

tált jel szélesedését okozza [3, 4]. A maradó feszültség méréseket sok esetben nemcsak a felületen, hanem elektrokémiai oldással a felület alatti rétegekben is szokásos meghatározni, így a dekarbonizálódott rétegvastagság röntgendiffrakciós alapokon történő meghatározásához adottak az instrumentális feltételek. Különböző hőntartási idővel 900 °C-on dekarbonizált próbadarabokat készítettünk, melyen az Xstress Robot központ nélküli diffrakto-méterrel maradó feszültség méréseket végeztünk. A feszültségmérésen túl az interferenciafüggvény egyéb jellemzőit, mint a félértékszélesség változását is vizsgáltuk. A röntgendiffrakciós vizsgálat mellett keménységfutas- és szövetvizsgálatot is végeztünk. Megállapítottuk, hogy a röntgendiffrakciós vizsgálati módszer akkor is jelzi a dekarbonizáció tényét, ha az csak olyan mértékű, hogy szöveti változást még nem okoz. Az előzetes feltételezésünk is bizonyítást nyert, miszerint a félértékszélesség megbízhatóan jelzi a dekarbonizáció jelenlétét. Eredményeink egyik legfontosabb üzenete, hogy a dekarbonizációból eredő szöveti változás, vagyis a kisebb keménységű ferrit, perlit szövet megjelenése nemcsak a keménységet csökkenti, de a nagyon veszélyes húzófeszültség megjelenését is okozza.

A jövőbeni terveink, hogy a vizsgálatainkat a dekarbonizáció szélsőértékei irányába szeretnénk kiterjeszteni, illetve az így felállított kalibrációs görbét cementálási folyamatokkal is ellenőrizni kívánjuk.

#### Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutatómunka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakoso-

dást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával, valamint az információs és technológiai minisztérium ÚNKP-19-2 kódszámú új nemzeti kiválóság programjának szakmai támogatásával valósult meg.

#### Irodalom

- [1] *Sepsi, M., Mertinger, V., Benke, M.* (2019): Sample cutting-free pole figure measuring method for centreless diffractometers in modified X mode. *Materials Characterization*, 351–357.
- [2] *Totten, G. E.* (2007): *Steel Heat Treatment Metallurgy and Technologies*. USA: CRC Press Taylor & Francis Group.
- [3] *Bárczy, P., Fuchs, E.* (1981): *Metallográfia I.* Budapest: Tankönyvkiadó.
- [4] *Krawitz, A. D.* (2001): *Introduction to Diffraction in Materials Science and Engineering*. New York: John Wiley & Sons.
- [5] *Davis, J. R.* (1991): *ASM Handbook 4 Heat Treating*. USA: ASM International.
- [6] *Verő, J., Káldor, M.* (1971): *Vasötvözetek fémtana*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- [7] *Haimbaugh, R. E.* (2001): *Practical induction heat treating*. Ohio USA: ASM International.
- [8] *Tuskó, L., Végvári, F.* (1997): *Anyagvizsgálat*. Kecskemét.
- [9] *Cseh, D.* (2018): *Maradó feszültség relaxációja fűrésztő igénybevétel közben*. Miskolci Egyetem: PhD-értekezés.

GYÖRKE RÉKA – SZÓRÁDI SÁNDORNÉ – MÁRKUS GÁBOR – NAGY ANDREA – TÖRÖK BÉLA – TÖRÖK TAMÁS ISTVÁN

## Nagylózs, Szentpéteri-dűlő 6. századi temetőjéből származó nemesfém leletegyüttes felületkezelésének metallurgiai vonatkozásai

*A fémművesség kialakulásával, később a kohászati/metallurgiai műveletekkel, a fegyvergyártástól a dísztárgyak és ékszerek készítéséig, nagyon sokféle fémtermék előállítására és felületkikészítésére adott feladatot a szakmák mestereinek. Az évszázadokkal ezelőtt gyártott fémtermékek ma már jobbára csak régészeti leletekként kerülnek elő olyan ásatásoknál, mint amilyen az M85 gyorsforgalmi útépitéshez kapcsolódóan folyt Győr-Sopron-Moson megyében a Nagylózs, Szentpéteri-dűlő régészeti lelőhelyen. A feltárt 6. századi temetőrészlet gazdag leletanyagából arany, aranyozott és ezüst viseleti tárgyak is előkerültek, melyek elemzésénél néhány metallurgiai és felülettechnikai, illetve felületvédelmi kérdés is felmerült.*

