

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# Kohászat

Vaskohászat

Öntészet

Fémkohászat

Anyagtudomány

Felsőoktatás

Hírmondó

151. évfolyam

2018/2. szám



Jó szerencsét!

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület lapja.

Alapította Péch Antal 1868-ban.

## TARTALOM

### Vaskohászat

- 1** **Portász Attila – Szabó Gábor:** Innovatív kisen szén-dioxid-kibocsátású technológiák az acéliparban  
**7** **Marosváry István:** A Diósgyőri Hengerművek története  
**12** 10. Nemzetközi Clean Steel Konferencia

### Öntészet

- 13** **Bárdos András – Walczér Csaba:** Rézrotor nagy hatásfokú villamos motorokhoz  
**18** **Bubenkó Marianna – Fegyverneki György – Tokár Monika:** Al-Si olvadék zárványtartalmának csökkentésére irányuló vizsgálatok

### Fémkohászat

- 23** **Szurdán Szabolcs – Medgyes Bálint – Mende Tamás:** Mangánnal és bizmittal mikroított ólommentes ónforrasztó ötvözetek fejlesztése az elektronikai ipar számára  
**27** **Szabó Gábor – Szűcs Máté – Mikó Tamás – Puskás Csaba:** Kötött rétegek felszakadásának modellezése háromrétegű alumíniumlemezek továbbhengerlése során

### Anyagtudomány

- 31** **Godzsák Melinda – Lévai Gábor – Vad Kálmán – Csík Attila – Haki József – Kulcsár Tibor – Kaptay György:** Ipari körülmények között megvalósított színező tűzhorganyzás  
**36** **Veres Zsolt – Rónaföldi Arnold – Nagy Csaba – Roósz András:** Mágneses keverés hatására kialakuló periodikusan változó rúdátváltás Al-Al<sub>3</sub>Ni eutektikumban

### Felsőoktatás

- 40** Beszélgetés Mertinger Valériával  
**42** A Miskolci Egyetem hírei  
**43** Emlékezés soproni professzorunkra, dr. Romwalter Alfréd egyetemi nyilvános rendes tanárra

### Hírmondó

- 45** Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület hírei  
**51** Bányász-kohász-földtani konferencia Gyulafehérváron  
**52** A FémAlk Zrt. a negyedévente megjelenő üzemi lapja (2015–2017) tükrében  
**55** Múzeumi hírek  
**56** Köszöntés  
**57** Nekrológok

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

## FROM THE CONTENT

**Portász A. – Szabó G.: Innovative low-carbon technologies in the steel industry...** ... ..1  
 Stabilizing greenhouse gases at atmospheric concentrations at a low level seems indispensable to prevent serious climate change. The ambitious climate conditions of the EU and the current steel technology and the long-term projections for demand for steel products are inconsistent. In the EU, the sector's CO<sub>2</sub>-emission-cutting innovation activity is at the forefront of the world, and the results are significant.

**Marosváry L.: History of Diósgyőr Rolling mills ...7**  
 In 1770, Diósgyőr-Hámori Ironworks founded by Henrik Fazola, between 1868 and 1970, Antal Péch proposed a new location in Újdiósgyőr. The first task of the new factory was to satisfy the needs of rail and railroads of the Hungarian Royal State Railways. Soon the new tasks came from the production of the locomotive plate to the bullet shells and so on. The mills of Diósgyőr Ironworks produced 712,671 tons of rolled steel products in 1987, which is 64 times the 11,200 tons of "railway track" designed for rolling mills in Diósgyőr. This remarkable great development can only be appreciated by knowing the history of the bankers.

**Bárdos A. – Walczér Cs.: Copper rotor technology for high efficiency motors ... ..13**  
 Due to the continuous R & D activities, the asynchronous motor technology offers an easy solution for the e-traction. Thanks to its very good energy recuperation possibilities the usage of induction motor as a booster or a primer motor for the e-vehicles is a well-known way. Two types of induction motor could be differentiated according to the used squirrel cage material, namely aluminium and copper. The copper rotor motor is being developed by many OEMs as a premium solutions. The economical way to produce the rotors for induction motors is the casting, independent of the applied squirrel cage material. High pressure die casting is the casting process attaining the highest productivity. The cast parts are near net shaped and often they are used unmachined in their as-cast condition. With the Breuckmann casting technology today it is possible to cast 1.3 mm thin slots with a stack length of 200 mm.

**Bubenkó M. – Fegyverneki Gy. – Tokár M.: Investigations for the Reduction of Inclusion Content in Al-Si Foundry Alloys ... ..18**  
 The aim of the experiments with various Al-Si alloys was to examine how different experimental conditions affect the inclusion content of the molten alloys. The utilisation of two solid fluxes from different manufacturers were examined during degassing treatment, in case of AlSi7MgCu0.5 alloy. In order to determine the degree of purity, K-mould tests were carried out and evaluated. To acquire more realistic results, several test bars were prepared for each technological step. Beside K-moulds, test bars for density index (Dichte-Index) measurements were also cast, to determine the dissolved hydrogen content of the melt.

**Szurdán Sz. – Medgyes B. – Mende T.: Development of Mn and Bi micro-alloyed lead-free solder alloys for the electronic industry ... ..23**  
 Three different tin based micro-alloyed solder alloys with bismuth and manganese content were developed

(SAC0307Mn0,1Bi1, SAC0307Mn0,4Bi1, SAC0307Mn0,7Bi1) for the electronics. The commonly used SnAg3Cu0.5 (SAC305) lead-free solder alloy was used as reference. As a first step various parameters were tested from the solder alloy fabrication point of view. Before the reliability investigations, the crystallization temperatures were examined. During the reliability investigations of the solder alloys hardness, tensile strength and shear force tests were carried out. The results show that Mn and/or Bi content may have a positive impact on the reliability of the SAC alloys.

**Szabó G. – Szűcs M. – Mikó T. – Puskás Cs.: Modelling of multilayer rolling of continuous casting sheet metals for the degradation of the bonded layers ... ..27**  
 In this study 3 layers aluminium sheets roll bonding properties was investigated. The layer alloys were AlMnMg025Si08 and AlSi12. The examinations were calculated with FEM model. The passes in one step were 1.33, 1.99, 2.66, 3.32, 6.64, 9.97, 13.29, 16.61, 19.93, 23.26, 26.58% and the rolling temperature was 300 °C.

**Godzsák M. – Lévai G. – Vad K. – Csik A. – Haki J. – Kulcsár T. – Kaptay Gy.: Coloring hot-dip galvanization in industrial environment ... ..31**  
 Successful coloring hot-dip galvanization in industrial environment was carried out at fixed temperature (450 °C) in a little bath containing 738 kg molten zinc immersed into the industrial metal bath containing 800 t molten zinc. 0.1-, 0.15- and 0.2 wt % electrolyte manganese was alloyed into the zinc bath to color it. There wasn't possibility to change the bath temperature, the variable parameters of the experiment were manganese content and wall thickness of steel samples. The forming colorful coatings in the sequence blue – yellow – pinkish purple – green were obtained with increasing of manganese content of zinc bath and wall thickness of steel products. The samples were investigated by human eye, Glow-Discharge Optical Emission Spectroscopy (GD-OES) and Secondary Neutral Mass Spectrometry (SNMS). It was established, that MnO of various thicknesses was developed on the surface in function of manganese content of zinc bath and wall thickness of steel samples. This MnO coating is detected colorful by human eye due to light interference.

**Veres Zs. – Rónaföldi A. – Nagy Cs. – Roósz A.: Periodically changing rod distance in Al-Al3Ni eutectic resulting from magnetic stirring ... ..36**  
 Eutectic Al-Ni alloy was unidirectionally solidified by different rotating magnetic fields (B = 0, 10, 50, 150mT, f = 50Hz). The formed microstructure was investigated by light microscope and by scanning electron microscope. During our examinations a previously unknown phenomenon was found. In case of hard flow of melt the distribution of the distance between rods shows significant periodic inhomogeneity. The large-scale differences among the rod spaces within a short distance can be explained with the termination of laminar flow and appearance of vortices in the melt, directly in front of solidification. The local periodicity of the structure seems like different areas with different gray scales by smaller magnification (M = 50) on light microscope. We can see lighter and darker regions next to each other, which have elongated striped shape.

- **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. Kóródi István, Lengyelné 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

PORTÁSZ ATTILA – SZABÓ GÁBOR

## Innovatív kis szén-dioxid-kibocsátású technológiák az acéliparban

*Az üvegházhatású gázok légköri koncentrációjának megfelelően alacsony szinten történő stabilizálása elengedhetetlennek tűnik a súlyos éghajlatváltozás megelőzése érdekében. Az EU ambiciózus klímacéljai és a napjainkban elterjedt acélipari technológiák, valamint az acélermékek iránti keresletre vonatkozó hosszútávú előrejelzések nincsenek összhangban. Az EU-ban az ágazat CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkentésre irányuló innovációs tevékenysége a világ élvonalába tartozik, az elért eredmények jelentősek.*

*Cikkünkben azokat a forradalmian új megoldásokat igyekszünk röviden bemutatni, amelyekkel az acélipar a klímacélok által jelentett kihívásokra próbál gazdasági szempontból is fenntartható válaszokat adni.*

### 1. Az antropogén CO<sub>2</sub>-kibocsátás és a globális felmelegedés

Egymástól független mérési eredmények bizonyítják, hogy a földfelszín globális hőmérséklete az 1900-as évek eleje, a második ipari forradalom kezdete óta jelentősen nőtt. Jelenleg kb. 1 °C-kal haladja meg a korábbi szintet (1. ábra).

Az üvegházhatású CO<sub>2</sub> légköri koncentrációja is meredeken emelkedett az elmúlt évtizedekben, ezt a trendet gyakorlatilag leköveti az ún. antropogén eredetű CO<sub>2</sub>-kibocsátás változása.

Sokan szkeptikusak azzal kapcsolatban, hogy az antropogén CO<sub>2</sub>-kibocsátás és a globális földfelszíni hőmérsékletemelkedés ok-okozati kapcsolatban van-e vagy sem, az minde-

nesetre megállapítható, hogy a fenti két érték változásának trendjében figyelemreméltó egybeesés tapasztalható.

Egyes klímamodellek szerint, amennyiben az iparosodást megelőző szinthez képest 2 °C-nál magasabb globális hőmérsékletemelkedés következik be, akkor a súlyos éghajlatváltozás elkerülhetetlenné válik. Becslések szerint az éghajlatváltozás korlátozására irányuló határozott fellépés nélkül a globális hőmérséklet 2050-re 2 °C-kal, 2100-ra pedig több mint 4 °C-kal emelkedhet [4]. Ahhoz, hogy ne lépjük túl a 2 °C-os küszöböt, a világ minden országának drasztikusan csökkentenie kell az üvegházhatású gázok – egyebek mellett a CO<sub>2</sub>-kibocsátását. A fejlett országoknak és az EU-nak az innovatív, alacsony

szén-dioxid-kibocsátású technológiák kidolgozásában és bevezetésében is élen kell járniuk minden gazdasági szektornak, így a vas- és acélipar területén is.

### 2. Az Európai Unió klímacélja és az Eurofer ezzel kapcsolatos álláspontja

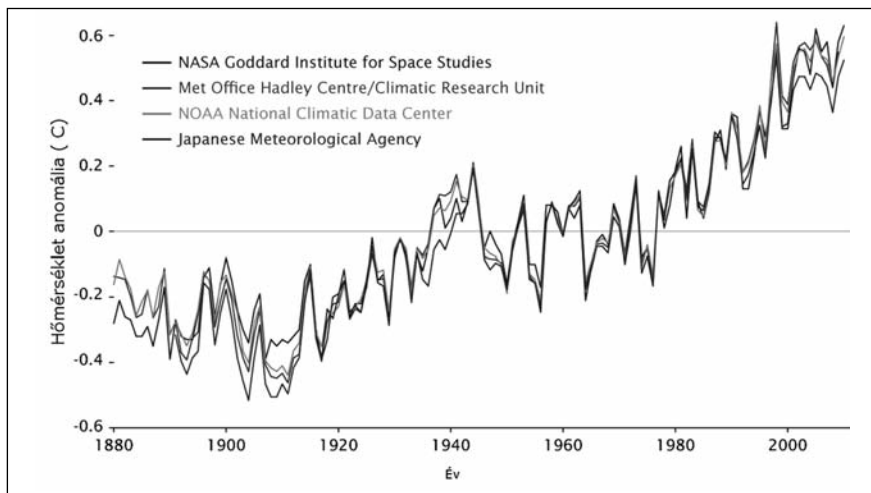
Az Európai Unió – mint az ENSZ éghajlatváltozási keretegyezmény (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC) tagjának – célja, hogy a légkörben lévő üvegházhatású gázok koncentrációját olyan szinten stabilizálja, amellyel még képesek lehetünk elkerülni a súlyos éghajlatváltozást. A cél érdekében az Európai Unió – más fejlett gazdaságok mellett – elkötelezte magát arra, hogy 2050-ig az 1990-es szint 80-95%-ára csökkenti az üvegházhatású gázok kibocsátását [5]. Az Unió arra törekszik, hogy a világ más régiói számára példaértékű erőfeszítéseket tegyen a klímacélok megvalósítása érdekében. Lényeges megjegyezni, hogy a világ elmaradottabb régiói csak abban az esetben fogják követni ezeket az ambiciózus célokat, ha már megbizonyosodtak arról, hogy az alacsony szén-dioxid-kibocsátású módszerek és technológiák az adott iparág versenyképességét érdemben nem rontják.

„Ahhoz, hogy az Unió klímacéljai teljesüljenek, kulcsfontosságú az innovatív, versenyképes és környezetbarát európai acélipar.” – olvashatjuk az Eurofer (Európai Acélipari Szövetség) 2017.12.14-én a témával kapcsolatban kiadott vitaanyagában (Towards an EU Masterplan for a Low-Carbon, Competitive European

A cikk a Magyar Acél 2018 tavaszi lapszámában jelent meg.

**Portász Attila** okleveles kohómérnök képlékenyalakító szakirányon szerzett diplomát 2009-ben. 2003 óta dolgozik az ISD Dunafer Zrt.-nél, 2014-től főtechnológus, 2017-től K+F osztályvezető pozícióban. 2017 év elejétől a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés technológiai- és kutatási igazgatóhelyettesi teendőit is ellátja.

**Szabó Gábor** 2006-ban gépgyártás-automatizálási szakirányon végzett az ME Gépészmérnöki Karán, 2009-ben anyagmérnöki diplomát kapott a MAK hőkezelő és képlékenyalakító szakirányán, anyaginformatikai ágazaton, majd 2016-ban PhD-fokozatot szerzett. Jelenleg a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán, a Metallurgiai Intézetben adjunktusi beosztásban dolgozik.



■ 1. ábra. A globális földfelszíni átlaghőmérséklet változása az 1900-as évektől napjainkig [1]

Steel Value Chain) [7]. Az Eurofer a fent említett összeállításában kifejti, hogy az európai acéltipar komoly erőfeszítéseket kíván tenni annak érdekében, hogy az EU megőrizze globális vezető szerepét a karbon-semlegességre törekvő ipari innovációk területén, feltéve, hogy a kibocsátás csökkentést célzó újítások gazdasági szempontból életképesnek bizonyulnak. Az Eurofer ezzel nyilvánvalóvá teszi, hogy támogatja az Unió klímacéljait, azonban azt is, hogy nem minden áron. Ha a CO<sub>2</sub>-kibocsátás-csökkentése érdekében megvalósítandó technológiai újítások fajlagos költségei hosszabb távon nem mérséklődnek jelentősen, veszélyeztetve ezzel az iparág versenyképességét, akkor a klímacélok felülvizsgálata válhat szükségessé.

### 3. Alapvető tények és a legfontosabb trendek az EU, valamint a globális acéltipar CO<sub>2</sub>-kibocsátásával kapcsolatban

Az emberi tevékenységből származó CO<sub>2</sub>-kibocsátás szerkezetéről rendelkezésre álló adatok alapján megállapítható, hogy az acéltipar a globális CO<sub>2</sub>-kibocsátás egyik jelentős forrása. A Worldsteel 2015-ös adatai alapján a nyersvas- és acélgártás felelős a teljes antropogén CO<sub>2</sub>-kibocsátás 6,7%-áért, ezen belül az ipari eredetű kibocsátás 31%-áért [6].

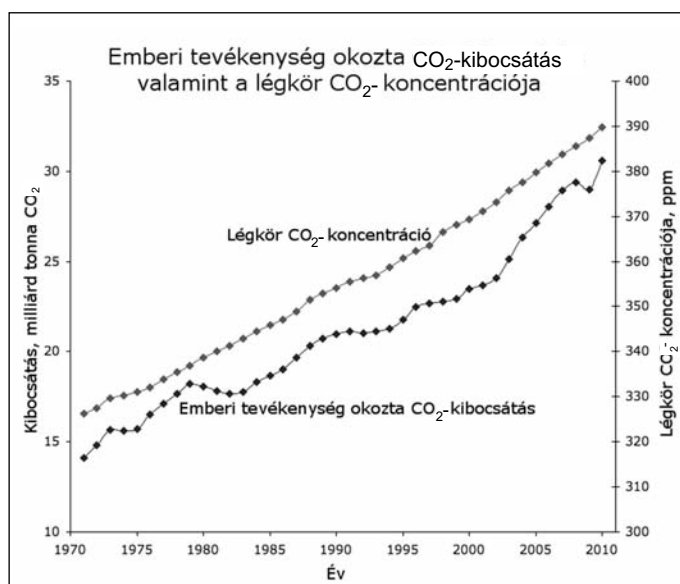
Tekintettel arra, hogy az előrejelzések alapján az acéltipar iránti globális kereslet a 2016-os 1,6 milliárd tonnáról 2030-ra 2 milliárd tonnára, míg 2050-re 2,7 milliárd tonnára nő [7], az acélgártásból származó globális kibocsátás tovább fog emelkedni mindaddig, amíg nem kerülnek széles körben bevezetésre a részben már ma is rendelkezésre álló innovatív CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkentési technológiák.

Az ún. elsődleges acélgártási eljárás – ércből redukcióval történő nyersvas-előállítás, majd oxigén-konverteres acélgártás – szerepe a következő évtizedekben még biztosan meghatározó marad, mindaddig legalábbis, amíg a rendelkezésre álló acélhulladék mennyisége meg nem

közelíti a teljes globális acéligényt. Ez azért lényeges, mert míg az ún. másodlagos eljárás (acélhulladék alapanyagból történő elektroacélgártás) fajlagos CO<sub>2</sub>-kibocsátási értéke kb. 0,4-0,5 (t CO<sub>2</sub>/t nyersacél), addig az elsődleges eljárás kibocsátása az alkalmazott technológiától – főleg a konverterben felhasznált acélhulladék mennyiségétől – függően jellemzően 1,5-2,0 (t CO<sub>2</sub>/t nyersacél) között változik [8].

A világ többi részéhez hasonlóan, jelenleg az EU-ban is a két meghatározó acélgártási módszer a nagyolvasztós-oxigén konverteres (BF-BOF), valamint az elektromos ívkemencében acélhulladékból történő acélgártó (EAF) eljárás. A két különböző módszerrel előállított nyersacél egymáshoz viszonyított részaránya az Unióban jelenleg 60/40% a nagyolvasztós-oxigén konverteres eljárás javára [7].

Az elsődleges acélgártási eljárás során a nagyolvasztóban vasércből és kokszból nyersvasat állítanak elő, a folyamat során jellemzően a kokszból magas hőmérsékleten keletkező szén-monoxid (CO) távolítja el a vasérc oxigéntartalmát a redukció során, a művelet elkerülhetetlen terméke a szén-dioxid (CO<sub>2</sub>). Az eljárás második lépéseként a még viszonylag nagy karbon-, mangán- és szennyezőanyag-tartalmú folyékony nyersvasból konverterben acélt állítanak elő oxigén befúvás segítségével bizonyos mennyiségű acélhulladék felhasználásával, amelyre elsősorban a folyamat hőmérsékletének kézbe tartása miatt van szükség. Ezzel szemben a másodlagos eljárás során ívkemencében (EAF) acélhulladék átolvasztásával állítják elő a nyersacélt villamos energia felhasználásával. Mivel a másodlagos eljárás során nincs szükség a vasérc redukciójára, ezért a folyamat közben fajlagosan kb. negyedannyi CO<sub>2</sub> keletkezik, mind az elsődleges eljárás közben.

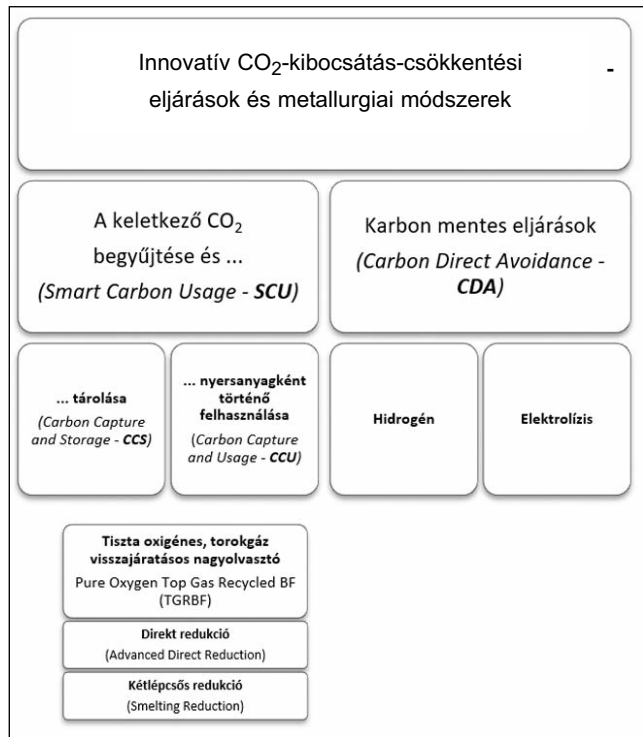


■ 2. ábra. A CO<sub>2</sub> légköri koncentrációjának változása [2], valamint az emberi tevékenységre visszavezethető globális CO<sub>2</sub>-kibocsátás [3]

A másodlagos eljárás részaránya az EU-ban a német Stahlinstitut VDEh előrejelzése szerint 2050-re mindössze 44%-ra fog emelkedni a jelenlegi 40%-ról [9]. Az EU (mint a fejlett gazdaságok legtöbbször) netó acélhulladék exportőr és ez a fentiek alapján várhatóan a jövőben sem fog érdemben változni. Az EAF technológia térnyerését főleg az korlátozza, hogy a nyersanyagként felhasznált acélhulladékban lévő szennyezők közül néhány nem távolítható el hatékonyan a folyamat közben, így nagy tisztaságú acélminőségek előállítására a másodlagos technológia korlátozottan alkalmas.

Az EU acélipara innovatív módszerekkel évtizedek óta javítja a nyersanyag- és energiafelhasználás hatékonyságát, ennek is köszönhetően világszerte a CO<sub>2</sub>-kibocsátás-csökkentés terén elért eredmények tekintetében. 1960 óta az EU acéliparának fajlagos CO<sub>2</sub>-kibocsátása közel 50%-kal csökkent [10]. Napjainkra az évtizedek óta tartó fejlesztéseknek köszönhetően mind az elsődleges, mind a másodlagos eljárás hatékonysága megközelíti a folyamat termodinamikai határát.

Figyelembe véve a jelenlegi körülményeket – energiapiac szerkezete, infrastruktúra – az EU CO<sub>2</sub>-kibocsátás kereskedelmi rendszerének (EU ETS) negyedik kereskedési periódusában kitűzött ambiciózus célok egyelőre teljesíthetetlennek tűnnek az acélipar számára, mind a kibocsátáscsökkentés aránya, mind annak időbeli ütemezése tekintetében. Az EU ETS célja 43%-os CO<sub>2</sub>-kibocsátás-csökkentés 2030-ra a 2005-ös szinthez képest, majd ezt követően 2,2%-os lineáris csökkenési faktor mellett minimum 80%-os CO<sub>2</sub>-mérséklés elérése [7]. Forradalmi áttörést jelentő technológiák nélkül ezek a célok elérhetetlenek, ezzel együtt azt is érdemes megjegyezni, hogy önmagában az új technológiák rendelkezésre állása nem jelent megoldást, ha azok gazdasági szempontból hosszabb távon életkép-



■ 3. ábra. Az acélgártás CO<sub>2</sub>-kibocsátásának jelentős csökkentésére alkalmas innovatív módszerek

telennek bizonyulnak. Véleményünk szerint annak érdekében, hogy az ágazat a klímacélok elérés közben tett erőfeszítések mellett is versenyképes tudjon maradni, az Unió döntéshozóinak a kutatás-fejlesztés és az innováció támogatásán messze túlmutató finanszírozási keretrendszer kellene létrehozniuk.

#### 4. Forradalmian új alacsony CO<sub>2</sub>-kibocsátású módszerek

Az eddig megismert számok alapján nyilvánvaló, hogy az EU ambiciózus klímacéljainak elérése érdekében hosszabb távon forradalmian új, alacsony szén-dioxid-kibocsátású módszerek kifejlesztése és széles körű alkalmazása elengedhetetlen az acélipar területén is. Azonban rövid távon a hagyományos eljárások energiahatékonyságának és fajlagos nyersanyag-felhasználásának javítása érdekében érdemes még kiaknázni a technológiákban rejlő lehetőségeket. Ilyenek például a nagyolvasztóba történő koksziporfúvás, a konverteres acélgártás során a hulladékarány növelése, a metallurgiai folyamatok során keletkező gázok hatékonyabb „újrahasznosítása”, vagy a folyamatok integrálása (pl. a folyamatosan öntött

bugák fizikai hőtartamának hatékonyabb felhasználása a melegalakítás hőmérsékletére történő hevítésük közben). Eredményes lehet ebben a vonatkozásban a berendezések üzemidő-kihasználásának (rendelkezésre állásának) javítása, a rendelkezésre álló kapacitások jobb kihasználása is.

A továbbiakban sorra vesszük azokat a forradalmian új technológiákat, amelyek az acélipar számára is lehetővé tehetik a jövőben az EU által előirányzott kibocsátáscsökkentési normák teljesítését. Az említett módszerek nagyrészt még nem állnak készen a gazdaságos ipari méretű alkalmazásra, jellemzően a laboratóriumi fejlesztési fázist követő különböző méretű pilotprojektekkel találkozhatunk,

amelyeknél a szakemberek jelenleg is a folyamatok optimalizálásán, hatékonyságuk, gazdaságosságuk javításán dolgoznak. A 3. ábrán az acélgártás CO<sub>2</sub>-kibocsátásának csökkentésére szolgáló innovatív módszerek csoportosítása látható.

Alapvetően két fő irányt különböztethetünk meg a CO<sub>2</sub>-kibocsátáscsökkentési módszerek között, ezek a folyamat során keletkező CO<sub>2</sub> tárolása (CCS), vagy valamilyen vegyipari termék előállításához nyersanyagként történő felhasználása (CCU) – ezeket együttesen nevezi az szakirodalom SCU-nak, illetve a karbon kiváltása valamilyen egyéb redukáló ágenssel/módszerrel (CDA). A CO<sub>2</sub> begyűjtése és tárolása vagy alapanyagként történő felhasználása kombinálható olyan új önmagukban is jelentős kibocsátáscsökkentést eredményező metallurgiai módszerekkel, mint a direkt vagy a kétlépcsős redukció, illetve a tiszta oxigénes-torokgáz visszajáratásos nagyolvasztó. A következőkben áttekintjük a 3. ábrán felsorolt módszerek legfontosabb jellemzőit, a bennük rejlő CO<sub>2</sub>-csökkentési potenciált, valamint az alkalmazásuk során felmerülő nehézségeket. A 3. ábrán bemutatott módszerek nélkülözik a teljeség igényét, kizárólag olyan eljárás-

sokról lesz szó, amelyek esetén már jelentős eredményeket sikerült elérni a fejlesztőknek.

