

TECHNOLÓGIATÖRTÉNET, KÍSÉRLETI RÉGÉSZET ÉS BRONZÖNTÉS: EREDMÉNYEK ÉS LEHETŐSÉGEK A KORAI KÖZÉPKOR KUTATÁSÁBAN

SZENTHE GERGELY

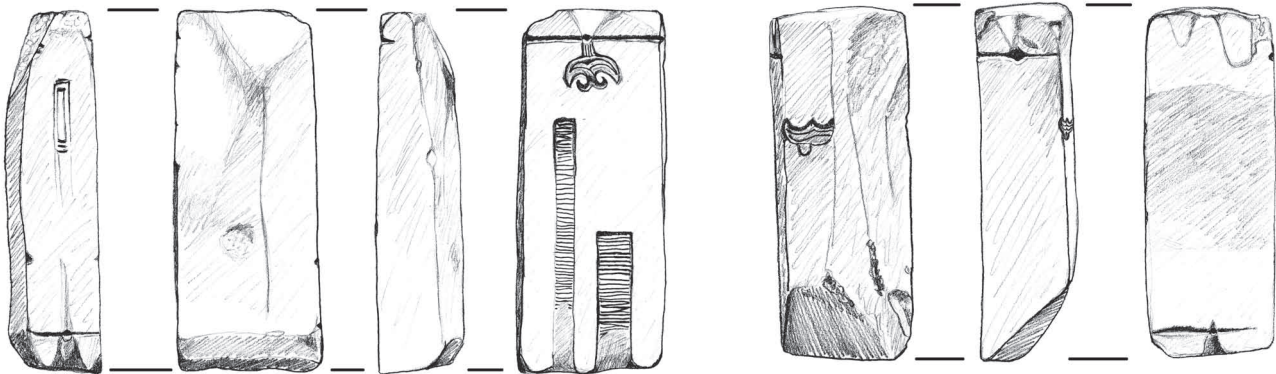
Az utolsó két évtized az úgynevezett kísérleti régészeti módszer széles körű elterjedését hozta a technológia- és életmódtörténeti kutatásokban. Sajnálatos tény azonban, hogy minél inkább önálló szakterületté nő a kísérleti régészet, annál inkább elszakad eredeti céljától. A kísérleti régészeti kutatás nem válhat – jóllehet, nagyon látványos, közönség számára jól bemutatható – öncéllá, művelőinek a ma oly divatos, történetieskedő-anakronista keretbe illesztett játékvá; elsődleges célja, hogy olyan kérdések kutatásához biztosítson újabb impulzusokat, amelyekben a régészet hagyományos módszereivel nem lehetséges a továbblépés. Szükségszerűen fonódik össze tehát olyan modern, természettudományos mérésekkel és módszerekkel, amelyek alkalmazásának lehetőségét a modern technika teremtette meg.

A szerző 2006 óta foglalkozik egy Kárpát-medencei korai középkori tárgycsoport, a késő avar kori, réz-ötvözetekből öntött kistárgyak utóbb kísérleti régészeti módszerekkel is kiegészített kutatásával. A tanulmányban a kutatott korszakon és a bemutatott példán keresztül a már elért eredmények mellett vázolja a még előttünk álló feladatokat is.

Mai tudásunk szerint az európai öntőművesség az újkorig döntően a viaszveszejtési technológiát alkalmazta. A technológia a soványítóanyaggal – trágyával, állatszőrrel – erősen kevert agyagból készült öntőforma használatán alapult. A forma kiégetése során eltűnő viasz után maradó üreget töltötték fel folyékony fémmeel. Egyéb öntészeti eljárások korai középkori ismeretére csak szórványos és kétségesen értékelhető jelek utalnak. A Földközi-tenger medencéjében, Kelet-Európában és a Baltikumban számos, általában homokkőből készült, két félből álló formát ismerünk. Ezek vagy kész tárgyak előállítására szolgáló, kétrészes öntőformák, vagy a viaszveszejtési öntés során alkalmazott, kiégetendő, tehát elpusztuló viaszmodellek készítésére, sokszorosítására szolgáló negatívok voltak. Azt a mindössze négy darab hasonló kőformát, amely a Kárpát-medencéből származik, előkerülési helyén már legfeljebb fenőkőként használták (1. kép). A Mediterráneumban kerültek elő emellett azok a leletek, amelyek egyéb, alternatív technikákra (pl. a szépiába faragott mintába való öntésre) utalnak.