#### Bevezetés

A M85 gyorsforgalmi út kivitelezést megelőző régészeti kutatások során 2018-ban Nagylózs település határában kora népvándorlás kori temetőt tártak fel. A 6. században itt élt germán népesség 106 temetkezési helyét tárta fel a győri Rómer Flóris Művészeti és Történelmi Múzeum régészeti

osztályvezetője, Nagy Andrea által koordinált csapat, Márkus Gábor és Cséki Andrea régészek vezetésével. A halottakat gazdagon felékszerezve, esetenként fegyvereikkel együtt helyezték végső nyugalomra. Jellegzetes leletek voltak az S alakú aranyozott és az állatfejes gombokban végződő ezüst- és bronzfibulák, illetve övcsatok [1].

A leletanyag részletes és beható elemzése egyrészt

jelentős a korszakkal foglalkozó régészek számára, másrészt a tárgyak metallurgiai vizsgálata a korszak nemesfém-ötvözési, -felhasználási és -alakítási szokásaihoz ad új információkat. A tárgyak megfelelő felületkezelése, restaurálása teszi lehetővé megőrzésüket a jövő szakemberei számára.

### Arany- és ezüsttárgyak tisztítása és konzerválása. Irodalmi áttekintés

Arany és aranybevonatos régészeti leletek konzerválása nagy kihívás a szakemberek számára. A tiszta arany csekély kémiai reakciókészsége mellett nagyon lágy, mechanikailag könnyen megsérül és gyorsan kopik, még nagyobb odafigyelést igényel az ezüstnemű tisztítása és konzerválása. Nemesfém- és fémtárgyak felületkezelésének bőséges az irodalma [2], és rendszeresen szerveznek konferenciákat is [3].

Jelentős *M. Inaba* összefoglaló tanulmánya [4] az ezüsttárgyak felületi korróziós elváltozásairól, az úgynevezett „feketedésükről”. Kiemeli, hogy nemcsak a szemmel már érzékelhető felületi korróziós elváltozásokra kell figyelni, hanem a szemmel még észrevehetetlen folyamatokra is. A felülettisztításra a felületi korrózió mértékétől függően többféle ezüsttisztító szert és módszert (vegyszeres mártásos, nedves-habos lemosó, impregnált tisztítókendős töröléses stb.) is ajánl, amelyek titkos összetevői között szerepelnek ásványi savak, felületaktív adalékok, tisztítószerek, szappanok, szerves komplexképző vegyületek, feketedést gátló inhibitorok, szilika, bizonyos kozmetikai jellegű illatosítók és egyéb sűrítő és színező adalékok.

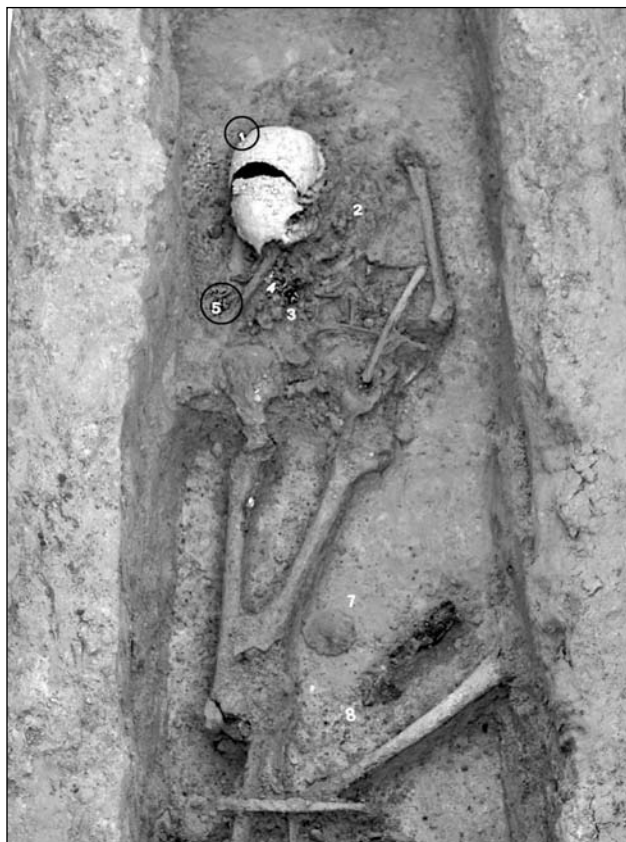
Inaba az ezüst felületi korróziós folyamatairól (ún. feketedés) általánosságban megállapítja, hogy