#### 4.1. SCU

A jelentős méretű pontforrásokból származó füstgázok CO<sub>2</sub>-tartalmának begyűjtésére és tárolására vagy alapanyagként történő felhasználására használt SCU (Smart Carbon Usage) gyűjtőnévvel illetett módszerek az ún. EOP (End Of Pipe), „cső végi” megoldások közé tartoznak. A módszer neve sokat elárul annak mibenlétéről, hiszen olyan kibocsátáscsökkentési eljárások tartoznak ebbe a kategóriába, amelyek nem a megelőzésről szólnak, hanem a füstgázemisszió helyszínén történő CO<sub>2</sub>-leválasztásról és -begyűjtésről. Az EOP módszerek alkalmazása jellemzően költségesebb, mint az emisszió megelőzése.

##### 4.1.1. CCS

A CO<sub>2</sub>-leválasztás és -tárolás (Carbon Capture and Storage) a fosszilis tüzelőanyagok elégetéséből származó szén-dioxid kibocsátásának csökkentését szolgáló, az elmúlt időszakban az egyik legintenzívebben kutatott módszer. A CCS-t először hőerőművekben tesztelték, ezután merült fel az eljárás kohászati alkalmazásának lehetősége. A módszer lényege, hogy a keletkező füstgázból vegyi eljárással leválasztják a szén-dioxidot, majd azt jellemzően egy geológiai képződmény alkotta tárolóba sajtoltják. Ilyen tárolók lehetnek a kimerült földgáz és kőolaj rezervoárok, de szóba kerülhet a leválasztott gáz óceán alatti tárolása is [10]. Az eljárás hátrányai közé tartozik többek között, hogy meglehetősen energiaigényes, illetve a létesítmények fenntartása is viszonylag költséges, elég, ha csak a potenciális szivárgás folyamatos monitorozására szolgáló rendszer üzemeltetésére gondolunk. A hosszú távú, biztonságos föld vagy óceán alatti tárolással kapcsolatban egyelőre nem áll rendelkezésre kellő mennyiségű tapasztalat. A felsorolt hátrányoktól függetlenül a CCS-módszer szélesebb körű elterjedése hozhat leghamarabb szignifikáns CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkentést a nyersvas és acélgártás területén, hiszen nincs szükség a

meglévő termelő berendezések alapvető átalakítására.

##### 4.1.2. CCU

A CCU- (Carbon Capture and Usage) eljárás egy lépéssel tovább megy. Ahelyett, hogy a leválasztott CO<sub>2</sub>-t hulladékként kezelné, a kohászati folyamatokban keletkező gázok újrahasznosítását hivatott megoldani. A módszer lényege, hogy a leválasztott CO<sub>2</sub>-t és a füstgázok egyéb összetevőit (CO, H<sub>2</sub> stb.) nyersanyagként hasznosítja kereskedelmi értelemben is értékes termékek, mint például műtrágyák, üzemanyagok és egyéb vegyi anyagok előállításához. Az ilyen módon előállított üzemanyagok helyettesíthetik a fosszilis eredetű termékeket, tovább csökkentve ezzel a CO<sub>2</sub>-kibocsátást. A CCU-mintaprojektek közül kiemelkedők a Steelanol (ArcelorMittal-Primetals), a Carbon2 Chem (thyssenkrupp) és a FReSME (SSAB-Tata Steel-MEFOS) eljárások.

A módszerek létjogosultsága egyébként abban rejlik, hogy az acélgártásból származó hulladékgáz-összetevők szintézisének energiaigénye alacsonyabb, mint a hagyományos forrásból származó alapanyagok felhasználásával történő szintézisé, főleg a füstgáz magas fizikai hőtartalmának köszönhetően. A CCU-eljárások sok esetben gazdaságosan kombinálhatók CCS-sel, mivel a reakciók mellékterméke sok esetben nagy tisztaságú szén-dioxid.

#### 4.2. EOP-val kombinálható innovatív metallurgiai technológiák

A következőkben olyan metallurgiai módszereket mutatunk be, amelyek a CO<sub>2</sub>-kibocsátás megelőzésére helyezik a hangsúlyt. Ezek az eljárások kombinálhatók az előző pontban részletezett EOP- (CCS és/vagy CCU) megoldásokkal, így hatékonyságuk jelentősen javítható.

##### 4.2.1. Tiszta oxigénes, torokgáz visszajáratásos nagyolvasztó (TGRBF)

Az eljárás újszerűsége abban áll a hagyományos nagyolvasztós nyersvasgyártáshoz képest, hogy egyrészt az érc redukciója során keletkező torokgáz CO<sub>2</sub>- és CO-tartalmát elvá-

lasztják egymástól, majd a szén-monoxidot egy ún. második fúvósíkon át magas hőmérsékleten (kb. 900 °C-on) a kohó aknarészébe injektálják, gyakorlatilag újrahasznosítják. A technológia másik innovatív megoldásaként a forrószület (nagy hőmérsékletű levegőt) nagy tisztaságú oxigénnel helyettesítik, amely megoldással elkerülhető a levegő ballaszt nitrogéntartalmának felhevítése. A TGRBF-módszerrel a fajlagos kokszfogyasztás 25%-kal csökkenthető, ezáltal a közvetlen CO<sub>2</sub>-kibocsátás 18%-kal mérsékelhető [11]. További előny, hogy a torokgáz a tiszta oxigén befúvatása miatt nagy koncentrációban tartalmaz CO<sub>2</sub>-t, amely így alkalmassá válik arra, hogy az eljárást valamely EOP-módszerrel gazdaságosan kombinálják, így akár 50% CO<sub>2</sub>-emissziócsökkentés is elérhető [12]. A TGRBF technológiát a svéd LKAB tulajdonában lévő, a MEFOS luleái kutatóintézetébe telepített kísérleti (8,2 m<sup>3</sup>-es, 35-40 t nyersvas/nap kapacitású) nagyolvasztóján sikeresen tesztelték. Az eljárás üzemi méretben történő tesztelésének előkészítése folyamatban van, ami a rendkívül nagy költségigénye miatt meglehetősen vontatottan halad.

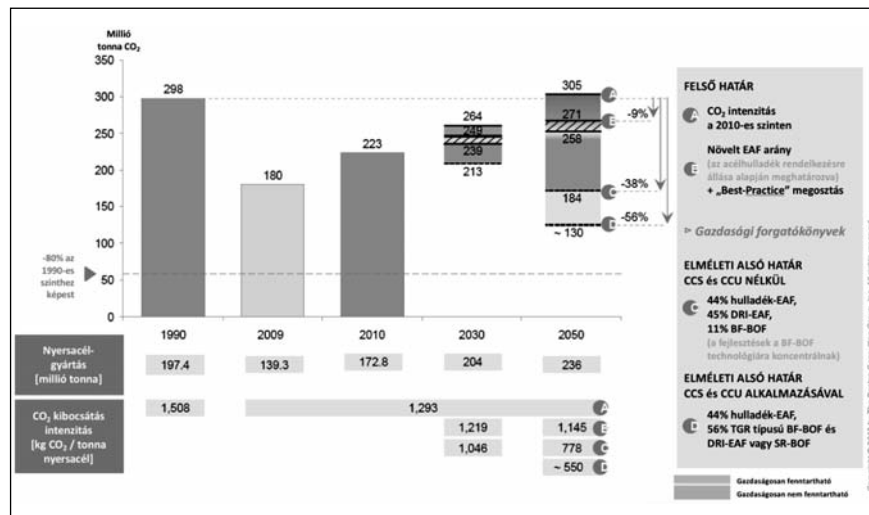
##### 4.2.2. Direkt redukció

A vasérc szilárd állapotban történő ún. direkt redukciója (a nagyolvasztóban folyékony állapotban végrehajtott redukcióval szemben) a koksizálás és akár az ércdarabosítás műveletét is szükségtelenné teszi. A direkt módon, szilárd állapotban redukált vasból (DRI – Direct Reduced Iron) ívkemencés acélgártással (DRI-EAF) elérhető fajlagos CO<sub>2</sub>-kibocsátás-csökkenés így akár az 50%-ot is elérheti, ha a hagyományos BF-BOF technológia hasonló mutatóját vesszük alapul. 2016-ban a MIDREX Technologies adatai alapján a globális DRI termelés meghaladta a 72 millió tonnát, az előállított mennyiség 2010-ig dinamikus bővülést mutatott, azonban az elmúlt években kb. 70 millió tonna/éves szinten stagnál [13]. A módszer széleskörű elterjedését korlátozza, hogy a művelet során redukálószerként felhasznált földgáz aktuális világgiazi ára jelentősen befolyásolja az eljárás gazdaságosságát. Ugyancsak a tech-

nológia hátrányai közé sorolható, hogy viszonylag drága, jó minőségű vasérc alapanyagot igényel, továbbá csak kis karbonintenzitású forrásból származó villamosenergia felhasználása mellett képes produkálni a kétségtelenül figyelemreméltó 1,0 t CO<sub>2</sub>/t DRI körüli fajlagos kibocsátás értékeket. A DRI-EAF technológia hatékonysága jelentősen javítható, ha a szilárd állapotban redukált vas fizikai hőtartamát felhasználjuk az acélgártás során (hDRI – hot Direct Reduced Iron), láthatjuk, hogy a folyamatintegráció szerepe itt is hangsúlyos a kibocsátás-csökkentés és a fajlagos energiafelhasználás tekintetében. Anál is inkább célszerű így eljárni, mivel a direkt redukció terméke rendkívül érzékeny a reoxidációra, főleg, ha nem megfelelő módon, nedves környezetben tárolják. Ez utóbbi problémát igyekeznek kiküszöbölni a direkt redukció HBI-nek (Hot Briquetted Iron) nevezett terméke, amelynek tömegegységre jutó felülete jóval kisebb, ennek megfelelően pl. tengeri szállításra is alkalmas anélkül, hogy jelentős mértékben oxidálódna.

#### 4.2.3. Kétlépcsős redukció

Az előző pontban részletezett direkt redukciós eljáráshoz hasonlóan ezzel a technológiával is elkerülhető a koks-, zsugorítvány- és pelletgyártás okozta környezetterhelés, mivel a kétlépcsős redukció (Smelting Reduction) során is nyers állapotú, előkészítetlen ércet és szenet adagolnak a kemencébe. A reaktor felső, ciklon részén történik az érc beadagolása, valamint az oxigén injektálása. Az ott kialakuló nagy hőmérséklet következtében az érc megolvad, és a falazat mentén a reaktor – alsó – konverter részébe kerül. A redukciós folyamatok lejátszódásához és hőigényének kielégítéséhez szükséges előmelegített szenet a reaktor konverterrészébe adagolják. A redukció során keletkező szén-monoxidot oxigén felhasználásával részlegesen elégetik. A távozó forró gáz éghető része a reaktor felső részén a ciklonba vezetett oxigén hatására teljes mértékben kiég, a hőenergiáját az ellenáramban haladó ércnek adja át [11]. A távozó torokgáz koncentráltan tartalmazza a széndioxidot, így az eljárás valamely EOP-



4. ábra. Az EU acélipara által 2050-ig elérhető CO<sub>2</sub>-kibocsátás-csökkentés különböző forgatókönyvek esetén [5]

módszerrel gazdaságosan kombinálható.

Önmagában a kétlépcsős redukció kb. 20%-kal alacsonyabb fajlagos CO<sub>2</sub>-kibocsátást tesz lehetővé, a hagyományos nagyolvasztós eljáráshoz képest. A technológia rugalmassága azonban lehetővé teszi a szén biomasszával, földgázzal vagy hidrogénnel történő részleges helyettesítését. Ez utóbbinak köszönhetően, illetve CCS-sel történő kombináció esetén összességében akár 80%-kal is alacsonyabb lehet az eljárás fajlagos CO<sub>2</sub>-emissziója, mint a hagyományos technológiáé.

#### 4.3. A karbon kiváltására alkalmas metallurgiai technológiák

A vasérc redukciójára a karbon alapú redukáló ágenseken kívül egyéb anyagok és módszerek is alkalmasak. Segítségükkel az acélipar kvázi szénmentessége belátható távolságba került. Azonban ahhoz, hogy ezek a technológiák valódi zöld megoldásokat jelentsenek, villamosenergia-igényüket megújuló vagy nukleáris forrásból kell biztosítani.

##### 4.3.1. Hidrogénnel történő redukció

A vasoxidok redukciójára a hidrogén is alkalmas, a karbon kiváltására elsősorban a direkt redukciós és a kétlépcsős redukciós technológia esetén mutatkozik lehetőség. A módszer egyik legkritikusabb kérdése, hogy képesek vagyunk-e gazdaságos mó-

don megfelelő mennyiségű „zöld” hidrogén előállításra. A hidrogén előállításának kézenfekvő módja az egyenárammal történő vízbontás. A hidrogénnel végzett redukció akkor lehet csak valóban szénmentes, ha a hidrogén előállításához szükséges villamos energia előállítása is szénmentes módszerrel történik. Látható, hogy a hidrogénnel történő redukció gyakorlatilag teljesen új infrastruktúrát követel meg, ennek megfelelően a meglévő (hulladék-EAF és BF-BOF) acélgártó kapacitások átállítása hidrogén üzeműre gazdaságosan nem oldható meg, a módszer legfeljebb újonnan telepített kapacitások esetén jöhet szóba. Az ausztriai Linzben az EU Horizont 2020 programjának több, mint 18 millió eurós támogatásával 2017-ben kezdődött meg a világ legnagyobb „zöld” hidrogén előállításra alkalmas üzemének építése. A H2FUTURE elnevezésű pilot projekt az ún. proton exchange membrane (PEM) technológia felhasználásával a Voestalpine, a Siemens, a Verbund és az Austrian Power Grid valamint számos kutatóintézet által alkotott konzorcium munkájának eredményeként valósul meg [16].

##### 4.3.2. Elektrolízis

Az egyik leginnovatívabb, leginkább szénmentes elképzelés a vasoxid átalakítására az elektrolízissel végzett redukció [17]. Két változata jöhet szóba, az egyik az ULCOWIN eljárás, melynél 100 °C-nál kisebb hőmérsék-

letű lúgos oldatban kis szemcseméretű vasércet oldanak fel, az elektrolízis során a színvas a katódra válik ki, míg az anódon nagy tisztaságú további hasznosításra alkalmas, egyszerűen begyűjthető oxigén képződik. A másik módszer az ULCOLYSIS-nek nevezett eljárás gyakorlatilag abban különbözik az előzőtől, hogy itt az acélgártás hőmérséklet-tartományához hasonló hőmérsékletű sóolvadék az elektrolit. Az elektrolízissel történő vas-oxid-redukció egyik legnagyobb kihívását egy megfelelő inert fémanód kifejlesztése jelenti. Habár az sajnos jól látszik, hogy a fent említett két módszer ipari méretű gazdaságos alkalmazása még évtizedekre van, az mindenesetre bizakodásra adhat okot, hogy olyan egyéb fémek, mint az Al, Ni, Zn elektrolízise már régóta megoldott ipari méreteken is.

### 5. Az EU acélipara által reálisan elérhető CO<sub>2</sub>-kibocsátás-csökkentés

Az előző pontban felsorolt ígéretes módszerek áttekintése után, most vizsgáljuk meg a Stahlinstitut VDEh és a Boston Consulting Group előrejelzése alapján, hogy a különböző technológia-mixeket reprezentáló forgatókönyvek mellett mi az EU acéliparának reális CO<sub>2</sub>-kibocsátás-csökkentési potenciálja 2050-ig.

Figyelemreméltó, hogy a 4. ábrán felvázolt forgatókönyvek közül sajnos egyik sem számol 2050-ig az elektrolízissel végzett redukció, mint a szénsemlegességhez leginkább közelálló technológia elterjedésével. Az előrejelzés legoptimistább forgatókönyvét (D) elemezve elmondható, hogy 2050-re évi 236 millió tonna nyersacélgártás mellett CCU- és CCS-módszerek alkalmazásával, 44% hulladék-EAF és 56% TGRBF-BOF, DRI-EAF vagy SR-BOF technológia mix mellett a szektor teljes CO<sub>2</sub>-kibocsátása kb. 130 millió tonna lesz, ami 550 kg CO<sub>2</sub>/t nyersacél fajlagos kibocsátást jelent. Ez az 1990-es érték (1508 kg CO<sub>2</sub>/t nyersacél) kb. egyharmada, ezzel szemben a teljes CO<sub>2</sub>-emisszió az 1990-es szinthez képest csak 56%-kal csökkenhet, a termelési szint kb. 20%-os növekedése miatt. Fentiek alapján kijelenthető, hogy az acélipari kibocsátáscsökkentés olyan elméleti határba ütközik, amivel az EU

minimum mínusz 80%-os elképzelését nem képes teljesíteni. Ennél lényegesen aggasztóbb az az előrejelzésből kiolvasható adat, amely szerint az ágazat fenntartható gazdálkodásának megőrzése mellett mindössze kb. 10-13%-os CO<sub>2</sub>-kibocsátáscsökkentésre lesz lehetőség 2050-ig a '90-es szinthez képest.

### 6. Összefoglalás

Az ENSZ éghajlat-változási keretegyezményének tagjaként az Európai Unió elkötelezte magát arra, hogy 2050-ig az 1990-es szint minimum 80%-ára csökkenti az üvegházhatású gázok kibocsátását. Az EU ambíciózus klímacéljának megközelítése érdekében az energiaintenzív, jelentős szén-dioxid-kibocsátó szektorok számára forradalmian új technológiák kifejlesztésére és széles körű bevezetésére van szükség viszonylag rövid időn belül. Az acélipar is a jelentős emisszióval rendelkező szektorok közé tartozik, hiszen a teljes antropogén eredetű CO<sub>2</sub>-kibocsátás közel 7%-ért felelős. Az Unió acélipari vállalatai élen járnak a CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkentésére irányuló innováció tekintetében. Számos ígéretes új módszer áll a kutatási, optimalizálási folyamat különböző szakaszaiban, mind a keletkező CO<sub>2</sub> kezelése, mind a CO<sub>2</sub>-keletkezés megelőzése területén. Az eddigi tapasztalatok alapján elmondható, hogy a két különböző megközelítés kombinálása az emissziócsökkentés hatékonyságát jelentősen javítja. Itt kell azonban megjegyezni, hogy az Unió által 2050-ig megcélzott minimum 80%-hoz képest az EU acélipara a legoptimistább forgatókönyv alapján is legfeljebb kb. 60%-kal lesz képes visszaszorítani a CO<sub>2</sub>-kibocsátását. Fontos hangsúlyozni, hogy ez az emissziócsökkentés mértékének elméleti határa. A gazdasági szempontból fenntartható módon végrehajtható CO<sub>2</sub>-kibocsátáscsökkentés mértéke 2050-ig a becslések szerint alig haladja meg a 10%-ot. Rendkívül lényeges pedig, hogy a CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkentésére irányuló újszerű módszerek a drasztikus emissziócsökkentés mellett gazdasági szempontból is fenntarthatók legyenek, hiszen a klímacélok nem sodorhatják veszélybe a

szektor létét, jelenleg ez az egyik legnagyobb kihívás. A laboratóriumi fejlesztés és pilotprojekteken végrehajtott optimalizálás is rendkívül költséges tevékenység. Az acélipart jelenleg sújtó számos nehézség (harmadik országból érkező dömping, magas energiaárak, alacsony kapacitás-kihasználtság, szakemberhiány) miatt minimális marzssal működő cégek ilyen irányú K+F tevékenységének támogatása a hosszú távú biztonságos működésük egyik záloga lehet.

### Irodalom

- [1] *Adam Voiland*: Global temperature records in close agreement NASA's Earth Science News, 17 January 2011.
- [2] National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA (U.S. Department of Commerce) – Earth System Research Laboratory Global Monitoring Division: Trends in Atmospheric Carbon Dioxide (<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/full.html>)
- [3] International Energy Agency – IEA: CO<sub>2</sub> Emission From Fuel Combustion: Overview 2017 edition (page 10.)
- [4] European Commission: Questions and Answers on a Roadmap for Moving to a Low Carbon Economy in 2050 (press release – MEMO/11/150) Brussels/Strasbourg, 8 March 2011.
- [5] *Dr. Jean Theo Ghenda, Dr. Hans Bodo Lügen*: Potential for CO<sub>2</sub> Mitigation of the European Steel Industry (konferenciaelőadás) IEAG HG/IETS Iron and steel Industry CCUS and Process Integration Workshop, Tokyo, Japan, 2013.
- [6] Worldsteel Association: Steel's Contribution to a Low Carbon Future and Climate Resilient Societies (position paper), 2017.
- [7] Eurofer: Towards an EU Masterplan for a Low Carbon, Competitive European Steel Value Chain (discussion paper), 2017.
- [8] *Anne Carpenter*: CO<sub>2</sub> Abatement in the Iron and Steel Industry – ISBN 978-92-9029-513-6 International Energy Agency – IEA / Clean Coal Centre, 2012. (page 17.)
- [9] Steel Institute VDEh and The Boston Consulting Group: Steel's

Contribution to a Low Carbon Europe 2050 (Technical and Economic Analysis of the Sector CO<sub>2</sub> Abatement Potential), 2013.

[10] *Jean-Pierre Birat*: Steel and CO<sub>2</sub>—the ULCOS Program, CCS and Mineral Carbonation using Steel-making Slag ArcelorMittal, Maizières-les-Metz, France, 2007.

[11] *Dr. Móger Róbert, Dr. Pallósi József*: Az Európai Bizottság Szén és Acél Kutatási Alapjának tevékenysége ISD Dunaferri Műszaki Gazdasági Közlemények, 2. szám, 2012.

[12] *Chunbao (Charles) Xu, Cang Da-Qiang*: A Brief Overview of

Low CO<sub>2</sub> Emission Technologies for Iron and Steel Making, Journal of Iron and Steel Research International, 17(03) 2010.

[13] *Jason Ripke PhD.*: Innovative Uses of Hydrogen in Steelmaking (konferenciaelőadás) U.S. Department of Energy's H2@scale Workshop, Houston, 2017.

[14] *Jan van der Stel, Koen Meijer, Cornelis Teerhuis, dr. Christiaan Zeijlstra, Guus Keilman and Maarten Ouwehand*: Update to the Developments of Hisarna An Ulcos alternative ironmaking process (konferenciaelőadás) IEAGHG/IETS Iron and steel

Industry CCUS and Process Integration Workshop, Tokyo, Japan, 2013.

[15] From Residual Steel Gases to Methanol, <http://www.fresme.eu> (a pilot project weboldala) project kick-off Dec. 2016.

[16] European Commission funds H2FUTURE Project, <http://www.voestalpine.com> (voestalpine press release) 07.02.2017.

[17] *A. Ranzani da Costa, F. Patisson, D. Wagner*: Hydrogen Ironmaking (konferenciaelőadás) Erasmus Mundus Conference "Climate Change", Budapest, 2009.

## Marosváry István: A Diósgyőri Hengerművek története

Marosváry László azonos című, 1999-ben kiadott könyve alapján

**Az 1770-ben Fazola Henrik által alapított Diósgyőr-Hámori Vasművet 1868–70 között Péch Antal javaslatára új helyszínre, Újdiósgyőrbe költöztették. Az új gyár első feladata a Magyar Királyi Államvasutak sín- és sínszerszükségletének kielégítése volt. Hamarosan jöttek az újabb feladatok a mozdony lemezének gyártásától a lövedékek köpenyéig és így tovább. A diósgyőri gyár hengersorai 1987. évben 712.671 tonna hengerelt készárut termeltek, ami 64-szerese annak a 11 200 tonna „vaspályasín”-nek, aminek kihengerlésére a diósgyőri hengersorokat tervezték. Ezt a hallatlanul nagy fejlődést csak a hengersorok történetének ismeretében lehet értékelni.**



■ 1. ábra. Az Ó-Hengerde épülete és dolgozói az indulás után

**Az „Ó-Hengermű” indítása, felfutása**

A magyar vasútépítés fellendülése 1867 után temérdek vasúti sín, heveder és alátétlemez gyártását tette szükségessé. Az 1770-ben alapított

Diósgyőr-Hámori Vasmű a hámori szűk völgyben nem volt tovább fejlesztendő. Ezek a körülmények arra indították a magyar kormányt, hogy a Diósgyőr-Hámori Vasmű végleges megszüntetése, vagy áttelepítése mellett döntsön.

Péch Antal pénzügyminiszteri titkár vezetésével a diósgyőri vaskohászati létesítésére tervet dolgoztak ki, mely után végleges döntés született 200 000 bécsi mázsa (11.200 tonna) vaspályasín termelésére szolgáló vasgyár felépítésére.

1868-ban a vasgyár építése megindult, és 1870 decemberében, bár kísérleti jelleggel, és sok nehézséggel már folyt sínhengerlés Diósgyőrben.

Gombossy János bányagazgató 1871. március 2-i, a Pénzügyminisztériumnak küldött távirata szerint, „Folyó

**Marosváry István** 1972-ben szerzett oklevelet a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán, kohászatechnológia szakon. Az egyetem elvégzése után három évig a freitali Nemesacélműben dolgozott hengerész és hengerműi technológus beosztásokban. 1975-től 2008-ban történt nyugdíjba vonulásáig az LKM-ben és annak utódvállalataiban volt alkalmazásban hengermű technológiai és marketing területeken.

év március elsején a hengermű üzembe tétezt.” (1. ábra).

Az I. sínhengerdének, amely a gerendasor telepítése után „Ó-Hengerde” néven szerepel, fontosabb berendezései a következők voltak:

- a sínhengerde épülete 147 × 34 m alapterülettel,
- 12 kavarókemence,
- 8 forrasztókemence,
- bocssor (középsor) 3 duóhengerállvánnyal, 510 mm-es átmérőjű, 1200 mm hosszúságú hengerekkel, 70 lóerős gőzgéppel, lendítőkerékkel,
- sínsor (durvasor) 2 trió-, és 2 duóhengerállvánnyal 650–670 mm-es átmérőjű, 1800 mm hosszúságú hengerekkel, 150 lóerős gőzgéppel, lendítőkerékkel,
- finomsor (finomvashengermű) 2 trió- és 2 duóhengerállvánnyal, 300 mm-es átmérőjű, 420–1000 mm-es hosszúságú hengerekkel, 40 lóerős gőzgéppel, lendítőkerékkel,
- 2 db 35 bécsi mázsás (1950 kg-os) gőzpörölő,
- 1 db 100 bécsi mázsás (5600 kg-os) gőzpörölő,
- 1 bocsvasolló gőzgéppel,
- 1 finomvasolló gőzgéppel,
- 20 gőzkazán,
- sínjavító műhely, gőzgéppel,
- fűvóház a kemencék szellétására,
- vízmedence 15 lóerős szivattyúval, a hengerek vizellátására,
- vasraktár.

### A korabeli síngyártás technológiája Kerpely Antal leírása szerint

A hengerde épületén belül és felügyelete alatt történt a kavarókemencékben a nyersvasból a vasgyártás, a „vasbocok” előállítás, melyeket pörölők alatt kovácsoltak „bucákká” és a bocssoron hengerelték bugákká a finomsor számára, vagy lapos „nyerssinné”. A nyerssínket törték és minőségük szerint osztályozták, majd kötegelték. A kötegeket forrasztó hevítéssel melegítették fel, majd 100 mázsás pörölőkön előzömítették, utána az előnyújtó trión két szűrást adtak a kötegnek. Ezt követte az újabb ízzítás,

majd 11–13 szűrással alakították ki a kész sínszelvényt.