A korai középkor technológia kutatásában újra és újra felbukkan a két félből álló, homokból döngölt öntőformába öntés ismeretének lehetősége is. A technológiát a Kr. u. 6. századtól használták Kínában: írott és régészeti források tanúsága szerint így készítették a pénzerméket. Európában a forráshelyzet korántsem ilyen kedvező. Mivel az öntőforma anyagát e technikánál az öntés után átszítva és nedvesítve újra felhasználják, a műhelyek hulladékában az eljárásnak nem marad nyoma. A homokformázás ismeretét vagy ennek ellenkezőjét bizonyítani tehát, annak lényegéből fakadóan, igen nehéz. Az egyetlen, esetleg erre az eljárásra utaló jel Közép-Európában a Morva-medencében, a 9. századi mikulčicei központban került elő. Itt egy földbe mélyített településobjektum (ház/műhely?) sarkában a régészek háromféle finomságú, egymástól fekete réteggel elválasztott homokra bukkantak.¹ Az öntőforma készítéséhez a mai öntőműhelyekben is több, eltérő finomságú homokot használnak. A fekete csíkok lehettek akár a homokot tartalmazó

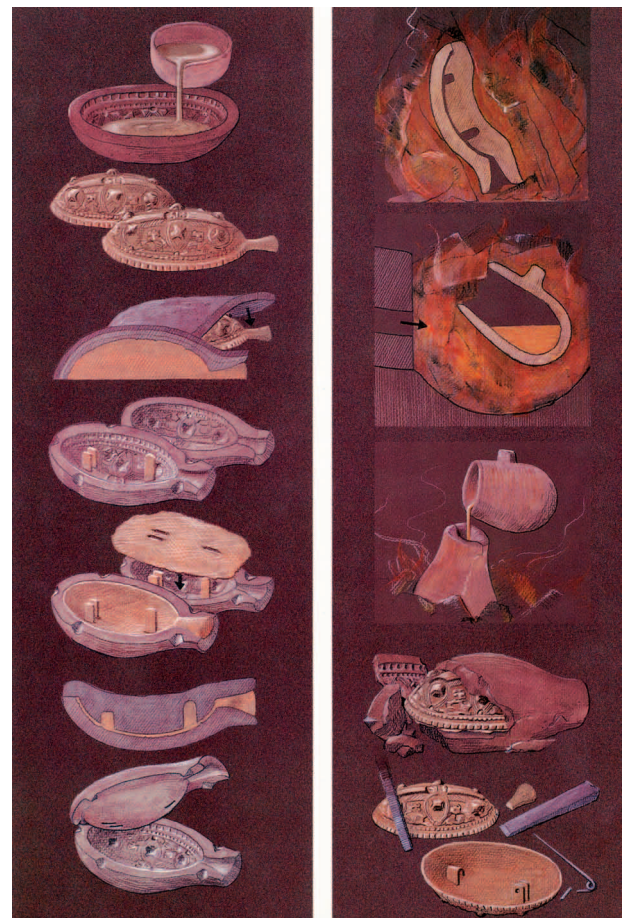
¹ Profantová, N.: Awarische Funde aus den Gebieten nördliche der awarischen Siedlungsgrenzen. In: *Awarenforschungen* Bd. II., hrsg. Daim, Falko. Studien zur Archäologie der Awaren 4. (Wien: Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Wien, 1992), 605–801, 652.



1. kép: Kétrészes, kő öntőformák Vác-Kavicsbánya lelőhelyről, női sírból

faláda nyomai, akár a homokot a kiszáradás ellen, illetve az egyenletes nedvesítés érdekében betakaró bőr maradványai.

A műhelyleletekkel a közép-európainál sokkal jobban ellátott Észak-, Nyugat- és Dél-Európában legnagyobb számban a viaszveszejtés használatára utaló jelenségek maradtak fenn.² Legjobban dokumentált és rekonstruált ezek közül a Baltikum viking kori műhelyeiben egykor folyt munka (2. kép).³ A régészeti leletek – legtöbbször maguk az öntvények, ritkábban az előállítás folyamatból visszamaradt nyomok, hulladék vagy műhelyleletek – fényében minden bizonnyal túlnyomó mértékben használt viaszveszejtéses öntési módszernek a lényegi egyezés mellett is több, eltérő földrajzi és kulturális környezetben alkalmazott változata volt. Összehasonlító vizsgálatuk, illetve az egyes részterületeken már régen megindult vagy mostanában meginduló kutatások összehangolása, a tapasztalatok együttes értékelése még a jövő feladata. A legfontosabb részterületek