- száraz levegőn az ezüst nem feketedik,
- a feketedés először feltehetően a felületre kondenzálódott vízfilmbe indul el,
- a feketedést zömében ezüst-szulfid vegyületképződés adja,
- 70-80%-nál nagyobb relatív páratartalomnál gyorsabb a feketedés,
- szerves kénvegyületek (a hidrogén-szulfidhoz képest) gyorsabban okoznak feketedést,
- réz- és vasszennyezés is hozzájárul az intenzívebb feketedéshez (elektrokémiai hatás is szerepet játszik),
- töményebb hidrogén-szulfid jelenlétében a nitrogén-oxidok és a klór is gyorsítja a szulfidképződést,

- klórgáz (pl. a fehérítő szerekből) és a nátrium-klorid (pl. izzadságból) is reagál az ezüsttel (AgCl korróziós termék képződik),
- nagyon kicsi, feketének látszó ezüstszemcsék keletkezhetnek ezüst vegyületek redukciója során UV fény hatására, ez 240 nm alatti UV tartományban erőteljesebb.

Az ezüsttárgyak felülettisztítás utáni konzerválása során arra kell törekedni, hogy a felületet jól elzárjuk attól a környezettől, amelyben tárolásra vagy kiállításra, vitrinbe kerül. Ebből a célból manapság leggyakrabban inhibitor adalékos (korróziós és UV-gátló inhibitor) szerves lakkbevonatokat használnak.

*S. Grassini* [5] a hagyományos módszerekkel (pl. alkáli ditionátos vizes mosóoldattal) előkezelt/tisztított felület finomtisztítására még egy további, kisnyomású hidrogén-plazmás tisztítást is kipróbált. Az egyik védőlakkos eljárást



■ 1. ábra. S fibulapár az S-696 sírban (1. és 5. számú melléklet)

**Györke Réka** okl. régész, anyagmérnök, 2014-ben diplomázott a Szegedi Tudományegyetem Bölcsészettudományi Karán archeometriá, népvándorlás koros régészként, majd 2020-ban a Miskolci Egyetem Anyagmérnöki BSc-képzését fejezte be metalurgia és felületkezelés specializációban. Jelenleg a győri Rómer Flóris Művészeti és Történelmi Múzeum ásatásvezető régésze, muzeológusa.

**Szórádi Sándorné** okl. restaurátor, 2007-ben régészeti szakrestaurátor, majd 2015-ben a Magyar Képzőművészeti Egyetemen szilikát restaurátorművész képesítést szerzett. A Terra Antica Kft. vezetőjeként elsősorban a győri Rómer Flóris Művészeti és Történelmi Múzeum régészeti korú tárgyainak restaurálását végzi, illetve a terpei „in situ” leltérszedést koordinálja.

**Márkus Gábor** okl. régész, diplomáját 2000-ben szerezte az Eötvös Loránd Tudományegyetem Bölcsészettudományi Karán.

1998 óta az Archeodata 1998. Bt. vezetője, számos helyen végzett/vezetett régészeti feltárásokat, beleértve a Nagylózs, Szentpéteri-dűlő régészeti lelőhelyet is. Kutatási területe a kora népvándorlás kor, emellett régészeti lelőhelyek műszeres geofizikai felderítésével, kutatásával foglalkozik.

**Nagy Andrea** okl. régész, 2006 óta a győri Rómer Flóris Művészeti és Történelmi Múzeum régésze, 2011 óta Régészeti Osztályának vezetője. 2003-ban az Eötvös Loránd Tudományegyetem Bölcsészettudományi Karán szerzett régész végzettséget népvándorlás kor szakirányon. Szakterülete a kora népvándorlás kor, azon belül is elsősorban Győr-Moson-Sopron megye germán és kora avar kori emlékeinek kutatása.