Ez a gyártási mód biztosította a diósgyőri „forrasztott” vassínek jó hírnevét addig is, míg a Siemens–Martin és Bessemer acélsínek meg nem jelentek.

1871-ben így gyártották az 5,5; 7,0; 8,5 és 12,3 kg folyómétersúlyú bánya-síneket.

Az 1874. évi gyártmányjegyzékben már számos egyéb szelvény szerepel, kerékvas, kapocsvas, laposvas, négy-szögvas, köracél stb.

### A gerendasor telepítése

Az államvasutak fejlesztése miatt mind nagyobb igény merült fel a sínek hosszával, minőségével és szelvényével kapcsolatban, és a vasút kérte 42,8 kg/m folyómétersúlyú ún. Góliát-típusú sín bevezetését. Ezért a síngyártás fejlesztése érdekében Diósgyőrben egy új hengerek, a gerendasor felépítését határozták el. Az „Új hengerde” első hengerek építése 1890 tavaszán vette kezdetét.

A 750 mm hengerátmérőjű, 2000 mm hengertest-hosszúságú, három duóállványos, gőzgéppel meghajtott, reverzáló gerendasor 1892-ben indult meg (2. ábra).

1896. évben a gerendasor 53 592 tonna sínt hengerelt. Következésképpen a legnagyobb szelvény a 400 mm gerincmagasságú I-tartó lett. 1897-től ezen a hengerekon már durvalemezt is hengereltek.

### Az első blokk sor üzembe helyezése

A blokk sor megvalósítását indokolta, hogy az államvasutak a sínek minőségének további javítása érdekében melegalakításkor nagyobb mértékű átdol-

gozást – azaz jobb szövetszerkezetet – kívánt meg. Ez csak az által volt lehetséges, ha az addig gyártott egy-két tonnás kis keresztmetszetű, a gerendasorra alkalmas tuskók helyett nagy keresztmetszetű, legalább 3 tonnás tuskóból induljon ki a hengerlés. A nagyobb tuskók használata az anyagkihozatali, az energiatakarékossági és a többletermelés előnyei miatt gazdaságosabb gyártást tett lehetővé.

Diósgyőr első blokk sora 1910-ben került üzembe. Jellemző műszaki adatai:

– hengerátmérő:	1000 mm
– hengertesthossz:	2750 mm
– henger csap átmérő:	560 mm
– henger csap hossza:	450 mm
– a felső henger emelési magassága:	700 mm

A blokk- és gerendasort meghajtó sorvonó motor teljesítménye 12 000 lóerő, dob feszültsége 1000 V, az áramerősség max. 10 000 A.

### A hengerek gyártmányválasztéka (1919)

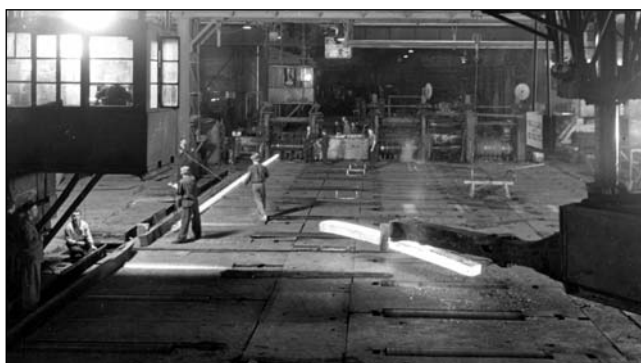
A blokk soron gyártott szelvények:  
Négyszög szelvényű buga: 100–400 mm,  
Laposbuga: 200–500 mm-es szélességgel, 50–150 mm-es vastagsággal.

A gerendasoron gyártott termelvények:

Vasúti sínek: 15,8–42,8 kg/m,  
Csúc sínek: 61–62,4 kg/m,  
Vezető sín: 45,5 kg/m,  
Villamos sínek: 22,5 és 25,5 kg/m,  
Phönix sín: 33,6 és 24,2 kg/m,  
Köracél: 100–160 mm átmérővel,  
Szögvas: 140 × 140 és 160 × 160 mm szárhosszal,  
Zórás vas: 260 × 125 mm mérettel,  
I-acélok: 160–400 mm-es gerincmagassággal,  
U-acélok: 180–300 mm-es gerincmagassággal,  
Bugák: 80–120 mm-es laptáv mérettel.

Az „Ó-Hengermű”-ben (finom-, közép és durvasoron) gyártott termelvények:

Köracél: 6–100 mm,  
Négyzetacél: 7–130 mm,  
Hatszögacél: 14–35 mm,  
Félköracél: 8–46 mm,  
Féldoldvas, korlátvas, T-acél,  
borkvas, tengely ágyvezető



■ 2. ábra. Az 1892-ben üzembe helyezett gerendasor

pofa, dobverőléc, rostélyvas, vánkosléc, egyenlőszárú szögvas, fedő szögvas, zórás vas, I-acélok, U-acélok, bányasínek, hevederek, talplemezek, csúcs-sínek, vezetősínek, vasaljzatok, laposvasak.

A négy készhengersoron gyártott szelvények nagy száma elismerésre méltó és sok sikeres hengerésmunka, vállalkozási kedv és üregezési szakértelem bizonyítéka, egyúttal igazolja, hogy a piaci igényekhez való alkalmazkodókészség a diósgyőri hengerművekben már ebben az időben is megvolt.

### Közép- és finomlemezgyártás

A közép- és finomlemezgyártás lehetőségének megteremtése Diósgyőrben az 1920-as évek második felében mindinkább előtérbe került. Megvalósítását szükségessé tette a társ budapesti mozdonygyár szükségletének kielégítése és a HM (hadügymisztériumi) program keretében a 4,2 mm vastagságú ágyú vértlemezőnek és a sisaklemezek gyártásának megteremtése.

Az 1930. évben indult közép- finomlemez sor berendezései:

- 1 Lauth-trióhengerállvány 700/520/700 mm hengerátmérővel, 1750 mm hengertesthosszal, középlemezek gyártására,
- 1 duóhengerállvány 700 mm hengerátmérővel, 1350 mm hengertesthosszal, finomlemez gyártására,
- 1 hideglemez hengerállvány 700/325/700 mm-es hengerátmérővel, 1350 mm-es hengertesthosszal, hideglemez gyártására.

A lemez sor és a kikészítő minden szükséges segédberendezéssel fel volt szerelve. Volt lemezduplázó gép, platina és lemezpácoló, hűtőpad, görgős egyengető gép, szélező és daraboló ollók, hengercsiszoló gép, a hőkezeléshez elektromos és gáztüzelésű kemencék. A sok berendezés nagy zsúfoltságot eredményezett a finomhengermű („Ó-Hengermű”) kikészítő terében.

1947-ben a fényezőállvány Borsodnádasdra került, a Dunai Vasmű felváltása után pedig a finomlemez sor és a középlemez sor 1963-ban, illetve 1966-ban leállt.



■ 3. ábra. Az 1936-ban épült új finomsor előnyújtó állványa

### Durvalemez sor létesítése

Diósgyőrben először 1897-ben hengerelték durvalemezt a gerendasor harmadik állványába beépített 2000 mm-es testhosszúságú hengereken. Annak ellenére, hogy még ilyen megoldással is igen komoly lemezgyártási igényt elégítettek ki, ez a megoldás annyira kezdetleges és munkaigényes volt, hogy többször fölmerült egy durvalemez-hengermű felállításának szükségessége.

A durvalemez sor megvalósítására végül a Bremer-Hütte Geissweid-i durvalemez sorot vásárolták meg. A gyakorlatilag ócskavas áron megvásárolt 1913-ban készült DEMAG gyártmányú hengerállványt 1930–32. években a diósgyőri blokk sor csarnokába telepítették le. Az eredetileg triórendszerű hengerállványt miután beérkezett átalakították duóállvánnyá.

Az 1000 mm hengerátmérőjű, 3250 mm hengertesthosszúságú durvalemez sor 1932-ben került üzembe. Eredetileg a blokk sorral közösen hajtották meg, és a blokk sor szabad idejében foglalkoztatták.

1937. évben a hengerállványt átépítették Lauth-trióra, külön meghajtást kapott, és több fejlesztést és korszerűsítést is végrehajtottak egyidejűleg. A hengersoron 8–30 mm vastag durvalemezeket hengereltek, a legnagyobb gyártható lemez szélesség 2900 mm volt.

### Új finomsor létesítése

Az ötvözött hengereltáru-igény szigorú mérettűréssel és alakhűséggel első sorban a finomsori termékeknel jelentkezett oly mértékben, hogy annak az

1871-ben üzembe helyezett, és némileg korszerűsített hengersor már nem tudott megfelelni.

Az új finomsor építésére több ajánlat közül végül a magdeburgi Krupp Grusonwerk AG ajánlatát fogadták el. Az építés 1935-ben kezdődött. A gyors végrehajtás kiemelt célkitűzés volt. A finomsor annyira el volt halmozva megrendelésekkel, hogy külön tervet kellett készíteni arra, hogy a régi sor a lehető leghosszabb ideig üzemben maradjon. Hála az építés és üzemszervezés találékony-

ságának, a régi sor még akkor is működött, amikor felette nemcsak szabad ég volt, hanem már az új csarnok is föléje épült. Az új finomsort 1936. június 22-én helyezték üzembe (3. ábra).

A melegítést az új soron két OFU (Ofenbau Union) tolokemence végezte. A 475 mm hengerátmérőjű, 1400 mm testhosszúságú trióelőnyújtó mögött 20 méterrel helyezték el a hét darab egy tengelybe épített nyitott elrendezésű, 300 mm átmérőjű, vaktrioállványokból álló készsort. A fokozott méretpontosság érdekében a készletelőtti és kész hengerállványoknál már görgős csapágyazást alkalmaztak.

A kifutó szálakat rotációs olló darabolta a 45 m hosszú gereblyés hűtőpad előtt, majd a végső darabolást hidegollón végezték.

A repedésre érzékeny, vagy pelyhesedésre hajlamos minőségű rudak darabolás után lassú lehűlést biztosító ládába kerültek.

A gyártási program, főként az ötvözött acélok miatt nagyon széles volt, köracélokat 7–50 mm-es mérethatárok között hengereltek.

A diósgyőri második finomsor, a Nemesacélhengermű finomsorának 1974. XI. 2-i indulását követően 1975. IV. hónapban fejezte be termelő munkáját.

### Újraindulás a II. világháborút követően

1945 elején a hengersorok közül elsőnek a Finomhengermű finomlemez sorra és finomsora indult meg. Szén- és áramkorlátozások miatti állások után április 10-én a finomsor két műszakkal megindult, a középsor váltakozva dol-

gozott a durvasorral és a középlemez-sorral.

Sokkal nehezebb volt a helyzet a Durvahengerműben, elsősorban a visszavonuló németek által felrobbantott Ilgner áramátalakító sérülése miatt. Hogy az adott körülmények között a javítás milyen nehézségekkel járt, azt híven tükrözi a gyár igazgatójának „Felhívás”-a mely bejelenti, hogy a javításhoz nem tudnak elegendő önt beszerezni, „... miért is a jóézésű, a gyárukat szerető alkalm-

zottakhoz fordulok, hogy birtokukban lévő önt a gyár rendelkezésére bocsássák. Bármilyen kis mennyiség is megfelel...”. A II. sz. Ilgner gépcsoport felrobbantott kormánydinamóját házilag, ideiglenesen kijavították, és 1945. március 27-én üzembe helyezték. Végül a Durvahengermű gerendasora 1945. április 9-én, blokk-sora április 10-én, durvalemez-sora április 23-án kezdte meg újra a termelő munkát.

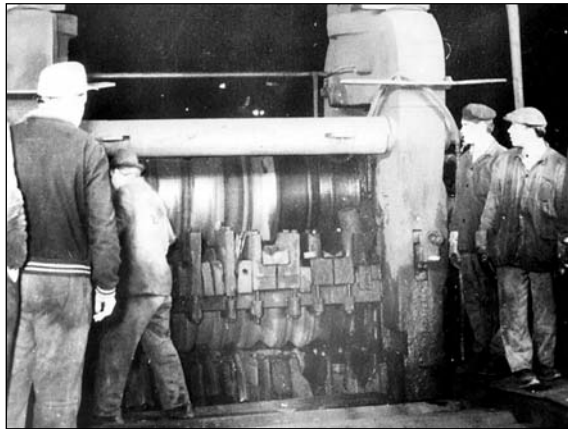
1946. évben az infláció egyre ijesztőbb méreteket öltött, és a közellátás napról napra romlott. A közlelémezési helyzet javítására elkezdődött a csereárak gyártása. A Finomhengerműben 1946. július 3-a és 11-e között az üzem teljes kapacitását csereárak gyártására fordították: 40 vagon ráfvasat, szögvasat, patkóvasat gyártottak, és megoldották az egészen vékony (1,25–1,5 mm vastagságú) aroncsvasak gyártását is. Az így termelt árut falun élelemre cserélték.

1947 márciusában vezették be a házi átvételi kötelezettséget. Minden minőségi árut átvételnek kellett alávetni, még abban az esetben is, ha a megrendelés szerint az áru átvétel nélkül lett volna szállítható.

#### **A szelvényválaszték bővítése a gerendasoron**

1948 májusában kezdődött el a Durvahengermű gerendasorán a 260 mm-es átmérőjű tárcsadorongok hengerlése a Kovácsműhely részére.

Az 50 kg/m típusú nagyvasúti sínt és szerelvényeit 1948 októberében kezdték el hengerelni Diósgyőrben szovjet jóvátételi célra.



■ 4. ábra. A 850 mm-es hengerátmérőjű trióbugasori hengerállvány

#### **A durvalemez-sor áttelepítése Pestlőrincre**

Diósgyőrben az 1950-es év első négy hónapját arra használták fel, hogy a többi hengerson rovasára a durvalemez-hengerson nagyobb termelést érjenek el és így az áttelepítés idejére némi tartalékot képezzenek. Május 1-én és 2-án az utolsó 166,7 tonna durvalemezt kihengerelték, majd a durvalemez-hengerson leállították, és 1950. május 3-án az áttelepítést megkezdték. A Pestlőrincre áttelepült durvalemez-hengerson az első bugát 1950. június 27-én 9 órakor hengerelték ki durvalemezzé.

#### **Trióbugasor létesítése a durvahengerműben**

A blokk-sor munkáját hátráltatta a kis végszelvényű bugák hengerlése, ugyanakkor a gerendasor a készáru-termelésben súlyos lemaradásban volt, mert kapacitásának jelentős részét belső felhasználású kisbugák hengerlése foglalta le. Javaslat született a Csepel Művek 850 mm átmérőjű 2200 mm hengertest hosszúságú trióhengerson másolatának felállítására a durvalemez-sor helyén.

A 75 × 75–150 × 150 mm méretartományban hengerlő, „provizórikus”-ként létesített trióbugasoron 1952-től 1964-ig, a durvahengermű rekonstrukciójáig folyt a hengerlés (4. ábra).

#### **Középhengermű létesítése**

A második világháború középhengersoni termékigénye olyan méreteket öltött, hogy látni lehetett, sokáig már

nem lehet halasztani egy új, korszerű középhengerson létesítését. Az ózdi középhengerson 1913-ban épült és kapacitása 80 000 tonna/év, a diósgyőri pedig 1871-ben létesült, és kapacitása nem volt több évi 30 000 tonnánál. A középhengersoni szelvényekből az igények tovább növekedtek, és pl. a szénbányászat nagymérvű fejlesztése már annyi bányatámprofilt követelt, hogy az elavult középhengerson ennek csak töredékét tudták szállítani.

A kormányzat új, korszerű 200–300 ezer tonna/év kapacitású középhengerson létesítése mellett döntött.

A Középhengermű terveit a Schloemann Aktiengesellschaft Düsseldorf cég készítette, és ő szállította a gépi berendezések nagy százalékát. A cég egy DEMAG cikcakk-sor hengersoni berendezéseinek felhasználásával egy 650 mm hengerátmérőjű trióelőnyújtóval ellátott, nyolc 450 mm hengerátmérőjű folytatólagos elrendezésű (ezen belül három vertikális) hengerállványból, és ehhez nyitott elrendezésben csatlakozó készelőtti és kész állványból álló hengerson telepített. A lapos szelvények gyártásához, a kész hengerállvány elé még egy torló hengerpárt iktattak be.

A Középhengermű építésének megindítására 1950 decemberében került sor. Az építkezésnél felmerült hallatlanul nagy nehézségek leküzdése után 1954. december közepén megindulhatott az egyes gépcsoportok próbajáratása, és 1955. január 15-én megtörtént a hengerson ünnepélyes átadása (5. ábra).

A hengersonon gyártásra tervezett szelvények:

- kör- és négyzetacél 30–80 mm,
  - lapos- és bordásrugóacél 40–150 × 5–50 mm,
  - hatszögacél 30–80 mm,
  - egyenlőszárú szögacél 40 × 40–100 × 100 mm,
  - egyenlőtlen szárú szögacél 30 × 40–80 × 120 mm,
  - T-acél 40 × 40–70 × 70 mm,
  - I-gerenda, 80–140 mm,
  - U-acél 80–140 mm,
  - Z-acél 43 × 25–60 × 50 mm,
  - bányasínek 7-, 9-, 12-, 13- és 14 kg/m,
  - vasúti kötőszerek kisebb folyómétersúlyú sínekhez.
- Később a gyártott szelvényválasz-

ték ennél lényegesen kevesebb volt.

A Középhengermű közel 40 évi üzemelés után 1994. október 7-én végleg leállt.

### Buga-felülettisztítás az ötvenes években

Az LKM adta a legtöbb igényes minőségi szerkezeti és ötvözött anyagot a gépiparnak és az egyéb felhasználóknak, ezért a legnagyobb gondot kívánta fordítani (az elsősorban acélgyártáskor és öntéskor keletkezett) felületi hibák megjavítására.

Az 1955-ben alkalmazott bugatisztítási módok:

- csiszolás, 37 bugacsiszoló géppel (felszerelés alatt 20 lengőcsiszoló gép);
- bugafaragás, pneumatikus vésőberendezéssel;
- lángfúvatás, manuális végrehajtással.

A bugatisztítási kapacitás növelése érdekében először a lengő csiszológépek számát növelték, megépítették a lőrinci darupálya mellett, később a Halnán a csiszolóműhelyt, majd beszerették és végül 1970-ben az új műhelybe telepítették a Brookes és Heinrich Rau típusú nagy teljesítményű csiszológépeket.

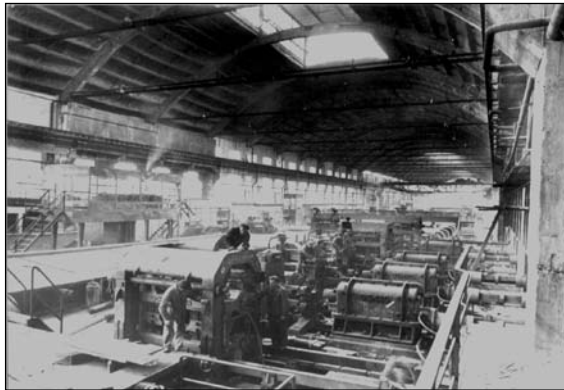
### Változások a Finomhengerműben

A finomsor nagyjavításának alkalmával, 1961 januárjában építették be az előnyújtó második állványát. Erre a célra a Középhengermű 8. állványa helyére beépíthető, Schloemann-gyártmányú 450 mm-es hengerátmérőjű trióállványát használták fel, melyet a Középhengerműben egy alkalommal sem használtak.

1963. augusztus 28-án a finomlemez-sor végérvényesen leállt, befejeződött Diósgyőrben a finomlemez-hengerlés.

### Durvahengerműi nagy rekonstrukció

A rekonstrukció célkitűzése az LKM növekvő acéltermelésének feldolgozása a népgazdaság számára szükséges termékké. A termelés növekedésével javulnak a termelés gazdasági mutatói és a termelékenység. A

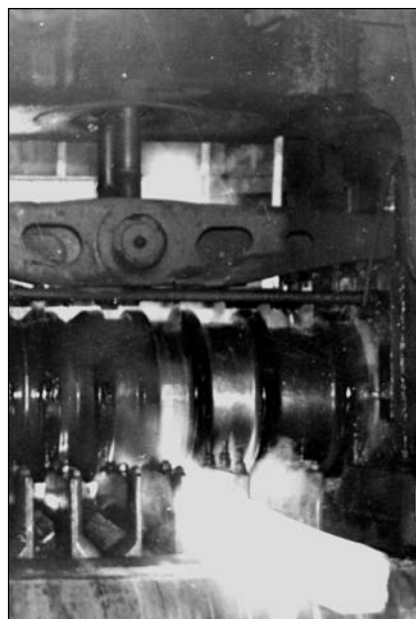


■ 5. ábra. A Középhengermű folytatólagos sori szakaszának szerelése

rekonstrukció célkitűzése 850 000 tonna acél feldolgozása a blokkoson, és 1 millió tonna elvi kapacitás biztosítása.

A beruházás lényege: A korábbi hidraulikus manipulátorral felszerelt és korszerűtlen hengerállvánnyal rendelkező blokkosor helyett egy új 1000 mm-es hengerátmérőjű 2600 mm hengerest-hosszúságú, villamos hajtású manipulátorral és fordító berendezéssel ellátott blokkosor telepítése, és a váltóáramú hajtású trióbugasor helyett egy egyenáramú hajtású 850 mm-es hengerátmérőjű, 2200 mm hengerest-hosszúságú hidraulikus működtesű manipulátorokkal ellátott duóbugasor építése (6. ábra).

1964. október 1-én ünnepélyes keretek között adták át a rendeltetésének a rekonstruált diósgyőri Durvahengerművet.



■ 6. ábra. Hengerlés a duóbugasoron

A Durvahengermű blokkosora a Beruházási programjavaslatban megjelölt célkitűzést 1966-ban már elérte, 867 655 tonna acélt dolgozott fel. Elvi kapacitását 1968-ban lépte túl, amikor a feldolgozott acél mennyisége 1 002 343 tonna volt.

A duóbugasor a beruházási programjavaslatban meghatározott 350 000 tonnás kisbugaszükséglet csak a Nemesacélhengermű hengersorainak belépése után lépett fel, amikor is a duóbugasor 1974-ben 364 038 tonnát hengerelt.

### A diósgyőri Nemesacélhengermű létesítése

1968. november 30-án az LKM elkészítette az „Ajánlattételi felhívás”-át a létesítendő nemesacél finomhengerműre, 143 ezer tonna finomsori termék és 77 ezer tonna középsori termék gyártására.

A francia Renault Serie, az angol Davy Ashore, a csehszlovák ZDAS, a keletnémet SKET cég komplett ajánlatai mellett részleges ajánlatot tettek a Moller-Neumann, Schloemann, Demag és Morgardshammar cégek is.

Végző döntés az NDK SKET (VEB Schwermaschinenbau-Kombinat Ernst Thälmann Magdeburg-Buckau) 1969. július 4-én benyújtott ajánlata mellett történt, mely a teljes kapacitást 400 000 t/év-ben határozta meg.

A Nemesacélhengermű az 1969. október 2-án megkötött importszerződés szerint épült meg. Hat csarnokban foglalt helyet, melyek a bugatároló, a finomsori, a középsori, a hőkezelő, a finomsori kikészítő és a középsori kikészítő csarnokok. A 100 × 100–180 × 180 mm-es, 2,5 és 5 m hosszú bugákat két, az Heurtey francia tervezésű emelőgerendás kemencében melegítik elő.

A félfolytatólagos finomsoron egy 530 mm névleges hengerátmérőjű trió-előnyújtó állvány után egy három szakaszból álló 380 és 320 mm névleges hengerátmérőjű 17 vertikális és horizontális állványból álló folytatólagos soron hengerlik ki 8–35 mm-es köracéllá, 10–32 mm-es négyzetacéllá, 10–34 mm-es hatszögacéllá, és 20 × 5–70 × 15 mm-es laposacéllá. A lehűtést a 66 m hosszú gereblyés

hűtőpadon végzik, mely után a darabolás hidegollón történik, és lehetőség van a kifutó szálak csévélésére is. Az I-es számú trielőnyújtó és a folytatólagos szakaszok között egy OFU gyártmányú utánmelegítő kemencében történhet a trielőnyújtóról lelépő szelvény kb. 50 °C-kal való visszamelegítése, és a szál egyenletes hőmérsékletének biztosítása.

A nyitott elrendezésű középsoron egy 630 mm névleges hengerátmérőjű reverzáló duóállvány (7. ábra) után egy 530 mm névleges hengerátmérőjű trióállványon folytatják a hengerlést, majd három 450 mm névleges hengerátmérőjű horizontális és egy 380 mm névleges hengerátmérőjű, a kész állvány előtt elhelyezett és azzal folytatólagos üzemmódban dolgozó vertikális állványon fejezik be. A tervezett szelvényválaszték: köracél 35–120 mm, négyzetacél 35–60 mm, hatszögacél 36–41 mm, laposacél 70 × 8–140 × 50 mm, I-acél 80–120 mm, bányasin 14 és 18,3 kg/m, szögheveder, laposheveder, bányatám. A darabolásra alkalmas hat melegfűrészt után a lehűtés egy 54 m hosszúságú ferdegörgős hűtőpadon



■ 7. ábra. A Nemesacélhengermű középsorának reverzáló duóállványa

történik, mely után lehetőség van hidegollós darabolásra is.

Mindkét hengerson lehetőség van a repedésérzékeny acélminőségek lassított lehűtésére visszahűtő ládákban, ill. dobokban, vagy közvetlenül a hőkezelő kemencébe való juttatására.

A két kikészítő csarnokba telepített kikészítő gépeket (egyengető, revéltlenítő, fűrészt, rakásoló és köszörű) is a SKET cég szállította.

A hengerelt termékek hőkezelésére (lágypítés, normalizálás) egy, az osztó OFU cég által szállított nyitott lángterű földgáztüzelésű görgős hőkezelő kemencében van lehetőség.

A Nemesacélhengermű középsorán a próbaüzem 1973. X. 25-én, az

üzemszerű termelés 1974. I. 1-én indult meg, a finomsoron a próbaüzem 1974. XI. 2-án, az üzemszerű termelés 1975. I. 2-án kezdődött.

A későbbiek során a Nemesacélhengerműben komoly változások történtek, a kiinduló bugák méreteit megnövelték, a gyártott rúd- és profilacél szelvényválasztékot lényegesen bővítették. A berendezések is változtak, a finomsori tekerceslő több módosításon esett át, méretpontos hengerlést biztosító

hengerlőblokkot építettek be, letelepítettek egy, a bugák felületi és belső vizsgálatára alkalmas vizsgálósort, üzembe helyeztek több, a minőség javítását elősegítő kikészítő és vizsgáló berendezést.

2008 decemberében a gyártás leállt. A napjainkig még meglévő Nemesacélhengermű beindítását célzó tervek nem valósultak meg.

#### Irodalom

*Marosváry László: a Diósgyőri Hengerművek története (Tanulmányok Diósgyőr történetéhez 5.) A Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Levéltár kiadványa Miskolc 1999.*

## 10. Nemzetközi Clean Steel Konferencia Budapest, 2018. szeptember 18–20.

Tizedik alkalommal rendez meg az OMBKE a Nemzetközi Clean Steel (Tiszta acél) konferenciát. A téma napjainkban, amikor a felesleges kapacitások miatt az acélpiacon élesedik a harc, különösen fontos. Ebben a helyzetben logikus lépés a kiváló minőségű, nagy hozzáadott értékű acéltermékek arányának növelése. Ebben kulcsszerepet játszik az acél tulajdonságait rontó szennyezők, zárványok mennyiségének csökkentése: minél tisztább acélok gyártása.

