

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# Kohászat

Vaskohászat  
Öntészet  
Fémkohászat  
Anyagtudomány  
Felsőoktatás  
Hírmondó



2017/2. szám



Jó szerencsét!

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület lapja.

Alapította Péch Antal 1868-ban.

## TARTALOM

### Vaskohászat

- 1** **Marczis Gáborné – Németh Ferenc:** A 100 éves Ózdi Finomhengermű története, ahogyan mi láttuk
- 4** **Csehil György:** A diósgyőri nyersvasgyártás története 1952–1996. II. rész
- 10** **Bánhidi Olivér:** Ferroötvezők elemzése energiadiszipatív röntgenspektrométerrel
- 13** MVAE-hírek

### Öntészet

- 15** **Ádam Enikő – Fegyverneki György – Császár Csaba – Dúl Jenő:** Műgyantás maghomokkeverékek hőterhelése közben kialakuló gázfejlődés vizsgálata
- 19** **Tokár Monika – Fegyverneki György – Boros Viktória – Mertinger Valéria:** A stroncium módosító hatása az AlSi8Cu3 öntészeti ötvözet tulajdonságaira
- 23** Beszámoló az MMKM Ganz Ábrahám Öntődei Gyűjtemény 2016. évi tevékenységéről

### Fémkohászat

- 26** A Csepeli Fémű története 1895–1966. Összeállította: Dr. Hegedűs Zoltán

### Anyagtudomány

- 38** **Verő Balázs – Janó Viktória – Csizmadia János – Ifj. Győri Imre – Laub Ádám – Réger Mihály:** Szilárd oldatos ötvözetek öntvényeinek dermedése
- 46** **Csepeli Zsolt:** Autóipari felhasználásra gyártott, melegen hengerelt acélok szilárdságának növelése nanoméretű kiválásokkal

### Felsőoktatás

- 51** A Miskolci Egyetem hírei
- 52** Könyvismertetés

### Hírmondó

- 53** Egy élet a magyar műkorundgyártásban
- 56** Látogatás a SICTA Kft.-nél
- 57** X. Fazola Fesztivál Miskolcon
- 58** Metalconstruct Szakmai Nap
- 59** **Patay Pál:** Harangrekvirálás az I. világháborúban
- 61** Emlékeztető a 2016. december 15-i OMBKE választmányi ülésről
- 61** Tájékoztató a tatabányai Jó szerencsét! emlékévről
- 62** Köszöntések
- 65** Nekrológok

Öntészet rovatunkat az 1950-ben indított és 1991-ben megszűnt önálló szaklap, a BKL Öntőde utódjának tekintjük.

## FROM THE CONTENT

**Marczis G. – Németh F.: History of the 100 years old Ózd Fine Rolling mill, as it was seen by us ... 1**

Ironworks Rimamurány–Salgótarján shareholding company was founded in 1881; its steelmaking was concentrated in Ózd. The new Small Section Rolling mill replaced the former puddled steel workshop in 1913–1915; so its 100 years history was started then. At the time of its investment the new fine, medium and rapid wire mill were among the most modern rolling mills in Central Europe. In its best years in 1975–1977 more than 500 kt steel was rolled, in 32 product groups and 885 different size categories. After the decline, at the beginning of the 1990's its closure was considered, but to hinder it, the nearly 700 employees working there established „Fine Workers Rolling Mill Ltd.”, the first limited company in the country with the majority ownership of employees. It was successfully operating for more than 15 years, but in 2006, when REEF Holdings Plc overtook the ownership, it was liquidated. During its whole activity the lack of working capital was a constant problem. Recently it is owned by Ózd Industrial Park Ltd and Fémiksz Ltd. and is a protected industrial monument.

**Bánhidi Olivér: Analysis of Ferroalloys Using an Energy-Dispersive X-ray Spectrometer (ED-XRF) ... 10**

Owing to advantageous features of the ED-XRF instruments become more and more popular among the elemental analytical laboratories. Their analytical performance characteristics are closer and closer to those of wavelength-dispersive (WD-XRF) spectrometers. In this paper we examine how efficiently they can be applied on a specific field of the analysis of ferroalloys. By the analysis of three types of ferroalloys (ferromanganese, ferrochromium and ferrosilicon), we have determined the most important analytical performance characteristics, such as repeatability and accuracy.

**Ádám Enikő – Fegyverneki György – Császár Csaba – Dúl Jenő: Examination of evolved gas of resin bonded sand mixtures ... 15**

The quantity of evolved gas formed during decomposition of cold-box binder was examined in this study. Spherical core samples with different binder content and basic sand are used for the COGAS tests. Volume and evolving intensity of gas is growing by increasing of ratio of fine and separated black (used) sand. Evolving intensity is higher by 60% in case of separated black sand as at reclaimed sand. The measurement results are utilized in simulating the mold filling process.

**Tokár Monika – Fegyverneki György – Boros Viktória – Mertinger Valéria: The examination of the modification effect of strontium in case of AlSi8Cu3 foundry alloy ... 19**

During the experiments AlSi8Cu3 alloy was alloyed with strontium in different concentrations. The effect of strontium on the silicon in the eutectic structure was examined under operating conditions, in case of both higher (>100 ppm) amount of strontium content than usual in operating conditions and lower (~100 ppm) amount of strontium content, which is not used in practice. The extent of modification in the test bars casted with thermal analysis and on the final castings was determined with the help of cooling curves and by comparing them to images of reference standards. The mechanical properties of castings which were casted in the given cooling conditions were also examined.

**Verő, B. – Janó, V. – Csizmadia, J. – Győri, I. – Laub, Á. – Réger, M.: Solidification of metallic solid solution's casts ... 38**

The goal of this paper is to analyse the progress of the solidification taking place in metallic solid solution's casts. The analyse is based on the growth laws of the solid shell, distinguishing the growth law of the dendritic tip and the dendritic trunk. The variation of the temperature from the surface of the cast – at given solidification time – can be determined using the growth laws and the cooling curves. Due to the constitutional undercooling the progress of the solidification is possible also at positive thermal gradient ahead of the dendritic tip. The detailed analysis can lead to the development of a software describing the solidification.

**Csepeli Zsolt: Strengthening of hot rolled steels by nanosize precipitates for automotive applications ... 46**

Based on the available literature this paper describes the properties of interphase precipitation strengthened ferritic steels and gives some examples for their industrial production. Hot rolled steel products used in automotive industry should have high strength and ductility. Furthermore they have to show excellent stretch-flangeability and hole expansion performance. In some cases ferritic steels strengthened with nanosize interphase precipitates can have superior properties compared to the widely used multiphase steels. These ferritic steels are optimal for mass production because the strength of a given quality varies within a narrow range and usually they can be produced without any modification of the conventional hot rolling mills.

• Szerkesztőség: 1051 Budapest, Október 6. utca 7., III. em. • Telefon: 06-1-201-7337 •  
• E-mail: bkl.kohaszat@gmail.com •  
• Felelős szerkesztő: Balázs Tamás •

• A szerkesztőség tagjai: dr. Buzáné dr. Dénes Margit, dr. Harcsik Béla, dr. Klug Ottó, dr. Kórodi István, Lengyelne Kiss Katalin, Schudich Anna, Szende György, dr. Tardy Pál, dr. Török Tamás •

• Kiadó: Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület • Felelős kiadó: dr. Nagy Lajos •

• Nyomja: Press+Print Kft. 2340 Kiskunlacháza, Gábor Áron u. 2/a • HU ISSN 0005-5670 •

Belső tájékoztatásra, kereskedelmi forgalomba nem kerül. • A közölt cikkek fordítása, utánnyomása, sokszorosítása és adatrendszerekben való tárolása kizárólag a kiadó engedélyével történhet. •

Internetcím: www.ombkenet.hu/bkl/kohaszat.html

MARCZIS GÁBORNÉ – NÉMETH FERENC

## A 100 éves Ózdi Finomhengermű története, ahogyan mi láttuk

*A Rimamurány-Salgótarjáni Vasmű Részvénytársaság 1881-ben jött létre, és üzemének acélgyártását Ózdra összpontosította. Az Ózdi Vasgyár Kavaróüzemének és Forrasztóüzemének helyére került az 1913–1915-ös években az új Finomhengermű, amelynek a 100 éves évfordulóját innen számíthatjuk. A telepítés időszakában a közép-, finom- és gyors-drótsor Közép-Európa legkorszerűbb hengersorai közé tartozott. A Finomhengermű fénykorában, 1975–1977-ben több mint 500 ezer tonna mennyiségben, 32 termékcsoporthoz és 885 féle méretben gyártotta termékeit. Az ezt követő hanyatlás után, az 1990-es évek elején többször vetődött fel a bezárás gondolata, de az itt dolgozó közel 700 fő létrehozta az ország első dolgozói többségű kft.-jét, a Finomhengermű „Munkás” Kft.-t, amely még további 15 éven át eredményesen működött, de 2006-ban a REEF Holdings Plc. tulajdonlását követően felszámolták. Működését végigkísérte a forgóeszközhiány. Jelenleg a műemléki védetség alatt álló csarnok az Ózdi Ipari Park Kft. és a Fémiksz Kft. tulajdonában van.*

nagyolvasztó megépítésével pedig kezdetét vette az ózdi nyersvasgyártás. Az ózdi Vasgyár Kavaróüzemének és Forrasztóüzemének helyére került az 1913–1915-ös években az új Finomhengermű, amelynek a 100 éves évfordulóját innen számíthatjuk [2]. A telepítés időszakában a közép-, finom- és gyors-drótsor Közép-Európa legkorszerűbb hengersorai közé tartozott. Az abroncssort a Salgótarjáni Acélárugyártól helyezték át.

A hengersorok a következő sorrendben indultak: 1913. augusztus 18-án a középsor, október 22-én a finomsor és az I. sz. folytatólagos előnyújtó, 1914. február 27-én a II. sz. folytatólagos előnyújtó és a gyorsor, május 15-én a drótsor, 1915. január 28-án az abroncssor.

Az abroncssor kivételével minden új létesítmény a Breuer–Schumacher cég tervei alapján épült, és Közép-Európa legkorszerűbb hengersorai közé tartozott. Egyedül az abroncssort telepítették át a Salgótarjáni Acélárugyártól. A két folytatólagos előnyújtósor az országban is egyedülálló volt. A hengersorokat gőzgépek helyett 1100–1400 lóerős villanymotorok hajtották. A segédberendezések (görgők, vonszolók, daruk, daraboló ollók stb.) mozgását mintegy 100 kismotor végezte. A hengersorokhoz három tolokemence épült. A bugatéren a félterméket két 5 tonnás mágnesdaruvál mozgatták.

A hengersorok, hengerállványok kezelésére 4 tonnás, 5 tonnás, 10 tonnás és két 20 tonnás elektromos futódaru szolgált. A készgyártmányok raktározását, rakodását két 6 tonnás és egy 30 tonnás elektromos futódaru végezte. A hengersorokhoz csatlakozott a kikészítő műhely, az úgynevezett szerelő, abroncskötő és drót-

Az ózdi vaskohászat gyökerei a gömöri vasiparba nyúlnak vissza. A felvidéki kisebb vasgyárak tulajdonosai a hosszúrési tanácskozás során felvetették egy nagyobb szabású hengermű létesítését és részvénytársasági formában való működtetését. A gyár létesítésének fő oka az volt, hogy az országban nagyméretű vasútépítés vette kezdetét [1]. A meglévő kisebb vasgyárak nem voltak alkalmasak a sínek és más vasúti anyagok szállítására. A hengerművet azért tervezték Ózdon megépíteni,

mert a felvidéki vasércbányákhoz és vasolvasztókhoz az Ózd környéki barnaszén előfordulása volt a legközelebb. Így a nyersvasat fuvarozták a vasfinomító és -hengerlő gyárhoz. A Rimamurány-Salgótarjáni Vasmű Részvénytársaság 1881-ben jött létre, és üzemének acélgyártását Ózdra tervezte összpontosítani. A fejlesztések első szakaszában megépült négy 25 tonnás Martin-kemence és a hozzá kapcsolódó hengermű. Ezt követően újabb hat Martin-kemence épült, és a hengermű is tovább bővült. A két

*Dr. Marczis Gáborné 1971-ben szerzett technológus kohómérnöki oklevelet a Nehézipari Műszaki Egyetemen. 1979-ig az Ózdi Kohászati Üzemek (ÓKÜ) Technológiai és Kutatási Főosztályán dolgozott, ezt követően a Rúd- és Dróthengermű műszaki osztályvezetője, majd főmérnöke volt. 1985-ben az ÓKÜ Értékesítési Főosztály vezetését követően ismét a Rúd- és Dróthengermű vezető állásait töltötte be. 1991-től 2001-ig az Ózdi Finomhengermű „Munkás” Kft. ügyvezető igazgatója volt. 1996-ban PhD-fokozatot kapott. 2001-től 2012-ig, nyugállományba vonulásáig a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés igazgatója volt. Szakmai kutatási területe: képlékenyalakítás, magas folyáshatárú betonacélok gyártástechnológiai feltételei, különleges profilok hengerlése.*

*Németh Ferenc 1960-tól az Ózdi Kohászati Üzemek Finomhengerműjében dolgozott, gyártóeszköz-gazdálkodó, technológus, művezető, főművezető, üzemvezető beosztásokban. 1979-ben a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohó- és Fémipari Főiskolai Kar alakítástechnológiai szakán üzemmérnöki képesítést szerzett. 1993-tól 2006-ig, nyugállományba vonulásáig az Ózdi Finomhengermű „Munkás” Kft. termelési igazgatója volt. Szakterülete: gyártóeszköz-tervezés, különleges szelvények gyártástechnológiája.*

kötő műhely, a készáruraktár, a hengereszterga-műhely és a karbantartó műhelyek.

Az első világháborút jellemző mélypont után egy sor különböző technológiát és munkakörülményt javító fejlesztés történt, mint pl. kemence, lyukasztógép, üzemi fürdő. A gazdasági válságot követő fellendülés során megnőtt az igény az abroncsacélok iránt. Ezért a Rimamurány-Salgótarjáni Vasmű vezetői a régi helyére új, Krupp Művek által szállított abroncssort, valamint hántoló és csiszológépet telepítettek 1937-ben [3].

A vállalat dolgozói elsők között segítettek a II. világháború által okozott károk helyreállítását, a termelőmunka beindítását. A háború által okozott mélypont után a fejlesztések a berendezések kihasználásának fokozását, a termelés növelését célozták. A gyár 1949-ben össznépi tulajdonba került, és 1950-ben felvette az Ózdi Kohászati Üzemek (ÓKÜ) nevet.

1975-ben az ÓKÜ-ben a Finomhengermű termelése már meghaladta az évi 500 000 tonnát.

Az ÓKÜ 1977-ben kiadott finomhengerműi gyártmányjegyzéke 84 oldalon keresztül mutatta be a 32 termékcsoportban, 885 méretben gyártott szelvényeket [4].

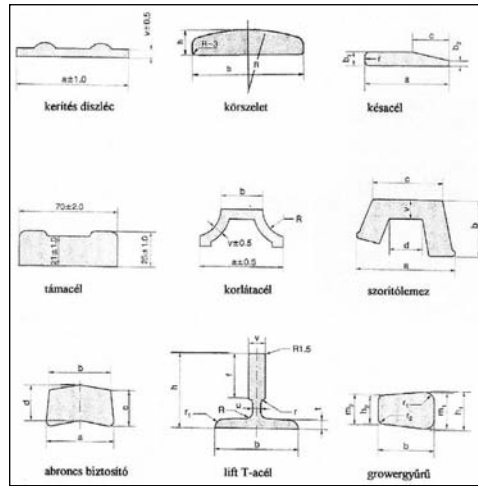
Ezt követően jó 10 év múlva vette kezdetét az ÓKÜ felbomlása. 1987-ben a Drótsort, majd 1989-ben a Tartósort szüntették meg. Ekkor már felvetődött az Abroncssor megszüntetésének kérdése is. A törzsgyári állományból különböző egységek váltak ki és önálló kft. formájában működtek tovább, majd kezdetét vette a privatizáció. 1990. június 3-án megalakult az Ózdi Acélmű Részvénytársaság (OART).

A termelés folyamatosan csökkent és a termékválaszték is szűkült.

Az Ózdi Acélmű Részvénytársaság az 1990-ben kiadott finomhengerműi gyártmányjegyzék szerint már csak 20 féle termékcsoportban, 481 féle méretben gyártotta termékeit [5].

Az 1990-es évek elején már többször felvetődött az üzem bezárásának gondolata. Az Ózdi Kohászati Üzemek rossz emlékű privatizációja után az itt dolgozó kollektíva saját kezébe vette a sorsát.

Az 1991-es év eleji kétszeri figyelemztető sztrájk után, július 27-én kor-



1. ábra. Különleges szelvények

látolt felelősségű társaság formájában, igen rendhagyó módon, a szükséges és elégséges feltételek hiányában, megalakult a Finomhengermű „Munkás” Kft. A társaság induló vagyona, törzstőkéje 2,1 M Ft volt, amelyből 1,0 M Ft értéket, azaz 48% tulajdonrészt képviselt az Ózdi Kohászati Üzemek által szolgáltatott apport. Az 1,1 M Ft készpénzt, amely 52% tulajdoni arányának felelt meg, közel 500 dolgozó adta össze 1000-2000 Ft/fő közötti összegben. Kevesen voltak, akik tekintélyesebb összeget áldozhattak a kft. létrejöttéért. Megalakulásakor ez a társaság volt az első, amely állami vállalatból, munkavállalói privatizáció útján jött létre, és dolgozói többségű gazdasági társaság lett. Az 52% tulajdoni hányaddal rendelkező közel 500 üzletrész-tulajdonos hét tulajdonközösséget alakított. Az üzletrész-tulajdonosok a tulajdonközösségi képviselők útján gyakorolták tulajdonosi jogukat. A környezet egyáltalán nem bízott a társaság megmaradásában. Az itt dolgozók munkahelyének megőrzésére azonban ez volt az egyetlen járható út [6].

A közel évszázados, embert próbáló munkakörülmények közepette itt dolgozók örökségén erőt gyűjtött, ötletgazdag kollektíva túljutott a megalakulást követő első évek nehézségein. A társaság működését elejétől fogva végigkísérte a forgóeszköz hiánya, ezért a korábbi éveket jellemző kommersz termékek tömegtermelésének elvét követni egyáltalán nem lehetett. Az üzleti stratégia tehát a piaci rések útja volt.

Ötvözetlen és gyengén ötvözött

minőségben, 30 féle termékcsoportban, 1000 féle méretben volt lehetőség különböző termékek előállítására. Ezek a következők voltak:

- Laposacélok (10–160×1,5–50 mm): abroncsacélok, rúgóacélok, széles acélok.
- Betonacélok (8–40 mm): sima kör, csavarható-, nyíl-, csavarható bordás.
- Rúdacélok (6–40 mm): négyzet, szegecs, kör, körszelet acélok, idomacélok (20–100×3–10 mm), lejtős és párhuzamos talpú I-tartók, egyenlő és egyenlőtlen szárú szögacélok.
- U-acélok, T-acélok.
- Speciális termékek. U-szelvényű vezetősín, abroncsbiztosító vasúti kerékpárokhoz, hordógördítő abroncs, mezőgazdasági ekevas, korlátacél, kerítés díszléc, támacél, lekerékített élű rúgóacél, körszelet acél, piskóta profil, trapéz acél, nútos laposacél, különleges méretű rúgóacél, KP-3 sínleszorító, IPE tartó, TB-acélok, lapos heveder stb. [7].

Néhány különleges szelvényt mutat be az 1. ábra [8].

A harmadik-negyedik évben a társaság már jelentős eredményt ért el. 1995-ben az adózás utáni eredmény már meghaladta a 182 M Ft-ot. 1992–1995 között négy alkalommal összesen 290 M Ft támogatást ítélt meg a Munkaerőpiaci Bizottság a foglalkoztatási alapból a több mint 600 fő munkaerő megtartása érdekében. A Társaság viszont ugyanezen időszak alatt több mint 800 M Ft-ot fizetett be az államnak ÁFA, TB, SZJA formájában. Pályázatok (hat) útján 1992–1996 között 50 M Ft-ot sikerült elnyerni. A megtermelt nyereség jelentős részét folyamatosan visszaforgatták 1991–1996 között 170 M Ft értékben különböző műszaki fejlesztések megvalósítása céljából.

A forgóeszközhiány viszont mindvégig kísérte a „Munkás” Kft. működését. Ezért minden lehetőséget kihasználva a használt alapanyagok olcsó áron való megvásárlására (pl. a leállított alumíniumkohók katódcsínjei, a Bős-Nagymarosi Vízlépcsőhöz legyártott, de fel nem használt nagy méretű betonacélok, használt vasúti sínek stb.), majd áthengerléssel való újrahasznosítására. A használt vasúti

sínből való betonacél-hengerlés megoldása szabadalom (211 017 szabadalom, 1992. október 21.) lett.

A sínből való betonacél-hengerlés üregeinek elvét mutatja be a 2. ábra.

Újonnan kifejlesztett termékekkel, eljárásokkal különféle bemutatókon, vásárokon számos díjat nyert Genfben, Pittsburghban, Budapesten, Ózdon.

Bevezették a párhuzamos talpú I-gerendák gyártását, amely ismét szabadalom lett (219 848 B szabadalom, 1996. december 19.) [9,10].

Az újonnan létrehozott Fémfeldolgozó üzemben kerítések, kapuk, dísz tárgyakat állítottak elő a hengerlés során keletkező rövid darabokból, különleges szelvényekből.

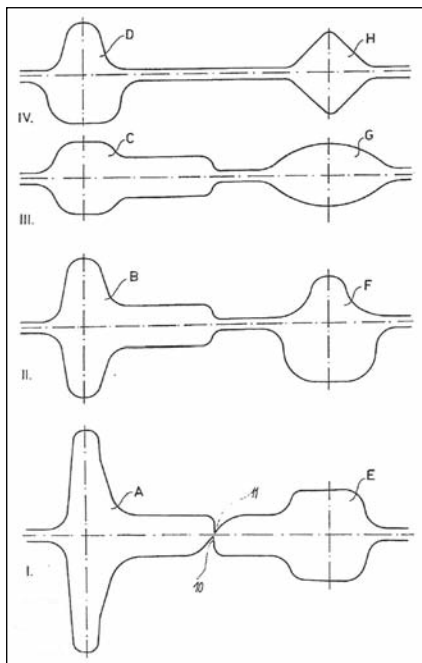
Az évek előrehaladtával újabb nehézségekkel kellett megküzdeni. A hazai piacvédelem hiánya miatt egyre több olcsó, gyengébb minőségű árut adtak el belföldön, ezért a hazai kereslet csökkent. Ennek kivédésére az export irányába orientálódott a társaság. Az export mennyisége már meghaladta az összes értékesítés 20%-át.

További igen súlyosan ható tényező volt a dollárárfolyam változása. Mivel a négyzetes buga alapanyagot csak dollárért lehetett beszerezni, és a kft. forgóeszköz hiányában csak nagy késéssel tudott fizetni, igen jelentős volt az árfolyamvesztés. 1998-ban ez már elérte a 70 M Ft-ot (év elején még 213 Ft/USD, év végén pedig 253 Ft/USD volt az elszámolási árfolyam).

A hosszú távon gondolkodó, rendkívül ötletgazdag, tenni akaró, kiváló szakembereket alkalmazó társaság kidolgozott egy racionális fejlesztési elképzelést arra vonatkozóan, hogy lényegesen kevesebb gyártóeszközzel és hosszú távon Ózdon beszerezhető nagyobb méretű négyzetes buga alapanyag felhasználásával a meglévő négy hengerson helyett két hengerson elő tudja állítani a teljes termék választékot. Erre 2000-ben 400 M Ft-os igen kedvező kamatozású PHARE (HYFERP) hitelt nyert el.

Mivel a forgóeszközhány továbbra is nyomasztó gond volt, ezért mindenképpen tőkebevonásra volt szükség.

2001 novemberében a REEF Holdings Plc. (korábbi alapanyag-beszállító) 255 M Ft tőkét emelt, ezzel 75%



■ 2. ábra. Sínből való betonacél-hengerlés üregeinek elvét mutatja be a 2. ábra.

tulajdont szerzett a társaságban, amellyel átvette az irányító szerepet.

Az új tulajdonos üzletpolitikája teljesen más irányt vett. Az alapanyag egyre magasabb áron érkezett, a termelésben ismét a kommersz áruk előállítására és nem a magasabb hozzáadott értékű különleges termékek gyártására játszott a fő szerepet. A gyártás- és gyártmányfejlesztések teljesen elmaradtak. A termelés folyamatosan évről évre csökkent, a veszteség egyre nőtt. A Finomhengermű „Munkás” Kft. ellen 2006. március 2-től felszámolási eljárás indult.

A műemléki védettség alatt álló finomhengerműi csarnok 2012. decem-

ber 20-tól az Ózdi Ipari Park Kft. és a Fémiksz Kft. tulajdona lett.

A Finomhengermű termelését a 3. ábra szemlélteti.

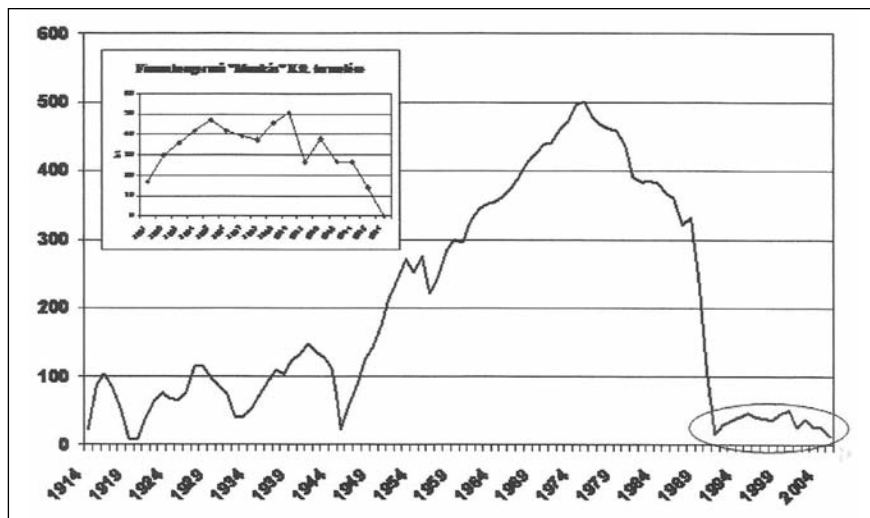
Véleményünk szerint, ha az ország első dolgozói többségű társasága rendelkezett volna kedvező kamatozású forgóeszközhitellel (ezt fedezet hiányában – mivel a 60-100 éves technológiai berendezések jelentéktelen értéket képviseltek – a bankok nem adtak), ma minden bizonnyal 20 Mrd Ft feletti árbevétellel bír, 400-500 főt foglalkoztató társaságként eredményesen tovább működhetett volna Ózdon.

1996-ban jelent meg Vass Tibor: A túlélés ára. Az ózdi Finomhengermű története című könyv, amely a múltból eredően a „Munkás” Kft. első öt esztendejét foglalta össze [6].

Ezt kívántuk röviden bemutatni és kiegészíteni a következő évek történéseivel, amely gyakorlatilag az ózdi Finomhengermű utolsó negyed századát jelentette.

## Irodalom

- [1] Berend T. Iván: Az Ózdi Kohászati Üzemek története. 1980.
- [2] Marczis Gáborné Dr.: Gondolatok a 150 éves Ózdi Gyárról. Jubileumi Konferencia, Ózd, 1995.
- [3] Magyar Vas-és Acélipari Egyesülés: A hengerek legfontosabb műszaki-gazdasági adatai. 1974.
- [4] Ózdi Kohászati Üzemek: A Finomhengerműben hengerelt szelvények gyártmányjegyzéke. 1977.
- [5] Ózdi Acélmű Részvénytársaság: A Finomhengerműben hengerelt



■ 3. ábra. A Finomhengermű termelése 1914–2005 között, kt-ban

- szelvények gyártmányjegyzéke. 1990.
- [6] Vass Tibor: A túlélés ára. Az ózdi Finomhengermű története. 1996.
- [7] A Finomhengermű „Munkás” Kft. gyártmányjegyzéke. 1998.
- [8] Marczis Gáborné Dr.: A 100 éve átadott ózdi Finomhengermű és különleges termékei. V. Ózdi Ipari Örökségvédelmi Konferencia, Ózd, 2013. május 24.
- [9] Marczis Gáborné: Europrofilok gyártását megalapozó alkalmazott kutatás-fejlesztés. Jubileumi Tudományos Konferencia a Miskolci Egyetem Fennállásának 260. évfordulója alkalmából, Miskolc, 1995. szeptember 7–8.
- [10] Marczis Gáborné Dr.: Speciális profilok meleghengertelése az ózdi Finomhengermű „Munkás” Kft. nyitott hengersorain. Hengerezés Konferencia, Salgótarján, 2000. szeptember 21–22.

CSEHIL GYÖRGY

## A diósgyőri nyersvasgyártás története 1952–1996. II. rész\*

*A diósgyőri kohászat 238 éves története során az ország egyik legjelentősebb vaskohászati gyárává fejlődött. Idén volna 91 éves a diósgyőri korszerű nyersvasgyártás, azonban 21 éve végleg megszűnt. A cikk első része a diósgyőri nyersvasgyártás 1770–1952 közötti történetét mutatta be. Jelen cikk a III. sz. nagyolvasztón elvégzett – országos szinten is kiemelkedőnek minősülő – konstrukciós, technológiai és műszaki fejlesztéseket tárgyalja, továbbá a III. sz. nagyolvasztó agóniáját, leállítását, bontását és a diósgyőri nyersvasgyártás termelési mennyiségeit foglalja össze.*

Mottó: „Kohó nélkül már nem kohászat többé a kohászat” – mondta Lassán Pál, a diósgyőri nagyolvasztó részleg egykori vezetője

### A III. sz. nagyolvasztó konstrukciós, műszaki fejlesztései

A diósgyőri nyersvasgyártás történetében elvégzett fejlesztések a gyártóberendezések felújítására, bővítésére, korszerűsítésére, az elegyminőség javítására és olyan technológiai fejlesztésekre irányultak, melyek a nyersvastermelés növelését, a minőség javulását, a nyersvas összetételének állandóságát, és elsődlegesen a gazdaságosság növelését eredményezték. A technológiai fejlesztésekben jelentős tényezőt játszottak a gyáregység dolgozóinak újítási javaslatai, a Vasipari Kutató Intézet és a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem kísérletkutatási tanulmányai, valamint dolgozóink bel- és külföldi nagyolvasztó üzemeknél tett tanulmányútjainak tapasztalatai.

\* A cikk I. részét 2016/5–6. számunkban közzeltük. A szerző életrajza ott olvasható.

### A kohóátépítések során elvégzett konstrukciós fejlesztések:

- 1956 Fenék- és medencefalazat kialakítása angol karbontéglával, a medenceátmérő és a fúvósíkfelület növelése.
- 1957 „Szovjet” típusú ércmérlegkocsi RH 700 egyenirányító egységének cseréje nagyobb teljesítményű RMNV 2000 típusra.
- 1962 Fúvóformák számának növelése 12-ről 18-ra, a medence és a nyugasz falazatába hűtőkák beépítése.
- 1968 A fenékfalazat épségben maradt két és fél sor angol karbontéglára három sor lengyel karbonblokk falazása, elegyszint mérése négy sugárzó elemből és két izotópszondából álló elegyszintmérő-rendszer kiépítésével, és a torokvédő öntvény zónájának növelése 2500 mm-ről 4440 mm-re, saját fejlesztésű nyersvascsapoló bontógép telepítése, műszerpark fejlesztése, léghevítésváltás automatizálása lángörző egység alkalmazásával.

1975 Vékonyított aknafal, aknafalazatba nyúló hűtőkúpok elhagyása és a külső hűtés intenzifikálása.

1980 Fenék- és medencefalazat kialakítása csehszlovák karbon-döngölettel, Mitsui-Láng fúvógép telepítése, adagolórendszer mikroprocesszoros vezérlése, nyersvascsapoló csatorna-rendszer korszerűsítése billenőcsatorna telepítésével, elektronikus kokszmérlegelés izotópos nedves-ségmérésen alapuló korrekcióval, folyamatos torokgázelemzés, 70 t-ás nyersvasüstpark kialakítása.

1987 Fenék- és medencefalazat kialakítása DIDIER carbonblokkal, fenék- és medencerész elpárologtató hűtőrendszerének elhagyása, nyersvas csapolónylás zárására Dangó-Dienthal dugaszológép beszerzése, DIGÉP-BÖHLER gyártású nagyteljesítményű nyersvas csapolónylás-bontógép telepítése, kaliber rendszerű koksztétel kiváltása Binder-típusú vibrátoros rendszerre, szalag elegyszedő és mérlegelő rendszer kialakítása, mélyített medence kialakítása.

### A III. sz. nagyolvasztó technológiai fejlesztései:

- 1960 Földgáz-befúvás bevezetése.
- 1973 Torokcsere ideje alatt formakiegészítőrendszer kiépítése.
- 1977 Torokcsere ideje alatt új típusú



■ 1. ábra. Az elpárolgató hűtőlapok szerelése

fúvókakönyvek, cső-formaszekrény beépítése.

1983 Oxigén befúvása a kohóba.

1989 Control-System számítógépes felügyeleti és tanácsadó rendszer bevezetése: mérési adatgyűjtés paraméterek számítására és a mért adatok tárolására.

1990 A kohó léghevítőinek fűtőgáz-fűtőérték szabályozása a földgáz bekeverés arányának változtatásával a kohógáz fűtőértékének számítása alapján. Technológiai földgáz végleges kizárása gazdasági megfontolásból. DANGÓ-vízszűrő telepítése a léghevítők és a kohóhűtés tisztítására.

1995 AEG vezérlés kiépítése az adagolást irányító „A” gépházban.

### Technológiai és technikai módosítások

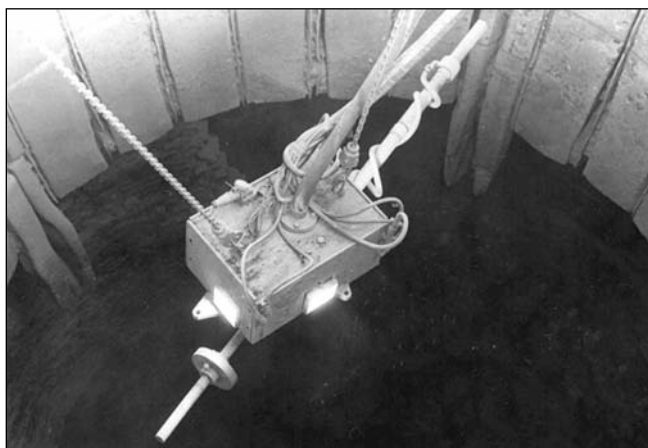
Az 1968. évi átépítésnél alkalmazott újszerű megoldások sorában már a

kohó leállításának technológiája is eltért a korábbi gyakorlattól. Az addig alkalmazott ún. kavicsfeltöltéses technológiával szemben a kiüritéses technológiával állították le a kohót. Ennek lényege, hogy a kohóban levő anyagoszlopot megfelelő intenzitású fúvatással fokozatosan közel a fúvósik szintjéig eresztik le, majd lassú vízelárasztással hűtik le a kohó belső falazatát és a medencében maradt anyagmennyiséget.

1975-re az akna- és a nyugaszpáncélon már erős deformálódások jelentkeztek, a beépített régi típusú hűtőkúpok már nem üzemeltek. Ezért olyan döntés született, hogy a kohónál olyan mérvű közepes javítást kell elvégezni, mely költségkímélő legyen, de ugyanakkor a kohó és a léghevítők üzemét a kohó teljes átépítéséig biztosítsa. A korábban alkalmazott aknafalazatba benyúló hűtőkúpok korai meghibásodásai, valamint a kohófalazat külső és belső hűtési módjainak tanulmányozása alapján a

hűtőkúpok elhagyása és a külső hűtés hatékonyságát javító falazási mód mellett döntöttek. Ezzel az alapvető cél a kohó üzemvitelének a teljes átépítéséig történő biztosítása mellett az újszerű megoldások tapasztalatszerzésére is lehetőség nyílt.

- Az akna beépített hűtőelemek nélkül vékonyított falazatot kapott. Az akna alsó részének falazatát az akna alsó szélétől mért 5200 mm magasságig angol félgrafitos minőségű téglával falazták, a páncél és falazat között pedig döngölő anyagot használtak. A falazat vastagságát 750 mm-ről fokozatosan 345 mm-re csökkentették a torokvédő öntvényig samott-téglával falazva.
- A samott-téglák tartására részben hőálló acélöntvényeket, részben páncéllemez-konzolokat alkalmaztak.
- A páncélzat vastagságát 30 mm-ről 40 mm-re növelték. Az akna hűtését külső permetező hűtés biztosította.
- A nyugasz páncélzatán belül 1780 × 1450 × 200 mm-es védőöntvénye-



■ 2. ábra. A III. számú nagyolvasztó aknafalazatának felszórásos javítás művelete

ket raktak be, melyeket samott-tég-lával raktak ki. A nyugasz és medence hűtésére szintén külső permetező hűtést alkalmaztak.

– A közepes javítás alatt a torokszerkezet cseréjét is elvégezték.

Az 1980-as kohóátépítésnél komoly változások történtek a kohó konstrukciójában és kiszolgáló berendezéseiben: térfogatbővítés 768 m<sup>3</sup>-ről 950 m<sup>3</sup>-re. A fenék- és medencerészben az elpárologtató hűtőrendszert elhagyták, és külső medencehűtést valósítottak meg (1. ábra). Az elegy-szedés és mérlegelés korszerűsítésére telepítési adottságokhoz és a meglévő bunkerrendszerekhez igazodva a Kogépterv által végzett tervezői munka alapján szalagos elegy-szedő és mérlegelő rendszert telepítettek. Az addigi pontatlan és egészségtelen körülmények között végzett, emberi közreműködéssel történő mérlegelés gépesített, számítógéppel vezérelt lett.

A III. sz. kohó üzemeltetését a reorganizációs programhoz és a kohó műszaki állapotához igazodva eredetileg 1994. november 30-ig tervezték. 1994. december havi Kormányhatározat a szakértői vélemény alapján 1996. év végéig irányozta elő a kohó üzemelését. Ezt azonban a szakértői vélemények alapján csak egy közben-ső felszórásos aknafaljavítással lehetett biztosítani. A munkát mind a kezdeti határidő, mind a felújítási keret vonatkozásában hosszas huzavona előzte meg. Az eredetileg kitűzött június 14-ei kezdeti időpont csúszott, és a rekonstrukciós költségre előirányzott 400 M Ft is 140 M Ft-ra zsugorodott. A ténylegesen szükséges 300 tonna felszóró anyaggal szemben csak 200 tonna mennyiséget engedélyeztek, és költségcsökkentési igény miatt redukálni kellett a korábban tervezett és a dr. Tardy Pál által vezetett Műszaki Szakértői Bizottság részéről is szükségesnek tartott javítások körét.

Végül 1995 januárjában egységes szempontok alapján kiírt pályázat eredményeként az angol K.S.R. cég kapott megbízást a javítás elvégzésére. Az aknafal felszórásos javítására 1995. augusztus 9–16. között került sor. A kohó leállítása speciális technológia szerint – az akna három szintjén kialakított csonkokon keresztül végzett nitrogénbefúvás mellett – történt.

A robottechnikával végzett felszórásnál (2. ábra) a nyugasznál 400 mm vastagságban 29% SiO<sub>2</sub>- és 62% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-tartalmú ROTAGUN 1600; az akna zónájába pedig 150 mm vastagságban 39% SiO<sub>2</sub>- és 53% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-tartalmú ROTAGUN 1500 típusú tűzállóhabarcsot használtak. A javítási szerződésre megadott ajánlati ár 43 M Ft volt. Az elvégzett falazatjavítás a nagyolvasztó végső leállításáig több mint egy évvel hosszabbította meg a kohó üzemidejét.

### A III. sz. nagyolvasztó negyedik (10. sz.) léghevítőjének építése

1979-ben megkezdődött a negyedik léghevítő alapozása a vágány- és kábelcsatorna-hálózattal szűkített telepítési helyhez leginkább alkalmas ún. csapos alapozással. Az új léghevítőbe épített rács fűtőfelülete – a 7., 8., 9. sz. léghevítők 12.800 m<sup>2</sup>-ével szemben – 27.100 m<sup>2</sup>-re változott. A rács soklyukú, 40,5 mm hidraulikus átmérőjű, F2-típusú rácsstéglákból épült, a rács fajlagos fűtőfelülete: 35,2 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>.

A negyedik léghevítő belépésével és a másik három léghevítő rekonstrukciójának befejezésével a négy léghevítő üzemmel a bővített III. sz. kohónál az 1 (hasznos) m<sup>3</sup> kohótérforogatra számított fajlagos fűtőfelület a korábbi 50 m<sup>2</sup>-ről 100 m<sup>2</sup>-re nőtt, ami 1150-1200 °C fűvósél-hőmérséklet tartását biztosította.

### Szintetikus öntészeti nyersvasgyártás

Az előzőekben felsorolt olyan intézkedések, mint az elegyviszonyok javítása (előkészített ércfelhasználás) a kohójárat intenzitásának növelése és a redukációs tényező fokozása (földgázbefúvás, a fűvósél oxigéndúsítása) vagy a mérlegelés pontosságának növelése (szalagos elegy-szedő rendszer) a közvetlen kohógyártású acél- és öntészeti nyersvas gazdasági és minőségi mutatóinak javítására irányultak. A gyártástechnológiában újszerűséget jelentett a szintetikus öntészeti nyersvas gyártása.

A megnövekedett öntészeti nyersvasigény biztosítása az I-II. sz. kohók közvetlen technológiai eljárásával a magasabb Si-tartalomra történő átállítás, majd a normál acélnyersvas ösz-

szetételre történő visszaállítás miatt az ún. átmeneti összetétel minőséggrónak, a magas Si-tartalmú nyersvas magasabb fajlagos kokszfogyasztás értékének hatása miatt pedig gazdaságtalannak bizonyult. Ennek kiküszöbölésére tértünk át 1975-ben az ún. szintetikus öntészeti nyersvasgyártási technológiára, melynek során a kívánt Si-tartalmat a lecsapolt acél-nyersvasba adagolt FeSi-mal érték el. Az így legyártott szintetikus öntészeti nyersvasból a leállított Siemens–Martin-acélmű üzemcsarnokában hét kokillás alátét és kokilla öntésére került sor. Az így készült öntvény kiváló tartósságú volt.

### Üzemzavarok

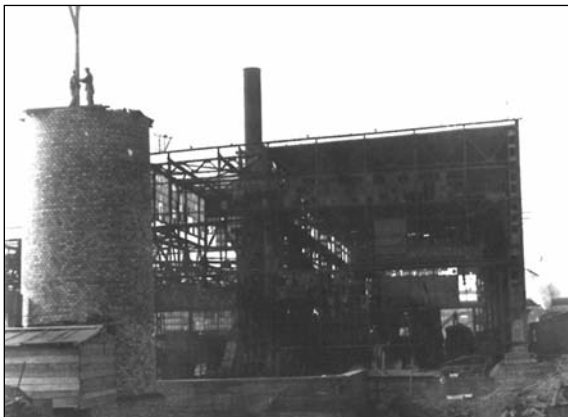
A nyersvasgyártás technológiájának bonyolultságából eredően, még a műszaki fejlesztések ellenére is elkerülhetetlen különböző üzemzavarok – hűtővíz-rendszer meghibásodása, fűvószerelvények salakelárasztása stb. – bekövetkezése. Ezek sorában rendkívülinek tekinthetők azok a súlyos, az egyik esetben tragikus üzemzavarok, melyek nemzetközi viszonylatban is visszhangra találtak:

– Az 1957–60–61-ben a III. sz. nagyolvasztónál történt vaskitörések:

- A III. sz. kohó 1956–57. évi átépítése után két hónappal, 1957-ben, a nyersvas csapolónyílás bal alsó sarkánál vaskitörés következett be. A meghibásodást a kitorrés helyének befalazásával kijavították.
- 1960. március 3-án az 1957-es kitorrés környezetében ismét vaskitörés következett be. A falazatjavítás után március 8-án a nagyolvasztót újraindították.
- 1960. április 10-én ismét ugyanazon a helyen vaskitörés következett be.
- 1961-ben ismételen vaskitörés történt a korábbi helyeken.

– 1963-ban az I. sz. nagyolvasztónál robbanás következett be. Szakértői megállapítások szerint a robbanást közvetve a nem megfelelő minőségű poros mangánércből történő FeMn-gyártás erőtetése generálta.

– 1984. október 16-án a III. sz. nagyolvasztónál fenékkilyukadás történt a fenék karbonfalazatával érintkező hűtőlap kiégése miatt.



■ 3. ábra. Az épülő diósgyőri Ércelőkészítő üzem



■ 4. ábra. Az elkészült diósgyőri Ércelőkészítő üzem

- Vaskitörés az I. sz. nagyolvasztónál (1985. 06. 07.)
- 1993. január 3-án a III. sz. nagyolvasztó kétkúpos torokzárszerkezete hibásodott meg a felső kiskúp leszakadása miatt. Az üzemzavart a beütemezett torokzárcsere elmaradása és a termelés növelése érdekében az elegyben megnövelt pelletarány okozta koptatóhatás, valamint a kényszerállások és újraindítások miatt a torokhőmérséklet ingadozása eredményezte.

### Elegyminőség javítására tett intézkedések

A diósgyőri kohók betétjét a kezdeti időszakban csak nyersérccek felhasználása képezte. Az elegyminőség javítása ezért csak a kedvezőbb ércfajták kiválasztására irányult.

A 40-es évek végéig ezek sorában a háborús évek kihagyásával a jugoszláv érc dominált, 30-40%-os részesedéssel. A minőségi javítás irányába tett első lépést az 1948-ban megépült Ércelőkészítő Vörösizsap Feldolgozó Üzem jelentette, amely vörösizsaphoz érc-tégla formájában kohóbetétet gyártott.

### Ércelőkészítő Vörösizsap Feldolgozó Üzem

Bejna–Visnyovszky- (érc-téglagyártás) eljárás:

Elegy: vörösizsap (25-28%), ércpor, szállópor, kokszipor (0,7-1,0%),

Téglaméret: 250 × 150 × 120 mm

Tömeg: 12-13 kg

Nyerstégla nedvesség: 15-17%

Összetétel:

Fe: 45-46%

SiO<sub>2</sub>: 11-13%  
 P: 0,07-0,08%  
 CaO: 4-5%  
 S: nyomokban  
 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 9-11%  
 MgO: 1-1,5%

Porozitás: 35-48%

A technológia elsősorban az érccek átlagosítását és darabosítását jelentette. A technológiával a korábban használhatatlannak tartott vörösizsap felhasználása is lehetővé vált. Az eljárás során az ércporokat agyagszerűen nedves vörösizsappal, mint kötőanyaggal keverték össze, és ebből az elegyből készült téglákat két alagútkemencében kb. 1100 °C-on kiégették. A jól kiégett téglák erősen repedeztek, töreke koksziporú porózus, ütésre morzsolódás nélkül szétesettek.

1950-59-ig történő üzemeltetéséig évente 50-60 ezer tonna érc-tégla felhasználására került sor, amely hivatkozta az érceleget 8-30% részarányát jelentette.

Bebizonyosodott, hogy a vörösizsap nagyolvasztóban történő üzem-szerű feldolgozása nem lehetséges, mivel az abból készült téglák nagyüzemi kohósításra alkalmatlannak bizonyultak.

### A diósgyőri Ércelőkészítő üzem

Az Ércelőkészítő üzem (3-4. ábra) 1959. február 1-én indult. A III. sz. kohó megépítésével az ércellátás bázisa is áttolódott a szovjet érccek beszerzésére, ami kezdetben nyersérc formájában, 1959-től pedig a zsugorító-mű „agló érc” betétjeként biztosította a kohók elegyellátását.

A Dwight–Lloyd zsugorító-mű tech-

nológiájából eredően nemcsak fizikai, hanem metallurgiai szempontból is minőségi ugrást jelentett az elegyviszonyok javulásában. Az elegy magasabb Fe-tartalma és az előkészített ércarány növekedése 40%-ra, a termelékenység és a fajlagos kokszfogyasztás ugrásszerű javulását eredményezte. A zsugorító-mű építéséhez kapcsolódóan különböző anyagellátást érintő fejlesztésekre is sor került. Átalakításra kerültek a bunkerek, az anyagrakodást 75%-ban gépesítették. 1962-ben megépült az alagút szalag a tömörítő-mű anyagellátásának biztosítására. 1963-ban a zsugorító-mű termelékenység növelésére pelletező tányért telepítettek. Nemcsak diósgyőri, hanem a hazai nyersvasgyártás viszonylatában is jelentős tényezőt jelentett a Borsodi Ércelőkészítő Mű beindulása 1969-ben.

A BÉM termelésének felfutását követően a diósgyőri Ércelőkészítő üzem 1971. december 3-án befejezte működését, a termelése ez idő alatt 5.970.590 tonna zsugorítvány volt, ami 40% előkészített ércarányt biztosított az elegyben.

### A Borsodi Ércelőkészítő Mű üzembe helyezése és 1969–1996 közötti tevékenysége

A borsodi térségben az ércelőkészítő mű megépítésének igényét több tényező tette szükségessé.

- A nagyolvasztókban felhasználandó érccek kémiai összetételének nagymértékű ingadozása.

- A megnövekedett mennyiségű aprófrakciójú érccek nem lehetséges, vagy csak nagyon gazdaságtalanul történő kohósítása.

– Az ércelőkészítésből származó előnyök kihasználása, mely a nagyolvasztóknál kokszfogyasztás-csökkenést, termelékenység-emelkedést, egyenletesebb járatot és egyenletesebb nyersvasösszetételt biztosít.

– Az ózdi – elavult és ezért megszüntetésre ítélt –, illetve a diósgyőri ércelőkészítőművet egy új zöldmezős beruházással kiváltották egy modern üzemmel, amely alkalmas volt mindkét vállalat nagyolvasztóinak kiszolgálására.

A Mű kivitelezése 1963. szeptember 23-án kezdődött meg. A közben történő módosítások változtatták meg a berendezéseket és költségeket is.

– Az I. ütem (Hidegüzem Előkészítő) megindítására 1968 februárjában került sor, az ideiglenes üzemeltetési engedélyt május 28-án adták ki.

– Az II. ütem (Melegüzem Darabosító) I–II. zsugorító szalag próbaüzeme 1969. február 26–30-ig tartott, és augusztus 6-án történt meg az üzembe helyezési eljárás.

– A III. ütem két újabb zsugorító szalagjának üzembe helyezése 1971 októberében kezdődött, és a próbaüzem december 31-ig tartott.

– A Mű összes beruházási költsége 1,7 milliárd Ft volt.

A BÉM-ben 1996. október 31-én leállt a hagyományos zsugorítvány-előállítás, majd átalakult a termékszerkezet, vaskohászati melléktermék-feldolgozással folytatták a 2014-ben bekövetkezett felszámolásáig. A Mű termelése 1972. január 1. és 1996. október 31. között összességében 59.105.587 tonna volt.

### Pelletfelhasználás

Az elegyviszonyokban újabb minőségi ugrást jelentett a pelletfelhasználás alkalmazása a kohóbetétben. Az

eddigyi előkészített érc fogalmát jelen-tő zsugorítványtól eltérő kémiai összetétellel és más mechanikai-hőtechnikai paraméterekkel rendelkező új ércbetét, a pellet kohósítása újabb technológiai ismereteket kívánt a kohó irányító személyzetétől.

Az elegyminőség értékelésénél az elegykihozatal mellett az előkészített érc aránya, azon belül a zsugorítvány/pellet arány értéke is minősítette egy kohóüzem korszerűségét.

1991-ben a IV. hónaptól kezdődően új technológiai feladatot jelentett a nagy Ti- és V-tartalmú, és emellett a salakösszetételt alapvetően meghatározó „uráli” pellet kohósítása.

