merevítő pánt: Sz: 0,4 cm; H: 3,8 cm; M: 0,8 mm

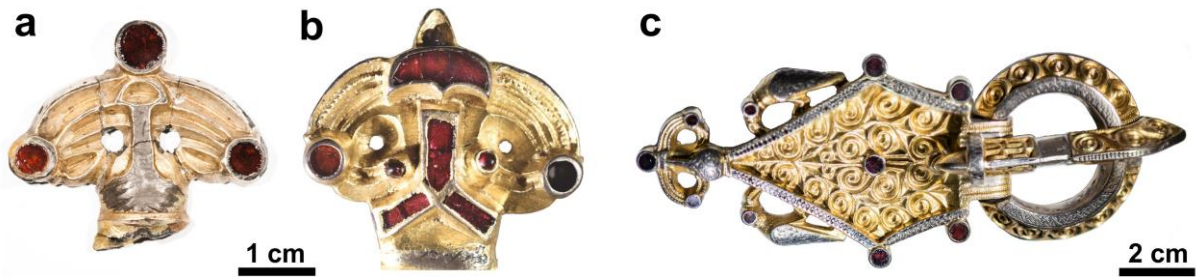
Fig. 1.: The pendant from Nagyvárad in front- (a), back view (b) and in profile (c). Photos: Eszter Horváth.

Parameters: W: 2.4 cm; H: 4.05 cm; Th: 0.4 cm; Th base plate: 0.03 cm; Th bezel: ~1.6 cm; H inlay: 2 mm; Ø filigree: 1.3 mm; Ø bezel: 4 mm; Ø inlays: 3–3.5 mm; Ø granules: 1.3 and 1.5 mm; embossed suspension loop: W: 3.4 mm; H: 7 mm; Th: 0.5 mm; modern reinforcement: W: 0.4 cm; H: 3.8 cm; Th: 0.8 mm



2. ábra: A nagyváradai csüngő és közeli párhuzamainak előfordulása a Kárpát-medencében (a) és a Pontusvidéken (b) (Andrási 2008 alapján).

Fig. 2.: Distribution of the pendant from Nagyvárad and its close analogies in the Carpathian Basin (a) and in the Pontic region (b) (after András 2008).



3. ábra: Ragadozó madárpár által közrevett állatfej ábrázolása Kárpát-medencei 5–6. századi polikróm ékszereken: a) Gáva, övcsat részlete; b) ismeretlen magyarországi lelőhelyű övcsat részlete; c) Bácsordas (Karavukovo, SRB), övcsat. Fotók: Horváth Eszter

Fig. 3.: Animal head framed by a pair of birds of prey on 5–6th-century polychrome jewellery from the Carpathian Basin: a) Gáva, belt buckle, detail; b) belt buckle of unknown Hungarian provenance, detail; c) Karavukovo (Bácsordas, SRB), belt buckle. Photos: Eszter Horváth

Bazhan 1993). Ez a viszonylag tág időkeret még jobban kitolódik, ha Bóna István véleményét is figyelembe vesszük: a nagyváradi csüngőt egy közeli gepida korú temető kapcsán az 5. század végére, 6. század elejére datálja (Bóna 1988, 153). Tény, hogy az állatábrázolásnak ez a formája – ti. a ragadozó madárpár által közrevett harmadik állatalak – tárgytípustól függetlenül gyakori előfordulása a Kárpát-medencei 5–6. századi polikróm ékszereken (Nagy 2007, 39) (**3. ábra**). Önmagában tehát a hagyományos régészeti megközelítés által kiemelt funkció, forma és ornamentika nem jelent támpontot az ismeretlen kontextusú nagyváradi csüngő értelmezésében. A következőkben részletesen bemutatjuk, hogy az anyag és a technológia, vagyis a készítés két további alapvető sajátosságának archeometriai vizsgálatával milyen eredményekre jutottunk.

Célul tűztük ki a tárgy anyagtechnológiai sajátosságainak meghatározását. Ez magában foglalta a készítés- és díszítéstechnika módszerainak és lépéseinek azonosítását az ékkömegmunkálás és az ötvösség területén egyaránt, az ékkőberakások ásványtani meghatározását és potenciális geológiai lelőhelyeik lokalizálását, valamint az arany alapanyag összetételének meghatározását és lehetséges előéletének azonosítását. Az eredmények régészeti értékelésével és értelmezésével a tárgy eddig ismeretlen, illetve vitatott kontextusának tisztázásához kívántunk hozzájárulni.

Vizsgálati módszerek

A nagyváradi csüngőn két ízben került sor műszeres analitikai vizsgálatra, 2011-ben és 2019-ben. A méréseket mindkét esetben megelőzte fénymikroszkópos technológiai és gemmológiai elemzés (mikroszkóp típusa: Zeiss SteREO Discovery V20 sztereomikroszkóp). 2011-ben

kizárólag a fémes alapanyag jól hozzáférhető részeit vizsgáltuk *in situ*, a tárgy őrzési helyén. A mérésekhez Thermo Scientific Niton X13t GOLDD+ típusú kézi XRF spektrométert (hXRF) használtunk (analitikai paraméterek: 50 kV; Ag-anód; „Alloy” gyárilag beépített kalibráció; 8 mm mérési terület; 40 mp mérési idő). 2019-ben – NKFI OTKA kutatási projekt keretében – már komplex elemzésre is lehetőségünk nyílt. A tárgy fémes alapanyagait SPECTRO xSORT Combi típusú kézi XRF spektrométerrel (analitikai paraméterek: 15–50 kV; 21–50 μ A; Rh-anód; „Light Elements” gyárilag beépített kalibráció; 3 mm mérési terület; 60 mp mérési idő) vizsgáltuk. A rátétek (granuláció, filigrán) pontos elemi összetételének meghatározása kis méretük miatt a kézi XRF készülékkel problémás, ezért ezek, valamint a gránátberakások elemzéséhez JEOL Superprobe JCSA-733 típusú, Oxford Instruments AZtec energiadiszipatív spektrométerrel felszerelt elektron-mikroszondát (analitikai paraméterek: 20 kV gyorsítófeszültség; 6 nA mintaáram; 90 mp mérési idő) használtunk. Mivel a gránátok nem vezető anyagok, ezért mérések speciális mintaalkészítést igényelt (Bendő et al. 2013). A gránátokat először etanollal megtisztítottuk, majd az egész tárgyat alufóliába csomagoltuk úgy, hogy néhány mm^2 -es területen a gránátberakások felületét szabadon hagytuk. Ezután vékony szénréteget gőzöltünk a felületre. A gőzölést követően a tárgyat kicsomagoltuk, így lehetővé vált a gránátberakások és a fémrátétek szimultán elemzése. A mérések során az alábbi sztentenderdeket használtuk: Au: tiszta fém, Ag: akantit, Cu: tiszta fém, Si, Al, Ca: grosszular (NMNH 87375), Mg: pirop (NMNH 143968), Cr: krómit (NMNH 117075), Fe, Ti: ilmenit (NMNH 96189). A kapott eredmények 100%-ra normáltak. A gránátanalízisek pontosságát Locock (2008) nyomán ellenőriztük. Csak a „Superior” és

„Excellent” adatokat használtuk az értelmezéshez. A „Good” és/vagy „Fair” és/vagy „Poor” adatokat csak abban az esetben használtuk, ha nem készültek jobb minőségű elemzések. A „gyenge minőségű” adatokat külön kezeltük.

Eredmények

Az arany technológiai és anyagösszetéti vizsgálatának eredményei

A nagyváradi csüngő technológiai értelemben a lemezes ékszerek közé tartozik. A kalapálással kialakított egyrétegű, vékony alaplemeze forrasztással rögzítették a felerősítés, a díszítés, valamint az utólagos megerősítés elemeit. A nyakékszer felerősítésére akasztófül szolgált, a domborítással kialakított bordázott pánt eleje egyszerűen le van vágva, végét kalapálással lapították el (4/a–b ábra). A tárgy kontúrján filigrán díszítés fut körbe, kialakítása kiemelkedő minőségű. Az 1,3 mm átmérőjű orsódrót tagolása egyenletes, pontos, a behúzóadások sűrűsége 0,5 mm-es (4/c–d ábra). A szabályos orsóelemek széleinél jelentkező ún. *equator cut* egyértelműen egyélű szerszám használatára utal (Duczko 1985; Foltz 1989; Whitfield 1998). A drót szakaszos felgyűrődése következtében keletkező varrat, a kopásnak jobban kitett felületeket leszámítva, végig jól azonosítható (4/e, h ábra). A csüngő további rátétdíszei, az 1,3–1,5 mm-es átmérőjű granulátumok és a 4 mm-es átmérőjű pántfoglatok egymással felváltva, különállóan vagy hármas elrendezésben kaptak helyet a felületen (4/e–h ábra).

A rátétek felforrasztását néhány pontatlanság jellemzi: a művelet közben egy-egy granulátum elmozdult, illetve a pántfoglatok hossza nem mindig igazodott az ékkőberakások egyéni méretéhez. Ennek eredményeként a pántvégek illeszkedése pontatlan és a pántszélek rásimítása a kövek ferde felületére egyenetlen (4/e, g ábra). A csüngő megerősítésére szolgáló utólagos rátét egy 0,8 mm vastag, vésett felületű, négytagú merevítő pánt, amely a tárgy központi tengelyében, teljes szélességben fut végig (1/b ábra). Felforrasztásakor több kisebb vékony lemezt használtak fel alátétként a régi és az új elemek határán, ezek helyenként felhajolva kilátszanak a merevítő pánt pereme alól (4/i–j ábra).