Az első Nemzetközi Clean Steel Konferenciát az OMBKE 1970-ben Balatonfüreden rendezte a német, az angol, a francia és a svéd egyesületekkel együttműködve. A szervezést azóta is számos ország acélipari egyesülete mellett a legnagyobb

nemzetközi acélipari szervezetek támogatják.

A 10. Clean Steel Konferenciáról 2017 őszén küldtük szét az információkat a világ minden részébe. Ennek eredményeként 2018 január végéig 24 országból 59 előadást jelentettek be. Az acélipar globális átalakulásának következménye, hogy az európai előadások aránya nem éri el az 50%-ot. Nagyon sok előadás érkezett a Távol-Keletről és a tengerentúlról, így ez a konferencia a témával foglalkozó szakemberek igazi világtalálkozója lesz.

Az előadásokat az alábbi szekciókba soroltuk:

- bevezető plenáris előadások,
- a zárványok keletkezése és módosítása,

- szimuláció és modellszámítások,
- Ca alkalmazása tiszta acél gyártásánál,
- szekundér metallurgia,
- folyamatos öntés,
- reoxidáció,
- salakok és folyósító szerek,
- a zárványok és az acél tisztaságának vizsgálata,
- a tisztaság hatása az acél tulajdonságaira.

A konferenciára a budapesti Flaminco szállodában kerül sor, két párhuzamos szekcióban.

A konferencia részletes programja a konferencia honlapján ([www.cleansteel10.com](http://www.cleansteel10.com)) érhető el.

Ugyanitt található a regisztrációval kapcsolatos információk.

BÁRDOS ANDRÁS – WALCZER CSABA

## Rézrotor nagy hatásfokú villamos motorokhoz

*Az aszinkronmotor a folyamatos fejlesztéseknek köszönhetően egyszerű megoldást kínál a villamos meghajtású járművek területén. Az indukciós motorok, jó energia visszanyerő képességüknek köszönhetően, mind elsődleges, mind pedig rásegítő hajtásként jól használhatók. A kalicka anyagát tekintve két fajta indukciós motort különböztetünk meg, alumínium és réz forgórészűt. A rézrotoros motorokat az autóipar felsőkategóriás megoldásként fejlesztette ki. A kalicka anyagától függetlenül az öntés, ezen belül is a nyomásos öntés nyújtja a legnagyobb termelékenységet a rotorgyártásnál. Az öntvények gyakran kész méretűek és nem igényelnek utómunkát. Jelenleg a Breuckmann öntési technológiával 1,3 mm széles, 200 mm hosszú rotornútok is kiönthetők.*

### Bevezetés

Az aszinkron vagy más néven indukciós motorok a villamos meghajtás egy viszonylag egyszerű módját jelentik. Ezen motorok kalickájának anyaga lehet alumínium vagy adott esetben réz is. A rézzel kiöntött forgórész, a réz kiváló elektromos vezetőképessége miatt, nagyobb villamos hatásfokot eredményez, szemben az alumíniummal, nemcsak az ipari motor, hanem az elektromos autókban használt hajtáslánc esetében is (1. táblázat).

A nyomásos öntés, függetlenül az alapanyagtól, a rotorgyártásban is a termelékeny és a gazdaságos technológiát képviseli. További technikai előny a közel kész méretre öntés, ami az utómunka költségeit nagymértékben csökkenti.

**1. táblázat.** A motor hatásfoka az alumínium, illetve a rézrotor esetében [www.copper.org]

kW	Hz	Hatásfok (%)		Különbség (%)
		Al	Cu	
3	60	83,2	86,4	3,2
3	50	82	84,1	2,1
7,5	50	84,2	87,4	3,2
11,2	60	89,5	90,7	1,2
15	50	90,1	91	0,9
18,8	60	90,9	92,5	1,6

A jelenlegi fejlesztési irányok következtében a villamos motorok fordulatszámja folyamatosan növekszik, emiatt a forgórész nagyobb mechanikai igénybevételnek lesz kitéve. Ezért a forgórészhez csak nagy folyáshatárú és szakítószilárdságú anyagok használhatók fel. A nagy fordulatszám mellett a kalickák nűtszáma szintén növekszik. Ennek oka egyrészt a póluszszám, másrészt a villamos vezető anyag mennyiségének fajlagos növekedése. A nűtszám növekedése együtt jár a nűtkeresztmetszet csökkenésével, ami a szóba jöhető gyártástechnológiák közül ismét a nyomásos öntésnek kedvez. Napjainkban rézrotort két módon gyártanak: szereléssel, azaz profilanyagok felhasználásával, vagy öntéssel. Nyomásos öntéssel az egész vékony, akár 1,3 mm széles és 200 mm hosszú nűtok is biztonságosan önthetők, ami szereléssel már nem, vagy csak körülményesen oldható meg.

### 1. Rotorok öntése

#### 1.1. Az EV motorok

A dízel- és a benzines meghajtású járművek használatát és létjogosultságát az Európai Unió és más nemzetközi szervezetek is megkérdőjelezzik, elsősorban a CO<sub>2</sub>-kibocsátásuk és energiahatékonyságuk miatt. A jelenleg elérhető alternatívák közül az e-mobilitás nyújtja a legjobb CO<sub>2</sub>-kibocsátási indexet megtett kilométerenként. A „Tisztább gépjárművek irányelv”-et folyamatos konzultáció mellett felülvizsgálják [1], melynek során a döntéshozók egyértelművé tehetik abbéli szándékukat, hogy tisztázni kell a „Tiszta járművek” és a szennyező anyagok, ezen belül a CO<sub>2</sub>-kibocsátás szintjeit.

Manapság két villanymotortípust alkalmaznak az elektromos, illetve a hibrid meghajtású gépjárművek hajtásláncaiban: a szinkront, illetve az aszinkront. A motorok többsége állandó mágneses szinkronmotor, amelynek egyik fontos alapanyaga a ritkaföldfémekből készült állandó mágnes. A másikat, az úgynevezett aszinkron típust (például a Tesla, NiO) csak kevés autógyártó részesíti előnyben.

Az állandó mágneses technológia előnye a nagy fajlagos forgatónyomaték és kis veszteség, azonban a szükséges nyersanyagok árai magasak, továbbá jelentősen ingadoznak. A hosszú távú elérhetőségük szintén megkérdőjelezhető. Az állandó mág-

**Dr. Bárdos András** 2002-ben végzett a Budapesti Műszaki Egyetemen okleveles gépészmérnökként, majd ugyanitt 2006-ban PhD-fokozatot szerzett. A Stuttgarter DHBW és a Miskolci Egyetem docense. Jelenleg a németországi Breuckmann GmbH & Co. KG műszaki igazgatója és fejlesztési vezetője.

**Walczer Csaba** 2002-ben végzett a Budapesti Műszaki Egyetemen okleveles gépészmérnökként, majd 2010-ben a Miskolci Egyetemen MSc-kohómérnökként. A Kerpely Antal Doktori Iskola PhD-hallgatója. Jelenleg a Breuckmann Hungary Kft. műszaki igazgatója.

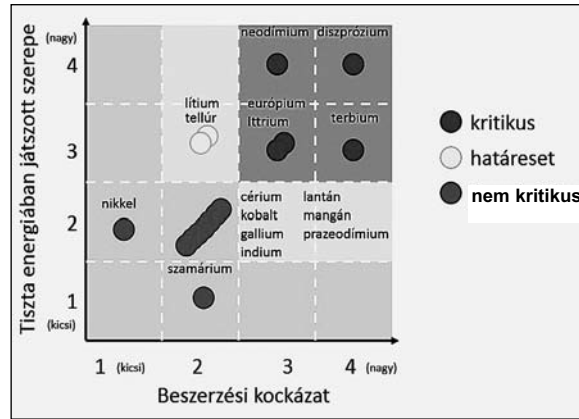
neses technológia hátrányai közé sorolandó többek között a túlmelegedés során fellépő lemágneseződés, aminek következtében az állandó mágnessel szerelt motor tönkremegy.

Az Európai Unió alapanyag-ellátása jelentősen függ Kínától, hiszen a mágnesek gyártásához használt ritkaföldfémek, neodímium (Nd), praeodínium (Pr) és diszprózium (Dy) 90%-a Kínából származik, nem beszélve a felhasznált állandó mágnesek 76%-áról (1. ábra), [2].

A szinkronmotorok egyértelmű versenyársai és alternatívái a fejlett indukciós motorok, melyek vizsgálata és fejlesztése koránt sem ért véget. Az indukciós motorok kalickái alumíniumból vagy rézből készülhetnek. A rézrotor gyártható öntéssel, illetve szereléssel, azaz forrasztással vagy hegesztéssel. A 2. táblázat összegezi a rézrotorok különböző gyártási technológiájának főbb jellemzőit. A forrasztott rotor esetében a zárógyűrű és a kalicka rögzítése forrasztással történik és a két rész közé egy idegen forrasztóanyag kerül. A hegesztett rotor esetében a zárógyűrű és a kalicka összekötése hő- és erőhatás alkalmazásával valósul meg, idegen anyag hozzáadása nélkül.

### 1.2. Rézrotor öntése

Függetlenül a kalicka anyagától, az



■ 1. ábra. Rövid távú (2015–2025) kockázati mátrix [2]

indukciós motorok rotorjai gazdaságosan csak nyomásos öntéssel gyárthatók. Ez a technológia biztosítja az autóipar számára szükséges nagy termelékenységet is.

A színrez öntése nehéz feladat. Az öntvény repedésre, porozításra és levegőbezáródásra hajlamos [3]. A rez viszkozitása kicsi, olvadáspontja nagy (1084 °C), ennek ellenére önthető, akár nyomásosan is. A nyomásos öntés a leggazdaságosabb technológia közepes és nagy sorozatú termékek gyártása esetében. A rezet kiváló villamos vezetőképessége miatt elsősorban elektromos eszközökben használják. Az ezüst után a rez a legjobb villamos vezetőképességű anyag, amely a tisztaságtól függően akár 58 MS/m [4] is lehet. A megolvadt rez igen reaktív, különböző elemekkel ötvözetet képez, amely az elektromos vezetőképesség gyors romlását eredményezi (2. ábra).

2. táblázat. Különböző gyártástechnológiával készült rézrotorok összehasonlító táblázata

	Öntött rotor	Forrasztott rotor*	Hegesztett rotor*
Réz térfogata a kalickákban	teljesen kitöltött	légrés szükséges a szereléshez	légrés szükséges a szereléshez
Kalicka geometriája	szabadon választható	csak „egyszerű” geometria alkalmazható	csak „egyszerű” geometria alkalmazható
Kapcsolat a zárógyűrűk és a nűtök között	100%-os metallurgiai kapcsolat, egyéb anyag alkalmazása nélkül	hegesztési problémák (hozaganyag, szívódás stb.)	hegesztési problémák (hozaganyag, szívódás stb.)
A lemezcsoomag minősége	„normál” méretpontosságú lemezcsoomag	extra méretpontosságú lemezcsoomag	extra méretpontosságú lemezcsoomag
Elforgatás	irányfüggetlen bármilyen értékkel	csak bizonyos határig	csak bizonyos határig
Termelékenység	nagy mennyiségű gyártás lehetséges	közepes mennyiségű gyártás lehetséges	kis mennyiségű gyártás lehetséges
Szerszámki költség	egyszeri nagy költség	mérsékelt	nincs adat
Lehetőségek a piacon	kevés vállalat képes gyártani	sok vállalat képes gyártani	nagyon korlátozott
Működési zaj	kicsi	nagy	nagy

Ahogy az a 2. ábrán is jól látszik, az oxigén beoldódása esetén a rez villamos vezetőképessége jelentősen romlik, mindemellett képlékeny-alakváltozási tulajdonságára is negatívan hat. A rez olvasztásakor meg kell akadályozni a fémfürdő és az oxigén érintkezését. A rez és az oxigén eutektikumot képez egymással, amely a kristályhatárokon helyezkedik el. Ez a rideg szövetelem eredményezi az öntött rez elridedését is.

Alapjában véve a nyomásos öntési technológia turbulens töltési viszonyokat eredményez, hiszen a megolvadt fém nagy sebességgel áramlik át a megvágáson keresztül a formaüregbe, esetünkben a kalickába. A visszatöltés következtében az előre és a visszafelé áramló folyékony fém két fémfrontot alakít ki, amelyek a kalicka nűtjaiban találkoznak egymással, ahol adott esetben a gázzárványok következtében a nűt keresztmetszete jelentősen lecsökkenhet. A turbulens töltés hatására kialakuló porozítás valószínűsége nagy (3. ábra).

Az egyenletes nűtkitöltés során minden nűtban közel azonos sebességgel halad a fém, az előbb említett visszatöltés elkerülhető. Az előre, illetve a visszafelé haladó fémfront találkozásánál kialakuló gázbezáródás, levegőbezáródás következtében kialakuló keresztmetszet-csökkenés a nűtban kiküszöbölhető (4. ábra). Az indukciós motorok villamos teljesítménye nagymértékben függ a kalicka nűtjának keresztmetszetétől. Emiatt kijelenthető, hogy a lamináris áramlással kitöltött rotorkalicka az egyik legfontosabb feltétele a nagyobb hatásfokú motor rotorjainak gyártásánál.

A színfémek öntése esetében az egyenletes töltés kedvezőbb, hiszen az ötvözetekkel ellentétben a színfémek megszilárdulása nem egy hőmérséklet-tartományban következik be, hanem egy jól meghatározható hőmérsékleten. Ezért a színfémek utánnyomással nem, vagy csak alig tömöríthető-

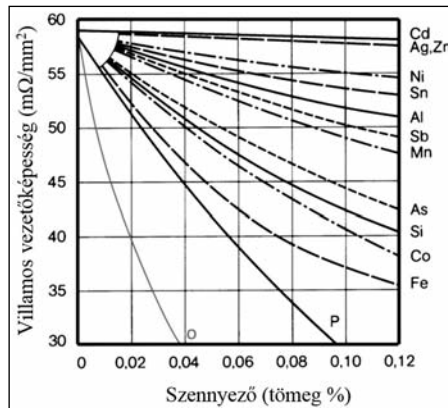
ek, szemben az ötvözetekkel, ahol a likvidusz és szolidusz hőmérséklet közötti tartományban az öntvények jól utánnyomhatók és ezáltal tömöríthetők.

A dermedési szimulációkon jól láthatók a turbulens töltéssel öntött rotorok zárógyűrűjében keletkező nagy levegőbezáródások, amelyek üregek formájában jelentkeznek. A lamináris töltéssel öntött rotorok nűtjai szakadásmentesek (5. ábra), annak ellenére, hogy az öntvény anyaga színtém (6. és 7. ábra). A vákuumtechnológia alkalmazása csökkentheti a levegőbezáródás mértékét, de az acél lemezcsomag szigetelő anyagából és a kenőanyagokból felszabaduló gázok okozta bezáródásokat nem tudja megszüntetni. A Breuckmann GmbH sikeresen kifejlesztett és szabadalmaztatott egy, a rotoröntéshez alkalmazható technológiát, amellyel egyenletes nűtöltés valósítható meg.

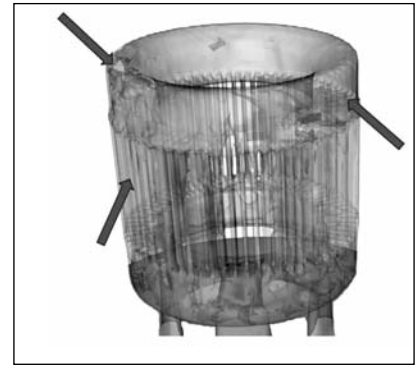
### 1.3. Az öntési hőmérséklet és a hő hatása a rotorra

A tiszta réz öntési hőmérséklete 1200 °C körül van. A folyékony fém a zárógyűrűben átadja a hőt az öntőszerszámnak és a kalickában a vasmag-nak. A manapság használatos vasmag lemezei készre hőkezelt ("fully finished"), szerves, vagy szervesetlen lakkréteggel bevontak, ami a lemezek közötti elektromos szigetelést biztosítja. Amennyiben ez a szigetelés hiányos, vagy sérült, a vasmag örvényáramú vesztesége megnő, aminek következtében a motor hatásfoka lecsökken. A nagy hőmérséklet ezt a szigetelő réteget roncsolhatja. A szimulációs eredményeken látható, hogy a legnagyobb termikus terhelés a nűtok közötti részen alakul ki, ahol a hőmérséklet a 645 °C-ot is elérheti (8. ábra). Az úgynevezett C5 minőségű hőálló szigetelés ellenáll ennek a magas hőmérsékletnek, ezért alkalmas a rézrotor gyártására. Ez a szigetelés alumínium rotorok öntésénél is használható, hiszen a hőmérséklettel szembeni ellenálló képessége jobb más szigetelő anyagokénál [7].

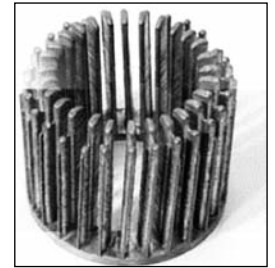
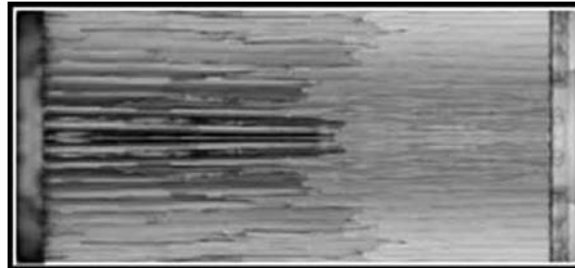
Az öntés minőségét jelentősen befolyásolhatják az elektrotechnikai acélszalag kivágása során használt kenőanyagból az öntés során a nagy hőmérséklet miatt felszabaduló gázok. Ezek főként a vastag falú öntvényré-



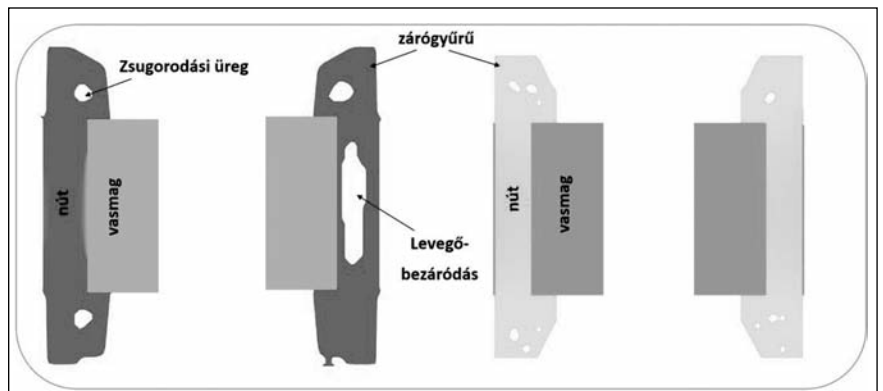
■ 2. ábra. Szennyezők hatása a réz villamos vezetőképességére [5]



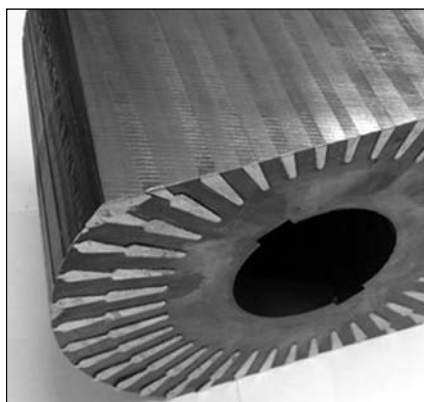
■ 3. ábra. Turbulens kalickatöltés, a nűtokban megfigyelhető visszaáramlással. A gázbezáródások helyét a nyilak jelölik



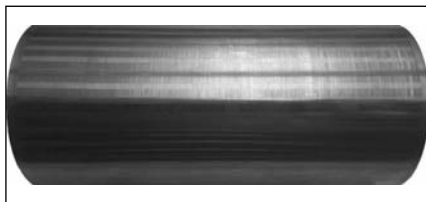
■ 4. ábra. Lamináris töltés a nűtokban kvázi homogén fémszálalattal. Sötét rész: olvadék; világos rész: még töltetlen terület, (balra); valós öntött kalicka egységes fémszálalattal (jobbra)



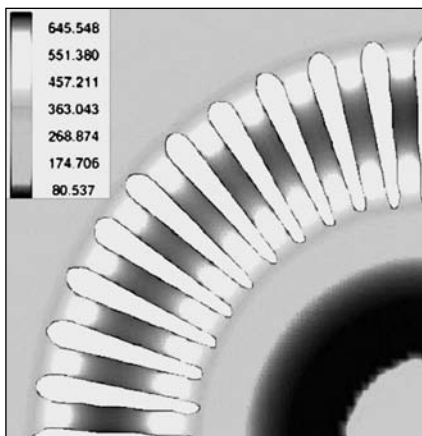
■ 5. ábra. Turbulens (bal) és lamináris (jobb) kalickatöltés, a turbulens töltés okozta anyaghiányossággal. Szimulációs eredmények



■ 6. ábra. Egyenletes nűtöltéssel öntött réz (bal) és alumínium (jobb) rotor. A nűtok porózitásmentesek (a rotorok a szabadalmaztatott Breuckmann öntési technológiával készültek)



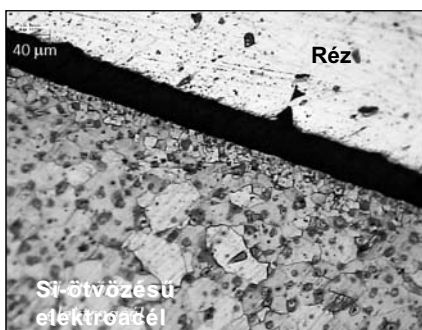
■ **7. ábra.** Egyenletes nítítással gyártott rézrotor. A rotor palástfelületét a nút közepéig leesztergálták. Porozitás a nútokban nem látható



■ **8. ábra.** A megszilárdulás során kialakuló hőmérsékletviszonyok a vasmagban. A maximális hőmérséklet 645 °C. Szimulációs eredmény



■ **9. ábra.** A kivágáshoz használt kenőanyag okozta porozitás a rézzel kiöntött indukciós motor zárógyűrűjében



■ **10. ábra.** A rézzel kitöltött nútról készített metallográfiai felvételen a réz és az elektrotechnikai acél közötti zsigorodási üreg (fekete) látható. A 645 °C-os maximális hőmérséklet a Si-ötvözésű vasmaghoz használt acél szövetszerkezetét nem változtatja meg

szek megszilárdulásánál okoznak porozitást. Ilyen például a zárógyűrű, ahol a falvastagság következtében a megszilárdulás lassú, ami kedvez a gázzárványok kialakulásának (9. ábra).

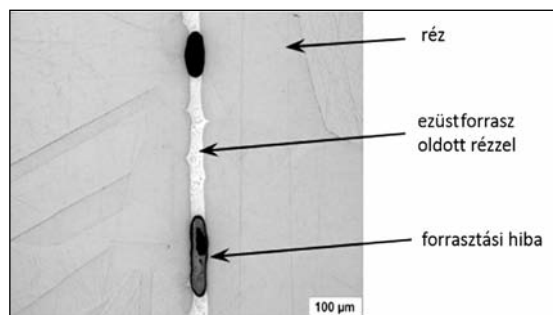
A szimulációs eredményekből levont feltételezést, miszerint az öntés során, a rövid, 2-3 másodpercig tartó 600 °C fölötti hőterhelés a Si-ötvözésű vasmaghoz használt acélok szövetszerkezetét a nútok közvetlen környezetében nem változtatja meg, a metallográfiai vizsgálatok alátámasztják (10. ábra).

A vasmag mágneses tulajdonságait, túlmenően a vegyi összetételén és a szövetszerkezeten, a mechanikai feszültség szint is befolyásolja. A nagyobb Si-tartalom a lemezt érzékenyebbé teszi a mechanikai feszültségekkel szemben (növeli az elektrotechnikai acél szemcsedurválását, keménységét, szilárdságát) [8]. A vasmag gyártása kivágással történik, ahol a kivágó szerszám a szükséges lemezgeometriát nyírással alakítja ki, és maradé mechanikai feszültséget okoz. Ez a húzó-nyomó feszültség növeli az elektrotechnikai acél vasvesztését, ezáltal rontja a motor összehatásfokát.

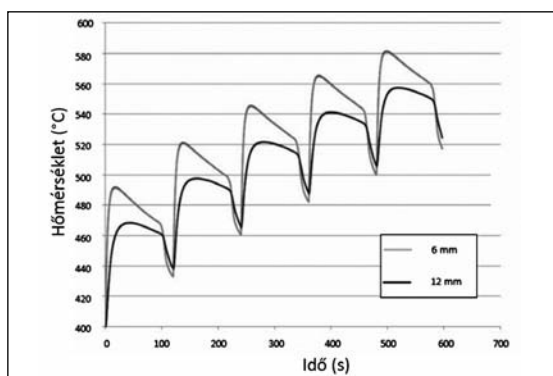
A vasmag öntés utáni hőmérsékletén a szilíciumtartalmú acél kilágyul, ezáltal csökken a kivágásból származó feszültség szint, továbbá az ennek következtében kialakult vasvesztés.

A motorteljesítmény-mérések során bebizonyosodott, hogy az azonos geometriájú motorok esetében az öntött rézrotorral szerelt motorok hatásfoka 0,8-1,5%-kal jobb, mint a szerelt rotorok esetében [10]. Ennek okai a következők:

- az öntött rézrotor kalickájának szerkezete alapvetően homogén és nincs jelen második, idegen fázis; az öntésnek köszönhetően jobb a kalickák térkitöltése (6. ábra);
- az elektrotechnikai acél mechanikai feszültség szintje alacsonyabb.



■ **11. ábra.** Keményforrasztott réz zárógyűrű forrasztási hibával



■ **12. ábra.** Az öntőforma hőtani szimulációjának eredménye 6 és 12 mm-es mélységben (öntvénytérfogat: 720 cm<sup>3</sup>)

#### 1.4. Az öntési hőmérséklet hatása az öntőformára

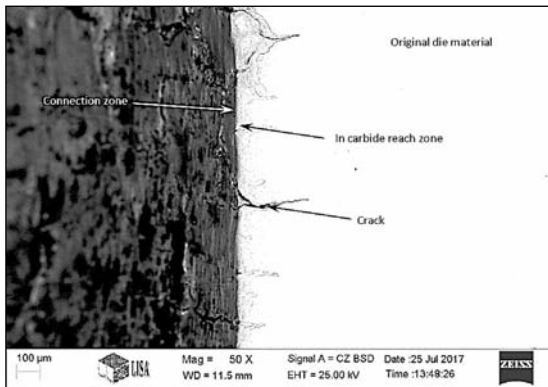
Az olvadt réz megszilárdulása során az öntőforma felveszi az olvadékból származó hő egy részét. Az öntési ciklus szimulációja és valós mérések megerősítették, hogy az öntőforma hőmérséklete az érintkező felületről 6 mm-re már 580 °C fölé melegszik, és ezen a hőmérsékleten stabilizálódik (12. ábra).