### A III. kohó leállítása

A kohó utolsó csapolására 1996. november 4-én került sor (5. ábra). A Nagyolvasztó Részleg dolgozói létszáma 227 fő volt, közülük 108 főt a DAM Kft.-ben tudtak foglalkoztatni, sajnos azonban 119 főt végkielégítéssel el kellett bocsátani. A nyersvastermelés megszűnte után az LD-konvertert is megállították, amely mindössze 16 évig működött.

Az utolsó csapolás adatai:

Idő: 1996. nov. 4. 16:00–16:50

Adagszám: 325 240

Termelés: 05. sz. üst 35 t,

06. sz. üst 20 t

Nyersvas-összetétel %-ban:

<b>C</b>	<b>Mn</b>	<b>Si</b>	<b>S</b>	<b>P</b>
4,020	0,9968	2,156	0,0157	0,1182
<b>Cr</b>	<b>Ni</b>	<b>Cu</b>	<b>Ti</b>	<b>V</b>
0,1437	0,0079	0,0658	0,0547	0,0151

Az utolsó csapolást követően megkezdődött a nagyolvasztó bontása (7. ábra), azonban a léghevítő nem engedelmeskedett a fizika törvényeinek.

### Összefoglaló a diósgyőri nagyolvasztók termeléséről

A diósgyőri kohókból az I. számú kohó 1926. 08. 17.-i indításától a III. számú kohó 1996.11.04-ig, leállításáig 24.751.018 tonna nyersvasat gyártottak acélnyersvasra számított paritásos alapon.

I. számú kohóból:

5.339.902 tonna

II. számú kohóból:

5.149.708 tonna

III. számú kohóból:

14.221.268 tonna

A kísérleti kiskohóból:

40.140 tonna

**Együtt: 24.751.018 tonna**

A termelésből:

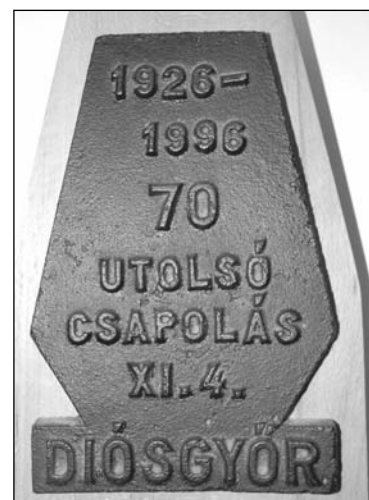
Öntészeti nyersvas: 629.725 tonna

Tüköryersvas: 37.570 tonna

Ferromangán: 111.403 tonna

A nagyolvasztók kisebb és nagyobb üzemzavarok (pl. vaskitörés, robbanás) ellenére is hűségesen szolgáltak, azonban az 1980-as évek végére megrendült szocialista gazdálkodás nem tudta működtetni a régi keretek között a diósgyőri kohászkozást. A III. sz. nagyolvasztó leállításával megszűnt a 70 éves múltra visszatekintő diósgyőri korszerű nyersvasgyártás. Az integrált acélgyártást felváltotta a hulladékbazisú minicélmű, azonban 2008-ban az is megszűnt, azóta a gyár csendben várja a diósgyőri kohászati feltámadását.

Lévay József, Miskolc jegyzője 1863-ban egy háromi kirándulás alkalmával vetette papírra az alábbi

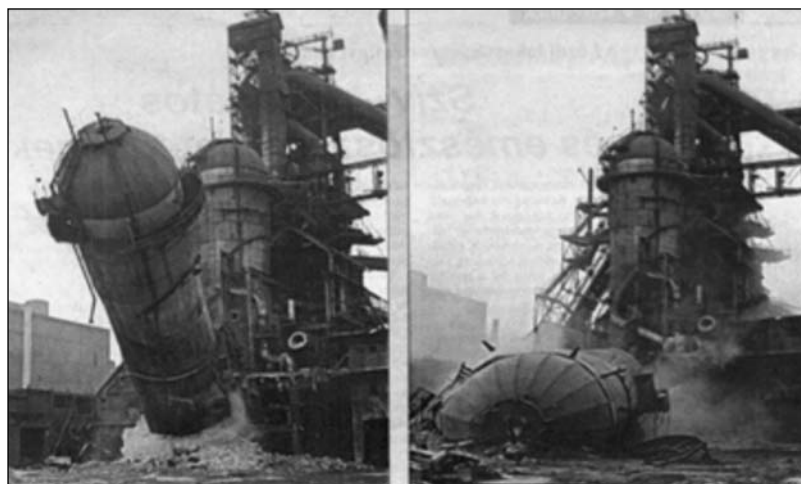
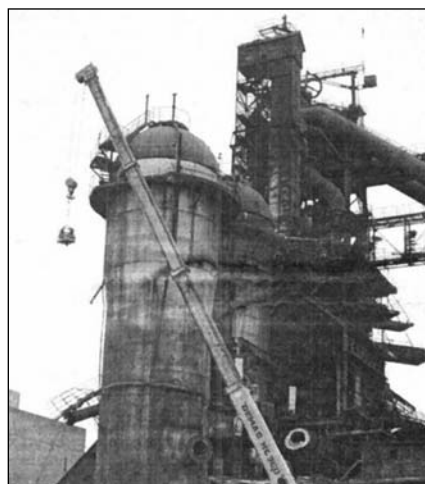


■ 6. ábra. Az utolsó diósgyőri nyersvascsapolás emléklapja



■ 5. ábra. Az utolsó diósgyőri nyersvascsapolás





■ 7. ábra. „Nem akart a kohó meghalni... Előbb lerobbant, tegnap felrobbant, mégis áll a nagyolvasztó!”

### A III. kohó üzemtörténetének összefoglaló adatai

Kampány	Üzemelési időszak		Kampányidő			Átépités	Termelés	Egy üzemnapra számított termelés	Megjegyzés
	Indulás	Leállítás	Nap	Év	Üz.nap				
I.	1952.05.09	1956.09.13	1 588	4,35	1 538	181	879 511	571,85	
II.	1957.03.13	1962.08.21	1 987	5,44	1 889	52	1 348 581	713,91	
III.	1962.11.13	1968.05.13	2 008	5,50	1 949	58	1 628 344	835,48	Angol karbonblokk beépítése
IV.	1968.07.10	1975.03.07	2 431	6,66	2 274	54	2 363 963	1 039,56	2,5 sor angol karbonblokkra 3 sor lengyel karbonblokk
V.	1975.04.30	1980.06.30	1 888	5,17	1 816	112	1 897 125	1 044,67	Vékonyított aknafal, fenékfalazat maradt
VI.	1980.10.20	1987.08.03	2 478	6,79	2 472	75	2 563 734	1 037,11	1984.10.16. fenékkilyukadás
VII.	1987.10.16	1996.11.06	3 309	9,07	2 749		3 540 010	1 278,74	1995.08. aknafal felszórás javítása
	<b>1952.05.09</b>	<b>1996.11.06</b>	<b>15 689</b>	<b>42,98</b>	<b>14 687</b>	<b>532</b>	<b>14 221 268</b>	<b>968,29</b>	

sorokat. 133 évvel később ezek a gondolatok – szomorú – de ismét aktuálisak váltak. Valószínűsíthető, hogy ezekhez fogható érzések töltötték el a diósgyőri Nagyolvasztó gyár-részleg dolgozóit a III. sz. kohó leállításánál is.  
„Hámor volna, de már nincsen kalapács,

*Se hangos pöröly, se barna kovács,  
Kohó kihamvadt, izzó vas kihűlt,  
Gép szerte korhadt, műhely össze-  
dőlt  
A zuhatag szabad lényén halad,  
Olcsó erő haszon nélkül marad.  
Nincs régi pezsgés, nincs régi zaj  
Csend van, s az itt nem boldogság,  
de baj!*

*Az új kor itt eképp állítja rendet,  
Elrontván, mit a múlt teremtett ... ”*

#### Irodalom

[1] Diósgyőri gyár-részleg műszaki dokumentációinak archívuma 1950–1996.

# Ferroötvözők elemzése energiadiszperzív röntgenspektrométerrel

**Az energiadiszperzív röntgenspektrométerek előnyös tulajdonságaiknak köszönhetően egyre nagyobb elterjedtségnek örvendenek az elem-analitikai laboratóriumok körében. Analitikai teljesítményjellemzőik is egyre közelebb kerülnek a hullámhossz-diszperzív berendezésekkel elérhető értékekhez. A cikkben megvizsgáljuk, hogy egy konkrét vizsgálati területen – a ferroötvözők kémiai összetételének meghatározásánál – milyen eredményességgel alkalmazhatók ezek a készülékek. Három típusu, – a vas- és acélmetsallurgiában gyakran alkalmazott ferroötvöző – ferromangán (FeMn), ferrokróm (FeCr) és ferroszilícium (FeSi) – esetében határozzuk meg és mutatjuk be a legfontosabb teljesítményjellemzőket (ismételhetőség, pontosság).**

A ferroötvözők fontos szerepet játszanak az acélok ötvözése során, ezért azok gyártásának nélkülözhetetlen segéd-, illetve hozaganyagai [1]. Piaci árak általában elég magas, ötvözött acélok esetében a termelési költség jelentős összetevőjét képezi.

Részben a magas ár, részben pedig a technológiai hatékonyság biztosítása miatt a ferroötvözők kémiai összetételét mind a gyártó, mind a felhasználó általában rendszeresen ellenőrzi. Elemzési feladatként a fő ötvözőkomponens, illetve komponensek (ha több mint egy ötvözőkomponens található az ötvözetben), valamint a szennyezők meghatározása jön szóba. A pontossági követelmények, elsősorban a fő ötvözőkomponensre vonatkozóan, jellemzően szigorúak, ezért a teljesítményjellemzők egy részének, elsősorban az ismételhetőséget, reprodukálhatóságot és pontosságot illetően, szigorú elvárásoknak kell megfelelni. Ez a tény behatárolja a meghatározásokra alkalmazható módszerek körét is.

Az alkalmazott módszerek egy része szabványos, klasszikus analitikai módszer [2, 3], melyek az említett elvárásoknak jól megfelelnek, más teljesítményjellemzőik – például a kimutatási képesség, érzékenység stb.

– már korántsem optimálisak, azonban az eredményekkel kapcsolatos elvárásokat illetően ezeket általában nem tekintik relevánsnak. Bizonyos esetekben, például a gyártási folyamat ellenőrzése, monitorozása során sokkal fontosabb lehet az időtényező, azaz az elemzések elvégzéséhez szükséges rövid időtartam. Ebben a tekintetben a klasszikus analitikai kémiai módszerek már egyáltalán nem jöhetnek számításba, ugyanis a mintát oldatba kell vinni, az esetleges zavaró komponenseket el kell választani a mérendőtől stb. Ezek miatt az elemzés több óráig eltarthat, sőt olyan módszer is van, amelyiknek az

időszükséglete meghaladja az egy munkanapot.

Az előbbi csoportba tartozó módszerek mellett alapvető fontosságúak az úgynevezett műszeres eljárások, ezek közös jellemzője, hogy az analitikai jelet valamilyen, a koncentrációval arányos fizikai vagy fizikai-kémiai sajátosság mérésére vezetnek vissza. A módszerek egy része továbbra is igényli a szilárd minta oldatba vitelét, ez azonban általában egyszerűbb módon végezhető el, mert az olyan egyéb teljesítményjellemzők tekintetében mint a szelektivitás, ezek a módszerek jobbak az előző csoportban említettekénél. A pontossági elvárásoknak azonban – elsősorban a fő ötvözőkomponensek vonatkozásában – általában nem felelnek meg olyan mértékben ezek az eljárások, mint a klasszikus analitikai módszerek. A csoport két leggyakrabban alkalmazott analitikai módszere az atomabszorpciós (AAS)-, és az induktív csatolt plazma (ICP) spektrometria.

A műszeres módszerek másik csoportja nem igényli a szilárd halmazállapotú minta oldatba vitelét. Ezek az úgynevezett szilárdpróbás módsze-

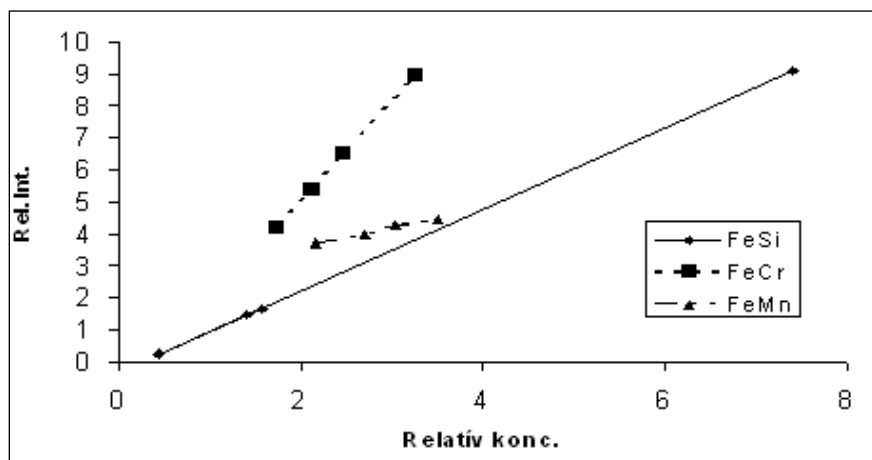
**1. táblázat.** Az EDX 3600B spektrométer fontosabb jellemzői:

Jellemző	Érték
A mérhető elemek tartománya	$^{11}\text{Na}$ – $^{81}\text{U}$
A mintakamra mérőközege	levegő, hélium, vákuum
Az egyidejűleg mérhető elemek száma	24
A röntgenső gerjesztő feszültsége:	0–50 kV, szoftveresen állítható
A röntgenső gerjesztő áramerőssége	0–1000 $\mu\text{A}$ , szoftveresen állítható
Az alkalmazott detektor típusa	SDD detektor, felbontóképessége 130 eV a Mn $K_{\alpha}$ vonalán
Az elemzendő minta típusa	tömb (fém, fémötvözet), por, folyadék
Tipikus elemzési idő	60–200 s
A szűrők száma és típusa	1: üres, 2: Mo+Al+Cu, 3: Al, 4: Mo, 5: Cu
Környezeti paraméterek	15–30 °C, $\leq 70\%$ rel. nedvesség

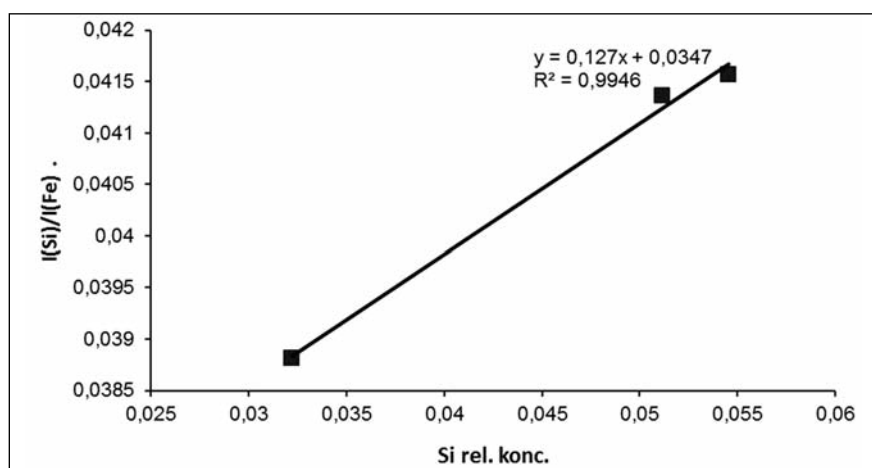
**2. táblázat.** A mérés során alkalmazott paraméterek

Ferroötvöző	Gerjesztő		Mérési idő [s]	Szűrő	Mért elemek
	feszültség [kV]	áram [ $\mu\text{A}$ ]			
FeMn	8,5	400	150	Nincs	Fe, Mn, Si
FeCr	15,0	400	150	Nincs	Fe, Cr, Si
FeSi	9,0	400	200	Nincs	Fe, Si, Mn, Ti

**Bánhidi Olivér** okleveles vegyész, okleveles korróziós szakmérnök, PhD. A Miskolci Egyetem Kémiai Intézetének c. egyetemi tanára, a Metalcontrol Kft. vizsgálatvezető laboratóriumi mérnöke.



■ 1. ábra. A három ferroötvöző fő ötvözőkomponenseinek kalibrációs egyenesei



■ 2. ábra. Az FeMn szilíciumtartalmára nyert kalibrációs egyenes

rek. A ferroötvözők tekintetében ezek közül a röntgenfluoreszcens spektrometria (XRF) alapvető fontosságú, mert ez kielégíti mind a pontossággal, mind pedig a rövid elemzési idővel kapcsolatos elvárásokat is. Az XRF is igényel minta-előkészítést, azonban ennek időszükséglete jóval rövidebb, főképpen a pontosságot tekintve gyengébb eredményekhez vezető, mintából préseléssel tablettát készítő módszer esetében. Azonban jól felszerelt laboratóriumban az úgynevezett ömlesztéses módszer időszükséglete sem haladja meg a 30-40 percet [4].

Felépítésüket tekintve az XRF-spektrométerek két csoportba sorolhatók; a hullámhossz-diszperzív (WDX) és az energiadiszperzív (EDX) készülékek csoportjába [5].

A WDX-berendezések méreteiket tekintve robusztusak, nagy elektromos teljesítményt és hűtővizet igényelnek, csak laboratóriumban üzemeltethetők. Teljesítményjellemzőik

alapján kiválóan megfelelnek a ferroötvözők kémiai összetételének meghatározására.

Az EDX-spektrométerek már az 1960-as évek végén megjelentek, a kémiai összetétel meghatározása területén azonban csak az ezredfordulótól tekinthetők a WDX-berendezések konkurenseinek. Az EDX-spektrométerek mérési elve kis teljesítményigényű, kisméretű berendezések kifejlesztését tette lehetővé. Léteznek helyszíni vizsgálatokra is alkalmas konstrukciók, bár ezek csak erősen korlátozott pontosságú, elsősorban tájékoztató jellegű meghatározásokat tesznek lehetővé. Több újabb fejlesztésű laboratóriumi készülékben már a legmodernebb szilícium alapú SDD (Silicon Drift Detector) detektort alkalmazták, amelynek 140 eV a Mn  $K_{\alpha}$  vonalán (5899 eV) mért felbontóképessége.

Cikkünkben azt kívánjuk vizsgálni, hogy milyen eredményességgel alkalmazhatunk egy ilyen, méreteit te-

3. táblázat. A kalibrációs egyenesek regressziós koeficiense

Elem/mátrix	R <sup>2</sup>
Si/FeMn	0,9986
Mn/FeMn	0,9811
Cr/FeCr	0,9993
Si/FeSi	0,9999
Mn/FeSi	0,9780
Ti/FeSi	0,9982

kintve desktop laboratóriumi spektrométert ferroötvözők kémiai összetételének meghatározására. Ehhez a leggyakrabban alkalmazott három fajta vas előötvetet, a ferromangánt (FeMn), a ferrokrómot (FeCr) és a ferroszilíciumot (FeSi) választottuk.

### Kísérletek

#### – Az alkalmazott spektrométer

Kísérleteinkhez a kínai Skyray Instrument Inc. által gyártott EDX 3600B energiadiszperzív röntgen-spektrométert használtuk. A desktop laboratóriumi készülék fontosabb adatai az 1. táblázatban vannak feltüntetve.

#### – A vizsgált minták előkészítése

Első lépésként a mintákat 100  $\mu$ m szemcseméret alá őröltük. Majd kézi présrel bórsavval (3 g minta + 1 g bórsav), alapos homogenizálás után tablettákat préseltünk belőlük. Jóllehet ez az előkészítési eljárás általában rosszabb ismételtelhetőséget és pontosságot biztosít mint az ömlesztéses eljárás, az egyszerűsége miatt esett rá a választásunk.

#### – A mérés során alkalmazott paraméterek

Minden egyes ferroötvöző-típushoz külön analitikai programot készítettünk. A mérendő elemek köre magába foglalta a fő komponenseket (a vasat is), és egy vagy két szennyezőkomponenst is. Rendszámaikat tekintve a meghatározandó elemek közepes, illetve kis rendszámúak, ezért alacsony gerjesztőfeszültséget alkalmaztunk. A kis rendszámú elemek miatt a mintakamra a mérés során vákuum alatt volt.

Az alkalmazott paraméterek a 2. táblázatban találhatók.

A táblázatban feltüntettük a mért

4. táblázat. A hiteles anyagminták mérése során nyert eredmények

Anyagminta	Paraméter	Mn	Cr	Si	Ti
Nr 583	Tanúsított érték, [m/m %]	86,42		0,396	
	mért érték, [m/m %]	86,2		0,45	
	RSD %	0,2		8,98	
	$\Delta C$ , [m/m %]	-0,22		0,054	
	Absz. $\Delta C/C_{\text{tanúsított}}$ [rel. %]	0,26		12,0	
Nr FeMn2	Tanúsított érték, [m/m %]	74,9		0,63	
	mért érték, [m/m %]	75,3		0,71	
	RSD %	0,079		2,97	
	$\Delta C$ , [m/m %]	0,4		0,08	
	Absz. $\Delta C/C_{\text{tanúsított}}$ [rel. %]	0,53		11,3	
Nr FeCr2	Tanúsított érték, [m/m %]		63,5	2,54	
	mért érték, [m/m %]		62,6	2,34	
	RSD %		0,19	7,94	
	$\Delta C$ , [m/m %]		-0,9	-0,2	
	Absz. $\Delta C/C_{\text{tanúsított}}$ [rel. %]		1,41	7,9	
Nr 204	Tanúsított érték, [m/m %]		71,9	0,12	
	mért érték, [m/m %]		72,1	0,106	
	RSD %		0,085	33,2	
	$\Delta C$ , [m/m %]		0,2	-0,014	
	Absz. $\Delta C/C_{\text{tanúsított}}$ [rel. %]		0,28	11,7	
Nr 203/5	Tanúsított érték, [m/m %]		70,7	0,78	
	mért érték, [m/m %]		70,4	0,82	
	RSD %		0,21	8,58	
	$\Delta C$ , [m/m %]		-0,3	-0,04	
	Absz. $\Delta C/C_{\text{tanúsított}}$ [rel. %]		0,42	5,13	
FeSi45	Tanúsított érték, [m/m %]	0,84		45,4	
	mért érték, [m/m %]	0,81		46,4	0,12
	RSD %	0,70		0,16	7,28
	$\Delta C$ , [m/m %]	-0,03		1,0	
	Absz. $\Delta C/C_{\text{tanúsított}}$ [rel. %]	3,57		2,20	
Nr 529	Tanúsított érték, [m/m %]	0,04		91,11	0,09
	mért érték, [m/m %]	0,047		91,3	0,081
	RSD %	18,0		0,11	8,64
	$\Delta C$ , [m/m %]	0,007		0,19	-0,009
	Absz. $\Delta C/C_{\text{tanúsított}}$ [rel. %]	17,5		0,21	10,0

elemeket is. A meghatározások során az elemek  $K_{\alpha}$  vonalain történt az intenzitások mérése, egy kivétel volt;

FeMn esetében a vas mérésére a  $K_{\alpha}$  vonal helyett a  $K_{\beta}$  vonalat alkalmaztuk, mert az előbbi átlapolt a mangán

$K_{\beta}$  vonalával. Ennek intenzitása kisebb volt a Fe  $K_{\alpha}$  intenzitásánál, de még megfelelő ismételhetséget biztosított.

#### – Kalibráció

A kalibrációs görbék felvételéhez a 4. táblázatban található ASMW. illetve EURO-NORM tanúsítással ellátott hiteles anyagmintákat használtunk, melyeket az intenzitás mérése során fellépő hatások csökkentése érdekében a relatív intenzitás (a mérendő elem intenzitása / a referencia elem intenzitása) – relatív koncentráció (a mért elem koncentrációja / a referencia elem koncentrációja) kapcsolat alapján készítettünk el. Referencia elemként, azaz belső vonatkozó elemként a vasat alkalmaztuk. A munkagörbéket lineáris regresszióval, a készülék beépített regressziós szoftverének segítségével állítottuk elő. Az 1. ábrán a három fő ötvözőkomponens kalibráló egyeneseit láthatjuk, az FeMn szilíciumtartalmára vonatkozó egyenest pedig a 2. ábrán mutatjuk be.

A kalibráció során nyert függvények determinációs koefficienseit – amelyek az illeszkedés jóságát jellemzik –, valamint a görbék felvételére alkalmazott minták tanúsított és mért értékeinek eltéréséből számolt szórás relatív százalékban megadva a 3. táblázatban tüntettük fel. Ez utóbbi mennyiség kétszerese tekinthető a kalibráció bizonytalanságának.

#### – Eredmények és értékelésük

A spektrométer kalibrációját követően tanúsítással ellátott hiteles anyagmintákat mérünk, hogy információt nyer-

jünk az ismételhetségre és a pontosságra vonatkozóan. A mérések során minden egyes anyagmintából

három párhuzamost készítettünk elő és mértünk le. A mérési eredményekből kiszámoltuk a mért komponensek átlagát, a párhuzamos mérések szórást – ez jelenti esetünkben a mérés ismételhetőségét –, és kiszámítottuk, hogy milyen mértékben térnek el a nyert átlagok a bizonylatolt koncentrációértékektől, ez pedig a meghatározás pontosságára ad információt.

Mivel a munkagörbék a relatív intenzitás–relatív koncentráció kapcsolaton alapulnak, a berendezés szoftvere az analitikai programok során egy úgynevezett 100% korrekciót végez. Ez azt jelenti, hogy úgy korigálja a nyert koncentrációértékeket, hogy azokat összegezve 100%-ot kapjunk eredményül.

Ez a módszer mindaddig korrekt eredményeket szolgáltat, amíg minden elemet mérünk az adott analitikai mérőprogramban. Esetünkben ez azonban nem teljesül, hiszen a ferroötvezők szinte mindegyike több-kevesebb korbont (C) tartalmaz, ezt pedig nem méri a berendezés. Ezért a korbontartalom értékével utólagosan (vissza) kellett korigálnunk az egyes komponensekre nyert koncentrációértékeket, a  $(100 - C)/100$  tényezővel való szorzással. Az eredményeket a 4. táblázatban tüntettük fel.

A kalibrációs görbéket és a 3. táblázatot megtekintve megállapítható, hogy azok lineárisak, 1-hez közeli determinációs együtthatóval. A szórássok (RSD) a fő ötvözőkomponensek esetében jónak mondhatók, 0,66–2,25 rel.% tartományba esnek, a szennyezők esetében azonban már nagyobb értékek a jellemzőek. Ez több okra vezethető vissza, egyrészt a fő kom-

ponensek értékéhez képest jóval kisebb koncentráció kisebb impulzus-számot, következésképpen nagyobb szórást jelent, továbbá a fő ötvözőkomponensek okozta mátrix hatások is jobban érvényesülnek préseléssel előkészített minták mérésénél.

A főkomponensekre vonatkozóan a 4. táblázatban látható ismételhetőségi és pontossági jellemzők kiválóak, és egyértelműen bizonyítják, hogy a modern laboratóriumi ED-XRF spektrométerek képesek eleget tenni a ferroötvezők főkomponenseinek meghatározásával kapcsolatos szigorú követelményeknek.

A szennyezőket tekintve mind az ismételhetőségi, mind pedig a pontossági adatok rosszabbak. Ebben – hasonlóan a kalibrációs görbéknél tapasztalt szóráserkékekhez – szerepe van a minták esetleges inhomogenitásának, és a főkomponensek által okozott mátrixhatásoknak is. Az értékelésnél figyelembe kell venni azt a tényt is, hogy a szennyezőelemek koncentrációja kicsi, és a kis rendszámú elemek (például Si) eleve rosszabb érzékenységgel mérhetők a nagyobb rendszámúakhoz képest, és így több esetben a mérendő koncentráció közel volt a mennyiségi elemzés alsó határához.

A minták préselése helyett ömlesztéssel történő előkészítést, illetve – megfelelő vizsgálatokat követően – megfelelő vizsgálatokat alkalmazva a mátrix-hatáskorrekciót alkalmazva a szennyezőkre vonatkozó teljesítményjellemzők bizonyára javíthatók.

### **Összefoglalás**

Közleményünkben háromféle ferroöt-

vözöt vizsgáltunk, hogy információt kapjunk arról, milyen eredményességgel alkalmazható egy modern laboratóriumi ED-XRF-spektrométer az ilyen típusú anyagok kémiai összetételének meghatározására. A kalibráció során, valamint hiteles anyagminták mérésénél nyert értéket megvizsgálva megállapítható, hogy a főkomponensek nagyon jó teljesítmény-jellemzőkkel mérhetők. A szennyezők esetében gyengébb értékek adódtak, melyek a mintaelőkészítés megváltoztatásával, valamint mátrixhatás-korrekció alkalmazásával javíthatók.

### **Irodalom**

- [1] *Rudolf Fichte*: Ferroalloys, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley-WCH, 2005. Weinheim, 465.
- [2] Magyar Szabványügyi Testület: MSZ EN 25159:1994, Ferromangán és szilikomangán. A mangántartalom meghatározása. Potenciometriás módszer. Budapest, 1994.
- [3] Magyar Szabványügyi Testület: MSZ EN 28343:1994, Ferronikkel. A szilíciumtartalom meghatározása. Gravimetriás módszer. Budapest, 1994.
- [4] *Dr. Lakatos János, Dr. Bánhidi Olivér, Dr. Lengyel Attila, Dr. Lovrity Zita, Dr. Muránszky Gábor*: Analitikai Kémia anyagmérnököknek, Miskolci Egyetem, Digitális Tankönyvtár, 2010. Miskolc, 439.
- [5] *Záray Gyula*: Az elemanalitika korszerű módszerei, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2006, 367–372.

## **MVAE-hírek**

# **Új igazgató az MVAE-nél. Szorosabb együttműködés a cél**

**A Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés 2016. október 28-án taggyűlést tartott. A taggyűlésen a szervezet igazgatójává választották dr. Móger Róbertet, az ISD Dunaferr Zrt. metallurgiafejlesztési főosztályvezetőjét. A frissen megválasztott vezetővel szakmai céljairól, terveiről beszélgettünk.**

*Kérem, mondja el pár szóban, milyen kapcsolatban volt az Egyesüléssel, mielőtt felkérték a vezetésére, illetve mit gondol az Egyesülés múltbeli tevékenységéről?*

Évek óta szakmai kapcsolatban álltam az Egyesüléssel a munkámból adódóan, és külső szemlélőként fi-

gyeltem a tevékenységüket. Az 1968-ban létrehozott és 1980-ban önálló egyesüléssé alakult Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés az iparág szakmai érdekképviseleti szervezete. Ez alatt a közel ötven év alatt az Egyesülés az iparág megbízható partnere tudott maradni egy olyan forrongó időszakban, amit rendszerváltás,

iparágak összeomlása, gazdasági válság jellemzett. A megbízhatóság pedig egyetlen tényezőnek köszönhető, mégpedig azoknak a szakembereknek, akik az Egyesülést alkották. Hiszen szakértelmükkel, kapcsolataikkal és lojalitásukkal megalapoztak egy olyan szervezetet, ami hitelesen tudta képviselni a vas- és acélipart a hazai és a nemzetközi környezetben egyaránt. Ezért azt gondolom, hogy hálásnak kell lennem mindazoknak, akik segítettek az Egyesülés munkáját az elmúlt években.

*Miként képzeled el az MVAE jövőbeni működését?*

Rövid és hosszú távú célokat határoztunk meg kollegáimmal, azonban ennek az útnak még csak az elején tartunk. Természetesen mindegyik célkitűzésünk arra irányul, hogy a tagvállalataink munkáját segítsük, ez az elsődleges szempont. A szervezetnek 14 tagvállalata van, amelyek vaskohászati, vaskohászattal kapcsolatban álló kereskedelmi (hulladék, késztermék), alapanyaggyártó, kutató, minőségügygel foglalkozó és energiaszolgáltató társaságok.

Amellett, hogy a tagvállalatok között is egy „élőbb”, aktívabb kapcsolatrendszer kiépítését szeretném ösztönözni, a tervek között szerepel az is, hogy információáramlással, szakmai rendezvényekkel elérjük a tagvállalataink vevőiből álló kört is, erősítve, bővítve ezzel is a tagvállalatok piaci pozícióit, üzleti lehetőségeit. Az egyik célterület, amely felé

nyitni szeretnénk, az a gépjárműipar, összhangban az ISD Dunaferri csoport készülő középtávú stratégiájával, amelyben az autóiipari beszállítás nagyon hangsúlyos szerepet kap. A másik ilyen terület az építőipar, ahová főként az Ózdi Acélművek Kft.-nek, valamint más tagvállalatainknak vannak kapcsolódási pontjai. Az idén márciusban indítjuk útjára workshop jelleggel azokat az üzleti partnertalálkozókat, ahová a vállalati szféra képviselői, a tagvállalataink vevői mellett a kormányzati szereplőket is meghívjuk. Ezeket tematikus felépítéssel képzeljük el, egy-egy termékcsoporthoz fókuszálva. A lapostermékek, vagy a betonacélok mellett izgalmas téma az energetika, a hulladékgazdálkodás és a környezetvédelem kérdésköre is. Amennyiben az együttgondolkodásból, az információcseréből hasznos dolgok jönnek létre, akkor a jövőben rendszeressé szeretnénk tenni ezeket az alkalmakat. Én személy szerint azt gondolom, és remélem ezzel a pár példával tudtam érzékeltetni, hogy az Egyesület akkor lehet továbbra is sikeres, ha szolgáltatást tud nyújtani a tagvállalatoknak és olyan szolgáltatást, amire nekik ténylegesen szükségük van.

*Milyen valós mozgástere van az egyesülésnek manapság a hazai és uniós szakmapolitikában?*

A magyar kormány számos esetben kikéri és figyelembe is veszi az Egyesülés szakmai álláspontját, véleményét, hiszen egy nagyon erős és

sok szempontból (gazdasági, technológiai, környezetvédelmi) jelentős iparágat képvisel. Az uniós szintéren nyilván korlátozottabbak a lehetőségeink, mivel az egyezségeken alapuló döntéshozatali folyamatban Magyarországnál és a magyar acéliparnál sokkal jelentősebb súlyt képviselő tagországok, tagvállalatok alakítják a történéseket, de igyekszünk hallatni a hangunkat minden fontos szakmai kérdésben.

*Milyen munkaszervezettel dolgozik jelenleg az egyesülés?*

A budapesti központi iroda feladata alapvetően az érdekképviselet, a nemzetközi kapcsolattartás és a kommunikáció. 2014-ben létrejött a dunaújvárosi szolgáltatási iroda, amelynek szakértői csoportja sokrétű tevékenységet végez, a tagvállalatok felé és külső piacokra egyaránt szolgáltat. Többek között menedzsment rendszerek belső auditálásával, többféle szakterületre kiterjedő tanácsadással, oktatások, képzések szervezésével. Az Egyesülésen belül elkezdtünk egy fiatalítási folyamatot, aminek eredményeként az egyes szakterületeken jártas, komoly szakmai tapasztalattal rendelkező szakembereket, úgy is mondhatnám munkatársakat vettünk fel, akikkel szeretnénk az Egyesület jövőjét alakítani, hiszen ahogy a beszélgetésünk elején is mondtam, az Egyesülés sikere és ilyen szempontból a tagvállalatok sikere is az Egyesülés szakembergárdáján múlik!

## Kinevezés

*Dr. Bucsi László* 1995-ben végzett a Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karán. Pályafutását a DWA Dunaferri–Voest Alpine vállalatnál kezdte üzemi kontrollerként. Az osztrák vállalatirányítási filozófia hatással volt rá, és előbb részt vett az osztrák Kontroller Intézet képzésén, majd a Budapesti Közgazdaságtudományi Egyetem vállalatgazdasági szakirányú képzésén szerzett újabb diplomát. 1999-től informatikai menedzserként a konzern központ-

jában az IT stratégia és az IT szabályozási rendszer kialakítása volt a feladata. Ezt kamatoztatta később a Dunaferri informatikai szolgáltató cégénél, mint főkontroller. 2000-től párhuzamosan a Dunaújvárosi Főiskola adjunktusa volt, informatikai menedzsment és kontrolling tárgyakat oktatott 10 éven át. 2003–2004-ben projektvezetőként irányította a Dunaferri SAP R/3 vállalatirányítási rendszer bevezetését. Ezt követően 2006-ig a Dunaferri privatizációjával

összefüggő adatszolgáltatást végzett. 2007-től a Hideghengermű üzemgazdasági vezetője volt, 2009-ben elvégezte a Gazdálkodástudományi Doktori Iskolát.

Kiemelt szakterülete a vállalati tervezési rendszerek implementálása, továbbá a beruházások gazdaságossági megítélése. Több szakmai cikk és főiskolai jegyzet szerzője.

Dr. Bucsi László az MVAE-ben 2017. február 1-től gazdasági igazgatóhelyettesi pozíciót tölt be.

ÁDÁM ENIKŐ – FEGYVERNEKI GYÖRGY – CSÁSZÁR CSABA – DÚL JENŐ

## Műgyantás maghomokkeverékek hőterhelése közben kialakuló gázfejlődés vizsgálata

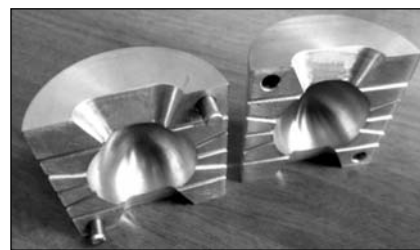
*A formákat és magokat alkotó homokkeverékek tulajdonságainak ismerete elengedhetetlen az öntvénygyártási folyamatok tervezéséhez. A homokkeverékből készített magok olvadékkal való érintkezése során a kötőanyagok bomlásnak indulnak gázfejlődés mellett. Ezek a fejlődő gázok öntvényhibákat idézhetnek elő, ezért fontos ezzel a témával foglalkozni. A vizsgálatok során cold-box próbamagokon méréseket végeztünk COGAS-mérőberendezés segítségével. A kapott eredményekből jobban megismerhetjük az öntés során képződő gázok mennyiségének időbeli változását, amelyből hasznos következtetések vonhatók le a formatöltés folyamatainak helyes megtervezéséhez.*

### A műgyantás magokból fejlődő gázok

A műgyantakötésű maghomokok kötőanyagainak lebomlása során képződő gázok mennyisége és nyomásvizsgálata befolyásolja az öntvények felületi minőségét. A hő sok hatására kisebb hőmérsékleten az adszorbeált nedvességtartalom párolog el. A további hőmérséklet-növelés hatására indulnak meg a kötőanyag bomlási folyamatai és a kötőhidak részleges bomlása. 700 °C körül kezdődik el a kötőanyag-alkotók száraz lepárlása és teljes bomlása [1]. A műgyantakötésű homokkeverékek öntés során felszabaduló gázok mennyiségét befolyásolja: a kötőanyag típusa és mennyisége, az alaphomok granulometriai tulajdonsága, a mag geometriája, az alkalmazott magbevonó anyag, a mag tárolási ideje, a fémolvadék hőmérséklete [1–3].

### A mérési módszer

A gázfejlődés mennyiségének és intenzitásának meghatározására kétféle új homokot, finom és közepes szemcseméretű, regenerált homokot és eltérő mennyiségben szeparált, használt homokot tartalmazó keverékeket vizsgáltunk. A próbatesteket maglővőgép segítségével készítettük el. A hengeres próbatesthez alkalmazandó magszekrényt használtuk a magok gyártására, kiegészítve egy erre a célra kialakított szerszámbetéttel (1. ábra). Gömb alakú, 32 mm átmérőjű, cold-box technológiával előállított magokat készítettünk (2. ábra), amelyeket a COGAS-mérőberendezésbe helyeztünk, és meghatároztuk a gázfejlődés mértékét [4]. A próbamagok elkészítéséhez cold-box-műgyantát és kikeményítő adalékot alkalmaztunk különböző arányban. A vizsgált homokkeverékek jellemzőit az 1. táblázat mutatja be.



1. ábra. A próbamagok készítéséhez alkalmazott szerszámbetét

A COGAS-berendezéssel az olvadékba merített homokmagból a 180 sec alatt felszabaduló gázmennyiséget mértük. A magból hő hatására keletkező gázok egy, a homokmag felületére erősített csövön keresztül a kondenzátum csapdába jutnak. Ezen áthaladva jut el a gáz a mérőegységbe, ahol a vákuumpumpa segítségével tartott vízoszlopból a saját térfogatának megfelelő térfogatú vizet szorít ki. A kiszorított folyadék tömegének mérése alapján határozza meg a készülékben fejlődő gáz

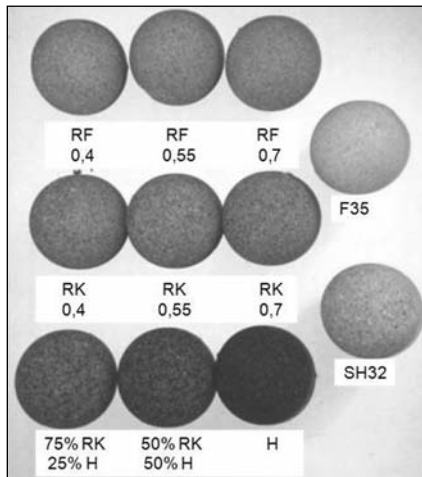
**Ádám Enikő** a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán öntészet szakirányon 2014-ben szerzett anyagmérnök BSc-oklevelet, majd 2016-ban MSc kohómérnöki diplomát. Végzése óta a Nemak Győr Alumíniumöntőde Kft.-ben folyamatmérnök.

**Dr. Fegyverneki György** 2001-ben szerzett kohómérnöki diplomát a Miskolci Egyetemen, 2007-ben védte meg PhD-értékelését. 2010 óta a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karának cím-

zetes egyetemi docense, a Fémöntészet tantárgy oktatója, 2015-től a Könnyűfém-öntészeti Nemak Tanszék vezetője. A Nemak Győr Kft. Termék- és folyamatmérnökségének vezetője. Szent Borbála-éremes (2016). Kutatási területe: könnyűfémöntés technológiája, alumíniummetallurgia, hőkezelés, szerkezetvizsgálat, repedésanalitika.

**Császár Csaba** a Miskolci Egyetem Dunaujvárosi Főiskolai Karán minőségbiztosítási szakirányon 1995-ben, majd Ko-

hómérnöki Karán vasmetallurgiai szakirányon 1997-ben szerzett kohómérnöki diplomát. 1998–2001-ig a Rába Magyar Vagon- és Gépgyár Öntőde Gyárában üzemmérnök, majd művezető. 2001–2008-ig a Weslin, későbbiekben Westcast Autóipari Zrt.-nél metallurgus, majd folyamatmérnök. 2008-tól a Nemak Győr Alumíniumöntőde Kft.-ben termékmérnök. **Dr. Dúl Jenő** életrajzát a BKL Kohászat 148. évf. 2015/5. szám 17. oldala tartalmazza.

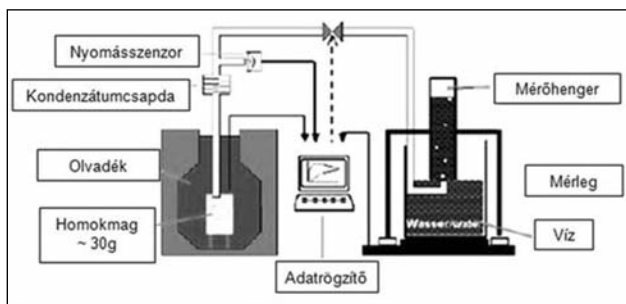


■ 2. ábra. A mérésekhez felhasznált kész próbatetek

mennyiségét, melyet számítógépes adatgyűjtő rendszer az idő függvényében rögzít. A képződő gázból a hűtött kondenzátumcsapdában szurokszerű kondenzátum válik ki, amelynek mennyiségét a csapda tömegváltozásának mérése alapján határozzuk meg. A COGAS-mérőberendezés működési elve a 3. ábrán látható. A vizsgálatokat a NemaK Győr Alumíniumöntőde Kft. laboratóriumában működő készüléken végeztük el 690 °C-os és 720 °C-os üzemi öntési hőmérsékletű olvadékkal. A 4. ábra a mérés utáni olvadékból kiemelt próbadarabokat ábrázolja, az 5. ábra pedig egy kondenzátumcsapdát mutat használat előtt és után.

### A gázmennyiség mérésének kiértékelési módszere

A próbatetek egyforma méretűek ( $d = 32 \text{ mm}$ ) voltak, de szemcseszerkezetük miatt eltérő a tömegük. Így a különböző homokkeverékek összehasonlítására a fajlagos gázmennyiség értékeket használtuk. A fajlagos gázmennyiség a mérési idő (180 s) alatt fejlődő gáz mennyiségének és a próbatest tömegének a hányadosa ( $\text{ml/g}$ ).



■ 3. ábra. A COGAS-mérőberendezés működési elve [4]

1. táblázat. A vizsgált homokkeverékek jellemzői

Homoktípus	Jelölés	Gyanta-tartalom, %	Átlagos szemmagyság, mm	Nedvesség-tartalom, %	Izzítási veszteség, %	
Új homok	SH32	SH32	0,55	0,524	0,06	1,09
	F35	F35	0,55	0,22	0,04	0,85
Regenerált homok	Közepes	RK 0,4	0,4	0,477	0,08	0,67
		RK 0,55	0,55		0,06	0,85
		RK 0,7	0,7		0,06	1,12
	Finom	RF 0,55	0,55	0,239	0,08	0,84
		RF 0,7	0,7		0,09	1,11
Vegyes homok	H = 25% RK = 75%	25H-75RK	0,55	0,475	0,08	1,17
	H = 25% RK = 75%	50H-50RK	0,55	0,465	0,17	1,27
Használt homok	Szeperált használt	H	0,55	0,453	0,18	1,75

Jelölések: SH32 új, közepes szemcseméretű kvarchomok (Šajdikove Humence)  
 F35 új, finom szemcseméretű kvarchomok  
 RK üzemi, regenerált közepes szemcseméretű kvarchomok  
 RF üzemi, regenerált finom szemcseméretű kvarchomok  
 H üzemi, használt szeperált kvarchomok

### A mérési eredmények kiértékelése

#### Az alaphomok minőségének hatása

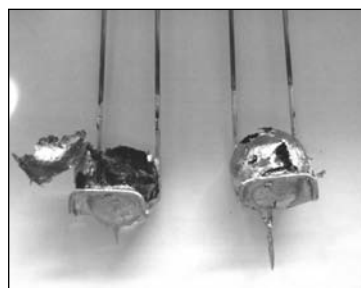
Az alaphomok minősége jelentősen befolyásolja a fejlődő gáz mennyiségét. Azonos kötőanyag-tartalmú finom és közepes szemcseszerkezetű homokmagokat összehasonlítva azt tapasztaltuk, hogy a finomabb esetén nagyobb a fajlagos gázmennyiség mindkét vizsgálati hőmérsékleten. Új és regenerált homokmagokra is igaz ez.

A regenerálás hatása is fontos tényező. SH32 új homok esetén a fajlagos gázmennyiség értéke nagyobb, mint a regenerált közepes homok esetén. Ez azzal magyarázható, hogy az új homok izzítási vesztesége is nagyobb, mint az azonos szemcseszerkezetű regenerált homoké, hiszen több szerves anyagot tartalmaz.

A vizsgált finom homokoknál a regenerált és új homok között nincs ilyen összefüggés.

A szeperált használt homok olyan nem regenerált homok, amelynek nagy a maradó szervesanyag-tartalma. A használt homok szemcséin egyeseken található különböző gyanta-típusok (az üzemben használt meleg- és hidegmagszekerényes kötőanyagok) maradványai. Előzetes ismeretek alapján tudjuk azt, hogy a különféle kötőanyagok eltérően égnék ki a homokmagokból, így eltérő a hő hatására felszabaduló gázmennyiség is [5]. A szeperált használt homok arányának növelésével nő a fejlődő gázok mennyisége. A növekvő használt homok arányával nő a minták szervesanyag-tartalma, így a gáz általi hőtranszport intenzívebbé válik.

A regenerált homokkeverékhez képest több mint 1 ml/g-mal nagyobb a



■ 4. ábra. A mérés végén az olvadékból kiemelt próbák



■ 5. ábra. Használt (balra) és új (jobbra) kondenzátumcsapda

szeparált használt homokmagokból képződő fajlagos gázmennyiség 720 °C hőmérsékleten (6. ábra).

#### A kötőanyag hatása

Azonos gyantatartalmú, különböző szemcseszerkezetű mintákat vizsgálva mind a finom, mind a közepes szemcsésű homokkeverékeknel a gyantatartalom arányának növekedésével nő a fejlődő gázmennyiség. A gyantatartalom arányának 0,15%-kal történő növelésével minimum 15%-kal nő a fajlagos gázmennyiség (7. és 8. ábra).

#### A kondenzátum relatív mennyisége

A képződő kondenzátum mennyisége keverékenként eltérő. A hőmérséklet és a kötőanyag-tartalom változása hatást gyakorol a kondenzátum mennyiségére. Magasabb kötőanyag-tartalomhoz nagyobb tömegű kondenzátum tartozik. A keverékben a szeparált használt homok arányának növelésével a képződő kondenzátum mennyisége is nő.

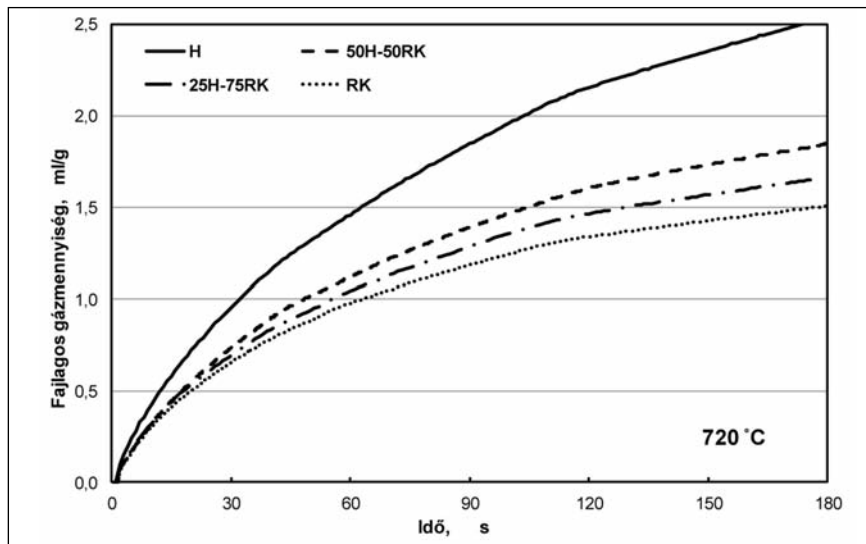
#### Relatív gázmennyiség különböző időközökben

A vizsgálati időtartomány részidőkre (30; 60; 120; 180 s) bontásával megfigyelhető a fajlagos gázmennyiségek időben eltérő mértékű képződése (9. és 10. ábra).

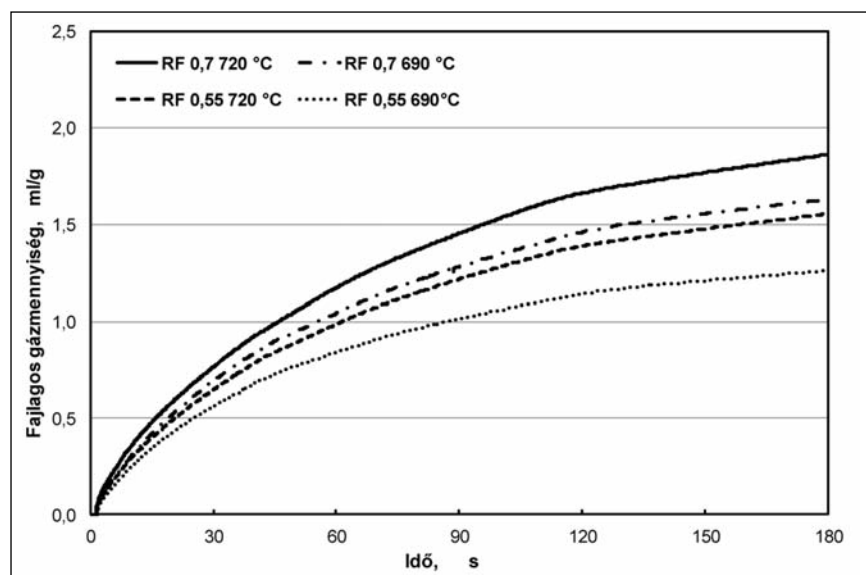
A homokmagok olvadékba merítését követően, az első 30 s alatt a gázok és gőzök 40-50%-a eltávozik. A következő 30 s alatt ez a mennyiség a felére csökken, amely azonos a 60-120 s időintervallumban lévővel. A 120-180 s idő alatt pedig a maradék 7-13% gáz távozik el a magból. A kisebb (690 °C) hőmérsékleten az első 30 s alatt fejlődő gáz százalékos aránya nagyobb volt, mint a nagyobb (720 °C) hőmérsékleten.

