

TÖRÖK BIÉLA*

*A műszaki tudományok és a régészet
kapcsolatának fejlődése hazánkban.
Műszaki vizsgálatok az iparrégészet
szolgálatában*

BEVEZETÉS

Az ipartörténeti kutatások nélkülözhetetlen segítséget nyújtanak a történelem folyamán létezett, vagy ma is létező népek társadalmi egységének, szervezettségének és erejének vizsgálatában. Bármely iparág fejlődése csak akkor nevezhető valóban fejlődésnek, ha a már nem gyakorolt módszerek nem vesznek feledésbe, hanem alapként szolgálnak. Szemléletes és tipikus példája ennek a kohászat. Szakmámból kifolyólag a kohászattörténeti kutatások példáján kívánom szemléltetni az iparrégészeti és a műszaki vizsgálatok kapcsolatának fejlődését hazánkban.

KOHÁSZATTÖRTÉNETI KUTATÁSOK RÉGÉSZETI, ILLETVE MŰSZAKI OLDALRÓL

A középkori – ill. ezt megelőző – kohászati technikát metallurgiai szempontból még mindig nem ismerjük elég pontosan, a műszaki tudományok és a régészet között sokáig fennállt sajnálatos kettősség ezt nem is tette lehetővé. A korabeli technológia elméleti alapjairól szóló emlékek ugyan előkerültek néhol, de a fizikai-kémiai ismeretek akkori hiányában ezek inkább csak nagyvonalú tájékoztatásra szolgálnak. Az előkerült tárgyi bizonyítékokat – kemencéket, salakokat stb. – a régészek sokszor mellékesnek tartották és századunk elején is csak egy-két szóval említették, az ásatásoknál fontosnak tartott bronz- és vastárgyak keletkezésével, kohászatával alig törődtek. Bár 1808-ban a Magyar Nemzeti Múzeumban már technológiatörténeti osztály is alakult,¹ egészen a 20. sz. közepéig a kutatók az olvasztási-kovácsolási technológiákat nem tartották fontosnak taglalni. Gyakran összekeverték a vas- és bronzsalakot, a vaskohászatra utaló maradványokat a bronzművesség emlékének vélték, gyakran a salak és a salakos fémrög, fémszivacs megkülönböztetése is zavart okozott.

A legkorábbi kohászattörténeti-régészeti hír 1854-ből származik, amikor is a munkácsi vasgyár története kapcsán *Kralovánszky László* megemlíti, hogy „majdnem minden mellékvölgyben található gazdag vastartalmú vassalak”.² A későbbiekben is inkább csak salakleletekről és olvasztásra utaló fúvócsövekről – amelyek rendeltetését néha nem ismerték fel – esik szó, főként a Felvidékkel kapcsolatban, amelyet akkoriban régészeti szempontból a vasolvasztás klasszikus magyar-

* Miskolci Egyetem, Vaskohászattani Tanszék, 3600 Ózd, Bolyai Farkas u. 3.

országi területének tartottak. 1892-ben *Kubinyi Miklós* már 3 darab vasbucát is talál Krasznahorkán, amelyek kezdetleges vasolvasztás termékei lehettek.³ A Dunántúlon az utóbbi évtizedekig főként a nyugati határvidéken és Veszprémben bukkantak gazdag vaskohászati lelőhelyekre.

Az első korabeli vasolvasztó-kemencéről készült rajz 1896-ból való és az az évi budapesti millenniumi kiállításon bemutatott, 1895-ben Gyaláron talált kemencét ábrázolja.⁴ Sajnos a kemencéről leírás nem maradt fenn és már a rekonstrukciós rajzot is fenntartással kell fogadnunk az akkori kohászattörténeti kutatások színvonalát figyelembe véve. Már a mai értelemben vett *in situ* kiemelés is kérdőjeles.

Századunk első felében, ha lehet, még inkább megritkultak hazánkban a kohászati technológiára utaló érdemleges régészeti jelentések. 1945 után a magyar régészeti kutatás fellendült ugyan, de az iparrégészet terén, különösen kohászattörténeti oldalról még néhány évig alig történt változás.