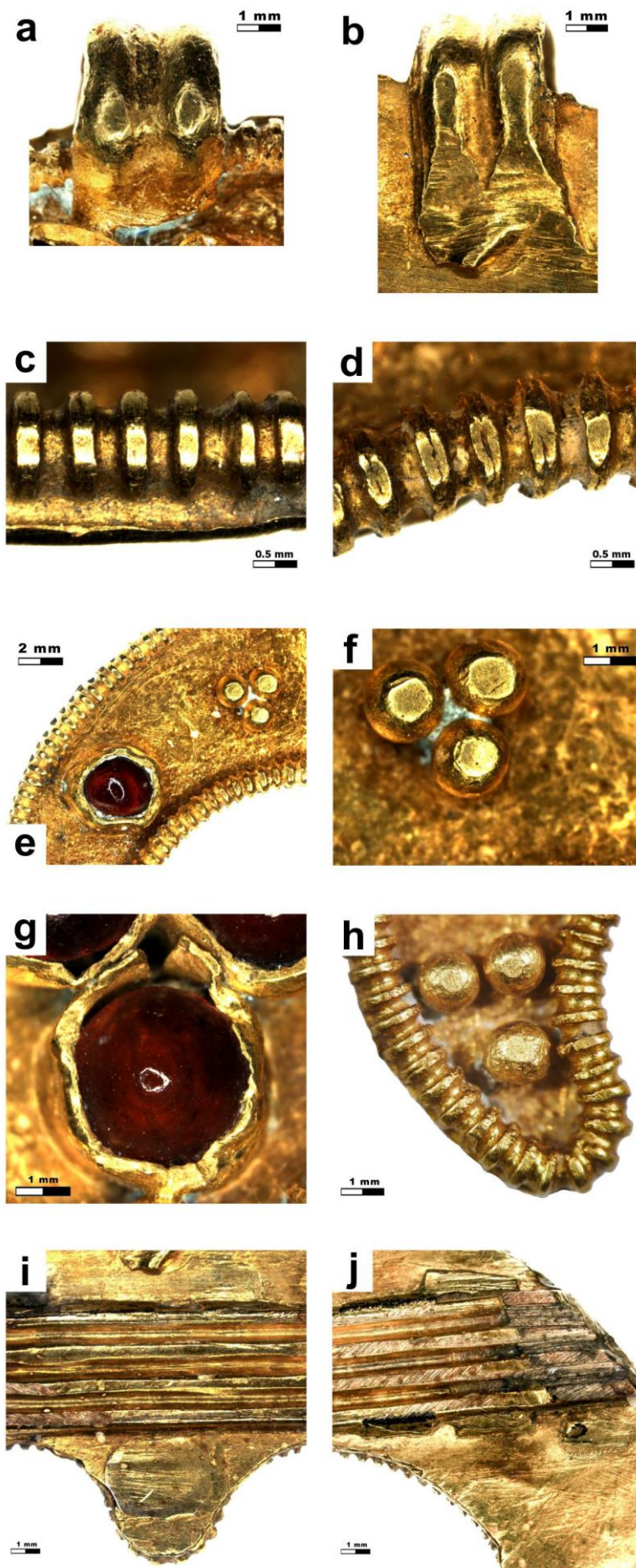
A csüngő fémes alapanyaga arany, az eredeti és az utólagos alkotórészek esetében egyaránt, viszont összetételében e kettő lényegesen eltér egymástól. Az eredeti arany alapanyag nagy tisztaságú: a hXRF elemzések alapján az alapfém a 91,4–92,8 tömeg% arany mellett 5,1–5,5 tömeg% ezüstöt és 1,5–2,1 tömeg% rézet tartalmaz (5/a ábra, 1. táblázat). A rátétek még ennél is finomabb

aranyból készültek: az elektron-mikroszondás EDX elemzések alapján a 93,3–95,4 tömeg% arany mellett változó arányban van jelen az ezüst és a réz (5/b ábra, 2. táblázat). A modern merevítő pánt ehhez képest jóval gyengébb minőségű: a hXRF mérések alapján az arany mindössze 56,6–62,7 tömeg%, amit 18,0–20,5 tömeg% ezüsttel és 19,2–22,5 tömeg% rézzel ötvöztek (5/a ábra, 1. táblázat). Ez gyakorlatilag megegyezik a modern korban általánosan használatos 14 karátos arany tisztaságával (Untracht 1968; Corti 2019). Összetételéből adódóan a merevítő pánt anyaga jóval merevebb, keményebb, ami teljesen megfelel a funkciójának.

A gránátberakások technológiai, gemmológiai és ásványkémiai vizsgálatának eredményei

A gránátberakások vizsgálatának első lépéseként megmunkálásuk technológiai részleteit elemeztük. A csüngőt díszítő öt ékkőberakás közül négy ún. gerinces kiképzésű, amelyek a különálló bal szélső, valamint a középső hármas pántfoglatban ülnek (1/a ábra, 6/a–b. ábra). Mind a négy gránát körvonala kerekded, de szabálytalan, átmérőjük és magasságuk is csak hozzávetőlegesen egyezik (6/b–c ábra). A gerinces köveket az éles gerinccel vagy csúccsal szabálytalanul tagolt felszín, a sík hátlap és a viszonylag kis méret jellemzi. A terminus angol megfelelője (*keeled garnet*) Birgit Arrheniustól származik (Arrhenius 1985, 43–44). Bár a felszín gyakran több síkkal határolt, ez csupán az ékkő belső szerkezetét (kristályforma élei, a kristálylapok találkozási pontjai élben vagy csúcsban) őrzi és jeleníti meg, a forma nem tekinthető modern értelemben véve fazettátnak. A gerinces köveken nincs nyoma csiszolásnak, felszínük többnyire fényesre polírozott, de van, hogy csak egyszerűen a nyers állapotot őrzi. A megmunkálás során tehát nem került sor a gyors forgó mozgású csiszolókerék használatára.

A csüngő jobb szélső foglatában ülő pótlást épp ellenkezőleg, csiszolókorongon alakították. Valódi fazettált kiképzése alapján nyilvánvaló, hogy az ékkő utólag került a foglatba (6/d–f ábra). Eredetije feltehetően a többi négygel egyező megjelenésű gerinces gránát volt. A helyreállítást végző ötvös a 19. században elérhető modern csiszolású ékkőberakások közül választott egy színre, fényre, formára és méretre hasonló darabot. Jellegzetes csiszolási módjából sejthető, hogy a „helyettesítő termék” anyagában is hasonló volt. A sík hátlapú, koronaként magasodó ékkő ragyogását a viktoriánus kori mutató gránátékszerekre jellemző rózsacsiszolás garantálta (7. ábra). A piropgránát az egyetlen, amire a nagyváradi pótlás paraméterei ráillenek.

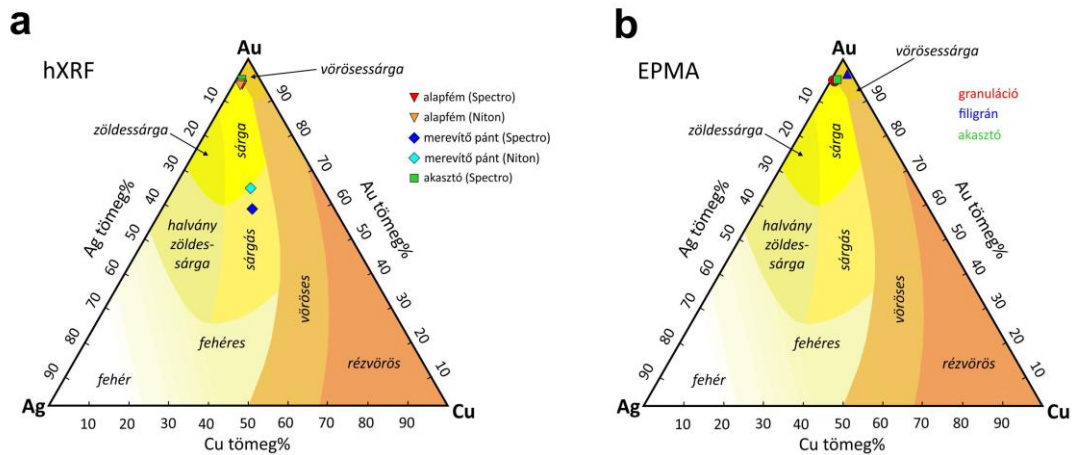


4. ábra: A nagyváradai csüngő aranyrátéteinek technológiai részletei:

a) akasztó fül, előlnézet;
 b) akasztó fül, hátulnézet;
 c) filigrán drót kopásnyomokkal;
 d) filigrán drót az „equator cut” tipikus jegyeivel;
 e) rátétdíszek kombinációja: pántfoglat, granuláció és filigrán;
 f) hármás granulátum pontos elrendezésben;
 g) pontatlan illeszkedésű pántfoglat;
 h) hármás granulátum pontatlan elrendezésben;
 i–j) a modernkori vasalat részletei a vésés és lemezalátétek nyomaival.

Mikroszkópos fotók:
 Horváth Eszter

Fig. 4.: Technological details of the golden applied ornaments on the pendant from Nagyvárad:
 a) suspension loop, front view;
 b) suspension loop, back view;
 c) filigree with wear traces;
 d) filigree with typical marks of the equator cut;
 e) combination of the ornaments: bezel, granules, filigree wire;
 f) triple granules in right position;
 g) imprecisely fitted bezel;
 h) triple granules in inaccurate position;
 i–j) details of the modern plating with traces of carving and the applied backing sheets.
 Photomicrographs:
 Eszter Horváth



5. ábra: A nagyváradi csüngő kémiai összetétele arany–ezüst–réz háromszögdiagramon ábrázolva: a) a fémek alapanyag összetétele a hXRF elemzések alapján, b) a fémek rátétek összetétele az elektron-mikroszondás EDX elemzések alapján. A színezés a különféle arany–ezüst–réz ötvözetek színét jelzi (Leuser 1949 nyomán). Diagram: Mozgai Viktória

Fig. 5.: Chemical (elemental) composition of the pendant from Nagyvárad, plotted in the gold–silver–copper ternary diagram: a) hXRF data of the base metal; b) EDX data of the applied metal ornaments. The colouring indicates the colours of various gold–silver–copper alloys (after Leuser 1949). Diagram: Viktória Mozgai

1. táblázat: A nagyváradi csüngő fémanyagának kémiai összetétele hXRF elemzések alapján (tömeg% ± hiba).

Table 1.: Elemental composition of the pendant from Nagyvárad based on the hXRF analyses (wt% ± error).

Alkatrész	Au	Ag	Cu
Thermo Scientific Niton XI3t GOLDD+			
alapfém 1	91,6±0,43	5,5±0,12	1,6±0,08
alapfém 2	91,4±0,48	5,1±0,14	1,5±0,09
merevítő pánt	56,6±0,3	20,5±0,2	22,5±0,22
SPECTRO xSORT Combi			
alapfém	92,8±0,11	5,1±0,04	2,1±0,01
merevítő pánt	62,7±0,08	18,0±0,06	19,2±0,03
akasztó	94,1±0,11	4,5±0,04	1,3±0,01

A nagyváradi pótlás csiszolása a teljes hollandi rózsához áll legközelebb (**7/a ábra**), azzal a különbséggel, hogy a fazetták elrendezése itt nem szimmetrikus. Koronája hat helyett csak öt lapból áll atipikus mintázatot alkotva. Csiszolási minőségében elmarad a mai modern ékkövek sztenderdjeitől, ennek szembevető megnyilvánulása a fazetták kissé pontatlan illeszkedése (**6/e ábra**). Ez a 19. századi *vintage* karakter viszont jól beleillik a csüngő eredeti berakásai közé, amelyek szabálytalan megjelenése a „természetes fazettáknak” köszönhető. Az eredeti és a pótlás tehát készítésük teljesen ellentétes szempontjai

ellenére mégis egyfajta összhangot alkot a tárgyon (**1/a ábra**).