#### A gázfejlődés intenzitása

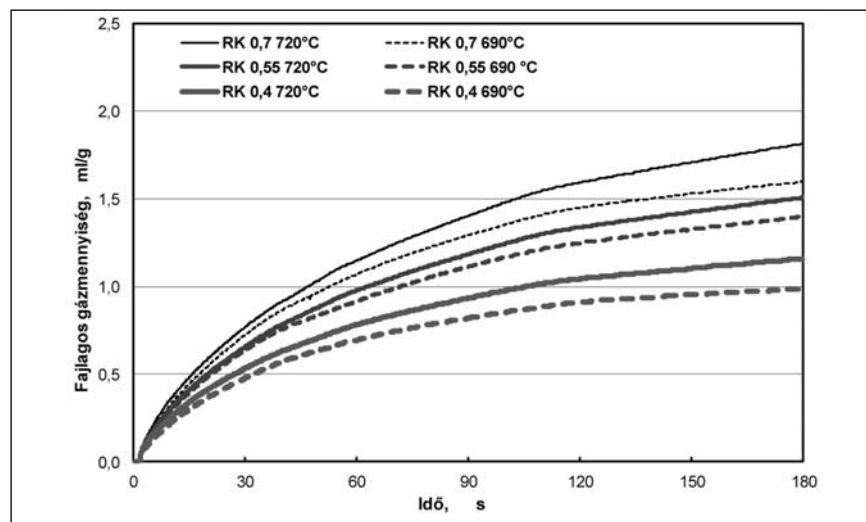
A gázfejlődés intenzitása, az időegység alatt képződő gáz mennyisége a vizsgált hőmérsékleteken eltérő. Azonos alaphomok és eltérő gyantatartalom esetén a gázfejlődés intenzitása a gyanta mennyiségével egyenesen arányos. A legnagyobb intenzitás az



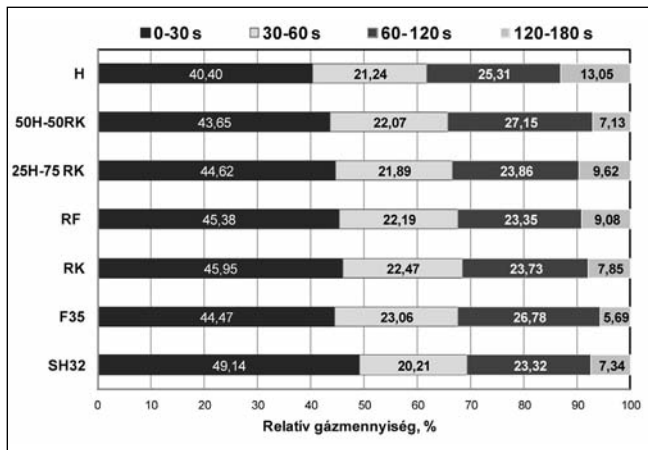
6. ábra. Szeparált, használt homok arányának hatása a fajlagos gázmennyiségre



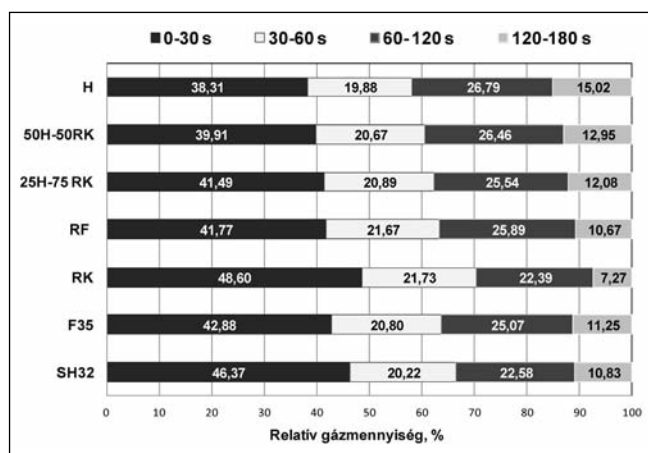
7. ábra. A kötőanyag-tartalom hatása a fajlagos gázmennyiségre finom homok, eltérő gyantatartalom és vizsgálati hőmérséklet esetén



8. ábra. A kötőanyag-tartalom hatása a fajlagos gázmennyiségre közepes homok, eltérő gyantatartalom és vizsgálati hőmérséklet esetén



■ 9. ábra. Relatív gázmennyiség különböző időintervallumokban. Gyantatartalom: 0,55%, vizsgálati hőmérséklet: 690 °C



■ 10. ábra. Relatív gázmennyiség különböző időintervallumokban. Gyantatartalom: 0,55%, vizsgálati hőmérséklet: 720 °C

olvadékba merítést követő első másodpercekben mérhető, ezután foko-

zatosan csökken. Az első másodpercekben tapasztalható jelentősebb nyomásnövekedés. Ennek oka az, hogy ekkor a pórusokban a beszorult levegő felmelegszik, és a formafalon fellépő nagy hőmérséklet-gradiens hatására hirtelen nagy gázmennyiség keletkezik. Ez kitölti a pórusokat és megkezdődik a gáz eltávozása [6].

## Összefoglalás

A kutatómunka célja a különféle, magyártásra használt homokkeverékek-ből felszabaduló gázok mennyiségét és intenzitását befolyásoló tényezők hatásának a kimutatása. A vizsgálati eredmények igazolják az öntés közben a maghomok-keverékből felszabaduló gázok és gőzök képződését befolyásoló tényezők hatását. A gömb alakú próbatest alkalmazásával stabil, egységes mérési körülményeket biztosítottunk, ezáltal az eredmények összehasonlíthatóvá, kiértékelhetővé váltak.

A mérési eredmények elsősorban a formatöltés folyamatainak szimulációjánál hasznosulhatnak.

## Köszönetnyilvánítás

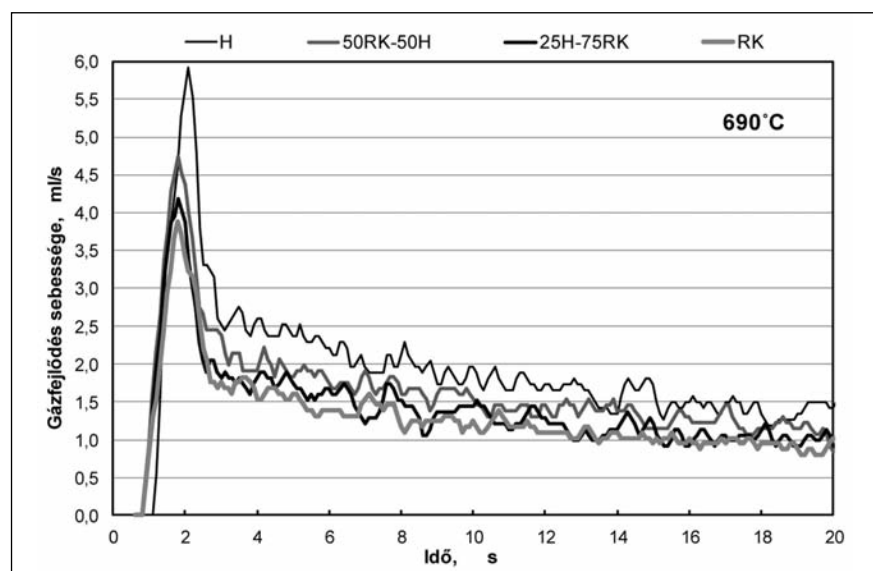
Sze par ált, használt homokot különböző arányban tartalmazó, azonos gyantatartalmú mintákat összehasonlítva az tapasztalható, hogy a használt homok arányával egyezően változik a gázfejlődés intenzitása. Minél több használt homokot tartal-

maz a keverék, annál nagyobb az intenzitás (11. ábra).

Sze par ált, használt homokot különböző arányban tartalmazó, azonos gyantatartalmú mintákat összehasonlítva az tapasztalható, hogy a használt homok arányával egyezően változik a gázfejlődés intenzitása. Minél több használt homokot tartal-

## Irodalom

- [1] Svidró József: Transzportfolyamatok a fém/formázóanyag háttérfelületen. PhD-értekezés, Miskolci Egyetem, 2011. p.77; 78; 81; 82; 43-45; 51.
- [2] J. Orlenius, U. Gotthardsson, A. Diószegi: Mould and core gas evolution in grey iron castings, International Journal of Cast Metals Research, 2008.
- [3] L. Winardi, R. D., Griffin, H. E. Littleton, J. A. Griffin: Variables affecting gas evolution rates and volumes from cores in contact with molten metal, AFS, 2008
- [4] MK Industrievertretungen GmbH: The Cogas measurement – gyártói leírás <http://www.mk-gmbh.de/produkte/kerngas-cogas-messungen.html>
- [5] Ádám Enikő, Mádi Laura Johanna: Műgyantás homokkeverékek gyantakiégési folyamatának vizsgálata. BKL Kohászat, 148. évf. 2015/6. sz. p. 20.



■ 11. ábra. Használt homokot tartalmazó keverékek gázfejlődési intenzitása az első 20 s alatt

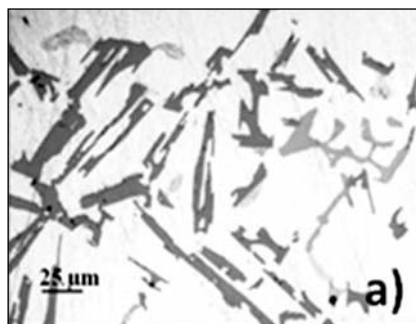
# A stroncium módosító hatása az AlSi8Cu3 öntészeti ötvözet tulajdonságaira

Üzemi körülmények között vizsgáltuk a stronciumnak az eutektikum szilíciumára gyakorolt módosító hatását AlSi8Cu3 öntészeti ötvözetnél az üzemi gyakorlatban alkalmazott, nagyobb (>100 ppm) és a gyakorlattól eltérően, kisebb (~100 ppm) stronciumtartalom esetén. A módosítottság mértékét lehülési görbék alapján és etalonképekkel történő összehasonlítással határoztuk meg a termikus elemzés során öntött próbatesteken és készre öntött ötvények esetén. Vizsgáltuk az adott hűlési körülmények között öntött ötvények mechanikai tulajdonságait.

## Bevezetés

A könnyűfémöntészet alapanyagainak nagy részét az eutektikus közeli (12% Si-tartalmú) Al–Si alapú ötvözetcsalád teszi ki. Felhasználása széleskörű, jelentős mértékben alkalmazzák járműipari ötvények gyártása során. A felhasználási feltételektől függően az ötvényekre egyre szigorodó követelmények vonatkoznak, melyek szerint közel azonos szilárdsági és szívóssági feltételekkel kell rendelkezniük az ötvényen belül. Az öntészeti ötvözetek esetén számos paraméter befolyásolja a kialakuló szövetszerkezetet és annak szilárdsági tulajdonságait, mint például az eutektikum szilíciumának módosítottsági foka, a dendritágtávolság, a porozitás mértéke és az intermetallikus vegyületek megjelenési formái [1].

Jelentős minőségjavító hatással van a szilárdsági tulajdonságokra az ún. „módosítás”. Az Al–Si olvadékok módosításának célja, hogy előötvözet hozzáadásával a kristályosodás során megakadályozzuk a durva szilíciumkristályok megjelenését, elősegítve ezzel a finomszemcsés szövetszerkezet kialakulását. Abban az esetben, ha az eutektikum kristályosodásakor lemezes szilícium válik ki, akkor az véletlenszerűen kisebb-nagyobb kolóniákba összeállva megnehezíti az olvadéknak az ötvény anyaghiányos helyeire való jutását, azaz fogyási üregek képződhetnek. Az üzemi gyakorlatban az eutektikum szilíciumának módosítására megfelelő mennyiségben, előötvözetek formájában ún. módosító anyagokat al-



■ 1a-b. ábrák. Az Al–Si ötvözet eutektikumának kristályosodásakor kiváló szilícium morfológiája a) módosítatlan és b) módosított esetben, N = 500 ×

kalmaznak, jellemzően nátriumot, stronciumot és antimont [2, 3, 4].

A nem módosított Al–Si ötvözetekben az eutektikum szilíciuma lemezes, míg a módosított ötvözetekben finom, gömbszerű, szemcsés a morfológiája (1a-b. ábrák). További paraméter, amellyel hozzájárulhatunk a szilíciumszemcsék finomításához, az a hűtési sebesség. Teljes módosítás azonban nem hozható létre csak a hűtési sebesség növelésével, szükség van módosító anyagok hozzáadására is [5].

velet. PhD-fokozatát 1994-ben szerezte a Miskolci Egyetemen. A Műszaki Anyagtudományi Kar egyetemi tanára, a Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet igazgatója, a Kerpely Antal Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskola tisztagja. Témavezetésével eddig négy hallgató szerzett PhD-fokozatot. Jelenleg öt fő, köztük Majtényi József témavezetője. Főbb kutatási területei: kristályosodás, martenzites átalakulások alaklélekű ötvözetekben és TWIP/TRIP acélokban, maradó feszültség meghatározása röntgendiffrakciós módszerrel, textúravizsgálatok, alumíniumötvözetek fémtani folyamatainak vizsgálata.

**Mende-Tokár Monika** 2011-ben végzett okl. kohómérnöként a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán öntészanyagvizsgálat szakirányon. 2014 óta az Öntészeti Intézet tanársegédje, a Könnyűfém ötvözetek metallurgiája és az Öntészeti technológiák II. tantárgyak oktatója. Apáczai Csere János doktoranduszi ösztöndíjas (2013–2014), Kiváló fiatal öntész MÖSZ-díjas (2015) és Kiváló konzulens díjas (2017). Kutatási területe az Al–Si öntészeti ötvözetek esetében alkalmazott módosító elemek hatásának vizsgálata.

**Dr. Fegyverneki György** szakmai életrajza a 15. oldalon olvasható.

**Boros Viktória** 2016-ban fejezte be ta-

nulmányait a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán öntész-fémelőállító szakirányon. A NEMAK Győr Alumíniumöntöde Kft. folyamatmérnöke. NEMAK-ösztöndíjas hallgató (2014–2016), Műszaki Anyagtudományi Kar TDK II. helyezett (2014, 2015), kiváló szakmai munkájáért NEMAK-díjas (2015). Kutatási területe: az Al–Si öntészeti ötvözetek eutektikumának stronciummal történő módosítása, hatásának vizsgálata.

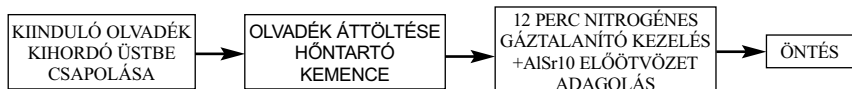
**Dr. Mertinger Valéria** 1990-ben a Miskolci Egyetem Kohómérnöki Karán fémalakító szakon, fémtani ágazaton, 1994-ben pedig a Kossuth Lajos Tudományegyetemen mérnök-fizikus szakon szerzett okle-

**1. táblázat.** Az AlSi8Cu3 kísérleti ötvözet kémiai összetétele

Elemek	Si	Cu	Mg	Ti	Sb	Fe	Mn	Pb	Sn	Ni	Zn
%	9,06	2,45	0,31	0,11	0,0011	0,49	0,45	0,03	0,0009	0,03	0,54

**2. táblázat.** A kísérleti olvadékok kiinduló stronciumtartalma és a gáztalanító kezelés során beadagolt stroncium mennyisége

Kísérletek	AlSi8Cu3 ötvözet	Az olvadék kiinduló Sr-tartalma, ppm	AlSr10 előötvözet adagolás rotoros gáztalanító N <sub>2</sub> -kezelés közben, ppm
1.	Növelt Sr-tartalommal	168	40
2.	Csökkentett Sr-tartalommal	94	–
3.	Sr-tartalommal	106	–



**2. ábra.** Üzemi technológiai folyamat

## 2. Kísérleti körülmények

A kísérleti öntések során ötvözetgyártói tisztaságú AlSi8Cu3 (226.10) ötvözetet vizsgáltunk, a kémiai összetétel az 1. táblázatban olvasható. Az olvadék stronciumtartalmának változtatásához 10% Sr-tartalmú, huzal alakban forgalmazott előötvözetet használtunk.

A 2. táblázatban láthatóak a kísérletek esetében alkalmazott kiinduló stronciumtartalmak és a gáztalanító kezelés során változtatott (pótlólagosan beadagolt) stronciummértékek. Kísérleteink során változtattuk az olvadék kiinduló stronciumtartalmát, az 1. kísérlet esetében a stroncium előötvözetet az üzemi gyakorlatnak megfelelően, N<sub>2</sub>-gázzal történő rotoros gáztalanító kezelés közben adagoltuk az olvadékba.

A kísérleteket üzemi körülmények között végeztük el, mely a 2. ábrán látható technológiai folyamatokból állt. Az olvasztókemencében előkészített olvadékokat első lépésben a kihordó üstbe csapoltuk, majd a hőntartó kemencébe töltöttük át. Ezt követően adagoltuk be az AlSr10 előötvözetet. A stroncium adagolásával egyidejűleg történt a rotoros nitrogénes gáztalanító kezelés is, amelynek egyrészt a fémolvadék tisztaságának a javítása volt a célja, másrészt a stroncium egyenletes oldódását segítette elő. Ezután öntöttük le a kísérleti öntőformákba az öntvényeket. A kísérletek során minden technológiai

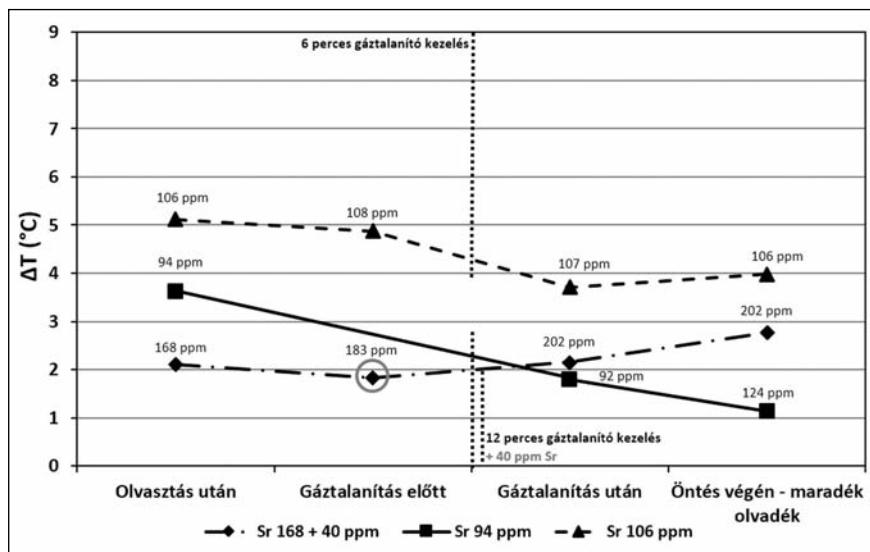
lépésben öntöttünk érempróbát is a pontos stronciumtartalom nyomon követése céljából, végeztünk termikus elemzést és sűrűségindex mérést. A 3. táblázatban láthatóak a kísérleti paraméterek.

## 3. Kísérleti eredmények

### 3.1. A módosítottság mértékének meghatározása termikus elemzéssel a lehülési görbék alapján és etalonképekkel történő összehasonlítással

#### – Termikus elemzés

A lehülési görbék MK-típusú adat-



**3. ábra.** Az (1) egyenlet alapján számított ΔT túlhűlés mértékének ábrázolása technológiai lépésenként a tényleges stronciumtartalom ábrázolásával

**3. táblázat.** Kísérleti paraméterek

Olvasztási hőmérséklet	775 ± 5 °C
Öntési és ötvözési hőmérséklet	755 ± 5 °C
Termikus elemző és sűrűségindex téglék hőmérséklete	200 ± 5 °C

gyűjtő rendszer segítségével rögzítettük. Az adatokat egy táblázatban összegeztük, és ezek alapján ábrázoltuk a hőmérséklet és idő függvényében a lehülési görbéket.

A módosítottság mértékét a lehülési görbékből számolható ΔT túlhűlés alapján határoztuk meg a következő összefüggés szerint [6]:

$$\Delta T = 577 - [11,0 \cdot (\text{Mg } \%) + 1,8 \cdot (\text{Fe } \%) + 2,5 \cdot (\text{Cu } \%)] \quad (1)$$

A ΔT túlhűlés értékét a szakirodalomban található, az ötvözőelem-tartalomtól függő eutektikus hőmérséklet számítására alkalmas egyenlettel meghatározott érték és a lehülési görbékből származtatott eutektikus hőmérsékletérték különbségeként határoztuk meg.

A szakirodalomban a ΔT értéke alapján kétféle csoportot különböztetnek meg, amennyiben 9 °C-nál kisebb a különbség, akkor nem módosítottak, amennyiben nagyobb, akkor módosítottak állapíthatjuk meg az eutektikum szilíciumának módosítottsági mértékét [7].

A 168 + 40 ppm Sr-tartalmú ötvözet esetében gáztalanítás előtt (körrel jelölve az ábrán), stroncium hozzáadása nélkül azért lett nagyobb a stronciumtartalom, mert az üzemi technológiában a hőntartó kemencébe történő átöntés során a kemence alján közel 200 kg, esetünkben nem meghatározott stronciumtartalmú olvadék volt jelen. Az olvadék stronciumtartalma gáztalanítás előtt (a hőntartó kemencébe történő átöntés után), pótlólagos stroncium hozzáadása nélkül 183 ppm. Az üzemszerű eljárásnak megfelelően a 183 ppm stronciumtartalmú olvadékhoz gáztalanítás után 40 ppm stronciumot adagoltunk, amely csak részben oldódott be a rendszerbe, az olvadék stronciumtartalma 202 ppm lett. A  $\Delta T$  értéke alapján megállapítható, hogy a gáztalanítás után a beadagolt pótlólagos

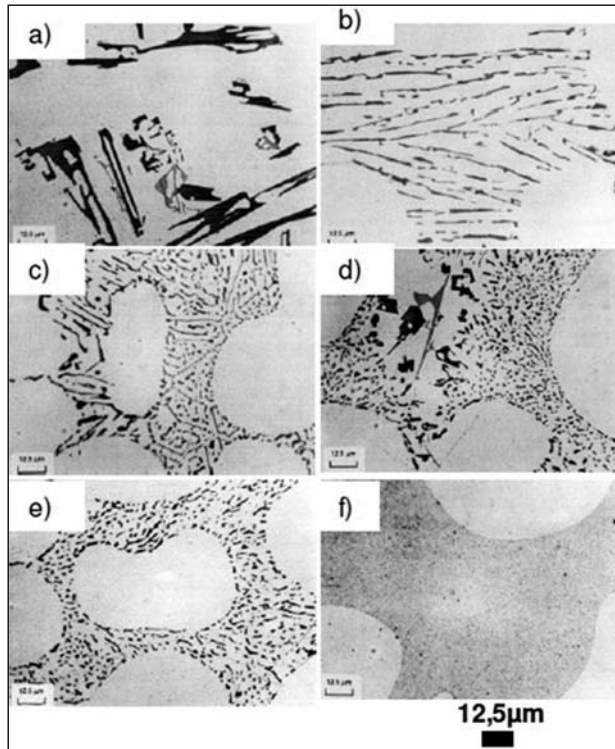
40 ppm stroncium azonnal nem fejte ki hatását, viszont az idő elteltével a görbe a magasabb  $\Delta T$  irányába mozdul el, azaz a beadagolt stroncium később fejti ki hatását (a termikus elemző próbatest szövetszerkezeti vizsgálata alapján az eutektikum szilíciuma lemezes).

A kevesebb stronciummal (94 ppm, 106 ppm) ötvözött olvadék esetén megfigyelhető, hogy a különböző technológiai lépésekben a  $\Delta T$  túlhűlési hőmérsékletek folyamatosan csökkennek. Megállapítható, hogy az olvadékban lévő stroncium bár benne van az olvadékban, de a  $\Delta T$  értékek alapján hatását veszíti.

#### – AFS etalonképek alapján végzett elemzés

A gyakorlatban a módosítottság mértéke meghatározható az Amerikai Öntészeti Szövetség (AFS – American Foundry Society) által 2006-ban kiadott [8], az Al–Si ötvözetek szilíciumának módosítottságát minősítő táblázat (4. ábra) segítségével.

A termikus elemzés során öntött próbatestekből csiszolatokat készítettünk. A maratlan csiszolatokról



4. ábra. AFS-etalonok szövetekepei (A356-ALSi7Mg ötvözet) [8] a) nem módosított; b) lemezes; c) részben módosított; d) nem lemezes; e) módosított; f) túlmódosított, N = 800 ×

N = 500 × nagyításban Zeiss optikai fénymikroszkóp segítségével egyenként 15 szövetszerkezeti felvételt készítettünk, majd szubjektív összehasonlítással összevetettük az AFS minősítő táblázatának szövetekepeivel, ez alapján adtuk meg a módosítottság mértékét. Végül a 15 szövetszerkezeti felvétel módosítottsági szintjét átlagolva megkaptuk az adott stronciumtartalmú termikus elemző próbatest módosítottsági szintjét.

A 4. táblázatban a technológiai lépésenként meghatározott stronciumértékeket és a módosítottsági szinteket összesítettük.

A 168+40 ppm Sr-tartalmú ötvözet esetében, ahol pótlólagos stronciumadagolás is történt, a gáztalanító ke-

zelés előtt és után is lemezes, azaz nem megfelelő módosítottsági szint érhető el. Az öntés végére részben módosított szint figyelhető meg.

Azon esetekben, ahol nem történt pótlólagos stronciumadagolás, a gáztalanítást követően nem lemezes, illetve részben módosított szövetszerkezet alakul ki, a módosítottsághoz legközelebbi szint érhető el. A kiinduláskor 106 ppm stronciumtartalmú ötvözet már a technológiai folyamat elején is részben módosított.

### 3.2. Mechanikai tulajdonságok vizsgálata

Elvégeztük az adott hűlési viszonyok között öntött kísérleti ötvények mechanikai tulajdonságainak vizsgálatát az ötvényekből

kimunkált 6 mm átmérőjű hengeres szakítópálcákkal.

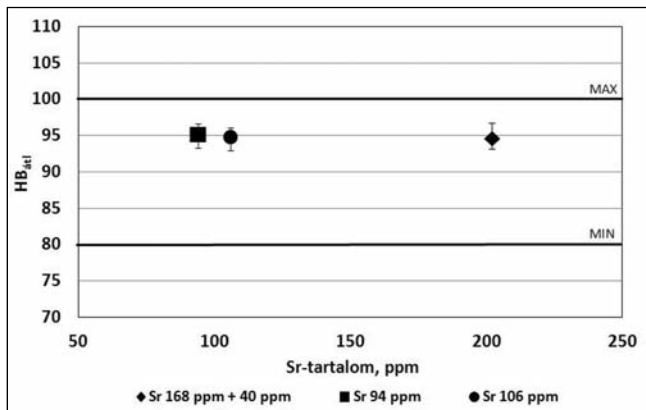
A Brinell-keménységmérést 5 mm átmérőjű golyóval végeztük és 250 kp (2451,66 N) terheléssel. A kiértékeléseket ötvényenként a három mért érték átlagával végeztük és ábrázoltuk azokat a stronciumtartalmak függvényében (5. ábra).

Az 5. ábra alapján kijelenthető, hogy a keménységmérés értékei az elvárásoknak megfelelően kis szórással a 80 és 100 HB közötti tartományban vannak.

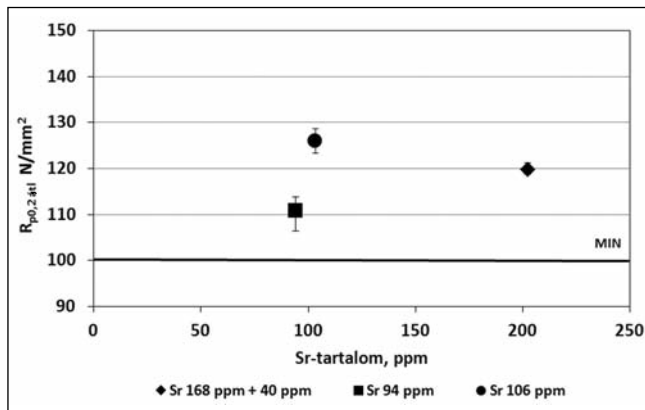
Az ötvényekből kimunkált szakítópálcákon meghatároztuk a szakítószilárdság, a folyáshatár és nyúlás értékeket. Ezek a meghatározott értékek szintén átlagolt értékek, kísér-

4. táblázat. A kísérleti adagok kiértékelése

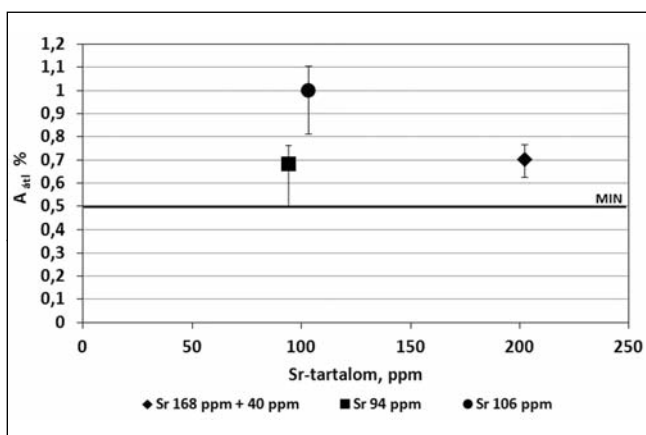
Ötvözések		Olvasztás után	Gáztalanítás előtt	Gáztalanítás után	Öntés vége – maradék olvadék
Sr 168+40 ppm (Növelt Sr-tartalom)	Módosítottság mértéke	Részben módosított	Lemezes	Lemezes	Részben módosított
	Sr (ppm)	168	183	202	202
Sr 94 ppm (Csökkentett Sr-tartalom)	Módosítottság mértéke	Lemezes	Nem történt mintavétel	Részben módosított	Nem lemezes
	Sr (ppm)	94	-	92	124
Sr 106 ppm (Csökkentett Sr-tartalom)	Módosítottság mértéke	Részben módosított	Nem lemezes	Nem lemezes	Részben módosított
	Sr (ppm)	106	108	107	106



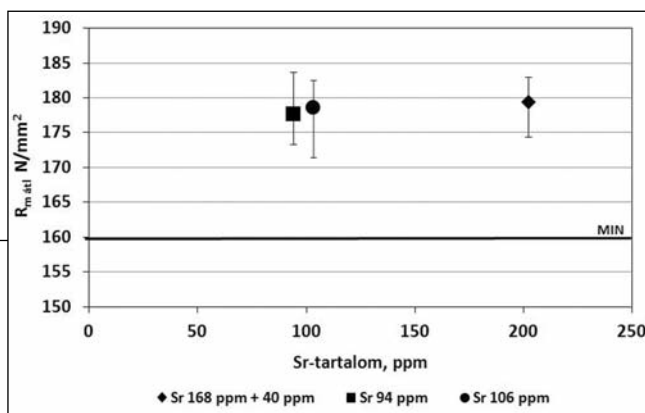
■ 5. ábra. Az átlagos Brinell-keménység a stronciumtartalom függvényében



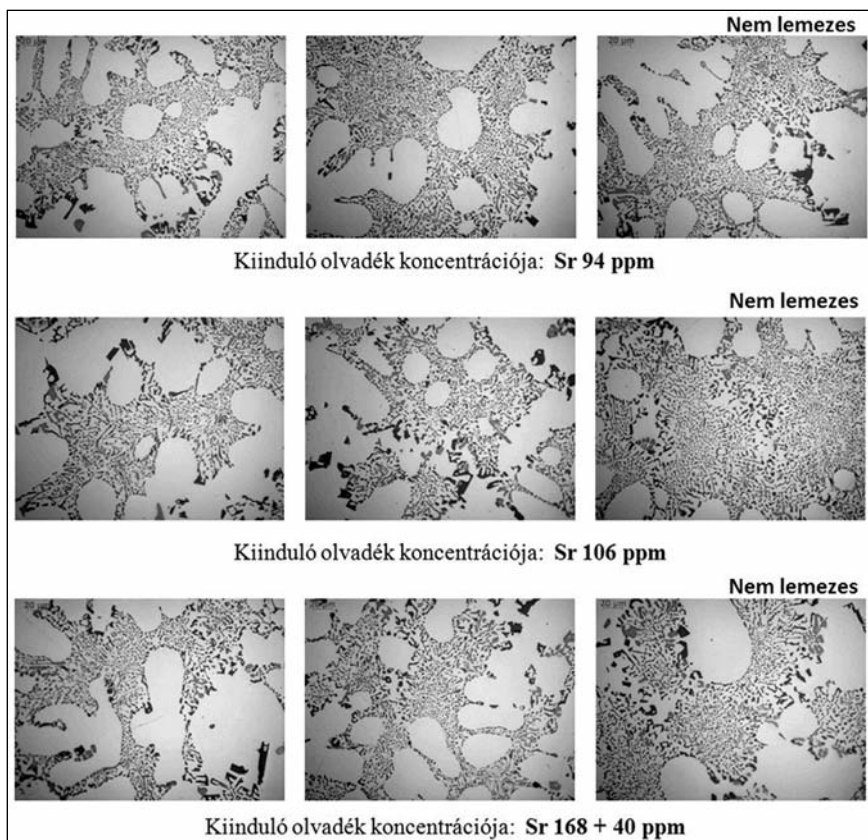
■ 6. ábra. Az átlagos folyáshatár a stronciumtartalom függvényében



■ 7. ábra. Az átlagos nyúlás a stronciumtartalom függvényében



■ 8. ábra. Az átlagos szakítószilárdság a stronciumtartalom függvényében



■ 9. ábra. Az öntvények szövetszerkezete a módosítottság minősítésével, N = 200 ×

letenként öt darab öntvényből kimunkált kilenc darab szakítópálcán mérve.

A 6–8. ábrákon láthatóak az átlag folyáshatár ( $R_{p0,2}$ ), a nyúlás ( $A_5$ ) és a szakítószilárdság ( $R_m$ ) értékei.

A legjobb átlagos folyáshatár és nyúlás értékeket a 106 ppm stronciumtartalmú öntvények esetében kaptunk. A változó stronciumtartalmú öntvények esetében az átlagos folyáshatár és nyúlás értékek a minimálisan előírt határérték felett voltak. A nyúlás esetében az átlagértékek jobban szórnak. Az átlagos szakítószilárdság értékei esetében nincs számottevő eltérés, az előírt minimális határérték felett helyezkednek el az értékek.

Ezek alapján kijelenthető, hogy a szilárdsági tulajdonságok szempontjából mindhárom kísérleti összetétel esetében teljesítettek a mechanikai tulajdonságok értékei.

### 3.3. A módosítottság mértéke az öntvények szövetszerkezetében

Szövetszerkezeti vizsgálatot végez-

tünk az eutektikum szilíciumának módosíthatóságának meghatározása céljából a három változó stronciumtartalmú olvadékból öntött kísérleti öntvényeken (kísérletenként 1 darab) a 3.1. fejezetben részletezett AFS által kidolgozott minősítő módszer alapján. A mikrosziszolátok az öntvények azon helyeiről lettek kimunkálva, ahol az öntés során irányított dermedést is alkalmaznak. A 9. ábrán láthatóak a különböző stronciumtartalmú öntvények mikrosziszolátáiról készített jellemző szövetszerkezeti felvételek.

A mikrosziszolátokon végzett szövetszerkezeti vizsgálatok alapján megfigyelhető, hogy minden esetben nem lemezes, tehát majdnem módosított, azaz megfelelő szövetszerkezet alakult ki. További vizsgálatokat végzünk az öntvények azon területein is, ahol az irányított dermedés és a módosítás együttes, szövetszerkezetet finomító hatása kisebb mértékű.

#### 4. Összefoglalás

Munkánk során a változtatott stronciumtartalom hatásának vizsgálatát végeztük el AISi8Cu3 ötvözet esetén. A termikus elemző próbatetek kiértékelése alapján megállapítható, hogy a gáztalanító kezelés során beadagolt 40 ppm-nyi stroncium a kezelés során keletkező stroncium veszteséget kompenzálja, valós stroncium-tar-

talom növekedést nem jelent. Ebben az esetben az eutektikum szilíciumának módosíthatósági mértéke, az etalonképekkel való összevetés alapján lemezes volt. Azon esetekben, ahol nem történt pótlólagos stronciumadagolás (94 ppm, 106 ppm), a gáztalanítást követően nem lemezes, illetve részben módosított az eutektikum szilíciuma, a módosíthatósághoz legközelebbi szint érhető el.

A változtatott stronciumtartalmú kísérleti öntvények szilárdsági értékei alapján megfigyelhető, hogy adott hűlési viszonyok biztosítása mellett teljesültek az előírt szilárdsági követelmények. Az adott vizsgálati körülményekre vonatkoztatva, az eredmények alapján elegendő ~100 ppm stroncium a módosított, finomabb szövetszerkezet elérésére.

#### Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

#### Irodalom

[1] Liu, Li: Paramètres métallurgiques contrôlant l'évolution microstructurale dans les alliages de fonderie

Al-Si-Mg et Al-Si Cu. PhD Thesis, Université du Québec, 2004.

- [2] A. Pacz, US Patent No. 1387900, (1921)
- [3] T. S. Furlan, R. Fuoco: Optimization of the Sr addition in permanent mold A356 alloys, AFS Transactions, Schaumburg, 2008, 08-142(02)
- [4] Jónás Pál: Könnyűfém öntészeti ismeretek (2011)
- [5] Shahrooz, Nafisi, Reza, Ghomashchi: Effects of modification during conventional and semi-solid metal processing of A356 Al-Si alloy. Materials Science and Engineering A415, pp.273–285., (2006)
- [6] M. Djurdjevic, H. Jiang, J. Sokolowski: On-line prediction of aluminum-silicon eutectic modification level using thermal analysis. Materials Characterization 46, pp. 31–38. (2001)
- [7] L. Heusler, W. Schneider: The Effect of Alloy Elements on Thermal Analysis Results in Modified AlSi Alloys, mk Melt Measuring Technology, VAW ALUMINIUM AG, Bonn, (2013)
- [8] Juan Asensio-Lozano, Beatriz Suarez-Pena: Effect of the addition and/or modifiers on the microstructure of die cast Al-12Si alloys. Scripta Materialia, p. 943–947, (2006)

## Beszámoló az MMKM Ganz Ábrahám Öntödei Gyűjtemény 2016. évi tevékenységéről

2016-ban a Ganz Ábrahám Öntödei Gyűjtemény 2012 óta az egyik legeredményesebb évét zárta. Nagy örömünkre 2015. december végén az EMMI arról értesítette intézményünket, hogy egy nagyon gazdag gyűjteményt, nevezetesen 136 kályhát és 298 művészi öntöttvas tárgyat kíván a kezelésünkbe adni. A füzérmintás oszlopkályhákat, neogótikus és csipkés burkolatú, mesefigurás huzamkályhákat és egyéb kályhakülönlegességeket, továbbá szecessziós mintázatú öntöttvas falikarok-

kat, kopogatókat, mozsarakat, vasalókat horoszkópos mintázatú, bronzí-

rozott öntöttvas dísztalakat is tartalmazó gyűjtemény átvétele és feldolgozása 2016 májusától folyamatos munkát jelentett, míg a tárgyak döntő többségét bemutató kiállítást december 17-én megnyithattuk a váci Tragor Ignác Múzeum – Pannónia Ház kiállítóhelyen. Az itt kiállításra nem került tárgyakat 2017 tavaszától budai intézményünkben is bemutathatjuk.

2016 februárjában svájci nagykövet látogatott el a múzeumba, bizonyára ennek köszönhető, hogy április 15-



■ Az új öntöttvas kiállítás egyik terme a váci Pannónia Házban



■ Két részlet a váci öntöttvas kiállításról

én *Christa Markwalder*, a svájci parlament elnök asszonya és kísérete is megtekintette kiállításainkat. Érdeklődésükre jellemző, hogy az elnök asszony további programját módosítani kellett, mert az előirányzott idő dupláját töltötte el a tárlatok tanulmányozásával.

A tavasz folyamán részt vettünk a szokásos országos múzeumi programokon, a Múzeumi Majálison és a Múzeumok Éjszakáján. Április végén tartottuk meg a már hagyományos ólomkatona-öntési bemutatónk a Metalloglobus Fémöntő Kft. támogatásával. Munkájukat ezúton is köszönjük!

Nyáron rendszeresítettük a csütörtöki múzeumpedagógiai foglalkozásokat, melyek igen népszerűek voltak a II. kerületi lakosok körében. Nagy sikert aratott a Svájci Nagykövetség szervezésében nálunk is bemutatott *Gottardo 2016* című látványos kiállítás, amely a 2016. június 1-én átadott, majdnem 17 évig épített, a valaha volt leghosszabb (57 km) és legmélyebb vasúti alagút, a Gotthard Bázisalagút építését mutatta be a kezdetektől az átadásig. Számos látogatót vonzott a

kiállítás keretei között bemutatott vasúti terepasztal is.

Őszi programjaink is igen változatosak voltak. Sokan eljöttek a szeptember 17-én megrendezett Kulturális Örökség Napjai rendezvényre, melynek keretében Ganz Ábrahám öntödéjét, ezt az ezerarcú műemléket mutattuk be. A Múzeumok Őszi Fesztiválja programsorozat részeként tartottuk meg szeptember 29-én – immár másodízben – a *Korróvizó* – divatlátomás című divatbemutatót. Október 6-án, a nemzeti gyásznapon több iskola diákjai is virágot helyeztek el a tizenhárom aradi vértanú emléklakettjénél. Október 7-én volt az őszi ólomkatona-öntési programunk, és ezen a napon tartotta a múzeumban hagyományos évi nemzetiségi napját a II. kerületi bolgár közösség is.

A tudomány hetében rendeztük meg évente szokásos vetélkedőnk, melyen ezúttal nemcsak budapesti, hanem vidéki diákok is szerepeltek. November végén a debreceni *Mechwart András Gépipari és Informatikai Szakgimnázium* diákjaival közösen koszorúztuk meg *Mechwart András*

síriját a Nemzeti Sírkertben, majd december 15-én az OMBKE, a MÖSZ, a Ganz Holding Zrt, képviselőivel és a Ganz Ábrahám Két Tanítási Nyelvű Szakközépiskola és Szakiskola tanulóival közös főhajtással emlékeztünk a Ganz Mauzóleumnál Ganz Ábrahámra, a vasöntőmester gyárosra, halálának 200. évfordulóján.

Az év során továbbra is helyet biztosítottunk a szakmai szervezetek rendezvényeire, az OMBKE Öntészeti Szakosztály vezetőségi üléseihez és helyi szervezeti rendezvényeihez, a BKL Kohászati Lapok szerkesztőségi üléseihez. Az Öntészet-történeti és Múzeumi Szakcsoport legtöbb rendezvénye is ezen a helyszínen zajlott le. E falak között tartja számos egyéb szakmai szervezet is üléseit, közöttük a Fém szövetség és a Magyarországi Kovácsmíves Céh.

Reméljük, hogy 2017-ben is hasonlóan tartalmas programokról számolhatunk be.

**Csibi Kinga**  
főmuzeológus,  
gyűjteményvezető

**Az OMBKE Ferencz István Észak-dunántúli Kohászati Regionális Szervezete  
2017. július 28–29-én tartja  
a XXIV. Pivarcsi László Szigetközi Szakmai Napokat  
Dunakilitin, a Diamant Hotelben**

A rendezvény részletes programját, a meghívóval és jelentkezési lappal, az érdeklődők megkapják. Mindenkit szeretettel várnak a szervezők!

Farkas György  
az OMBKE Ferencz István Észak-dunántúli  
Kohászati Regionális Szervezet titkára

A világ öntvénytermelése 2015-ben, t

Ország	Lemezgrafitos vasöntvény	Gömbgrafitos vasöntvény	Temperöntvény	Acéöntvény	Rézbasítási öntvény	Alumínium-öntvény	Magnézium-öntvény	Cinköntvény	Egyéb nemvasfém öntvény	Összes
Ausztria	40.600	95.500	-	9.500	-	140.700 <sup>A</sup>	-	-	-	286.300
Belgium	28.700	6.900	-	36.000	-	878 <sup>A</sup>	-	-	-	72.478
Bosznia-Hercegovina	20.950	11.510	-	3.700	-	12.265 <sup>A</sup>	-	-	-	48.425
Brazília	1.342.103	548.829	-	243.085	21.749	153.949	4.916	1.266	-	2.315.897
Csehország	170.000	55.000	4.000	80.000	21.000	95.000	-	-	-	405.000
Dánia	30.800	47.100	-	-	1.055	3.086	-	-	207	82.248
Dél-Afrika	145.000	163.200	-	90.600	7.000	24.000	-	500	-	430.300
Finnország	14.500	32.100	-	12.500	3.903	2.240	-	86	-	65.329
Franciaország	504.400	761.200	-	62.800	18.344	316.931	-	18.083	2.533	1.684.291
Horvátország*	33.400	10.000	100	100	183	22.075	-	30	20	65.908
India	7.410.000	1.180.000	50.000	880.000	-	1.250.000 <sup>A</sup>	-	-	-	10.770.000
Japán	2.022.900	1.703.800	43.100	157.000	78.000	418.500	-	-	981.600 <sup>B</sup>	5.404.900
Kanada*	330.841	-	-	90.091	14.237	216.189	-	-	-	651.358
Kína	20.200.000	12.600.000	600.000	5.100.000	750.000	6.100.000	-	-	250.000	45.600.000
Korea	1.082.900	708.300	4.000	164.000	26.800	623.600	-	-	13.400	2.623.000
Lengyelország	485.300	162.200	11.700	49.900	6.950	334.600	-	7.540	3.860	1.062.050
Magyarország	23.400	63.000	10	5.700	1.796	106.495	378	3.543	169	204.491
Mexikó	815.500	375.800	-	330.790	217.200	735.300	-	85.600	-	2.560.190
Nagy-Britannia	139.800	198.500	1.100	48.000	8.832	110.000	3.400	7.800	1.000	518.432
Németország	2.337.600	1.520.600	30.400	196.800	79.403	1.071.975	15.235	54.661	2	5.306.676
Norvégia	11.300	21.200	-	1.200	-	7.221 <sup>A</sup>	-	-	-	46.630
Olaszország	694.100	374.600	-	62.000	63.752	760.521	7.294	68.254	630	2.031.151
Oroszország*	2.982.000	-	-	756.000	-	462.000 <sup>A</sup>	-	-	-	4.200.000
Pakisztán	100.000	10.300	-	30.700	10.200	10.300	-	-	-	161.500
Portugália	39.800	90.000	-	8.100	14.152	29.150	-	2.135	-	183.337
Románia	24.186	3.925	690	12.012	2.600	80.470	5.000	100	70	129.053
Spanyolország	348.200	637.400	7.500	72.600	10.876	125.652	-	8.771	711	1.211.710
Svájc	12.200	24.700	-	1.200	2.068	14.922	-	1.094	-	56.184
Svédország	242.000	-	-	19.200	-	62.600 <sup>A</sup>	-	-	-	323.800
Szerbia*	24.368	10.140	-	8.991	2.092	9.760	1	96	9	55.457
Szlovénia**	80.496	34.234	6.107	32.188	754	37.244	441	6.889	-	198.353
Tajvan	523.086	213.438	-	85.548	36.782	340.724	-	-	-	1.319.221
Thaiföld**	72.400	28.800	29.500	29.800	26.100	105.400	-	24.400	-	316.400
Törökország	675.000	630.000	15.000	150.000	20.000	325.000	-	35.000	-	1.750.000
Ukrajna**	400.000	120.000	30.000	580.000	60.000	280.000	15.000	25.000	50.000	1.560.000
USA	3.328.124	3.115.418	51.374	1.493.743	255.354	1.622.999	146.456	324.174	50.630	10.470.939
<b>Összesen</b>	<b>46.738.654</b>	<b>25.575.894</b>	<b>884.581</b>	<b>10.887.948</b>	<b>1.761.182</b>	<b>16.053.014</b>	<b>198.121</b>	<b>675.022</b>	<b>1.354.841</b>	<b>104.129.257</b>

\* 2014-es adatok, \*\* 2013-es adatok, <sup>A</sup> az összes nemvasfém öntvényvel együtt, <sup>B</sup> az összes

(Modern Casting, 106. évf. 12. szám, 2016. december, 25-29. old.)

Összeállította: dr. Lengyel Károly

## A Csepeli Fémmű története 1895–1966

Összeállította: Dr. Hegedűs Zoltán

A Csepeli Fémmű 1895–1966 közötti történetének anyaga Karkalik János gyűjteményéből származik. Az eredeti, 1969-ben készült szöveget Horváth Csaba, a Fémmű nyugalmazott műszaki vezérigazgató-helyettese szakmailag lektorálta, lehetőleg változatlanul hagyva a korabeli kifejezéseket, rövidítéseket.

A szerkesztőség a cikk közlésével a legnagyobb magyarországi iparvállalat, a Weiss Manfréd Művek alapításának 125 éves évfordulójára kíván emlékezni. A vállalat első, és később is meghatározó része volt a Fémmű, aminek széles termékpaletta nemzetközileg is újszerűnek volt tekinthető, és gyártmányai a világ számos országába eljutottak.



1. kép. A csepeli gyár első látképe az 1890-es évek végéről. A képen a patrongyár és a Fémmű egyes épületei láthatók [1]

A jövő évben, 1970-ben lesz 75 éves a Csepel Vas-és Fémművek egyik legrégebbi gyáregysége, a Fémmű.

Az 1892-ben Csepelre telepített Weiss Manfréd tölténygyár – amely kilőtt töltényhüvelyek felújításával és újraszerelésével foglalkozott – 1893–1894-ben igen nyereséges vállalkozásnak bizonyult. Ezért hamarosan felmerült egy kombinátszerű üzem létrehozásának a gondolata, amely maga állítja elő a tölténygyártáshoz szükséges sárgarézszalagot.

E törekvés eredményeként 1895–1896-ban létrehozták a mai Fémmű őseit, amely kezdetben raffináló- és olvasztóüzemből (öntöde) állt. A csepeli gyár legrégebbi felvételén is a Tölténygyár és a Fémmű épületei láthatók (1. kép).

Az 1896–1900-as években a Fémműben az Sr70 minőséghez közelálló sárgarézet és kis mennyiségben más ötvözeteket is gyártottak.

Egy 1899-ből fennmaradt öntödei

adagnaplóból, hacsak hézagosan is, de megismerhetjük az öntött ötvözeteket, az egyes adagok súlyát. Átlapozva az 1900 júliusáig vezetett naplót, a következőket találjuk: naponta két, illetve három adagot vezettek be. 1899. október 12. és 1900. január 1. között 14 adag adatai maradtak fenn. 1900. januárban 5, februárban 9, márciusban 8, áprilisban, májusban 0, júniusban 4, júliusban 8 adag német nyelvű bejegyzéseit találjuk. Az, hogy a napló valamennyi leöntött adagot, vagy egy kemence összes adagjait, vagy egy olvasztár által készített összes adagot tartalmazza, ma már nem állapítható meg. Valószínű, hogy egy olvasztár által készített adagok szerepelnek a naplóban.