A nagyobb formahőmérséklet hatására az úgynevezett hősokk, azaz az egyes öntési ciklusok közötti ugrászerű hőingások csökkenthetők. Ez a forma élettartama szempontjából kedvező, de a nagyobb formahőmérséklet növeli a réz diffúzióját az öntőforma anyagába és növeli az eróziós hatását is az áramló fémrel érintkező részen. Ez különösen az öntőforma nem bevonatolt részein, a megvágás és a zárógyűrű geometriájára érvényes (13. ábra).

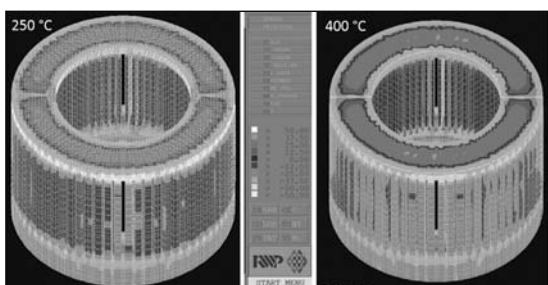
Az olvadt rézzel érintkező felületen vas-oxid réteg keletkezik. A vékony szivacsos réteg alatt egy vastag karbidzóna található, amely krómkarbid fázisokat tartalmaz. Az ismétlődő hőtágulásból adódó húzó-nyomó



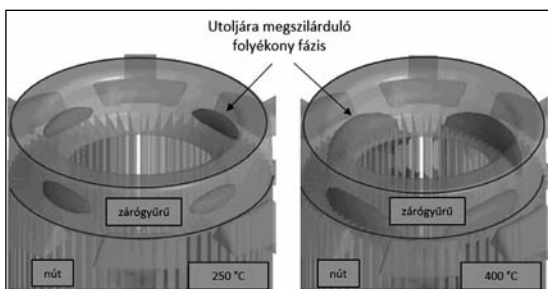
■ 13. ábra. Egy rézrotorhoz használt öntőforma keresztmetszete



■ 14. ábra. SEM-felvétel a réz öntőformáról a megvágás közelében (Connection zone: érintkezési felület; Original die material: eredeti szerszámanyag; In carbide reach zone: karbidban feldúsult rész; Crack: repedés)



■ 15. ábra. Az előmelegítés hatása a vasmagban megszilárdulás után kialakuló maradó feszültségekre (skála: – 50 MPa – 50 MPa). Szimulációs eredmény



■ 16. ábra. A vasmag előmelegítésének hatása a zárógyűrűben kialakuló megszilárdulási képre. Modellezett lemezcsomag hőmérsékletek: 250 °C (bal) és 400 °C (jobb). Szimulációs eredmény

igénybevétel miatt ez a kemény, rideg terület kitorhethető, és folyékony réz áramolhat a repedések közé. Mélyebben, nagyobb távolságra az érintkezési felületről a szemcseszervezet és az alapanyag kémiai összetétele nem változik meg (14. ábra).

szilárdulására is. A mérsékelt előmelegített vasmag esetében a zsugorodási üregek a zárógyűrű közepén alakulnak ki, és elkerülnek a nűtök és a zárógyűrű érintkezési zónáját, ami a villamos vezetőképesség, azaz az állandó villamos vezető keresztmet-

A jól megtervezett szerzőszám-temperáló rendszerrel lassítható a diffúziós hatás, és egy inaktív réteggel, mint például kerámia, az öntőforma felülete megóvható.

## 2. Maradó feszültség

### 2.1. A kalickában, öntés után kialakuló maradó feszültség

Az indukciós motorral hajtott gépjárművek üzemi motorfordulatszama nagy, vagyis a rotor tangenciális sebessége 110-130 m/s körüli. Ez nagy mechanikai igénybevételt eredményez mind a nűtök, mind pedig a zárógyűrű érintkezési felületén. A maximális motor teljesítmény eléréséhez tökéletes kapcsolat szükséges a nűtök és a zárógyűrű között.

Köztudott, hogy az öntött alkatrészek maradó feszültséggel terheltek. Ez függetlenül az öntvény alapanyagától érvényes a nyomásos öntéssel gyártott kalickákra is. Rotorok esetében a maradó feszültség csökkenthető, a vasmag előmelegítésével. A 15. ábrán látható a szimulatív úton létrehozott feszültség szintek ábrázolása, két vasmag esetében. Az öntés előtt 400 °C-ra előmelegített vasmag esetében a kialakuló maradó feszültség kisebb volt, a csak 250 °C-ra előmelegített vasmaghoz viszonyítva.

A vasmag előmelegítése nemcsak a feszültségviszonyok alakulására hat, hanem a zárógyűrű meg-

szilárdulására is. A 400 °C hőmérsékletre előmelegített vasmag a folyékony fém áramlását jelentősen befolyásolja, különösen a nűtökben, de ezen kívül hat a megszilárdulás irányára és sebességére is (16. ábra). Ez azt jelenti, hogy a zárógyűrű és a nűt érintkezési zónájában zsugorodási üregek keletkeznek, hiszen ez a terület az előmelegítés miatt magasabb hőmérsékletű, így itt a megszilárdulás lassabb, ami csökkenti a két rész közötti érintkezési vezető keresztmetszetet. Ez a keresztmetszet-csökkenés működés során túlmelegedhet és a mechanikai terhelhetőséget is rontja. A fenti okok miatt az öntvényben lévő betétek, mint például a vasmag előmelegítése nem feltétlenül szükséges.

## 3. Összefoglalás

A fentiekből látható, hogy a nehézségek ellenére a rézrotor gyártása nyomásos öntési technológiával lehetséges. A Breuckmann GmbH & Co. KG szabadalmaztatott [11] lamináris rotoröntési technológiájával jobb minőségű termékek gyárthatók, melynek oka a nűtök tökéletes térkitöltésében keresendő. A Breuckmann technológiával öntött rézrotorok nagyobb villamos teljesítmény elérésére képesek, szemben a szerelt rézrotorokkal, elsősorban a nűtök jobb kitöltöttsége és a homogén szerkezet miatt. A lemezgyártás során a keletkező maradó mechanikai feszültségeket az öntés során kialakuló hőmérsékleti viszonyok csökkentik, ezzel tovább segítve a jobb villamos hatásfok elérését. A réz nagy öntési hőmérséklete miatt az öntőforma temperálása, illetve bevonatolása hozzájárul a gazdaságos szerszámtartam eléréséhez. A vasmag előmelegítése csökkenti a benne kialakuló maradó feszültség hatását, ellenben a zsugorodási üregek a zárógyűrű középső részéből, a nűttel érintkező részébe húzódnak, ami csökkenti a két rész érintkezési felületét.

A Breuckmann cégcsoport a Miskolci Egyetemmel és az Öntőgépszervíz Kft.-vel közösen az autópárházban használatos rotor gyártására alkalmas öntő és megmunkáló gyártócellát fejleszt ki Magyarországon, amivel a nagy sorozatú rotorok gyártásához szükséges nagy folyamatstabilitás

elérhető lesz. A közeljövőben a konzorcium gazdaságos megoldást fog biztosítani az ipari és az autóiipari aszinkronrotorok gyártására.

### Köszönetnyilvánítás

A munkát az Európai Unió támogatta a Széchenyi 2020 (GINOP-2.2.1-15.2016-00002) és a Horizont 2020 (H2020-SMEInst-2016-2017;806095; HPC-rotors.) programok keretében.

Szeretnénk köszönetet nyilvánítani dr. Varga Lászlónak, dr. Erdélyi Jánosnak és dr. Molnár Dánielnek, a Miskolci Egyetem Öntészeti Intézete vezető munkatársainak a kísérletekben, kiértékelésekben és szimulációs tevékenységekben nyújtott segítségükért.

### Irodalom

- [1] ec.europa.eu: <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/facts-fundings/evaluations/doc/2015-09-21-ex-post-evaluation-directive-2009-33-ec.pdf>; last accessed 2017/12/29.
- [2] U.S. Department of Energy: [https://energy.gov/sites/prod/files/DOE\\_CMS2011\\_FINAL\\_Full.pdf](https://energy.gov/sites/prod/files/DOE_CMS2011_FINAL_Full.pdf); last accessed 2017/12/29.
- [3] <http://www.key-to-metals.com/Article64.htm>; last accessed 2012/11/11.
- [4] International Annealed Copper Standard (1913).
- [5] Pawlek, F., Reichel, K.: Z. Metallk., 47 p. 347 (1956).
- [6] Bargel, Schulze: Werkstoffkunde, Springer, Berlin pp. 272–281. (2004).
- [7] Ingenieurbüro für Elektro-Maschinenbau Homepage, <http://www.elektrobleche.de/>, last accessed 2017/12/04
- [8] Bárdos, A.: Der Asynchronantrieb: Neue Perspektiven durch innovative Gießtechnologie, Forum Elektromobilität, Berlin 1-2 März 2016
- [9] Yamazaki and Kato: IEEE Transactions On Magnetics, Vol. 50, No. 2, February 2014
- [10] Bárdos, A.: Anwendung von Kupfergusstechnologie und Vorteilen im Motorenbau, ATB Expertentag, Nordenham, Germany 22
- [11] DE102015212224A1

BUBENKÓ MARIANNA – FEGYVERNEKI GYÖRGY – TOKÁR MONIKA

## Al-Si olvadék zárványtartalmának csökkentésére irányuló vizsgálatok

**Kutatómunkánk során üzemi körülmények között két különböző gyártótól származó tisztítószó zárványtartalom-csökkentő hatását hasonlítottuk össze AISi7MgCu0,5 ötvözet esetén.**

**Az olvadék zárványosságának minősítő vizsgálatához K-próbák öntését és kiértékelését végeztük el. A K-próbákból egy technológiai lépéshez tartozóan több darabot is öntöttünk, hogy a kiértékeléskor statisztikailag értékelhető eredményeket kapjunk. A K-próbák töretfelületein megjelent zárványokat pásztázó elektronmikroszkóppal elemeztük.**

**A kísérletek során sűrűségindex-próbákat öntöttünk az olvadék oldott hidrogéntartalmának kimutatására. Megvizsgáltuk a kétféle tisztítószóval kezelt olvadékból öntött kísérleti öntvények szilárdsági tulajdonságait.**

### 1. Bevezetés

Az olvasztási és olvadék-kezelési technológiák esetén elsődleges szempont az olvadék zárványtartalmának csökkentése. Az alumíniumol-

vadékban a zárványok leggyakrabban oxidhárták és finom diszperz oxidok formájában vannak jelen [1]. Ezek leginkább közvetlen oxidációs folyamat, illetve vízgőzzel való reakciójuk során [2][3] alakulnak ki.

A cikk a 24. Magyar Öntőnapokon 2017. október 14-én elhangzott előadás szerkesztett változata.

**Bubenkó Marianna** 2016 decemberében fejezte be BSc-tanulmányait a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán, Járműipari Öntészet – öntészet szakirányon. Jelenleg az ME Anyagtudományi Karán végzős MSc-kohómémők hallgató. Kutatási területe: az Al-Si öntészeti ötvözetek zárványtartalmának csökkentésére irányuló vizsgálatok.  
**Dr. Fegyverneki György** 2001-ben szer-

zett kohómérnöki diplomát a Miskolci Egyetemen, 2007-ben védte meg PhD-értekezését. 2010 óta a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karának címzetes egyetemi docense, a Fémöntészet tantárgy oktatója, 2015-től a Könnyűfémöntészeti Nemak Kihelyezett Tanszék vezetője. Kutatási területe: könnyűfémöntés technológiája, alumíniummetallurgia, hőkezelés, szerkezetvizsgálat, repedésanalitika.

A zárványok jelenléte a szövet-szerkezetben feszültséggyűjtő helyként szolgálhat, ami a szilárdsági tulajdonságok csökkenéséhez vezethet. Az oxidok negatív hatásának, de legfőképpen a finom oxidhártáknak az öntvények külső bemetszési érzékenységére gyakorolt hatása következtében az alkatrészek szilárdsága jelentősen csökken. Ahhoz, hogy az öntvényekkel szemben támasztott magas minőségi követelmények teljesüljenek, elengedhetetlen, hogy a szennyeződések olvadékba, a későbbiekben pedig az öntvényekbe jutását megakadályozzuk. Ehhez fontos az olvadék minőségének megítélése az öntés előtt [2].

Az olvadék tisztítószókkal történő kezelésének optimalizálásával az a

**Mende-Tokár Monika** 2011-ben végzett okleveles kohómérnök-ként a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán öntészet-anyagvizsgálat szakirányon. Jelenleg a Miskolci Egyetem Öntészeti Intézet tanársegédje. Apáczai Csere János Doktoranduszi Ösztöndíjas (2013–2014). Kutatási területe az Al-Si öntészeti ötvözetek esetében alkalmazott módosító elemek hatásának vizsgálata.

célunk, hogy olyan olvadéktisztasági minőséget érjünk el, amellyel az olvadék zárványtartalma minimálisra csökkenthető. A tisztítósó adagolásának szerepe, hogy az olvadékban lévő alumínium-oxid zárványokat megkösse, amelyek az öblítőgázbuborékokkal a salakba jutnak. [1][2].

A sóadagoló egységgel felszerelt olvadékkezelő berendezések az olvadéktisztítás rendkívül hatékony módját teszik lehetővé a rotoros gáz-talanítási folyamat során. Az olvadékkezelés első lépéseként a rotor az olvadékba merül, majd ~500 rpm fordulatszámra forogva tölcserét (vortex) képez (a terelőlapát nincs leengedve), majd ezt követően a csigás adagolóval a megfelelő mennyiségű tisztítósót a tölcserbe juttatják. A tisztítósó elkeveredik a folyékony fém egész térfogatában, ezzel lehetővé válik a fémfürdő minél hatékonyabb tisztítása. Ezt követően a rotor fordulatszáma lecsökken, a terelőlapát az olvadékba merül, és elkezdődik az inert gáz adagolása a rotorszár irányába, ahonnan a keverőfej (rotorfej) alján lévő kilépő nyílásokon át jut az olvadékba. A rotornak az a szerepe, hogy minél finomabb és egyenletesebb gázeloszlást, továbbá homogén buborékarányt biztosítson a teljes olvadékban [3][4][5].

A tisztítósókkal szemben támasztott követelmények a következők:

- sűrűsége legyen kisebb, mint az olvasztott ötvözeté,
- ne legyen mérgező hatású,
- legyen oxidoldó hatású, az alumínium-oxidot és a nemfémes szennyezőanyagokat nagy mennyiségben legyen képes megkötni,
- a tisztítósónak legyen olyan alkotója, ami a kezelés hőmérsékletén könnyen elbomlik, és a képződő gáz a fémfürdőt mozgásba hozza, így segítve elő az olvadék hatékonyabb tisztítását.

## 2. Kísérleti körülmények, eredmények

Kutatómunkánk során üzemi körülmények között két különböző gyártótól származó tisztítósó zárványtartalom-csökkentő hatását hasonlítottuk össze AlSi7MgCu0,5 ötvözet esetén.

A tisztítósók esetén a sűrűség, a kinematikai és a dinamikus viszkozi-

tás mellett olvasztáskor nagyon fontos szerepe van az oxidok eltávolításában a felületi feszültségnek is. A határfelületeken lejátszódó folyamatok reakciókinematikáját ugyanis döntő mértékben a felületi-feszültség-értékek alakulása befolyásolja [1].

Az ipari gyakorlatban a zárványok kimutatására és vizsgálatára a K-töretpróbát használják. A próbatestet törőlelek mentén eltörik, és a töretfelületet (négy, kb. 40 mm hosszú) szabad szemmel, vagy sztereomikroszkóppal vizsgálják. Az oldott hidrogéntartalom meghatározására a sűrűségindex mérési módszer használatos, amelyeket a kísérleti munkánk alatt mi is alkalmaztunk.

• A **K-próbákat** a zárványok kimutatása céljából az eltört próbák felületén sztereomikroszkóp segítségével megszámloltuk a hibákat, majd az (1) összefüggést alkalmazva kiszámítottuk a K-értékeket. A K-érték az olvadéktisztaság jellemzésére szolgáló viszonyszám.

$$K = \frac{S}{n} \quad (1)$$

ahol:

S = a töretfelületeken összeszámlált zárványok száma

n = a töretfelületek száma (n = 4) [1].

Ezt követően elvégeztük a K-érték tartományok szerinti olvadékminősítést, amely az 1. táblázatban látható [1].

• A **sűrűségindex**-mérési vizsgálat a formaöntésekben gyakran alkalmazott szakaszos eljárások közé tartozó gyártásközi vizsgálati módszer. A sűrűségindex-mérés során kapott mérőszám értéke információt nyújt az olvadékkezelés hatékonyságáról. A sűrűségindex-érték meghatározható a 80 mbar nyomáson megszilárdult próbatest sűrűsége alapján. A minősítés az elméleti sűrűséghez viszonyítva történik [1].

A próbatest lehűlését követően meg kell határozni a próbatest sűrűségét az Archimedes-törvény alapján (1. ábra) [1].

A sűrűségindex értékét (DI %) a következő képlet szerint határoztuk meg:

1. táblázat. Olvadék minősítése a K-értékek besorolása szerint [1]

Besorolás	K-érték	Olvadékminőség
A	< 0,1	Nem szennyezett
B	0,1–0,5	Viszonylag tiszta
C	0,5–1,0	Bizonyos mértékig tiszta
D <sub>1</sub>	1,0–2,0	Szennyezett
D <sub>2</sub>	2,0–5,0	
D <sub>3</sub>	5,0–10	
E	> 10	Nagyon szennyezett

$$DI = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \cdot 100 (\%) \quad (2)$$

ahol:

DI: sűrűségindex (%)

D<sub>1</sub>: 1 bar nyomású levegőn az „MK3VT” típusú készülék erre a célra kialakított fém próbatesttartóján kristályosodott és hűlt próbatest sűrűsége (g/cm<sup>3</sup>) (referencia sűrűség)

D<sub>2</sub>: 80 mbar nyomáson az „MK3VT” típusú készülékben kristályosodott és hűlt próbatest sűrűsége (g/cm<sup>3</sup>) [1].

## AlSi7MgCu0,5 ötvözet – „A” és „B” tisztítósók hatásának összehasonlítása

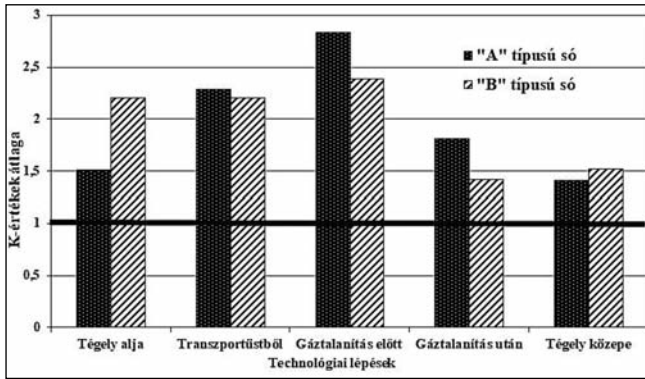
Kétféle tisztítósóval dolgoztunk: az egyik az „A” jelölésű, a másik a „B” jelölésű só. Mindkét tisztítósó alkalmazásakor 15-15 adagból vettünk mintákat. Szintén öntöttünk K-próbákat, és sűrűségindex-méréshez próbadarabokat.

### 2.1. K-próbák eredményei

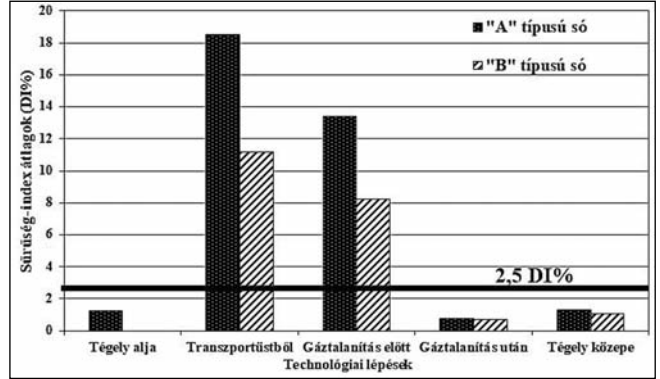
A 2. ábrán az „A” és „B” típusú tisztítósókkal végzett kísérletek során öntött K-próbák (lépésenként 75 próba) átlageredményeit ábrázoltuk technológiai lépésenként. A diagramban feltün-



1. ábra. Sűrűségméréshez használt „MK 2200” típusú precíziós mérleg [1].  
1. A mérleg tárgyasztala, 2. Desztillált vízben elhelyezett próbatároló-kosár



2. ábra. Kétféle tisztítósó K-értékeinek összehasonlítása



3. ábra. Sűrűségindex-mérési eredmények

tett tégely alja a hőntartó-kemence alján lévő maradék olvadékot (kb. 200 kg) jelenti, mielőtt megérkezik a következő adag olvadék. A transzportüst pedig azt az üstöt jelenti, amely a Striko Westofen típusú teknőskemencéből szállítja a hőntartó-kemencébe a következő adag olvadékot. A gáztalanítás előtti technológiai lépés az, amikor az olvadékot a transzportüstből átöntik a hőntartó-kemencébe, vagyis a sóadagolással együtt történő rotoros gáztalanítási folyamat előtti állapot.

Az értékek alapján látható, hogy az „A” és „B” tisztítósóval kezelt olvadékból öntött próbák zárványtartalma alig tér el egymástól. A gáztalanítás után mindkét tisztítósó esetében csökken a zárványtartalom. Ez azt jelenti, hogy a tisztítósók alkalmazása hatásos, a gáztalanítás utáni K-értékek csökkentek, a zárványtartalom kisebb lett a

2. táblázat. Öntvényekből kimunkált próbatestek mechanikai tulajdonságainak átlagértékei és az előírt határértékek

AlSi7MgCu0,5 ötvözet	Előírás	„A” típusú só	„B” típusú só
Folyáshatár [MPa]	min. 120	168,9	168,1
Szakítószilárdság [MPa]	min. 200	234,6	234,9
Nyúlás [%]	min. 1,5	9,94	10,33
Brinell-keménység	70–90	79,4	79,5

tisztítósókkal végzett olvadékkezelések után.

A vastag, fekete vonal a szennyezettségi mértéket jelöli, a K-tartományban ez a besorolási szám a szennyezettségi szintet jelöli (1. táblázat). Az értékek láthatóan jobb eredményeket mutatnak, amiket a következő pontokban alább is támasztunk a mechanikai tulajdonságok vizsgálati eredményeivel.

### 2.2. Sűrűségindex-eredmények

A K-próbák mintavételével párhuzamosan sor került az oldott hidrogén-

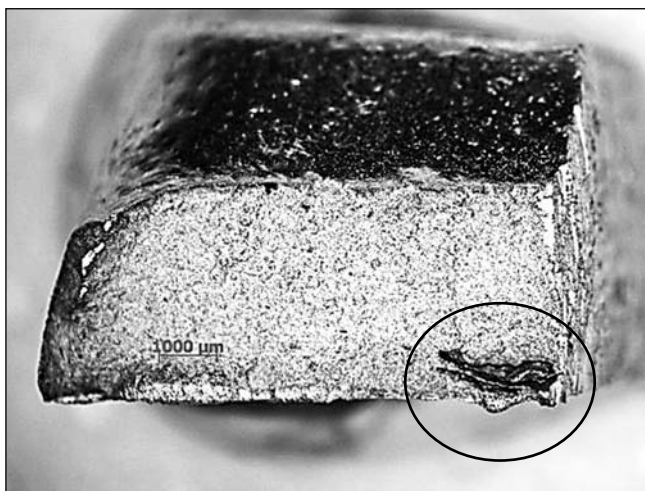
tartalom meghatározásához szükséges sűrűségindex-minták vételezésére is.

A sűrűségindex-eredmények (3. ábra) az előírt értéket nem haladják meg. A rotoros gáztalanító kezelés hatásos volt a kísérlet fo-

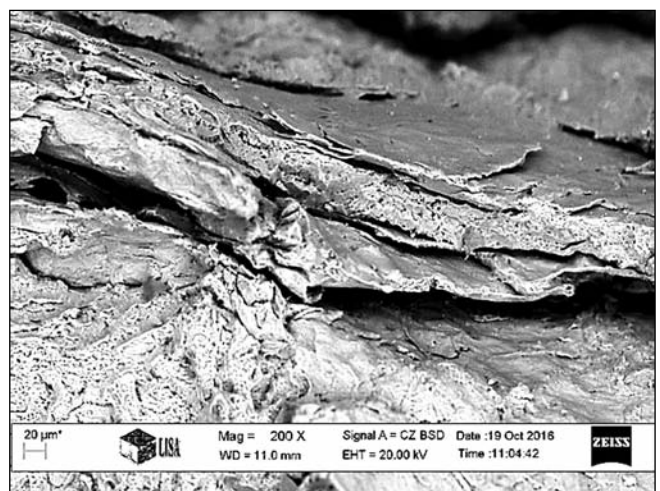
lyamán, gáztalanítás után jóval határértéken belül maradnak a sűrűségindex-értékek.

### 2.3. Mechanikai tulajdonságok vizsgálata

Azon adagokból, amelyekből a kísérleti mintákat vettük, kísérleti öntvényeket is öntöttünk. Az öntvények előírás szerinti hőkezelését követően a kimunkált szakító próbatesteken meghatároztuk a folyáshatár, a szakítószilárdság és a nyúlás értékeit. A kísérleti öntvényeken elvégeztük a Brinell-keménységmérést is.



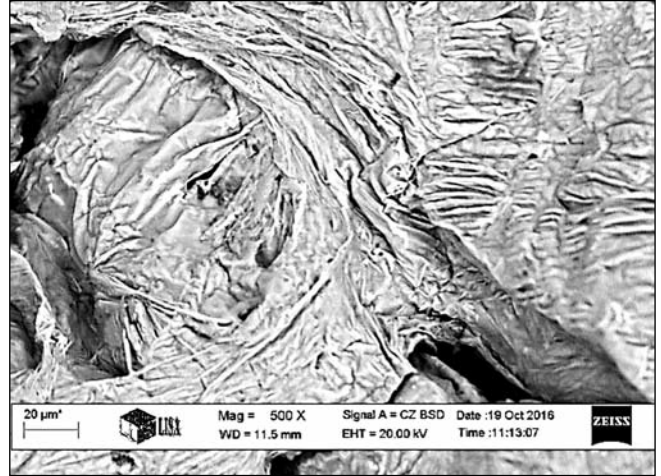
4. ábra. K-próba szennyezett töretfelülete sztereomikroszkópon



5. ábra. SEM-felvétel a K-próba szennyezett töretfelületéről, N = 200 ×



■ 6. ábra. K-próba szennyezett töretfelülete sztereomikroszkópon



■ 7. ábra. SEM-felvétel a K-próba szennyezett töretfelületéről, N = 500 ×

A 2. táblázatban az eredményeket mutatjuk be. A táblázat második oszlopában az előírt értékeket, a harmadik és negyedik oszlopban a mérések átlagértékeit tüntettük fel.

Az eredményekből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a két tisztító alkalmazásával a mechanikai tulajdonságok értékei majdnem teljesen megegyeztek. A Brinell-keménység értékei az előírt határértéken belül maradtak, a többi eredmény pedig az előírt minimum értéken felül volt. A szakító próbatestek nyúlásvizsgálatai eredményei az előírás kb. tízszeresét érték el. Ez az eredmény annak köszönhető, hogy az öntvények szövetszerkezetében nincsenek zárványok.