Az ötvenes években viszont forradalmi méretű fellendülés figyelhető meg a kohászattörténeti iparrégészetben. A korszakot *Nováki Gyula* 1952-es sopron-magashídi salakdomb-feltárása és 1955-ben *R. Alföldi Mária* kiásott vasolvasztó kemencéje indította, bár ezek a leletek más irányú leletmentő ásatásokon véletlenül bukkantak elő. 1955-ben Miskolc–Diósgyőrben megalakult a *Központi Kohászati Múzeum* (KKM), amely 1960-ban ünnepélyesen is megnyílt. A Sopron-magashíd melletti további két salakdomb feltárását már a múzeum rendelte el 1956-ban. Ugyanebben az évben Budapesten *Kiszely Gyula* szervezésével megalakult a *Kohászati Történeti Bizottság* (KTB), amelynek célja, hogy a hazánkban működött, ill. működő kohászati műhelyekről, üzemekről minél több anyagot gyűjtsön és rendszerezze azokat. A bizottság szervezése alatt tárta fel *Nováki Gyula* és *Vastagh Gábor* a középkori borsodi vasvidéket (Felsőkelecsény – 1959, Imola – 1960–61, Trizs – 1962, Jósvafő – 1964), valamint *Nováki* végzett ásatásokat 1961-ben Kőszegfalván és a Vas megyei Vasvár mellett.⁵

A borsodi és vasi ásatások – a *Korek József* által 1961-ben Upponyban feltárt vasolvasztó kemencével kiegészülve – az első átfogó, rendszerező iparrégészeti-kohászattörténeti munka kezdetét jelölték Magyarországon, amely *Heckenast Gusztáv*, *Nováki Gy.* és *Vastagh G.* vezetésével nemzetközi elismerést is kivívott. E munka keretén belül először találkozott hazánkban számottevő mértékben a műszaki és a régészeti tudomány. Néhány salaklelet vastartalmának meghatározását már korábban is elvégezték, de ezen ásatások alapján már kemencetípusokat is meghatároztak: az Árpád-korra jellemző „imolai” és a nyugati országrészen elterjedt „vasvári” típust. A típus-meghatározásoknál már figyelembe vették a kemencekonstrukciót, a beépítettséget, tehát a technológiai-metallurgiai viszonyokat erősen befolyásoló jellemzőket. Ezenkívül aprólékosan feljegyezték a kemence-, ill. műhelyméreteket, szabatosan leírták a helyszíneken talált salak- és érceletek külső jellemzőit, meghatározták kémiai összetételüket. Mindezek nagyban hozzájárultak ahhoz, hogy a korabeli vasgyártás technológiáját, az ún. buca-eljárást részletesebben feltérképezzék. A vasbucák, korabeli vastárgyak és salakok kémiai és metallográfiai vizsgálatairól a KTB Közleményei tudósítottak, amelyekben a buca és vastárgyak szövetszerkezetének meghatározására fektették a fő hangsúlyt.^{6,7}

1962–64 között a KTB támogatásával, a KKM közreműködésével, az akkori **Lenin Kohászati Művek** területén és védnöksége alatt próbaolvasztást hajtottak végre egy külalakra rekonstruált imolai típusú kemencében, amely az első próbálkozás volt hazánkban a korabeli technológia metallurgiai folyamatainak megfigyelésére.⁸

A hetvenes-nyolcvanas években célirányos ásatások egyre szaporodó száma jelzi az iparrégészet további fellendülését. 1980-ban megalakult az **MTA Veszprémi Területi Bizottságának Iparrégészeti Munkabizottsága**. Az alapító *Gömöri János* – aki a mai napig a munkabizottság elnöke – az utóbbi évtizedekben a legtöbb kohászati jellegű ásatást vezette-vezeti és elkészítette Magyarország számítógépes iparrégészeti lelőhely-kataszterét. Kutatásai eredményeként tovább bővült a hazánkban megtalált, elődeink által használt bucakemencék típusainak száma, nevezetesen a késő avarkortól a 9. századig használt, szabadon álló és mellfalazattal ellátott „nemeskéri” és az utóbbi évek nagy iparrégészeti eredményeként meghatározott 10. századi „somogyfajsi” típusal.^{8, 9, 10}

A somogyfajsi ásatás mérföldkönek számító események inspirálója volt a hazai iparrégészet

történetében.¹¹ A *Stamler Imre* somogyi terepbejárásai hatására beindult ásatások ipar- és magyarságtörténeti jelentőségét felismerve, a **Dunaferr Rt.**, a **Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés** és az **Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület** alapítványt hoztak létre, amelynek szervezésével és finanszírozásával megépült és ez év májusában az ásatás helyén megnyílt a somogyfajszói őskohómúzeum.¹² Ez, figyelembe véve, hogy ez idáig a leletmentés volt az általában mostoha sorsú iparrégészeti ásatások legnagyobb eredménye, mindenképpen óriási dolog.