Az egyes adagok súlya 15–80 kg között változott. Javarészt Sr64, Sr67, Sr72 sárgarézet olvasztottak. A betét 30–70%-ban sárgarézhulladék (többnyire regenerálásra alkalmatlan töltényhüvely), a többi szírfém.

Például bemutatjuk egy Sr72 adagjegyzékét:

46,6 kg	66% Cu-tartalmú sárgarézhulladék
20,0 kg	réz
6,0 kg	réz-hulladék
7,4 kg	horgany
80,0 kg	

A sárgarézen kívül elvéve más ötvözetek is előfordulnak az adagnaplóban. Egy ónbronzzal, egy ólom-antimon és egy ón-ólom ötvözet adagjegyzéke az 1. táblázatban látható.

A bemutatott ónbronzzal és fehér-fémötvözetekből valószínűleg csapágyakat készítettek, ezek azonban nem a hadianyag gyártását szolgálták. Ha kis mennyiségben is, a Fémmű már ebben az időben is termelt polgári felhasználásra. Feltűnő az egyes adagok dekagramm pontosságú bemérése. Ez az akkori gyártási előírások szigorú betartására enged következtetni.

Az öntödei részleghez később

**Dr. Hegedűs Zoltán** okl. vegyész-mérnök 1925-ben született Aknasugatagon (Ocna Sugatag, Máramaros megye, Románia). 1949-ben szerzett vegyész-mérnöki oklevelet a Budapesti Műszaki Egyetemen. 1964-ben kandidátus, 1976-ban a műszaki tudományok doktora lett. 1949-ben kezdett dolgozni a Csepel Művek Központi Anyagvizsgálójának Metallográfiai Laboratóriumában, ahol 1965-ig a laboratórium vezetője volt. 1965-től 1972-ig a Csepeli Fémműben dolgozott a Kísérleti Osztály vezetőjeként. 1972-től 1980-ig a Fémmű Fémtani és Technológiai Kutató Intézetének főmetallurgusa volt, majd nyugdíjba vonulásáig az Anyagvizsgáló és Minőségellenőrző Intézet igazgatóhelyetteseként dolgozott. 1995. május 21-én halt meg.

1. táblázat. Adagjegyzék 1899-ből

90% Cu, 6% Sn, 4% Pb-bronz kg	Pb-Sb ötvözet kg	Sn-Pb ötvözet kg
15,30 réz	10,725 ólom	12,60 ón
1,02 ón	0,450 ón	11,40 ólom
0,68 ólom	3,075 antimon	6,00 antimon
	0,750 réz	0,10 réz
17,00	15,00	31,00

sárgarézhengete és vörösrézhengete is járult. Az 1990-es évek előtt használt berendezésekről biztosan ma már nemigen tudunk.

Az 1900–1907-es években, a közben bekövetkezett gazdasági válság ellenére, fellendült a termelés a csepeli gyárban, amely ekkor a Tölténygyárból és a Féműből állott.

A fellendülés a fegyvergyártás nagy profitjára vezethető vissza. A századfordulón felemelték Magyarország fegyverszállítási kvótáját az osztrák–magyar hadsereg részére. Csepelen új tölténygyárat létesítettek. 1899–1902 között megindult a tűzészeti lövedékgyártás is, ami erősen növelte a sárgarézszükségletet. Az állam a gyárépítkezést kölcsönökkel, adókedvezményekkel támogatta. Az 1990-as évek elején felépült a hengerde és a huzalgyár. 1906–1907-re kialakult a Fémű jelentős része.

Az öntödében 1907 körül 4-5 téglkemencében olvasztották a sárgaréz. Az adagok súlya 40-60 kg között mozgott. A szakmunkások külföldiek voltak. 1906-ban három 8 órás műszakban dolgoztak. Műszakonként egy főolvasztár, három olvasztár, nyolc-tíz kokillás, három fűtő, négy kokillakezelő, hat kimerő dolgozott 30-60 fillér közötti órabérért. A létszám 95 fő körül mozgott.

A Fémű fejlődésében nagy szerepet játszott a hadikönyha-szabadság megszerzése, ami magával hozta a nikkellovasztás bevezetését.

1907-ben az öntödében egy 60 kg-os nikkellovasztó téglkemence volt üzemben, amit egy norvég nikkelőntő mester kezelte. Ezen kívül két koksztüzelésű kemencét használtak felváltva nikkell- és rézolvastásra.

A sárgarézeket olvasztó Fémöntöde mellett találunk külön vörösrézöntödét is, ahol egy vörösrézolvastó kemence volt. A kokillákat a kemence körül helyezték el körben, és az öntők a kemence körül járva öntőkanállal

folyamatosan öntötték tele azokat. A kemence kb. 1000 kg fémot tudott egyidejűleg olvasztani. A vörösréz-hengerdében

24 ember dolgozott egy műszakban. 1907-ben már külön raffinálóüzem is volt. Ez egy savanyú béléstüzelésű levegőbefúvatásos raffinálókemencével és egy aknás salakkemencével volt ellátva. Az adag berakása kb. 6 óráig tartott, a finomítási idő 15-16 óra között mozgott.

A feldolgozóüzemek közül 1907-ig megépült a Sárgarézhengete, a Vörösrézhengete, a Szalaghengete, a Fémhengete (huzalhengete, a későbbi Nemesacélhengete), illetve a Huzalhúzó.

A Sárgarézhengetében lévő négy nagy hengerpárt gőzgép hajtotta meg. Két-két henger volt a gőzgép mindkét oldalán, kötélmeghajtással pedig két kis hengerpárt működtettek. A gőzgépet 1911–1912-ben leszerelték és villanymotorokra cserélték ki. A sárgaréz melegítése, lágyítása fatüzelésű kemencékben történt, amelyek az 1920-as évekig voltak használatban. Hengerenként 12 órás műszakokban három munkás dolgozott. Az összlétszám 50 fő körül mozgott, amelyben benne van a fatüzelés miatti aránylag nagyszámú fűtő is.

A Sárgarézhengetében volt elhelyezve a Szalaghengete. Négy kisebb hengerpáron a gyutacsgyártáshoz szükséges sárgarézszalagot hengerelte az ott dolgozó 10-12 ember, akik a hengereken kívül az ollót is kezelték.

A Vörösrézhengetében 1907 előtt és után is csak a Brotán-fal (tűzszekrénylemez) hengerlése folyt. Egy 2500×600 mm-es és három 1500×600 mm-es hengerpárral volt felszerelve. Ebben az időszakban ez volt a Fémű legkorszerűbb üzeme. A hengereket 600 lóerős villanymotor hajtotta. Itt napi két 12 órás műszakban mintegy 60 munkás dolgozott. Műszakonként egy fűtőt, hengerpáronként három hengerészt, hat felfogóadogatót és három ollóst találunk.

A tűzszekrény hajlításához a le-

mezt fatüzelésű kemencében melegítették, hengerléshez a réztuskót kén-szegény porosz-szénrel fűtött kemencében hevítették.

A tűzszekrénylemez hajlítása kézi erővel történt. A felmelegített lemezt egy formára helyezték, és 10-12 kovács kézi kalapáccsal, 4-5 segédmunkás közreműködésével végezte a hajlítást. Ez nagyon nehéz munka volt. Erre utalnak a MÁV előírásfüzetében az 1907–1910-es évekből származó 300–900 kg-os súly bejegyzések.

A Vörösrézhengete és a később ismertető Fémhengete – ellentétben a Fémű többi üzemeivel – polgári célokra termelt. 1907-ben a Vörösrézhengete csak tűzszekrényeket gyártott a MÁV részére, de kisebb mennyiséget Romániába is exportáltak.

A Fémhengete két hengersorral rendelkezett. Kevés sárgaréz és vörösréz rúd hengerlése mellett itt készítették a tűzszekrények támcsavartjait. Műszakonként mintegy 15 kályhás, felfogó, hengerész dolgozott.

A támcsavart a következőképpen gyártották: vörösréz rudat hengereltek melegen, ezt kifűrták, majd továbbhengerelték hidegen.

A Huzalgyár a Sárgarézhengete mellett volt. Egy hatdobos Breitenbach-húzógéppel rendelkezett, amit kötélmeghajtással a Sárgarézhengete gőzgépe működtetett.

A következőkben kissé részletesebben foglalkozunk a nikkellemez előállításával.

A mozgókonyhagyártás beindulása szükségessé tette a nikkellemez hengerlés fejlesztését. A nikkelt nyitott kokillába öntötték. A tuskó felületét lemunkálták, és *Erichsen* eljárása szerint lemezebe csomagolva a Vörösrézhengetében melegen és hidegen hengerelték tovább. Fatüzelésű kemencében lágyították, és a Sárgarézhengetében hengerelték kész méretre. A nikkell hengerlése és lágyítása sok nehézséggel járt. A sok selejű okát a lágyítási eljárásban keresték, legalábbis erre enged következtetni az 1910-es évek elejéről fennmaradt metallográfiai vizsgálat: két felvétel, amelyen levegőn, nitrogénben, szén-dioxidban és kénhidrogénben lágyított nikkell szövete látható (2. kép).

Valamivel 1907 előtt indult meg az anyagvizsgálat a Fém-műben. Az első szakítóvizsgálata-  
tokat 1904–1905-ben végezték.

Dr. Farkas kohómérnök 1905-ben már kémiai elemzéseket készített, és a vegyi laboratóri-  
umba Németországból, és főleg Csehországból hozta a vegyé-  
szeket.

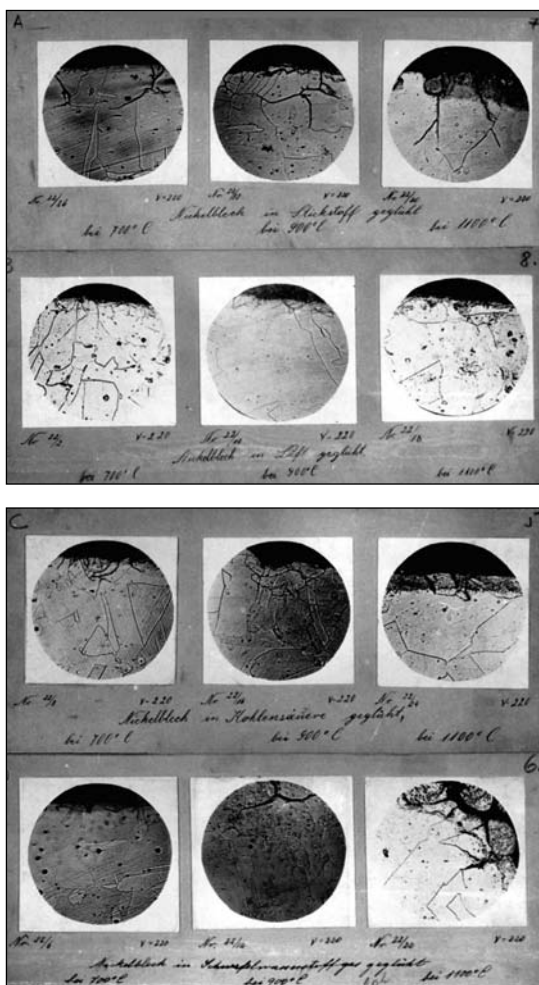
Az első metallográfiai vizsgá-  
latot 1910 körül végezték. Az  
1914-ből fennmaradt metallo-  
gráfiai felvételeken öntött, hide-  
gen vagy melegen alakított sár-  
garézek szövete látható.

A nikkellemezgyártás ellenőr-  
zésére 1907-ben alkalmazta elő-  
ször Erichsen az azóta róla el-  
nevezett mélyhúzhatósági vizs-  
gálatot, ami a Fém-műből kiin-  
dulva terjedt el az egész vilá-  
gon. A lemezt egy gyűrű alátétre  
tették, majd ráhelyezve a gyűrű  
fölé az Erichsen-szerszámot ka-  
lapáccsal ráütöttek, és megnéz-  
ték, hogy az anyag a benyomódás  
helyén megrepedt-e vagy sem.  
1910 körül épült meg a Fém-műben a világ első bemé-  
lyedés-mélységet mérő Erichsen-  
gépe is, amely 1944-ig volt  
használatban.

1907–1910 között a Fém-mű-  
nek az akkori viszonyokhoz ké-  
pest korszerű könyvtára volt, amely-  
ből máig is megmaradt Guertler:  
Handbuch der Metallographie I-II.  
kötete, Bockers: Kupferraffination  
(1902), továbbá a Zeitschrift für  
Metallkunde 1909–1913 számai.

1907 körül a Fém-mű önálló szer-  
vezettel rendelkezett, élén külön igaz-  
gató állt, a már többször említett  
Erichsen.

A Fém-mű történetének következő  
korszaka az 1907–1918 közötti idő-  
szak, amelyet gyors fejlődés jelle-  
mez. Ennek oka, hogy Weiss Manfrédék  
várták a háborút, és készültek rá.  
Számukra csak a minél nagyobb pro-  
fit volt a fontos. Az első világháború  
alatt Bródy Sándor feljegyzett egy be-  
szelgetést, amit Weiss Manfréd báró-  
val folytatott. A báró büszkén mutatott  
rá arra, hogy már békeidőben készí-  
tette elő a gyárát a háború szükségle-  
teinek kielégítésére. A báró szó sze-  
rint ezeket mondta: „Nem akarok ma-  
gamnak érdemet kovácsolni belőle,



■ 2. kép. Különböző közegben lágyított nikkelt szövetképe 1910 körül. (A = nitrogén, B = levegő, C = szén-dioxid, D = kénhidrogén)

de én tudom, és mindenki tudja, hogy az én ipartelepem a háború előtt jóval nagyobb szabású volt, mint amilyent a békés idők megköveteltek. Nevezetes szakértők fejüket csóválták, mikor látták, és ki is mondták, erre ugyan nem lesz szükség, de szükség lett, és nekem nagy elégtélelem az előrelátásom.”

Ezen háborús készülődés jegyében jött létre 1912-ben az Acélmű, és indult meg a Fém-mű fejlesztése.

1913-ban állt munkába az 1000 tonnás prés, ami kezdetben csak rúd-sajtólásra volt alkalmas. Az első világháború alatt már megoldották vele a szalagsajtólást, majd a háború végére a profilsajtólást. 1917-ben kezdett dolgozni az 1500 tonnás prés.

1913-ban indult a Mannesmann csőhenger, amelyen a háború alatt kizárólag csak gránátokat készítettek. Csőgyártásra 1920 után használták, míg 1964-ben le nem szerelték. A rézcsövet öntéssel állították elő a kokillá-

ban elhelyezett homokmag segítségével. A homokmag eltávolítása után az öntött csövet húzással alakították.

A Cső- és Rúdhúzó 1913–1916 között épült fel, és hat különböző húzópaddal rendelkezett.

1914-ben tovább fejlesztették a Szalaghengerdét, amely most már 12 hengerállvánnyal rendelkezett. Bővítették a Rézfinomítót (raffinálóüzemet), és a háború előtt az üzem kapacitása elérte a napi 13 000 kg-ot. Ez lehetővé tette a háború alatt begyűjtött ócskaréz hasznosítását. Később az ónbronzzal hulladék feldolgozására konvertált állították üzembe, amelyben oxidáló olvasztással távolították el a bronz öntartalmát.

Továbbfejlesztették a Vörösrézöntödét, amely a háború előtt napi 10 000 kg vörösréz olvasztott.

Jelentősen bővítették a Fémöntödét, ahol még a háború előtt a termelés napi 2 000 kg sárgaréz volt. Ezt a háború alatt tovább korszerűsítették, és felszerelték három 1 tonnás billenőkemencével.

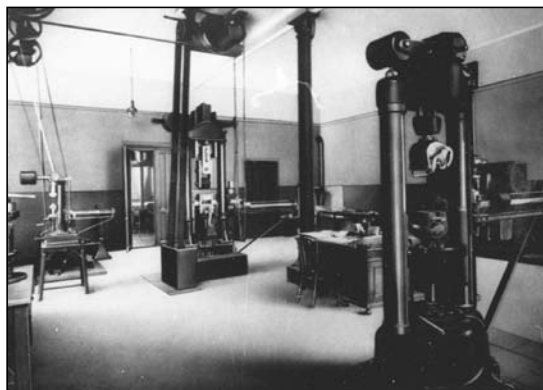
1916-ban megépült a Réz-elektrolízis.

A Fémöntöde első világháború alatti legnagyobb teljesítménye a periszkópcső gyártásához szükséges öntecsek előállítására volt. Ez 3% nikkeltartalmú sárgarézből készült, amit három 1 tonnás billenőkemencében olvasztottak. A kemencék egy kör kerületén helyezkedtek el, a kör közepén volt földbe süllyesztve a hatalmas méretű kokilla, amelybe a három kemencéből egyidejűleg öntötték a fémeket. Az Ø 350 mm, 2800–3000 mm hosszú öntecs súlya 3 tonna körül mozgott.

A nagysúlyú öntecs további megmunkálása sem volt könnyű feladat. Első lépésként esztergapadon Ø 150 mm-es furatot készítettek. Ezután gáztüzelésű kemencében felhevítették a kifűrt tuskót és egy kb. 5 m hosszú acéltüskét. Amikor az öntecs elérte a 700–750 °C-ot, kivették a kemencéből, felhúzták a tüskére, és kész méretre (Ø 270 mm) kovácsolták. Lehűlés után ágyúfúróval kimun-

kálták a cső pontos belső méretét, utána 16 atű nyomással megvizsgálták.

A háború alatt továbbfejlesztették a laboratóriumot is. A vegyi laboratóriumban 1917-ben hét vegyészmérnök dolgozott. 1918-ban a Fémműnek önálló metallográfusa volt, aki mikroszkópi úton határozta meg a tűzi finomítású réz oxigéntartalmát. A háború végére az akkori időknek megfelelő korszerű mechanikai laboratórium is létesült (3. kép).



■ 3. kép. A Fémmű Anyagvizsgáló szakítóterme 1920 körül

Az első világháború alatt kialakult a Fémműben egy komoly színesfémkohászati gyár, amely leszámítva az alumíniumkohászatot és -feldolgozást, 1957-ig alig változott. Ha a berendezések nem is, a termelés szerkezete, termékösszetétele a békés termelés igényeinek megfelelően módosult. Az első világháború alatt a Fémműben dolgozók száma a hadifoglyok révén erősen felszaporodott és ingadozott.

A Fémmű háborús fejlődésének az 1918 végi katonai összeomlás vetett véget.

A háború utolsó évében egyre nagyobb réz- és szénhiány lépett fel. Az 1918-as év végén a helyzet katasztrofális volt, mert a csepeli gyár a szénszükségletének csak 50%-át kapta meg. Az 1918 októberi polgári forradalom után az állam beszüntette a hadirendeléseket, és ez súlyos helyzetet idézett elő a csepeli gyárban, ezen belül a Fémműben is. Elveszték a gyár helyzetét meghatározó gyártási profilok.

A Fémmű új gyártási profilokat keresett. Az 1916-ban épült Réz-elektrolízisben a háború alatt már kis mértékben megindult a rézgálicgyártás. 1918 végén külön rézgálicüzemet indítottak be (részben az elektrolízis leállításával), ami a rézgálic hiánycikk volta miatt jól jövedelmezett, és 1941-ig működött.

1918 decemberében a lövedékműhely kapacitásának részleges kihasználására a „Columbus” permetezőgép gyártására kötöttek szerződést, amely szerint 1919 februártól kezdve 120 darabot gyártanak, és 1919 április végéig 4000 permetezőgépet szállítanak. A réz- és szénhiány megakadályozta a gyártás beindítását, és

1920 tavaszáig összesen csak 120 darabot tudtak elkészíteni.

A Vörösréz-hengerde foglalkoztatására 1918 végén Weiss Manfréd ajánlatot tett a MÁV-nak a mozdonyállomány fő javításához szükséges anyagok szállítására. A már említett réz- és szénhiány miatt ezt akkor már nem tudták megvalósítani.

A Tanácsköztársaság győzelme után március 26-án köztulajdonba vették és a munkások ellenőrzése alá helyezték a csepeli gyárat. A gyár állapotára jellemző, hogy a korábbi munkáslétszámnak alig 20%-a dolgozott. A Tanácsköztársaságot ért intervenció fegyveres támadás rendkívüli katonai erőfeszítéseket kívánt, újból megindult a hadianyaggyártás és ezzel együtt a Fémmű termelése is.

A Tanácsköztársaság a Fémműben pénzverőt kívánt létesíteni.

Üzemvezetőnek *Eigner Jánost* bízták meg, aki a következőképpen emlékszik vissza az üzem létesítésével kapcsolatos tárgyalásokra:

„1919 áprilisában egy megbeszélésre hívtak a Nemzeti Bankba, ahol megjelent *Kun Béla* elvtárs is. A tanácskozás tárgya a Tanácsköztársaság pénzeinek verése volt. A gépek a Soroksári úti dohányraktárban voltak, és azok Csepelre történő szállításáról és felállításáról volt szó a megbeszélésen.

A tanácskozás eredményeként a gépek átkerültek Csepelre, és a ma már megszüntetett Vaslemez-hengerde épületében állították fel azokat. Vas próbavereteket készítettek, de tervbe volt véve jubileumi aranypénz verése is.

A szükséges kiskemence és henger már fel is volt szerelve. A Tanács-

köztársaság leverése miatt ezek üzembe helyezésére már nem került sor.”

1919–1920-ban a Fémmű helyzete eléggé kilátástalan volt. A békeszerződés 115. cikke ugyanis megtiltotta a hadianyaggyártást a magángyárakban, és ez magával hozta a gyár átállítását béketermelésre.

A termelés megindítását megnehezítette az is, hogy a Budapestről kivonuló megszálló antant csapatok elvitték a mintegy 1000 tonnát kitevő réz-, sárgaré- és nikkelkészletet, egy 500-as, két 300-as szalaghengert, két húzópadot, nagy mennyiségű tartalék alkatrészt, grafitégelyt, irodai berendezést, félkész- és készárut. A megmaradt berendezések nagyon leromlott állapotban voltak, a gyár súlyos nyersanyaghiánnyal küszködött.

Az első világháború előtt már volt bizonyos béketermelés is, pl.: tűzszerények, harangöntés, polgári célokat szolgáló félkészgyártmány (rúd, lemez, szalag) előállítás. 1920-tól kezdve az egész Fémművet le kellett állítani a hadianyag-termelésről.

1920-ban megindult a sárgaré- permetezőgép gyártása, vörösréz pálinkafőző üstöket készítettek, a MÁV részére tűzszerénylemezeket, valamint azok részszelvényeit szállították, fejlesztették a rézgálic gyártását.

Közben Weiss Manfrédéknek sikerült kijátszani a békeszerződés tiltó rendelkezéseit azáltal, hogy 30 évre bérbé adták a gyárat az államnak, és ezután kisebb tömegben megindulhatott a Fémműben a tölténygyártáshoz szükséges sárgaré-olvasztás és -hengelés is.

1920 után a háború végén felhalmozott nagy mennyiségű bronzhulladék feldolgozására önelektrolizáló üzemet is létesítettek.

Két 1 tonnás konverterben lefűvták az ónbronzt. A képződött SnO<sub>2</sub>-ot 6 m magas tornyokban elhelyezett 30 porzsák fogta fel. Az SnO<sub>2</sub>-ot szénrel redukálták. Az Sn-anódát benzolszulfonátos elektrolit felhasználásával 32 kádból álló elektrolizáló üzemben finomították. Amikor a hazai ónbronzhulladék elfogyott, egy ideig külföldről importált ónbronzt dolgoztak fel. Az 1920-as évek vé-

gén az ónelektrolizáló leállt és lebontották.

1922 körül átépítették a Fémű fatüzelésű kemencéit gáz- és olajtüzelésre. Egy fatüzelésű kemencét meghagytak nikkell- és finomlemez lágyítására, de ezt csak rövid időszakra fűtötték fel.

1922–1923-ra tehető a nehézfém formaöntészet megindulása Csepelen. Harangöntéssel ugyan már foglalkoztak 1910 körül is, sőt az első világháború előtt a gyárnak külön haranghangoló mestere is volt: *Blaha János*. Az 1923-ban megindult nehézfém formaöntő azonban szerkezeti nem tartozott a Féműhöz, hanem a Törzsgyár részét képezte. A koksztüzelésű tégelykemencékből mezőgazdasági gépek perselyeit, permetezőgépek alkatrészeit, gáztüzhely alkatrészeket, vízvezeték-szerelvényeket, kilincseket, háztartási eszközöket öntöttek.

Harangöntéshez a bronzot külön lángkemencében olvasztották. Az öntőforma süllyesztett talajformázással készült.

1923–1924-ben megindult az ónfólia gyártása Svájcból importált gépeken. A fóliahengerde melletti kis épületben helyezték el az olvasztót. Az önt az olvasztóüstből zárt kokillába, 40-60 mm vastag lapokba öntötték. A Szalaghengerde egyik átalakított hengerén kb. 1 mm vastagságig előhengerelték, és utána került a fóliahengerdébe.

1930-ban megkezdték egy Németországból behozott gépen a festett ónfólia előállítását.

Az ónfóliával körülbelül egy időben indult meg az ólomlemez gyártása is.

1926 körül kezdődött meg a Féműben a horganylemez hengerlése. A horganyolvasztó kemence a sárgaréz hengerdében volt elhelyezve. A kokillából kivett meleg tuskót egy átalakított sárgaréz hengeren utólagos hevítés nélkül melegen hengerelték.

Az új létesítmények mellett a Fémű többi üzemében is növekedett a termelés. Az 1920-as években megkezdődött a Féműöntőde korszerűsítése. A tégelykemencék mellett két Németországból behozott, valamint négy csepeli építésű Ajax-kemencét helyeztek üzembe. Ezekben vörösréz, sárgaréz és alpakkát olvasztottak.

A Cső- és Rúd húzóban közös transzmisszióról villanymotorral meghajtott 15-30 tonna vonóerejű padokat állítottak üzembe.

A Sárgaréz- és Szalaghengerdében tizenhat hengerállvány működött.

A Rézfinomítóban egy por-szén- és egy gáztüzelésű aknás finomító kemence dolgozott.

Az 1928–1929-es évektől kezdve a Fémű növekvő termelésének elhelyezését a Weiss bárók különböző kartellszerződésekkel is iparkodtak biztosítani. 1928-ban Weiss Manfréd és a Magyar Rézhengerművek megállapodást írt alá, amelynek értelmében megosztották az azelőtt mindkét gyár által előállított termékeket. Ezt követően a Fémű készítette a réz és sárgaréz lemezeket, rudakat, profilokat, és ezzel szemben átadta a Magyar Rézhengerműveknek a permetezők, üstök, rézveretek stb. gyártását. Ezen felül 1928–1933 között kártérítést fizetett a WM a Magyar Rézhengerműveknek azért, mert lemondott a vörösréz és sárgaréz rudak, csövek, lemezek gyártásáról. Ugyancsak kártérítést fizettek a bárók egy kisebb rézgálicgyár felállításáért is.

1930-ban a Felten und Guillaume gyárral és a Magyar Rézhengerművekkel megállapodást kötöttek a vörösréz huzalgártást illetően. Ennek értelmében ezt követően a WM és a Felten a vörösréz huzal-szükséglet 35-35%-át, míg a Rézhengerművek a 30%-át készíti. Ezt 1934-ben 33,3-33,3-33,3%-ra módosították.

Külön kartellmegállapodást kötött a WM és a Felten und Guillaume a vörösréz és sárgaréz rudak, sínek, lamellák előállítására. Ezt 1936-ban kiegészítették alumínium rudak, huzalok, horgany rudak, vörösréz és alumínium sodrony gyártásának sza-

2. táblázat. A salakfinomító kemence termelése

	Betét, kg	Kihozat, kg	Bér, P
1927. XI. hó	100 300	29 300	1180,8
1928. II. hó	-	45 857	1177

3. táblázat. A raffináló kemence termelése

	Betét, kg	Kihozat, kg
1927. XI. hó	106,910	89,428
1928. I. hó	n. a.	84,190
1928. II. hó	n. a.	24,657
1928. III. hó	n. a.	92,103
1928. IV. hó	n. a.	23,254
1928. VI. hó	n. a.	91,221

4. táblázat. A vörösréz olvasztó termelése

	Tűzszekrény, kg	Kommersz, kg	Egyéb, kg
1928. I. hó	1493	9501	499
1928. II. hó	546	17322	812
1928. III. hó	3334	17652	2198
1928. IV. hó	4413	15081	1616
1928. V. hó	5363	21584	2323
1928. VI. hó	4710	25932	2924

bályozásával.

Részben a megkötött kartellszerződések, részben a gyártott termékek sokfélesége, részben az állami rendelések következtében a Fémű termelését az 1929–1933-as gazdasági válság kevéssé érintette, és az egész válság időszaka alatt aránylag egyetlenesen dolgozott.

Az 1930-as évek elején indult meg az alumínium félgyműgyártás előállítás. A Sárgaréz hengerdében és a Huzalhúzóban meglévő gépeken, préseken készítettek alumíniumlemez, -huzalt, -profil. Az alumínium és részben a nehézfém préstuskókat a Nehézfém-formaöntődében öntötték, ahol 1934-ben öt előmelegített levegős olajtüzelésű tégelykemencében olvasztották a bronzokat, sárgarézeket, négy 500-as olajtüzelésű tégelykemencében az alumíniumot. Egy kis széntüzelésű tégelykemencét ön, ólom olvasztására használtak, míg egy koksztüzelésű kemencében a kokillát melegítették elő.

Az 1927–31-es évekből megbízható adatok maradtak fenn a huzalgártásról és a rézfinomításról (2–4. táblázat).

1929-ből fennmaradt egy tervezet a rézelektrolízis korszerűsítéséről.

Az 1929-es állapot a következő: Az elektrolízisnek két csoportban öt

5. táblázat. Az alumíniumelektrolízis termelése 1934-ben

Év	Kemencék száma	Kapacitás, t	Termelés, t
1935	28	840	450
1936	42	1260	983
1937	48	1440	1270
1938	-	-	1308
1940	-	-	2138
1941	-	-	2490
1942	-	-	3133
1943	-	-	3918
1944	-	-	1657

- nincs adat

egyenáram-előállító motor-dinamós egysége volt, amelyek 110 V mellett 2190 A-t, illetve 3200 A-t adtak le. Kádanként hét anódot használtak, amelyek felülete 0,75 m<sup>2</sup>. Áramsűrűség 208 A/m<sup>2</sup>. Az elektrolízis 56 darab négycellás káddal rendelkezett. Céllánként napi 53 kg rezet termelt, ami napi 12 000 kg-nak felelt meg. A terv szerint ezt akarták a meglévő 3200 A-os tartalék áramfejlesztők felhasználásával napi 24 000 kg-os termelésre fejleszteni. A beköszöntött gazdasági válság miatt erre nem került sor.

1931-ben a Fémű részére nagy feladatot jelentett a Budapest–Hegyeshalom vasútvonal villamosításához szükséges réz munkavezeték előállítás.

A MÁV és BSZKRT részére összesen három különböző profilú és méretű trolley huzalt kellett készíteni. A BSZKRT 8 mm-es munkavezetékét öt művelettel alakították ki. A húzás sok nehézséggel járt. Kezdetben Böhler Spezial K acélból készítették a húzószerszámokat, majd áttértek a Cobalt Fastworth ES acélra. A huzalt 2%-os Cd-bronzból gyártották, amit 65 kg-os adagokban öntöttek. A kész huzal mechanikai tulajdonságai:

szakítószilárdság:  $\sigma_B = 54 \text{ kg/mm}^2$ ;  
vezetőképesség:  $\rho = 39,5 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$ ;  
nyúlás:  $\delta = 8,3 \%$  ( $\delta_{200} = 2,5\text{--}3,0 \%$ ).

A dróthúzóké bére 50-60 fillér/óra, a húzószerszám-lakatosoké 90-100 fillér/óra körül mozgott.

Nagy mennyiségben gyártottak a Posta és MÁV részére telefonbronzot. Leggyakoribb összetétel: Cu = 98,8%, Cd = 0,8%, Sn = 0,3%, P = 0,02%. Ezt is 65-68 kg-os adagokban öntötték, és a szakítószilárdsága a hidegalakítás mértékétől függően (átmérő)  $\sigma_B = 60,0\text{--}81,2 \text{ kp/mm}^2$  között változott.

Sárgaréz- és bronzhuzalt is gyártottak. Sr67-nél az adagsúly 715 kg volt. Ebből 11 tuskót öntöttek. Ezt melegen 10 mm-re hengerelték (karikasúly 59-60 kg), majd hidegen három közbenső lágyítással 2,0 mm-re húzták,

ahol még egy végső lágyítást kapott. A lágyítást széntüzelésű Laminekemencében végezték.

A huzalhúzóban volt egy nagy Breitenbach-húzógép, melynek termelése a mérettől függően ( $\varnothing 4,5\text{--}4,8 \text{ mm}$  vagy  $\varnothing 1,5\text{--}1,7 \text{ mm}$ ) 310, illetve 52 kg/óra volt.

A középfinom húzást HKI-gépen végezték ( $\varnothing 3,0\text{--}1,35 \text{ mm}$ ). A HSKIII gépen  $\varnothing 2,5\text{--}\varnothing 0,65 \text{ mm}$ -re, a finomhúzó Kratos-soron  $\varnothing 1,0\text{--}0,11 \text{ mm}$ -re, míg a finomhúzó Breguet-gépen  $\varnothing 0,45\text{--}0,11 \text{ mm}$ -re tudtak húzni.

A könnyűfém-formaöntészet 1933–1934-ben indult meg. Repülőgép- és autóalkatrészeket, valamint forgattyúházakat öntöttek. 1934-ben kezdődött meg az alumíniumbronz formaöntészet, és ekkor végezték az első kokillaöntéseket is.

1935-ben állították üzembe az első Pollak-féle présöntőgépet, ami az 1950-es évekig dolgozott, amikor leszerelték. Mivel ez a Pollak-gyár első hat gépének egyike volt, jelenleg a Pollak-cég házi múzeumában van kiállítva.

1936-ban indult meg az ólombronz-öntészet. Az első egyszerű kokillaöntésekhez a fémét a Martinmű indukciós kemencéjében olvasztották. 1938-ban sikeres acélköpenyes bimetall ólombronzcsapágy-öntéseket végeztek, és ugyanekkor indult meg az elektrodaöntés is. 1944-ben bonyolult 20%-os ólombronz perselyeket öntöttek.

Az 1930-as évek legnagyobb beruházása a Féműben az alumíniumkohó és -feldolgozó részleg megteremtése volt. Az alumíniumkohászat történetét külön tanulmányban dolgozták fel, röviden azonban itt is meg kell említeni, mert ezek üzembe lépése erősen befolyásolta a Fémű többi üzemét is.

A Csepeli Alumíniumgyárat mint külön részvénytársaságot 1934-ben jegyezték be. Az alumíniumelektrolízist évi 30 tonnára tervezték. A termelés alakulását az 5. táblázat mutatja.

Az alumíniumkohó által biztosított nyersanyag feldolgozására fokozatosan megépítették az Alumínium Művet. 1936-ban megvették az Aldrey huzalgártás szabadalmát.

1938–39-ben elkészült az alumínium forgácsfeldolgozó két Kurth-féle forgácsbeolvasztó kemencével. Az alumíniumkohóban egy félgáztüzelésű kemencéből öntötték az alumínium hengertuskót.

Berendezkedtek az alumínium hőkezelésére, és beszerezték a csepeli gyár és a Fémű első sókemencéjét, valamint a 450–520 °C-os hőkezelésre alkalmas korszerű elektromos kemencét.

A Formaöntődében sziluminolvasztó-kemencét állítottak üzembe.

1942-ben befejezték az alumíniumhengerde és a 3500 tonnás prés beruházását.

A 3500 tonnás prés tuskóellátását két külföldi és egy kisméretű helyi építésű félfolyamos öntőgép végezte. Mivel a fredál tuskók folyamatos öntéskor gyakran repedtek, az öntőgép mellé két pihentető kemencét állítottak be.

Az öntő I. üzemben egy 2 tonnás és egy 2,4 tonnás billenthető elektromos kemencében, az öntő II. üzemben pedig egy gáztüzelésű, 1400 kg befogadóképességű kemencében olvasztották a fémét az alumíniumhengerde és a 3500 tonnás prés tuskóihoz.

A WM Alumínium Kézikönyvben több mint 15 különböző alumínium ötvözet típus szerepel.

Az alumíniumkohászat megteremtésén kívül 1935–1944 között fejlesztették a Rézfinomítót és a Fémöntőt is. 1936-ban áttelepítették a Féműbe az acélolvasztásra beszerzett, de az eredeti célra be nem vált Brackelsberg-féle forgódobos kemencét.

Ezt *Gottschalk Károly* igazgató savanyú bélessel látta el, átalakította rézfinomításra, és szabadalmaztatta. Szabadalmát egy spanyol cég is megvette, majd a második világháború után ezt a Féműben kifejlesztett finomítási módszert több népi demokratikus ország is alkalmazta.



7. táblázat. A Fémű termelése 1945-ben

Hónap	Termelés, t	Létszám
január	1,0	n. a.
február	2,0	n. a.
március	101,7	520
április	192,3	551
május	352,9	503
június	460,0	596
július	470,2	680
augusztus	647,8	800
szeptember	829,8	957
október	379,9	1007
november	116,9	860
december	110,3	730

hevítőkemencékkel voltak felszerelve.

**Nemesacélhengerde**

Öt Ø 250/700-as hengerállványból és három Ø 430/1000 hengerállványból álló hengersorból, valamint előmelegítő- és hőkiegyenlítő kemencéből állt. A horganyhengerde és a tűszekrényhajlító üzem a Sárgaréz- és Vörösréz hengerdeben volt elhelyezve.

**Csőhúzó üzem**

Felszerelése egy 500 tonnás csőprés, öt 1 t, négy 3 t, öt 5 t, két 10 t, két 15 t, három 20 t, egy 40 t, egy 60 tonnás húzópad volt.

**Rúdhúzó üzem**

Felszerelése egy 1000 tonnás és egy 1500 tonnás prés, egy 50 tonnás és egy 15 tonnás rúdhúzópad volt.

**Huzalhúzó**

14 durvahúzó, 6 finom készrehúzó gép volt színesfém-feldolgozásra, és 19 vashuzal húzógéppel rendelkezett.

**Szalaghengerde**

Egy Ø 300/500 mm-es, négy Ø 260/350, egy Ø 210/250, két Ø 210/210 és két Ø 160/200 mm-es hengerrel működő hengerállvánnyal rendelkezett.

**További üzemek:** a rézelektrolízis, rézfinomító, fóliahengerde, ólomprés, lakatosüzem, rézgálicgyár. (Ez utóbbit 1942-ben leállították.)

A háború alatt a Fémű is súlyos károkat szenvedett. Bombatalálat miatt rommá lett a Lakatosüzem, a Huzalhúzó. Leégett a Magnéziumraktár, megsérült a Csőhúzó, a Rúdhúzó, a Vörösréz hengerde, az 1500 tonnás prés épülete. Romokban hevert az Alumíniumkohó nagyobbik épülete,

8. táblázat. 1945. évi félkészgyártmány-termelés

Termék	Öntvény	Lemez	Cső	Rúd	Huzal	Nemesacél	Ólom
	t						
Könnyűfém	357,7	205,5	9,4	11,5	27,7	-	-
Nehézfémm	71,2	263,5	83,0	142,5	166,1	-	50,1
Vas	-	435,9	-	7,3	1331,1	604,1	-

9. táblázat. 1945. szeptember havi termeléskimutatás

Termék	Termelés, t	Kapacitás, t	Érték, dollár
Fém- és vaslemez	233	300	46,500
Fém- és vasszalag	108	300	24,000
Húzott és sajtolt fémrúd	41	60	10,300
Nemesacél rúd (hengerelt)	86	100	1,600
Fém- és vashuzal	276	400	55,000
Nehéz- és könnyűfém cső	14	30	7,500
Nehéz- és könnyűfém öntvény	69	200	41,200
Alumíniumfólia	-	4	-

az Anyagvizsgáló vegyi laboratóriuma. Találat érte a Nehézfémm- és Könnyűfém-formaöntödét.

A németek nyugatra vitték az Alumíniumhengerdét és a 3500 tonnás prést kiszolgáló két félfolyamatos öntőberendezést, a 3500 tonnás prés recipienseit, szivattyúját, az Alumíniumhengerde hajtóművét, meleghengereinek egy részét. A Könnyűfémformaöntödéből elvitték a formázó és fröccsöntő gépeket. Sok gép elvitelét a Fémű munkásai megakadályozták.

A felszabaduláskor a Fémű sivár képet mutatott. 1945 januárjában néhány ember kezdte meg az újjáépítést. Először a Csőhúzó épen maradt gépeit helyezték át a Szalaghengerde használható épületrészébe. A felszerelt négy csőhúzópadot az áram hiánya miatt traktorral, szíjmeghajtással működtették. Ezután ideiglenes tető alatt megindult az 1000 tonnás prés, majd helyrehozták a Vörösréz hengerde tetőszerkezetét, kijavították a kemencéket és a hengereket. Néhány hét alatt elvégezték a termelés beindításához szükséges romeltakarítást. A meglévő fémkészletek elegendőek voltak a gyártás megkezdéséhez. 1945-ben a Fémű havonkénti termelése tonnában és létszáma a 7. táblázat szerint alakult.

Az 1945. évi félkészgyártmány-termelés a 8. táblázat szerint oszlott meg.

Amint látható, főleg a lemez és a huzal termelése volt nagyobb méretű. Az újjáépítés előrehaladásáról az

1945. szeptember havi termelés, kapacitás (tonnában) és termelési érték (dollárban) kimutatás nyújt némi képet (9. táblázat).

1945 végén nyersanyag-beszerezési nehézségek miatt a termelés visszaesett.

1945 júniusában megindult az alumíniumkohó, és december végéig 317,63 t alumíniumot termelt. 1946-ban folytatták a sérült üzemek helyreállítását. A termelés emelkedett, de áprilisban csak valamivel múlta felül az 1938. évi átlagos havi termelés 50%-át (10. táblázat).

1946-ban a Fémű egyes üzemeiben a dolgozók létszáma és az üzemek kapacitása tonnában a 11. táblázatban látható.

1946 novemberében a Fémű termelése 2 923 000 Ft volt. Ez 1947 júliusára 4 751 000 Ft-ra növekedett, de még 1947 szeptemberében sem érte el az 1938-as termelés színvonalát, ami részben nyersanyag-, részben devizahiányra vezethető vissza. Ha a termelés volumene el is maradt az 1938-astól, a Fémű az ország színesfém és könnyűfém félgyártmány-szükségletét nagyrészt kielégítette.

10. táblázat. Az 1938. és 1946. évi termelés adatai

Év	Termelés, t	Érték, dollár
1938. átlagos havi	1770,4	531,639
1946. április	904,3	294,017
1946. május	1034,6	294,448

**11. táblázat.** A dolgozók létszáma és az üzemek kapacitása 1946-ban

Üzem	Létszám	Nehézfém, t	Könnyűfém, t	Vas, t
Sárgaréz-hengerde	250	200	-	-
Alumínium-hengerde		-	350	-
Vörösréz-hengerde	125	90	-	50
Szalaghengerde	130	40	-	120
Nemesacél-hengerde	35	-	-	35
Huzalhúzó	85	40	23	42
Csőhúzó	75	70	40	-
Formaöntőde	50	70	-	-
Rúdhúzó	40	55	50	-
Alumínium- és nehézfémöntőde	235	225	250	-
Könnyűfémöntőde	160	-	160	-
Rézgálic üzem	34	35	-	-
1000 tonnás prés	70	35	35	-
Rézfinomító	18	18	-	-
Rézelektrolízis	23	38	-	-
Alumíniumkohó	130	-	178	-
Raktár, lakatos stb.	207	-	-	-

**12. táblázat.** A Fémű üzei és termékei 1947-ben

Üzem	Nehézfém	Könnyűfém	Vas
Vörösréz-hengerde	+	+	+
Tűszekrényfalprés	+	-	-
Sárgaréz-hengermű	+	+	-
Alumínium-hengermű	-	+	-
Horganylemez-hengermű	+	-	-
Fémszalaghengermű	+	+	-
Vasszalaghengermű	-	-	+
Huzalhengermű	+	+	+
Durvahuzalhúzó	+	-	+
Alumínium-huzalhúzó	-	+	-
Finomhuzalhúzó	+	+	+
Csőhúzó	+	+	+
Csőprés	+	+	-
Rúdhúzó	+	+	+
Rúdprés	+	+	-
Rézfinomító	+	-	-
Elektrolízis	+	-	-
Ólomprés	+	-	-
Fóliahengermű	+	+	-
Fémöntőde	+	-	-
3500 t alumíniumprés	-	+	-
Óntalanító	+	-	-
Salakkemence	+	-	-
Nemesacél-hengermű	-	-	+
Alumíniumöntőde	-	+	-
Könnyűfém-formaöntőde	-	+	-
Blokköntőde	-	+	-
Alumíniumkohó	-	+	-
Lakatosműhely	-	-	-

A hároméves terv alatt befejeződött a háborús károk kijavítása. Helyreállították a Könnyűfém-formaöntődét, az Alumínium-hengerművet, a 3500 tonnás és 1500 tonnás prést,

amelyek az ország színesfém félgyművelésének igénye, és ezt a Fémű meglévő berendezései, bár gazdaságtalannak, de kielégítették. 1958-ig a Féműben jelentősebb fejlesztésre nem

került sor. Ezért az üzemek egy része korszerűtlenné vált, a berendezések nagyrészt elavultak.

Már a hároméves terv időszaka alatt megindult az alumíniumkohó leszerelése és áttelepítése. A felszabadult épületben új rézelektrolizáló üzem létesítettek. 1949–1951 között nikkelelektrolízis kísérletek is folytak, 1954–1955 körül pedig kísérletképpen rézport gyártottak elektrolízissel. A háborúból visszamaradt nagy mennyiségű tombakkal plattírozott vasszalaghulladék feldolgozására létesített üzem 1953-ban indult meg, és 1956-ig működött, amikor a plattírozott szalaghulladék elfogyott és az üzemet lebontották.

A felhalmozott hulladék feldolgozása után leállították a salakkemencét és az óntalanítót is. Később átprofilozták a horgany- és ólomlemez gyártását is más hazai gyártóhoz.

Az 1950-es években kialakult a Fémű igazgatási rendszere is, és a mai igazgatási épületbe költözött.

1953–1954-ben megindult a centrifugális öntésű ólombronzcsapágy gyártása. A Csepel Autó és a motorkerékpár-gyártás fejlődésével nagy tömegben kezdte önteni a Könnyűfémöntőde a kartereket, dugattyúkat és az egyéb gépjárműalkatrészek öntvényeit.

1947-ben a Féműben a 12. táblázatban található üzemek dolgoztak és gyártottak nehézfém, könnyűfém, valamint acél termékeket.

Ezzel gyakorlatilag kialakult a Fémű teljes profilja. 1947-ben a Fémű teljes termelése elérte az 1937-es szint 75%-át. 1948-ban a termelési érték elérte a 96 millió 500 000 Ft-ot.

1949-től kezdve az általános színesfém takarékosági intézkedések következtében csökkent az ország színesfém félgyművelésének igénye, és ezt a Fémű meglévő berendezései, bár gazdaságtalannak, de kielégítették. 1958-ig a Féműben jelentősebb fejlesztésre nem

került sor. Ezért az üzemek egy része korszerűtlenné vált, a berendezések nagyrészt elavultak.

Már a hároméves terv időszaka alatt megindult az alumíniumkohó leszerelése és áttelepítése. A felszabadult épületben új rézelektrolizáló üzem létesítettek. 1949–1951 között nikkelelektrolízis kísérletek is folytak, 1954–1955 körül pedig kísérletképpen rézport gyártottak elektrolízissel. A háborúból visszamaradt nagy mennyiségű tombakkal plattírozott vasszalaghulladék feldolgozására létesített üzem 1953-ban indult meg, és 1956-ig működött, amikor a plattírozott szalaghulladék elfogyott és az üzemet lebontották.

A felhalmozott hulladék feldolgozása után leállították a salakkemencét és az óntalanítót is. Később átprofilozták a horgany- és ólomlemez gyártását is más hazai gyártóhoz.

Az 1950-es években kialakult a Fémű igazgatási rendszere is, és a mai igazgatási épületbe költözött.

1953–1954-ben megindult a centrifugális öntésű ólombronzcsapágy gyártása. A Csepel Autó és a motorkerékpár-gyártás fejlődésével nagy tömegben kezdte önteni a Könnyűfémöntőde a kartereket, dugattyúkat és az egyéb gépjárműalkatrészek öntvényeit.

1947-ben a Féműben a 12. táblázatban található üzemek dolgoztak és gyártottak nehézfém, könnyűfém, valamint acél termékeket.

Ezzel gyakorlatilag kialakult a Fémű teljes profilja. 1947-ben a Fémű teljes termelése elérte az 1937-es szint 75%-át. 1948-ban a termelési érték elérte a 96 millió 500 000 Ft-ot.

1949-től kezdve az általános színesfém takarékosági intézkedések következtében csökkent az ország színesfém félgyművelésének igénye, és ezt a Fémű meglévő berendezései, bár gazdaságtalannak, de kielégítették. 1958-ig a Féműben jelentősebb fejlesztésre nem

került sor. Ezért az üzemek egy része korszerűtlenné vált, a berendezések nagyrészt elavultak.

Már a hároméves terv időszaka alatt megindult az alumíniumkohó leszerelése és áttelepítése. A felszabadult épületben új rézelektrolizáló üzem létesítettek. 1949–1951 között nikkelelektrolízis kísérletek is folytak, 1954–1955 körül pedig kísérletképpen rézport gyártottak elektrolízissel. A háborúból visszamaradt nagy mennyiségű tombakkal plattírozott vasszalaghulladék feldolgozására létesített üzem 1953-ban indult meg, és 1956-ig működött, amikor a plattírozott szalaghulladék elfogyott és az üzemet lebontották.

A felhalmozott hulladék feldolgozása után leállították a salakkemencét és az óntalanítót is. Később átprofilozták a horgany- és ólomlemez gyártását is más hazai gyártóhoz.

Az 1950-es években kialakult a Fémű igazgatási rendszere is, és a mai igazgatási épületbe költözött.

1953–1954-ben megindult a centrifugális öntésű ólombronzcsapágy gyártása. A Csepel Autó és a motorkerékpár-gyártás fejlődésével nagy tömegben kezdte önteni a Könnyűfémöntőde a kartereket, dugattyúkat és az egyéb gépjárműalkatrészek öntvényeit.

1947-ben a Féműben a 12. táblázatban található üzemek dolgoztak és gyártottak nehézfém, könnyűfém, valamint acél termékeket.

Ezzel gyakorlatilag kialakult a Fémű teljes profilja. 1947-ben a Fémű teljes termelése elérte az 1937-es szint 75%-át. 1948-ban a termelési érték elérte a 96 millió 500 000 Ft-ot.

1949-től kezdve az általános színesfém takarékosági intézkedések következtében csökkent az ország színesfém félgyművelésének igénye, és ezt a Fémű meglévő berendezései, bár gazdaságtalannak, de kielégítették. 1958-ig a Féműben jelentősebb fejlesztésre nem

került sor. Ezért az üzemek egy része korszerűtlenné vált, a berendezések nagyrészt elavultak.

és 38 öntészeti rézötövet, valamint 17 öntészeti szabványos és nem szabványos alumíniumötövet gyártott a Fémű.

Az 1950-es években legjelentősebb fejlődést a tudományos szemlélet elterjedésben lehetett tapasztalni. Míg 1944 előtt összesen három tudományos munkát és néhány katalógust állítottak össze a Fémű dolgozói, addig 1948–1956 között négy könyvet, több mérnöki továbbképző füzetet, számos tudományos dolgozatot írtak.

A Fémű 1949–1957 közötti nagyon lassú fejlődésében gyökeres változás állott be 1958 után. Hirtelen megnövekedett a színesfém-félgártmány igény az országban. Szükségessé vált a híradástechnikai alapanyagok gyártása, a dízelesítési program megkívánta a könnyűfém-formaöntészet fejlesztését.