A csüngő ékkőberakásainak jellegzetes formai kiképzése kihívást jelentett az elemzések során. A szabálytalan kúp alakzat, illetve a ferde síkú fazettátság nehezítő tényezőnek bizonyult – úgy a zárványok és egyéb belső ismérvek morfológiai azonosításában, mint a kémiai összetétel meghatározásában. A foglalás során a kövek alá nem került arany fóliaalátét, ami visszatükrözhetne volna a behatoló fényt, bevilágítva ezáltal a kövek belsejét. Ennek ellenére megfelelő mikroszkópos nagyítás mellett a kövek egy részében sikerült



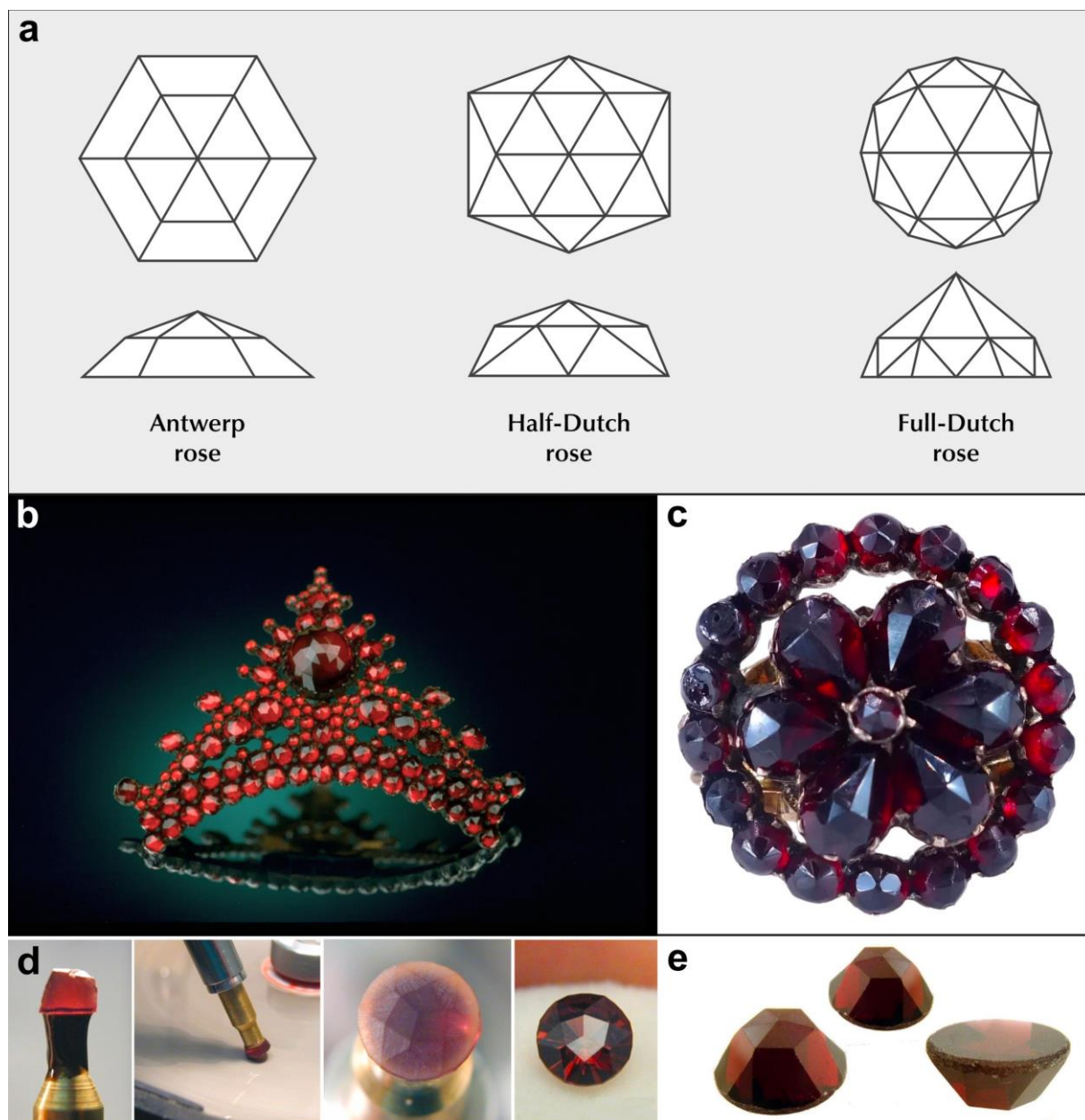
6. ábra: (a–f) A nagyváradai csüngő gránátberakásainak technológiai részletei: a gerinces kialakítású gránátok különálló és hármas egységet alkotó pántfoglatlatban – felül- és oldalnézeti kép (a–c); a rózsacsiszolású gránát különálló pántfoglatlatban – felül- és oldalnézeti kép (d–f). (g–i) Gerinces kialakítású gránátberakások a hun kori leletanyagban: Regöly–Pénzesdomb, kengyelfibula (g); Rábapordány–Patyidomb, kengyelfibula (h–i). Fotó és mikroszkópos fotók: Horváth Eszter

Fig. 6.: (a–f) Technological details of the garnet inlays on the pendant from Nagyvárad: keeled garnets set in single and triple bezels – top-view and profile (a–c); rose cut garnet set in single bezel – top-view and profile (d–f). (g–i) Keeled garnet inlays in the Hunnic Period find materials: Regöly–Pénzesdomb, bow brooch (g); Rábapordány–Patyidomb, bow brooch (h–i). Photo and photomicrographs: Eszter Horváth

2. táblázat: A nagyváradai csüngő fémrátéteinek kémiai összetétele az elektron-mikroszondás EDX elemzések alapján (tömeg% ± hiba).

Table 2.: Elemental composition of appliques of the pendant from Nagyvárad based on the EDX analyses (wt% ± error).

Leírás	Au	Ag	Cu
granuláció 1	93,3±0,26	5,4±0,1	1,3±0,07
granuláció 2	93,9±0,26	5,5±0,1	0,6±0,07
granuláció 3	93,7±0,26	5,0±0,1	1,3±0,08
filigrán 1	95,2±0,26	1,3±0,08	3,4±0,08
filigrán 2	94,2±0,31	5,0±0,12	0,8±0,08
filigrán 3	95,4±0,25	3,3±0,09	1,3±0,07
akasztó 1	93,9±0,26	4,4±0,10	1,7±0,07
akasztó 2	94,5±0,27	4,3±0,10	1,2±0,07



7. ábra: a) A cseh piropokra jellemző rózsacsiszolás szerkezeti rajzai (Schmetzer 2020); b–c) rózsacsiszolású cseh piropokkal berakott késő 19. századi gránátékszerek: b) hajfésű (National Gem Collection, Smithsonian Institution), fotó: Chip Clark, forrás: <https://www.gia.edu>; c) fejegyűrű, forrás: <https://www.rubylane.com>; d) a modern kori rózsacsiszolás lépései és folyamata, forrás: www.gemsbyjohn.com; e) antik ékszerekből származó, foglalatlan, rózsacsiszolású cseh piropok, forrás: <https://www.jewelryrevivals.com>

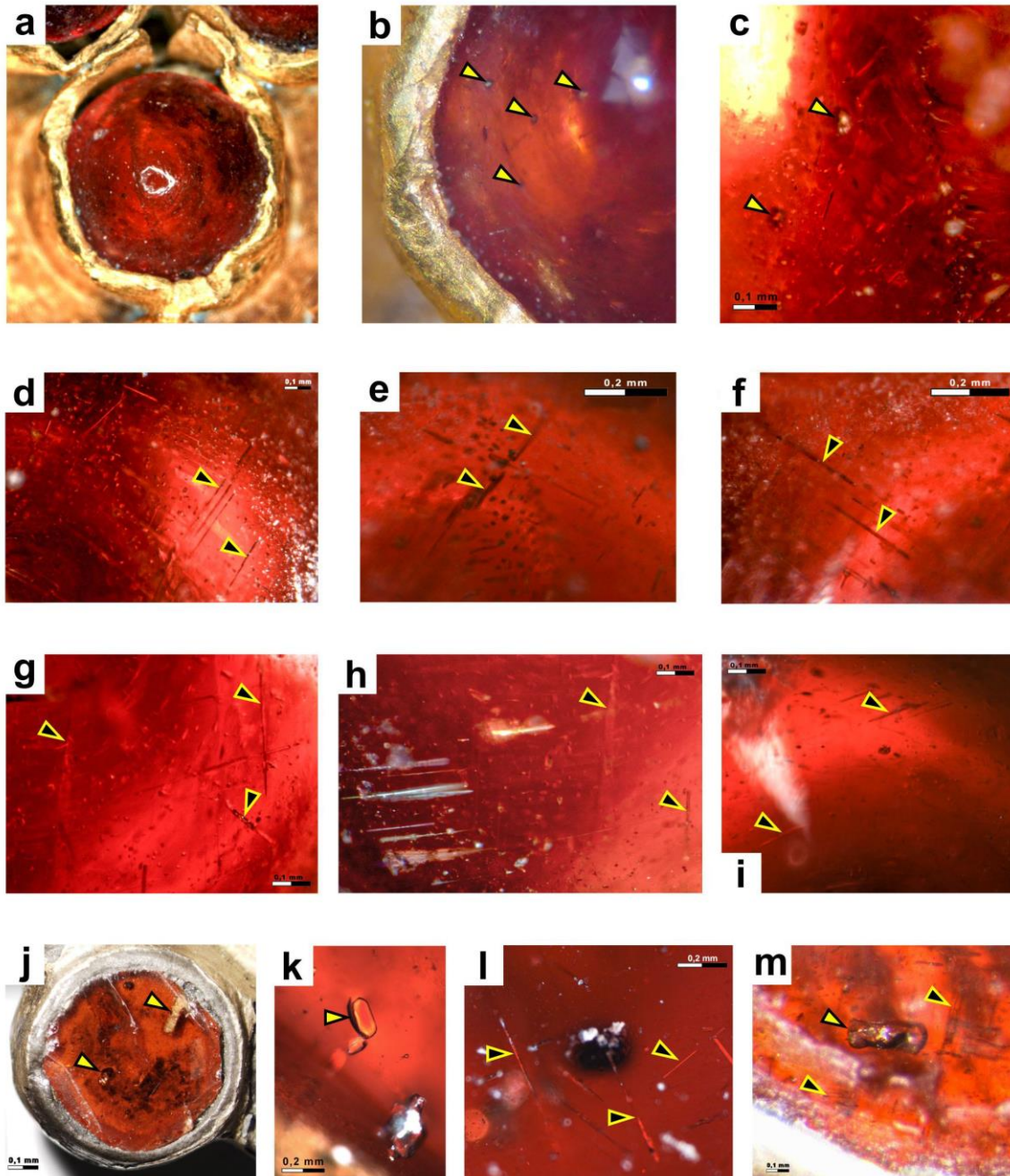
Fig. 7.: a) Sketches of the most common rose cut types typically used for Bohemian pyrope garnets (Schmetzer 2020); b–c) 19th-century garnet jewels inlaid with rose cut Bohemian pyrope garnets: b) hair comb (National Gem Collection, Smithsonian Institution), photo: Chip Clark, source: <https://www.gia.edu>; c) headed finger ring, source: <https://www.rubylane.com>; d) steps and process of a modern rose cutting, source: www.gemsbyjohn.com; e) rose cut loose Bohemian pyrope garnets taken out from antique jewels, source: <https://www.jewelryrevivals.com>

zárványokat detektálni, sőt tipikus zárványkombinációkat azonosítani. Az összehasonlító zárványkép elemzés érdemi eredményt hozott, ami az ásványkémi adatokkal összevetve a geológiai lelőhely meghatározásában is döntőnek bizonyult.