2. kép: Viaszveszejtéses öntés egy 9. századi, baltikumi műhelyben; Jensen, Stig: *Ribe zur Wikingerzeit* (Ribe: Den Antikvariske Samling, 1991), Abb. 23. után

² Ilyen lelőhelyek ismertek a Karoling- és Ottó-korból, Soest-ből; Dieter, Lammers: *Das karolingisch-ottonische Buntmetallhandwerker-Quartier auf dem Plettenberg in Soest*. Soester Beiträge zur Archäologie. Bd. 10 (Soest: Westfälische Verlagsbuchhandlung Mocker & Jahn, 2009), Morvaországából; Profantová, N.: Awarische Funde aus den Gebieten nördliche der awarischen Siedlungsgrenzen. In: *Awarenforschungen* Bd. II., hrsg. Daim, Falko. Studien zur Archäologie der Awaren 4. (Wien: Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Wien, 1992), valamint preszlávi műhelynyomok Bulgáriából; Pletnyov, Valentin: Proizvodstvoto na kolanni garnituri v rannoszrednevekovna Blgarija (Production of belt ornaments in early medieval Bulgaria). *Preslav* 6 (2004), 236, Tab. 5. A skandináv Ribe lelőhelyen nem csak a kemencék maradtak fenn, de a viaszveszejtéses öntés után maradt öntőformátörödékek hatalmas tömege is; Jensen, Stig: *Ribe zur Wikingerzeit* (Ribe: Den Antikvariske Samling, 1991), 31–36.

³ Jensen, Stig: *Ribe zur Wikingerzeit* (Ribe: Den Antikvariske Samling, 1991).

ma a baltikumi és viking központok, karoling kori frank műhelyek, dél-európai és észak-afrikai műhelyek tevékenységének, valamint a Kárpát-medencei öntőművességnek a kutatása.

A korabeli technológiai ismeretek feledésbe merülésével egyes jelenségek értelmezése bizonytalan, bizonyos nyomok alapján még az sem mondható meg minden kétséget kizáróan, hogy milyen kézműves tevékenység nyomán keletkeztek. A csak kis mennyiségben ránk maradt, gyakran többféleképpen is magyarázható jelenségek, források miatt a korai középkor technológiai ismereteinek kutatásában nagy szerep jut a kísérleti régészetnek. Az utóbbi alapvetése, hogy a tárgyakon vagy egyéb leleteken fennmaradt jelekre alapozva, korhű eszközökkel, anyagokkal és körülmények között rekonstruálja a korabeli valóságot. A jelzett forráshiány miatt azonban a kutatónak egyúttal annak is tudatában kell lennie, hogy rekonstrukciójának eredménye még a látszólagos teljes siker esetében sem kizárólagos, illetve hogy minden olyan rekonstrukció elfogadható, amely a fennmaradt emlékeknek nem mond ellent. A rekonstrukciós munka során ezért az ellenőrizhetőség érdekében fontos elvárás, hogy a munkafolyamat minden lépése, fogása kielégítően dokumentálva legyen.

A korábbi elméleti kutatások elégtelenségének felismerése után, 2008 óta végeztünk anyagvizsgálatokkal is alátámasztott, kísérleti régészeti módszerrel vizsgálatokat. A munka célja a késő népvándorlás kori Kárpát-medence legnagyobb darabszámú – több tízezres – horizontját alkotó avar kori öntött bronztárgyak készítése technikai és műhelyhátterének rekonstrukciója volt.⁴ Esetükben a kísérleti régészeti megközelítést különösen indokoltá tette, hogy az avar bronzművesek munkája teljességgel ismeretlen. Készítményeik rendkívül nagy száma ellenére egyetlen egykorú – 8. századi, illetve 9. század eleji – műhely sem ismert az avar szállásterületről. Az egyetlen kivétel egy Zalaváron előkerült, harang öntésére szolgáló forma fennmaradt talpa.⁵ A zalavári központ jelentősége azonban jelen tudásunk szerint is messze meghaladta minden, máig megismert Kárpát-medencei települését, mint ahogy a harang is egyedi darab a számtalan, népvándorlás kori öntött fém viseleti elem, kistárgy (leginkább öv- és lószerszámveret, fibula) tengerében.