**Török Béla** szakmai életrajzát 2018/3. számunkban közzöltük.

**Török Tamás István** szakmai életrajzát 2018/5-6. számunkban közzöltük.

pedig úgy módosították, hogy a Paraloid B72 akrilgyantás lakknak az acetonnal hígított oldatához nanoszemcsés alumínium-oxid port kevertek (ultrahanggal homogenizált szuszpenzióban), majd ezzel képeztek vékony bevonatokat az előzetesen finomtisztított tárgyak felületén. A megszikkadt, nanoszemcsékkel erősített bevonatok vastagsága 7-10 µm közötti volt.

S. Grassini a plazmatechnológiás felületkezelések [6, 7] egyik változatát szervesetlen, szilícium-oxidos (SiO<sub>x</sub>) védőfilmek leválasztására is kipróbálta, melyhez egy saját építésű és rádiófrekvenciás (13,56 MHz) gerjesztésű plazmakészülék (PECVD reaktor) használtak, melynek kisnyomású (5 Pa) munkaterébe az argon és oxigén vivő-, illetve plazmagázokkal együtt illékony tetraetoxiszilán (TEOS) prekursor szerves szilíciumvegyületet is bejuttatva, a bevonandó ezüsttárgy felületére SiO<sub>x</sub> vékonyfilmet választottak le 500 nm vastagságban. Ezzel a vákuumtechnikai vékonyréteg-növesztő eljárással rokon, ún. ALD-módszert (ALD = atomic layer deposition) használták.

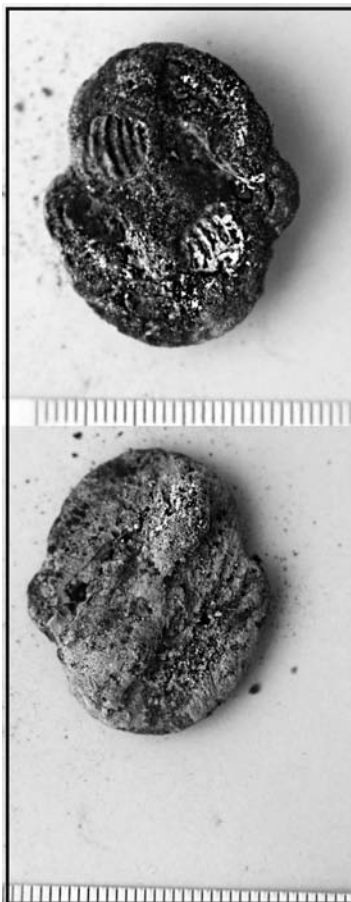
L. Paussa és társai [8] gyakorlatilag atomi vastagságú monorétegek egymásra építése által kétrétegű, 45 + 45 µm vastag és tömör Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub> oxidfilmekkel burkolták be az ezüstbevonatos mintalemezeket. A korrózióállósági tesztek (H<sub>2</sub>S tartalmú atmoszférában) a szokásosan használt védőlakkhoz képest többszörösen jobb védőhatást mutattak.

A fentebbi, meglehetősen újszerű és egyelőre csak kísérleti jellegű védőbevonatok alkalmazásának bevezetésére a gyakorlatba lehet számítani, és a jövőben akár a szélesebb körű alkalmazásukra is.

### A vizsgált S fibulapár konzerválás, tisztítás előtti állapota

Egy fiatal nő aranyozott ezüst, almandin berakásos S fibulapárját választottuk ki vizsgálatra az S-696 jelű sírból (1. ábra). A kora népvándorlás korban a fibulák a női viselet egyik jellemző elemei voltak, a felső ruházatot a mellkason, az áll alatt párban, általában egymás alatt viselve kisfibulákkal, esetünkben S fibulákkal rögzítették.