ÉRC- ÉS SALAKVIZSGÁLATOK, REKONSTRUKCIÓS OLVASZTÁSI KÍSÉRLETEK

1992 óta folyamatosan foglalkozom ásatásoknál előkerült, valamint saját olvasztási kísérleteinknél felhasznált, ill. keletkezett érc, salakok vizsgálatával. A vizsgálati anyag legnagyobb része a **Soproni Múzeumból** származik, de kaptam mintákat Tatóról és Budapestről is. A vizsgálatok két részre oszthatók: kémiai-analitikai elemzések és metallográfiai analízis. A kémiai elemzéseket kezdetben kizárólag nedves-kémiai módszerekkel (gravimetria, titrimetria) végeztük, de újabban a **Miskolci Egyetem Analitikai Tanszékének** segítségével atomabszorpciós elemzéssel megbízhatóbb és gyorsabb eredményeket kapunk. A salakok kémiai összetételében különösen a mai nyersvasgyártásnál megszokottól eltérő, alacsonyabb bázicitás (CaO/SiO_2) és kén-tartalom, valamint a vas-oxidok magasabb aránya árulkodik a bucaeljárás metallurgiai körülményeiről.¹³ A metallográfiai vizsgálatok központjában a pásztázó elektronmikroszkóp áll, amellyel előállított spektrumok az egyes elemek előfordulási valószínűségére utalnak a vizsgált salak- vagy fémdarabka egy-egy pontján. A mintákról készült különböző nagyítások képein pedig a kristályosodás jellegét, ill. a szövetszerkezet különböző fázisait figyelhetjük meg.¹³

Feltétlenül meg kell említeni még néhány modern vizsgálati módszert, amely nem mind kötődik speciálisan az iparrégészet kohászati ágához. A régészeti leletek megközelítő lokalizálásánál egyre elterjedtebbek a **geofizikai mérések**, amelyek a keresett objektumoknak a talajtól eltérő mágneses és elektromos tulajdonságain alapulnak.¹⁴ A leletek kormeghatározásában a világszerte elterjedt **radiokarbon módszer** mellett egyre hatékonyabban használják a **termolumineszcens kormeghatározást (TLK)**, amely szerves anyagot egyáltalán nem tartalmazó leleteknél is alkalmazható.¹⁵ Különösen bronz- és vastárgyak esetében minőségi és mennyiségi elemzésre is alkalmas a **röntgenemissziós analízis**,¹⁶ egyes vegyületek meghatározásában (pl. régi falfestményeknél) pedig a **röntgendiffrakciós vizsgálat**.¹⁷

Végezetül néhány szó az 1992–93-as rekonstrukciós olvasztási kísérleteinkről. A bucaeljárás a redukciós-oxidációs folyamatokat tekintve nagymértékben különbözik a ma elterjedt acélgártás metallurgiájától, mivel kis vastartalmú, de nagy reakcióképességű vasércből (általában gyepvasérből) aránylag alacsony hőmérsékleten (1000–1200 °C), a folyékony nyersvasfázist kikerülve, direkt úton, viszont indirekt gázredukció révén keletkezik kis C-tartalmú, tehát kovácsolható szivacsos vastermék.

A **Soproni Múzeum Régészetének** szervezésében 1992-ben egy méret- és anyaghű, nemeskéri típusú bucakemencét építettünk, amelyben két alkalommal, korhű fűjtatók és szerszámok segítségével az ásatásokon talált vasércnek megfelelő összetételű limonitos ércet olvasztottunk. Fűtőanyagként és redukálóanyag-hordozóként faszenet használtunk. A kísérlet, mivel újonnan felfedezett kemencetípust és a már említett 1962–64-es olvasztási kísérletekkel szemben korhű fűjtási rendszert, kemencefalazatot és nyersanyagokat használt, mindenképpen úttörő vállalkozás volt Magyarországon.^{18, 19}

Összehasonlítás végett a **Miskolci Egyetem Vaskohászattani Tanszékén** laboratóriumi körülmények között is elvégeztem a kísérleti olvasztást, ellenállás-fűtésű kemencében, az eredeti ércel, de nagy reakcióképességű kokszt felhasználásával.¹⁸

Az olvasztási kísérletek tanulságaként többek között az is megállapítható, hogy a korabeli kohászoknak sokkal alaposabban kellett ismerniük szakmájuk fortélyait – tulajdonképpen a korabeli metallurgiát – mint ahogy az a régészeti leletekből sejthető.