Emiatt munkánk alapvetésül a bronztárgyak felszínén megfigyelhető, készítési folyamatra utaló jelek vizsgálatán kívül egy negatív tényállás, mégpedig a műhelyek hiánya szolgált: a bronzműves munkáját úgy rekonstruáltuk, hogy maradandó, egy település feltárása közben biztosan vagy nagy valószínűséggel dokumentálható nyomai ne legyenek. Az avar öntvények vizsgálata alapján készítésük a viaszveszejtési technológián alapult. Kísérleteink alapján a munkafolyamat a következő lépésekből állt.

1. Mesterpéldány elkészítése

A mesterpéldány nagy valószínűséggel viaszba (esetleg fába) faragott pozitív modell (3. kép). A mesterpéldány az elsőnek készült, mintázott darab, amelyről a közvetlenül az öntéshez használt modellek már mechanikus úton sokszorosíthatóak. Mintázott volta miatt a mesterpéldány a későbbi tárgynak értelemszerűen minden láttatni kívánt jellemzőjét magán hordozza. Azoknak a felületeknek a kialakítása azonban, amelyek a kész tárgyon nem lesznek láthatóak (pl. szíjra szerelt egyoldalas veretek hátoldala), nem bír jelentőséggel. Egyedi tárgyak (például egy nagyszíjvég) esetében a modell megegyezhet a mesterpéldánnyal.



3. kép: Méhviaszból faragott mesterpéldány: csat alkotórészei

⁴ Bíró Csaba – Szenthe Gergely: Öntéstechnikai vizsgálatok késő avar kori bronztárgyakon (Sorozatok modellezése és sokszorosítása) (Investigations of Casting Techniques of Bronze Artefacts from the Late Avar Period [Modelling and Production of Serial Pieces]). In: *Corolla Museologica Tibor Kovács Dedicata*, szerk. Tóth Endre – Vida István (Budapest: Magyar Nemzeti Múzeum, 2011), 155–174.

⁵ Szőke Béla Miklós: A korai középkor hagyatéka a Dunántúlon. *Ars Hungarica* 26 (1998)/2, 257–319.

2. Negatív vétele a mesterpéldányról (4. kép)

A vizsgált tárgyak többsége a hátoldal domborzata alapján biztosan kétoldalas negatívban készült. A legegyszerűbb eljárás, ha a mesterpéldányra két oldalról egy-egy agyaglemezt préselünk. Részben az anyagtakarékosság, részben pedig a fém öntészeti tulajdonságai miatt – a vékony falú öntvény felülete szebb – alkalmazott, vékonyított veretek modelljei kísérletünk alapján ettől eltérő módon készülhettek. A sík hátoldalú mesterpéldányra préselt agyaglemezt kiszárítva, majd szabad tűzön (gyakorlatilag az olvasztáshoz használt kemencében) kiégetve a nedvességnek elegendő mértékben ellenálló negatívot kaptunk. A negatívot megnedvesítettük, hogy a beleöntött viasz ne szívódjon be az anyagába. Mikor ezt követően a viaszt a negatívba öntöttük, először a külső, nedves agyaggal érintkező rétege szilárdult meg. Ha ekkor a viasz még folyékony részét kiöntöttük, vékony, a negatív domborzatát követő, egyenletes vastagságú, szilárd viaszréteget – voltaképpen már kész modellt – nyertünk (4. kép 1). Erre az első modellre újabb agyagréteget nyomva készült a negatív hátoldala (4. kép 2). Az új, két félből álló negatív segítségével azután tetszőleges számú, azonos tömegű és alakú viaszmodellt sokszorosíthatunk (4. kép 3).

3. Modellek sokszorosítása a negatívból (5. kép)

A modell kivétele után az így már kétrészes negatívból további, az elsővel megegyező modellek készíthetők. A nem egy sorozathoz tartozó, főleg kétoldalas tárgyak (nagyszíjvégek) eltérései alapján sokszorosítás nélkül, rögtön a mesterpéldányt is használhatták modellnek, egyedien mintázott tárgyakat hozva ezzel létre.

4. Modellek cizellálása, felcsövezése (6. kép)

A negatívból kivett modellek az egyesével elvégzett utómunka, cizellálás után már minden olyan jegyet hordoznak, amelyet a készítő a kész tárgyan látni akart (előre mintázott szegecslyukak, áttörések, viaszban átfűrt zsanértartó fülek). A jelenség oka valószínűleg a viasz könnyebb megmunkálhatóságában keresendő. A cizellálás után felszerelik a modellekre viaszból a beömlőrendszert, illetve szükség esetén (összetettebb formáknál) a gázvezető csatornákat; a zsanérok hosszabb lyukaiba, amelyet a beágyazóanyag (az öntőforma anyaga) nem töltött ki kellőképpen, agyagmázzal kezelt vas drótot dugtak.