A csüngő öt ékkőberakása közül a négy gerinces berakás a tárgy készítésével egyidős. Ezekben az eredeti kövekben, a felszínhez közel orientált amfibolszerű tús kristályokat, valamint viszonylag nagyméretű, kerekded, illetve hosszúkás átlátszó kristályokat lehetett észlelni (8/a-i ábra). Ezt a

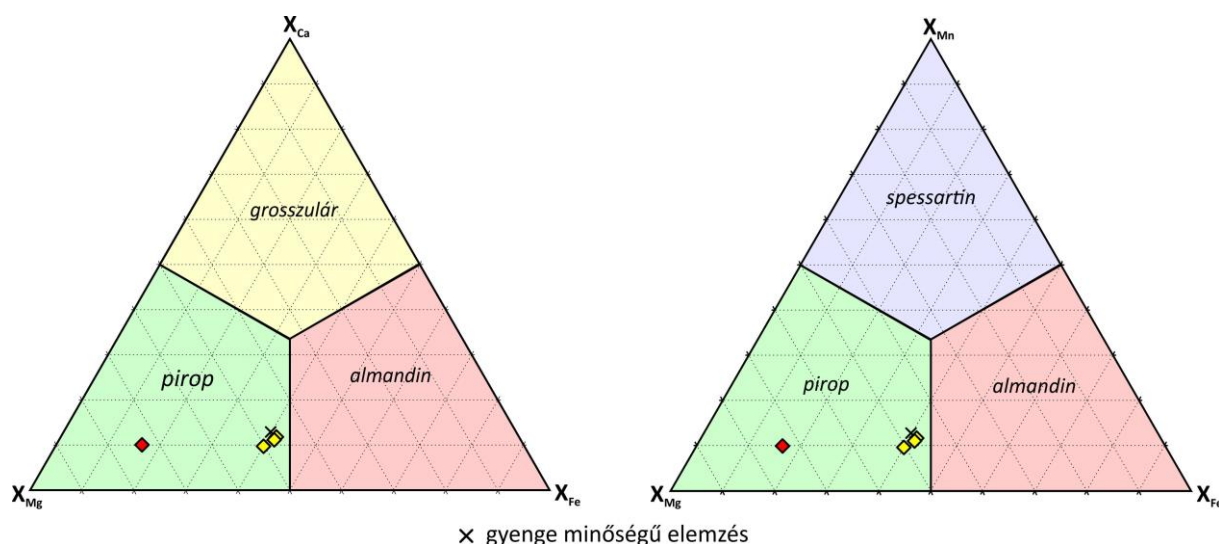
zárványkombinációt korábban már más, a Kárpát-medence 5. századi leletanyagába tartozó tárgyakon is sikerült azonosítanunk: többek között a gávai, telki és regölyi leletanyag darabjain (**8/j–m ábra**) (Horváth 2013; Horváth et al. 2019). Rájuk kívül időben és térben távolabbról is vannak példák

(Hans Albert Gilg, szóbeli közlés). Az érintett kövek nagy része sík csiszolású, belső ismérveik így jobban tanulmányozhatók. E referencia kövekben a vastkosabb átlátszó zárványok morfológiája egyértelműen apatitra utal, az orientált



8. ábra: A nagyváradai csüngő gránátberakásainak ásványzárványai (a–i); a zárványok párhuzamai a hun kori leletanyagban (j–m): Gáva, övcsat (j); Telki (k–l); Regöly–Pénzesdomb, kengyelfibula (m). A sárga nyilak a viszonylag nagyméretű apatit zárványokat, a fekete nyilak az amfibolszerű tűs zárványokat jelölik. Mikroszkópos fotók: Horváth Eszter

Fig. 8.: Mineral inclusions of the garnet inlays of the Nagyvárad pendant (a–i); analogous sets of inclusions in the Hunnic Period find materials (j–m): Gáva, belt buckle (j); Telki (k–l); Regöly–Pénzesdomb, bow brooch (m). The yellow arrows mark the relatively large apatite inclusions, while black arrows mark the amphibole-like needles. Photomicrographs: Eszter Horváth.



9. ábra: A nagyváradi csüngő gránátberakásainak kémiai összetétele a X_{Ca} - X_{Mg} - X_{Fe} és X_{Mn} - X_{Mg} - X_{Fe} háromszögdiagramokon ábrázolva a gránát szerkezet ($X_3Y_2(SiO_4)_3$) oktaéderes (X) pozícióját betöltő kationok elektron-mikroszondás EDX adatokból számolt mennyisége alapján (Grew et al. 2013 nyomán). A gyenge minőségű elemzések Locock (2008) alapján. Sárga: eredeti ékkőberakások; piros: pótlás. Diagram: Mozgai Viktória

Fig. 9.: X_{Ca} - X_{Mg} - X_{Fe} and X_{Mn} - X_{Mg} - X_{Fe} ternary plots showing the composition of the garnets from the Nagyvárad pendant based on the cation occupancy of the X site in the garnet structure calculated from the EDX data (after Grew et al. 2013). Poor quality measurements: based on Locock (2008). Yellow: original garnet inlays; red: replacement. Diagram: Viktória Mozgai

3. táblázat: A nagyváradi csüngő gránátberakásainak kémiai összetétele az elektron-mikroszondás EDX elemzések alapján (tömeg%, átlag \pm szórás). Az adatok 100%-ra normáltak. *: gyenge minőségű elemzés

Table 3.: Chemical composition of the garnet inlays of the pendant from Nagyvárad based on the EDX analyses (wt%, average \pm st. deviation). The results are normalised to 100%. *: poor-quality data

Leírás	Mérések száma	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	FeO	MnO	CaO	Cr ₂ O ₃	TiO ₂
gránát 1	2	40,1 \pm 0,2	23,0 \pm 0,1	12,3 \pm 0,2	19,5 \pm 0,2	0,75 \pm 0,02	4,32 \pm 0,04	0,01 \pm 0,01	0,04 \pm 0,02
gránát 2*	3	40,5 \pm 0,1	23,3 \pm 0,2	12,2 \pm 0,1	18,4 \pm 0,4	0,83 \pm 0,03	4,66 \pm 0,05	0,04 \pm 0,01	0,03 \pm 0,01
gránát 3	7	40,1 \pm 0,1	22,9 \pm 0,2	12,6 \pm 0,1	19,5 \pm 0,4	0,61 \pm 0,02	4,16 \pm 0,07	0,06 \pm 0,02	0,10 \pm 0,02
gránát 4	3	40,1 \pm 0,3	23,0 \pm 0,2	13,4 \pm 0,2	19,1 \pm 0,6	0,64 \pm 0,03	3,59 \pm 0,09	0,07 \pm 0,02	0,03 \pm 0,02
gránát 5	8	42,2 \pm 0,3	22,0 \pm 0,5	21,1 \pm 0,5	8,49 \pm 0,73	0,33 \pm 0,04	4,01 \pm 0,30	1,36 \pm 0,11	0,59 \pm 0,05

tűk pontos meghatározása viszont további módszer (a jelen cikkben nem részletezett Raman spektroszkópia) bevonása mellett sem vált egyértelművé. A gránátok meghatározásában a zárványképen túl a befogadó ásvány kémiai összetételének egyezése is segítségünkre volt. Az ásványkémiai vizsgálat eredményeként ezek a gránátok magnéziumban, kalciumban és

mangánban gazdag pirop-almandin elegykristályok (**9. ábra, 3. táblázat**).

A csüngő ötödik berakása nemcsak megmunkálását, hanem belső ismérveit és anyagösszetételét nézve is kilóg a sorból. Mikroszkópos nagyítás mellett zárványokat nem lehetett észlelni benne. Bár ásványfajtáját nézve szintén gránát, de a többitől eltérően titánban gazdag, krómtartalmú pirop (**9. ábra, 3. táblázat**).

Értelmezés

Az arany alapanyag: technológia és anyagösszetétel

Vizsgálatunk tárgya lemezes szerkezetű nyakékszer, amely rendeltetéséből adódóan vékony aranylemezekből, pántokból kalapálással és forrasztással kialakított, könnyű, finom darab (1. ábra, 4. ábra). Arany anyagának finomsága részben technológiai okokra vezethető vissza, részben a rendelkezésre álló alapanyag sajátosságaival magyarázható. Ideális esetben ugyanis a készítő a tárgy karakterének megfelelően ötvözi, vagy éppen tisztítja a kiinduló alapanyagot. A nagyváradi csüngőnél ez azonban legfeljebb részben valósult meg. Bár a 91–95 tömeg%-os arany lágysága, formálhatósága előnyt jelentett mind az alaplemez, mind az apró díszítő rátétek kialakításakor, mégis sérülékenyebb, a kopással szemben kevésbé ellenálló terméket eredményezett. Ez a tisztaság nem indokolható pusztán a tárgy funkciójával, valószínűbb, hogy az elérhető alapanyag finomsága eleve meghaladta a szükséges mértéket. A jelenlegi adatok alapján egyelőre nem dönthető el, hogy az összetétel természetes vagy mesterséges eredetű volt-e. A közel 5 tömeg%-ban jelenlévő ezüst egyaránt lehetett az aranyércben előforduló természetes ötvözőelem, vagy tudatos emberi ötvözés eredménye (Mozgai 2017). A két lehetőség más-más értelmezést von maga után. Előbbi esetén a nyersanyag közvetlen felhasználásával számolhatunk, és akár indokoltá válna az egykor kitermelt aranyértelepek lokalizálása is. Ez azonban olyan további anyagvizsgálatokat tenne szükségessé, amelyek mintavétellel, vagy (mikro)roncsolással járnak (Watling et al. 1994; Gondonneau & Guerra 1999; Guerra & Calligaro 2003; 2004; Guerra 2008; Standish et al. 2013; 2014). Utóbbi esetén arra következtethetünk, hogy a kézműves, munkája megkönnyítése érdekében, keményítette az alapanyagot, de csak enyhe mértékben, anélkül, hogy ez a termék színén meglátszott volna (Pingel 1995, 394).

A kapott adatok értelmezésekor a proveniencia, vagyis a geológiai eredet meghatározásán kívül felmerül az előélet, vagyis az arany esetleges korábbi felhasználási fázisának azonosítása is. A mért összetétel az 5. század első felére keltezett, általunk korábban vizsgált aranyékszerek vonatkozó adataival van összhangban (Horváth 2013; Szenthe et al. 2019; Horváth et al. 2019). E hun kori tárgyak aranytartalma tipikusan 90 tömeg% feletti, de nem ritka a 97 tömeg% feletti érték sem (Horváth 2013, 288–289). A Kárpát-medencében a nagy tisztaságú arany legnagyobb mennyiségben valószínűleg a római tributumként kapott solidusok formájában állt rendelkezésre

(Kiss 1986, 108–110; Hardt 2004, 187–190; Baumeister 2004, 40–41). A Constantinus által Kr. u. 309-ben stabilan bevezetett fizetőeszköz finomsága eleinte 95%-os volt (a korábbi aurei finomsága), amely 368-ban 99%-ra nőtt (Guest 2005, 92). Az éveken át megbízhatóan beáramló, garantált minőségű, összesen több mázsányi, sőt tonnányi súlyt nyomó aranyérmék nagy többségével – pénzforgalom hiányában – valószínűleg mást nem tudtak kezdeni, minthogy nyersanyagát beolvastva hasznosították. Ezt támasztja alá a korszakból származó éremkincsletek csekély száma is (Guest 2008). A gyakorlatban ez azt jelenthette, hogy a hun kori társadalom elitrétegének tagjai – részesülve ezekből a javakból – különféle ékszereiket és viseletük elemeit részben vagy egészében solidusból csináltatták a térségben dolgozó ötvösökkel.