#### 2.4. Zárványok vizsgálata scanning (pásztázó) elektronmikroszkóppal (SEM)

A K-próbák törési felületén található zárványok eltérő típusairól sztereó- és pásztázó elektronmikroszkópos

3. táblázat. EDS-elemzés eredményei az 5. ábra zárványos területének vizsgálata alapján. EDS (Energy Dispersive Spectroscopy) = Energiaszperzív spektroszkópia

C	N	O	Mg	Al	Si	Cl	Cu	Össz.
Elemek (tömeg%)								
2,58	8,75	5,97	1,8	68,3	11,07	0,15	1,37	100

4. táblázat. EDS-elemzés eredményei a 7. ábrán látható zárvány vizsgálata alapján

C	O	Mg	Al	Si	Cu	Össz.
Elemek (tömeg%)						
1,1	8,74	3,3	69,25	16,53	1,09	100

vizsgálatot végeztünk. A pásztázó elektronmikroszkóppal történő vizsgálathoz a kísérletsorozatból kiválasztottunk tipikus zárványos K-próbákat.

Az „A” típusú tisztítóval végzett kísérletnél a hőntartó-kemence kiforgatása után a tégely alján maradt olvadékból öntött K-próba töretfelülete a 4. ábrán látható. Az 5. ábrán a töretfelületen lévő zárvány elektronmikroszkópos képét mutatjuk be. Az 5. ábrán lévő zárványos terület SEM elemzési eredménye a 3. táblázatban látható.

5. táblázat. Az „A” típusú tisztítóval kezelt olvadék salakmintájának EDS-elemzési eredményei

„A” típusú tisztító											
Képpont	Na	N	O	Mg	Al	S	Si	Cl	Mn	Fe	Össz.
Elemek (tömeg%)											
1	0,29	0,51	4,62	1,55	47,23	0,55	0	44,91	0,35	-	100
2	0,14	1,07	2,23	0,92	78,76	0,38	0	6,61	0,29	2,69	100

Az „A” típusú tisztító alkalmazásakor öntött K-próbák töretének SEM-vizsgálata alapján megállapítható, hogy a zárványos részen nagy az oxigén-, a nitrogén- és a karbon-tartalom, Al- és Mg-oxid zárványok képződtek.

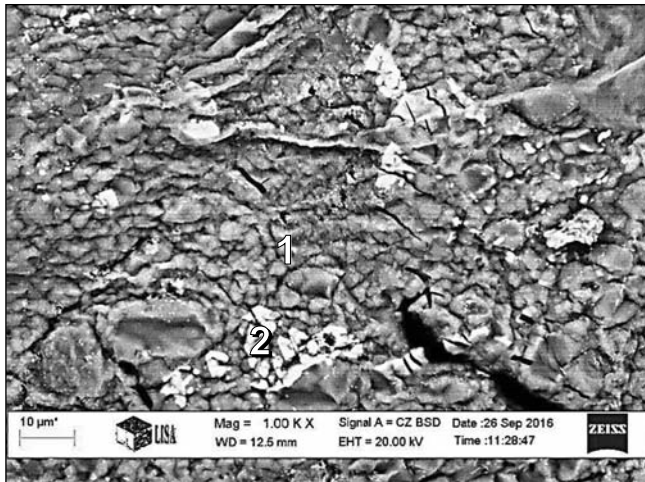
A „B” típusú tisztítóval kezelt kísérleti folyamatnál a tégely aljából (miután a hőntartó-kemence kiforgatott) öntött K-próba törési felülete látható a 6. ábrán. A 7.

ábrán a zárványról készített elektronmikroszkópos felvétel látható, melynek SEM elemzési eredménye a 4. táblázatban található.

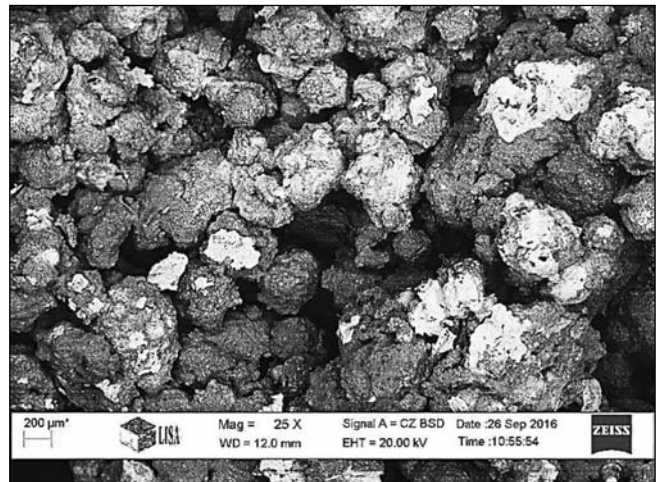
A 4. táblázatban lévő eredmények szerint az oxigéntartalom arra utal, hogy Al- és Mg-oxid zárvány található a töretfelületen. A Mg-tartalom jelenléte okozhatja a vastag poliédes oxidréteget.

Megállapítható, hogy az „A” és a „B” típusú tisztítóval kezelt olvadékok zárványosságának kimutatására szolgáló K-próbák töretén is Al- és Mg-oxid zárványok vannak.

A tisztítóval végzett kísérletek azt mutatják, hogy a rotoros gáztalanító kezelés közben a zárványtartalom is csökkent. Ezt a megállapí-



■ 8. ábra. „A” típusú tisztítósó alkalmazásakor, gáztalanítás után az olvadék felszínéről leszedett salakminta SEM-felvétele



■ 9. ábra. „B” típusú tisztítósó alkalmazásakor, gáztalanítási utáni olvadék felszínéről leszedett salakminta SEM-felvétele

tást nemcsak a K-próbák alapján, illetve sűrűségindex-eredményekkel lehet alátámasztani, hanem a gáztalanítás után leszedett salakminták vizsgálati eredményei is bizonyítják. Az „A” és „B” típusú tisztítósó alkalmazása során, gáztalanítás után az olvadék felszínéről leszedett salakminták por-szerűek voltak, és az alumíniumtartalmuk kisebb a sóadagolás nélkül végzett kezelések salakjában lévőnél. A 8. ábrán látható a gáztalanítás után leszedett „A” típusú tisztítósó alkalmazásakor keletkezett salakmintáról készített 1000 x-es nagyítású SEM-felvétel. A 8. ábrán számokkal jelölt pontokhoz tartozó összetételt az 5. táblázat tartalmazza.

A 9. ábrán a „B” típusú tisztítósó alkalmazásakor a gáztalanítás után leszedett salakmintáról készített SEM-felvétel (N = 25 x), a 6. táblázatban pedig a SEM-vizsgálat terület átlag elemzési eredménye látható.

A tisztítósóval végzett kezelésnél kapott salak többféle vegyületet tartalmaz. Az „A” típusú tisztítósóval végzett kezelésnél kapott salakban kevesebb oxidot és kloridot találtunk. A „B” típusú tisztítósó alkalmazásánál

6. táblázat. A „B” típusú tisztítósóval kezelt olvadék salakmintájának EDS-elemzési eredményei

„B” típusú tisztítósó										
C	O	Na	Mg	Al	Sr	S	Cl	K	Össz.	
Elemek (tömeg%)										
8,64	38,01	18,39	3,34	9,50	2,05	0,30	14,76	5,00	100	

kicsi a salak alumíniumtartalma, viszont stroncium-veszteséggel kell számolni.

### 3. Összefoglalás

Kutatómunkánk során kétféle tisztító-sónak az olvadék zárványtartalmára gyakorolt hatását vizsgáltuk meg AISi7MgCu0,5 ötvözet rotoros gáztalanító olvadékkezelése esetén. Megállapítottuk, hogy az „A” típusú és a „B” típusú tisztítósók az olvadék zárványtartalom-csökkentő hatásában csak kis mértékben térnek el egymástól. Mindkét tisztítósó alkalmazása esetén kisebb a zárványosság mértéke a gáztalanító kezelés után, mint a sóadagolás nélküli kezelésnél. A kísérleti olvadékok K-értéke 2,0 alatt volt.

A pásztázó elektronmikroszkóppal végzett vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy a kísérleteknél a zárványok típusát tekintve, Al- illetve Mg-oxid zárványok keletkeztek.

### 4. Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondunk Kovács Árpád mérnök-tanárnak a pásztázó elektronmikroszkópos vizs-

gálatokban nyújtott segítségéért.

### Irodalom

- [1] Dr. Jónás Pál: Könnyűfém öntészeti ismeretek tankönyv, (2011) 182–183.
- [2] Szombathely Anna: Járműipari öntészeti AISi-ötvözetek tulajdonságainak vizsgálata – PhD-értekezés, (2012) 17., 23.
- [3] Kaufman J. G, Rooy, E. L.: Aluminium Alloy Castings – Properties, Process and Applications, ASM International, (2004) 50.
- [4] Foseco Products & Services, Non Ferrous Foundry, Metallurgical& Pouring Coveral System, Degassing Equipment & Metal Treatment Station, <https://www.vesuvius.com/en/our-solutions/international/foundry/non-ferrous-foundry/melt-treatment.html>
- [5] Brown, J.: Foseco – Non-Ferrous Foundryman’s Handbook, (1999) 73–74.

SZURDÁN SZABOLCS – MEDGYES BÁLINT – MENDE TAMÁS

## Mangánnal és bizmutterrel mikroötvözött ólommentes ónforrasztó ötvözetek fejlesztése az elektronikai ipar számára

*Kísérleteink során mangánnal és bizmutterrel mikroötvözött kis ezüsttartalmú ónforrasztó ötvözeteket vizsgáltunk (SAC0307Mn0,1Bi1, SAC0307Mn0,4Bi1, SAC0307Mn0,7Bi1), és az elektronikai iparban elterjedten alkalmazott SnAg3Cu0,5 (SAC305) forrasztóötvözetet választottuk referenciának. Első lépésként kikísérleteztük a gyártáshoz szükséges ötvözési paramétereket, majd az új forrasztóötvözetek kristályosodási hőmérsékleteit határoztuk meg. Az ötvözeteken mechanikai anyagvizsgálatokat – keménységmérés, szakítószilárdság és nyíróerő vizsgálat – végeztünk el. Az eredmények az mutatták, hogy bizonyos mechanikai tulajdonságokon javíthat a SAC ötvözetekhez adott Mn és/vagy Bi mikroötvöző.*

### Bevezetés

A XXI. században a cél a minél kisebb méretű és súlyú elektronikai eszközök gyártása nagyobb jelterjedési sebesség és kisebb ár elérése mellett. Az elektronikai eszközök forrasztási technológiával állíthatók elő, ezért a forrasztáshoz használt ötvözetek fejlesztése is célja a gyártóknak. A forrasztóötvözetekkel szemben különböző követelményeket támasztanak: megfelelő elektromos vezetőképesség, megbízhatóság, kis sűrűség és

költséghatékonyság. Korábban az ólomtartalmú ónforrasztók jó mechanikai és forrasztási tulajdonságokkal rendelkeztek, ezek használatát azonban az Európai Unió RoHS és a WEEE direktíváinak bevezetése után a forrasztóanyagok gyártóinak és felhasználóinak át kellett állniuk az ólommentes ötvözetekre. Ezen ötvözetek még napjainkban is fejlesztés alatt állnak [1, 2, 3].

Az ólommentes ónforrasztók használata során problémaként lépett fel a nagy olvadáspont, a nem megfelelő

nedvesítés a szubsztráton lévő forrasztási felületek és a forrasztóanyag között, és a magas ár. A tesztforrasztások során különböző forrasztási hibák alakultak ki. A legáltalánosabban használt ólommentes ötvözetek az ón-ezüst-réz, az úgynevezett SAC háromalkotós fémötvözetek terjedtek el. A nagyon magas ár miatt a fejlesztések főként az ezüsttartalom csökkentésére irányulnak az úgynevezett mikroötvözők hozzáadásával. A cél olyan mikroötvözött, kis ezüsttartalmú forrasztóanyag kifejlesztése, amelynek a tulajdonságai hasonlóak, esetleg jobbak a nagy ezüsttartalmú ötvözetekhez képest. Forrasztóötvözetek esetében az egyik fő cél, hogy a kristályosodás befejező hőmérsékletét csökkentjük, ami által kiszélesedik a forrasztás technológiai ablaka [4].

Munkánk során eltérő Mn- és Bi-tartalmú ötvözeteket készítettünk, majd különböző megbízhatósági szempontok szerint vizsgáltuk azok megfelelőségét.

### 1. Az ötvözetek előállítása

Az ötvözeteket egy 300 kg-os grafitüstben állítottuk elő. Első lépésként a kis ezüsttartalmú SAC0307 előötvözetet készítettük el, majd ezek után következett a mangán és a bizmut, mint mikroötvözők adagolása. Az ötvözők bevitelének nehézsége miatt az ötvözést egy grafitbaranggal végeztük, amelynek segítségével a kívánt fémeket az olvadék aljára helyeztük, ahol 800 °C-on 3 órán át tartott az ötvözés, ez idő alatt az előötvözet olvadáspontjánál jóval nagyobb

**Szurdán Szabolcs** 2013-ban végzett BSc-képzésben hőkezelő és képlékenyalakító szakirányos anyagmérnökként, majd 2017-ben MSc-képzésben ugyanezen a szakirányon kohómérnöki diplomát szerzett. Jelenleg a Metalloglobus Fémöntő és Kereskedelmi Kft.-nél termelési igazgatóként dolgozik.

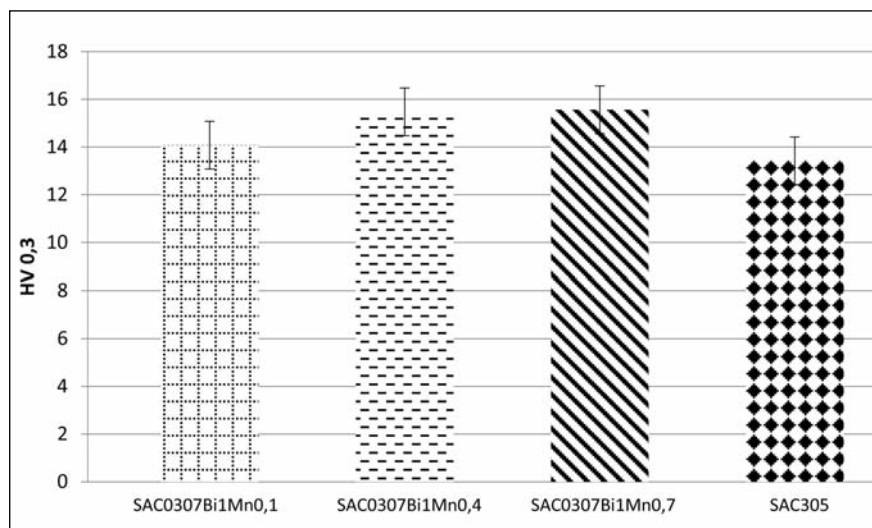
**Medgyes Bálint** 2006-ben végzett okleveles villamosmérnökként a Műszaki Egyetemen, majd 2014-ben PhD-fokozatot szerzett. Jelenleg a Műszaki Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Kar, Elektronikai Technológia Tanszék egyetemi docense. A Magyar Korrosziós Szövetség és az MTA köztestületi tagja. Fő té-

materülete: Elektronikai áramkörök, szerelőlemezek, alkatrészek, forrasztóötvözetek elektrokémiai migrációs és korróziós vizsgálatai.

**Mende Tamás** 2005-ben végzett öntész szakirányos kohómérnökként a Miskolci Egyetemen, majd 2010-ben PhD-fokozatot szerzett. Jelenleg a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karának Fém-tani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézetében egyetemi docens, valamint a Kar tanulmányi és beiskolázási dékánhelyettese. Az OMBKE Egyetemi Osztályának alelnöke. Fő tématerülete: fázisdiagram-számítás, kristályosodás, öntészet.

1. táblázat. Az ötvözetek összetétele

Ötvözet	Ón	Ezüst	Réz	Mangán	Bizmut
	%				
SAC0307Mn0,1Bi1	R	0,33	0,74	0,06	1,02
SAC0307Mn0,4Bi1	R	0,32	0,75	0,36	1,05
SAC0307Mn0,7Bi1	R	0,39	0,8	0,6	1,01
SAC305	R	3,05	0,52	-	-



1. ábra. A kísérleti forraszanyagok keménységértékei

olvadáspontú mangán feloldódása megtörtént, majd egy grafitkeverő segítségével homogenizáltuk az ötvözeteket, melyek összetételét az 1. táblázat tartalmazza.

## 2. Vizsgálatok

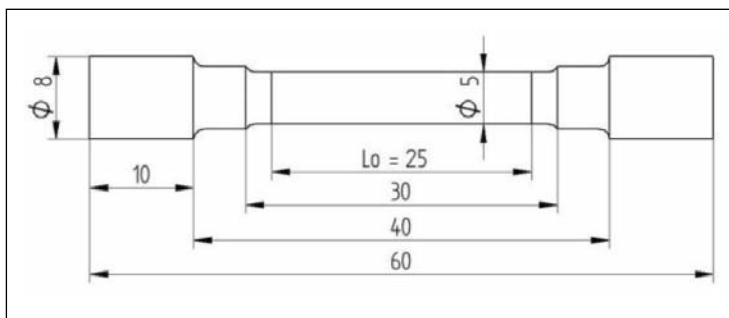
### 2.1. Lehülési görbe

Annak érdekében, hogy megállapítsuk az ötvözetek kristályosodásának kezdő és befejező hőmérsékletét, az ötvözetek 400 °C-on történő megolvastása után az olvadékot 250 °C-ra előmelegített acélkokillába öntöttük, és az olvadék hőmérsékleti adatait a lehülés során számítógépes adatrögzítővel gyűjtöttük. A lehülési görbék kiértékelése után megállapítottuk, hogy a kristályosodás kezdő hőmérséklete ilyen mértékű ötvöztől nem függ jelentősen, viszont a kristályosodás befejező hőmérséklete, ahogy az irodalomban [5] is olvasható, csökkenthető (a SAC305 ötvözet ese-

tén, azaz 1% Bi hozzáadását követően 7 °C-kal csökkent a kristályosodás befejező hőmérséklete).

### 2.2. Mechanikai vizsgálatok

Az előállított ötvözetek megbízhatósági vizsgálatait mechanikai tesztek elvégzésével kezdtük. Először keménységmérést végeztünk, amelynek során egy Instron Wilson Tukon 2100 B gyártmányú Vickers keménységmérő berendezést alkalmaztunk 0,3 kg terhelőerővel és 10 másodperces terhelési idővel. A mintáinkon darabonként öt mérést végeztünk el, majd ezeket az adatokat egy táblázatban összefoglaltuk és az 1. ábrán mutatjuk be.



2. ábra. A szakító próbatetek jellemző méretei

### • Keménységmérés

Az 1. ábrán látható, hogy a keménységi értékek a bizmutötvöztés hatására szignifikánsan növekednek. Ha csak a mangánötvöztő keménységnövelő hatását figyeljük, az értékek növekedése nem számottevő. Az iparban leggyakrabban alkalmazott SAC305 ötvözet keménységi értékénél nagyobb értékeket értünk el, a bizmut keménységet növelő hatásának köszönhetően. A 0,4 tömeg% mangán- és 1 tömeg% bizmuttartalom esetén a keménység 15,48 HV0,3, míg további 0,3 tömeg% mangán hozzáadásával a keménység 15,56-ra növekedett.

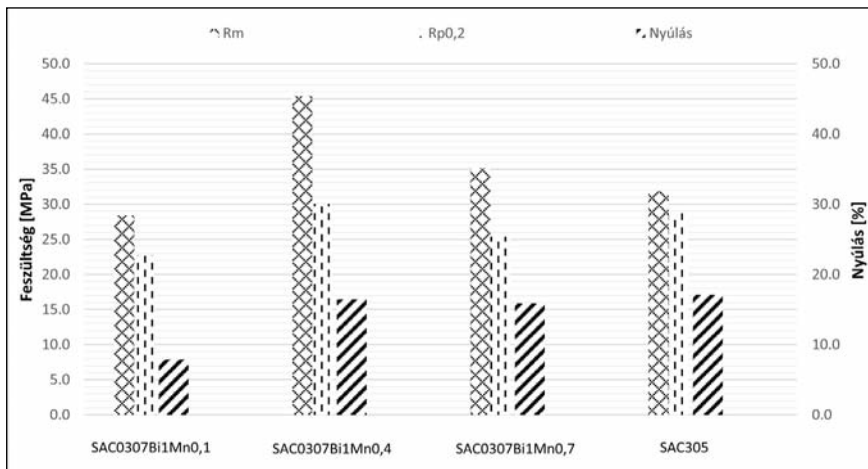
### • Szakítóvizsgálat

Az ötvözetekből szabványos (DIN EN 50125) hengeres szakító próbatesteket készítettünk (2. ábra), majd egy Instron 5982 típusú 10 tonnás univerzális anyagvizsgáló berendezéssel végeztük el a szakítóvizsgálatokat. A vizsgálatot állandó sebességű, 3 mm/perc egytengelyű húzó igénybevétellel végeztük. A szakító próbatetek jellemző méreteit a 2. ábra szemlélteti.

Az eredmények alapján látható (3. ábra), hogy a Mn-, illetve Bi-ötvöztők hozzáadásával a szakítószilárdsági és az egyezményes folyáshatárértékek növekednek, míg a nyúlásértékek csak kissé emelkednek. A vizsgálat során ötvözetenként 2-2 mintán végeztük el a szakító kísérletet. A diagramokon látható, hogy jobb eredményt mutat a SAC0307Mn0,4Bi1 ötvözet a SAC305 ötvözet értékeinél, illetve a SAC0307Mn0,7Bi1 ötvözet eredményei közel megegyeznek. A SAC0307Mn0,4Bi1 ötvözet szakítószilárdság értéke 40%-kal nagyobb, mint a SAC305 ötvözet szakítószilárdsága, a nyúlásértékek pedig közel azonosak.

### 2.3. Forrasztási próbák vizsgálata

Célunk volt, hogy mindeképp készítsünk olyan valódi forrasztási igénybevételt szimuláló vizsgálatot is, melynek alapján össze tudjuk hasonlítani az általunk készített ötvözeteket a



■ 3. ábra. A vizsgált ötvözetek szakítószilárdság-, egyezményes folyáshatár- és nyúlásértékei

gyakorlatban alapötvözetnek számító SAC305 ötvözzel.

Már kezdetben probléma volt, hogy milyen formában állítsuk elő a forrasanyagot és hogyan juttassuk a számunkra legyártott nyomtatott huzalozású lemez (NyHL) felületére. A legtökéletesebb és a legjobban szabályozható technológia a paszta formájában történő adagolás lett volna (stencilnyomtatás), de sajnos nem tudunk ilyen kis mennyiségben forraszpasztát készíteni ebből az ötvözetből. A NyHL 38 × 36 mm négyzet szelvényű lemezt, a forrasztási felületek (PAD-ek) méretét 1 × 1 mm-re, anyagát pedig immerziós ezüstnek (iAg) választottuk. A forraszanyagot a Metalloglobus Fémöntő és Kereskedelmi Kft.-nél 1 mm átmérőjű huzal formájában állítottuk elő, majd egy ötvös duóhengerállvánnyal tovább alakítottuk 0,26 mm vastagságú szalagvégtermékké. Ezek után következett a szalag feldarabolása kézi ollóval, amelyet végül a méret szerinti válogatás követett. A válogatás szabad szemmel történt, ezért a forraszanyag NyHL-re történő felhordásának mennyisége körülbelül 10%-os hibával vehető figyelembe.

A forrasztóötvözetek felvitele a mérőlemeze a következő lépésekben történt:

- a NyHL megtisztítása izo-propilalkohollal (IPA).
- folyasztszer (X33-125 típusú) felvitele a mérőlemezeze,
- mérőlemezek (NyHL) megtisztítása IPA-val,
- flux adagolása a forrasztási felületekre,

– a forrasztóötvözet-lapok felvitele a forrasztási felületekre.

Ezek után következett az ellenállások beültetése, ahol 0 ohmos felületszerelhető (SMD) 0603-as méretű ellenállásokat használtunk. Egy SMT Systems DIMA típusú pneumatikus beültető berendezéssel végeztük a beültetést.

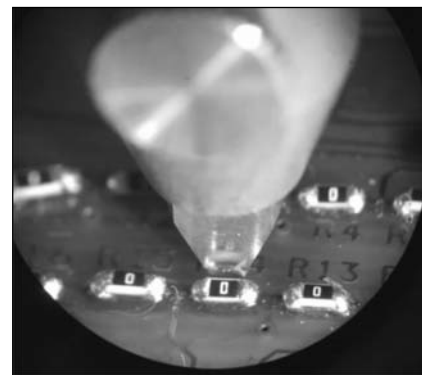
Ötvözetenként négy mérőlemezen végeztük el a forrasztási kísérleteket, lemezenként 16 ellenállással, ami összesen 64 mérési pontot jelentett. A forrasztást Euro Circuits gyártmányú elektromos infrásugaras újraömléses (ReFlow) berendezéssel végeztük, miközben a hőmérsékleti értékeket számítógépen regisztráltuk, így megkaptuk a mérőlemez hőmérsékletének időbeni lefutását (a hőprofil). Minden ötvözet esetében ugyanazt a hőprofil használtuk.

A forrasztás megfelelősége érdekében minden egyes mérőlemez esetében megmértük az ellenállásokat Hewlett Packard 34401A Multiméter mérőkészülék segítségével.

A forrasztott kötések nyíró igénybevételel terheléssel szembeni ellenállását Dage 2400 típusú letolóerő mérőberendezéssel vizsgáltuk (4. ábra).

2. táblázat. A kísérleti forrasztóötvözetek letoló-nyíróerő mérési eredményeinek átlaga

Ötvözet	Letoló-nyíróerő [N]		
	Forrasztás után	190 órás öregítés után	360 órás öregítés után
SAC0307Bi1Mn0,1	28,1	33,6	34,9
SAC0307Bi1Mn0,4	18,2	22,8	25,4
SAC0307Bi1Mn0,7	22,6	26,7	26,2
SAC305	43,2	43,4	44,3

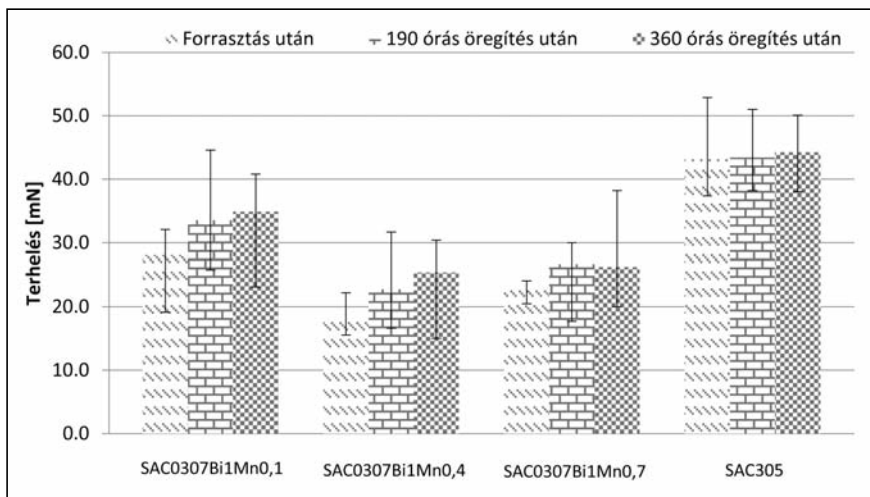


■ 4. ábra. A letoló-nyíróerő mérése vizsgálat közben

A vizsgálatokat először közvetlenül forrasztás utáni állapotban, majd 190 órás öregítés után, és végül 360 órás öregítés után végeztük el, az öregítés hőmérséklete állandó 80 °C volt.

A táblázatban szereplő adatok az 5. ábrán láthatóak.