4. kép: Kiégetett negatív az első, egyenletes vastagságú modellel 1) nyersen és a hátlap rányomására előkészítve, 2) a rányomott agyag hátlappal; 3) végül a viaszmodell eltávolítása a negatívból



5. kép: A sokszorosított, azonos modellek elő- és hátlapja



6. kép: Az öntőformába beágyazáshoz előkészített, cizellált viaszmodell a beöntőtölcsér viaszmodelljével és a zsanér lyukaiba dugott, agyaglével (engóbbal) kezelt vasdróttal



7. kép: A modell beágyazásának folyamata



8. kép: A beágyazott modell

5. Öntőformák elkészítése (7–8. kép)

Az előkészített modelleket szerves anyaggal erősen soványított vályogagyagba burkolva készültek el az öntőformák.

6. Viaszveszejtési öntés

A formákat Theophilus presbiter leírása szerint annál a tűznél égették ki, amelyben a fém is olvasztották (9. kép). A viasz teljes kiégése után önthető a fém a formába. A bronz az ötvözőanyagok (ón, foszfor, illetve anyagvizsgálatok tanúsága szerint a korai középkorban gyakran ólom) keverési arányától függően 1000–1100 °C között önthető. A kísérlet során használt kemence egyszerű, földbe mélyített lyuk volt, amelynek aljába, a tégely alá vezettük be a fűtató száját. Az olvasztáshoz keményfa szemet használtunk (10. kép). A sekély kemencének és a kihűlt öntvényekről levert formáknak semmilyen, régészetileg megfogható nyoma nem maradt: a formák porózus anyaga kézzel morzsolható, nedvesség hatására szétmállik (11. kép).



9. kép: A modellek kiégetése a fém olvasztására is szolgáló kemencén, faszéntűzőn



10. kép: A bronz olvasztása tégelyben

11. kép: Széttört, elpusztuló öntőformadarabok az öntés helyszínén

7. Nyersöntvények cizellálása (12. kép)

A forma leverése után eltávolították a beömlőket, az annak esetleges repedéseiben keletkezett kifolyásokat, varratokat. A felszínt csiszolhatták, poncolhatták. Ehhez a munkafázishoz tartozott a kész példányok esetleges ónozása vagy aranyozása is.

A késő avar kori öntési technológia kísérleti úton tesztelt rekonstrukciója alapján a Kárpát-medence sajátos, önálló világot alkotott, amely azonban sok szállal kapcsolódott a környező világhoz. Nem csak a régészeti jól megfogható, állandó műhelyek hiányával, hanem a viaszveszejtéses technika több részletfogásában is eltért (illetve eltérhetett) attól a (rekonstruált) technológiai kultúrától, amelynek különböző, szintén részben önálló elemeit alkották a közel egykorú, Baltikumban feltárt „viking”, vagy a Földközi-tenger medencéjében dolgozó, mediterrán-bizánci műhelyek. A kísérleti régészeti munka ennek fényében jelentősen hozzájárul ahhoz, hogy a Kárpát-medencét, illetve a késő avar öntvények kultúráját önálló színezetű elemként elhelyezzük a korabeli Európa, az eurázsiai sztyeppe és a mediterrán világ összefüggései között.



12. kép: A nyers öntvény (használatlan, hibás darab, varratokkal és az öntőforma beágyazóanyagában maradt légbuborékokba folyt fémmel)

AJÁNLOTT IRODALOM

Thephylus presbiter

A különféle művességekről. Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 1986.

BÍRÓ CSABA – SZENTHE GERGELY

Öntéstechnikai vizsgálatok késő avar kori bronztárgyakon (Sorozatok modellezése és sokszorosítása) (Investigations of Casting Techniques of Bronze Artefacts from the Late Avar Period [Modelling and Production of Serial Pieces]). In: *Corolla Museologica Tibor Kovács Dedicata*, szerk. Tóth Endre – Vida István, 155–174. Budapest: Magyar Nemzeti Múzeum, 2011.

FETTICH NÁNDOR

A bánhalmi avar leletekről (Über die Avarenfunde von Bánhalom). *Szolnok Megyei Múzeumok Évkönyve 7* (1990), 123–137.

LÁSZLÓ GYULA

A népvándorlaskor művészete Magyarországon. Budapest: Corvina, 1974.