A jelenség nem egyedi: népvándorlás kori aranytárgyak és aranyérmék összehasonlító vizsgálatának eredményei alapján elsőként az angolszász, majd a skandináv kutatás vetette fel annak lehetőségét, hogy az ötvös rendelkezésére álló arany forrása a korabeli érmékben kereshető (Kent 1972; Arrhenius 1977; Hawkes 1984; Oddy & Meyer 1986; La Niece & Cowell 2008, 151). Az arany ötvöstechnológiai szempontból nem indokolt, túlzott tisztaságának ez az interpretálása azonban inkább logikai úton levont következtetés, mintsem természettudományosan is megalapozott bizonyíték. Utóbbihoz a nyomelem-összetétel pontos meghatározására lenne szükség, ami roncsolásmentes módszerekkel jelenleg nem valósítható meg.

A vizsgálataink során mért elemösszetétel alapján a nagyváradi csüngő nem készülhetett közvetlenül solidusból, alapanyaga azonban részben tartalmazhatott ilyen minőségű aranyat. Az aranybeszerzés gazdasági hátterének rekonstruálásához többek között az ötvözet tisztaságában mutatkozó kronológiai tendenciák megfigyelésére és kiértékelésére lenne szükség. Ennek alapját a hun kor előtti, alatti és utáni aranytárgyak összetételének összehasonlítását célzó, nagy mintaszámú szisztematikus vizsgálat képezné. Egyelőre még inkább csak eseti jelleggel állnak rendelkezésre adatok: a nagyváradi csüngő szoros párhuzamai közül egyedül a kerői és a gávai példányok aranyfinomsága ismert. A kerői darab, 90 tömeg%-os tisztaságú aranyból készült (Andrási 2008, 37), ami nem utal közvetlen összefüggésre a tributum hatásaival. A gávai darab aranytartalma ezzel szemben lényegesen nagyobb, 98 tömeg%-os, egyértelműen solidus minőségű (Horváth et al. 2013). E két példa tehát jelenleg a két végletet jelenti, a további adatok várhatóan e két érték közé fognak esni.



10. ábra: a) Cseh pirop anyagzetében, fotó: Jakub Jirásek, forrás: <https://www.mindat.org>; b) cseh pirop kabosonokkal berakott övcsat az apahidai III. sírból (Apahida, RO), fotó: Marius Amarie (Oanță-Marghitu et al. 2009, Fig. 1); c) nyers fazettált torlatos gránátok Srí Lankáról, forrás: www.etsy.com; d) jellegzetes felszíni csiszolásnyomok az egyik szilágysomlyói (Șimleu Silvaniei, RO) kengyelfibula kaboson gránát berakásán, fotó: Horváth Eszter.

Fig. 10.: a) Bohemian pyrope garnet in host rock, photo: Jakub Jirásek, source: <https://www.mindat.org>; b) Apahida III belt buckle inlaid with Bohemian pyrope cabochons (Apahida, RO), photo: Marius Amarie (Oanță-Marghitu et al. 2009, Fig.1); c) faceting rough alluvial garnets from Sri Lanka, source: www.etsy.com; d) typical polish lines on the surface of a garnet cabochon inlaid in one of the Șimleu Silvaniei (Szilágysomlyó, RO) bow brooches, photo: Eszter Horváth.

A gránátberakások: az ékkőmunkálás, a gemmológiai és ásványkémiai eredmények

Az ékkőberakások formai kivitelezése fontos szerepet játszik a tárgy keltezésének és kulturális kontextusának tisztázásában. A kora középkori polikróm ötvösmunkák ékkőberakásainak formavilága igen változatos, különösen igaz ez az önálló pántfoglatban ülő kövekre. A két fő típust a sík és a domború (kaboson) formák képviselik. Rajtuk kívül viszonylag gyakori még a gerinces forma (Arrhenius 1985, 43–44), utóbbi díszíti a nagyváradi csüngőt is (**1/a ábra**, **6/a–c ábra**). A sík és kaboson kövek felszínét csiszolással alakították ki, ennek nyomai a következő munkafázisban, a polírozás során általában eltűntek, előfordul azonban, hogy mikroszkópos nagyítás mellett

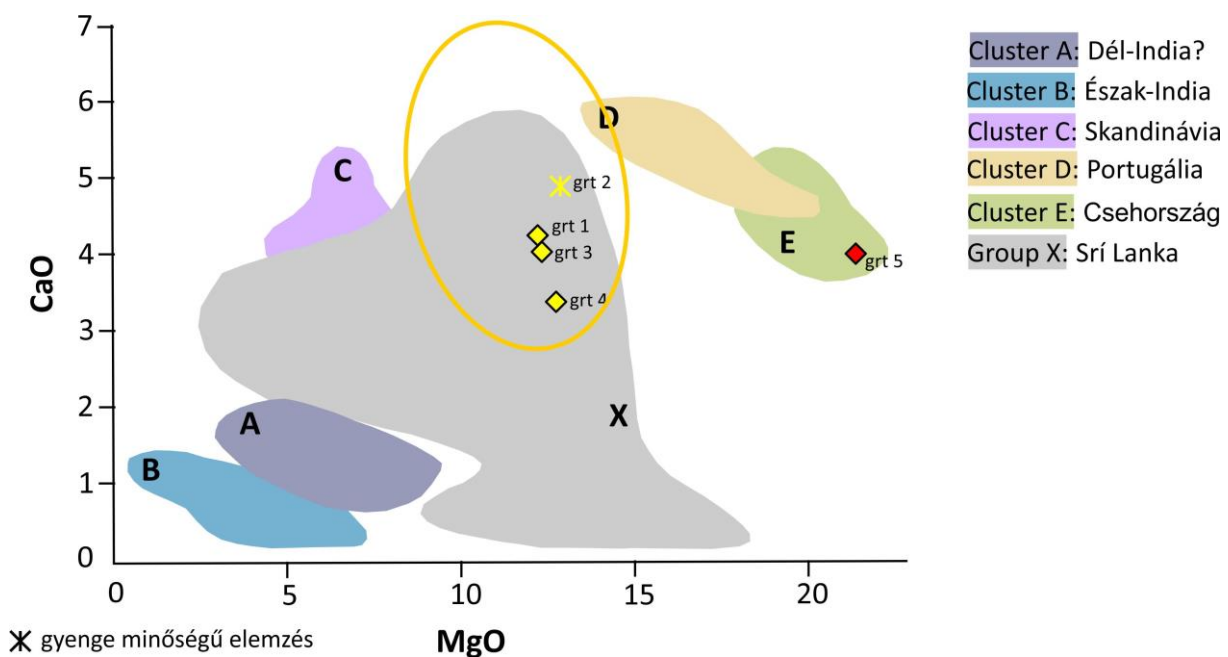
mégis észlelhetők (**10/d ábra**). A gerinces köveknél egyáltalán nincsenek csiszolásra utaló nyomok.

Birgit Arrhenius elmélete szerint a gerinces forma, a sík és kaboson formákhoz hasonlóan tudatos emberi tevékenység eredményeként keletkezett. Kísérletében felhevített, majd hideg vízben gyorsan lehűtött egy gránátkristályt, mesterséges úton idézve elő az ékkő réteges elválását (Arrhenius 1985, 43). A termikus sokk hatására a kristály sík és gerinces formákra esett szét. Ismerve azonban a torlatos lelőhelyekről származó gránátszemcsék jellegzetes formavilágát, nagyobb a valószínűsége annak, hogy a szabálytalan csúcsos, kúpos formák a környezeti hatások eredményeként még a természetben keletkeztek. Bár kristályszerkezeti adottságaiból adódóan a gránát alapvetően nem hasad, a nagyfokú metamorfózison keresztül ment

kristályok mégis hajlamosak az ún. álhasadásra (Manutchehr-Danai 2009, 330). Az érintett gránátkristályok másodlagos geológiai lelőhelyeiken már ebben az ún. nyers fazettált (raw faceted) állapotban halmozódhattak fel (10/c ábra). Gerinces, csúcsos kiképzésük esetleges, természetűl fogva szabálytalan és egyedi. Megmunkálásuk során tudatosan mellőzhetők az egységesítés és a látványosabb alakítás formáit, ideértve magát a csiszolást is. Ezáltal azt a benyomást keltik, mintha nyers ékköveket szórtak volna az arany alapra (Ambroz 1981, 17–18).

A Kárpát-medence régészeti anyagában a gerinces kiképzésű ékkőberakások jellemzően a hun kori gránátékszereken fordulnak elő (Horváth 2012) (6/g-i ábra). Divatszzerű használatuk ehhez a viszonylag szűk időintervallumhoz köthető, ennél fogva korjelző. Ez egészen kivételes a korabeli ékszerek körében, ahol az ékkőmegmunkálás technikája, illetve a berakások térbeli formája általában sem a készítés helyére,

sem annak idejére nem enged következtetni. A berakások nagy része olyan eljárással készült (pl. sík és kaboson csiszolás), amely általánosan elterjedt a díszítőstílus alkalmazásának teljes területén és időszakában. Még az sem jelent előnyt, ha a kövek egyedi kiképzésűek (pl. metszettek vagy relieffel díszítettek), mivel ezek készítési és felhasználási ideje gyakran távol esik egymástól, pl. ha féltett, illetve újrafelhasznált darabokról van szó. Mindezek fényében a gerinces kövek jelenlétének komolyabb jelentőséget tulajdoníthatunk, különösen egy szórvány leletnél, amelynél eleve csak közvetett adatok állnak rendelkezésre. A nagyváradi csüngő értékelésében tehát az ékkőmegmunkálás módja kulcsszerepet játszik. A gerinces kiképzésű kövek azonosításával tisztázni lehetett a tárgy keltezését. Eszerint a nagyváradi csüngő Bóna István feltételezésével ellentétben nem az 5–6. század fordulóján, hanem jóval korábban, a 4. század utolsó harmadától az 5. század első feléig terjedő időszakban, vagyis a hun korban készülhetett.