Észrevehető, hogy az öregítés hatására minden ötvözet esetében növekednek a nyíróerő-értékek. A mangántartalmú ötvözetek esetében az öregítési idővel számottevően növekszik a nyíróerő, a kísérleti ötvözetek közül a legközelebb a SAC0307Mn0,1Bi1 ötvözet esetében a kezdeti 28,1 N értékről 19 órás 80 °C-on történő öregítés után közel 20%-ot emelkedett, és további 170 órás öregítés után további 4%-ot növekedett, szemben a SAC305 ötvözzel. A SAC0307Mn0,1Bi1 ötvözet esetében a forrasztás után 18,2 N volt a mechanikai igénybevétellel szembeni ellenállás értéke, majd 190 órás öregítés után 24,5%-ot, a 360 órás öregítés után további 11,5%-ot növekedett. A SAC305 ötvözet értékei nagyobbak, a forrasztás utáni állapotban végzett kísérlet eredményei alapján, a nyíróerő 43,2 N volt és ez az öregítés hatására kis mértékben változott, 190 óra után 0,5%-ot, míg 360 órás öregítés után is csak további 2%-ot emelkedett. Lee és



■ 5. ábra. A kísérleti forrasztóötvezetek letoló-nyíróerő mérési eredményei

munkatársai [7] is ezt a tulajdonságot vizsgálták. Mások [7, 8] vizsgálati eredményeiből megállapítható, hogy a mangánnal ötvözött alacsony ezüsttartalmú ötvözet IMC rétegvastagsága megnő, azonban hosszabb öregítési ciklusok után a vastagság kisebb mértékben növekszik és a szövetszerkezet is finomabb marad, ennek köszönhetően a nyírószilárdság megnövekszik.

### 3. Összefoglalás

Munkánk során SAC ólommentes önforrasztó ötvözetek bizmuttal, illetve mangánnal történő ötvözésének lehetőségeit kutattuk. Célunk volt, hogy megvizsgáljuk a mangán- és a bizmuttartalom együttes hatását a kis ezüsttartalmú ólommentes önforrasztók esetében, mind a mechanikai tulajdonságok, illetve a gazdaságossági szempontok figyelembevételével.

A keménységvizsgálati eredményekből kiderült, hogy a forrasztóötvezetethez hozzáadott bizmut növeli a keménységet és csökkenti a kristályosodás befejező hőmérsékletét, alátámasztva ezzel Jie Zhao és szerzőtársai [5] által korábban közölteket.

A szakítóvizsgálati eredmények alapján látható, hogy az ólommentes forrasztóötvezetethez hozzáadott Mn és Bi hatására a szakítószilárdsági értékek növekednek. A SAC0307Mn0,4Bi1 ötvözet rendelkezik a legjobb tulajdonságokkal, a szakítószilárdság értékei nagyobbak, mint a SAC305 ötvözet értékei.

A forrasztási próbák vizsgálata után kiderült, hogy az általunk készített ötvözetek nem érik el a SAC305-ös ötvözet mechanikai szilárdságát (nyíróerő vizsgálat), de a forrasztott kötések öregítés utáni állapotának vizsgálata megerősítette a korábbi szakirodalmi közléseket, miszerint a hosszabb öregítési időtartam során a Mn- és Bi-tartalmú forrasztott kötések mechanikai szilárdsága nagyobb mértékben növekszik, mint a SAC305 ötvözeteké. [7, 8]

A nyíróerővel szembeni kötési szilárdsággal kapcsolatos szabványos alsó határértéket nem találni az iparban, így jelentős nyíróerőnek ki nem tett forrasztások esetén, a gazdaságossági és egyéb tulajdonságokat figyelembe véve, a 0,4 tömeg%, esetleg 0,7 tömeg% Mn- és 1% tömeg% Bi-tartalmú SAC0307-es forrasztóötvezetet ipari alkalmazását javasoljuk.

### Irodalom

- [1] Büyök, U., Marasli N.: The microstructure parameters and microhardness of directionally solidified Sn-Ag-Cu eutectic alloy, *Journal of Alloys and Compounds* 485, pp. 264–269., 2009
- [2] Molnár A., Kardos I., Molnár I., Gács Z.: Az ezüsttartalom hatása ólommentes forrasztóanyagok tulajdonságaira, *Bányászati és Kohászati Lapok*, 147. évfolyam 2014/2. szám 17–20.
- [3] Horváth B.: A RoHS direktívái és a tiltott anyagok vizsgálata XRF berendezéssel, Diplomamunka Budapesti Műszaki Egyetem 2008. Budapest
- [4] Óbudai Egyetem, levelező tagozat, Elektronikai technológia előadás, [www.uni-obuda.hu/grollerg/Elektronikaitechnologia/Prezentaciok/levelezo-tav-16/4-szereles.pdf](http://www.uni-obuda.hu/grollerg/Elektronikaitechnologia/Prezentaciok/levelezo-tav-16/4-szereles.pdf) /megtekintés: 2017. 02.11.
- [5] Jie Zhao, Lin Qi, Xiu-min Wang, Lai Wang: Influence of Bi on microstructures evolution and mechanical properties in Sn-Ag-Cu lead-free solder, *Journal of Alloys and Compounds* 375 (2004) 196–201.
- [6] El-Daly, A. A, El-Taher, A.M., Gouda, S.: Novel Bi-containing Sn-1.5Ag-0.7Cu lead-free solder alloy with further enhanced thermal property and strength for mobile products, *Materials and Design* 65 (2015) 796–805.
- [7] Li-Wei Lin, Jenn-Ming Song, Yi-Shao Lai, Ying-Ta Chiu, Ning-Cheng Lee, Jun-Yen Uan: Alloying modification of Sn-Ag-Cu solders by manganese and titanium *Microelectronics Reliability* 49 (2009) 235–241.
- [8] Jenn-Ming Song, Yao-Ren Liu, Yi-Shao Lai, Ying-Ta Chiu, Ning-Cheng Lee: Influence of trace alloying elements on the ball impact test reliability of SnAgCu solder joints, *Microelectronics Reliability* 52 (2012) 180–189.

# Kötött rétegek felszakadásának modellezése háromrétegű alumíniumlemezek továbbhengerlése során

*Ebben a tanulmányban a háromrétegű alumíniumlemezek kötésének felszakadását vizsgáltuk, dinamikusan keményedő fedőréteg és kevésbé dinamikusan keményedő maglemezek esetén. A maganyag AIMnMg025Si08 ötvözet, a fedőlemez AlSi12 volt. A vizsgálatokat végeeselemes számítással, valamint kísérleti úton támasztottuk alá. A kötés bomlását egy-egy szúrásban alkalmazott különböző fogyás mellett vizsgáltuk, amely rendre 1,33; 1,99; 2,66; 3,32; 6,64; 9,97; 13,29; 16,61; 19,93; 23,26; 26,58% volt, míg az alakítási hőmérséklet 300 °C.*

## Bevezetés

A jármű- és repülőgépiparban alkalmazott többretegű Al-lemezek előállításának legnagyobb problémája a plattírozhatóság kérdése, és a rétegek között kialakuló kötés létrejöttének a minősítése. A plattírozás célja, hogy különböző tulajdonságokkal rendelkező és különböző vastagságú alumíniumötvözetű szalagokat, lemezeket úgy hengereljünk össze, hogy az egyes rétegek között erős kötés alakuljon ki, majd azt továbbhengerelve a végvastagságon a kívánt rétegvastagságot kapjuk. A témával számos nemzetközi kutató foglalkozott, melyek közül a „roll bonding” (két szimmetrikus, egyforma vastagságú lemez) kutatása valósult meg a legnagyobb körben. Ez esetben két réteget hengerelnek össze, méghozzá úgy, hogy a rétegek érintkezési felülete a két henger közötti rés közepén helyezkedjen el.

Ezzel a technológiával szemben a háromrétegű lemez hengerlésénél a rétegvastagságok hatása jelentő-

sebb. A lejátszódó folyamat nagyban függ a geometriai viszonyoktól.

A korábbi tanulmányokban is egyértelmű megállapítást nyert, hogy a plattírozó hengerlés egy olyan hegesztési eljárás, ahol a hegedés a felületi nyomás hatására következik be. Az is tisztázódott, hogy az alakváltozás nagyságával arányosan növekszik a kötés erőssége szimmetrikus és azonos rétegvastagság esetén [1–6]. A kötés kialakulása úgy megy végbe, hogy az alakváltozásnak el kell érnie egy kritikus értéket a kötés kialakulásához [1–3, 6]. Ha azonban az alakváltozás elérte a kritikus értéket, akkor ennek növelésével a kötés erőssége növekszik mindaddig, míg eléri a lágyabb alapanyag folyáshatárát [1, 2, 6, 7]. Ez a küszöbérték meghatározható, azonban ez minden egyes anyagpárosításra más és más [1, 2, 4]. Továbbá a kötés erőssége és a kialakulása nemcsak ezektől, hanem a felület előkészítéstől és a hőmérséklettől is nagymértékben függ [1, 2, 4, 5, 8]. Korábbi tanulmányunkban a kötés kialakulását vizs-

gáltuk. Megállapítottuk, hogy eltérő rétegvastagságú lemezek esetén a határértéket elérve a kötés erősödik, azonban egy újabb értéket elérve már a kötés felbomlása várható [9]. További kísérleteinkben megállapítottuk azt is, hogy az egyes rétegek között a kötés az egy szúrásban alkalmazott fogyás nagyságával arányos, azaz minél nagyobb a fogyás, annál nagyobb felületen történik meg a rétegek összetapadása, azonban az eltérő nyúlásviszonyoknak köszönhetően a hengerlési irányban fellépő nyírófeszültség hatására a rétegek a hengerrést elhagyva, vagy a kilépési részhez közel rögtön fel is szakadhatnak [10]. Ezeket a megállapításokat figyelembe véve kezdtük vizsgálni a felszakadás körül játszódó folyamatokat.

## Kísérletek

### Kísérleti berendezés

A fizikai kísérleteket a Miskolci Egyetem Fémteni, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézetben található Von Roll hengerállványon végeztük, ami reverzáló módban is üzemeltethető. Az alkalmazott munkahenger-átmérő: 220 mm, a hengertesthossz: 220 mm. A hengerek felületi érdessége:  $R_a \approx 0,3$  mm. A maximálisan elérhető hengerlési erő: 1 MN, a maximális hengerlési nyomaték: 1 kNm, a hengerlési sebesség: 0–10 m/perc között változtatható.

**Szabó Gábor** szakmai életrajra a jelen szám 1. oldalán olvasható.

**Szúcs Máté** 2006-ban főiskolai szintű gépészmérnökként végzett a Miskolci Egyetem Gépészmérnöki Karán, majd 2009-ben szerzett anyagmérnöki diplomát a Műszaki Anyagtudományi Kar hőkezelő és képlékenyalakító szakirányán. 2017-ben PhD-oklevelet kapott a Kerpely Antal Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskolában. Jelenleg az ME Műszaki Anyagtudományi Karán, a

Fémteni, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézetben tudományos munkatársi beosztásban dolgozik.

**Mikó Tamás** 2011-ben MSc-diplomát, 2016-ban PhD-fokozatot szerzett az ME Műszaki Anyagtudományi Karán. Jelenleg a Fémteni, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet tudományos segédmunkatársa. Fő kutatási területe: mechanikai anyagvizsgálat, szakítóvizsgálat, zömítővizsgálat, hajlítóvizsgálat, keménységmérés, ütővizsgálat.

**Puskás Csaba** 1999-ben gyárszerelő szakirányon végzett az ME Gépészmérnöki Karának Gépészmérnöki Szakán, majd 2004-ben szerzett kohómérnöki diplomát energiagazdálkodási ágazaton, alakitástechnológia szakirányon. Pár év ipari kitérő után, 2008-tól a Miskolci Egyetemen dolgozik. Jelenleg a Műszaki Anyagtudományi Kar Fémteni, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézetében a Von Roll hengerállvány tanszéki mérnöke.

## Anyagok és próbatetek

A kísérletekhez alkalmazott anyagok a következők voltak. A maganyag AlMnMg025Si08 ötvözet, a borítófém AlSi12 volt. A vizsgálatokat 300 °C-on végeztük. A kísérleti pakettek 100 mm szélességűek, és 200 mm hosszúak 35 mm vastagok voltak. A rétegek vastagsága százalékosan 10–80–10% volt minden pakett esetében. A rétegvastagságot az 1. ábra mutatja. Az előmelegítés ideje 120 perc volt.

Az alkalmazott anyagok alakítási szilárdságát 300 °C-on a 2. ábra mutatja.

## Folyamat

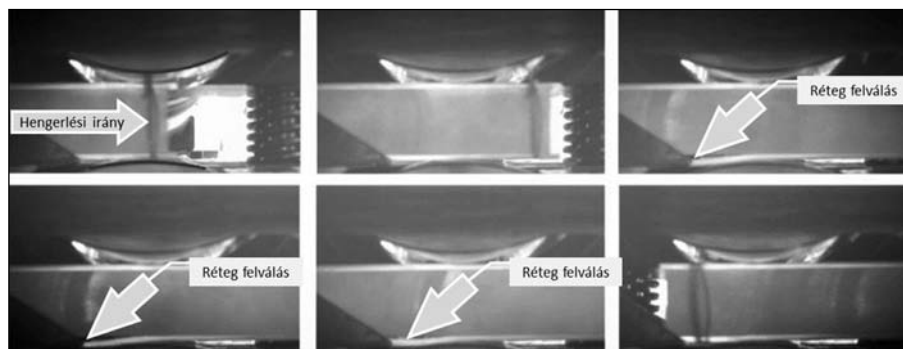
A kutatómunka során megfelelő szűrásokkal létrehoztuk a kötést a kísérleti pakettek rétegei között. Az így kialakult kötésű lemezt különböző szűrástervek szerint melegen továbbhengereltük. Egyes esetben a hengerlés megvalósítható volt a kötések felbomlása nélkül, míg több esetben a rétegek az eltérő megnyúlás miatt felszakadtak. Egy ilyen felszakadást mutat a 3. ábra.

## Végeselemes modell

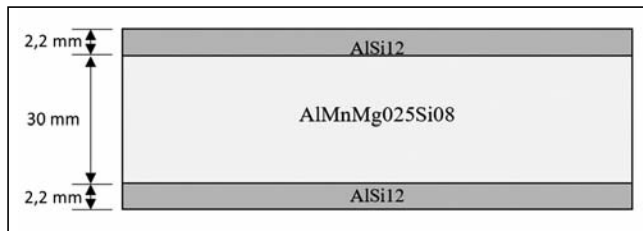
A kötés felszakadásának megakadályozása, valamint a végvastagságon jelentkező hibák szempontjából fontos meghatározni azt a szűrástervet,

valamint az egyes szűrásokban alkalmazható fogyásokat, amellyel a már kötéssel rendelkező lemezeket továbbhengerelve a kötés mindvégig megmaradhat.

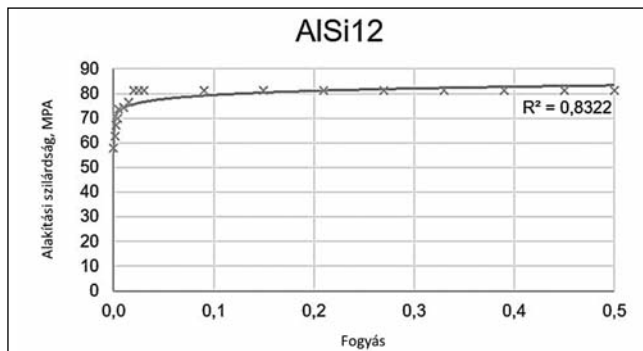
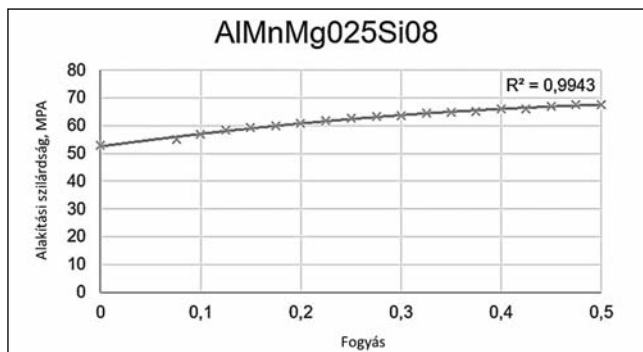
A szimulációs vizsgálatokat MSC Marc szoftverrel végeztük és az alábbi megközelítést alkalmaztuk. A modellben szereplő henger analitikus



■ 3. ábra. A már kialakult kötés az eltérő nyúlásviszonyoknak miatt már a hengerrésben felszakad



■ 1. ábra. Hengerlésre előkészített pakett rétegvastagsága, mm



■ 2. ábra. Alakítási szilárdság 300 °C-on

kör, míg az érintkező lemezek közötti kötést „Glued contact type” (ragasztott típusú) elemek biztosítják.

## Várható eredmények

Mivel az egyes rétegek vastagsága és alakítási szilárdsága is eltér, ezért a különböző fogyásoknál várhatóan eltérő megnyúlások miatt létezik egy olyan optimális fogyási tartomány, ahol a rétegek megnyúlása közel azonos lehet. Ebben a tartományban végzett hengerlés mellett biztosítható a kialakult kötés megmaradása.

## Eredmények

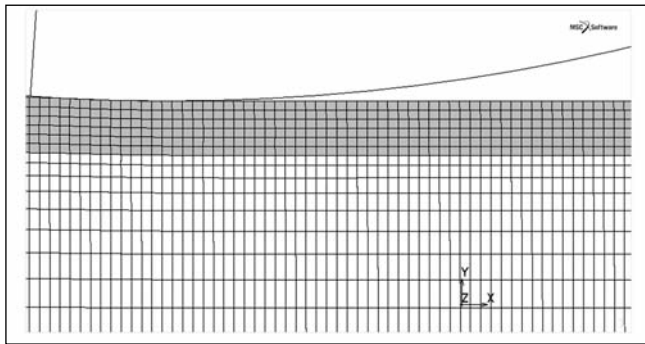
A már kialakult kötés az adott szűrásban alkalmazott fogyás hatására felszakad (elmozdulnak a rétegek), vagy együtt nyúlik.

Az egy szűrásban alkalmazott kis fogyások hatására az egyes rétegek – ha már kialakult köztük egy minimális kötés – együtt nyúlnak (4 a ábra). Azonban a fogyás mértékét növelve előidézhetőek olyan

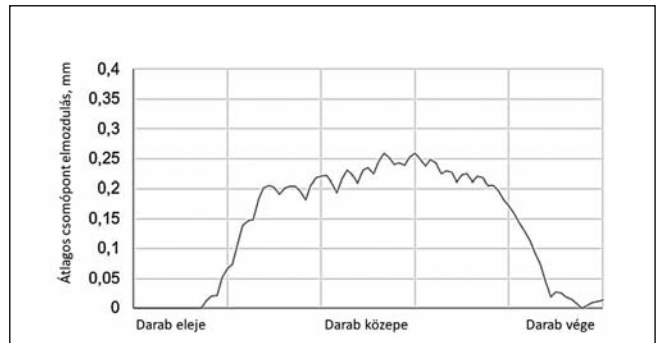
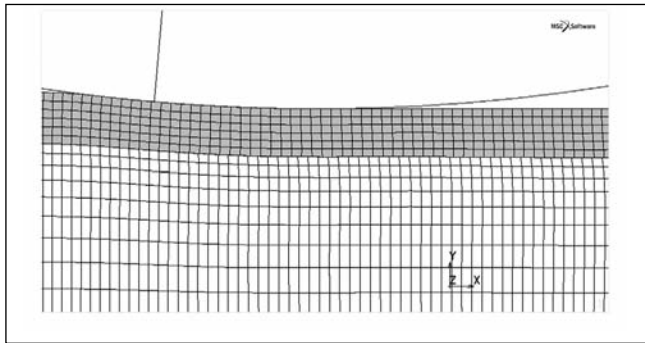
hengerléstechnikai körülmények, hogy a már részben összekötött rétegek – a bennük létrejövő hengerlési irányban az eltérő nyúlások miatt fellépő feszültségek hatására – elválnak (felszakadnak) egymástól (4 b ábra). Tovább növelve azonban az egy szűrason belül alkalmazott fogyást, ez a feszültségkülönbség az eltérő anyagminőségnek köszönhetően csökken, így a rétegek felszakadása megszűnik (4 c ábra).

Ha megvizsgáljuk a végeselemes módszer által alkalmazott csomópontok átlagos elmozdulását, és ezeket a fogyás függvényében ábrázoljuk (5. ábra), hat jól elkülöníthető tartományt jelölhetünk ki.

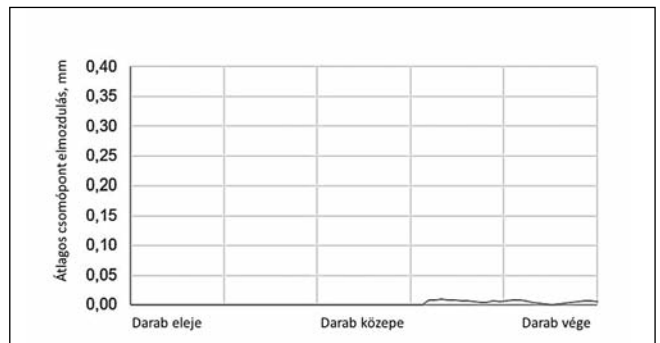
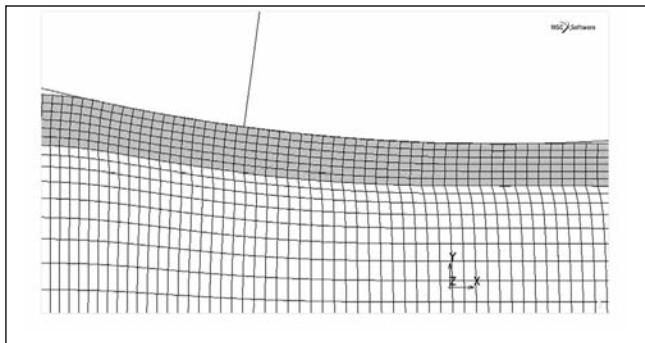
A plattírozás során az első zónában a szűrasonként alkalmazott fogyás nem éri el az 1%-ot. Ebben az esetben a kívánt kötés nem hozható létre a rétegek között. Ha a fogyás eléri az 1%-ot, de



4a



4b



4c

■ 4. ábra. A már kialakult kötés az adott szúrásban alkalmazott fogyás hatására felszakad (elmozdulnak a rétegek), vagy együtt nyúlik

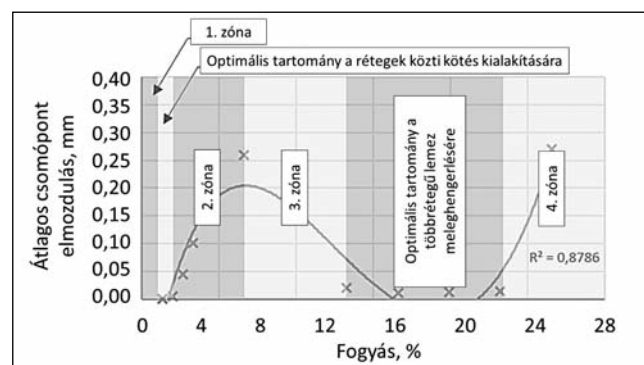
nem haladja meg a 2%-ot akkor kísérleti úton igazolható, hogy a kötés létrejön a kiválasztott geometriai arányok mellett. A második zónában az egyes rétegek megnyúlásának különbsége egyre nagyobb, mégpedig a fedőlemez javára. Ha az egy szúrásban alkalmazott fogyás nagysága 2–7% közötti, akkor a fedőlemez megnyúlása nagyobb, mint a magé és ebben a tartományban ahogy növeljük a fogyás nagyságát a relatív megnyúlás különbsége is egyre nagyobb lesz a rétegek között. A harmadik zónában még mindig a fedőlemez megnyúlása a nagyobb, azonban a 7–13% fogyási tartományban minél na-

gyobb a fogyás, annál kevésbé nagy a relatív elcsúszás a rétegek között, azaz a maglemez megnyúlása ebben a tartományban egyre közelebb kerül a fedőlemezéhez. A 13–23%-os fogyási tartományt nevezhetjük a háromrétegű szendvicslemez meleg-

hengerlési tartományának, mivel ebben a tartományban a rétegek együtt nyúlnak. A negyedik zónában, ahol a fogyás már eléri vagy meg is haladja a 23%-ot a relatív elmozdulás újra megjelenik, de a rétegek megnyúlása fordított lesz. A maglemez fog jobban nyúlni, ami ebben a tartományban előre siet a fedőlemezhez képest.

### Következtetések, összefoglalás

Mivel az egyes rétegek vastagsága és alakítási szilárdsága is eltér, ezért feltételeztük, hogy létezik egy olyan fogyási tartomány, ahol a rétegek megnyúlása közel azonos. Ebben a tartományban végzett henger-



■ 5. ábra. A hat jól elkülöníthető rész a csomópontok elmozdulása függvényében

lés mellett biztosítható a kialakult kötés megmaradása. Megállapítottuk, hogy a kötés létrehozásához optimális zónán kívül létezik egy olyan fogyási tartomány, ahol az egyes rétegek megnyúlása közel azonos lehet, így a már kötéssel rendelkező szendvics lemez rétegei együtt nyúlnak/alakulnak/mozoghatnak. Továbbá megállapítható volt hat fogyási tartomány, melyben a rétegek viselkedése jól elkülöníthető. Ezek a különböző szűrőtervek és technológiák tervezésénél jó kiindulási alapot szolgáltathatnak.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatómunka a Miskolci Egyetem által biztosított „TERPLÁN ZÉNÓ” kutatási ösztöndíj keretében jött létre.

### Irodalom

[1] Bay N.: Cold welding, Part I,

Characteristic, bonding mechanisms, bond strength. *Met Construct* (1986) 369–372.

[2] Eizadjou M., Danesh Manesh H., Janghorban K.: Mechanism of warm and cold roll bonding of aluminum alloy strips, *Materials and Design* (2009) 4156–4161.

[3] Zhang W., Bay N.: Cold welding-theoretical modeling of weld formation. *Weld J* (1997) 417–420.

[4] Wright P. K., Snow D. A., Tay C. K.: Interfacial conditions and bond strength in cold pressure welding by rolling. *Met Technol* (1978) 24–31.

[5] Wu H. Y., Lee S., Wang J. Y.: Solid state bonding of iron-base alloy, steel-brass and aluminum alloy. *J Mater Process Technol* (1998) 173–179.

[6] Danesh Manesh H., Karimi Taheri A.: Study of mechanisms of cold roll welding of aluminum

alloy to steel strip. *J Mater Sci Technol* (2004) 1064–1068.

[7] Danesh Manesh H., Karimi Taheri A.: An investigation of deformation behavior and bonding strength of bimetal strip during rolling. *Mech Mater* (2005) 531–542.

[8] Zhang W., Bay N.: Cold welding-experimental investigation of the surface preparation methods. *Weld J* (1997) 326–330.

[9] Szabó G., Mertinger V.: Technological investigation of plated aluminium sheets. *Materials Science Forum Vol. 729* (2013) pp 482–486.

[10] Szabó G., Mertinger V.: Investigation of typical bonding faults of plated Al sheets developed during rolling, *Materials Science Forum Vol. 812* (2015), pp. 387–391.