A fibulapár mindkét darabja aranyozott ezüst, öntött, ékvésszel germán állatstílusban díszített S fibula, aranylemez alátéttel ellátott foglalatban almandin berakással. Előkerülésükkor vastag, amorf fémsókkal kötött földtömeg vette őket körül, ezért a tárgyak alakja és jellegzetességei csak a mechanikus tisztítás során tűntek elő. A lazább talajmaradványok alatt a sírleletekre jellemző erősen kénes, karbonátos környezet miatt a zöldes-szürkés, keményebb korróziós rétegek eleinte csak a réz jelenlétére utaltak. A fibulák azonban aranyozott ezüstnek bizonyultak, amit az óvatos tisztítás során előbukkanó, helyenként megmaradt aranyfelület és a tárgy viszonylag ép, egybefüggő fekete bevonata (ezüst-szulfid) mutatott (2. ábra).



2. ábra. S-696 sír, 5. melléklet (S fibula) restaurálás előtti állapota, felső kép: előoldal, alsó kép: hátoldal)

### Az S fibulapár tisztítása és konzerválása

A fémbevonatos régészeti tárgyak kezelésénél figyelembe kell venni bizonyos sajátosságokat, ha a bevonatolás akár hidegen illesztéssel, akár tűzi úton, illetve „egybekovácsolással” készült. A két fém között víz jelenlétében a talajban elektrolitikus bomlási folyamat indul. A szelektív korróziós folyamat során a kevésbé nemes fém anyaga károsodik, és a környezetben lévő anyagoktól függően különböző sókká alakul. A sírleleteknél, megfelelő talajviszonyok mellett viszonylagos előnyt jelent, hogy a holttest lebomlása során kénben gazdag környezet alakul ki. Az ezüsttárgyak felületén sok esetben elsőként a viszonylag stabil ezüst-szulfid réteg keletkezik, amely a későbbiekben védelmet nyújt a tárgy anyagának.

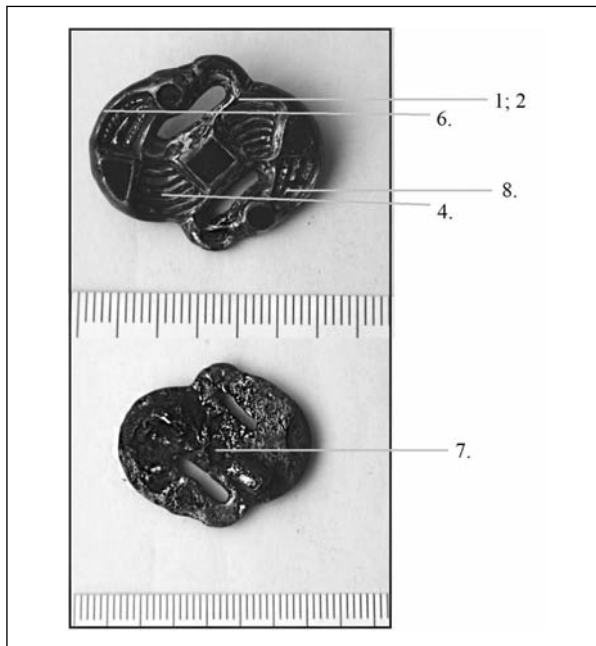
A tisztítást száraz, mechanikus tisztítással kezdtük, a szennyeződések óvatos lebontásával különböző kézi szerszámok, kefék, fogászati csiszoló, marók segítségével. A tárgy felületének kibontásakor felszínre került aranyozást ez a tisztítási mód veszélyeztette, ezért a kezelést vegyszeres úton folytattuk.

A tisztítás során olyan vegyszeres kezelést alkalmaztunk, amely a kialakult ezüst-szulfid réteget és az aranyozás