11. ábra: A gránátberakások kémiai összetétele MgO–CaO kétváltozós diagramon ábrázolva az elektronmikroszkopos EDX adatok alapján. A potenciális gránátlelőhelyek osztályozásának alapja: Greiff (1998); Quast & Schüssler (2000); Mannerstrand & Lundqvist (2003); Calligaro et al. (2002); Gilg et al. (2010; 2018); Then-Obluska et al. (2021). A szürke terület változatos kémiai és gemmológiai jegyekkel rendelkező gránátokat foglal magába, amelyek különböző, ismeretlen telepekből származnak és lehetséges új klasztereket alkotnak. A sárga körbe eső gránátok feltételezett eredete: Srí Lanka (Elahera?) (Calligaro & Périn, 2019 nyomán). A gyenge minőségű elemzések Locock (2008) alapján. Sárga: eredeti ékkőberakások; piros: pótlás. Diagram: Mozzgai Viktória

Fig. 11.: CaO–MgO plot showing the composition of the garnets based on the EDX data. The classification of possible provenances is based on Greiff (1998), Quast & Schüssler (2000), Mannerstrand & Lundqvist (2003), Calligaro et al. (2002), Gilg et al. (2010; 2018); Then-Obluska et al. (2021). The grey area represents garnets with variable chemical and gemmological characteristics that derive from various, unknown deposits and cover possible new clusters: yellow circle: Sri Lanka (Elahera?) (Calligaro & Périn, 2019). Poor quality measurements: based on Locock (2008). Yellow: original garnet inlays; red: replacement. Diagram: Mozzgai Viktória

A rózsacsiszolású gránát egyértelműen utólagos pótlás, az ennyire összetett fazettált forma teljesen idegen a korszaktól, így értelmezése is egészen más irányba mutat. A rózsafarmát a drágaköcsiszolóknak először Hollandiában alkalmazták a 16. század elején (Dudichné & Koch 1935, 67–69). Alul síklapban végződik, felső részét az ún. korona alkotja, amely köré csatlakoznak az oldalsó fazetták (**7/a, d–e ábra**). A teljes hollandi rózsza 24 lapból áll, és kifejezetten a kisméretű köveknél előnyös forma, mivel elkészítése viszonylag csekély anyagvesztéssel jár, szemben pl. a briliáns csiszolással.

Kezdetben a kisebb gyémántokon alkalmazták, ahol a méret miatt kritikus volt a nyersanyag megtartása. Színes köveken csak jóval később jelent meg, a 19. század második felében, a csehgránátok népszerűvé válásával egy időben. Ezzel a megnevezéssel a Csehországból származó, köpeny eredetű, drágakő minőségű pirop gránátokat illették (Kouřimský & Hyršl 2008; Gilg & Hyršl 2014). Jellegzetesen apró (1–3 mm-es) méretük miatt felhasználási területük és megmunkálási módjuk erősen behatárolt (**10/a ábra**). A csehgránáttal díszített ékszerek felületén a sok kis rózsza alakú pirop szemese sűrűn egymás mellett sorakozik a foglalatokban, a vörös szín dominanciáját eredményezve az ötvöstárgyakon (**7/b–c ábra**).

Geológiai előfordulását tekintve a gránát széles körben elterjedt, jellemzően metamorf eredetű ásvány, ebből adódóan képződése és kitermelése is sokféle módon zajlott, illetve zajlik (Koch & Sztrókay 1967; Deer et al. 1997). A népvándorlás kori, kora középkori gránátleletek ásványi nyersanyagának eredet-meghatározása nagy múltra tekint vissza (Mellis 1963). A természettudományos anyagvizsgálatok terén a 20–21. századforduló vízváltású időszak a provenienciakutatások számának ugrásszerű növekedése miatt. A műszeres analitikai módszerek fejlődésével és gyarapodásával egyre több külföldi és hazai régészeti gyűjtemény ékköves anyagáról készült archeometriai elemzés (a legfontosabbak: Greiff 1998; Calligaro et al. 2002; Mannerstrand & Lundqvist 2003; Gilg et al. 2010; Horváth & Bendő 2011; Schmetzer et al. 2017; Calligaro & Périn 2019; Pion et al. 2020; Then-Obluska et al. 2021). A nemzetközi kutatás eredményei alapján az elmúlt évtizedekben folyamatosan fejlődik a régészeti korokban felhasznált gránátok geokémiai (ásványkémi) meghatározása és osztályozása. A vizsgálatba vont gránátok jelenleg hét eltérő típusba (Cluster A–G), valamint egy további felosztást igénylő heterogén csoportba (Group X) sorolhatók (**11. ábra**). Az egyes típusok konkrét geológiai forráshoz kötése csak részben megoldott, és a gránátlelőhelyek gyakorisága miatt a mai napig kihívást jelent a kutatás számára. Az esetek egy részében, a forrást relatív értelemben véve, csak az

ásványt befogadó anyakőzetre, az ásványképződés jellegére és körülményeire következtethetünk. A lokalizálás kulcsát a régészeti és a referenciaként szolgáló ismert kontextusú geológiai minták összehasonlító elemzése jelenti, amely a gránát ásványkémi összetételén túl, a zárványképre és újabban egyes zárványok kémiai összetételére is kiterjed (Gilg et al. 2019).

A nagyváradi csüngő négy eredeti gránátberakása mind gemmológiai, mind ásványkémi szempontból jól körülírható, behatárolható klasztert alkot, ami képződésük azonos jellegére, és közös eredetükre utal (**9., 10. ábra**). A fentebb leírt zárványképet korábbi eredményeink segítségével tudjuk kiértékelni. Az apatit zárványok önmagukban nem specifikusak a befogadó gránátok képződésére, eredetére nézve (Schönig et al. 2018), formai megjelenésüket és összetételüket jelentős diverzitás jellemzi (Gilg et al. 2019). A kérdésben inkább a nagyméretű változataikkal jellemzően együtt jelentkező amfibolszerű tük szolgálnak támpontul, még akkor is, ha utóbbiak konkrét ásványfajtaját egyelőre nem ismerjük. Az amfibolcsoport zárványainak jelenléte – víztartalmuk révén – kizárja a nagy nyomással és magas hőmérséklettel jellemezhető granulit fáciesű gránátképződés lehetőségét, és vagy amfibolit fáciesű (alacsonyabb hőmérsékleten képződő) vagy eklogit fáciesű (nagyobb nyomáson keletkező) kőzetre utal (Schönig et al. 2018). Atipikus zárványkombináció mellett a viszonylag nagy Ca-tartalom (>3 tömeg% CaO) is tovább szűkíti a lehetőségek körét, és eklogit fáciesű, nagy nyomáson metamorfizált bázisos kőzetre enged következtetni (Spear 1995).

A CaO/MgO arány alapján a négy gránát a Sri Lanka-i torlatos lelőhelyekhez kötött heterogén X csoporton belül önálló halmazba tartozik (Rösch et al. 1997; Schüssler et al. 2001) (**11. ábra**), ami újabb típust feltételez a gránátok osztályozásában (Cluster H, Hans Albert Gilg szóbeli közlése alapján). Pontos geológiai lelőhelyük egyelőre ismeretlen, a legújabb vizsgálati eredmények kiértékeléséig csak valószínűsíthetjük, hogy anyakőzetükből kimállva a Sri Lanka-i torlatos lelőhelyeken halmozódtak fel másodlagosan. Az X csoportba sorolható gránátok európai felhasználásának 5. századi virágkora élénk és gördülékeny kereskedelmi kapcsolatról tanúskodik. Megmunkálásuk, illetve felhasználásuk helyszíneire a torlatokhoz közeli kikötőkből kerülhettek el a távolsági kereskedelem vízi útvonalain (Roth 1980; Kessler 2001; Schmetzer et al. 2017, 601–603).

A pótlásként befoglalt ötödik gránát származása teljesen eltér a többitől. Az ásványkémi vizsgálat egyértelműen megerősítette a csiszolási mód alapján feltételezett csehországi eredetet (**11. ábra, 3. táblázat**). A Cr és Ti elemek koncentrációja alapján a lelőhely a Cseh-középhegység térsége

(České Středohoří), amely Prágától mintegy 60 km-re északnyugatra terül el (Gilg et al. 2015). Az innen származó drágakő minőségű pirop ásványok (ún. csehgránátok) köpeny eredetűek, elsődleges előfordulásukat szerpentinesedett ultrabázisos kőzetek (peridotit) jelentik, de az ezek elmállásából keletkezett üledékek is fontos lelőhelyek. A mindössze néhány mm-es kristályszemcsék az üledékek átmosásával nyerhetők ki (Seifert & Vrána 2005).

A gránátok osztályozásában e krómban gazdag piropok a Cluster E képviselői (Gilg et al. 2010) (**11. ábra**). Az archeometriai vizsgálatok eredményei alapján a Cseh-középhegységben már a kora középkorban folyt pirop kitermelés (Farges 1998; Quast & Schüssler 2000; Gilg et al. 2010), közel ezer évvel azt megelőzően, hogy a lelőhelyről írásos beszámoló is készült Georgius Agricola tollából (1546, *De Natura Fossilium*) (Gilg et al. 2015, 1304). A Cluster E piropok felhasználásának eddigi legkorábbi példái az 5. század végére keltezhetők, és a Kárpát-medencéből származnak (Apahida) (Bugoi et al. 2016). Formájuk ekkor természetesen még nélkülözte a fazettákat, a kora középkori ékköcsiszolók kabosonná alakítva érték el, hogy apró méretűk és mély barnásvörös színük ellenére is áteresszék, illetve visszaverjék a fényt (**10/b ábra**). Egyelőre kérdéses, hogy a csehgránát gyűjtése folytonos volt-e az említett első régészeti, illetve írásos források között eltelt évszázadokban, az adatok csak az 1500-as évektől kezdve válnak rendszeressé. Eszerint a nyersanyagra Turnov és Jablonec környékén gránátcsiszoló-ipar települt, és ennek nyomán komoly drágakő- és ékszeripar, sőt drágakőutánzat-gyártó ipar fejlődött ki, amely a 19. század utolsó negyedében élte fénykorát (Dudichné & Koch 1935, 144; Duraj et al. 2015). A nagyváradi csüngőt díszítő Cluster E pirop pótlásként történő felhasználása tehát összhangban van a lokálisan beszerezhető gránát nyersanyag 19. századi népszerűségével, elterjedtségével.

Összegzés

A csüngő történetének három meghatározó és egymástól jól elkülöníthető szakasza van:

- 1) a készítés, viselés és földbekerülés eseményei – hun kor;
- 2) a megtalálás, javítás és újraviselés időszaka – 19. század második fele – 20. század;
- 3) az archeometriai vizsgálat fázisai – 2010-es évek.

Az általunk elvégzett komplex elemzések segítségével sikerült meghatározni a tárgy anyagi és technológiai jellemzőit: az ékkőberakások gemmológiai és ásványkémiai sajátosságait, a fémek alapanyag kémiai (elemi) összetételét, a készítés egyes munkafázisait. Az eredmények kiértékelésével olyan alapvető kérdésekben

juthattunk előrébb, mint a gránátok eredete, kereskedelme, az arany alapanyag lehetséges előélete, a készítés infrastrukturális háttere, továbbá a tárgy keltezése és kulturális kontextusa.