A Fémű történelmének legnagyobb fejlesztését csak rövid vázlat-szerűen tudjuk bemutatni.

1958–1959-ben kezdték építeni az új Nehézfém-formaöntödét. Leszerelték az elavult Vörösréz-hengerdét, és a helyén megépült az új Vasszalaghengerde, korszerűsítették a Szalaghengerdét. Ez utóbbi igen nehéz feladat volt, mert a termelés leállítás nélkül kellett elvégezni. Megkezdődtek a munkai igényesebb híradástechnikai ötvözetek gyártási kísérletei. A Fémöntödét 1 tonnás, 300 kg-os indukciós, vasmag nélküli kemencével és egy 80 kg-os vákuumindukciós kemencével szerelték fel. Létrehozták a korszerű Anyagvizsgálót. 1961-től a második öt éves terv indulásával kez-

detét vette a Fémű történetének legnagyobb arányú fejlesztése, amely előreláthatólag a harmadik öt éves terv végére fog befejeződni.

1961–1965 között a Fémű termelésének alakulását a 14. táblázat mutatja.

**14. táblázat.** A Fémű termelése 1960–1965 között

Év	Forint, %	Tonna, %
1960	100,0	100,0
1961	106,2	111,6
1962	102,3	100,4
1963	114,8	110,0
1964	104,3	113,5
1965	108,0	116,4

1961–1963 között a Féműben megszűnt az alumínium-tömböntöde, a forgácsfeldolgozó, az acél- és alumínium sodronykötélgártás, az alumíniumrúd, -cső, -profil gyártása és az alumíniumfólia-hengerlés.

Új rézelektrolizáló üzem épült, üzembe lépett a második forgódobos rézfinomító-kemence, új épületben kezdett termelni a kibővített Nehézfémöntöde.

1961-ben a híradástechnikai alapanyaggyártás fejlesztése érdekében megépült a Fémű Kísérleti Üzeme, amely a legigényesebb követelményeknek is eleget tudott tenni modern berendezéseivel (5. kép). A berendezések közül meg lehet említeni az elektronsugaras átolvasztókemencét, a 15 kg-os vákuumolvasztó-kemencét, a laboratóriumi és félüzemi vákuum-hőkezelő kemencét, közép- és finomhuzalhúzó sorokat, duó-kvartó hengerállványt, a jól felszerelt mag-

neses laboratóriumot, elektronmikroszkópot, röntgendiffraktométert és a fűthető vákuummikroszkópot.

Jelentősen bővült a Fémű gyártmányválasztéka. Az 1965-ben megjelent előírásfüzetben 102 rézötövet, 54 híradástechnikai ötvözet szerepel. Ha figyelembe vesszük a méretválasztékot, úgy kiderül, hogy a Fémű 1965-ben 53 000-nél több eltérő összetételű és méretű terméket állított elő. Évről évre növekedett a híradástechnikai alapanyagok gyártása az alábbiak szerint:

1959 100%,  
1962 164%,  
1965 224%

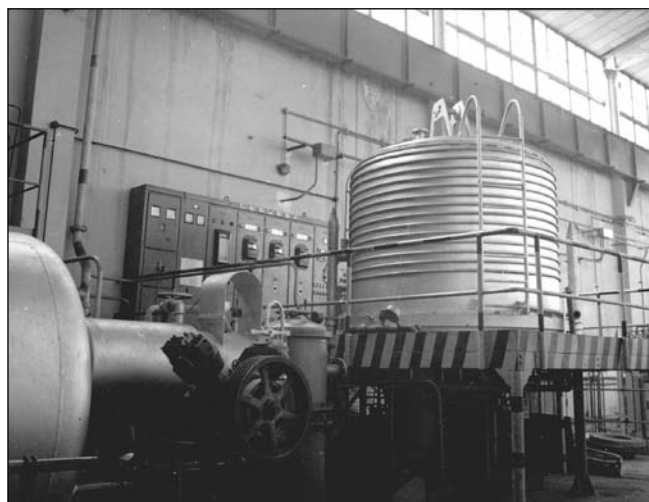
1960–1966 között valósult meg a Féműben a korszerű védőgázos hőkezelés. Külön hidrogén-hőkezelő üzem létesült. Védőgázos sisakemencék, transzformátorszalag nagy hőmérsékletű végső hőkezelését biztosító kemencék mellett a transzformátorszalag védőgázos hőkezelésére áthúzókemencét helyeztek üzembe.

A védőgázos kemencék mellett üzembe lépett az Acélszalaghengerdében a szovjet gyártmányú kvartó hengerállvány a hozzátartozó fél-automatikus pácolóberendezéssel, a 12 hengeres Sendzimir állvány és a vékony szalagok hengerlésére alkalmas 20 hengeres Rohn-állvány. Ezekon kívül automata csiszoló, polírozó, pácolóval egybekötött áthúzó lágyítókemence, hengerköszörülő műhely is létesült. Két nagyméretű és két kisebb vákuumhőkezelő kemence egészíti ki a Szalaghengerdét (6. kép).

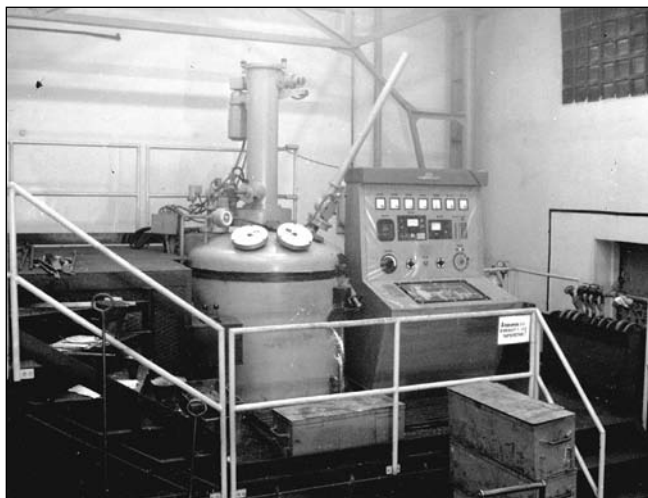
A Fémöntödében két Ricu-kemence és egy 150 kg-os vákuumindukci-



■ 5. kép. A Kísérleti Osztály látképe (1965)



■ 6. kép. A Szalaghengerde vákuum-hőkezelő kemencéje (1965)



■ 7. kép. 150 kg-os indukciós vákuum-olvasztó kemence (1965)



■ 8. kép. Spektrométer a Színképelemző Laboratóriumban (1965)

ős kemence már dolgozik (7. kép), de a rekonstrukció még folyamatban van, és pár hónap múlva kezdi próbaüzemét a védőgáz, OFHC-rezetz gyártó folyamatos öntőberendezés és a sárgaréz-olvasztó folyamatos öntőberendezés.

A Formaöntőgyárak két Sklenár-kemencét, centrifugál öntőgépet, maglövőgépeket kaptak, bár meg kell jegyezni, hogy a Könnyűfém-formaöntőde és Ólombronzcsapágy-öntőde nagyarányú fejlesztése csak 1966 után kezdődik meg. A Cső- és Rúd húzó korszerűsítése 1967-ben fog megtörténni, amikor a már felépült modern üvegsarnokban felállítják az új préseket, húzópadokat.

Jelentősen fejlesztették az Anyagvizsgálót is, amely két automata spektrométerrel (8. kép) modern gáz-elemző készülékkel, fűthető vákuum-mikroszkóppal, jól felszerelt kémiai, mechanikai, mágneses, metallográfiai és színképlaborral rendelkezik.

A jelentős gépi beruházások mellett korszerű Készanyagraktár is épült.

A lebombázott lakatosüzem helyén az 1950-es évek elején épült ebédlő és öltöző nem elégítette ki a szükségleteket. Ezért az 1950-es évek végén megépült a Könnyűfém-formaöntőde ebédlője és öltözője. Tető alatt áll már az új négyemeletes iroda- és öltözőépület, és 1970-ig elkészül az új ebédlő és öltözőépület is.

A Fémű és ezzel együtt a hazai színesfémkohászatunk legjelentősebb üzeme 71 éves történelmének végére értünk.

A 71 éves fejlődést, ha hézagosan, nem egyszer erősen összevontan,

illetve leegyszerűsítve mutattuk be. Az egyes jelentősebb fejlődési korszakok végén a gépek, létszám, gyártmányféleség, termelési adatok részletezését azért közöltük, mert ebből megítélhető a Fémű technikai színvonala az adott időszakban.

A Fémű legjelentősebb fejlődési korszakát, ami a második és harmadik öt éves terv időszakára esik, csak nagyon vázlatosan ismertettük. Ez a fejlesztés még nincs lezárva, szinte évente még további jelentős létesítmények fognak elkészülni, és a rekonstrukció végén Magyarország legkorszerűbb kohászati üzeme lesz a Fémű.

#### Felhasznált forrásmunkák

- [1] Csepel története, 1965
- [2] Öntődei napló, 1899–1900
- [3] MÁV mozdonyok tűzszekrénylemezeinek és fűtőszekrény csőfalainak rajza, 1897
- [4] Metallográfiai vizsgálati eredmények 1912, 1914, 1918, 1924, 1929, 1931, 1936, 1937, 1939, 1940, 1941, 1942, 1943, 1944, 1945
- [5] *Bella Ede*: Színesfémek (ismeretető), 1937
- [6] *Dr. Geleji Sándor* jegyzetei 1931–1933 és 1938–1947
- [7] WM Alumínium kézikönyv, 1942
- [8] RM Féművek gyártmányainak műszaki előírásai és jellemzői (kézirát), 1954
- [9] *Kóbor Rezső* jegyzetei és visszaemlékezései az 1906–1914-es évekre
- [10] *Eigner János* visszaemlékezései
- [11] *Péterffy Ákos* visszaemlékezései

[12] Memorandum betz. Kupferelektrolyse 15. Dec. 1929.

[13] *J. Mátyás*: Berichterstattung und Bemerkungen über die Arbeiten bei dem „Westfalia“ Ofen für Zementkupfer in Hälsingborg bei der Reymersholm Gamla Industrie Aktiebolag von 15. X. 1935. – 29. X. 1935.

[14] *J. Mátyás*: Jelenlegi termelési állapot az Elektrolízisben, 1939 IX. 29.

[15] Elektroón nyerése harangbronzból 24 óránként, 1940. VIII. hó

[16] Harangbronz feldolgozása konverterben 24 óra alatt, 1940. VIII. 7.

[17] Sárgarézforgács feldolgozása konverterben 24 óra alatt, 1940

[18] Harangbronzok feldolgozása. Rövid áttekintés, 1942. május 11.

[19] Fóliahengerműre vonatkozó Rorschachban nyert felvilágosítások, 1939. május 8.

[20] Korróziós kísérlet, 1936. X. 24.

[21] Elektronkísérlet, 1940. június hó

[22] OB Turán hajtórúd csapágycsésze, 1944. IX. 26.

[23] Zinkbecher Exposé, 1930. IV. 10.

[24] Svédországi tanulmányút (Deniflée S.), 1938. XII. 8.

[25] *Dr. Günter Ostermann*, az I. G. mérnöke által megadott hidronálium öntési előírások, 1937.

[26] Az I. G. és VLW eljárás összehasonlítása, 1943.

[27] Globus Bronz kísérlet, 1937. szeptember 18.

[28] Periszkópcsőgyártás Globus bronz II-ből, 1941. XII. 6. (Tartalmazza az első világháború alatt használt technológiát is.)

[29] A II. öt éves terv a Csepeli Féműben, 1966.

**Melléklet**

Az 1937-ben gyártott nehézfémötvözetek összetétele és felhasználása

Az ötvözet jele és típus	Összetétel, %						Egyéb	Felhasználás
	Cu	Zn	Ni	Sn	Pb	Al		
Finomított réz	99,7	-	0,03	-	0,01	-	O <sub>2</sub> =0,06; As=0,08	lemez, tűzszekrény
Elektrolit réz	99,96	-	-	-	-	-	O <sub>2</sub> =0,01	huzal, profil, szalag
Arzén réz	99,5	-	-	-	-	-	O <sub>2</sub> =0,01; As=0,41	tűzszekrény, támcsavar, cső
95/5 tombak	95,0	M	-	-	-	-	-	lemez, szalag
90/10 tombak	90,0	M	-	-	-	-	-	lemez, patron, szalag
85/15 tombak	85,0	M	-	-	-	-	-	lemez, szalag, huzal, cső
80/20 tombak	80,0	M	-	-	-	-	-	lemez, szalag, huzal, cső
72/28 sárgaréz	72,0	M	-	-	-	-	-	lemez, rúd, patron
70/29/1 sárgaréz	70,0	M	-	1,0	-	-	-	kondenzátor
67/33 sárgaréz	67,0	M	-	-	-	-	-	lemez, szalag, rúd, huzal, cső
63/37 sárgaréz	63,0	M	-	-	-	-	-	lemez, szalag, rúd, huzal, cső
PB sárgaréz	62,5	M	-	-	1,6	-	-	rúd, huzal
PZ sárgaréz	60,0	M	-	-	0,9	-	-	rúd, huzal, lemez, profil
PI sárgaréz	58,0	M	-	-	2,0	-	-	huzal, lemez, profil
PS sárgaréz	62,0	M	-	-	2,0	-	-	rúd, huzal
PF sárgaréz	54,0	M	0,6	-	1,0	-	Fe=0,6–1,0	vékony préselt fazon
HS sárgaréz	59,0	M	-	-	0,5	-	Mn=0,5	profilok
NS I sárgaréz	58,0	M	2,0	-	-	0,2	-	cső, rúd, lemez
NS III sárgaréz	53,0	M	5,0	-	-	0,3	Mn=1,0	kovácsolt, préselt rúd, lemez, periszkópcső
Globus bronz II	58,5	M	-	-	0,9	1,5	-	cső, rúd, lemez, periszkópcső
60/40 Si sárgaréz	60,0	M	-	-	-	-	Si=0,5	huzal, elektróda
Telefonbronz Tip I.	98,5	-	-	0,33	-	-	Cd=1,17	telefonhuzal
Telefonbronz Tip II	98,75	-	-	-	-	-	Cd=1,25	telefonhuzal
Telefonbronz Tip III	99,5	-	-	-	-	-	Cd=0,5	telefonhuzal
1%-os Cd-bronz	99,0	-	-	-	-	-	Cd=1,0	rúd, lemez
1%-os Sn-bronz	99,0	-	-	1,0	-	-	-	különleges hatásnak kitett lámpafog-lalatok
2%-os Sn-bronz	98,0	-	-	2,0	-	-	-	támcsavar
Torpedóbronz	95,0	-	-	5,0	-	-	-	lemez, huzal, rúd, szalag
T 8 M bronz	91,0	-	-	8,0	-	-	Mn=1,0	csigakoszorú
T 12 M bronz	87,5	-	-	12,0	-	-	Mn=0,5	csigakoszorú
B 8 bronz	87,5	-	-	12,0	0,5	-	-	csapágyersely
Harangfém	80,0	-	-	20,0	-	-	-	harangöntés
Mand nikkel	0,03	-	99,65	-	-	-	C=0,06; Fe=0,22; Si=0,03	lemez, huzal, rúd
Katódnikkel	0,01	-	99,94	-	-	-	Fe=0,02	lemez, rúd, huzal
3,25%-os réz-nikkel	96,7	-	3,25	-	-	-	-	támcsavar, rúd
80/20 réz-nikkel	80,0	-	20,0	-	-	-	-	lemez, huzal, cső
57/43 réz-nikkel	57,0	-	42,5	-	-	-	Mn=0,5	ellenálláshuzal, szalag
Monel	29,0–30,0		M	-	-	-	Mn=1,3-1,5; Fe=1,0-1,16	lemez, huzal, rúd
Alpakka H	58,0	M	18,0	-	-	-	Mn=0,4	lemez, huzal, rúd
Alpakka W	65,0	M	18,0	-	-	-	Mn=0,1	lemez, huzal, rúd
Díszbronz	46,0	M	9,0–9,5	-	-	-	-	rúd, huzal
Cu-Ni-Al (olasz bronz)	81,0	M	1,6	-	-	2,5	Mn=0,5	kovácsolt tárcsák
6%-os Al-bronz	94,0	-	-	-	-	6,0	-	kerékpárterpedó agy, cső
10%-os Al-bronz	90,5–91,0	-	-	-	-	9,0–9,5	-	kovácsolt és préselt rúd, lemez
Nikkel Al-bronz I	88,75	-	1,25	-	-	10,0	-	kovácsolt és préselt rúd
Nikkel és Al-bronz II	89,0	-	1,0	-	-	10,0	-	kovácsolt és préselt rúd
Spáda-bronz	82,5	-	3,5–4,0	-	-	M	Fe=2,5–3,0	sajtolt rúd
Horgany								lemez, rúd
Ólom								lemez

VERŐ BALÁZS – JANÓ VIKTÓRIA – CSIZMADIA JÁNOS – IFJ. GYÓRI IMRE – LAUB ÁDÁM – RÉGER MIHÁLY

## Szilárd oldatos ötvözetek öntvényeinek dermedése

*A szilárd oldatos ötvözetek öntvényeinek dermedési folyamatait a szilárd kéreg időbeli növekedését leíró törvényszerűségekből kiindulva tárgyalja a cikk, megkülönböztetve a dendritcsúcs és a dendritörzs helyének időbeli változását leíró függvényt. A dendritcsúcs görbületi sugara által meghatározott termikus túlhűlés és az ötvözőknek az olvadékbeli korlátozott diffúziós sebessége által meghatározott összetételi túlhűlésnek az öntvény falától mért távolság függvényében való változását elvi ábrákkal szemléltetik a szerzők. A bemutatott kapcsolatrendszer lehetőséget teremt a folyamat számítógépes modelljének kidolgozásához.*

### 1. Bevezetés

Előző cikkünkben [1] részletesen tárgyaltuk a tiszta fémek öntvényeiben lejátszódó, termikus túlhűlés által irányított dermedési folyamat szakaszait. Az egyes szakaszok kezdetét és befejeződését meghatározó feltételrendszereknek a szokásostól mélyebb elemzése – véleményünk szerint – feltétlenül szükséges a tiszta fémek öntvényeiben lejátszódó dermedési folyamat matematikai modelljének létrehozásához, és ezzel együtt az öntvény szövetszerkezeti sajátosságainak értelmezéséhez.

Az öntészeti gyakorlatban azonban nagy tisztaságú fémek csak elvétve szolgálnak alapanyagul, az öntvényeink alapanyaga gyakran szilárd oldatként dermed meg, vagy a dermedési folyamat első szakaszában a kristályos fázis szilárd oldat.

Gyakorlati jelentősége miatt ezért az öntvények dermedési folyamatának elemzését a szilárd oldatos ötvözetek öntvényeiben lejátszódó dermedési folyamat elemzésével folytatjuk. Ebben a cikkünkben a korábbi

cikkünk [1] gondolatmenetének számos elemét átvettük és alkalmazzuk. Kiinduló pontnak nem a dermedési folyamat egyes részjelenségeinek, hanem a szilárd oldatos öntvényekben lejátszódó dermedési folyamat egészének, egységes – idegen szóval holisztikus – szemléletű megközelítését tekintettük.

### 2. A szilárd kéreg vastagságának időbeli növekedését leíró összefüggés szilárd oldatos ötvözetek öntvényeinek dermedésekor

Előző dolgozatunkban [1] már bemutatottuk, hogy az öntvények szilárd kéregének időbeli növekedését színtémekre és ötvözetekre nézve is az öntészeti gyakorlatban széles körben elfogadott négyzetgyökös összefüggés írja le, nevezetesen az (1) egyenlet:

$$x = K\sqrt{t} \quad (1)$$

ahol  $x$  – a szilárd kéreg vastagsága  
 $t$  – a dermedési idő  
 $K$  – állandó

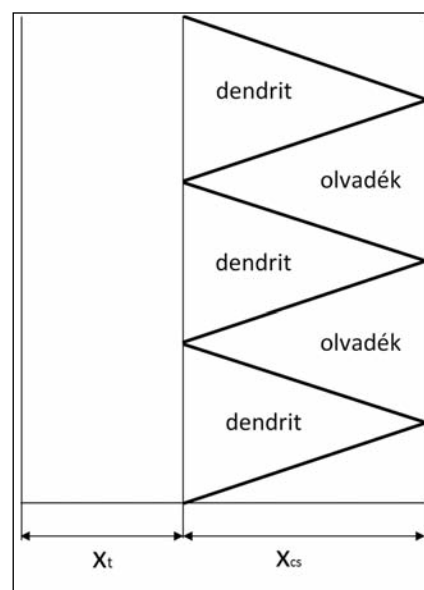
A szilárd oldatos ötvözetek öntvényeinek dermedésekor is ezt az összefüggést tekintjük tárgyalási

alapnak, de az (1) összefüggésben szereplő  $x$  szilárd kéregvastagságnak és a  $t$  dermedési időnek a definiálásakor már nehézségekkel találjuk szemben magunkat. Ha ugyanis a szilárd oldatos ötvözetek dermedését dendritnövekedési folyamatnak írjuk le, akkor a dendritek „csúcsos” alakjából következik, hogy külön-külön kell definiálni, illetve értelmezni a dendritcsúcsok és a dendritörzsek által kijelölt kéregvastagságot. Ezt a különbséget szemlélteti az 1. ábra vázlatja.

Kézenfekvő, hogy az  $x_{cs}$  és  $x_t$  kéregvastagság időbeli vastagodását külön-külön is leírjuk, nevezetesen:

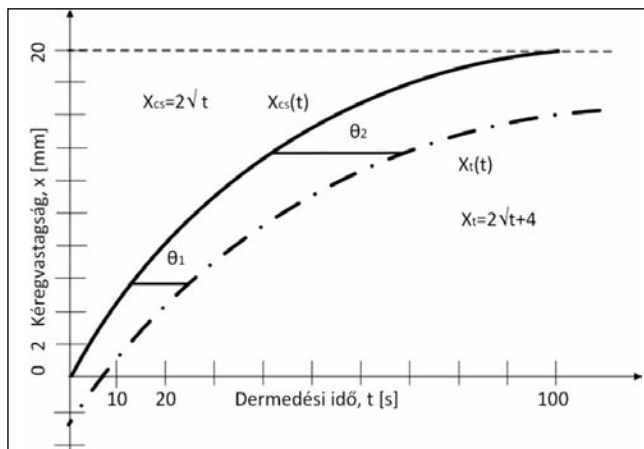
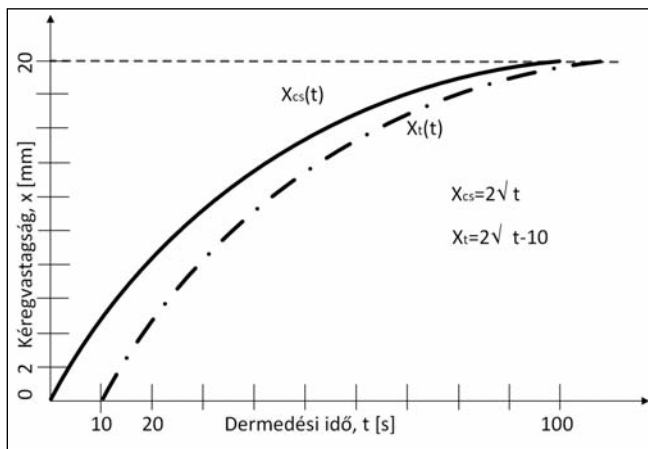
$$x_{cs} = x_{cs}(t) \quad (1a)$$

$$x_t = x_t(t) \quad (1b)$$



■ 1. ábra. A dendritek növekedésénél lejátszódó dermedési folyamat vázlatja.  $x_t$  – a dendritörzshöz rendelt kéregvastagság,  $x_{cs}$  – a dendritcsúcsához rendelt kéregvastagság

A szerzők szakmai életrajza a cikk első részénél, a 2016/5-6. számban található



■ **2. ábra.** A dendritcsúcs ( $x_{cs}$ ) és a dendrittörzs ( $x_t$ ) helyzete által kijelölt kéregvastagság változása a dermedési idő függvényében: a) Az  $x_{cs}(t)$  és az  $x_t(t)$  görbe kölcsönös helyzete  $t_0$ -al való eltoláskor; b) Az  $x_{cs}(t)$  és az  $x_t(t)$  görbe kölcsönös helyzete  $x_0$ -al való eltoláskor

alakban. Bár az (1a) és (1b) egyenletben független változóként csak az idő szerepel, nem szabad elfeledkez-nünk arról, hogy a szilárd kéreg kialakulásának folyamatában a hőmérséklet is változó. Ha elfogadjuk a négyzetgyökös összefüggés érvényességét mindkét esetre, akkor már csak a két függvénykapcsolat egymáshoz való viszonyát kell tisztázni, a dendritnövekedésnél lejátszódó dermedés sajátosságainak szem előtt tartásával.

A dendritek csúcsnövekedési modelljeiből következik, hogy az öntvényben egy adott pontot vagy felületet a dendritcsúcsok mindig előbb érnek el, mint a dendrittörzs. A továbbiakban viszonyítási alapként a dendritcsúcs növekedési törvényét tekintjük. Ennek a feltételnek matematikailag kétféleképpen is eleget tehetünk: – az (1) szerinti egyenletnek megfelelő görbét a  $t$  tengely mentén toljuk el adott  $t_0$  értékkel, vagy – ugyanezt a műveletet az  $x$  tengely mentén hajtjuk végre,  $x_0$  mértékben.

Az  $x_t(t)$  és az  $x_{cs}(t)$  görbék egymáshoz képest  $t_0$  értékkel való eltolása azt jelenti, hogy a dermedési folyamat teljes tartama alatt a lokális dermedési idő nem változik, míg az  $x_t$  és  $x_{cs}$  közötti távolság folyamatosan csökken. Az (1a) és az (1b) egyenlet szerinti görbék  $x$  menti eltolása pedig azt fejezi ki, hogy a lokális dermedési idő növekszik, míg az  $x_t$  és  $x_{cs}$  közötti különbség állandó.

A dendrittörzs vastagodására vonatkozó függvényeket az előbb tárgyalt két esetre nézve a (2a) és (2b) egyenletek adják meg.

$$x_t = K\sqrt{t - t_0} \quad (2a)$$

$$x_t = K\sqrt{t} + x_0 \quad (2b)$$

ahol  $x_0$  – az  $x$  tengely menti eltolás mértéke,

$t_0$  – a  $t$  tengely menti eltolás mértéke.

Azt eldönteni, hogy melyik változat írja le helyesen vagy helytelenül a folyamatot, egyértelműen csak kísérleti úton lehetne eldönteni. Véleményünk szerint azonban a (2b) egyenlet által jelzett viselkedés a valószínűbb. (Megjegyzés: [2] szerint is ez az összefüggés írja le helyesebben az acéltuskókban lejátszódó dermedési folyamatot.)

A (2a) és (2b) függvénynek megfelelő görbéket a 2. ábra mutatja.

A 2b ábrában feltüntetett adott  $x_i$  helyen a dermedés kezdete és befejeződése közötti lokális dermedési időt. Ennek értéke a dermedés előrehaladtával egyre nő, ami a diagramból közvetlenül leolvasható, de matematikailag is könnyen bizonyítható. (Megjegyzés: cikkünkben következetesen valamely tetszőleges változó  $i$  indexe az adott változó konkrét értékét jelöli.)

A 2. ábra szerinti ábrázolás arra is lehetőséget ad, hogy a kétféleképpen is értelmezhető kéregvastagság-növekedési sebességet is megadjuk adott  $t$  időpontban. Ezt matematikailag az  $x_{cs}(t)$  és  $x_t(t)$  függvények idő szerinti deriváltjai adják meg egy-egy adott időpontban.

Mivel joggal feltételezhető, hogy a dendritcsúcs mérete lényegesen kisebb, mint a kéreg vastagsága, a ké-

regnövekedés sebességét differenciális alakban is felírhatjuk. A 2b ábra szerinti helyzetre vonatkozóan az ábra jelöléseivel ezt az összefüggést a (3) egyenlet adja meg:

$$v = \frac{x_0}{\theta_i} \quad (3)$$

ahol  $\theta_i$  – egy adott  $x_i$ -hez tartozó lokális dermedési idő.

A (3) összefüggés azt fejezi ki, hogy a dermedési front sebessége a lokális dermedési idővel fordítottan arányos.

Valószínű, hogy sem a (2a), sem a (2b) összefüggés nem írja le tökéletesen egy adott konkrét esetben a kéreg időbeli vastagodását. Lehet, hogy  $x$ , illetve  $t$  tengely menti eltolást egyaránt alkalmazni kell. Az is lehet azonban, hogy a kéreg  $x$  időbeli vastagodását nem lehet egyszerű analitikus függvénykapcsolattal leírni. Ekkor mérési adatokra támaszkodva kell az  $x_{cs}(t)$  és az  $x_t(t)$  kapcsolatot jellemezni. Ez a megközelítés azonban a továbbiakban ismertetendő megfontolások helyességét nem befolyásolja.

### 3. A szilárd oldatos ötvözet öntvényeinek adott pontjára jellemző $T(x_i, t)$ görbéjének megszerkesztése és értelmezése

A szilárd oldatos ötvözetek egyensúlyi körülményekre vonatkozó lehülési görbéjének, vagyis a  $T = T(t)$  görbe alakja jól ismert. A lehülési görbén – a vizsgált ötvözet összetételétől függő hőmérsékleteken, nevezetesen a  $T_L$  likvidusz- és  $T_S$  szolidusz-hőmérsékleteken – töréspont jelenik meg.

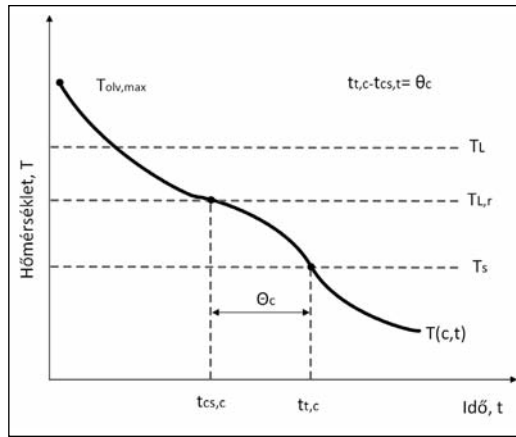
Ennek a két hőmérsékletnek a hőmérsékletbeli távolságát a likvidusz- és a szoliduszgörbe meredeksége közötti különbség határozza meg. A hőmérséklet csökkenésének folytonosságát a kristályos szilárd oldat megjelenésével együtt járó hőeffektus okozza.

Vizsgáljuk meg a következőkben, hogy a 2. ábra szerinti két négyzetgyökös kéregnövekedési függvényből, ezek egymáshoz való viszonyából, illetve néhány alapvető adatból mit mondhatunk az öntvény különböző pontjainak  $T(x_i, t)$  görbéinek alakjára nézve.

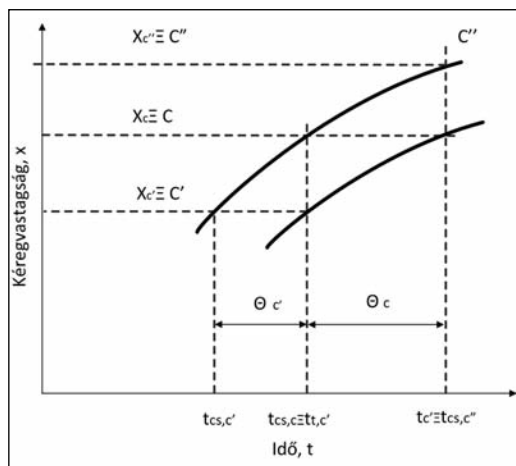
Az alapadatok tekintetében eltérő típusú hőmérsékleti adatokat tudunk definiálni (3. ábra): – A lehülési görbék kezdőpontjában az olvadék hőmérséklete az öntési hőmérsékletnek, vagyis  $T_{olv, max}$ -nak felel meg, ami a  $T_L$  hőmérsékletnél általában nagyobb.

– Végtelen lassú lehüléskor pedig – ahogy azt már jeleztük – a lehülési görbén az egyensúlyi  $T_L$  és  $T_S$  hőmérsékleteken kell a töréspontoknak megjelenniük. Reális öntvényekben egyensúlyi körülmények sohasem alakulhatnak ki, hiszen a lehülési sebesség az öntvény bármely pontjában nagyobb, mint nulla.

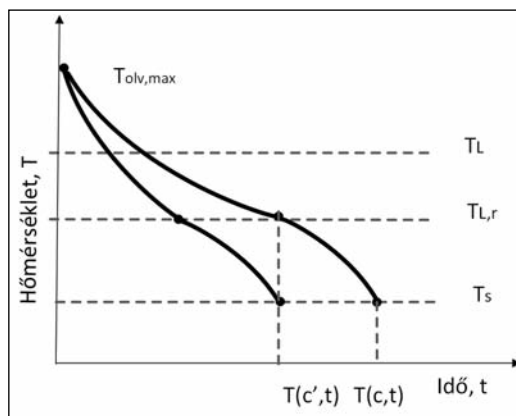
– A szilárd oldatos ötvözetek öntvényeinek dermedésekor a likvidusz- és szolidusz-hőmérsékletek értelmezésekor már figyelembe kell venni a dermedési folyamat sajátosságait. Az egyensúlyi  $T_L$  hőmérséklethez viszonyítva a dendritek növekedési folyamata ennél kisebb hőmérsékleten játszódik le, mégpedig a görbületi sugár nagyságától függő túlhűlés mértékének megfelelően. Ezt a hőmérsékletet továbbiakban  $T_{L,r}$ -rel jelöljük, ahol az  $r$  index a dendritcsúcs görbületi sugarára utal. Az is közismert, hogy szilárd oldatok dermedésekor a szolidusz-hőmérséklet az ötvözőelem szilárd állapotbeli korlátozott diffúziós sebessége miatt az egyensúlyi  $T_S$  hőmér-



■ 3. ábra. Egy szilárd oldatos ötvözet öntvényének adott pontjában érvényesülő lehülési görbe jellegzetes pontjai. A diagramba berajzoltuk az egyensúlyi  $T_L$  és  $T_S$  hőmérsékleteket is



■ 4. ábra. Vázlat az öntvény egyes pontjaiban érvényesülő lokális dermedési idők egymáshoz való viszonyának értelmezéséhez. A vázlat a 2b ábra C pont szerinti környezetének kinagyított részlete



■ 5. ábra. Az öntvény C és C' pontjára jellemző lehülési görbe viszonyát szemléltető vázlat

séklet alatt van. A mikrodúsulásnak nevezett jelenség hatását ebben a cikkben nem tárgyaljuk, illetve nem vesszük figyelembe.

A 2b ábra szerinti görbepár elemzése a lehülési görbe jellegére nézve

további adatokkal szolgál. Ehhez vizsgáljuk a dermedés folyamatát az öntvény egy kijelölt, mondjuk C pontjában. Az  $x_c(x_C, t)$  és az  $x_t(x_C, t)$  görbén adódó metszéspontokhoz  $t_{cs,C}$  és  $t_{t,C}$  dermedési idők tartoznak. Az egyszerűbb jelölés érdekében a továbbiakban az  $x_C$ -t C-vel jelöljük. A két görbe jelentéséből következik, hogy a  $t_{cs,C}$  és  $t_{t,C}$  időkülönbség a C pontban érvényesülő lokális dermedési idővel egyenlő, ahogy azt már a (2) egyenlet felírásakor említettük. Ez azt jelenti, hogy ez alatt az idő alatt az öntvény egy adott, pl. C pontjában az ötvözet anyagának hőmérséklete  $T_{L,r}$ -ről  $T_S$ -re változik. Ezzel az eredménnyel a C pontra jellemző  $T(x_i, t)$  görbén a  $T_{olv, max}$ -on túlmenően további két pont koordinátáit definiáltuk.

A 4. ábra szerint – amely a 2b ábra kinagyított részlete – a kéreg C pontjához  $t_{cs,C}$  és  $t_{t,C}$  dermedési idők rendelhetők. Vetítsük le a C ponthoz tartozó  $t_{cs,C}$  dermedési időt az  $x_t=x_t(t)$  görbére, a metszéspontához tartozó kéregvastagságot jelöljük C'-vel, és az ehhez tartozó dermedési időt  $t_{t,C'}$ -vel. Nyilvánvaló, hogy a  $t_{cs,C}$  és  $t_{t,C'}$  időtartamok különbsége éppen a C' pontban érvényes lokális dermedési időt adja.

Hasonló jellegű szerkesztés hajtható végre a nagyobb dermedési idő felé is (lásd az ábra C'' pontját). Így – akár az  $x_t(t)$  görbe kezdőpontjából kiindulva rendre megkaphatjuk az  $x$  kéregvastagság diszkrét értékeihez tartozó és egyre növekvő dermedési időket.

Ez azt jelenti tehát, hogy az eredetileg választott C ponthoz közel lévő C'' pontban is meg tudjuk határozni a lokális dermedési időt, vagyis a  $T_{L,r}$ -ről a  $T_S$ -re való lehülés idejét. A korábbi megfontolások alapján a C ponthoz tartozó lokális dermedési idő nagyobb, mint a C'-höz tartozó. Ez összhangban van azzal a követelménnyel, hogy az öntvény falához közelebb lévő pontokban a kéregnövekedési sebesség nagyobb, mint az ettől távolabbiakban.

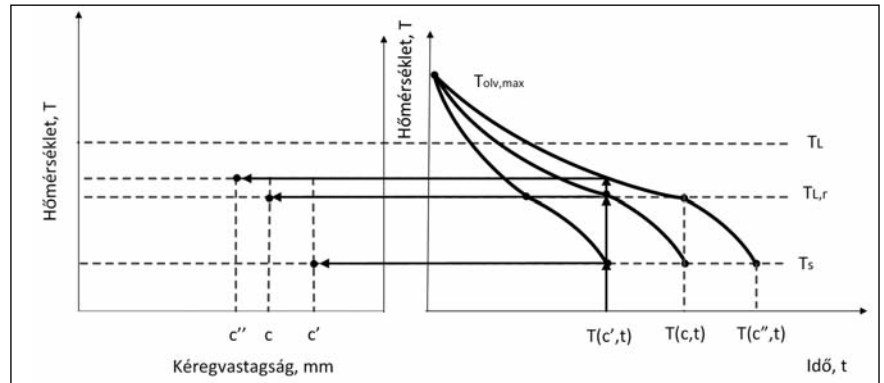
A 4. ábra elemzéséből adódó C', C és C'' pontban érvényesülő lehülési

görbére nézve az 5. ábra vázlata tájékoztató. A 4. és 5. ábrán bemutatott eljárással tetszőleges  $x_i$  helyhez tartozó lehülési görbe megszerkeszthető. Ez a lehetőség azért jelentős, mert csak a kellő sűrűségű lehülési görbesereg birtokában szerkeszthető meg a  $T = T(x, t_i)$  diagram. Az természetesen külön elemzés tárgyát képezi, hogy a  $T_{L,r}$  és  $T_S$  hőmérsékletek függenek-e, és ha igen, hogyan függenek az adott pontban érvényesülő lehülési sebességtől. A 3. és 5. ábrán állandó  $T_{L,r}$  hőmérsékletet tüntettünk fel, ami egyenértékű azzal az állítással, hogy a dendritcsúcs görbületi sugara a dendrit növekedése közben nem változik. Mérési adatok alapján is tudjuk, hogy ez az állítás csak az oszlopos dendritok növekedésekor jelent viszonylag jó közelítést, de nem alkalmazható a finom és az egyenlő tengelyű dendritok kialakulásának szakaszára nézve. Erre a körülményre a 3. és 5. ábrán a  $T_{L,r}$  és  $T_S$  hőmérsékletet jelző vízszintesek megszagatásával utalunk az adott tartományban. Amennyiben a  $T_{L,r}$  hőmérsékletnek a dendritcsúcs görbületi sugarától és egyéb tényezőktől való függését ismerjük, modellünkbe ezek az ismeretek beépíthetők, hasonlóan a kéregnövekedési törvénnyel kapcsolatban elmondottakhoz.

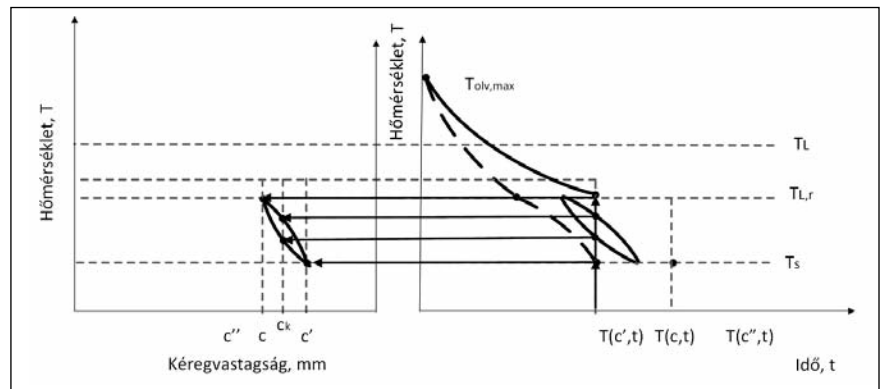
A lehülési görbék  $T_{L,r}$  és  $T_S$  közötti szakaszának alakjára nézve azt tetelezhetjük fel, hogy az annál inkább eltér a folyamatos hőmérséklet-csökkenést leíró görbétől, minél kisebb az adott pontban a lokális dermedési idő, vagyis minél nagyobb az adott pontban a lehülési sebesség. A lehülési görbesereg egyes tagjainak alakja egyáltalán nem közömbös a  $T = T(x, t_i)$  görbék lefutása szempontjából.

Az eddigi megállapítások azonban már lehetővé teszik a  $T = T(x, t_i)$  görbék jellegének vizsgálatát, ami már közvetlenül elvezethet a konstitucionális túlhűlésnek a megszokottól mélyebb értelmezéséhez.

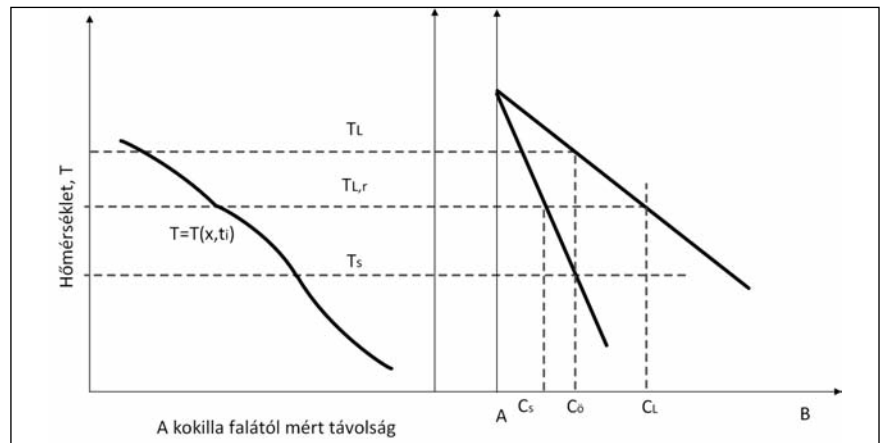
A lehülési sebesség mérésekből is meghatározható. A mindenkor  $T_{L,r}$  és  $T_S$  hőmérsékletek valamely kísérleti öntvény különböző pontjaiban felvett hőmérséklet-idő görbékkel határozható meg. Szokásos DTA vagy DSC mérésekből ezek a jellegzetes hőmérsékletek nem olvashatók ki, amint arra az 6. fejezetben még visszatérünk.



■ 6. ábra. A  $T = T(x, t_i)$  típusú görbesereg megszerkesztése. A  $C'$ ,  $C$  és  $C''$  pontokat a kéreg időbeli vastagodását leíró négyzetgyökös kapcsolat alapján kell kijelölni (lásd a 4. ábra vázlatát). (Megjegyzés: ahhoz, hogy a  $T = T(x, t=t)$  görbén a  $T_S$  hőmérséklet alatt is kapjunk pontot, a 6b ábrán a  $C'$ -nél közelebbi pontban érvényes lehülési görbét is figyelembe kell venni



■ 7. ábra. A  $T = T(x, t \equiv t)$  görbe egy, a  $T_{L,r}$  és  $T_S$  hőmérsékletek közé eső pontjának meghatározása. (Megjegyzés: A kérdéses pont megszerkesztéséhez a  $C'$  és  $C$  pontokhoz tartozó lehülési görbén túlmenően egy  $C'$  és  $C$  pont közötti  $C^k$  ponthoz tartozó lehülési görbét is ismerni kell)



■ 8. ábra. A szilárd oldatos ötvözetek dermedésére vonatkozó egyensúlyi fázisdiagram-részlet és a  $T = T(x, t_i)$  görbesereg kapcsolatát bemutató vázlat

#### 4. A $T = T(x, t_i)$ görbesereg meghatározása és az egyes görbék jellege

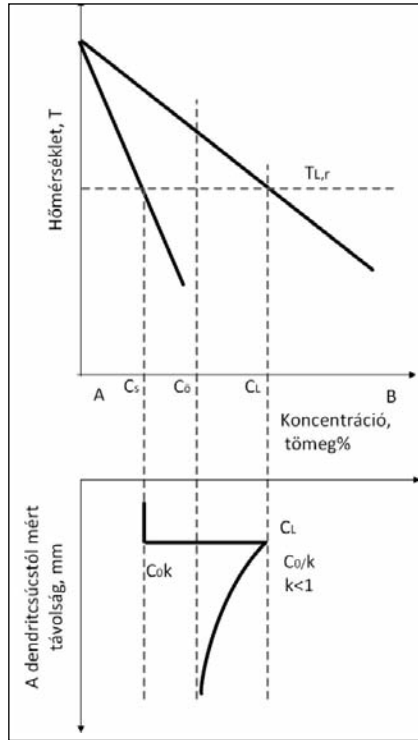
A hőmérsékletnek az öntvény falától mért távolság függvényében adott időpontban való változását az  $x_{CS}(t)$  és  $x_t(t)$  görbepár és a  $T = T(x_i, t)$  lehülési görbesereg ismeretében már

megszerkeszthetjük. A szerkesztés menetét a 6. ábra vázlatai szemléltetik. A 6. ábra szerinti vázlatoknak megfelelően jelöljük ki három, a  $C'$ ,  $C$  és  $C''$  pontnak megfelelő kéregvastagságot – a könnyebb áttekinthetőség kedvéért – most csak az  $x_{CS}(t)$  görbe szerint. Ehhez a három kéregvastag-

sághoz rendre  $t_{cs, C'}$ ,  $t_{cs, C}$  és  $t_{cs, C''}$  dermedési idők tartoznak. Jelöljük be ezeket az időpontokat a  $T = T(x_i, t)$  diagram vízszintes tengelyén, és keressük meg az ezekben a pontokban húzott függőleges és a  $T = T(x_{cs, C'}, t)$ ,  $T = T(x_{cs, C}, t)$  és  $T = T(x_{cs, C''}, t)$  lehülési görbékkel való metszéspontjait. Mivel az időpontokat a dendritcsúcs növekedésének kezdetét kijelölő görbéről határoztuk meg, nyilvánvaló, hogy a három kiválasztott időponthoz tartozó függőleges egyenes a lehülési görbékkel való metszéspontjait. Mivel az időpontokat a dendritcsúcs növekedésének kezdetét kijelölő görbéről határoztuk meg, nyilvánvaló, hogy a három kiválasztott időponthoz tartozó függőleges egyenes a lehülési görbékkel való metszéspontjait. Mivel az időpontokat a dendritcsúcs növekedésének kezdetét kijelölő görbéről határoztuk meg, nyilvánvaló, hogy a három kiválasztott időponthoz tartozó függőleges egyenes a lehülési görbékkel való metszéspontjait.

Vizsgáljuk meg a továbbiakban a  $T = T(x_i, t)$  lehülési görbék tényleges alakjának visszatükröződését a  $T = T(x, t)$  görbék  $T_{L, r}$  és  $T_S$  közötti szakaszában. Induljunk ki ismét a 6. ábra szerinti helyzetből. Az öntvény C pontjában a dermedés  $t_{cs, C}$  időpillanatban kezdődik meg, és  $t_{t, C}$  időpillanatban fejeződik be. Az öntvény C' pontjában a  $t_{cs, C'}$  időpillanatban a dermedés már befejeződött, és az  $x_{cs}(t)$  görbéről leolvashatóan  $t_{cs, C'}$  időpillanatban kezdődött meg. Ezt a hely és idő koordinátáknak megfelelő helyzetet tünteti fel a 7. ábra vázlata.

A két szomszédos C és C' pontok közötti tetszőleges helynek megfelelő lehülési görbét is rajzoljuk be eddigi ismereteink figyelembevételével. Ezt a közbülső kéregvastagságot a továbbiakban jelöljük  $C^k$ -val. Ahhoz,



■ 9. ábra. A  $T_{L, r}$  hőmérsékleten egyensúlyban lévő szilárd oldat és olvadék ötvözőfém (B fém) koncentrációjának és a dendritcsúcs előtti olvadék ötvözőfém-tartalmának változása a dermedési fronttól mért  $x$  távolság függvényében. A dermedési fronttól viszonylag nagy távolságban az ötvözet átlagos ötvözőfém-tartalmát ( $c_0$ ) tételezzük fel. A likviduszgörbén nyíl jelöli az olvadék ötvözőfém-tartalmának csökkenésével bekövetkező likvidushőmérséklet-növekedés irányát

hogy a lehülési görbék tényleges alakjának hatását a  $T = T(x, t)$  görbék is szemléltetni tudjuk, a 7. ábra vázlatán szaggatott vonallal berajzolunk egy olyan lehülési görbeszakaszt is, amelyeken eltekintettünk a szilárd oldat megjelenésével együtt járó hőeffektustól.

A szerkesztést a C és C' pontok közötti  $C^k$  tetszőleges helyre elvégezve az adódik, hogy ebben a tartományban a hőmérséklet értelemszerűen nagyobb, mint ami a hőeffektus elhanyagolása esetén adódna. Ez egyben azt is jelenti, hogy a dermedési front előtt nagy valószínűséggel pozitív hőmérsékleti gradiens alakul ki, vagyis a termikus viszonyok nem teszik lehetővé a dendritek termikus túlhűlés által irányított növekedését.

Hasonlóan a tiszta fémek dermedési folyamatának tárgyalásakor tapasztaltakkal, a lehülési görbe jellege és a hőmérsékletnek adott időpillanatban  $x$  szerinti változását leíró gör-

be jellege között nagyfokú hasonlóság tapasztalható.

## 5. Az összetételei (konstitucionális) túlhűlés értelmezése szilárd oldatos ötvözetek öntvényeinek dermedésekor

A  $T = T(x, t)$  görbesereg „megszerkesztésével” megadtuk az ötvözet hőmérsékletének változását az öntvény falától mért távolság függvényében, az ötvözet  $T_{olv, max}$  hőmérséklettől kezdve. Nem véletlenül használtuk az „ötvözet hőmérséklete” kifejezést. Ezzel azt fejeztük ki, hogy a  $T = T(x_i, t)$  lehülési görbe  $T_{L, r}$  és  $T_S$  közötti szakaszának bármely pontjában az egyensúlyt tartó szilárd oldat és az olvadék hőmérséklete szükségszerűen megegyezik. Ebből a körülményből, illetve megállapításból az következik, hogy a  $T = T(x, t)$  görbék megadják az olvadék tényleges, fizikai eszközökkel mérhető hőmérsékletét. Ennek ismerete feltétlenül szükséges az összetételei túlhűlés mértékének meghatározásához (lásd [1]-ben szereplő definíciót).