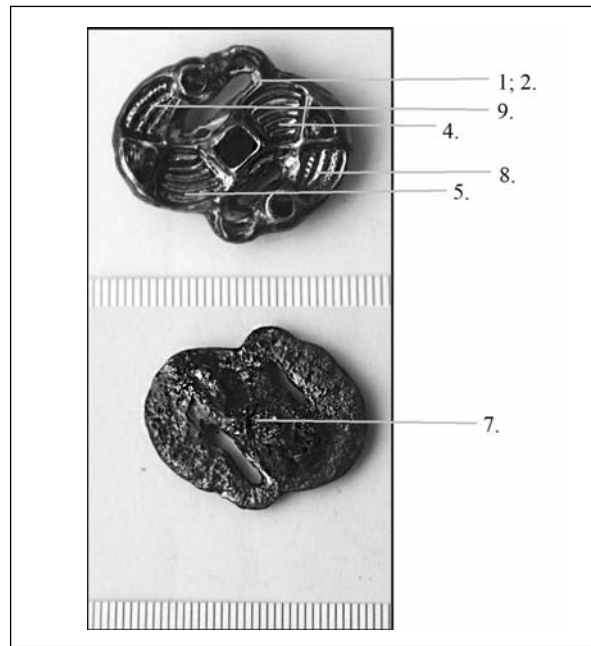
alatt lévő, a tárgy réztartalmából származó réz-oxidot nem bontja le, ugyanis a vegyszer bejuthat a vékony aranyréteg alá és meggyengíti azt. Ezen szempontoknak jól megfelelt az ammóniás kálium-karbonát oldatos kezelés, amely oldotta az ásványi ráakódásokat, a kloridokat, a színes rézvegyületeket, a CuO réz-oxidot stb., de meghagyta a Cu<sub>2</sub>O réz-oxidot és az ezüst-szulfid réteget. Az eljárás alkalmas niellos tárgyak kezelésére is. 80 g K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-ot oldottunk vízben, hozzáadva 400 ml cc. NH<sub>4</sub>OH-ot, majd vízzel kiegészítettük 1000 ml-re. Az oldat az ammóniatartalom miatt levegő jelenlétében erősen reakcióképes, ezért a tárgyakat teljesen belemerítve áztattuk úgy, hogy az oldat a tárgyakat legalább 2 cm-rel folyamatosan ellepje. A kezelés lassú, napokig eltartó, és állandó felügyeletet igényel. A kezelés után a felületen megmaradt a szulfidréteg, illetve így az aranyozás nyoma is. A tárgyak konzerválása Paraloid B72 acetonos oldatával történt.

### Az S fibulapár kémiai összetételének vizsgálata

A kémiai összetétel roncsolásmentes meghatározására a fibulapáron Oxford Instrument X-MET8000 Expert hordozható, energiadiszipatív röntgenfluoreszcens spektrométerrel felszíni ED-XRF-vizsgálatokat végeztünk. A módszer gyors és alapvető információt szolgáltat akár heterogén anyag felületén is, a vizsgált anyag minőségétől függően mintegy 100-150 µm mélységig, pontszerű kémiai



■ 3. ábra. S-696 sír, 1. számú melléklet (S fibula) restaurálás utáni állapota a mintavételi helyek feltüntetésével, felső kép: előoldal, alsó kép: hátoldal



■ 4. ábra. S-696 sír, 5. számú melléklet (S fibula) restaurálás utáni állapota a mintavételi helyek feltüntetésével, felső kép: előoldal, alsó kép: hátoldal

összetételekről. A készülék pontossága 0,1% nagyságrendű, az analitikai mérés pontossága pedig 0,2-1 rel.% közötti, ami megfelelő kalibrációval és adatkezeléssel érhető el. Az S fibulapár mérésénél háromféle módszert (sztenderdet) használtunk. A tárgyak összetételét az ún. Alloy LE FP (Light Elements Fundamental Parameters) módszerrel célszerű meghatározni, amivel a műszerrel mérhető elemek legszélesebb skáláját lehet jól detektálni, beleértve a kisebb (de  $Z=12$ -nél nagyobb) rendszámú elemeket, mint pl. Mg, Al és Si. Ezek után a méréseket Alloy FP sztenderddel is megismételtük, amely már csak valóban az ötvözetben lévő komponenseket mérte, szintén 0%-tól 100%-ig, tehát elmaradt az összetételből a felületen megtapadt szennyeződés, konzerváló anyag maradványa stb. Végül a kifejezetten nemesfém ötvözetekre készített sztenderddel (Precious FP) végeztünk több ponton is méréseket mindkét tárgyon, minden esetben 30 másodperces mérési idővel. A mérések közül néhányánál kollimátort is alkalmaztunk – megvilágított kameraképpel mód van a mérés pontos helyének meghatározására –, mivel az aranyszínű bevonat kopása és az almandin kövek heterogénné tették a tárgyak felületét (3–4. ábra).