A fent részletesen bemutatott és értelmezett eredmények összefoglalásaként az elvégzett vizsgálatok három fő régészeti jelentőségét emelhetjük ki:

- 1) az előző kutatások megállapításait átértékelve a csüngő az 5–6. század fordulójánál legalább fél évszázaddal korábban, a 4. század végén, 5. század első felében, a hun korban készült;
- 2) az arany alapanyag nem közvetlenül solidi beolvasztásával készült, legfeljebb részben származhatott a hun kori tributumból rendelkezésre álló aranyérmékből;
- 3) az eredeti gránátberakások beszerzése és előállítás a távoli lelőhely (Sri Lanka) és a hosszadalmas szállítás ellenére is hatékony és gördülékeny folyamat volt: a természet által előformált kőveket tömegesen termelték ki a torlatos lelőhely(ek)ről, végleges formájukat pedig viszonylag kevés munkaráfordítással nyerték el.

A csüngő részleteiben egyaránt ott rejlik a régi és az új, a távoli és a lokális, az egyszerű és a kifinomult; ezek a jegyek mind a tárgy fordultatos történetének lenyomatai.

Köszönetnyilvánítás

Témánkat Tóth Mária (Totyi) emléke előtti tiszteletünk és szeretetünk jegyében választottuk ki, tanulmányunkban az ő szellemi örökségét őrizzük. Munkánk részben Horváth Eszter NKFIH OTKA pályázata (PD109234) támogatásával valósult meg. Ezúton köszönjük Hajnal Zsuzsannának és Szenthe Gergelynek (Magyar Nemzeti Múzeum), hogy hozzájárultak és elősegítették a nagyváradi csüngő komplex archeometriai vizsgálatát. Továbbá köszönettel tartozunk Szabó Máténak (ELKH CSFK Földtani és Geokémiai Intézet) az elektronmikroszkopos vizsgálatokért. A vizsgálatokhoz használt ásványszondákat (Smithsonian Microbeam Standards) a Department of Mineral Sciences, National Museum of Natural History, Smithsonian Institution (USA) biztosította.

Irodalomjegyzék

- AMBROZ, A.K. (1981): Vostočnoevropejskie sredne-aziatskie stepi V-pervoj poloviny VIII. vv., in: PLETNEVA, S.A. (ed.): *Archeologija SSSR. Step Evrazii v epohu srednevekov'á*. Moskva, 10–23.
- ANDRÁSI, J. (2008): The Catalogue, in: KIDD, D. & AGER, B. (eds.): *The Berthier-Delagarde Collection of Crimean jewellery in the British Museum and related material*. *British Museum*

Research Publication **166** British Museum Press, Oxford, 33–114.

ARRHENIUS, B. (1977): Metallanalysen von Goldbrakteaten. Vorbericht über ein laufendes Forschungsprojekt. *Frühmittelalterliche Studien* **11** 74–84. <https://doi.org/10.1515/9783112417447-003>

ARRHENIUS, B. (1985): *Merovingian Garnet Jewellery. Emergence and social implications*. Almqvist & Wiksell, Stockholm, 230 pp.

BAUMEISTER, M. (2004): *Metallrecycling in der Frühgeschichte. Untersuchungen zur technischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rolle sekundär Metallverwertung im 1. Jahrtausend n. Chr.* VML Verlag Marie Leidorf, Rahden/Westfalen, 270 pp.

BENDŐ, Zs., OLÁH, I., PÉTERDI, B., SZAKMÁNY, Gy. & HORVÁTH, E. (2013): Csizolt köeszközök és ékkövek roncsolásmentes SEM-EDX vizsgálata: lehetőségek és korlátok. *Archeometriai Műhely* **10/1** 51–61.

BÓNA, I. (1988): Daciától Erdőelvéig. A népvándorlás kora Erdélyben (271–896), in: KÖPECZI, B., MAKKAI, L. & MÓCSY, A. (szerk.): *Erdély története I* Akadémiai Kiadó, Budapest, 107–234.

BUGOI, R., OANȚĂ-MARGHITU, R. & CALLIGARO, T. (2016): IBA investigations of loose garnets from Pietroasa, Apahida and Cluj-Someșeni treasures (5th century AD). *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B* **371** 401–406. <https://doi.org/10.1016/j.nimb.2015.09.038>

CALLIGARO, T. & PÉRIN, P. (2019): Le commerce des grenats à l'époque mérovingienne. *Archéopages, Les archéologues face à l'économie* **5** 109–120.

CALLIGARO, T., COLINART, S., POIROT, J.-P. & SUDRES, C. (2002): Combined external-beam PIXE and μ -Raman characterisation of garnets used in Merovingian jewellery. *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research Section B* **189** 320–327. [https://doi.org/10.1016/S0168-583X\(01\)01078-3](https://doi.org/10.1016/S0168-583X(01)01078-3)

CORTI, C.W. (2019): Jewellery Alloys – Past, present and future, in: *Goldsmiths' Company Jewellery Materials Congress*, 8th–9th July 2019, 1–24.

DEER, W.A., HOWIE, R.A. & ZUSSMAN, J. (1997): *Rock-forming minerals*. Vol. **1A** (second edition) Orthosilicates. The Geological Society, London, 919 pp.

DUCZKO, W. (1985): Birka V. The filigree and granulation work of the Viking Period: an analysis of the material from Björkö. *Birka:*

Untersuchungen und Studien **5** Almqvist & Wiksell International, Stockholm, 118 pp.

DUDICHNÉ, V.M. & KOCH, S. (1935): *A drágakövek. Különös tekintettel a mesterséges drágakövekre*. Királyi Magyar Természettudományi Társulat, Budapest, 468 pp.

DURAJ, M., MARSCHALCO, M., DUDA, R., SITÁNYIOVÁ, D. & MASAROVİČOVÁ, S. (2015): The history of pyrope extraction and processing in the Czech Republic and its significance for geotourism. *Procedia Earth and Planetary Science* **15** 663–668. <https://doi.org/10.1016/j.proeps.2015.08.079>

FARGES, F. (1998): Mineralogy of the Louvres Merovingian garnet cloisonné jewelry: Origins of the gems of the first kings of France. *American Mineralogist* **83** 323–330. <https://doi.org/10.2138/am-1998-3-416>

FOLTZ, E. (1989): Die Herstellung von Golddraht im frühen Mittelalter. *Arbeitsblätter für Restauratoren Gruppe 3 (Edelmetalle)* **22/2** 99–106.

GILG, H.A. & HYRŠL, J. (2014): Garnet deposits in Europe, in: TOUSSAINT, J. (ed.): *Rouges et Noirs. Rubies, grenat, onyx, obsidienne et autres minéraux rouges et noirs dans l'art et l'archéologie*. *Monographies du TreM.a.*, **67** Société Archéologique de Namur, Namur, 144–173.

GILG, H.A., GAST, N. & CALLIGARO, T. (2010): Vom Karfunkelstein, in: WAMSER, L. (ed.): *Karfunkelstein und Seide. Neue Schätze aus Bayerns Frühzeit*. *Ausstellungskataloge der Archäologischen Staatssammlung* **37** München, 87–100.

GILG, H.A., GAST, N. & HYRSL, J. (2015): Chromium pyropes from Bohemia: characterization and identification in archaeological and historical jewellery, in: *Proceedings of the 13th Biennial SGA Meeting*, **4** Nancy, 1301–1304.

GILG, H.A., SCHMETZNER, K. & SCHÜSSLER, U. (2018): An Early Byzantine engraved almandine from the Garibpet deposit, Telangana State, India: Evidence for garnet trade along the ancient Maritime Silk Road. *Gems & Gemology* **54/2** 149–165.

GILG, H.A., SCHÜSSLER, U., KRAUSE, J. & SCHULZ, B. (2019): The use of phosphate inclusions in origin determination of ancient and medieval red garnets, in: *36th International Gemmological Conference – Book of Abstracts*. Nantes, 41–43.

GONDONNEAU, A. & GUERRA, M.F. (1999): The analysis of gold by ICP-MS with a UV laser. Application to the study of the gold currency of the Muslim West Africa, in: YOUNG, S., POLLARD, A., BUDD, P. & IXER, R.A. (eds.): *Metals in*

Antiquity. *BAR International Series* **792** British Archaeological Reports Oxford Ltd., Oxford, 262–270.

GREIFF, S. (1998): Naturwissenschaftliche Untersuchungen zur Frage der Rohsteinquellen für frühmittelalterlichen Almandingranatschmuck rheinfränkischer Provenienz. *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums* **45/2** 599–646. <https://doi.org/10.11588/jrgzm.1998.2.44161>

GREW, E.S., LOCOCK, A.J., MILLS, S.J., GALUSKINA, I.O., GALUSKIN, E.V. & HILLENUS, U. (2013): IMA Report: Nomenclature of the garnet supergroup. *American Mineralogist* **98** 785–811. <https://doi.org/10.2138/AM.2013.4201>

GUERRA, M.F. (2008): An overview on the ancient goldsmith's skill and the circulation of gold in the past: the role of X-ray based techniques. *X-ray Spectrometry* **37** 317–327. <https://doi.org/10.1002/xrs.1013>

GUERRA, M.F. & CALLIGARO, T. (2003): Gold cultural heritage objects: a review of studies of provenance and manufacturing technologies. *Measurement Science and Technology* **14** 1527–1537. <https://doi.org/10.1088/0957-0233/14/9/305>

GUERRA, M.F. & CALLIGARO, T. (2004): Gold traces to trace gold. *Journal of Archaeological Science* **31** 1199–1208. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2002.05.001>

GUEST, P.S.W. (2005): *The late Roman gold and silver coins from the Hoxne treasure*. British Museum Press, London, 160 pp.

GUEST, P. (2008): Roman Gold and Hun Kings: the use and hoarding of solidi in the late fourth and fifth centuries, in: BURSCHE, A., CIOLEK, R. & WOLTERS, R. (eds.): Roman Coins Outside the Empire: Ways and Phases, Contexts and Functions. *Collection Moneta* **82** Moneta, Wetteren, 295–307.

HARDT, M. (2004): *Gold und Herrschaft. Die Schätze europäischer Könige und Fürsten im ersten Jahrtausend*. Oldenbourg Akademieverlag, Berlin, 369 pp.

HAWKES, S.C. (1984): The Amherst Brooch. *Archaeologia Cantiana* **101** 129–151.

HORVÁTH, E. (2012): Ékkő- és üvegberakásos ötvöstárgyak a Kárpát-medence hun kori és kora Meroving-kori leletanyagában. *Közletlen PhD disszertáció*, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest, 270 pp.

HORVÁTH, E. (2013): Gemstone and glass inlaid fine metalwork from the Carpathian Basin: the Hunnic and Early Merovingian Periods. *Dissertationes Archaeologicae ex Instituto Archaeologico Universitatis de Rolando Eötvös nominatae* **3/1** 275–302.

<https://doi.org/10.17204/dissarch.2013.275>

HORVÁTH, E. & BENDŐ, Zs. (2011): Provenance study on a collection of loose garnets from a Gepidic period grave in Northeast Hungary. *Archeometriai Műhely* **8/1** 17–32.