Az elmondottak szerint a 6. és 7. ábra megfeleltethető például a [2] 242. oldalán szereplő 4.21 ábra c), d) és e) vázlatán szereplő  $T_{eff}$  görbéknek, illetve a [3] 131. oldalán szereplő 4.13. ábraszorozaton  $T_W$ -vel azonosított görbéknek. Az „eff” index az effektív vagy tényleges kifejezést takarja, míg a „W” a „wahre” = valódi jelentésű német szó kezdőbetűje. Az elmondottak alapján az is belátható, hogy az összetételei túlhűlés értelmezésekor a dendritcsúcs előtti térben lévő olvadék hőmérsékletét – pontosabban tényleges hőmérsékletét – kell alapul venni. Csak így értelmezhető a [2] és [3] tankönyvben, illetve kézikönyvben látható, és az összetételei túlhűlést magyarázó ábraszorozat.

Közelebb juthatunk az összetételei túlhűlés által irányított dendritnövekedés értelmezéséhez, ha a [2] 242. oldalán található 4.21. ábra a) vázlatát vesszük szemügyre. Lényeges, hogy az ábra vázlatán szereplő egyensúlyi diagramrészleten bejelölt  $T_0$  hőmérséklet azonosan egyenlő az általunk használt  $T_{L, r}$  hőmérséklettel. A  $T_{L, r}$  hőmérsékleten az egyensúlyi diagramnak megfelelően  $c_0/k$  összetételű olvadék  $c_0k$  összetételű szilárd oldat-

tal tart egyensúlyt, amint azt a 8. ábra szemlélteti. (Megjegyzés:  $k < 1$ .)

Ez a  $\Delta T = T_L - T_{L,r}$  mértékű túlhűlés kell ahhoz, hogy a dendritcsúcshoz anyagával egyensúlyt tartó, és azzal közvetlen kapcsolatban lévő olvadék összetétele különbözhesen az ötvözet átlagos összetételétől, kétalkotós rendszerre nézve annak ötvözőfém tartalmától.

Ebben a megközelítésben értelmezhető az összetételi túlhűlés jelensége, hiszen a dendritcsúcstól távolodva a csökkenő ötvözőfém-tartalomhoz növekvő, a helyi összetétel által meghatározott  $T_L$  likvidusz-hőmérsékletek tartoznak.

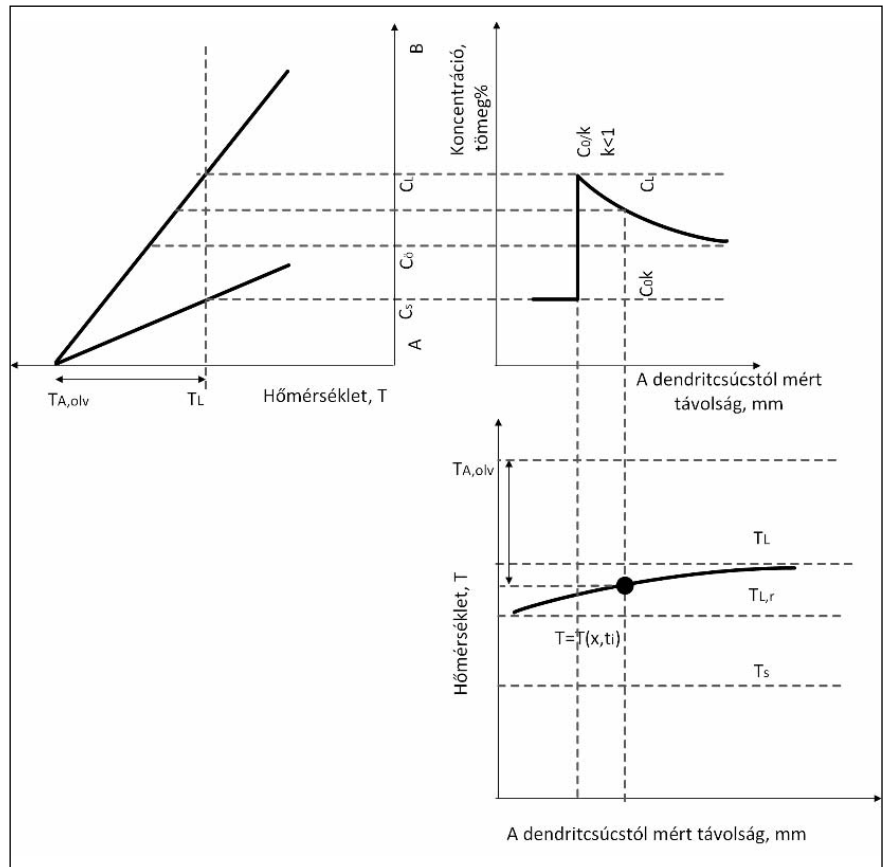
A 9. ábra ennek a  $T_L = T_L(x, t_i)$  kapcsolatnak a jellegét, és a  $T = T(x, t_i)$  görbe megszerkesztésének menetét mutatja. A  $c_{0lv} = c_{0lv}(x, t_i)$  görbe jellegével cikkünk 6. fejezetében foglalkozunk részletesebben.

A konstitucionális túlhűlés mértékét és  $x$  szerinti változását akkor kapjuk meg, ha képezzük a  $T = T(x, t_i)$  és a  $T_L = T_L(x, t_i)$  közötti különbséget  $x$  függvényében. Ezt mutatja a 10. ábra.

Ez az ábra világosan mutatja, hogy szilárd oldatok dendritjeinek növekedése akkor is lehetséges, ha a dendritcsúcshoz előtti olvadékban pozitív a hőmérsékleti gradiens, mert – a 11. ábra szerint – a dendritcsúcstól az olvadék belseje felé haladva a folyamat hajtóereje,  $\Delta G$  még ebben az esetben is nő. Ugyanakkor nehezen képzelhető el az a helyzet, amely a dendritcsúcshoz előtti negatív hőmérsékleti gradiens kialakulásához vezetne.

A konstitucionális túlhűlés értelmezéséhez felrajzolt egyensúlyi fázisdiagram-részletből a vizsgált jelenség kapcsolatban még további következtetésekre is juthatunk.

Mivel a  $T = T(x, t_i)$  görbék megadják az ötvözet mindenkor hőmérsékletét, célszerű az egymással egyensúlyt tartó fázisok arányának és összetételének a hőmérséklet csökkenése közbeni változását is nyomon követni. Ennek a változásnak a hatása az összetételi túlhűlés mértékében megmutatkozik. Elvileg az egyensúlyi  $T_L$  hőmérsékleten nincs meg az összetételi túlhűlés kialakulásának lehetősége, az egyensúlyi  $T_S$  szolidusz-hőmérsékleten pedig már nincs jelen olvadék.



■ 10. ábra. A likvidusz-hőmérsékletnek a dendritcsúcstól mért  $x$  távolság függvényében való változását bemutató görbe egy pontjának szerkesztési módja, és a  $T_L - x$  görbe jellege

Mielőtt a két szélső helyzet közötti állapotokat vizsgálánk, tisztáznunk kell a szilárd oldat/olvadék-arány változásának helyét. Ennek rögzítésére hívjuk segítségül az 1. ábra vázlatát, amelyet a 12. ábra felső részén ismét bemutatunk, de itt már a koncentrációk, a hőmérsékleti adatok és a fázisarányok változását is berajzoltuk.

Nyilvánvaló, hogy a dendritcsúcshoz a szilárd oldat  $c_{0k}$  összetételű, míg a dendrittörzsnél  $c_0$ . A két helyen az olvadék összetétele rendre  $c_{0/k}$  (ahol  $k$  a megoszlási tényező), illetve a  $c_0$  összetételű ötvözet szolidusz-hőmérsékletén a likviduszgörbéről leolvasható ötvözőfém-koncentráció. A hőmérséklet-változást a mindenkor  $T = T(x, t_i)$  görbék írják le, míg a fázisarány – két egymás melletti „háromszög” alakú dendritcsúcshoz feltételezve – az  $x_{cs}$  és  $x_t$  közötti távolságon belül lineárisan változik  $x$ -szel.

Az elmondottakból akár könnyen arra a következtetésre is juthatnánk, hogy a konstitucionális túlhűlés mértéke helyileg és időben erőteljesen változik, hiszen a szilárd oldattal egyensúlyt tartó olvadék összetétele

a hőmérséklet csökkenésekor egyre inkább eltér az ötvözet átlagos összetételétől. Ez az állítás azonban hamis, mert a helyzetet a dendrites növekedés szempontjából mindig a dendritcsúcshoz kell vizsgálni, ahol a hőmérséklet mindig  $T_{L,r}$  közeli, és így  $c_{0/k}$  sem változik számottevően.

Mindebből következik, hogy az összetételi túlhűlés által irányított dendritnövekedés hajtóereje a dermedés során számottevően nem változik. Mértékére hatással van a dendritcsúcshoz előtti olvadék hőmérséklet-gradiensének nagysága és – nyilván – az ötvözőfémnek az olvadékbeli diffúziós sebessége.

Ezen a helyen célszerű megjegyezni, hogy kúp alakú dendritcsúcsot feltételezve – a dendritcsúcs felületén is kialakulhat összetételi túlhűlés, az adott helyre jellemző görbületi sugárnak megfelelően. Ezzel indokolható a szekunder dendritágak megjelenése, és ezzel magyarázható az a megfigyelés, hogy a szekunder dendritágak a dendritcsúcs közelében kezdenek el növekedni.

### 5.1. A szilárd oldatos ötvözet öntvényeinek adott pontjára jellemző lehülési görbe értelmezése

A 3. és az 5. ábra szerinti lehülési görbék értelmezésekor csak részben vettük figyelembe a dermedés dendrites jellegét. A dendritcsúcs és a dendritörzs közötti tartományra érvényes hőmérséklet, koncentrációs és fázisarány viszonyok elemzéséből azonban egyértelműen következik, hogy az öntvény egy adott pontjában – pl. a C pontban – a dermedés közben azért változik a hőmérséklet, mert a dendritcsúcs helyzete által kijelölt dermedési front „átvonul” a C ponton, és a mindenkor hőmérséklet a mozgó kétfázisú tartományban változik a  $T_{L,r}$  és a  $T_S$  között.

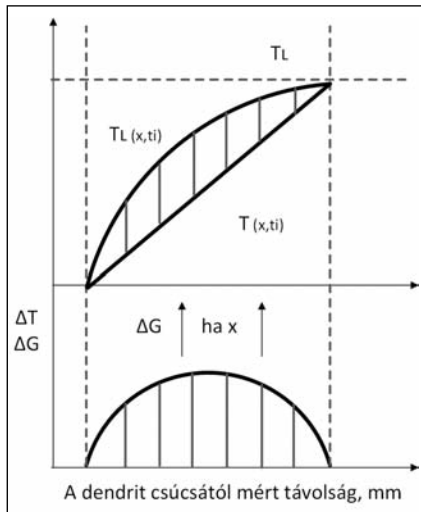
Valószínű tehát, hogy az öntvény adott pontjában – pl. termoelemmel – felvett lehülési görbe alakja nem minden részletében fog megfelelni egy ugyanolyan lehülési sebesség mellett pl. termikus analízis során felvett lehülési görbe alakjának.

### 6. Szilárd oldatos ötvözetek öntvényeiben kialakuló öntött szövet jellegzetes tartományai

Már előző cikkünkben [1] is utaltunk arra az egyébként közismert tényre, hogy a tiszta fémek és a szilárd oldatos ötvözetek öntvényeinek öntött szövete nagyon hasonló. Az öntött szövetet mindkét esetben három jól megkülönböztethető tartomány, nevezetesen egy finom dendrites, egy oszlopos dendrites és egy egyenlő tengelyű dendrites zóna alkotja.

A tiszta anyagok öntvényeinek dermedésekor az egyes tartományok kialakulásának, illetve az egyik tartományból a másikba való átmenet termikus feltételeit pontosan definiálni lehetett. Joggal várható, hogy ezt a feltételrendszert a szilárd oldatos ötvözetek dermedésére nézve is meghatározzuk, tovább mélyítve az összetételi túlhűlésre, illetve annak jelentőségére vonatkozó tudásunkat.

A továbbiakban csak a finom és az egyenlő tengelyű dendrites zónával foglalkozunk, mert az oszlopos dendritek növekedésére vonatkozó feltételrendszert már részletesen elemeztük a 4. és 5. fejezetben.



■ 11. ábra. Az összetételi túlhűlés mértékének változása a dendritcsúcstól mért  $x$  távolság függvényében. Az összetételi túlhűlés mértéke: a)  $T(x, t_i)$  és a  $T_L(x, t_i)$  görbe adott  $x$  pontjában adódó, és függőleges sraffozással jelölt hőmérséklet-különbséggel arányos; b) A konstitucionális túlhűlés változása a dendritcsúcstól mért  $x$  távolság függvényében. A  $\Delta G$  szabadentalpia-különbség – amely a túlhűlés mértékével arányos – a dermedési fronttól távolodva nő, még pozitív olvadékbeli hőmérsékleti gradiensenél is

### 6.1. A finom dendrites kéreg kialakulásának feltétele szilárd oldatos ötvözetek öntvényeiben

Szilárd oldatos ötvözetek öntvényeiben a szövetszerkezeti sajátosságokat nemcsak a termikus, hanem a koncentrációs viszonyok is befolyásolják. Lényegében azt kell vizsgálni, hogyan alakul a dermedési front – pontosabban a növekvő dendrit „csúcsa” előtt – az olvadék tényleges és az olvadék lokális összetétele által meghatározott likvidusz-hőmérséklet változását jellemző görbe.

A dendritcsúcs előtti tényleges hőmérséklet-változást a  $T = T(x, t_i)$  görbék írják le. Nyilvánvaló, hogy a dermedés kezdeti szakaszában, az olvadéknak a kokillába való beöntése után a  $t_i$  idő nagyon kicsi. A kokilla falánál megjelenő, majd növekedésnek induló csírák előtt az olvadék hőmérsékletének változása nem tér el lényegesen a dermedés megkezdése előtti helyzettől, ezen a helyen a  $\frac{\partial T}{\partial x}$  hőmérsékleti gradiens értéke nagy.

A gyorsan növekvő dendritcsírák előtt éles koncentrációgradiens is kialakul, hiszen a négyzetgyökös növekedési törvénynek megfelelően a ké-

reg  $v$  növekedési sebessége nagy, továbbá az ötvözőfémnek az olvadékbeli korlátozott diffúziós sebessége miatt hamar kialakul az ötvözet átlagos és dendritcsúcs előtti koncentrációja közötti különbség. A 9. ábrán bemutatott szerkesztés szerint, a koncentráció hely szerinti gyors változása a likvidusz-hőmérséklet gyors változását is jelenti egyben.

A bemutatott kvalitatív elemzés alapján látható, hogy a dermedés kezdeti szakaszában a tényleges és a likvidusz-hőmérséklet gyors hely szerinti változásával kell számolni, vagyis mindkét változásra annak nagy gradiense a jellemző.

Két esetet kell tehát megvizsgálnunk, az egyik esetben a  $T = T(x, t_i)$  görbe a  $T_L, x = T_L(x, t_i)$  görbe felett fut, a másik esetben fordított helyzetet kell értelmezni.

(Megjegyzés: az adott esetben  $x$  és  $t_i$  egyaránt kis értéket jelent, továbbá ez a kezdeti folyamat termikusan túlhűlt olvadékból játszódik le.)

A két görbe kölcsönös helyzete alapján két esetet lehet megkülönböztetni, figyelembe véve a nagy gradiens értékeket. Amennyiben a  $T_L$ - $x$  görbe a  $T$ - $x$  görbe alatt fut, vagy pontosabban

$$\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)_{x_{cs}} > \left(\frac{\partial T_L}{\partial x}\right)_{x_{cs}} \quad (4)$$

akkor az összetételi túlhűlés még a kokilla falánál sem alakul ki. A dermedési folyamatot ebben az esetben síkfrontos dermedésnek nevezzük [3]. A viszonyokat a 13a ábra vázlata szemlélteti. Az extrém termikus viszonyok miatt ez a helyzet a gyakorlatban alig fordul elő.

Ellenkező esetben, amikor tehát

$$\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)_{x_{cs}} < \left(\frac{\partial T_L}{\partial x}\right)_{x_{cs}} \quad (5)$$

akkor a 13b ábra vázlatának megfelelően egy viszonylag szűk tartományban létrejön az összetételi túlhűlés feltételrendszere, és az  $r$  görbületívugárral jellemzett dendritek elkezdnek növekedni. Ezt a növekedési szakaszt szabálytalan dermedési frontalak jellemzi, amely a későbbiekben hatszögös cellás szerkezetbe megy át [3].

Ennek a szakasznak a vége a kokilla falával érintkező tartományban a termikus túlhűlés megszűnéséhez

köthető, megjegyezve, hogy sok esetben finom dendrites tartomány ki sem alakul, nem figyelhető meg.

## 6.2. Az egyenlő tengelyű dendrites tartomány kialakulása szilárd oldatos ötvözetek ötvényeiben

A finom dendrites tartomány tárgyalásakor az ötvény lehülési viszonyai-ból, és a kéregnövekedési törvényből kiindulva értelmeztük a finom dendrit-  
tek növekedési feltételeit. Ugyanezt a gondolatmenetet követtük az egyenlő tengelyű dendrites tartomány kialakulásának tárgyalásakor is, figyelembe véve, hogy a részletesen tárgyalt oszlopos dendrites tartományban már csökkenő  $\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)_{x_{CS}}$

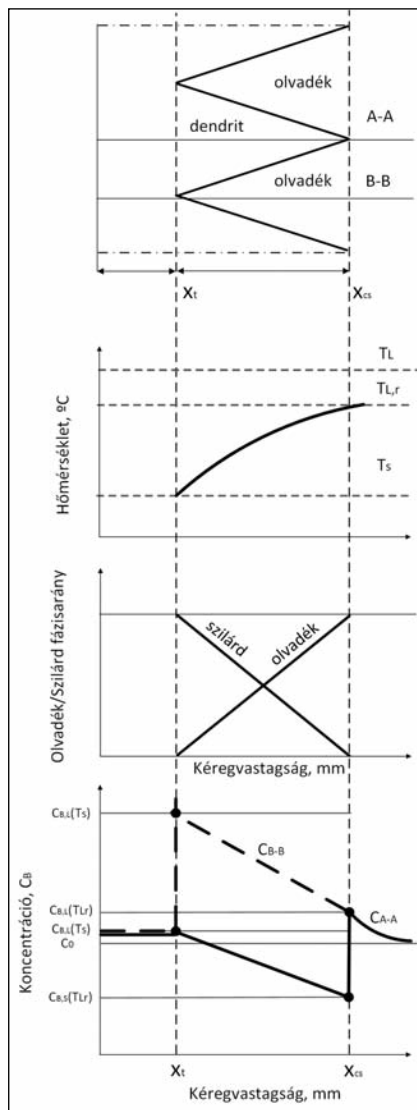
hőmérséklet és

ezután csökkenő  $\left(\frac{\partial T_L}{\partial x}\right)_{x_{CS}}$

likvidusz hőmérsékleti gradiensekkel kell számolni. Ugyanakkor a dendritcsúcs görbületi sugarának növekedésével a  $T_{L,r}$  és a  $T_L$  hőmérsékletek közötti különbség is csökken, sőt ez a különbség meg is szűnhet. Természetesen a  $T_L - x$  görbének a  $T - x$  görbe felett kell futnia.

Az oszlopos dendritek növekedésének későbbi szakaszában – ami egyúttal megfelel egy, az ötvény középvonalához közelebb eső tartománynak – a  $T - x$  görbe kezdeti szakasza egyre laposabb lesz, hasonlóan a  $T_L - x$  görbéhez. A két görbe egymáshoz viszonyított helyzete azonban nem változik, a viszonylag széles tartományban kialakul az összetéti túlhűlés, vagyis a dendritnövekedés feltétele. Mértéke és az azzal arányos  $\Delta G$  szabadentalpialkülönbség a dermedési fronttól mért távolság függvényében csak kis mértékben változik. Ez a körülmény az oszlopos dendritek és így a kéreg csökkenő növekedési sebességében is megmutatkozik, összhangban a négyzetgyökös kéregnövekedési törvénnyel.

Az oszlopos dendritek növekedésének befejeződését az jelenti vagy jelentené, ha a dermedési front előtt, a dendrit csúcsával érintkező olvadék összetétele  $c_0$ -t eléri, vagyis a front előtt nincs koncentrációgradiens. Erre lehetőséget teremt a rendelkez-



■ 12. ábra. A hőmérsékleti, a koncentrációs és fázisarány változása a dendrit-törzs ( $x_t$ ) és a dendritcsúcs ( $x_{CS}$ ) közötti tartományban

zésre álló idő fokozódó hosszabbodása. Az egyenlő tengelyű dendrites tartomány kialakulásának feltételrendszerét a 14. ábra foglalja össze.

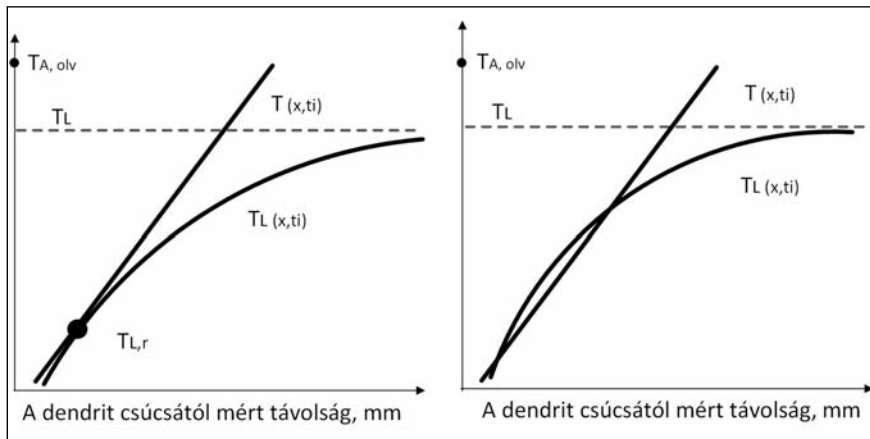
Összefoglalva megállapíthatjuk tehát, hogy az ötvény anyagának lehűlése következtében folyamatosan változó termikus és összetéti viszonyok miatt az öntött szövet három jellegzetes tartománya közötti átmenet feltételrendszere olyan egzakt módon nem definiálható, mint a tiszta fémek ötvényeiben. A termikus túlhűlés csak a finom dendritek csíráinak létrejöttében jut szerephez. A csírák növekedését már az összetéti túlhűlés irányítja, az oszlopos dendritek közvetlenül ránőhetnek a finom dendritek anyagára. Ezzel magyarázható a finom dendrites tartomány esetenkénti teljes hiánya.

Az oszlopos dendritek növekedésének feltétele elvileg csak végtelen hosszú idő vagy végtelen lassú lehűlés esetén szűnhet meg. Ez abban nyilvánul meg, hogy gyakorlati esetben az ötvény középvonaláig nőnek, ott koncentrálnak a fogyási üreget. Az egyenlő tengelyű tartomány kialakulását így egyéb tényezőkben kell keresnünk. Ezek lehetnek dúslási és áramlási jelenségek, illetve idegen részecskéknek – például zárványoknak – a növekvő dendritek előtti térben való megjelenése.

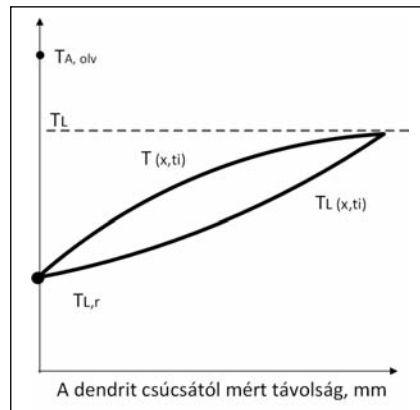
## 7. Összefoglalás

Cikkünknek – az előző és a színtételek dermedési folyamataival foglalkozó cikkünkhöz hasonlóan – alapgondolata az, hogy a dermedés folyamatát az ötvényben kialakuló lehülési viszonyokkal összefüggésben szabad csak tárgyalni. Ennek megfelelően a szilárd oldatos ötvözetek ötvényeinek dermedési folyamatát a szilárd kéreg időbeli növekedését leíró négyzetgyökös törvényszerűsége alapozva, abból kiindulva tárgyaltuk. A szilárd oldatos ötvözetek dermedésekor érvényesülő és figyelembe veendő sajátosságok a következők:

- A tényleges helyzetnek megfelelően megkülönböztettük a dendritcsúcs és a dendrittörzs helyzetének időbeli változását leíró függvénykapcsolatot.
- Figyelembe vettük, hogy az ötvény adott pontjában a dermedés hőmérsékletközben, mégpedig a dendritcsúcs görbületi sugara által befolyásolt likvidusz-hőmérséklet és a mindenkor szolidusz-hőmérséklet között játszódik le.
- A kéregnövekedési és a lehülési görbe ismeretében megszerkeszthető a  $T = T(x, t_i)$  görbesereg, vagyis megadható a dermedési folyamat kezdetétől számított adott időpillanatban az ötvözet hőmérsékletének az ötvény falától mért távolság függvényében való változása. Azt is feltételezzük, hogy az ötvény középvonalában a görbesereg egyes tagjainak az érintője vízszintes.
- A  $T = T(x, t_i)$  görbesereg és az adott szilárd oldatos ötvözetek egyensú-



■ 13. ábra. Az ötvözet tényleges és az olvadék lokális összetétele által meghatározott likvidusz hőmérsékletének változása a szilárd/olvadék határfelülettől mért távolság függvényében a kokillával való érintkezés kezdetén: a) Az extrém gyors lehűlés esete → nincs összetételi túlhűlés; b) Gyors lehűlés esete → az összetételi túlhűlés kialakulásának kezdete



■ 14. ábra. Az ötvözet tényleges hőmérsékletének és az olvadék lokális összetétele által meghatározott likvidusz hőmérsékletének változása az oszlopos dendriték csúcsa előtti térben az öntvény dermedésének befejező szakaszában

lyi fázisdiagramjának a szilárd oldat dermedésére vonatkozó részletének segítségével felrajzolható az ötvözőfém koncentrációjának a dendritcsúcs előtti olvadékban való változását jellemző görbe, vagyis a  $c = c(x, t_i)$  kapcsolat. A dendrit csúcsánál az olvadék összetétele a dendritcsúcs görbületi sugara által meghatározott túlhűlési mérték alapján az egyensúlyi diagramból olvasható ki, míg a dendritcsúcsból távolabb az olvadék ötvözőfém-tartalma  $c_0$ -val egyenlő.

– A  $c = c(x, t_i)$  görbe jellege által, vagyis az olvadék összetétele által meghatározott  $T_L$  likvidusz-hőmérséklet

és a  $T = T(x, t_i)$  görbék által meghatározott, az ötvözet tényleges hőmérsékletének  $x$  szerinti változását leíró görbék által definiált hőmérsékletkülönbség adja meg az összetételi túlhűlés mértékét, és ezzel együtt az összetételi túlhűlés által irányított dermedés  $\Delta G$  hajtóerejét.

A bemutatott összefüggérendszer a szilárd oldatos ötvözetek öntvényeinek dermedési folyamataival kapcsolatban számos, a korábbi megközelítési módokból nehezen értelmezhető kérdésre is választ ad. A tiszta fémek és a szilárd oldatos ötvözetek öntvényeiben lejátszódó dermedési folyamat tárgyalásakor alkalmazott megkö-

zelítés kiterjeszhető az eutektikus és a peritektikus ötvözetekre is.

#### Irodalom

- [1] Verő B. és társai: Tiszta fémek öntvényeinek dermedése. BKL Kohászat, 2016. 149. évf. 5–6. sz.
- [2] Verő József – Káldor Mihály: Fémtan, Tankönyvkiadó Budapest, 1977, ISBN 963 17 1798 4, 223–244. old.
- [3] Eckstein, H. J.: Wärmebehandlung von Stahl, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie – Leipzig, 1969. VLN 152-915/24/69. Abschnitt 4. 118–144. old.

CSEPELI ZSOLT

## Autóipari felhasználásra gyártott, melegen hengerelt acélok szilárdságának növelése nanoméretű kiválásokkal

### Bevezetés

Az autóiparban használt acéloknak gyakran egyszerre kell nagy szilárdságúnak és kiváló szívósságúnak lenniük. Az alkatrészek gyártásakor az acéllemezeknek komplex alakváltozást is el kell viselniük, ezért a nyújtvahúzás és a mélyhúzás által támasztott követelményeknek is meg kell felelniük. A DP és TRIP acélokat

nagymértékű szakadási nyúlás jellemzi, azonban kevésbé alkalmasak a gépjárműiparban gyakran alkalmazott lyuktágítással járó megmunkálásra. Ennek oka, hogy lyuktágításkor könnyen keletkezik repedés a DP és TRIP acéloknak egymás mellett levő, nagymértékben különböző keménységű fázisok határfelületén. Az inhomogén szövetszerkezet okozta problémát bénites szövetszerkezetű acé-

lok fejlesztésével próbálták csökkenteni, azonban a nagy szilárdságú minőségeknél a lyuktágító vizsgálatok eredménye a bénites acéloknál sem volt megfelelő [1]. Újabb kutatási eredmények azt mutatják, hogy az ausztenit és ferrit határfelületén nanoméretű kiválások létrehozásával ipari körülmények között is gyárthatók olyan acélok, melyek a jelenleg használt minőségeknél jobban meg-

**A melegen hengerelt acéloknál az egyik fő kutatási irány a nagy szilárdságú, de egyúttal jól alakítható acélok fejlesztése. Az ötvözetlen, vagy gyengén ötvözött acéloknál a nagy szilárdság elérésének egyik lehetséges módja az ultrafinom szemcsés szövetszerkezet létrehozása. Ilyen acélok előállítására számos módszer ismert, azonban ezek többsége csak kisméretű próbatestek gyártására alkalmas, laboratóriumi körülmények között. A szilárdságnövelés egy másik – ipari méretekben könnyebben megvalósítható – módja nanoméretű kiválások, például karbidok, karbonitridek létrehozása az acélban. Ezzel az eljárással a gépjárműipar számára olyan acélokat lehet előállítani, melyeknek a nagy szilárdságukhoz képest nagy a nyúlása, emellett az ilyen alapanyagból készült alkatrészek kiválóan alkalmasak lyuktágítással és nyújtó-peremezéssel járó megmunkálásra. A gyártók és felhasználók szempontjából további fontos tulajdonsága ezeknek az acéloknak, hogy szilárdságuk egy adott minőség esetén szűk tartományon belül változik, ezért nagy biztonsággal gyárthatók. A ferrit mátrixban létrejövő nanoméretű kiválások azonban meleghengerekor könnyen eldurvulhatnak, ezért ezeknek a minőségeknek a fejlesztésénél kiemelt figyelmet szentelnek e durvulás hatékony megakadályozásának.**

felelnek az autóipar által támasztott összetett követelményeknek, ezért ez a cikk az ezen a területen elért legújabb eredmények összefoglalását tartalmazza a szakirodalom feldolgozása alapján.

### Fázishatármenti kiválások képződése

Meleghengerekor a hőmérséklet csökkenésének következtében az addig oldott mikroötvöző elemekből az ausztenit/ferrit átalakulás három különböző szakaszában jöhetnek létre mikroötvöző-karbid, vagy -karbonitrid kiválások:

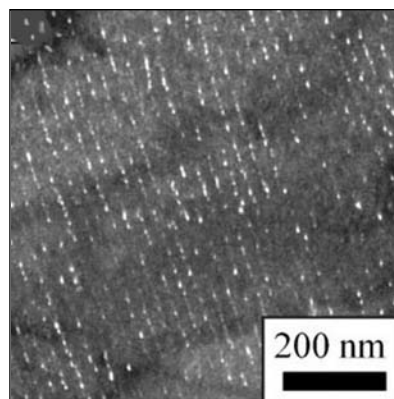
– A kiválások megjelenhetnek az ausztenitben, akadályozva az ausztenit újrakristályosodását (pl. Ti(CN)). Ekkor alakítás után újrakristályosodás hiányában lapos ausztenit-szemcsék alakulnak ki, melyekből átalakulás után finomszemcsés ferrit-szemcsék jönnek létre. Ha a kiválások nagyra nőnek, akkor felhasználják a mikroötvözők jelentős részét, ezért kisebb hőmérsékleten kevesebb apró kiválás tud kialakulni, ami kisebb szilárdságnövekedést eredményez.

**Dr. Csepeli Zsolt** 1994-ben kohómérnökként végzett a Miskolci Egyetemen, ahol 1998-ban PhD-fokozatot szerzett. Jelenleg a Dunaferri Labor Nonprofit Kft. Metallográfiai és Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Főosztályának a főosztályvezetője és a Dunaújvárosi Egyetem főiskolai tanára.

– Ha a kiválások az ausztenit/ferrit átalakulásakor, a két fázis határán jönnek létre, akkor a kiválások párhuzamos felületeken helyezkednek el. Ezek a határfelületen kialakuló kiválások kisebbek, ezért nagyobb mértékben növelik a szilárdságot, mint a termomechanikus kezeléskor az alakított ausztenit szemcsékben létrejövő kiválások [3].

– A fázis átalakulása után a túltelített ferritben is kialakulhatnak apró, véletlenszerűen elhelyezkedő kiválások, melyek szintén növelik az acél szilárdságát.

E cikkben a továbbiakban csak azt az esetet vizsgáljuk, amikor a kiválások az ausztenit/ferrit határán jönnek létre, mert az ilyen – általában nanoméretű – kiválásokkal erősített ferrites szövetszerkezetet kiemelkedő mechanikai tulajdonságok jellemzik.

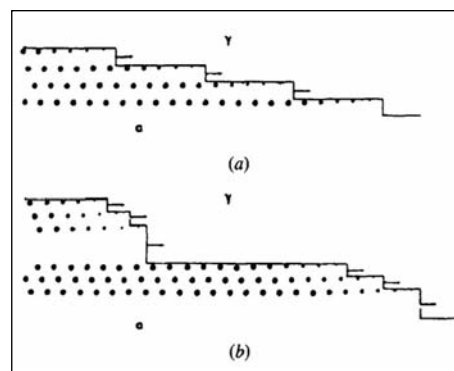


■ **1. ábra.** Ti-Nb-Mo ötvözésű acél transzmissziós elektronmikroszkópos felvétele [4]

A kiváló fázis lehet cementit, ötvöző-elem-karbid, -karbonitrid vagy más olyan fázis, melynek oldhatósága az átalakulás hőmérsékletén korlátozott az átalakuló fázisokban. A mozgó határfelületen e kiválások csíráinak képződése periodikusan megy végbe. A ferrit kisebb oldóképessége miatt a karbon és a mikroötvöző elemek feloldódnak a határfelület ausztenit felőli oldalán. A mozgó határfelületen bizonyos távolságonként a túltelítettség miatt kiválások jönnek létre. Ezek a periodikusan keletkező kiválások az 1. ábrán látható módon a szövetszerkezetben párhuzamos sorokként jelennek meg [4, 5].

Először Gray és Yeo figyelt meg periodikusan ismétlődő nióbium-karbonitrid sorokat, melyek az ausztenit ferrit alakulásakor váltak ki az ausztenit és ferrit fázisok határán [6]. Hasonló kiválások sem a koherens ikerkristály határokon, sem a hengerekor kialakuló csúszási síkokon nem keletkeztek. Későbbi vizsgálatok során szinte mindenfajta karbidnál és karbonitridnél megfigyelték ezt a jelenséget [7].

A kiválásoknak a 2. ábrán látható lépcsős kialakulását Lagneborg és Zajac modellje szerint az oldott elemek diffúziója szabályozza [8]. A modell szerint a ferrit növekedésének mértékét a karbon ausztenitbe történő diffúziója határozza meg. Az ausztenit/ferrit határfelületén egyszerre több folyamat megy végbe: a mikroötvöző elemek karbonitridjeinek csírképződése, a kiválások közelében a mikroötvözőkben szegényebbé vált térfogatrészek növekedése és a határfelület elvándorlása a létrejött kivá-



■ **2. ábra.** Határfelületi kiválások csírképződése és növekedése (a) szabályos lépcsőmagasság és (b) szabálytalan lépcsőmagasság esetén [2]

lásoktól. A mikroötvöző elemekben szegény rész közvetlenül a csíráképződés után növekszik a leggyorsabban, ennek az egyre nagyobb térfogatrésznek a sugara az eltelt idő négyzetgyökével arányos. A kiválások méretére jellemző kis távolságoknál a ferrit növekedésének sebessége állandónak tekinthető. A mikroötvözőkben szegény rész és a ferrit növekedésének relatív sebessége a kiválás növekedése közben úgy változik, hogy az ausztenit/ferrit határfelület a csíráképződéskor lemarad az ötvözőben szegény részhez képest, majd a határfelület eléri az átlagos ötvözőtartalmú részt, ahol a kiválások egy újabb felületen jelennek meg [2].

A 3. ábrán a folyamatos lehűlésre érvényes átalakulási diagramon látható, hogy az ausztenit átalakulása után a túltelített ferritból a kiválások nagyobb hőmérsékleteken az ausztenit/ferrit határfelületeken jönnek létre, míg kisebb hőmérsékleteken a ferriten belül alakulnak ki rendszerint véletlenszerűen elhelyezkedve [2].

### A molibdén szerepe a nanoméretű kiválások kialakulásában

A molibdént gyakran alkalmazzák az acélok ötvözőelemeként a perlit képződésének megakadályozása érdekében, mert jelenléte megnöveli a perlitképződés kezdetéig eltelt időt. Emellett azt is megfigyelték, hogy a molibdén jelentősen csökkenti a karbidkiválások méretét, és hatékonyan akadályozza azok durvulását a további hőkezeléskor. Bár a molibdén csak kismértékben oldódik az ötvözőelem-karbidokban, csökkenti a ferrit

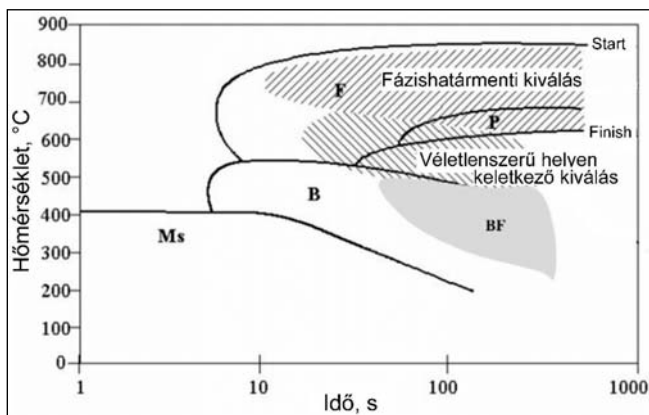
és a karbidok rácsszerkezete közötti különbséget, és így a határfelületi energiát, ezáltal elősegíti a karbidok – például (Ti,Nb,Mo)C-csírák – képződését. A kiválások növekedésekor azonban a molibdén jelentős része a ferritmátrixba diffundál, és ezzel lassítja a kiválások növekedését, eldurvulását. Ti, Nb és Mo ötvözőt tartalmazó acélban (Ti,Nb,Mo)C-kiválások keletkeznek, azonban ezek a kiválások később mint (Ti,Nb)C növekednek. A molibdén tehát hozzájárul ahhoz, hogy az ausztenit/ferrit átalakulásakor olyan karbidcsírák keletkezzenek, melyek nem hajlamosak az eldurvulásra [4, 9].

### Nanoméretű kiválásokkal erősített acélok mechanikai tulajdonságai

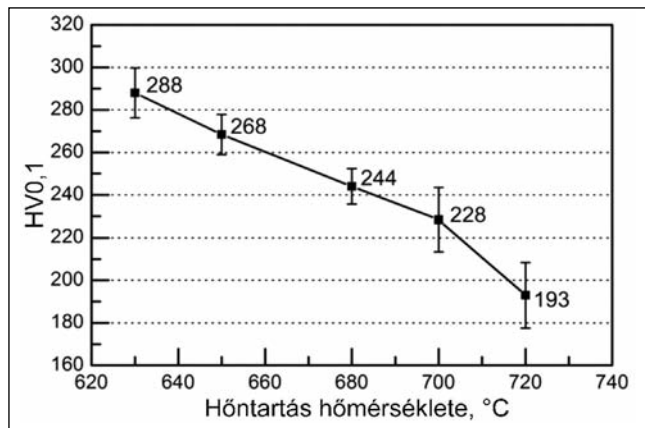
Kamikawa és munkatársai kis karbontartalmú, titánnal, illetve titánnal és molibdénnel ötvözött acélok mechanikai tulajdonságait összehasonlítva azt találták, hogy a molibdénnel is ötvözött acél szilárdsága a kisebb méretű kiválások miatt nagyobb volt, mint a csak titánnal ötvözött próbatesteké [10]. A két ötvözetből készített próbatestek szívóssága nagyon hasonló volt, a szakítóvizsgálatnál minden esetben 20% körüli szakadási nyúlást mértek. A felvett szakítódigramokon megfigyelhető, hogy a kisebb méretű kiválásokat tartalmazó, molibdénnel is ötvözött acélnál a képlékenyalakítás kezdetén nagyobb mértékű az alakítási keményedés. Ennek oka a nanoméretű (4-5 nm átmérőjű) kiválások körüli nagy diszlokációsűrűség, ami az alakítás későbbi szakaszában az ellentétes előjelű

diszlokációk találkozásakor lecsökken.

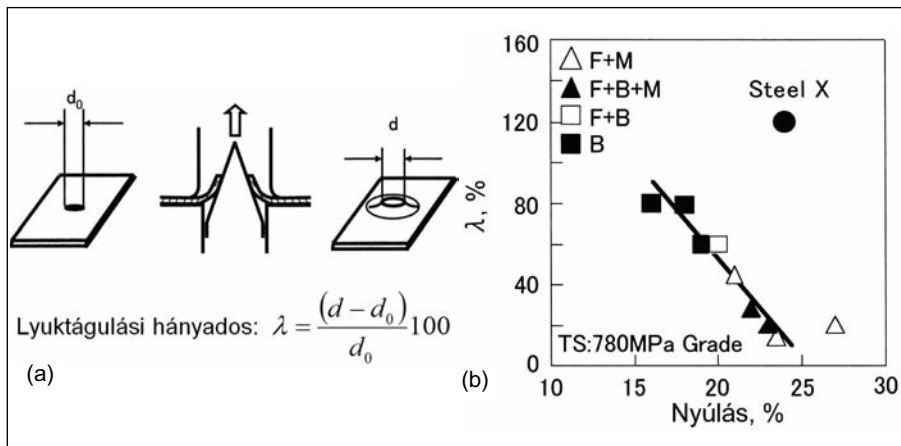
Yen és munkatársai kis karbontartalmú, titánnal és molibdénnel ötvözött (0,06% C, 1,5% Mn, 0,1% Si, 0,1% Ti, 0,2% Mo) acélon végeztek dilatációs kísérleteket a nanoméretű határmenti kiválások vizsgálatára [9]. A mangán egyik fontos szerepe az ilyen típusú acéloknál, hogy csökkenti az ausztenit/ferrit átalakulás hőmérsékletét, aminek eredményeként finomabb kiválások jönnek létre, melyek jelentős szilárdságnövekedést okoznak [11]. Kísérleteikben a próbatesteket 1200 °C-on végzett ausztenítés után 15 °C/s sebességgel 630, 650, 680, 700 és 720 °C-ra hűtötték, 30 percig hőtartották, majd 100 °C/s sebességgel vízben, szobahőmérsékletre hűtötték. A befagyasztott szövetszerkezetben a ferrit keménységét 100 g terhelőerővel mérték. A mikrokeménységmérés kis terhelőereje lehetővé tette, hogy a ferritszemcsékben végzett mérések eredményét ne befolyásolja az ausztenitből és ferritből álló szövetszerkezet gyors hűtése során az ausztenitből kialakuló martenzit. Az eltérő hőmérsékletek hatására különböző méretű és elhelyezkedésű kiválások jöttek létre, ennek megfelelően különböztek a próbatestek mechanikai tulajdonságai is. A ferritszemcsék átlagos mikrokeménysége a hőntartás hőmérsékletének csökkenésével a 4. ábrán látható módon 193 HV<sub>0,1</sub>-től 288 HV<sub>0,1</sub>-ig növekedett. A keménységértékek növekedését az okozta, hogy kisebb hőmérsékleteken kisebb méretű, de sűrűbben elhelyezkedő kiválások jöttek létre, mint nagyobb hőmérsékleteken. A



■ 3. ábra. Mikroötvözött acél CCT diagramja azoknak a területeknek a bejelölésével, ahol fázishatármenti, illetve a ferrit mátrixban véletlenszerűen elhelyezkedő kiválások jönnek létre [2]



■ 4. ábra. A ferritszemcsék Vickers-keménysége a hőntartás hőmérsékletének függvényében [9]



■ 5. ábra. A lyuktágító vizsgálat elve (a) és a vizsgálat eredménye (b) [11]

szerzők a kiválások méretének és elhelyezkedésének figyelembevételével megbecsülték a határfelületi kiválások szilárdságnövelő hatását. Számításaik azt mutatták, hogy míg a 630 °C-on hőkezelt darabnál a kiválások a szilárdságot 400 MPa-lal is megnövelték, addig a 720 °C-on hőkezelt mintánál a nagyobb és ritkábban, rendszertelenül elhelyezkedő kiválások csak körülbelül 200 MPa szilárdságnövekedést eredményeztek.

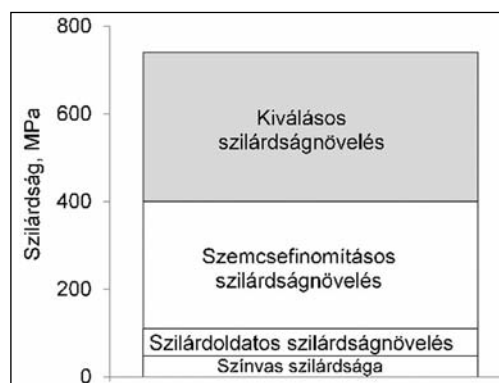
### Nanoméretű kiválások létrehozásának lehetőségei meleghengreléskor

Meleghengreléskor az ausztenit/ferrit határfelületen képződő kiválások okozta szilárdságnövekedést kétféleképpen lehet kihasználni. Az egyik lehetőséget az jelenti, hogy megfelelő összetételű acélokban a meleghengrelés végén néhány másodperc alatt létrejönnek a kiválások, és a szalag ezt követő hűtése megakadályozza a kiválások durvulását. Az ilyen típusú acélokban a rendelkezésre álló idő rövidsége miatt a nióbbium mint erős karbidképző a meghatározó mikroötvözőelem. A kis karbon-tartalom növeli az ausztenit/ferrit átalakulás sebességét, elősegítve a határfelületi kiválások gyors kialakulását. Okamoto és munkatársai azt tapasztalták, hogy 0,052% C-tartalmú, 0,05% Nb-ot tartalmazó acélnál a 650 °C és 750 °C közötti hőmérséklet-tartományban elegendő 10 s a fázishatármenti kiválások létrejöttéhez [12].

Meleghengreléskor a határfelületi kiválások létrehozásának másik lehetséges módja az, hogy az

acélszalagot az utolsó szűrés után a kiválások képződésének megfelelő hőmérsékletre hűtik, és a fázisátalakulás végéig ezen a hőmérsékleten tartják. Ez a hőmérséklet a kiválások Ostwald-féle durvulásának eredményeként bekövetkező szilárdságcsökkenés miatt nem lehet túl magas. A kiválások létrejötte szempontjából molibdénnel mikroötvözött acélnál a 630 °C és 650 °C közötti hőmérséklettartományt találták a legmegfelelőbbnek. A jól megválasztott hőmérsékleten felcsévélt szalagban a lassú hűlés közben létrejönnek a fázishatármenti kiválások. Ebben az esetben is a Mo biztosítja, hogy a nagy hőmérséklet ellenére a kiválások ne durvuljanak el, és így ne csökkenjen az acél szilárdsága. A folyamatosan hűlő tekercsben 550 °C alatt a diffúzió sebessége már olyan kicsi, hogy nem megy végbe jelentős mértékű szemcsedurvulás [13].

Funakawa és munkatársai a laboratóriumi kísérletek eredményeit felhasználva ipari méretekben is előállí-

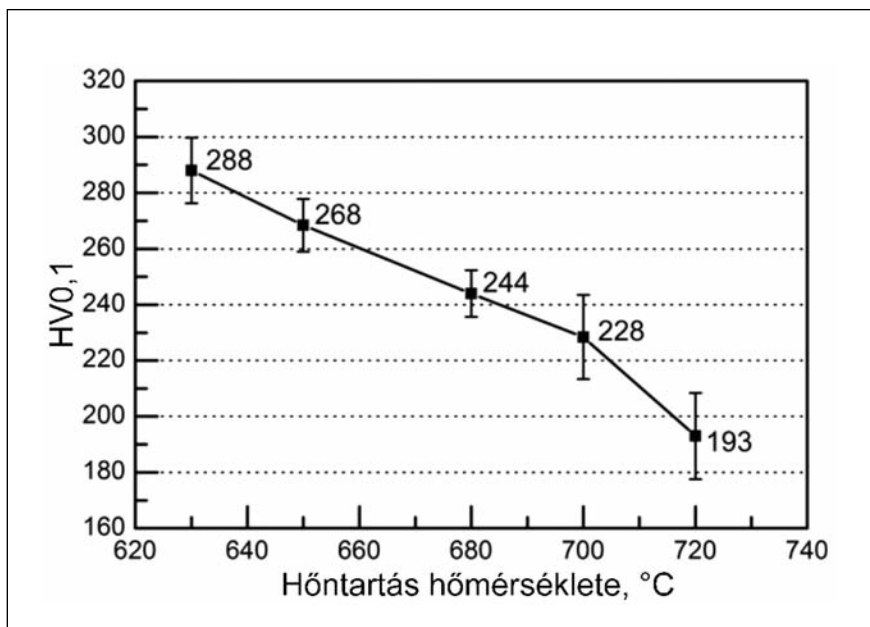


■ 6. ábra. Az egyes szilárdságnövelő mechanizmusok aránya [11]

tottak nanoméretű karbidokat tartalmazó, poligonális ferrit mátrixú acélt. A 3,2 mm vastag és 700 mm széles acélszalag kémiai összetétele 0,047% C - 1,59% Mn - 0,22% Si - 0,082% Ti - 0,20% Mo volt. A meleghengrelés utolsó szűrését 900 °C-on végezték, majd az ezt követő hűtés után 650 °C-on csévélték fel a szalagot. A gyártott acél folyáshatára 734 MPa, szakítószilárdsága 807 MPa, százalékos szakadási nyúlása pedig 24% volt. Az 5. ábrán látható, hogy az általuk gyártott Steel X jelű acélnál a lyuktágító vizsgálat eredménye lényegesen jobb volt, mint amit a hasonló szilárdsági kategóriába tartozó többi acélnál mértek [11].

A sorokban elhelyezkedő, átlag 3 nm átmérőjű karbidkiválások a 6. ábrának megfelelően körülbelül 300 MPa szilárdságnövekedést eredményeztek, ami kétháromszorosa a nagy szilárdságú acélokban a szokásos kiválások szilárdságnöveléssel elérhető értéknek.

A japán JFE acélműben évek óta sikeresen gyártanak nanoméretű karbidokkal erősített, ferritmátrixú acélokat autóiipari felhasználásra [1, 2]. A Nanohiten nevű acélokat 780 MPa vagy 980 MPa szakítószilárdsággal, horganyozható minőségben is gyártják. A Nanohiten acélok meleghengrelése a többi acélhoz hasonló módon történik, és a kiválásokkal növelt nagy szilárdságú ferrites szövetszerkezet a csévélés hőmérsékletén alakul ki. A hagyományos kiválásokon keményített acélokban ilyen csévélési hőmérsékleten gyakran képződik perlit, azonban a Nanohiten acélokban a kis karbon-tartalom (0,04%) és a perlitképződést késleltető Mo ötvözés hatására perlitet nem tartalmazó ferrites szövet jön létre. Az acélgyártók- és felhasználók szempontjából a már említett mechanikai tulajdonságokon túl további előnye az ilyen típusú acélokban, hogy a hagyományos nagy szilárdságú acélokkal és a többes fázisú acélokkal ellentétben a szilárdságukat csak kismértékben befolyásolja a csévélési hőmérséklet változása, ezért nagy biztonsággal gyárthatók. Ennek egyik nagy előnye, hogy a karosszériaelemek sajtoláskor közel azonos nagyságú a visszarugó-



■ 6. ábra. Az egyes szilárdságnövelő mechanizmusok aránya [11]

zás mértéke. A Nanohiten acél másik előnye, hogy a nagy szilárdsága csévéléskor jön létre, ezért például a 780 MPa szakítószilárdságú acél meleg-hengerléskor az 540-590 MPa szilárdságú acélokhoz hasonlóan viselkedik.