IRODALOM:

1. *Lósy-Schmidt E.*: Az Országos Magyar Műszaki Múzeum és a műszaki muzeális gyűjtemény fejlődése hazánkban. Budapest, 1941. 17. p. 19.
2. Magyar és Erdélyország képekben. Pest, 1854. III. köt. p. 114.
3. *Kubinyi M.*: Archaeologiai értesítő 12. 1892. p. 151–161.
4. *Heckenast G.–Nováki Gy.–Vastagh G.–Zoltay E.*: A magyarországi vaskohászat története a korai középkorban. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1968. p. 16–17.
5. *Heckenast G.–Nováki Gy.–Vastagh G.–Zoltay E.*: i. m. p. 20–57.
6. *Hegedűs Z.*: A diósgyőri Központi Kohászati Múzeum és a soproni Liszt Ferenc Múzeum vasbucáinak kohászattörténeti vonatkozásai. KTB Közleményei, 1964.
7. *Hegedűs Z.*: Honfoglaláskori vastárgyak és salakok metallográfiai vizsgálatának tanulságai. KTB Közleményei, 1964.
8. *Gömöri J.*: A korai középkori vasolvasztó kemencék és az ékelt vasbucák kérdése. Iparrégészeti kutatások Magyarországon, MTA VEAB Értesítő, Veszprém, 1981. p. 109–121.
9. *Gömöri J.–Kisházi P.*: Iron Ore Utilization in the Carpathian Basin up to the Middle Ages with Special Regard to Bloomeries in Western Transdanubia; Neogene Mineral Resources in the Carpathian Basin, Budapest, 1985. p. 323–355.
10. *Gömöri J.*: The Hungarian Bloomeries. Archaeometallurgy of Iron, Prága, 1987. p. 125–137.
11. *Gömöri J.*: 10. századi vasolvasztó műhely Somogyfajszon. Bányászati és Kohászati Lapok, Kohászat, Budapest, 1996. júl.–aug. p. 270–279.
12. *Ágh J.*: A Dunaferr-Somogyország Archeomaetallurgiai Alapítvány létrehozása. Bányászati és Kohászati Lapok, Kohászat, Budapest, 1996. júl.–aug. p. 282.
13. *Török B.*: Chemical and metallographic analysis of iron ores and slags found in medieval bloomery sites and obtained by smelting experiments. Študijné Zvesti Archeologického Ústavu SAV, 31, 1985. p. 279–295.
14. *Gömöri J.–Wallner Á.*: Geofizikai mérések a szakonyi Árpád-kori vasolvasztó műhelyek feltárásánál. Iparrégészet II., MTA VEAB Értesítő, Veszprém, 1984. p. 227–242.
15. *Benkő L.*: Kemencék és edények vizsgálata TL módszerrel. Iparrégészet II., MTA VEAB Értesítő, Veszprém, 1984. p. 263–272.
16. *Költő L.–Kiss Varga M.*: Újabb eredmények a röntgenemissziós analízis régészeti alkalmazásában. Iparrégészet II., MTA VEAB Értesítő, Veszprém, 1984. p. 273–288.
17. *Járó M.*: Pannoniai falfestmények vizsgálati lehetőségei spektrometriai módszerekkel. Iparrégészet II., MTA VEAB Értesítő, Veszprém, 1984. p. 301–310.
18. *Török B.*: Diplomaterv, Miskolci Egyetem, Vaskohászattani Tanszék, 1993.
19. *Török B.*: Középkori bucakemence- és kovácműhely-átadásoknál talált, valamint olvasztási kísérleteken felhasznált ill. keletkezett ércék és salakok kémiai és metallográfiai vizsgálata. Bányászati és Kohászati Lapok, Kohászat, Budapest, 1995. febr.–márc., p. 118.