HORVÁTH, E., BENDŐ, Zs. & MAY, Z. (2013): One hundred years later. Characteristics of materials technology and workshop affinities of the polychrome metalwork from Gáva (North-East Hungary), in: HARDT, M. & HEINRICH-TAMÁSKA, O. (eds.): *Macht des Goldes, Gold der Macht. Herrschafts- und Jenseitsrepräsentationen zwischen Antike und Frühmittelalter im mittleren Donauraum. Forschungen zu Spätantike und Mittelalter*, **Bd. 2** Weinstadt, 251–280.

HORVÁTH, E., MOZGAI, V., TOPA, B.A., SZABÓ, M. & BAJNÓCZI, B. (2019): Fine metalwork between two periods: tracing changes in goldsmithing tradition and craft organisation in the mid-to-late 5th-century Carpathian Basin by the investigation of polychrome goldsmiths' works, in: *5th International Conference Archaeometallurgy in Europe 2019– Book of Abstracts*. Miskolc, 23.

KARGOPOL'TSEV, C.Y. & BAZHAN, I.A. (1993): K voprosu ob evolyutsii trekhrogikh pel'tovidnykh lunnits v Yevrope (III–IV vv.) [On problem of evolution of three-horned pelt-shaped lunulae in Europe (III–VI cc.)]. *Peterburgskiy arkeologicheskyy vestnik* **7** 113–122.

KENT, J.P.C. (1972): Gold standards of the Merovingian coinage, A.D. 580–700, in: HALL, E.T. & METCALF, D.M. (eds.): *Methods of chemical and metallurgical investigation of ancient coinage. Royal Numismatic Society Special Publication* **8** Royal Numismatic Society, London, 69–74.

KESSLER, O. (2001): Der spätantik-frühmittelalterliche Handel zwischen Europa und Asien und die Bedeutung des Almandins als Fernhandelsgut, in: POHL, E., RECKER, U. & THEUNE, C. (eds.): *Archäologisches Zellwerk: Beiträge zur Kulturgeschichte in Europa und Asien. Festschrift für Helmut Roth zum 60. Geburtstag. Internationale Archäologie, Studia honoraria* **16** VML Verlag Marie Leidorf, Rahden/Westfalen, 113–128.

KISS, A. (1986): Die Goldfunde des Karpatenbeckens von 5–10. Jh. (Angaben zu den Vergleichsmöglichkeiten der schriftlichen und archäologischen Quellen). *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **38** 105–145.

KOCH, S. & SZTRÓKAY, K.I. (1967): *Ásványtan I–II*. Tankönyvkiadó, Budapest, 936 pp.

KOUŘIMSKÝ, J. & HYRŠL, J. (2008): The fiery-eyed volcanoes of Bohemia, in: GILG, H.A., KILE, D., LIEBETRAU, S., MODRESKI, P.,

- NEUMEIER, G. & STAEBLER, G. (eds.): Garnet – Great Balls of Fire. *Lithographie* LLC, Connecticut, USA, 56–59.
- LA NIECE, S. & COWELL, M. (2008): Crimean Metalwork. Analysis and Technical Examination, in: KIDD, D. & AGER, B. (eds.): The Berthier-Delagarde Collection of Crimean jewellery in the British Museum and related material. *British Museum Research Publication* **166** British Museum Press, Oxford, 151–160.
- LEUSER, J. (1949): Über die Besonderheiten der Edelmetalllegierungen im Schmuckgewerbe. *Metall* **3** 105–110.
- LOCOCK, A.J. (2008): An Excel spreadsheet to recast analyses of garnet into end-member components, and a synopsis of the crystal chemistry of natural silicate garnets. *Computers & Geosciences* **34** 1769–1780.
<https://doi.org/10.1016/j.cageo.2007.12.013>
- MANNERSTRAND, M. & LUNDQVIST, L. (2003): Garnet chemistry from the Slöinge Excavation, Halland and additional Swedish and Danish excavations – comparisons with garnet occurring in a rock context. *Journal of Archaeological Sciences* **30/2** 169–183.
<https://doi.org/10.1006/jasc.2000.0583>
- MANUTCHEHR-DANAI, M. (2009): *Dictionary of Gems and Gemology*. 3rd ed., Springer Verlag, Berlin–Heidelberg–New York, 1037 pp.
- MELLIS, O. (1963): Mineralogische Untersuchungen an Granaten aus in Schweden gefundenen Schmuckgegenständen der Merowinger- und Karolingerzeit. *Arkiv för mineralogi och geologi* **3/15** 297–362.
- MOZGAI, V. (2017): Aranyleletek archeometriai kutatásának lehetőségei, in: RIDOVICS, A., BAJNÓCZI, B., DÁGI, M. & LŐVEI, P. (szerk.): *Interdiszciplinaritás. Archeometriai, régészeti és művészettörténeti tanulmányok*. Magyar Nemzeti Múzeum–Szépművészeti Múzeum, Budapest, 225–241.
- NAGY, M. (2007): Tierdarstellungen und der germanische Tierstil I im Gebiet der Mittleren Donau (3.-6. Jahrhundert n. Chr.) / Állatábrázolások és az I. germán állatstílus a Közép-Duna-vidéken (Kr. u. 3-6. század). *Monumenta Germanorum Archaeologica Hungariae* **5** Budapest, 131 pp.
- OANȚĂ-MARGHITU, R., NICULESCU, G. ȘECLĂMAN, D., BUGOI, R. & GEORGESCU, M. (2009): The gold belt buckle from Apahida III (Romania), 5th century AD. *ArchéoSciences, revue d'archéométrie* **33** 227–233.
<https://doi.org/10.4000/archeosciences.2250>
- ODDY, W.A. & MEYER, V.E.G. (1986): The analysis of the gold finds from Helgö and their relationships to other Early Medieval gold, in: LUNDSTRÖM, A. & CLARKE, H. (eds.): *Excavations at Helgö X. Coins, Iron and Gold*. Kungl. Vitterhets Historie och Antikvitets akademien, Stockholm, 153–178.
- PINGEL, V. (1995): Technical aspects of prehistoric gold objects on the basis of material analyses, in: MORTEANI, G. & NORTHOVER, J.P. (eds.): *Prehistoric gold in Europe. Mines, metallurgy and manufacture*. Springer, Dordrecht – Boston – London, 385–398.
- PION, C., GRATUZE, B., PÉRIN, P. & CALLIGARO, T. (2020): Chapter 36. Bead and garnet trade between the Merovingian, Mediterranean, and Indian Worlds, in: EFFROS, B. & MOREIRA, I. (eds.): *The Oxford Handbook of the Merovingian World*. Oxford University Press, New York, 819–859.
- QUAST, D. & SCHÜSSLER, U. (2000): Mineralogische Untersuchungen zur Herkunft der Granate merovingzeitlicher Cloisonnéarbeiten. *Germania* **78** 75–96.
<https://doi.org/10.11588/ger.2000.1>
- ROTH, H. (1980): Almandinhandel und -verarbeitung im Bereich des Mittelmeeres. Zum archäologische Befund und der schriftlichen Überlieferung in der Spätantike und in frühen Mittelalter. *Beiträge zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie* **2** 309–335.
- RÖSCH, C., HOCK, R., SCHÜSSLER, U., YULE, P. & HANNIBAL, A. (1997): Electron microprobe analysis and X-ray diffraction methods in archaeometry. Investigations on ancient beads from the Sultanate of Oman and from Sri Lanka. *European Journal of Mineralogy* **9** 763–783.
<https://doi.org/10.1127/EJM/9/4/0763>
- SCHMETZER, K. (2020): Baroque-Era Rose Cuts of Colored Stones: Highlights from the Second Half of the Seventeenth Century. *Gems & Gemology* **56/4** 458–482.
- SCHMETZER, K., GILG, H.A.; SCHÜSSLER, U., PANJIKAR, J., CALLIGARO, T. & PÉRIN, P. (2017): The linkage between garnets found in India at the Arikamedu archaeological site and their source at the Garibpet deposit. *The Journal of Gemmology* **35/7** 598–627.
<http://dx.doi.org/10.15506/JoG.2017.35.7.598>
- SCHÖNIG, J., MEINHOLD, G., von EYNATTEN, H. & LÜNSDORF, N.K. (2018): Provenance information recorded by mineral inclusions in detrital garnet. *Sedimentary Geology* **376** 32–49.
<https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2018.07.009>
- SCHÜSSLER, U., RÖSCH, C. & HOCK, R. (2001): Beads from ancient Sri Lanka – first results

of a systematic material analysis, in: WEISSHAAR, H.-J., ROTH, H. & WIJEYAPALA, W. (eds.): Ancient Ruhuna. Sri Lankan-German archaeological project in the southern Province. Vol. 1 (*Materialien zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie* **58**). Philipp von Zabern, Mainz, 227–242.

SEIFERT, A.V. & VRÁNA, S. (2005): Bohemian garnet. *Bulletin of Geosciences* **80/2** 113–124.

SPEAR, F.S. (1995): *Metamorphic Phase Equilibria and Pressure-Temperature-Time Paths*. Mineralogical Society of America, Washington, 799 pp.

STANDISH, C., DHUIME, B., CHAPMAN, R., COATH, C., HAWKESWORTH, C. & PIKE, A. (2013): Solution and laser ablation MC-ICP-MS lead isotope analysis of gold. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* **28** 217–225.
<https://doi.org/10.1039/C2JA30277B>

STANDISH, C.D., DHUIME, B., HAWKESWORTH, C.J. & PIKE, A.W.G. (2014): New insights into the source of Irish Chalcolithic and Early Bronze Age gold through lead isotope analysis, in: MELLER, H.H., RISCH, R. & PERNICKA, E. (eds.): *Metals of power – Early gold and silver – Part I*, Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt –

Landesmuseum für Vorgeschichte Halle, Halle (Saale), 209–222.

SZENTHE, G., MOZGAI, V., HORVÁTH, E. & BAJNÓCZI, B. (2019): Hun kori áldozati leletgyűttes Telki határából. Előzetes jelentés. *Magyar Régészet Online Magazin* **2019 (Tavaszi)** 9–19.

http://files.archaeolingua.hu/2019TA/Upload/Szenthe_H191.pdf

THEN-OBŁUSKA, J., GILG, H.A., SCHÜSSLER, U. & WAGNER, B. (2021): Western connections of Northeast Africa. The garnet evidence from late antique Nubia, Sudan. *Archaeometry* **63/2** 227–246.
<https://doi.org/10.1111/arcm.12607>

UNTRACHT, O. (1968): *Metal Techniques for Craftsmen: A Basic Manual for Craftsmen on the Methods of Forming and Decorating Metals*. Doubleday, New York, 509 pp.

WATLING, R.J., HERBERT, H.K., DELEV, D. & ABELL, I.D. (1994): Gold fingerprinting by laser ablation inductively coupled plasma-mass spectrometry. *Spectrochimica Acta* **49/B-2** 205–219.
[https://doi.org/10.1016/0584-8547\(94\)80019-7](https://doi.org/10.1016/0584-8547(94)80019-7)

WHITFIELD, N. (1998): The manufacture of beaded wire: experiments and observations. *Jewellery Studies* **8** 57–86.