### Összefoglalás

Az acélok szilárdságnövelésének egyik lehetséges módja nanoméretű kiválások létrehozása a ferrit mátrixban. Ezek a kiválások meleghengerléskor létrejöhetnek a csévéelés előtt is, azonban kialakulásukhoz legtöbbször a csévéelés utáni lassú lehűléskor van elegendő idő. A nanoméretű kiválások létrejöttében a kis karbon tartalom mellett alapvető szerepe van annak, hogy molibdén jelenlétekor az ausztenit/ferrit átalakulásakor olyan karbidcsírák keletkeznek, melyek nem hajlamosak az eldurvulásra.

A kiválásokon erősített ferrites szövetszerkezet előnye az autóiparban széleskörűen használt többesfázisú acélokhoz képest, hogy mivel nincsenek benne egymás mellett nagyon eltérő keménységű és szívósságú szövetelemek, kiválóan alkalmasak lyuktágítással és nyújtó-peremezésel járó megmunkálásokra. További előnye a nanoméretű kiválásokkal erő-

sített ferrites szövetszerkezetű acélokhoz, hogy mechanikai tulajdonságaik egy adott minőségénél szűk tartományban változnak, ezért reprodukálhatóan gyárthatók.

A cikkben bemutatott technológiával elvileg hazai körülmények között, a meglévő berendezésekkel is megvalósítható meleghengerléskor az ausztenit és ferrit határfelületén létrejövő nanoméretű kiválások okozta szilárdságnövekedés.

### Irodalom

- [1] Seto Kazuhiro, Funakawa Yoshimasa, Kaneko Shinjiro: Hot Rolled High Strength Steels for Suspension and Chassis Parts "NANOHITEN" and "BHT® Steel", JFE TECHNICAL RE-PORT No. 10 (Dec. 2007), pp. 19–25.
- [2] Jun Sun: Nanoscale precipitation in hot rolled sheet steel, MSc-tézis, Colorado School of Mines, 2013 (Sun\_mines\_0052N\_10153.pdf)
- [3] S. S. Campos, E. V. Morales1, H.-J. Kestenbach: Detection of interphase precipitation in microalloyed steels by microhardness measurements, Materials Characterization 52 (2004) 379–384.
- [4] J. H. Jang, Y.-U. Heo, C.-H. Lee,

H. K. D. H. Bhadeshia. Dong-Woo Suh: Interphase precipitation in Ti–Nb and Ti–Nb–Mo bearing steel, Materials Science and Technology 2013 VOL 29 NO 3, pp. 309–313.

- [5] International Seminar on Applications of Mo in Steels, June 27–28, Beijing, 2010
- [6] Gray J. M., Yeo R. B. S.: Trans ASM 1968;61:255.
- [7] Utsunomiya T, Hoshino K, Sakuma T, Sudo H.: CAMP-ISIJ (Current Advances in Materials and Processes-ISIJ) 1986:70.
- [8] R. Lagneborg. S. Zajac: A Model for Interphase Precipitation in V-Microalloyed Structural Steels, Metallurgical Transactions A, vol. 32A, 2001, pp. 39–50.
- [9] Hung-Wei Yen, Po-Yu Chen, Ching-Yuan Huang, Jer-Ren Yang: Interphase precipitation of nanometer-sized carbides in a titanium–molybdenum-bearing low-carbon steel, Acta Materialia 59 (2011) pp. 6264–6274.
- [10] Naoya Kamikawa, Yoshihisa ABE, Goro Miyamoto, Yoshi-masa Funakawa, Tadashi Furu-hara: Tensile Behavior of Ti, Mo-added Low Carbon Steels with Interphase Precipitation, ISIJ International, Vol. 54 (2014), No. 1, pp. 212–221.
- [11] Yoshimasa Funakawa, Tsuyoshi Shiozaki, Kunikazu Tomita, Tet-suo Yamamoto, Eiji Maeda: Development of High Strength Hot-rolled Sheet Steel Consisting of Ferrite and Nanometer-sized Carbides, ISIJ International, Vol. 44 (2004), No. 11, pp. 1945–1951.
- [12] R. Okamoto, A. Borgenstam, J. Agren: Interphase precipitation in niobium-microalloyed steels, Acta Materialia 58 (2010) pp. 4783–4790.
- [13] Hardy Mohrbacher: Principal effects of Mo in HSLA steels and cross effects with microalloying elements, Proceedings of International Seminar on Applications of Mo in Steels th th June 27-28, 2010, pp. 75–96.

## A Miskolci Egyetem hírei

### Diplomaosztó

- A Műszaki Anyagtudományi Karon a 2016/2017. tanév I. félévében sikeres záróvizsgát tett 47 fő, közülük alapképzésen 24 fő, mesterképzésen 13 fő vette át oklevelét.
- Az emberi erőforrások minisztere előterjesztésére Áder János, Magyarország köztársasági elnöke egyetemi tanárrá nevezte ki *dr. Viskolcz Bélát*, a Kémia Intézet intézetigazgatóját.
- A habilitációs eljárás sikeres befejezése után az egyetem habilitációs oklevelet adott ki *dr. Czél György*, a Kerámia- és Polimermérnöki Intézet egyetemi docense számára.
- *Tóth Judit* és *Uramné Lantai Katalin* PhD-oklevelet kapott.
- A hallgatói érdeklődés terén, valamint az egyetemi diák- és közéletben végzett kiemelkedő munkájának elismeréseként a Miskolci Egyetem Hallgatói Önkormányzata becsületdiplomát adományozott *Alexa Márk*, a Műszaki Kar hallgatója részére.

### Nemak Díj

- A 2017. február 4-én megrendezett Kohász Gyűrű- és Kupaavató Szakestély keretében a NEMAK Győr

Alumíniumöntöde Kft. képviselőjében *David Toth* ügyvezető igazgató, valamint *dr. Fegyverneki György*, a Termék- és Folyamatmérnökség vezetője a 2016-ban végzett kiváló szakmai, tudományos diákköri tevékenységének elismeréseként *Tóth Richárd* valétaló anyagmérnök BSc-hallgatónak Nemak Díjat adott át (konzulensei *Mende-Tokár Monika* tanársegéd, Öntészeti Intézet, *dr. Mende Tamás* docens, Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet). A kitüntetéshez gratulálunk, és további sikereket kívánunk!

### Tanszékavató

- *Varga Mihály* nemzetgazdasági miniszter új tanszékét avatott egyetemünkön. A Finomvegyipari és Környezettechnológiai Intézeti Tanszék a Kémiai Intézetben belül jött létre a sajobábonyi Kiss Cégcsoport támogatásával. Az ünnepélyes tanszékavatón a nemzetgazdasági miniszter követendő példának nevezte a cégcsoport és az egyetem szoros együttműködését. Az új tanszék az egyetem tudásbázisán, a vegyipar területén meglévő ismeretekre, technológiákra alapozva új, korsze-

rű vegyi anyagok fejlesztésével, előállításával fog foglalkozni. ([http://www.uni-miskolc.hu/hirek/1148/tanszeket\\_avatott\\_egyetemu\\_nkon\\_varga\\_mihaly\\_miniszter](http://www.uni-miskolc.hu/hirek/1148/tanszeket_avatott_egyetemu_nkon_varga_mihaly_miniszter))

- **„Mesterek és tanítványok”** címmel Tudományos Diákköri ünnepséget rendeztek 2017. február 16-án a Miskolci Egyetemen, amelyen az egyetem tehetséges hallgatóinak és azok elkötelezett oktatóinak adtak át elismerést. A rendezvényen azokat a hallgatókat díjazták, akik a 2016. évi TDK Konferencián a legeredményesebben szerepeltek, és ekkor köszönte meg az egyetem vezetése a legsikeresebb konzulenseknek is a tehetséggondozás területén végzett munkájukat. A Műszaki Anyagtudományi Kar kitüntetésben részesült hallgatói: *Balogh Tamás*, *Gyarmati Gábor*, *Parragh Dávid Máté*, *Rózsa Zsófia Borbála*, *Sepsi Máté*. A Kar „Kiváló Konzulens” címmel kitüntetett oktatói: *dr. Nagy Erzsébet* tudományos főmunkatárs, Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet, *dr. Vanyorek László* adjunktus, Kémia Intézet, *Mende-Tokár Monika* tanársegéd, Öntészeti Intézet.



■ Az új diplomások egy csoportja



■ Tóth Richárd anyagmérnök-hallgató Nemak Díjat kapott

– A Metallurgiai Intézetben belül az 1872-ben Selmecbányán alapított, majd 2004-ben a Metallurgiai és Öntészeti Tanszékbe olvadt Vaskohászati Tanszék szakmai és tudományos utódként újjászületett a Vas- és Acélméllurgiai Intézet Tanszék. A Tanszék vezetője *dr. Móger Róbert* részállású főiskolai docens, munkatársai: *dr. Farkas Ottó* professor emeritus és *dr. Harcsik Béla* adjunktus. *Dr. Grega Oszkár* címzetes egyetemi tanárként, *dr. Kiss László* pedig címzetes egyetemi docensként vesz részt a tan-

szék munkájában. A tanszék székhelye a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés támogatásával megújuló Simon Sándor Terem, ami a jövőben nemcsak tanácsteremként, hanem oktatóteremként is szolgálja a vas- és acélméllurgia oktatását.

– 2017 januárjában megkezdődött a Gazdaságfejlesztési és Innovációs Operatív Program (GINOP) keretén belül a „K+F versenyképességi és kiválósági együttműködések” tárgyú felhívást elnyerve az „E-mobilitáshoz használt energiahatékony

öntött rézrotor nagyszériás sorozatgyártására alkalmas technológiájának és gyártócellájának kifejlesztése” című projekt. A konzorcium tagjai: Breuckmann Hungary Kft., Öntőgépszerviz Kft., Miskolci Egyetem. A projekt kezdete 2017. január, a befejezésének tervezett időpontja 2018. december. A kutatásfejlesztési program keretében a pályázó konzorcium az elektromos autók, szivattyúk aszinkron villamos motorjának rézzel kiöntött forgórészéhez kíván gyártócellát fejleszteni.

## ■ Könyvismertetés

### Farkas Ottó Ifjan – Éretten – Idősen 85 kérdés–válasz nyolc és fél évtizedről

A *dr. Farkas Ottó* professor emeritus életéről szóló könyvnek DVD-melléklete és látványos montázs címlapja van. A könyv két fő fejezetre osztható. Az elsőben (1–173. oldal) – a 85 kérdésre válaszol –, itt természetesen csak vázlatos összeállítás bemutatja a családot, az iskolás kort, tanulmányokat, a munka meg-



kezdését, egyetemi munkáit, mit köszönhet három hazai nagyolvasztóműben végzett munkájának, a dékáni-, rektori ciklus eredményeit, mostani életét.

Ebben a fejezetben 376 kisméretű fekete-fehér és színes fénykép található, közülük sok most először látható.

A második fejezetben (174–263. oldal) szakmai életútja, szakmai életének publikációs jegyzékei, a tudományos fokozatok, a kitüntetések, emléklapok stb. fényképei találhatók hasonlóan, mint az első fejezetben 104 fekete-fehér és színes kivitelben.

A könyv kiváló minőségben készült, és ezért dicséret illeti a kivitelező, MARKER PLACE SOLUTIONS nyomda dolgozóit.

A magánkiadásban 1000 példányban megjelent könyv kereskedelmi forgalomba nem került. Tiszteletpéldány átvehető előzetes időpont-egyeztetés után a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar Metallurgiai Intézetének titkárságán (B/1 épület, III. emelet, telefon: 30-936-1904).

✉ **Dr. Horn János**



**MISKOLCI EGYETEM**  
MŰSZAKI ANYAGTUDOMÁNYI KAR

## FELHÍVÁS

A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kara felhívást intéz az Alma Mater egykori hallgatóihoz, akik 1947-ben, 1952-ben, 1957-ben, illetve 1967-ben (70, 65, 60, 50 éve) vették át diplomájukat a Kohómérnöki Karon Miskolcon, vagy a Sopronban.

Kérjük és várjuk jelentkezésüket, hogy részükre, jogosultságuk alapján, a rubin-, a vas-, a gyémánt-, vagy aranyoklevél kiállítására érdekében szükséges intézkedéseket meg tudjuk kezdeni.

Kérünk minden érintettet, hogy **2017. április 30-ig jelentkezzen levélben vagy e-mail-en** a Műszaki Anyagtudományi Karon.

Adja meg **nevét, elérhetőségét** (lakcím, telefonszám, e-mail cím), illetve az alábbi címre küldje meg:

- **oklevelének fénymásolatát,**
- a kiadványban megjelentetni kívánt **rövid szakmai önéletrajzát** (maximum egy A/4 oldal egyes szám harmadik személyben fogalmazva) és
- egy darab **igazolványképet.**

Cím: Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar  
Dékáni Hivatal 3515 Miskolc – Egyetemváros C/1.  
I. emelet 109. szoba  
Telefon: +36/46/565-090  
E-mail: roneczne.judit@uni-miskolc.hu

**Dr. Palotás Árpád Bence**  
dékán

## Egy élet a magyar műkorundgyártásban



*Harrach Walter, a hazai műkorundgyártás meghatározó szakértője, egyesületünk tiszteleti tagja 2014. október 18-án töltötte be 90. életévét. Az akkor elmaradt beszélgetést a jelenlegi interjúval pótoljuk. A BKL Kohászat szerkesztőségét Hajnal János és Klug Ottó képviselte.*

**Szerkesztőség:** A Horn János szerkesztette „Életpályák – Kohászat” c. kötetben megjelent életrajzokban a gyökereidről olvasva már az első mondatok nagy bölcsességről tanúskodnak.

**Harrach Walter:** Igen? Csak annyit jegyeztem meg, hogy az ember életét nagyban befolyásolja, hogy honnan, kiktől származik. Az elődök dicsőségét sokszor az utódok aratják le, de az elődöknek tulajdonított bűnöket is nekik róják fel.

**Sz: Ez nálatok hogy alakult?**

**HW:** Kezdetben biztatón, aztán egyre szomorúbban. Édesanyám echte osztrák polgárlány, akit a kereskedelmet Bécsben tanuló szombathelyi édesapám házasságkötésüket követően „hazahozott”. Apám vendéglőt vezetett, szikvízüzemet működtetett. Szerény jövedelméből mindhárom gyermeke egyetemi diplomát szerzett. Aztán kulákká nyil-

vánították, így tulajdonképpen osztályidegenként töltöttem az aktív életem első felét. Ennek ellenére elmondhatom, hogy boldog családban nevelkedtem. Bár édesanyám élete végéig sem tanult meg tökéletesen magyarul, de lelkében igaz magyarrá lett. Gyermekkorom nagy részét Bécsben, az anyai nagyszülőknél töltöttem, és csak a kötelező iskolakezdesre tértem vissza Szombathelyre.

**Sz: Egy más világból hazatérve hogy alakult a sorsod? A német nyelvet anyanyelvi szinten sajátítottad el.**

**HW:** Volt is gondom a magyarral. Sorsomat a cserkészmozgalom segítette. A gimnázium 4. évében már az iskola legjobb tanulója díjat nyertem el. Ez a szombathelyi Premontrei Rendi Gimnázium volt, ahol a kémiát kivéve mindenből kitűnő voltam. Nekem mégis a vegyészet volt az álmom. A kitűnő érettségi bizonyítványt követően fel is vettek a József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem vegyészmérnöki szakára.

**Sz: Ez már a világháború időszakára esett. Hogy élted át ilyen közegben az egyetemi éveket?**

**HW:** Két elvégzett egyetemi év után – miközben üzemi gyakorlataimat az akkor kiépülő Székesfehérvári Könnyűféműben végeztem – szinte hihetetlen a történet. 1944 decemberében az egész évfolyamunk SAS-behívót kapott, a Műegyetemi Tanulmányi Zászlóaljba. Különvonattal vittek bennünket Németországba. Egyhetes mindent nélkülöző kalandos utazást követően szenteste érkeztünk Drezdába. Egy városzéli vendéglőből jártunk be a nagyon jól felszerelt egyetemre. A vizsgaidőszak vége előtt, 1945. február 13–14-én az angol-amerikai légierők terrorbombázása érte a várost. A százezer feletti áldo-

zat mellett mi a csodával határos módon éltük túl a város szétbombázását. Ettől kezdve létünk a túlélésre koncentrált. Közben vizsgáztunk is, a velünk utazó Binder K. Géza professzornál mezőgazdasági kémiából. 1945 decemberében végre feljuttottunk egy hazainduló szerelvényre. Mivel nagyrészt együtt maradt az évfolyam, nekünk „nyugatosoknak” az egyetem keresztfelévet szervezett. Azt csak később tudtuk meg, hogy ez a ránk ragasztott nyugatos jelző sokáig kísért bennünket a káderlapjainkon. Végül 1946 januárjában megkaptam vegyészmérnöki diplomámat.

**Sz: Hogy alakult abban az időben a pályakezdők sorsa?**

**HW:** Hiába nyüzsögtem, zárando-koltam és kolduló utat jártam, a helyzet hasonló volt, mint az utóbbi években. Vagy még nehezebb, mivel a szemben ülő új politikai-személyzeti munkatárs nem tudott partner lenni semmilyen vonatkozásban. Állás híján beiratkoztam a Műegyetem gazdasági mérnökképző szakára, majd kis szerencsével álláshoz jutottam a Magyar Statisztikai Hivatalnál. Hasznos volt, sokat tanultam, de csak az első káderellenőrzésig tartott, úgyhogy tovább jártam a gyárakat, üzemeket. Egyetlen olyan felvételi beszélgetésem volt, ahol kollégaként kezeltek, az Alumínium-Bauxit Rt. irodájában. Szakál Pál vezérigazgatóval megállapodtunk, hogy a Tatabányai Alumíniumkohó laborjában kezdhetek. Mikor munkára jelentkeztem, jött a hír, hogy műkorundgyár indul. Nem tudtam még mi is az a műkorund, de a felajánlást azonnal elfogadtam. Így lettem hát a hazai műkorundgyártás egyik bábája.

**Sz: Mondhatjuk azt is, hogy fejest ugrottál az ismeretlen mélységű medencébe.**

**HW:** Tulajdonképpen igen. A Műkorundgyár dorogi kísérleti üzemében lettem műszaki vezető – egyetlen mérnökként. Szerencsém is volt, mert itt jó mentorra találtam Riedler Miksa karbidgyári igazgató személyében. 1949 júliusában helyeztük üzembe az első korundolvasztó kemencét.

**Sz: Kedves, de mosolygató és sajnálatra méltó is az önéletrajzodban leírt dorogi karácsonyi szenteste története 1949-ben...**

**HW:** A korszak induló munkaversenyében lehetetlen volt a karácsonyi leállítás, így néhány embernek a karácsonyi világítást az ívkemence fénye szolgáltatta, az angyalok énekét pedig a villamos ív zúgása pótolta. Tömjénfűst helyett a szomszédos karbidkemence gázait szagoltuk. No de születtek jelentős szakmai eredmények: 1950-ben Visy László kezdeményezésére korundolvasztóból ötliteres tömböket (téglákat) öntöttünk az Egyesült Izzó kísérleti üvegolvasztó kádjához. Ezzel indult a „kádkő” gyártás diadalmasnak nevezhető útja. Közben folyt a mosonmagyaróvári műkorundgyár építése, ide helyezték át, és teljesítettem szolgálatot a következő 23 évben, egészen 1973-ig.

**Sz: Gondolom, ez már a magánéleted is megérintette, a körülményes álláskeresés után végre stabilizálódott a helyzeted.**

**HW:** Így van! Feleségem Dorogról követett, házasságunkból négy gyermekem Magyaróváron született. Egészen 1973-ig éltem és dolgoztam itt: kemény munkával nagyon érdekes, értékes éveket töltöttem el. Üzemvezető mérnökként a gyár próbaüzemének megindításával kezdtem 1950 őszén. A tapasztalatok gyarapodása egyre inkább a fejlesztési igényekben jelent meg. A túlzott takarékosági programok viszont ez ellen hatottak. Budapestre történő áthelyezésemig az életem folyamatos koldulás volt a fejlesztésekhez szükséges anyagiakért. Jelentős esemény volt, hogy a korundgyárat a hatóságok a timföldgyárhoz csatolták, és ezzel a fúzióval elindult a MOTIM máig tartó

sikertörténete. Bár akkor még inkább csak közvetlen bauxitból gyártottunk színeskorundot.

**Sz: Közben villámcsapásként jöttek az „56-os” események, a több mint 120 életet kioltott „mosonmagyaróvári sortüzet” hogy éltek át?**

**HW:** Október 26-án a párt támogatására szervezett szimpátiatüntetésen a MOTIM dolgozói közül – valami bölcs előrelátással, no meg hivatkozva arra, hogy négy műszakos, folyamatos üzem vagyunk – csak néhányan vettek részt. A tüntető tömeg a határőr laktanya előtt önállósította magát, a határőrség pedig minden figyelmeztetés nélkül géppuskasortűzzel válaszolt. A sortüzet lincselés követte, melyet aztán a megtorló terrorperek több halálos ítélettel bosszúzták meg. Teljesen felbolydult a város, a gyár politikai vezetése az üzembe (korábbi munkapadjához), a gazdasági vezetés Budapestre és Almásfüzitőre menekült. Így a sortüz után néhány napra, ha kinevezetlenül is, mint rangidős én lettem a gyár vezetője. Aztán az, hogy munkástanács tag is voltam, az a „szigorúan titkos” aktákba újabb fejezetet nyitott: Utólag ebből „tudtam meg”, hogy a családom szállodatulajdonos is volt, no meg hogy az 1944-es egyetemi hányattatásunk – a drezdai bombázás túlélését is beleértve – nyugati tanulmányútnak minősült.

**Sz: Térjünk vissza a normál hétköznapokhoz, hogy volt tovább?**

**HW:** A folyamatos fejlesztések újabb célpontja a kádkőgyártás volt. A sajószentpéteri üveggyári kísérleti gyártásokat követően – melyben szakértőként folyamatosan részt vettünk – 1958-tól folyamatosan gyártottuk a korvisit minőséget. Az igazi sikert azonban a zirkosit bevezetése hozta meg.

**Sz: A folyamatos technológiai és termékfejlesztési koncepciók bőséges lehetőséget adtak a mérnöki „képzletek” kibontakoztatásának. Ezek nálad hogy alakultak?**

**HW:** A kezdeti színeskorundszem-

cse gyártásához kapcsolódó számtalan újítás során a nemeskorundra való átállítás vetett véget. No és ott volt az induló kádkőgyártás. Elsősorban az olvasztási technológia fejlesztésére, és a zirkosit kémiai összetételére, továbbá a kristályos szerkezetére irányult sok javaslat, újítás. A legsikeresebb újításaim azonban a MOTIM-tól való távozásom után születtek. Eredményesen bevezetett újításokból, találmányokból csak néhányat említek: Küzdelmes menet volt a zirkosit. 1963-ban indultak a kísérletek, cirkonhomokot, nátriumkarbonátot és timföldet olvasztottunk egybe. A leöntött kádköveket a Nagykánizsai Üveggyárban építettük be. Amíg az illetékes külkereskedő, a Mineralipex a találmányt elutasította, mivel az szerintük az a „baráti országokba” nem exportálható, addig a további kísérleti gyártáshoz a cirkonhomokot pont a Mineralimpexen keresztül tőkés importból kellett beszerezni. A külker nem tudni milyen okból, sokáig ellenállt, de végül a zirkosit kádkő még az USA-ba is eljutott. Jelentősebb szabadalom volt az elektromullit. A cég 1969-ben kezdte el a kísérleti gyártást, majd a termék 1983-ban BNV-díjat nyert.

**Sz: Tudtukkal az újítások és találmányok mellett folyamatosan napirenden voltak a licencvásárlások, miközben a hazai fejlesztések alapján a licencértékesítés is szóba került.**

**HW:** Folyamatos volt a hazai eredmények után az érdeklődés a Balkántól Indián át az USA-ig. Hosszú menet volt a KGST keretében a csehekkel kialakult kádkő-üvegszál együttműködés, amely mindkét fél önértetén és saját helyzetének túlértékelésén bukkott meg. Külkapcsolatoknál maradvá szót kell ejteni a MOTIM marketingtevékenységéről. Ennek első lépéscsóját a MOTIM-konferenciák jelentették. Előbb helyben, majd rendszerességgel Balatonalmádiban több nyelven folytak a rendezvények, melyekről a külföldi szaksajtó is beszámolt, tematikájában egyre inkább váltva a korundszemcséktől a kádkő felé.

**Sz: A kialakuló külkapcsolatoknak gondolom, egyéb hatásai is**

**voltak. Abban az időben minden tekintetben jelentős szerepet játszottak a külföldi utak. Anyagiilag, szakmailag, emberileg egyaránt.**

**HW:** Az ötvenes években már nagy szó volt egy csehszlovákiai utazás is. Azért volt lehetőségünk utazásra. A fogadó felek viszont nagyon óvatosak voltak, hogy mit mutatnak meg és mit nem, ennek ellenére sok használható ötlettel tértem haza. A későbbi zaporozsjei és jereváni tanulmányutakon ugyanez volt a helyzet. Barátság ide vagy oda: mutattak is, és titokzatoskodtak is egyszerre.

**Sz: Az eddig elmondottakból otthon érezted magad Mosonmagyaróváron?**

**HW:** Az 1968-as igazgatóváltás nagy átrendeződésekhez vezetett, sajnos számomra nem előnyösen. Az új felállásban az idegen nyelven nem kommunikáló vezetés bürokráciája csúcsra járt. Lelassult a külföldi ügyfelekkel folytatott kommunikáció, a lassúság nem öregbítette a MOTIM hírnevét. Juhász Ádám, az ALUTERV legendás igazgatója valahogy észrevette, hogy nem érzem már igazán jól magam. Hagytam, hogy az ALUTERV-be helyezzenek. Ez 1973-ban történt, a MOTIM kritizált felső vezetésének leváltása előtt. Talán maradnom kellett volna – nem tudom. Azért elmondom az ALUTERV-be küldött személyi jellemzésem egy mondatát: „Kötelességének tartja, hogy bírálja feljebbvalóit”. Volt benne némi igazság. Ilyen vagyok.

**Sz: No és hogy alakult a folytatás? Teljes életmódváltás következett?**

**HW:** Kezdetben az obrováci timföldgyár beruházási munkáiban vettem részt. A vezetői szintű tárgyalások tolmácsolása mellett a gyár leendő munkatársainak elméleti oktatását végeztem. Az obrováci projekt nagy jelentőségű volt az ALUTERV és a magyar alumíniumipar életében is. Sajnos a megépült timföldgyár politikai okokból eldöntött helyszínválasztása miatt nem tudott gazdaságosan üzemelni. Az eredményes próbaüze-

meiket követően nem sokkal leállították. Az obrováci tervezés lezárásával az ALUTERV másik vállalkozó irodájába kerültem, amely a szellemi termékek külkereskedelmével foglalkozott. Így voltam részese a MAT, MOTIM és a Mineralimpex korund licenc vásárlási és árucseré-forgalmi szerződés megkötésének a svájci/német Lonza Werke céggel, továbbá előkészíthettem a korund célú timföld gyártására szóló licencszerződést a GIULINI céggel. Ezek a szerződések teljesen megváltoztatták a MOTIM életét. Az új lehetőségekkel a MOTIM végre hozzájuthatott azokhoz a pénzekhez, amelyekért én a korábbi években hiába kilincseltem.

Ezután kezdtek jönni az UNIDO megbízások. Előbb egy nemzetközi timföldtanfolyam lebonyolításában vettem részt, majd új téma köszöntött be, a titánsalak projekt. A hetvenes években nőtt a világ titánsalak igénye. Ennek alapanyagából, az ilmenitből jelentős mennyiségek voltak Sri Lankán. Az ilmenitből redukciós olvasztással történő gyártástechnológiát vásárolta meg harmadik országba történő értékesítésre a MAT. A technológia és a kulcsberendezések értékesítője a zaporozsjei Titánkombinát volt. Sikeres ALUTERV-es tanulmányterveket követően több hónapon át UNIDO-szakértőként egyengettem a projekt útját, de végül a nagyszerű üzletnek mutatkozó projekt kútba esett. A szovjetek az eredeti megállapodást felrúgva megváltoztatták a rubel/dollár elszámolási árfolyamot. Ennek ellenére elmondhatom, hogy nagyszerű szovjetunióbeli, nyugat-európai és indiai utazás során tettem szert jelentős tapasztalatokra.

**Sz: Emlékeink szerint hirtelen volt a házon belüli váltásod. 1982-ben átmentél az ALUKER-hez.**

**HW:** A tröszt kereskedőcégénél a timföldipari termékek osztályát vezettem. Munkámat két dolog nehezítette. Az alukeres kollégák egy része az évek során már felvette a magyar gazdasági életben a külkereskedők felsőbbrendűségéről kialakult téves nézetet, az ipar pedig megtartotta a külkereskedőkhöz fűződő sokszor indokolatlan bizalmatlanságát. Szak-

mai munkám mellett ezt a feszültséget próbáltam feloldani. Érdekes módon a MOTIM-mal voltam nehéz helyzetben, mert az ottani vezetőség már megkezdte a külkereskedelmi önállósodását. Itteni legnagyobb munkám a LONZA által kezdeményezett dömpingeljárás kivédése volt.

**Sz: Aztán elég gyorsan emeletet váltottál, és a Magyar Alumíniumipari Tröszt iparpolitikai osztályát vezetted 1984-től...**

**HW:** Tisztviselővé váltam.

**Sz: Aki ismer, az tudja, hogy nálad a nyugdíj nem a pihenést, hanem a további lehetőségek sorának kiaknázását jelenti. Inkább mintha új lendületet kaptál volna?**

**HW:** Van benne igazság. Az aktív munka mellett is sokat tolmácsoltam, lapot szerkesztettem, írtam, sőt még sportoltam is. Már kezdő mérnökként turistaszakosztályt alapítottam. Tájéfutó is voltam, versenybíró is. Szakmai munkám során lettem tagja a Magyar Kémikusok Egyesületének, majd a Szilikátipari Tudományos Egyesületnek, végül jött az OMBKE. 1949 óta vagyok tag, és Sigmond Györggyel 1951-ben alapítottuk meg a mosonmagyaróvári helyi szervezetet, melynek 22 éven át a titkára voltam. Ez egy inkubátorral ért fel az akkori politika ellenében. A fővárosba érkezve a timföld szakcsoport titkára lettem, és attól kezdve végig a Fémkohászati Szakosztály vezetőségének is tagja voltam. A BKL Kohászatnak 1973-tól szerkesztőbizottsági tagja, majd a nyolcvanas évek elejétől a Fémkohászat rovat vezetője voltam, egészen 2008-ig.

**Sz: Kissé előre szaladtunk, mert úgy tudom más szervezetek munkáját – életét is segítetted...**

**HW:** Dolgoztam a Magyar Szabványügyi Hivatalnak, természetesen korund témában. Itt hasznos, nagy csaták folytak a KGST egyeztetések során. Szakértőként foglalkoztatott a Nehézipari Minisztérium és az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság is.

**Sz: Szakirodalmi tevékenységéről még nem is szóltál...**

**HW:** Ez a sok aktív egyesületi lét és tevékenység óhatatlanul is írásra készítette az embert. No meg a szakértői munkák is ezt indukálták. Elmondhatom, hogy nyugdíjas éveimben valóban a szakírás hozott számomra sok örömet. Bár ez rosszul indult: első cikkemet Korach Mór professzor kapta meg bírálatra. Megállapításai most, öreg fővel nézve sem voltak tárgyilagosak, a segítőkészség pedig végképp hiányzott a bírálatából. Talán ezért is hozta úgy a sors, hogy erre emlékezve mindig igyekeztem segíteni a fiatalok szárnybontogatásait.

**Sz: Ez valóban így volt. Az ALUTERV-ben és az OMBKE-ben is mindig számíthattunk a segítőkészségedre, véleményedre.**

**HW:** Szerettem a fiatalokkal együtt dolgozni, talán mert nagy tisztelője voltam a nagy öregeknek, akiktől én is sokat tanulhattam. Visszatérve a cikkíráshoz, első írásom a BKL-ban látott napvilágot 1951-ben. Ezt szá-

mos hazai és külföldi szaklapban való megjelenés követte. Kedves emlék a Magyar Alumíniumipari Múzeum Baráti körének a „Mi Múzeumunk” c. lapja. Szoros együttműködésünk következménye volt, hogy 2000-ben az ő kiadásukban jelenhetett meg az „Alumíniumipari rajzolatok” c. kis kötetem. Összegezve, a szakújságírás és a lapszerkesztés, a korundgyártás terén végzett munkám mellett életem meghatározó része volt.

**Sz: E gazdag szakírói tevékenység óhatatlanul előadói tevékenységgel is párosult...**

**HW:** Az induló hazai korund gyártás eleve lehetőséget adott erre. A Mineralimpex lehetővé tette több európai országban rendezett Gazdasági Napokon való részvételemet. Hosszú a lista kelettől nyugatig, ahol előadhattam. Persze ezt segítette, hogy három idegen nyelven beszéltem, fordítottam, németből tolmácsvizsgám is van.

**Sz: Köztudottan szerény embernek ismernek. Kérlek, dicsekedj kicsit az elismeréseiddel!**

**HW:** Szakmai munkám elismeréseként több hazai feltalálói díj koronája a Bécsben kapott feltalálói aranyérem. Az OMBKE felterjesztésére a „Szent Borbála” ipari miniszteri kitüntetést is megkaptam. Több OMBKE-émlékérmét követően közel húsz éve az egyesület tiszteleti tagja vagyok.

**Sz: Végül hogy foglalnád össze ezt az igen gazdag és sikeres pályafutást?**

**HW:** Népi bölcsesség, hogy nem mindig az arat, aki vetett. No de ez nem az elégedetlenség hangja. Kevés embernek adatik meg, hogy munkája eredményét megérje. Nekem, a magyar műkorundgyártás megvalósítójának megadatott ez az öröm, de fénykorát már nem érhettem meg Mosonmagyaróváron.

**Sz: Köszönjük a beszélgetést! Befejezésül csupán azt kívánjuk, még sok éven át maradj köztünk, mint a korundgyártás egykori meghatározó egyénisége, jó erőben, egészségben, és mindehhez Jó szerencsét kívánunk!**

## Látogatás a SICTA Kft.-nél

Egyesületünk Diósgyőri Kohász Helyi Szervezete és az Egyetemi Osztály kohász tagsága *dr. Nyitrai Dániel* elnök szervezésében 2016. július 11-én látogatást tett a világ egyik vezető autóiipari beszállító cégének magyarországi leányvállalatánál, a francia tulajdonú SICTA Kft.-nél.

A népes csoportot *dr. Szekeres Áron* HR vezető, *Nyári Ferenc* öntödei termelési és fejlesztési vezető, illetve *Szalay Gyula* öntödei üzletágvezető fogadta. Az irodaház tanácstermében a kölcsönös bemutatkozást követően *dr. Szekeres Áron* adott tájékoztatást a gyár felsőzsolcai telepítésének történetéről. A cégcsoport legnagyobb autóiipari gyára a SICTA Kft. 2007-ben létesült a Felsőzsolcai Ipari Parkban zöldmezős beruhásként. A létesítmény jelenleg három hektáron terül el, amelyből a gyártóterület 12 ezer négyzetméter. A SICTA

csoport összesen 30 millió eurót (7,5 milliárd Ft-ot) fektetett be eddig a felsőzsolcai üzembe, ahol mintegy 350 dolgozót alkalmaznak (ebből 60 diplomás).

A felsőzsolcai telepítésnél nagy szerepet játszott a befektetésbarát környezet, a jól képzett munkaerő és a Miskolci Egyetem közelsége.

A cég történetét és a felsőzsolcai SICTA Kft. gyártástechnológiai folyamatát Nyári Ferenc mutatta be.

Hallgatva a cég múltját egy sikertörténet tárult elénk, melynek kezdete 1969-re vezethető vissza, ugyanis *Pierre d'Alés* ekkor alapította a CITELE céget. Induláskor a forgácsolás és az öntészet volt a fő szakterületük. A 80-as években a CITELE cégen belül létrejött a SICTA csoport, amely a világ egyik vezető autóiipari beszállítójává vált. Partnerei között található többek között a BMW,

Porsche, Peugeot, Audi, Mercedes márka. Üzemei Franciaországban, Bulgáriában, Kínában, és Magyarországon működnek. Összességében több mint 1300 embernek adnak munkát.

Napjainkban tevékenységüket az ipari, energetikai, autóiipari szektorokban öntészeti tömeggyártásban, gépészeti és általános mérnöki területeken fejtik ki.

Ezután részletes tájékoztatót kaptunk a felsőzsolcai SICTA Kft. technológiai folyamatáról, amit gyárlátogatás keretében tanulmányozhattunk. Jó érzés volt találkozni az üzemben egykori diósgyőri kohász kollégákkal, akik szeretettel beszéltek feladatukról és készséggel segítségünkre voltak szakmai kíváncsiságunk kielégítésében.

A gyár fő profilja az alumíniumból készült turbófeltöltő kompresszorhá-



■ Csoportunk a gyár előtt



■ Üzemlátogatáson

zak gravitációs öntése kokillában, homokmagok alkalmazásával.

A patika tisztaságú üzemben először a magkészítő részleg munkáját tekintettük meg. A bonyolult formájú magokat nyolc maglövő gépen állítják elő, előkészített croning-, illetve mosott, osztályozott kvarchomokból. Ez utóbbihoz a gyantát helyben adagolják.

Az öntőrésszel kemencében olvasztják meg a különböző (Mg, Sr, Ti, Si, Cu) elemeket tartalmazó alumíniumötvözeteket. A megolvadt alumíniumötvözetet az öntőgépek elé telepített 12 ellenállásfűtésű kemencében tárolják, ahonnan robot panner segítségével juttatják el a 15 saját fejlesztésű SICTA öntőgéphez. Gravitációs öntéssel kokillában állítják elő a bonyolult belső üregkiképzésű tur-

bófeltöltő kompresszorházakat.

Az üzemlátogatás utolsó fázisában megismerhettük a kikészítő és átvételi részleg munkáját, ahol szűrőpróbaszerű 3D-s alak, méret és röntgen belső anyagfolytonossági vizsgálattal ellenőrzik a készterméket.

Az üzemlátogatást követően kötetlen beszélgetés során szó esett a gyár szakemberellátásáról. Piaci felmérések szerint az itteni termelési volumenük növelésére reális lehetőséget látnak. Nagy reményeket fűznek a Miskolci Egyetemmel kötött megállapodáshoz, a duális képzés keretében több hallgatóval van szerződéses kapcsolatuk. Tervük szerint még ez évben 400 főre szeretnék emelni a társaság létszámát, a következő négy évben pedig 3,7 milliárd

forint értékű beruházást kívánnak megvalósítani.

Örömteli volt számunkra, hogy régióinkba települt, világviszonylatban vezető, magas technikai színvonalú fémöntő üzemmel ismerkedhettünk meg, s bár a kohászat a szűkebb környezetünkben átalakul, szakmánknak itt is van jövőképe. Megköszönve a baráti fogadtatást és vendéglátást dr. Nyitray Dániel a csoport nevében kollégánk, Boros Árpád nyugalmazott gazdasági vezérigazgató által írt, a Diósgyőri Kohászat történetét bemutató két könyvet, Fazola és Kerpely emlékkupákat adott át, kívánva hosszú sikeres szakmai életutat.

**Nyitray Dániel,**  
**Marosváry István**

## X. Fazola Fesztivál Miskolcon

Jubileumi rendezvénynek adott helyet Miskolc. Az Északkelet-Magyarország Ipartörténetének Ápolásáért Alapítvány, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület és helyi szervezetei, a Miskolci Egyetem, az MMKM Kohászati Múzeum, a B.A.Z. Megyei Mérnöki Kamara szervezésében és több helyi oktatási, kulturális intézmény közreműködésével tízedik alkalommal került megrendezésre szeptember 16–17-én a Fazola Fesztivál, a hazai kohászok, bányászok és erdészek már hagyományosnak mondható találkozója.

Tudományos konferenciával indult az első nap. Dr. Böhm József szervezésében a Miskolci Akadémiai Bi-

zottság székházában a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi illetve Anyagtudományi Karok oktatói és tanítványai napjaink aktuális kihívásaként a „Hulladék mint nyersanyag” témakörben végzett kutatásaik eredményeiről adtak tájékoztatást.

Este a Bartók Béla Vasas Művelődési Ház volt a színtere a mintegy 120 kohász, bányász és erdész részvételével rendezett szakestélynek. A szakestély elnökségi feladatait a jelenlévők választása alapján dr. Harcsik Béla okleveles kohómérnök látta el, a háznagy Sáros István okleveles kohómérnök volt. A szakestélyen résztvevő egyetemi hallgatókból alakult cantus együttes kiválóan és az elnök-

séggel nagy összhangban tette feladatát. Felemelő érzés volt, hogy az egykori diósgyőri kohászatból mintegy 50 volt munkatárs, a két kar hallgatóiból – szinten tartva a hangulatot – 30 fő vett részt a szakestélyen.

A fesztivál második napján, szeptember 17-én az ÉSZAKERDŐ Zrt. által felajánlott, és e nap tiszteletére elnevezett Fazola erdei kisvonattal, a Perecesi Bányász Fúvószenekar közreműködésével zeneszó kíséretében is biztosították a szervezők az újmassai Fazola műemlékkohóhoz való kijutást.

Dr. Nyitray Dániel okleveles kohómérnök a szervezők nevében köszöntötte az ünnepség bányász, kohász,

erdész és érdeklődő vendégeit, a szakmai és kulturális programok résztvevőit, ezt követően *dr. Gagy Pálffy András*, az OMBKE ügyvezető igazgatója, *prof. dr. Palotás Árpád Bence* dékán, és *Holló Csaba*, a B.A.Z. Megyei Mérnöki Kamara elnöke méltatta a Fazola fesztivál jelentőségét.

Most sem történt másként, a korábbi évekhez hasonlóan nagy érdeklődés előzte meg a tiszteletbeli kohásszá fogadás és a műemlékkohóból való csapolás vidám ceremóniáját. Idén tiszteletbeli kohásszá *Mokrai Attilát*, a Miskolci Fazola Henrik Szakiskola igazgatóját avatták. Az avató és egyben a szent sörital elfogyasztása, illetve a nyersvascsapoló ruházat felöltése után *Mokrai Attila* mint már tiszteletbeli kohász irányításával, és *dr. Harcsik Béla* és *Sterbinszky Tamás* segédletével került sor a műemlékkohó „élménycsapolására”.

A szakmai élményszerzésben, a gondtalan szórakozásban továbbra sem volt hiány. A színpadon egymást követték a kulturális programok. Bár az eső most is megzavarta a rendezvényt, akik türelmesek voltak, *Varga Lajos* ny. acélgyártó szintetizátormuzsikájára még napsütésben is énekelhettek és táncolhattak.

A műszaki természettudomány

iránt érdeklődők számtalan lehetőség közül választhattak. Kipróbálhatták kezűességüket – többek között – a Miskolci Egyetem Öntészeti Intézetének, a Fazola Henrik Szakiskola, oktatói, diákjai segítségével, a fémes és nemfémes anyagok alakítását (fémöntés, fémdomborítás, agyagkorongozás), gyakorolhatták szakemberek közreműködésével a fémek hengerlését, fémes anyagok vizsgálatát, azok technikai eszközeit próbálhatták ki és készíthettek kovácsolt emléktárgyakat. Megismerhették a miskolci régióba betelepült fiatal üzemeket, az ALUINVENT Zrt.-t és a SICTA Kft.-t, és világhírű termékeit, az alumínium fémhab szerkezetű termékeket, illetve a személygépkocsik részére gyártott turbófeltöltő kompresszorház alumíniumöntvényeket. Az egyetem Földtudományi Kara a geológiai vizsgálatok, az ásványok színes világát kínálták betekintésre. A Kohászati Múzeum kollektívája segítségével a Garadna partak völgyében a Fazola család által épített vaskohómű ipari emlékeit látogatással tekinthették meg a vaskohászat múltja iránt érdeklődők.

A legfiatalabb korosztály érdeklődését célozták meg az ÉSZAKERDŐ Zrt. erdei iskola, a Diósgyőri Petőfi Könyvtár irodalmi vetélkedő program-

jai, az Anyagtudományi Kar műszaki gyermekpedagógiai foglalkozásai.

Összefoglalva a fesztivál tapasztalatait megállapítható, hogy a magyar emberek a műszaki természettudományt súlyponti szakterületnek tekintik a hazai gazdasági életben. Szerepét, feladatait, művelési területeit mind szélesebb körben meg kell ismertetni. Ezt a célt, ami nemzetgazdasági terveinkben újraiparosítási programként is szerepel, töretlenül jól szolgálja az évenként megrendezendő Fazola Fesztivál.

Köszönetet kell mondani Miskolc Megyei Jogú Város Önkormányzatának a régióban működő vállalkozóknak, a Magyar Öntészeti Szövetség támogató tagjainak, a Miskolci Egyetemnek, a B.A.Z. Megyei Mérnöki Kamarának, az ÉSZAKERDŐ Zrt.-nek, a Kohászati Ágazati Párbeszéd Bizottságnak, a MIKEROBB Kft.-nek, a kulturális és szakmai programokban résztvevő szervezeteknek, intézményeknek, hogy támogatásukkal, részvételükkel segítették a Fazola Fesztivál megrendezését.

**Sípos István,**  
a **Kuratórium elnöke**  
**Dr. Nyitrai Dániel,**  
az **OMBKE helyi vezetője**

## Metalconstruct Szakmai Nap 65 éves az alumíniumfeldolgozás Kecskeméten emlékülés

A 2013 óta rendszeresen megszervezett Kecskeméti Alumíniumfeldolgozó Szakmai Napok során nyilvánvalóvá vált, hogy Kecskeméten és vonzáskörzetében egy jelentős alumínium-készárugyártó ipari potenciál alakult ki, amely évente ezer tonnás nagyságrendben dolgoz fel alumíniumlemez és -profilokat különböző, túlnyomó részben exportra szállított gyártmányokká. A gyártáson túlmenően a gyártmányfejlesztés és a gyártástervezés is hazai szakemberek közreműködésével történik.

Az OMBKE Fémkohászati Szakosztály Kecskeméti Helyi Szervezetének társ szervezésében 2016. november 18-án Kecskeméten került sor a

helyi alumíniumfeldolgozás 65 éves múltjára történő visszatekintésre.

A Metalconstruct Zrt. jogelődje 1951-ben Kecskeméti Mezőgazdasági Felszereléseket Gyártó és Javító Kísipari Termelőszövetkezet néven alakult meg kovács és gumijavító, esztergályos és kovács, bognár, lakatos, rönkvágó, kocsifényező és dukkózó, metszőolló-készítő és szíjgyártó részlegekkel. A lakatos részlegben préselés-mélyhúzás és szegecseleséssel, hazai gyártású ötvözött alutárcaákból, többek között, alumínium bögréket is gyártottak. 1961-ben a Petőfi Népe megyei napilapban találkozhattunk az alumínium csőhúzás tényével, amely Magyarországon a

Székesfehérvári Könnyűfémműn kívül csak itt folyt. Érdekes volt a szakmai kutatás során a korabeli napilapot áttekinteni, mert a híryananyagok és a képes dokumentációk mindig kiemelten kezelték az egykori KTSZ majd a jogutód Kecskeméti Alumíniumipari Szövetkezet folyamatos gazdasági megerősödését. Talán nem véletlen, hogy ez a gazdálkodási formáció sajátos üzletpolitikájával el tudta kerülni az 1970-es években a Magyar Alumíniumipari Trösztbe történő integrációt is.

Az emlékülés a Bács-Kiskun Megyei Kereskedelmi és Iparkamara székházának, gróf Széchenyi István nagytermében, *Gaal József* iparka-

marai elnök köszöntőjével kezdődött, aki egyben Kecskemét m. j. város alpolgármestere is. A megjelent vendégek mellett az OMBKE-t is köszöntötte, mint az egyik legrégebbi hazai műszaki-tudományos szakmai egyesületet (1. kép). Ezután a jogutód és társszervező Metalconstruct Zrt. vezérigazgatójának, *Kis Ernő*nek a két részből álló szemléletes előadásával folytatódott az emlékülés. Ezt követően a Kecskeméti Helyi Szervezet elnöke, *Dánfy László* prezentációjában az alumínium és a bauxit európai és magyarországi megjelenéséről, valamint a háztartások, ipari szervezetek alumínium-igényeinek a reklámok tükrében történő korabeli megjelenéséről tartott vetített képes beszámolóival csatlakozott a nyitó előadáshoz, bemutatva az 1977-ben megjelent a „A magyar ezüst története” című nagy-



■ Az emlékülés résztvevői

sikerű kiadványt is. A szakmai előadásokat a kerekegyházi GORTER Fémipari Zrt. vezérigazgatójának, *Hugyec Zoltán*nak igen szemléletes, az alumíniumlemezek és -profilok korszerű gépeken történő megmunkálásáról szóló előadása nyitotta meg, majd a Pallas Athéné Egyetem GAMF Műszaki és Informatikai Kar Járműtechnológiai Tanszékének vezetője,

*dr. Lukács Pál* főiskolai tanár és *dr. Liska János* főiskolai docens, az alumínium fémhabok fejlesztése, megmunkálása és alkalmazástechnikája témakörű előadásai követték. A kamara aulájában az egyetem hallgatói bemutatták a részben alumínium fémhab szerkezetű motorkerékpárt. A zárszót követően a résztvevők meglátogatták a Metalconstruct Zrt. műhelyeit és megtekintették a jelenleg folyamatban lévő fejlesztés során üzembe helyezett új gépek próbagyártási folyamatait is, a vezérigazgató és munkatársainak, *Kékkői András* műszaki vezetőnek és *Hegedűs Antal* üzemvezetőnek szakavatott ismertetése mellett. A látogatás a termékbemutató kiállítás megtekintése után a cég tárgyalótermében a felmerült kérdések megválaszolásával ért véget.

✍ *Dánfy László*

PATAY PÁL

## Harangrekvirálás az I. világháborúban

**Patay Pál az OMBKE Öntészeti Szakosztályának legidősebb tagja, 2016 decemberében töltötte be 102. életévét. A szerkesztőség a cikk közzétételével is köszönti születésnapján!**

Az első világháború nemcsak az emberek, hanem az anyagok háborúja is volt. Nagy mennyiségű és igen különböző anyagokat igényelt – ilyen volt többek között a bronz annak ellenére, hogy a modern ágyúk már acélból készültek. Ágyút és harangot azonos ötvözetű bronzból öntöttek: 78 százalék rézből és 22 százalék ónból.

A hadvezetőség tudatában volt annak, hogy ha a háború hosszabb

időre húzódik el, a Monarchia nem rendelkezik a szükségletnek megfelelő rézzel. Már 1915 nyarán felvetődött a gondolat, hogy a hiányt réztárgyak begyűjtésével pótolják. Intézkedés azonban ekkor még nem született. Hamarosan felmerült a harangok ön-



■ A Kálvin téri templom harangjának leszerelése

kéntes felajánlása útján történő begyűjtése is, és erre az egyházi hatóságok közvetítésével felszólították a gyülekezeteket. Nem csodálkozhatunk, ha ez nemigen talált visszhangra. Ezért 1916 nyarán elhatározták a hivatalos úton történő begyűjtést, azaz a rekvirálást.