A mérések eredményeit tömeg%-ban az 1. táblázat mutatja. A táblázatban nem jelenítettük meg a külső szennyezőelemeket. A fibulapár ötvözetének kémiai összetételét a vas oszlopával kezdődő és attól jobbra található elemek adatai mutatják. A vas esetében felmerülhet a kollimátor használata nélküli méréseknél az almandin kövek befolyásoló hatása, mivel az valójában vas-alumínium nezo-szilikát (alumíniumot és szilíciumot a nemesfém sztenderd nem mér).

A fibulák alapötvözete kis ón-, ólom- és cinktartalmú réz-ezüst ötvözet, amely részben vagy egészében aranybevonatot kapott. Az arany- és a higanytartalom egymással egyenes arányos változása az összetételben a tűzi aranyo-

zás (amalgámozás) módszerére utal. Az amalgámozás során higannyal keverték az aranyat, és az így kapott anyagot felkenték az aranyozni kívánt részekre. A felületet hevítve a higany döntő része elillan, az arany pedig kirakódik, ráég a felületre. Mindig marad vissza valamennyi higany, ami mérhető indikátora lehet az aranyozási eljárásnak. Hasonló eljárás technikai részleteiről ír Theophilus Presbyter *Schedula diversatum artium c.* gyűjteményes munkájában a 12. század elején [9]. Minimális aranyat ezeknél a méréseknél is detektáltunk, higany nélkül, itt nyilván nem felszíni aranyozásról van szó, hanem az alapfém is tartalmazhat nagyon kevés aranyat. A mért összetételek arra utalnak, hogy az alapötvözet ezüstből és rézötvözetből áll, amely utóbbi esetében az ón-, ólom- és cinktartalom inkább szennyezőnek, mint szándékos ötvözőnek tűnik. Léteznek ugyan 2-4% óntartalmú, szándékosan ötvözött bronzok is, de ilyen óntartalom kerülhet akár közvetlenül a kohósított rézércből is a fémbe. Ugyanakkor nem szabad elfeledni azt sem, hogy a tárgy felületének közelében hosszú évek korróziós folyamatai miatt az ón és az ólom is dúsulhatott, tehát az ötvözet belsejében a réz valójában sokkal kevesebbet tartalmazhat belőlük. Mindkét tárgy esetében a 7-es sorszámú mérés történt a fibula hátoldalán, érdekes, hogy itt a műszer egyik esetben sem detektált ónt mérhető mennyiségben. Ennek magyarázata lehet, hogy a domború oldalon, a tárgy színén a réz korróziója folytán az ón jobban dúsult a felületen – mivel ez inkább ki volt téve az oxidáló körülményeknek – mint a homorú hátoldalon, amely a viselet alatt mindvégig takarva volt; illetve az is, hogy a domború és homorú felületről másként verődnek vissza és detektálódnak a röntgensugarak a méréskor.

### Összegzés

A vizsgálat alá vont két S fibula kémiai összetételében

jelentős eltérés nem volt. Mindkét darabot feltételezhetően ugyanabból a kis ón-ólom- és cinktartalmú réz és ezüst ötvözetéből készítették, majd rekeszes almandin-berakással, ékvéséssel és felületüket tűzi aranyozás technikával díszítették. Az előkerüléskor megfigyelt zöldes-szürkés, keményebb réteg az alapanyag korróziós terméke. A korróziós réteg száraz, mechanikus módszerrel történő eltávolítását, az alatta helyenként megmaradt aranyfelületének és a tárgy viszonylag ép, egybefüggő ezüst-szulfid rétegének ammóniás, kálium-karbonát oldatos tisztítása követte. A konzerválása Paraloid B72 acetonos oldatával történt, biztosítva így a tárgyak környezettől, más érintkező felületektől való elzárását.

A fibulák megfelelő felületkezelése (tisztítás, konzerválás) elengedhetetlen olyan további kutatási adatok meghatározásához (kémiai összetétel, készítés-technika stb.), melyek lehetőségeket biztosítanak, akár a tárgyalta temető, akár a teljes horizont nemesfém leletein keresztül egy germán népcsoport megismeréséhez és esetleg további népcsoportokkal való kapcsolataik kimutatásához.

## Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutatómunka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

## Irodalom

- [1] Márkus G., Cséki A.: Nagylózs, Szentpéteri-dűlő lelőhely. In: M85 Csorna II. – Sopron kelet I. szakasz, Túl a félúton, Győr, 2019. 42–47.
- [2] Corrosion and conservation of cultural heritage metallic artefacts, Eds.: P. Dillmann, D. Watkinson, E. Angelini

1. táblázat. Az XRF-mérések eredményei, tömeg%-ban

Mintajelzés, mérési hely	Mérési módszer	Mg	Al	Si	S	Fe	Cu	Zn	Ag	Sn	Au	Hg	Pb
858 - 1	Alloy_LE_FP	5,78	6,75	9,37	2,15	30,86	9,35	0,55	26,08	1,93	6,01	0,61	0,42
858 - 2	Alloy_FP					15,91	14,00	0,69	48,41	2,56	15,48	1,91	0,50
858 - 3	Alloy_FP					19,52	16,12	0,97	38,28	3,25	18,10	1,94	0,81
858 - 4	Precious_FP					2,11	18,71	1,23	49,20	4,34	20,41	2,27	1,33
858 - 5	Precious_FP					30,17	13,42	0,90	39,03	2,40	11,68	1,35	1,06
858 - 6	Precious_FP					1,29	17,97	1,29	53,71	4,27	18,00	2,19	1,28
858 - 7	Precious_FP					3,49	43,72	1,18	48,58		0,31		0,32
858 - 8	Precious_FP					1,42	22,12	1,14	54,84	1,12	18,21	0,33	0,82
862 - 1	Alloy_LE_FP	2,93	0,93	2,02		14,51	17,93	0,69	39,57	2,34	16,30	2,12	0,39
862 - 2	Alloy_FP					25,74	12,56	0,38	43,75	1,24	13,68	1,93	0,23
862 - 3	Alloy_FP					6,94	20,96	0,88	39,96	2,93	23,51	3,19	0,62
862 - 4	Precious_FP					5,78	21,28	0,88	42,39	2,22	23,52	3,12	0,81
862 - 5	Precious_FP					7,74	18,23	0,71	45,96	1,64	21,83	3,23	0,65
862 - 6	Precious_FP					15,78	18,93	0,71	38,46	1,61	20,95	3,01	0,56
862 - 7	Precious_FP					2,89	58,71	1,60	32,26		0,26		0,72
862 - 8	Precious_FP					3,68	15,00	0,77	52,73	2,03	21,77	3,28	0,75
862 - 9	Precious_FP					12,42	21,08	0,96	43,13	1,74	17,31	2,53	0,81
862 - 10	Precious_FP					20,39	19,24	0,85	41,04	1,46	14,26	1,99	0,78

- and A. Adriaens, European Federation of Corrosion Publications Number 65, Woodhead Publ., 2013.
- [3] Metals Conservation: 7th International Restorer Seminar, Veszprém, 1989.
  - [4] Masamitsu Inaba, Tarnishing of Silver: A Short Review, Conservation Journal, 18, 1996.
  - [5] S. Grassini, E. Angelini, Y. Mao, J. Novakovic, P. Vassiliou: Aesthetic coatings for silver based alloy with improved protection efficiency, Progress in Organic Coatings 72 (2011) 131–137.
  - [6] Török T., Pataki T., Lassú G.: Felülettisztítás és korrózióvédelem plazmasugaras kezeléssel, Korróziós Figyelő, 53 (2) (2013) 41–46.
  - [7] Pataki T., Lassú G., Török T.: Fémtermékek felületkezelése atmoszférikus nyomású plazmatechnikával, BKL Kohászat 145, 5-6. (2013) 49–57.
  - [8] L. Paussa, L. Guzman, E. Marin, N. Isomaki, L. Fedrizzi: Protection of silver surfaces against tarnishing by means of alumina/titania-nanolayers, Surface & Coatings Technology 206 (2011) 976–980.
  - [9] Theophilus Presbyter: A különféle művességekről. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986. 98.