A Bécsben székelő közös Császári és Királyi Hadügyminisztérium az Abt 8/HB 3380 számú rendeletével határozott a harangok begyűjtéséről, és július-augusztusban ezt el is kezdték. Egy-egy alacsonyabb rendfokozatú, műszaki képzettségű tiszt néhány legénnyel együtt bejárta a falvakat, felkereste az egyházakat. Egy hivatalos képviselővel szemrevételezte a harangokat, és kijelölte az igénybe veendőket. A minisztérium által megadott utasítás szerint egy harangot hagytak meg, lehetőleg a legkisebbet, ahol négy vagy öt volt, ott kettőt.

A begyűjtendőnek ítélt harangokat a legények leszerelték a harangszékerről, és kidobták az ablakon. Volt, amelyik megsérült, sőt volt, amelyik

*Dr. Patay Pál régész-muzeológus, harangkutató. Régészeti munkája mellett kezdett harangtörténeti kutatásokkal foglalkozni. Mintegy 25 000 hazai és Kárpát-medencei harang adatait gyűjtötte össze. Ezt az anyagot az Öntödei Múzeumban számítógépes adatbázisban rögzítették, és ott az érdeklődők rendelkezésére áll.*



■ Szállításra váró leszerelt harangok



■ Rekvirált harangok egy gyűjtőhelyen

darabokra törött. Ahol kövezett utca volt a torony körül, ott csiga segítségével, kötélben engedték le, bizonyára azért, hogy leesve ne sértse meg a köveget. Megmérték a tömegüket, a tiszt kitöltötte a jegyzőkönyv – egy előre nyomtatott szövegű egyszerű lap – rubrikáit, aláíratta az egyház képviselőjével, és kilójáért 4 koronát nyugta ellenében ki is fizetett. A harangokat egy központi fekvésű helység vasútállomásán gyűjtötték össze, majd vonattal elszállították Csepelre, a Weiss Manfréd Lőszergyárba, vagy Nagytéténybe, a Lossinszky-féle Magyar Ónművek telepére. Ott összetörték és beolvasztották, az így nyert anyagot pedig hadianyaggyárakban dolgozták fel.

Az ország templomainak tornyai-ban szép számmal voltak – különösen Erdélyben, ahol nem jártak törökök – több száz éves harangok, itt-ott történelmi személy által adományozottak is. Minthogy a minisztérium kivételekre nem tért ki, a rekvirálók válogatás nélkül jelölték ki a hadianyagnak szántakat. Érkeztek tehát Csepelre és Nagytéténybe kor- és ipartörténeti jelentőségű harangok is, és be is olvasztották ezeket. A Műemlékek Országos Bizottsága (MOB) felfigyelt a műtárgy és műemlék jellegű harangok pusztulására, és kérelemmel fordult a minisztériumhoz azok mentesítése végett. A minisztérium az 1916. december 14-én kelt Abt/HB 12977 számú rendeletével helyt is adott a MOB kérelmének, és hozzájárult ahhoz, hogy az egy szakértői bizottság által kijelölt harangokat az illetékes egyházak visszaigényelhessék, vállalva a leszerelés, az el- és visszaállítás költségeinek megtérítést.

Sajnos a bizottság késlekedve, csak 1917 májusában szállt ki Csepelre és Nagytéténybe, és addig jelentős számú mentesíthető harang

pusztulhatott el. A mentesítendőket jegyzékbe vették, de megállapították, hogy vannak közöttük sérültek, amelyek használatra már nem alkalmasak, emellett a legtöbbnek a származási helyét sem tudták azonosítani. A sérült tárgyakat az egyházak nem fogják visszaigényelni, ezért javasolták, hogy ezeket örök letétként szállítsák be a Nemzeti Múzeumba. A Hadügyminisztérium ezt jóvá is hagyta. A MOB azt is kijárta, hogy az 1700 előtt öntött harangok eleve mentesüljenek a rekvirálás alól. Így maradt meg többek között Nógrádszakálon egy ismeretlen mester 1523. évi harangja, vagy az olaszliszakai katolikus templom tornyában az 1633-ban Eperjesen *Georg Wierd* által öntött, igen szépen kivitelezett darab.

Helyel-közzel visszahagytak fiatalabb nagyharangokat is. Például a tarcali református templomnak egy 1804-ben készült harangját, amelynek feliratában történetesen e sorok szerzője ükapjának – mint az egyház főkurátorának – a neve is szerepel. Vagy a Komárom megyei Dad katolikus templomának ma is meglévő nagyharangja az egykori kegyúr, *Esterházy Miklós* 1833. évi adománya. Egyes városok reprezentatív harangjai is mentesültek, így az esztergomi főszékesegyház 5467 kilogrammos (a mai ország akkori legnagyobb) harangja, a debreceni Öreg Rákóczi (*I. Rákóczi György* erdélyi fejedelem 1636. évi adományharangjának anyagából 1864-ben készült), és a békéscsabai evangélikusok nagyharangja sem némult el.

A műtörténeti jelentőségű harangok mentése céljából a MOB több gyűjtőállomáson (különösen Erdélyben) átvizsgálta az oda beszállított harangokat, és kiemelte a mentesítendőket. Így a krasznarécsei (Recea, Románia) reformátusok 1628-beli

harangja is visszakerült a templom tornyába, és ma is szól.

A háború csak nem akart véget érni, a rekvirált harangok bronza sem bizonyult elegendőnek a hadiipar szükséglete kielégítéséhez, ezért 1917-ben a minisztérium újabb rekvirálást rendelt el, amit az ősz folyamán végre is hajtottak.

A rekvirálók mindkét alkalommal elég szigorúan betartották a minisztérium előírásait. Például a Komárom megyei Kecskéden 1916-ban Weisz hadnagy a katolikus templom négy harangja közül csak kettőt vitt el, ugyanakkor a kápolna egyetlen harangjának sem kegyelmezett, ahogy a szintén a kecskédi egyházhoz tartozó Oroszlány kápolnája mindkét harangjának sem. A második rekvirálás után pedig Komárom megyében, Hántán az evangélikusok haranglábján és Kisbéren egy temetőkápolnában volt két-két harang. Hántán ugyanis az egyik a felirata szerint a reformátusok tulajdona volt, noha egy leányegyházuk sem létezett ott. Kisbéren meg bizonyára a rekvirálók nem szereztek tudomást a kápolnáról.

A rekvirálást az egész országban egységesen végrehajtották, ami a harangállomány nagyarányú pusztulását idézte elő. Országos átlagban 55-60 százalékra becsülhető a veszteség, de ez vidékenként változó aszerint, hogy az egyes felekezetek milyen arányban vannak képviselve. A katolikus templomokban általában három harang volt, néha négy is, a reformátusokban túlnyomórészt csak kettő. Így például a jelenlegi Komárom-Esztergom megyében a veszteség átlaga 67 százalékos volt, Nógrádban 57, míg az ország északkeleti szélén (Zemplén, Bereg, Szatmár) csak 45 százalék.

A falusiakat a harangok rekvirálása súlyosan érintette, ugyanis a harang szava irányította az életük ritmusát. A háború végétével igyekeztek is az egyházak a hiányokat pótolni, csak hogy két-három harang öntése nagy megterhelést jelentett. A kilogrammonkénti 4 korona váltságdíj, amit kaptak, időközben devalválódott, így csakis közadakozásból tudták az új harangok öntésének a költségét előteremteni. Sok helyen évekig eltarított, mire ismét több harang szólt a toronyban.

# Emlékeztető a 2016. december 15-i OMBKE választmányi ülésről (kivonat)

Az ülést *dr. Nagy Lajos* OMBKE elnök vezette le. Jelen volt 14 fő választmányi tag és 11 fő meghívott.

Az első napirendi pontban az elnök a közelmúlt jelentősebb eseményeiről számolt be, amik közül a kohászokat is érintők az alábbiak:

– A XVII. Fémkohászati Napot az ARCONIC Kőfémekben, Székesfehérváron rendezte meg a Fémkohászati Szakosztály; gyárlátogatással, konferenciával és szakestélylyel egybekötve, több mint 100 fő részvételével.

– A Miskolci Egyetemen a 2016. november 17-én tartott TDK-konferencián az OMBKE 1-1 bányász és kohász hallgató részére adományozott különdíjat.

– A Szent Borbála-napi központi, állami ünnepséget 2016. december 2-án rendeztük meg, amit 2016. december 4-én a Gellért-hegyi sziklatemplomban mise és szoboravatás követett. (A szerkesztőség megjegyzése: beszámoló a 2017/1. lapszámban jelent meg.)

A Borbála-napi ünnepséggel kapcsolatban *Balázs Tamás*, a BKL Kohászati felelős szerkesztője észrevételezte, hogy egyre kevesebb kohász vesz részt. Nehezményezte, hogy az elnökségben sem volt kohász. Felhívta a figyelmet, hogy az ünnepi beszéd kohászattal kapcsolatos részt nem tartalmazott. Javaslatot tett, hogy a jövőben az elnökségbe az állami szereplőkön kívül célszerű lenne egy-egy vállalat vezetőjét, tulajdonosát is meghívni.

*Katkó Károly*, az Öntészeti Szakosztály elnöke megerősítette az elő-

zőeket és azzal az igénnyel egészítette ki, hogy a jövőben az ilyen központi ünnepségeken a kohászati erősebb képviselőket kapjon.

*Dr. Nagy Lajos* elnök a problémát érezve jelezte, hogy az elnökség az elkövetkezőkben a kohászati jobb képviselőre törekedni fog, a (főszervező) Bányászati Szövetséggel együttműködve.

A második napirendi pontban *Kőrösi Tamás* főtitkár az OMBKE alapításának 125. évfordulója alkalmából 2017. június 23–24-én Selmecebányán tervezett megemlékezés előkészületeiről számolt be, ahol kibővített választmányi ülés, a Szent Katalin-templomban ünnepség, az Akadémián koszorúzás, majd szakestély a tervezett program. (A szerkesztőség megjegyzése: a részletes programról a következő számban tervezünk beszámolni.)

*Dr. Lengyel Károly* javasolta, hogy az eseményre kiadvány (BKL közös szám) és emlékérem készüljön.

Ezután *Bársony László*, a Tatabányai Helyi Szervezet elnöke részletes beszámolót tartott a jövő évi, tatabányai „Jó Szerencsét Emlékév” rendezvénysorozatról, amely 2017. május 27-én helyszínt biztosít az OMBKE 107. küldöttgyűlésének is. Ismertette az ünnepségsorozathoz kapcsolódó jelentős városi fejlesztéseket, emlékhelyek létrehozását, és beszélt a tervezett kiadványokról. Ehhez kapcsolódóan *Csurgó Lajos*, a Fémkohászati Szakosztály elnöke tájékoztatást kért a szervezőktől a programokról az OMBKE szervezők részére.

A következő napirendi pontban *Tóth János* számolt be a Történelmi Bizottság tevékenységéről.

Ezt követően az OMBKE pénzügyi helyzetéről *dr. Gagyai Pálffy András* ügyvezető igazgató adott tájékoztatást. Elmondta, hogy az eredmény a pillanatnyi helyzet szerint – 400 000 Ft. Ennek okait vizsgálva ismertette, hogy a MOL Nyrt. a korábbi támogatás felét biztosította, amit csak részben ellensúlyozott a két bányászati lap összevonása. Nehezítette a helyzetet, hogy a Múzeum körüli ingatlan bérlője felmondta a szerződést, és az is, hogy az egyéni tagdíjbevételek jelenleg 1 millió forintos elmaradást mutatnak. Kiemelte a Fémalk Zrt. 4,8 millió forintos támogatását a BKL Kohászati megjelentéséhez.

*Nagy Lajos* elnök azzal zárta ezt a napirendi pontot, hogy a Mecsekérc Zrt. ígért éves támogatásával a nullás eredmény elérése lehetővé válik.

Az egyebekben *Bocz András*, a Vaskohászati Szakosztály elnöke elmondta, hogy a Dunafernnél bekövetkezett leépítések miatt és a tagdíj-fizetés módosulásával a tagok 25-30%-át veszítették el.

*Katkó Károly* javasolta, hogy 2017-ben az egyesület tüntesse fel levelezésén és a lapokban a nevezetes évfordulókat (150 éves a BKL, 125 éves az OMBKE).

Az ülést lezárva *dr. Nagy Lajos* megköszönte mindenki munkáját, áldott ünnepeket és boldog új évet kívánt.

**Dr. Gagyai Pálffy András jegyzőkönyve alapján összeállította BT**

## Tájékoztató a tatabányai Jó szerencsét! emlékévről

A Magyar Általános Kőszénbánya Rt. 1894. december 4-én hitbizományi szerződést írt alá az Eszterházyakkal a Tatai-medencében való szénkutatásról és kitermelésről. A IV-es számú lyuk 1896. márciusában ütötte meg a szénét, a lejtakna mélyítése augusz-

tus 1-én indult és az első csille szén 1896. december 24-én gördült a felszínre.

A lejtakna környezetében megépültek az első munkáslakások, amelyeket még több ezer követett. Alsógalla-Bányatelep gyorsan gyara-

podott és 1902-ben önálló község lett Tatabánya néven. Negyvenöt évvel később a környező községekkel egyesülve várossá nyilvánították.

Amíg aktív bányászat folyt a térségben, a fejlődés motorja a bányászat és az arra épülő ipar volt, a

város életét és fejlődését a bányá határozta meg. A bányászat válsága, a közelmúlt gyökeres társadalmi változásai új helyzetet teremtettek, amelyben több éves átmeneti időszak után sikerült meggyőzni a város vezetőit, hogy „ugyan a jövő már nem a bányászatról szól, de a több mint 100 éves bányászok olyan értékeket teremtett, olyan alapokat rakott le, amelyen egy korszerű és dinamikus városfejlesztés megvalósítható. Ezért nem megtagadni kell a múltat, hanem tiszteletben tartani és eredményeit elismerni. E szemlélet elfogadtatásában a helyi BDSZ és több bányászati hagyományőrző szervezet mellett nagyon sokat tett az OMBKE Tatabá-

nyai Szervezete is. Nagy öröm számunkra, hogy a város közgyűlése az első csille szén kitermelésének 120., és Tatabánya várossá válásának 70. évfordulója közötti időszakot „Jó szerencsét!” emlékvénekn nyilvánította.

Az emlékvéne látványos nyitógálája 2016. december 22-én zajlott le több ezer résztvevővel. 2017-ben a tervezett rendezvények közül az alábbiak az OMBKE tagságának érdeklődésére is számot tarthatnak:

Április 7. A „Jó szerencsét!” köszöntés emléknapiján szakmai konferencia és időszaki kiállítás megnyitója a Tatabányai Múzeumban

Április 8–9. József Attila országos vers- és prózamondó verseny bá-

nyász alkotók műveiből és bányászati tárgyú alkotásokból

Május 27. Az OMBKE 107. küldöttgyűlése

Június 9–11. I. Kárpát-medencei Bányavárosok Találkozója (programjáról később adunk tájékoztatást)

Augusztus 31. Országos Bányásznap

Szeptember 1. Nyitott szakestély

Október 8. Ünnepléses zárógála

A város elkészítette és levédette a Jó szerencsét! és a Vadorzó márkanévű sörreceptúrát, és támogatja egy városi sörfőzde létrehozását.

**OMBKE Bányászati Szakosztály Tatabányai Szervezete**

## ■ KÖSZÖNTÉSEK

Tisztelt Olvasók, tisztelt Tagtársak!

2012-ben úgy döntöttünk, hogy minden év elején a 70 év feletti kerek születésnapot ünneplő tagtársainkat nevük felsorolásával köszöntjük lapunkban.

A 70. évet ebben az évben betöltő tagtársainknak, akiket születésnapjukon először köszönhetünk ezen a módon, felkérő levelet küldtünk, hogy nekik a korábbi gyakorlat szerint rövid életútjuk és fényképük közlésével is gratulálhassunk.

Természetesen továbbra is lehetőséget adunk arra, hogy a szakosztályok vezetősége és a lapba író szerzők a nevezetes születésnapot ünneplő tagtársainkról interjú formájában megemlékezzenek.

**Balázs Tamás felelős szerkesztő**

**2017-ben jubiláló tagtársainknak szeretettel gratulálunk, további jó egészséget és még sok békés, boldog évet kívánunk!**

### 95. születésnapját ünnepli

Rempört Zoltán dr. Vaskohászati Szakosztály

### 90. születésnapját ünnepli

Kovács Dezső dr. Öntészeti Szakosztály  
Ádám János dr. Fémkohászati Szakosztály

### 85. születésnapját ünnepli

Matura Ferenc Vaskohászati Szakosztály  
Kúti István dr. Vaskohászati Szakosztály  
Szabó László Fémkohászati Szakosztály  
Szende György Öntészeti Szakosztály  
Szili Sándor dr. Öntészeti Szakosztály  
Kocsis István Fémkohászati Szakosztály  
Karancz Ernő József Öntészeti Szakosztály  
Martos István Fémkohászati Szakosztály  
Szarka Gyula dr. Egyetemi Osztály  
Mikus Károly Öntészeti Szakosztály  
Machata Béla Fémkohászati Szakosztály

### 80. születésnapját ünnepli

Földesi Gyula Öntészeti Szakosztály  
Rédei András Vaskohászati Szakosztály  
Fiumei Attila Vaskohászati Szakosztály  
Solymosi Tibor Öntészeti Szakosztály  
Mucs Béla Fémkohászati Szakosztály  
Novák Sándor Fémkohászati Szakosztály  
Loy Árpád Vaskohászati Szakosztály  
Hercsik György Vaskohászati Szakosztály  
Babus Gyula Vaskohászati Szakosztály  
Árkovits Elemér Öntészeti Szakosztály

### 75. születésnapját ünnepli

Nyitray Dániel dr. Vaskohászati Szakosztály  
Simon Béla Vaskohászati Szakosztály  
Clement Lajos Fémkohászati Szakosztály  
Vida Zoltán Öntészeti Szakosztály  
Horváth Gábor Öntészeti Szakosztály  
Lőrinczi József Vaskohászati Szakosztály  
Horváth Ákos dr. Vaskohászati Szakosztály

Tóth Lajos Attila dr.  
Böröndy Istvánné  
Leszl Bélané  
Sas István  
Rózsa Sándor  
Szentváry Béla  
Nagy Gábor  
Pétervári Imréné  
Hajnal János  
Diósi János

Egyetemi Osztály  
Vaskohászati Szakosztály  
Vaskohászati Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Öntészeti Szakosztály  
Vaskohászati Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Öntészeti Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály

Antal Ferenc  
Kovács Istvánné  
Tóth László  
Németh Sándor dr.  
Temesszentandrás Guidó  
Scheffler Klára  
Oláhné Hornyák Veronika  
Dávid János  
Zupkó István dr.  
Vadász József  
Sáfár Lászlóné  
Dúl Jenő dr.  
Ládai Balázs dr.  
Longa Péter  
Holdampf Attila  
Sápi Lajos  
Czomba Imre  
Schlégel Miklós dr.  
Sándor Péter dr.  
Marczis Gáborné dr.  
Cseh Kálmán

Fémkohászati Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Vaskohászati Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Vaskohászati Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Egyetemi Osztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Vaskohászati Szakosztály  
Egyetemi Osztály  
Öntészeti Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Öntészeti Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Vaskohászati Szakosztály  
Vaskohászati Szakosztály  
Vaskohászati Szakosztály

## 70. születésnapját ünnepli

Sillinger Nándor dr.  
Szabó Ferenc  
Jagicza István  
Virág Ferenc ifj.  
Majoros Mária  
Kopasz László  
Villányi Károly  
Horváth János dr.

Fémkohászati Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Öntészeti Szakosztály  
Öntészeti Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Vaskohászati Szakosztály  
Vaskohászati Szakosztály  
Vaskohászati Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály

## 70. születésnapját ünnepelte

**Rudolf Lajos** 1946. augusztus 25-én született Mosonmagyaróváron.

A dunaújvárosi technikum elvégzése után 1969-ben a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán szerzett öntész oklevelet, Nándori Gyula professzornál. Az Öntészeti Tanszéken 1966–69 között tanszéki hallgatói alkalmazott volt.

A Mosonmagyaróvári Mezőgazdasági Gépgyár (Kühne) öntödei műszaki osztályvezetője volt 1970-től 1981-ig, utána ugyanott, a Rába Magyar Vagon-és Gépgyár melegüzemi fejlesztésén fejlesztómérnöki feladatokat látott el, majd 1996-ig különböző vezető beosztásokat töltött be. 2001–2016-ig a MOTIM-nál üzemmérnökként dolgozott. 2016-tól végleges nyugdíjba vonult.

Nős, három gyermeke van.

Az OMBKE-nek – megszakításokkal – 1966 óta tagja. Nagy tisztelettel emlékszik vissza Ferencz Istvánra, aki szakmai, baráti és emberi tulajdonságaiban kiemelkedő volt.

**Horváth Tamás** 1946-ban született Kapuváron. A középiskolát Sopron-

ban végezte el, majd egy évig segéd munkásként dolgozott. 1966-ban eredményes felvételi vizsgát tett a Nehézipari Műszaki Egyetemen. 1971-ben szerzett diplomát a Kohómérnöki Kar alaktástechnológiai szakán.

Az egyetem befejezése után a Dunai Vasmű Hideghengerművénél helyezkedett el. Először gyakornokként, majd alapanyag-programosként dolgozott a Termelési Osztályon. 1973-tól a Technológiai Főosztály állományában fejlesztőtechnológusi, majd hideghengersori technológusi munkakörben dolgozott.

A 70-es évek végén egy szakmai kitérő következett, aminek az adott aktualitást, hogy megkezdődött a felkészülés a konverteres acélgyártásra. A konverteres acélmű építése és indítása idején az LD-acélgyártás technológusi feladatait látta el a Technológiai Főosztályon.

1982-ben egy átszervezést követően visszakerült a Hideghengerműhöz technológiai csoportvezetőnek. 1985-ben kinevezték a Hengermű Műszaki Osztály vezetőjévé. 1986-tól ismét a Hideghengermű állományába került, ahol vezető technológusként aktív részese volt a Hideghengermű 1988-



1990-es rekonstrukciója levezénylésének. Ezt követően gyárrezslegvezetői, majd gyárvezető helyettes műszaki vezetői munkakört töltött be.

1992-ben az osztrák-magyar vegyesvállalatként megalakult DWA Hideghengermű Kft.-nél minőségbiztosítási főmérnök lett, és irányította a Hideghengermű ISO 9002, majd az ISO 9001 szerinti tanúsítására való felkészülését. 2001-től 2006-os nyugdíjazásáig a korábbi minőségirányítási funkciót is megtartva műszaki-technológiai főmérnökként dolgozott a DWA-nál.

2007–2008-ban műszaki szakértőként közreműködött a Hideghengermű újabb főberendezéseinek, a sósavas pácolósor és az 1760-as hengerállvány telepítésénél.

**Dr. Sillinger Nándor Kálmán** 1947. január 1-jén született a Zala megyei Bókaházán. Az általános iskolát szülőfalujában – négyosztályos osztatlan tagozatban – végezte, majd felvételt nyert a Veszprémi Vegyipari Technikum színesfémipari tagozatára. Miskolcon szerzett vas- és fémkohómérnöki oklevelet 1970-ben.

Az Ajkai Timföldgyár és Alumí-



niumkohóban technológus mérnöki, kohó műszaki osztályvezetői, majd formaöntöde gyárrészlegvezetői munkakörökbe töltött be. 1983–1991 között a Magyar Alumíniumipari Tröszt vezérigazgató-helyettese, párhuzamos munkakörként 1986–1990 között az Alumíniumipari Tervező és Kutató Intézet vezérigazgatója volt. A Tröszt 1991. évi társasági átalakulását követően a Hungalu Rt.-ben stratégiai-, majd privatizációs igazgatóként dolgozott 1996-ig. 1997–1998 között a MAL Magyar Alumínium Termelő és Kereskedelmi Részvénytársaság fejlesztési igazgatója, 1998 szeptemberétől a cég vezérigazgatója volt 2006. évi nyugdíjba meneteléig.

1984-ben műszaki doktori, majd 2000-ben műszaki tudomány kandidátusa címet szerzett. Három felnőtt gyermek édesapja, illetve öt unoka nagyapja.

**Szabó Ferenc** 1947. január 5-én született a Nógrád megyei Héhalom községben, az általános iskolát is ott végezte. 1961-től 1964-ig Hatvanban szerezte meg az elektroacél-olvasztár szakmunkás bizonyítványt. Ezután a csepeli Kossuth Lajos öntő- és gépipari technikumba járt, ahol 1969-ben kapott öntőipari technikus oklevelet, majd a Dunaújvárosi Főiskolán 1976-ban metallurgus üzemmérnök oklevelet szerzett.



1961-től 1964-ig a Fémtermia vállalatnál volt ipari tanuló. Megtanulta a ferroötvözetek és a magnézium gyártását elektrotermikus és fémtermikus módszerekkel. 1964-től a Metallochemia vállalatnál dolgozott mint olvasztár.

A technikum és főiskola elvégzésével a szakmai előmenetele is változott

a vállalatnál. A kohászati laboratóriumban volt laboráns, majd a műszaki osztályon kísérlet-kutatással foglalkozott. 1970-től művezetőként, majd 1977-től kohászati üzemvezetőként dolgozott 10 éven át.

1987–1994 között a Metalloglobusnál öntödei osztályvezető volt.

1994-ben feleségével megalapították a Glob-Metal Kft.-t, ahol 50%-ban tulajdonos és műszaki vezető. A cég forrasztóóngyártással és hulladékfeldolgozással, finomítással foglalkozik. Az ólomfeldolgozás területén sugárvédelmi és műszaki öntvényeket, ón- és ólomlemezgyártást folytat.

1970-től az OMBKE tagja, és ottani tevékenységéért 2011-ben OMBKE-plakett kitüntetést kapott.

**Kopasz László** 1947. március 6-án született Pápán. Az általános iskola befejezése után a veszprémi Vegyipari Technikumban színesfémipari technikusként végzett. Dunaújvárosba került, ahol kohász, majd alakítás-technológus üzemmérnöki oklevelet szerzett.

40 évig a jelenlegi ISD-Dunaferr Zrt.-nél, illetve elődeinél különböző technológiai területeken – üzemtechnológusi, üzemmérnöki, üzemvezetői, vállalati termelésirányítói, műszaki vezetői, főmérnöki és szakértői – munkakörökben dolgozott. A betöltött szakterület függvényében a Magyar Értékelemző Társaság, valamint a GTE és a BME Mérnöktovábbképző Intézetei továbbképzőin tanult tovább.

Későbbi szakirányú tevékenységét meghatározta, hogy a Vasmű Darabáru-horganyzó, az Acélszerkezeti tűzihorganyzó és Magyarország első Sendzimir szalaghorganyzó telepítésében és beüzemelésében vett részt.



Jelenleg a Magyar Könnyűszerkezeti Egyesület magántagja, a Magyar Tűzhorganyzók Szervezete vezetőségi, valamint a Szakmai Bizottság tagja és a dunaújvárosi OMBKE vezetőségének tagja. 15 éve a Magyar Mérnöki Kamara korrózióvédelmi szakértője, szakterületének rendszeres előadója.

Szakmai elismerései többek között: Centenáriumi Díszoklevél, Kiváló Dolgozó, arany fokozatú Kiváló Újító, OMBKE-plakett, Miniszteri Elismerő Oklevél, Wahler Aladár-emlékérem.

**Villányi Károly** 1947. március 27-én született. 1965-ben a tapolcai gimnáziumban érettségizett, majd a Dunaújvárosi Felsőfokú Kohóipari Technikumban tanult tovább metallurgus szakon, 1974-ben az NME Kohó- és Fémipari Főiskolai Karán kohász metallurgus üzemmérnöki képesítést szerzett.



1968-tól a Dunai Vasmű, a mai nevén Dunaferr Acélművében dolgozott 2007-ben történt nyugdíjba vonulásáig. Gyakornokként az Acélmű öntőcsarnokában kezdett, majd az SM-kemencéből történő acélgyártás volt a következő állomás. 1971-től az épülő folyamatos öntőmű – FAM – állományaiba helyezték át. 1971-ben Riesában három hónapig, majd 1972-ben Donyeckben két hónapig ismerkedhetett a bevezetésre váró új technológiával. Az első öntésnél vezető-kormányosi munkakörben vett részt 1973-ban, majd a 2. számú öntőgép beüzemeltetésében is tevékeny része volt 1974-ben. 1974-től 1983-ig műszakos művezetői, majd 1983-tól FAM-technológusi munkakörben dolgozott.

Kétszer volt kiváló dolgozó, az OMBKE-nek 1972-től tagja.

2017. február 12-e gyásznap a hazai kohász társadalom számára. Gyászol a hazai kohásztársadalom, mert e napon elment kohászatunk két kiemelkedő személyisége, az egyaránt 96 évet élt dr. Sziklavári János és dr. Szőke László.

Kortársak, sorstársak voltak, előremenetelük hasonlóan ívelt magasra. Mindketten üzemi szakemberként emelkedtek ki kortársaik közül, mindketten jelentős oktatási tevékenységet végeztek, ezért kapták meg az Alma Matertől a címzetes egyetemi tanári címet, s váltak mindketten sokak példaképévé. Mindkettőjüket az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület tagsága tiszteleti taggá választotta, s noha munkahelyeik zöme mára eltűnt, felszámolódott, az Alma Mater és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület továbbra is tisztelettel követte életútjukat és emelte ki példaként a mai fiataljaink elé.

90. életévük alkalmából otthonukban történt beszélgetés során még úgy tűnt, hogy hosszú évekig köztünk lehetnek, de a 96. évükben mindkettőjüket egy ugyanazon a napon a Mindenható magához szólította, mindketten Budapesten, a Szent Gellért urnatemetőben leltek örök nyugalmat.

Utolsó Jó szerencsét!-tel búcsúzunk Tőlük, nyugodjanak békében...

## Dr. Sziklavári János

1921–2017



1921. augusztus 3-án született Budapesten. Nagypapa szász iparos, édesapja pék volt, az I. világháború alatt jöttek át Nagyszébenből Budapestre. Boldog gyermekéveit nagyszüleivel, szüleivel Lajosmizsén, Ladánybenén, Örkényben töltötte, majd három testvérével együtt az édesapja korai halálát követően családja Budapestre költözött, ahol érettségi után előbb egy Takarékpénztárba került, majd a háború alatt Erdélyben teljesített katonai szolgálatot. Gyermekévei során szerzett élményei, a háborúban eltöltött évek tapasztalatai alapján kapott kedvet ahhoz, hogy banki tevékenységét abbahagyja, s helyette Sopronban kohómérnöknek tanuljon, majd egy diósgyőri kohászti állást megszerezve kezdje meg pályafutását.

Vaskohómérnökként a Diósgyőri Martin-üzemben kezdett. Kezdő mérnöki tevékenységére jelentősen kihatott, hogy már az első év folyamán a Diósgyőri Műszaki Főiskola oktatójaként teljes vertikum ismeretekre kellett szert tennie, s amikor ezt egy év után befejezte, a vasgyárban rohamtempóban lépett előre a ranglétrán. Előbb diósgyőri kohászati építkezéseket, fejlesztéseket irányított, majd az Elektroacélmű vezetőjeként igyekezett új acélok gyártását bevezetni, a minőség javításán fáradozni. Ez idő tájt megnősült, felesége, egy tanítónő, egész pályafutása során első számú támogatója lett.

Ezt követően elektroacélműi vezetőből főtechnológus lett, majd az egyesített acélművek vezetője. E tevékenysége során készült el a kísérleti folyamatos öntő-kristályosító mű, nem rajta múlt, hogy a világszerte unikum technológiai

fejlesztés nem válhatott már akkor a termelés részévé, viszont segítette, hogy főtechnológusi feladata után a főmetallurgusi feladatokat is megkapja. E feladatai során egyre több országos kohászati feladatot is kapott, bekapcsolódott az egyetemi oktatómunkába is, irányította a diósgyőri kutatómunkát, egyre tevékenyebben részt vett a szakmai közéletben. Két évtizednyi megfeszített üzemi munka után, miközben 1968-ban megszerezte kandidátusi címét is az akadémián, egészségi problémái jelentkeztek. Elsősorban ezért is, 1973-ban Diósgyőrből Budapestre költözött.

A Kohó- és Gépipari Minisztérium Tervező Irodájában két nagy kohászati beruházás, a Dunai Vasmű ill. a Diósgyőri Vasgyár konverteres acélművének tervezési feladatait vezette, mint a Generáltervező Iroda vezetője, majd a technológiai tervek elkészülte után – 1978-ban – áthelyezték az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság főosztályvezetői székébe. Itt már országos ügyek intézését vállalta, tudományos szakmai közélet vezetői között képviselte a kohászatot. 1985-ben még megszerezte a műszaki tudományok doktora címét a magyar Tudományos Akadémián, majd ezen év végén került nyugdíjba, de még évekig dolgozott elnöki tanácsadóként.

Kapcsolatát az egyetemmel nyugdíjazásáig megtartotta, 1984-ben címzetes egyetemi tanári címet kapott, egyetemünk a legmagasabb kitüntetésben, a tiszteletbeli doktori címben is részesítette. Számos kitüntetés birtokosa, ezek közül is talán legbüszkébb az OMBKE tiszteleti tagságára, amit a bányász-ko-

hász szakma képviselői szavaztak meg részére az ezredfordulón.

Sziklavári professzor rendkívüli teherbírású volt, amit segített rendezett családi élete, karbantartott egészségi állapota. Leánya tanítónő lett, fia kohómérnök, ez utóbbi egyik gyermeke szintén kohász. Öregségének terhét – lánya családja mellett épült budajenői házában – Isten segítségével viselte, míg ez év február 12-én rövid betegség után szíve megszűnt dobogni.

Dr. Sziklavári Jánossal egy ízig- vérig kohász szakember távozik az élők sorából, egy olyan kohász, aki még teljes vertikumában foglalkozott magas színvonalon a szakmával elméleti és gyakorlat vonatkozások tekintetében egyaránt. Egy mindig mosolygós, mindig elégedett ember volt, aki szakemberek tucatjainak segített a pályán.

 K. GY.

## Dr. Szőke László 1921–2017



1921. július 20-án született – de jure osztrák állampolgárként – Sopronban. A történelemből ismert ágfalvi csata utáni népszavazás eredménye tette lehetővé, hogy – de facto – magyar állampolgár lehessen. Postás szülei közül édesapját 17 éves korában elvesztette, ezért – megélhetési gondok miatt – a helyi Magyar Királyi József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem soproni Bánya-, Kohó- és Erdómérnöki Karán kezdte meg tanulmányait, s itt szerzett 1943-ban kohómérnöki diplomát. Verő professzor szárnyai alá vette, diplomájának kézhezvétele után azonnal adjunktus lett a Fémtechnológiai Tanszéken. 1944 októberében SAS-behívót kapott, de a háborúban német földön amerikai fogságba esett, ahonnan 1946 márciusában tért haza. Egyetemi állását visszakapta, de még az év augusztusában az amerikai hadifogság miatt B-listázták.

1947 februárjában felvételt nyert a csepeli Weiss Manfréd Acél- és Fémművek központi kémiai laboratóriumába. Előbb hőkezelési feladatokkal foglalkozott, majd 1952-ben kinevezték az Elektroacélmű vezetőjévé. Számos minőségi acél (melegszerszámacélok, gyorsacélok, csapágyacélok, olajbányászati csőacélok, kis karbontartalmú hídadástechnikai acélok) gyártásának bevezetésénél, fejlesztésénél játszott vezető szerepet, nevéhez fűződik a folyékony acél vákuumos kezelésének üzemszerű megvalósítása.

1965-ben a Vasipari Kutató Intézetbe került. Tudományos igazgatóhelyettesként felelős volt a „nyugati” kapcsolatok kialakításáért. Kiváló intézményi együttműködést alakított ki a ljubljanai Metal-

lurski Intituttal, a düsseldorfi Betriebsforschungsinstituttal és a francia IRSID-del, tartalmaz személyes kapcsolatot számos elismert kutatóval, oktatóval.

1975-ben védte meg kandidátusi értekezését „Az acél olvadásának fenomenológiai vizsgálata” címmel. Támogatta a nemzetközi Clean Steel konferenciák, valamint a balatoni nyersvas- és acélgyártó, valamint az anyagvizsgáló konferenciák szervezését.

Az oktatómunkából is kivette részét. Előadásokat tartott a ME Fémtani Tanszéken, majd a Vaskohászattani Tanszéken, a Hőkezelő Szakmérnöki Szakokon, valamint a Mérnöki Továbbképző Intézetben.

1976 és 1981 között – nyugdíjazásáig – a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés tanácsadója lett. 1980-ban Törökországban, 1982-ben Szíriában dolgozott az UNIDO szakértőjeként.

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületnek legrégebbi tagja. 73 éves egyesületi tagsága alatt egyesületünk számos bizottságában (Környezetvédelmi Bizottság, Oktatási Bizottság) végzett tevékeny munkát, ciklusokon át volt a Vaskohászati Szakosztály vezetőségi tagja, a BKL Kohászat szerkesztőbizottságának tagja. Angol, német nyelvtudását kamatoztatva 1986-tól éveken át tagja volt a IUVSTA (International Union for Vacuum Science, Technique and Application) Vákuummetallurgiai Divíziója Nemzetközi Tanácsadó Testületének.

Közreműködött az EU környezetvédelmi előírásainak hazai átültetésében. A Vaskohászati Tanszékkel együttműködve részt vett az acélgyártással kap-

csolatos BAT (Best Available Techniques) EU-ajánlások hazai átültetésében. Több mint 80 cikk, illetve tanulmány és 18 könyv, egyetemi jegyzet stb. szerzője vagy társszerzője. Oktatási tevékenységéért 1983-ban c. egyetemi tanári címet szerzett, még ez évben az OMBKE is tiszteleti taggá választotta.

1947-ben nősült. Felesége Ankovics Margit, laboratóriumi kolléganő. Erzsébet lánya a dunaújvárosi főisko-

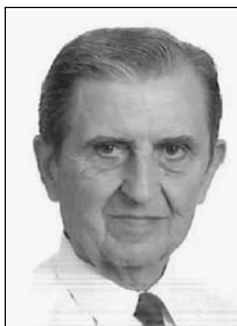
lát végezte el, kohó-üzemmérnök lett. László fia a budapesti Műegyetemen szerzett építészmérnöki diplomát.

Szöke professzor életvitelére és egészségi állapota hosszú életet vetített előre, amit valószínűleg befolyásolt, hogy a halála előtt néhány nappal vesztette el feleségét. Szöke professzor már a temetését sem érte meg, ment felesége után...

 K. Gy

## Csömöz Ferenc

1940–2017



Csömöz Ferenc a szolnoki gimnáziumi évek után -- terveivel ellentétben -- a Budapesti Műszaki Egyetem helyett 1958-ban Miskolcon kezdte meg felsőfokú tanulmányait. Itt és a nyári termelési gyakorlatok alatt, amelyeket a székesfehérvári Könnyűféműben töltött, ismerte meg a kohászat csínját-bínját. 1963-ban kapta meg diplomáját, mint okleveles kohómérnök, 2013-ban az arany diplomát vehette át.

A végzést követően, a közben megkötött tanulmányi szerződésének köszönhetően, a gyár állományába került, Székesfehérvárra költözött.

Az életét a család, a munkahely és az egyesület hármasa jellemezte.

Végigjárta a „szamárlétrát”: volt művezető, üzemmérnök, technológus, fejlesztési csoportvezető, gyárfejlesztési osztályvezető.

1977-től beruházási osztályvezető, majd főosztályvezető-helyettes, 1993-tól a nyugdíjazásáig a Hengermű üzletág beruházási szakfelelőse volt. Munkáját minden beosztásban a tőle megszokott megbízhatósággal és alaposággal látta el. Mindenkor tisztelettel és alázattal viselkedett beosztottjaival, munkatársaival.

1961-ben, még Miskolcon lett az egyesület tagja. Fehérvárra kerülve hamar beilleszkedett a helyi csoport életébe, bizalmi, majd főbizalmi megbízást kapott. 1972-től 18 éven át volt a csoport titkára, 1994-től hat éven át a csoport elnöke. Vezette, irányította a selmeci hagyományok ápolását. A betöltött pozíciókban szerénysége, kiszámíthatósága példa értékű volt.

A gyári munka mellett tankönyvet írt

a szakközépiskolásoknak, cikkeket a Magyar Alumíniumba, a Fejér megyei Műszaki Életbe. Szótárt szerkesztett.

Tagja volt a Bányászati és Kohászati Lapok szerkesztőbizottságának, az Alapszabály bizottságának, a Történelmi bizottságnak, a MTESZ Fejér megyei vezetőségének.

Az 1972-es, 1978-as, 1985-ös nemzetközi alumíniumkonferenciák szervező bizottságának vezetője volt.

Évtizedeken át kitartó szorgalommal gyűjtötte, rendszerezte, albumokba rendezte a csoport életével kapcsolatos dokumentumokat, relikviákat. 2005-ben megírta a csoport 50 éves történetét.

Egyesületi munkájáért 1979-ben z. Zorkóczy Samu-, 1986-ban Mikovinyi Sámuel-, 2001-ben 40 éves, 2011-ben 50 éves tagságért Soltz Vilmos-émlék-érmet kapott.

2003-ban megkapta a legnagyobb egyesületi kitüntetést. Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület közgyűlése az egyesület tiszteleti tagjává választotta.

Sajnos az utolsó években megfogyott ereje, megtört lendülete, de még így is próbálta nap mint nap segíteni munkánkat. Ezúton is köszönjük!

Jó Szerencsét!

 Csurgó Lajos

Csömöz Ferenc hamvait 2017. február 13-án helyezték örök nyugalomra a székesfehérvári Budai úti ref. templom altemplomában. Emlékére a temetés után gyászszakestélyt tartottak az Alumíniumipari Múzeumban.

## Pusztai László

1944–2017



2017. január 27-én, az Óbudai temetőben kísértük utolsó útjára Pusztai Lászlót, a magyar művészi vasöntészet legalaposabb ismerőjét, aki az Öntészeti Szakosztály Öntésztörténeti és Múzeumi szakcsoportjának az alapításától fogva aktív tagja, sokunk közeli barátja volt.

Egy kis dunántúli faluból származott, a zene és a művészetek iránti vonzalma már a középiskolában megmutatkozott. Az ELTE művésztörténész szakán végzett 1968-ban. Egyetlen munkahelye volt, az Országos Műemlékvédelmi Felügyelőség Építészeti Múzeuma. 39 éven át dolgozott a múzeumért. Életműve hatalmas, pótolhatatlan tudományos és művelődéstörténeti értékeket kutatott fel és mentett meg a nemzet javára. Tanulmányokat, könyveket, cikkeket publikált, kiállításokat rendezett. Közvetlen, barátságos, segítőkész ember és vezető volt.

Építészettörténeti munkássága mellett ő kutatta és foglalta össze a szakmánkhöz és szívünkhöz oly közelálló témát, a magyar és az európai öntöttvasművességet. A kezdetektől szinte haláláig istápolta az Öntödei Múzeum ilyen irányú kutatásait, rendezvényeit. A Művészi öntöttvas tárgyak gyűjtőinek köre is az ő 1978-ban megjelent könyve, a Magyar öntöttvasművesség, és ennek 1998-as második kiadása alapján kezdte jobban értékelni az addig inkább kedvtelésből gyűjtögetett öntöttvas kályhákat, kispasztikákat, domborműveket.

Az országban 20-30 nagyobb magángyűjtemény tulajdonosával és a közgyűjtemények (Iparművészeti Múzeum, Magyar Nemzeti Múzeum, Öntödei Múzeum, Beregi Múzeum, Szentendrei Szabadtéri Néprajzi Múzeum) szakembereivel folytatott, nagy elhivatottsággal végzett tevékenységének köszönhető, hogy ezek a tárgyak nem lettek az 1950–60-as évek vasgyűjtésének áldozatai, az utolsó 24 órában megmenekültek az újraolvasztástól, s még sokáig


tanúskodnak a magyar vasöntészet mintakészítőinek, formázó- és öntőmestereinek szakmai tudásáról.

Az Öntödei Múzeum rengeteg segítséget, önzetlen támogatást kapott Pusztai Lászlótól. Pártolta az évente megszervezett gyűjtői találkozókat, s boldoggá tette, ha egy-egy újabb kiállítás nyílt meg ebben a témában, vagy ha sikerült egy-egy gyűjteményt úgy megmenteni a jövőd számára, hogy a helybeliek is felismerték jelentőségét, s támogatták a bemutatását.

Ma már az ország több helységében látható „Az öntöttvas dicsérete” tematikájú kiállítás, ahol megemlékeznek Pusztai Lászlóról is, akinek a munkássága nélkül az iparművészetnek és a kohásztörténetnek ez a szelete nem került volna a köztudatba, elveszett volna az idők homályában. Ezek a megmentett öntöttvasművességi relikviák mind-mind azt bizonyítják, hogy az általa elindított értékmentés értő fülekre, támogató szakemberekre talált, ez irányú munkája sem volt hiábavaló.

A magyar kohászatban dolgozó szakemberek elismeréssel és hálával gondolnak Pusztai Lászlóra, hiszen az Öntödei Múzeumban 1996-ban az ő támogatásával valósult meg az építészeti vasöntvényeket, utcabútorokat felvonultató kiállítás, és 1998-ban, a 63. Öntészeti Világkongresszus tiszteletére 16 magángyűjteményből és hat közgyűjteményből összeválogatott, látványos öntöttvasművességi kiállítás. Ez irányította arra a figyelmet, hogy az ipari öntvények mellett a 19. század közepétől az 1920–30-as évekig tartó korszakban elődeink ezen a téren is európai rangú, mives termékeket állítottak elő.

Az öntész szakma nevében kívánunk Neki békés nyugodalmat és utolsó Jó szerencsét!

 **Lengyelne Kiss Katalin**  
az Öntödei Múzeum nyugalmazott igazgatója

## Kérés

Az Országos Széchényi könyvtár keresi a BKL Kohászat 1991/6. számát.

Kérjük Tagtársainkat, hogy akinek ebből a lapszámból van nélkülözhető példánya, juttassa el az OMBKE címére.

# MEGHÍVÓ

## az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület 2017. május 27-én, szombaton 10:30 órakor kezdődő 107. KÜLDÖTTGYŰLÉSÉRE

Helyszín: Jászai Mari Színház (2800 Tatabánya, Népház utca 5.)

### NAPIREND

Himnusz

Elnöki megnyitó

Köszöntések

A Választmány beszámolója, közhasznúsági jelentés

Az Ellenőrző Bizottság jelentése

Hozzászólások, indítványok

**SZÜNET**

Tiszteleti tagok választása

Kitüntetések átadása

Bársony László: A szénbányászat 120 éve Tatabányán

Határozatok

Elnöki zárszó

Bányász-, kohász- és erdész himnusz



## Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület megalakulása 125. évfordulója alkalmából 2017. június 24-én SELMECBÁNYÁN ünnepséget rendez

### Program

14:00 Ünnepség a Szent Katalin-templomban:

- A templom plébánosának üdvözlő szavai
- Az OMBKE elnökének megemlékezése a 125 évről
- A Magyar Országgyűlés elnökének üdvözlő szavai
- Selmecebánya polgármesterének köszöntője
- A külföldi társszervezetek nevében a szlovák egyesület köszöntője
- A magyar társszervezetek nevében az Erdészeti Egyesület és a Magyarhoni Földtani Társulat köszöntője
- Bányász- és Kohászhimnusz

16:00 Az ünnepség után díszfelvonulás az Akadémia Erdészeti Palotájához, ahol a résztvevők megkoszorúzzák az OMBKE megalapítását megőrkítő magyar, német és szlovák nyelvű emléktáblákat.

20:00 Szakestély a Kulturális Központban (a Grand Matej melletti épületben).

Az ünnepségre és a szakestélyre minden egyesületi tagot, érdeklődőt szeretettel várunk.

Kérjük, hogy előre jelezzék részvételi szándékukat.

Megfelelő érdeklődés esetén az utazáshoz autóbust is indítunk.



# Szemelvények kohászatunk múltjából

## Vaskohászat a Dunántúlon

Ha a 18–19. századi vasgyárak helyét térkép-re visszük fel, megállapíthatjuk, hogy jelentős mértékű vaskohászat Észak- és Dél-Magyarországon alakult ki. Ezt mindenekelőtt az magyarázza, hogy jó minőségű vasérc a Kárpát-medence ezen részein található. A helynévadás elemzése, a régészeti leletek és a ránk maradt kevés okleveles adat viszont azt bizonyítják, hogy a Dunántúlon már a középkorban működtek vaskohások.

A helységnevek egy része a faluban hajdan élt szolgálónép foglalkozásával függ össze. A szolgálónépek olyan faluközösségek voltak, amelyek uruknak vagy a királynak valamilyen szolgálattal vagy termékkel adóztak. Vasművességre ilyen helynevek utalnak: Vasas (vasgyártó), Verő, Vasverő (kovács), Kovácsi (kovácsé), az ótörök eredetű Tömörd (vasas) és Tárkány (kovács), a szláv tövű Rudnok ~ Rednek ~ Rendek (vasas).

A kohászati emlékek feltárásával foglalkozó régészet is gyakran valamely vasművességre utaló helynév alapján kezdi meg az ásatást. A Kohászati Történelmi Bizottság szorgalmazására 1959-től rendszeres régészeti munka folyt, nagyrészt a Dunántúlon. Bucakemencéket találtak többek között Sopron környékén, Szakonyban, Nemeskéren, Zsírán, Vasváron, Kőszegfalván, Veszprémben, Ravazdon.

Az Árpád-kori vasgyártó telepek közül az eddigi legnagyobb Somogyfajsz határában, gyevasérclelőhely közelében, 1988 és 1995 között került napvilágra: két műhelygödörben 21 bucakemence helyezkedett el. A kohótípus, az archeomágneses vizsgálatok alapján a telep kora a 10. századra tehető. Az épebben megmaradt műhelygödört és a leleteket az 1996-ban megnyitott Őskohó Múzeum mutatja be.

A 15. századtól kezdve írott forrásokban is található adatok dunántúli, főleg Vas vármegyei vasművekre. A szalónaki uradalomban már 1438-ban állt egy hámor, Batthyány Boldizsár pedig – miután bányászati engedélyt kapott – 1584-ben Ősszalónakon bucakemencét építtetett, működése 1620-ig követhető nyomon. A Léka melletti Vasverőn (későbbi nevén Hámor) 1517-ben említenek egy hámort. A pinkafői hámor eredete valószínűleg a 16. századig nyúlik vissza, de csak 1645-ben említik először, Góborfalván 1688-ban, Felsőőrön pedig 1778-ban esik szó egy-egy hámorról, ezek szerárut és szöget gyártottak. A Sopron vármegyei Lépesfalván 1745-ből mintegy fél évszázadig működött egy bucakemence, évente 2500 bécsi mázsa nyersvasat termelt. A pécsváradi bucakemence 1781-től tíz éven át dolgozott. Hegyesden, *Esterházy Miklós herceg* birtokán *Leonhard Mohr* 1756-ban létesített egy frisstüzes hámort. 1780-ban az üzemét az uradalom saját kezelésébe vette, és egy második hámorral bővítette, 1801-ig szerárut, abroncsot, szöget készítettek.

A Dunántúlon a 20. század közepéig csak egyetlen nagyolvasztó épült, a Bakonyban fekvő Kislődön, 1762-ben. A Morvaországból bevándorolt *Joseph Johann Schebelle* állította fel a négy évvel korábban létesített hámor mellé. A kohóban nem vasércet, hanem nagy vas-oxid-tartalmú bauxitot dolgoztak fel, az évi nyersvastermelés 800 és 1000 mázsa között volt. 1792-től 1817-ig már csak a hámor működött.

☞ K. L.

### Források

*Heckenast–Nováki–Vastagh–Zoltay*: A magyarországi vaskohászat története a korai középkorban. Bp., 1968.

*Gömöri J.*: 10. századi vasolvasztó műhely Somogyfajszon. BKL Kohászat, 1996. 7–8. sz.

*Gömöri J.*: Az avar kori és Árpád-kori vaskohászat régészeti emlékei Pannóniában. Sopron, 2000.

*Schleicher A.*: A kislődi vashámor története. MTA Műsz. Tud. Oszt. Közl., 1957, 1962.



A somogyfajsi Őskohó Múzeum