## XI. Fazola Fesztivál 2018. szeptember 21–22.

Az OMBKE miskolci helyi szervezetei, az Északkelet Magyarország Ipartörténetének Ápolásáért Alapítvány, az MMKM Kohászai Gyűjtemény (volt Központi Kohászati Múzeum), a Miskolci Egyetem, a B.A.Z. Megyei Mérnöki Kamara, az ÉSZAKERDŐ Zrt. és a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés közös rendezésében Miskolcon és Újmassán tartandó fesztivál előzetes programjai:

### Szeptember 21. (péntek)

**10.00** 150 éve hozták létre Diósgyőr-Vasgyárat – Konferencia Miskolci Akadémiai Bizottság székházában

Előadások:

- Magyar iparalapítások a dualizmus korszakában
- A magyar vaskohászat helyzete a kiegyezés idején
- A Rimamurányi Vasmű története
- Péch Antal élete, munkássága
- A Diósgyőri Kohászat áttelepítésének hőskorszaka 1868–1945
- Szénbányászat Diósgyőrben
- A diósgyőri kolóniák
- Diósgyőri gépgyártás – 1915–1990

**15.00** Amikor még fűjt a gyár – Diósgyőr-Vasgyár története, a két gyár emlékezete – Kiállítás-megnyitó a Hermann Ottó Múzeum Papszer utcai épületében

**19.00** Kohász, bányász, erdész hagyományörző szakésztély a Bartók Béla Művelődési Házban

### Szeptember 22. (szombat)

**9.00** Zenés erdei kisvonat a LÁEV erdei vonalán Újmassára a Fazola-kohóhoz

**10.00–16.00** Szabadtéri rendezvény a Fazola-műemlék-kohó térségében

Programok:

- Ünneppel megnyitják
- Látványcsapolás a Fazola-műemlék-kohóból, tiszteletbeli kohász avatása
- Kohász, bányász interaktív szakmai bemutatók
- Erdei iskola
- Népi kismesterségek
- Kulturális műsorok
- Játszóház

Szívesen felajánljuk lehetőségeinket a műemlék-kohó térségében esetleges reklámcélú táblák, eszközök megjelenítésére. Segítő támogatásokat előre is köszönjük. Jó szerencsét!

Dr. Nyitray Dániel  
OMBKE helyi vezető

Sipos István  
az alapítvány elnöke

Címünk: Északkelet-Magyarország Ipartörténetének  
Ápolásáért Alapítvány

3535 Miskolc, Bartók Béla u. 1.

Tel.: 30/904-1776

e-mail: postmaster@ekmita.t-online.

Bankszámlánkat vezető pénzügyintézet:

OTP Bank Nyrt. É-keleti Régió

3534 Miskolc, Árpád u. 2.

Számlaszám: 11734073-29901876

## Cikkek szerzők szerinti csoportosítása

### Vaskohászat

- Ali Kamali Moaveni – Andreas Böhm:** LD-salak szeparálási kísérleteinek értékelése .....6/6
- Bánhidi Olivér:** Ferroötvözők elemzése energiadiszperzív röntgenspektrométerrel .....2/10
- Cseh Ferenc – Titz Imre – Hevesi Imre:** A 10 éves kampányidőre tervezett II. sz. kohó 15 éves működésének értékelése az ISD Dunafernnél .....6/4
- Csehil György:** A diósgyőri nyersvasgyártás története 1952–1996. II. rész. ....2/4
- Horváth Ákos – Illés Péter:** A melegen hengerelt szélesszalag szelvény alakjának hatása a melegen és hidegen hengerelt késztermékek alaki tulajdonságaira/5
- Marczisz Gáborné – Németh Ferenc:** A 100 éves Ózdi Finomhengermű története, ahogyan mi láttuk .....2/1
- Móger Róbert – Felföldiné Kovács Ágnes – Cseh Ferenc – Titz Imre:** A léghevítők fűtése oxigénnel dúsított égéslevegő segítségével.....1/1
- Móger Róbert:** Acélipari tendenciák, várható kilátások, kihívások .....6/1
- Szilágyi Irén:** A nemzetgazdaság stabil pillére lehet a megújuló acélipar .....5/7
- Tardy Pál:** A fenntartható fejlődés és a vaskohászat..5/1

### Öntészet

- Ádám Enikő – Fegyverneki György – Császár Csaba – Dúl Jenő:** Műgyantás maghomokkeverékek hőterhelése közben kialakuló gázfejlődés vizsgálata .....2/15
- Budavári Imre – Dargai Viktória – Varga László:** Vízüveges maghomokkeverékek melegdeformációs tulajdonságainak vizsgálata „Hot distortion” készülékkel 5/15
- Hajas Gergely:** Vékony falú nyomásos öntvények homokformázással készült prototípusainak formatöltési viszonyait és a szilárdsági tulajdonságait befolyásoló tényezők vizsgálata .....6/13
- Laub Ádám Miklós:** Tradíció és innováció. Hol is tartunk 35 év után .....1/15
- Portörő Balázs:** A 21. század kihívásai a FÉMALK Zrt. szemszögéből .....1/18
- Rick Tamás:** Kihívások és sikerek. Nyomásos öntéssel gyártott alumínium karosszériaelemek a Fémalk Zrt.-nél .....5/12
- Tokár Monika – Fegyverneki György – Boros Viktória – Mertinger Valéria:** A stroncium módosító hatása az AlSi8Cu3 öntészeti ötvözet tulajdonságaira .....2/19

### Fémkohászat

- Horváth Csaba:** A Csepeli Fémmű újjászületése 1960–1990 .....6/24

- Kékesi Tamás – Kulcsár Tibor:** Ötvözött alumínium-hulladékok olvasztása során keletkező salakok jellemzői .....1/23
- Svéda Mária – Sycheva Anna – Kovács Jenő – Rónaföldi Arnold – Roósz András:** Forgó- és haladó mágneses mező hatása az Sn-Cd peritektikus ötvözet kristályosodására .....6/34
- Szűcs Marianna – Ehrenberger András – Kóródi István:** Kohófémről a hulladékig, avagy az alumíniumipari nagyvállalatok hulladékevolúciója.....5/24
- Szűcs Máté – Králics György – Benke Márton:** Több-szintű modellezés alkalmazása a szimmetrikus és az aszimmetrikus hengerlési folyamatok vizsgálatára ....1/30

### Anyagtudomány

- Bortnyik Kornél – Nyekse László – Barkóczy Péter:** Csoportosulások vizsgálata eutektikus szövetszerkezetekben .....1/42
- Buza Gábor:** A munkagáz szerepe a mélyvarratos lézersugaras hegesztésnél .....5/30
- Csepeli Zsolt:** Autóipari felhasználásra gyártott, melegen hengerelt acélok szilárdságának növelése nanoméretű kiválásokkal .....2/46
- Godzsák Melinda – Lévai Gábor – Kaptay György:** A színező tűzihorganyzás szakirodalmának áttekintése .....1/36
- Hajagos-Nagy Klára – Misják Fanni:** Integrált áramköri alkalmazásra szánt Cu-Mn vékonyrétegek mikroszerkezete és mechanikai tulajdonságai .....6/44
- Majtényi József – Kárpáti Viktor – Benke Márton – Mertinger Valéria:** Maradó feszültség meghatározása marópróbás és röntgendiffrakciós módszerekkel járműipari kormányfogasléc félkésztermék gyártási folyamatában .....5/35
- Verő Balázs – Csizmazia János – Janó Viktória – Réger Mihály:** Az eutektikus ötvözetek öntvényeinek dermedése .....6/38
- Verő Balázs – Janó Viktória – Csizmazia János – Ifj. Győri Imre – Laub Ádám – Réger Mihály:** Szilárd oldatos ötvözetek öntvényeinek dermedése .....2/38

### Felsőoktatás

- Farkas Ottó:** A selmecbányai vaskohászképzés jellemzői és meghatározó professzorai .....6/53



## Hírmondó

<b>Baranyai Pál:</b> Gianone Virgil bányamérnök.....	4/37
<b>Csath Béla:</b> A Wanderbuchtól a Munkakönyvig.....	4/45
<b>Csehil György – Harcsik Béla:</b> A kohászat kiemelkedő személyiségei a filatéliában .....	5/45
<b>Imre József:</b> Emlékezés Geleji Sándor professzorra..	5/52
<b>Dr. Krisztián Béla:</b> Kiegyezés és bányászat .....	4/27
<b>Dr. Lőrincz Árpád:</b> Az első dinamit okozta bányaszerencsétlenség Gömörben .....	4/47

## Közlemények

### Vaskohászat

A Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés 2016. szeptember 29-i ülése.....	1/13
A Vaskohászati Szakosztály 2016. évi tevékenysége	5/9
Emléktábla került az egykori VASKUT falára .....	5/9
Építőipari szimpóziumot szervezett az MVAE.....	6/12
Kinevezés .....	2/14
Könyvismertetés .....	6/11
Meghívók, hirdetések.....	5/8
Megjelent a Magyar Acél.....	6/12
Új igazgató az MVAE-nél. Szorosabb együttműködés a cél .....	2/13
Új vezető a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés élén ..	1/14

### Öntészet

A világ öntvénytermelése 2015-ben .....	2/25
Az Öntészeti Szakosztály 2016-os tevékenysége ..	5/20
Beszámoló a XXIV. Pivarcsi László szigetközi szakmai napokról .....	6/22
Beszámoló az MMKM Ganz Ábrahám Öntödei Gyűjtemény 2016. évi tevékenységéről .....	2/23
Emlékezés Ganz Ábrahámra halálának 150. évfordulóján .....	6/18
Meghívók, hirdetések .....	2/24, 5/23
Testvérlapjaink tartalmából .....	1/22
Testvérlapjaink tartalmából .....	6/22
Tudósítás a 24. Magyar Öntőnapokról .....	6/20
Új magyar öntészeti szabadalom .....	6/16

### Fémkohászat

A Csepeli Fémmű története 1895–1966 (Dr. Hegedűs Zoltán).....	2/26
A Fémkohászati Szakosztály 2016. évi tevékenysége ..	5/29
Ipartörténeti program a „magyar ezüst” jegyében.....	5/27
Meghívók hirdetések .....	5/29
Ünnepi vezetőségi ülés a Fémkohászoknál .....	5/28
Üzemavató Inotán .....	1/35

### Anyagtudomány

Meghívók, hirdetések.....	5/41
---------------------------	------

<b>Patay Pál:</b> Harangrekvirálás az I. világháborúban ....	2/59
<b>Réthy Károly:</b> Az erzsébetbányai (Románia) ércbányászat és kohászat .....	4/41
<b>Dr. Szilágyi Zsombor:</b> Törtélen a földgázfelhasználás jövője .....	4/35
<b>Török Tamás:</b> Nyersanyagforrások hasznosítása a kelet-közép és délkelet-európai országokban .....	1/53
<b>Dr. Vitális György:</b> 150 éve kezdődött a magyar nyelvű oktatás a selmecebányai Bányászati és Erdészeti Akadémián .....	4/33

### Felsőoktatás

A Miskolci Egyetem hírei 2017. augusztus–szeptember ..	6/48
A Miskolci Egyetem hírei .....	1/50, 2/51
A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karának hírei – 2017. május .....	5/43
Bakó Károly-émlékezés a Miskolci Egyetemen .....	5/43
Interjú dr. Dúl Jenő címzetes egyetemi tanárral .....	6/50
Interjú Réger Mihállyal .....	1/47
Könyvismertetés .....	2/52
Meghívók, hirdetések.....	2/52
MultiScience – XXXI. microCAD Nemzetközi Multidiszciplináris Tudományos Konferencia a Miskolci Egyetemen ..	5/42

### Hírmondó

125 éves az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület .....	3/3
150. évfolyamába lépett a Bányászati és Kohászati Lapok .....	3/12
30 éve összetart a Fémkohászati Szótárszerkesztő Bizottság, 25 éve együtt látogatják hazánk nevezetességeit .....	1/54
A 125 éves OMBKE rövid története .....	3/17
A Freiburgsdorfi hámor (Fritz Harald Gottstein) .....	6/67
A Magyar Öntészeti Szövetség (MÖSZ) 28. közgyűlése ..	5/57
A Tiszántúliak Társasága Szakmai Napja Szegeden	1/58
Az MTA Metallurgiai Bizottság hírei .....	5/B3
Az OMBKE 107. Küldöttgyűlése .....	4/2
Az OMBKE kitüntetett és kiemelkedő tagjai .....	3/43
Az OMBKE tisztségviselői.....	3/37
Az Öntészet-történeti és múzeumi szakcsoport 2016. évi beszámolója .....	1/55
Dr. Verő Balázs kitüntetése.....	1/57
Egy élet a magyar műkorundgyártásban .....	2/53
Egyesületi ügyek.....	4/50
Emlékeztető a 2016. december 15-i OMBKE választmányi ülésről .....	2/61
Emlékeztető az OMBKE 2016. október 6-i választmányi üléséről .....	1/56
Emlékeztető az OMBKE 2017. május 3-i választmányi üléséről .....	5/55
Emlékeztető az OMBKE 2017. március 22-i választmányi üléséről .....	5/55
Fazola Fesztivál 2017 .....	6/62



Felavatták Miska huszár szobrát .....	6/63	Múzeumi hír.....	5/B3, 6/66
Felhívások, közlemények.....	4/40, 4/63, 4/64, 4/B3, 5/62	Nekrológ .....	1/64
Fémhulladék szakmai nap Csepelen .....	6/61	Dr. Bakó Károly (1942–2016) .....	1/63
Gondolatok egyesületünk jövőjéről .....	5/56	Becker Miklós (1936–2017).....	5/64
Hazai hírek .....	4/10, 4/56, 4/61	Bódi Kálmán (1949–2017).....	6/75
Helyreigazítás .....	6/68	Csömöz Ferenc (1940–2017) .....	2/67
IX. Ózdi Ipari Örökségvédelmi Konferencia .....	5/59	Dr. Dworák József (1924–2017) .....	6/73
Képek a 125 éves jubileumi ünnepségről.....	3/B2	Kántor László (1941–2017).....	6/75
Képek a 2016. évi Borbála-ünnepségről és a Szent Borbála-miséről .....	1/B3, 1/B4	Korponay Gyula (1935–2017) .....	6/73
Képek az egyesület életéből.....	3/B3, 3/B4	Dr. Miskei Tibor (1935–2017) .....	6/76
Könyvismertetés ..	1/57, 4/15, 4/34, 4/44, 4/59, 5/60, 6/64	Pusztai László (1944–2017) .....	2/68
Köszöntések .....	2/62	Szalai János (1948–2017).....	6/74
Dr. Ádám János .....	6/69	Dr. Sziklavári János (1921–2017) .....	2/65
Czomba Imre .....	6/71	Dr. Szőke László (1921–2017) .....	2/66
Horváth Tamás .....	2/63	Tálosné Tajnafői Márta (1952–2017).....	5/63
Kopasz László .....	2/64	Zátonyi László (1942–2017) .....	5/64
Köves Kristóf.....	1/62	Selmecbányai Szalamander, 2017 .....	6/57, 6/B4
Dr. Ládai Balázs .....	6/71	Selmeci szellem a BME-n, a Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar hagyományörzői .....	6/58
Longa Péter .....	6/71	Szemelvények a Dunaújvárosi helyi szervezet elmúlt két-éves tevékenységéből.....	6/65
Marczis Gáborné dr. Bókony Gizella .....	6/72	Szemelvények kohászatunk múltjából .....	2/B4, 6/B3
Rudolf Lajos .....	2/63	Személyi hírek.....	4/58
Sáfár Lászlóné .....	6/70	Szent Borbála Szakestély Dunaújvárosban – A hatvan éves kokszgyártás jegyében.....	1/61
Dr. Sillinger Nándor Kálmán .....	2/63	Szent Borbála-napi országos központi ünnepség ....	1/52
Szabó Ferenc .....	2/64	Tájékoztató a tatabányai Jó szerencsét emlékévről ..	2/61
Széll Pál .....	1/61	Tartalom és tárgymutató – 2016 .....	5/I–IV
Tamási István .....	1/62	Ünnepség Selmecbányán az OMBKE megalapításának 125. évfordulóján.....	3/6
Vadász József.....	6/70	Változások a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülésnél .....	5/59
Villányi Károly .....	2/64	Vaskutasok találkozója régi intézetünkben .....	1/60
Zupkó István .....	6/69	X. Fazola Fesztivál Miskolcon.....	2/57
Külföldi hírek .....	4/49, 4/62	XVII. Fémkohász Szakmai Nap és 75 éves születésnap az Arconic-Köfémnél .....	1/59
Látogatás a SICTA Kft.-nél .....	2/56		
Meghívók, hirdetések.....	2/B3		
Metalconstruct Szakmai Nap .....	2/58		
Minden jegy elkelt. EUROGUSS 2018 sajtókonferencia ..	6/60		

## Betűrendes névmutató

### Vaskohászat

Bánhidi Olivér .....	2/10
Böhm, Andreas .....	6/6
Cseh Ferenc .....	1/1, 6/4
Csehil György .....	2/4
Felföldiné Kovács Ágnes .....	1/1
Hevesi Imre .....	6/4
Horváth Ákos.....	1/5
Illés Péter .....	1/5
Kamali Moaveni, Ali.....	6/6
Marczis Gáborné.....	2/1
Móger Róbert .....	1/1, 6/1
Németh Ferenc .....	2/1
Szilágyi Irén.....	5/7
Tardy Pál .....	5/1
Titz Imre .....	1/1, 6/4

### Öntészet

Dargai Viktória .....	5-6/15
-----------------------	--------

Ádám Enikő.....	2/15
Boros Viktória .....	2/19
Budavári Imre .....	5/15
Császár Csaba .....	2/15
Dargai Viktória.....	5/15
Dúl Jenő .....	2/15
Fegyverneki György.....	2/15, 2/19
Hajas Gergely .....	6/13
Laub Ádám Miklós .....	1/15
Mertinger Valéria.....	2/19
Portörő Balázs.....	1/18
Rick Tamás .....	5/12
Tokár Monika.....	2/19
Varga László .....	5/15

### Fémkohászat

Benke Márton .....	1/30
Ehrenberger András .....	5/24
Horváth Csaba .....	6/24
Kékesi Tamás .....	1/23



Kóródi István .....	5/24
Kovács Jenő .....	6/34
Krállics György .....	1/30
Kulcsár Tibor .....	1/23
Rónaföldi Arnold .....	6/34
Roósz András .....	6/34
Svéda Mária .....	6/34
Sycheva Anna .....	6/34
Szűcs Marianna .....	5/24
Szűcs Máté .....	1/30

## Anyagtudomány

Barkóczy Péter .....	1/42
Benke Márton .....	5/35
Bortnyik Kornél .....	1/42
Buza Gábor .....	5/30
Csepeli Zsolt .....	2/46
Csizmazia János .....	2/38, 6/38
Godzsák Melinda .....	1/36
Hajagos-Nagy Klára .....	6/44
Ifj. Győri Imre .....	2/38
Janó Viktória .....	2/38, 6/38
Kaptay György .....	1/36
Kárpáti Viktor .....	5/35
Laub Ádám .....	2/38

Lévai Gábor .....	1/36
Majtényi József .....	5/35
Mertinger Valéria .....	5/35
Misják Fanni .....	6/44
Nyekse László .....	1/42
Réger Mihály .....	2/38, 6/38
Verő Balázs .....	2/38, 6/38

## Felsőoktatás

Farkas Ottó .....	6/53
-------------------	------

## Hírmondó

Baranyai Pál .....	4/37
Csath Béla .....	4/45
Csehil György .....	5/45
Harcsik Béla .....	5/45
Imre József .....	5/52
Dr. Krisztián Béla .....	4/27
Dr. Lőrincz Árpád .....	4/47
Patay Pál .....	2/59
Réthy Károly .....	4/41
Dr. Szilágyi Zsombor .....	4/35
Török Tamás .....	1/53
Dr. Vitális György .....	4/33

# Tárgymutató 2017

## A, Á

acélgyártás .....	6/6
acélipar versenyképessége .....	5/7, 6/1
alumíniumhulladék .....	1/23
alumíniumkohászat .....	5/24
alumíniumöntészet .....	5/12
alumíniumötvözet .....	
–, öntészeti .....	2/19
anyagvizsgálat .....	6/24

## C

Cowper .....	1/1
--------------	-----

## E, É

elektronmikroszkópia .....	6/44
----------------------------	------

## F

felsőoktatás .....	1/47, 1/50, 2/51, 4/33, 5/52, 6/48, 6/50, 6/53, 6/65
fémkohászat .....	6/24
ferroötvözők .....	2/10
formázóanyagok .....	
–, vízűveges .....	5/15

## GY

gyors prototípus .....	1/15
------------------------	------

## H

hegesztés .....	5/30
hengerlés .....	1/30, 2/1
hideghengerlés .....	1/5, 2/46
hulladékgyártás .....	1/23, 5/24

## J

járműipari alkatrészek .....	5/12
------------------------------	------

## K

képlékenyalakítás .....	1/5, 1/30, 2/1
korrózióvédelem .....	1/36
környezetvédelem .....	5/1
kristályosodás .....	2/38, 6/34, 6/38

## L

léghevítő .....	1/1
lézersugaras technológiák .....	5/30

## M

Magyarország(on) .....	
– acélipara .....	2/1, 5/7
– fémkohászata .....	2/26, 6/24
– kohászata .....	4/41
– nyersvasgyártás .....	2/4, 6/1, 6/4
maradó feszültség .....	5/35
meleghengerlés .....	1/5, 2/46
metallográfia .....	1/42

## N

nagyolvasztó .....	2/4, 6/4
nanoszerkezet .....	2/46

## NY

nyersvasgyártás .....	1/1, 2/4, 6/4
-----------------------	---------------

## O, Ó

OMBKE .....	3/3, 3/6, 3/12, 3/17, 3/37, 3/43
OMBKE küldöttgyűlés .....	4/2

## Ö, Ő

öntés .....	
–, nyomásos .....	5/12
öntészeti technológiák .....	1/15
öntődei homok .....	2/15, 5/15
öntvénygyártás .....	1/18, 2/15, 2/19, 2/38, 6/13
öntvénytervezés .....	6/13
ötvözetek kristályosodása .....	6/34, 6/38
ötvözetgyártás .....	6/24

## R

rézötvözetek .....	2/26, 6/44
röntgenspektrométer .....	2/10
röntgendiffrakció .....	5/35

## S

salakok .....	1/23, 5/1, 6/6
spektrométer .....	5/24

## SZ

szövetszerkezet .....	1/42
-----------------------	------

## T

textúra .....	1/30
tűzihorganyzás .....	1/36

## V

vaskohászat .....	5/1
VASKUT .....	5/9
vegyelemzés .....	2/10

## Z

zajcsökkentés .....	1/18
---------------------	------

GODZSÁK MELINDA – LÉVAI GÁBOR – VAD KÁLMÁN – CSÍK ATTILA – HAKL JÓZSEF – KULCSÁR TIBOR – KAPTAY GYÖRGY

## Ipari körülmények között megvalósított színező tűzihorganyzás

*Az üzemi, 800 tonna olvadt cinket tartalmazó horganyzókádba helyezett kis kád segítségével 738 kg olvadt cinkben, 450 °C-os fix hőmérsékleten sikeresen valósítottunk meg színező tűzihorganyzást kvázi ipari körülmények között. A színezés eléréséhez a horganyfürdőt három lépésben elektrolitmangánnal ötvöztük, 0,1 - 0,15 - 0,2 m/m% koncentrációban. Mivel a horganyfürdő hőmérsékletét nem tudtuk változtatni, ezért kísérleteink során a horganyfürdő mangántartalma mellett a horganyzásra kerülő acéltermékek falvastagsága volt a változó paraméter. Az így keletkező színes bevonatok a kék – sárga – rózsaszínes lilás – zöld szín-sorrendben alakultak ki, a horganyfürdő mangántartalmának és a horganyzott acéltermékek falvastagságának növelésével. Az így kapott darabokat a vizuális minősítés mellett, GD-OES (Glow Discharge Optical Emission Spectrometry = Ködfénykísüléssel optikai emissziós spektrometria) és SNMS (Secondary Neutral Mass Spectrometry = Másodlagos semleges részecske tömegspektrometria) technikával értékeltük. Megállapítottuk, hogy a horganyfürdő mangántartalmának és az acél próbadarabok vastagságváltozásának függvényében eltérő vastagságú MnO réteg alakul ki a felületen, melyet a fényinterferenciának köszönhetően látunk színesnek.*

### 1. Bevezetés

A tűzihorganyzás a vas- és acéltermékek korrózióvédelmének évszázadok óta az egyik leghatékonyabb módja [1–5]. Nem csupán a korrózióvédelem, hanem a megjelenés is fontos, lévén a hagyományos tűzihorgany bevonat alapvetően mindig egyhangú, szürke színű [6–8]. A korrózióvédelem és a dekoratív megjelenés a horganyzás utáni második (általában színes) bevonat felhordásával valósul meg. Egy lépésben viszont a színező tűzihorganyzás jelentheti a megoldást [9–20]. Az eljárás lényege, hogy a horganyfürdőt olyan elemmel (vagy elemekkel) ötvözzük, amely nagyobb oxigénaffinitással rendelkezik, mint a cink. Ezáltal ennek az ötvözőelemnek a szelektív felületi oxidációja révén egy oxidfilm jön létre a horganyzott da-

**Dr. Godzsák Melinda** 2011-ben diplomázott a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán BSc-szinten öntész-hőkezelőként, majd 2012-ben hőkezelő-anyagvizsgáló szakokon kapott MSc-diplomát. Kutatási tématerülete a színes tűzihorganyzás megvalósítása mangán ötvöztetésű horganyfürdőben, melyből sikeresen meg is védte doktori disszertációját 2017-ben.

**Dr. Lévai Gábor** 2008-ban végzett osztályon, öt éves képzésben a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán okleveles kohómérnök-ként, öntész-metallurgus szakirányon. 2013-ban védte meg PhD-értekezését. Jelenleg az Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. Anyagfejlesztési Osztályának a megbízott vezetője.

**Dr. Vad Kálmán** 1975-ben szerzett fizikus diplomát a Kossuth Lajos Tudományegyetem fizikus szakán. 1978-ban kapta meg a természettudományi doktori címet, majd 1995-ben a kandidátusi fokozatot szupravezetés témakörében elért eredményeiért.

Munkahelye a Magyar Tudományos Akadémia Atommagkutató Intézete. Jelenleg a Felületfizikai Osztály vezetője. Kutatási területei a felületfizika és az alacsony hőmérsékleti fizika.

**Dr. Csík Attila** okleveles fizikus, az MTA Atommagkutató Intézet tudományos főmunkatársa. Kutatási tevékenysége a vékonyrétegek és rétegrendszerek magnetronos porlasztással történő előállítására, röntgendiffrakciós és tömegspektrometriás vizsgálata. Az ELFT Vákuumfizikai, -technológiai és Alkalmazások Szakcsoport és a Magyar Vákuumtársaság titkára.

**Dr. Hakl József** 1985-ben okleveles fizikusi diplomát szerzett a Kossuth Lajos Tudományegyetem Természettudományi Karán. Tapasztalatokkal rendelkezik a környezet- és földtudományi vonalon, valamint az elektronspektroszkópiai- és anyagtudományi területeken. Jelenleg az MTA Atommagkutató Intézet Felületfizikai Osztályának főmunkatársa.

**Dr. Kulcsár Tibor** 2012-ben okleveles kohómérnöki diplomát szerzett a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán. Kutatási területe a metallurgia és a hulladékfeldolgozás. 2017-ben PhD-oklevelet szerzett, jelenleg az Öntészeti Intézet adjunktusaként az öntészeti metallurgiai kutatási területtel foglalkozik.

**Dr. Kaptay György** 1984-ben szerzett kiegészítő kohómérnöki oklevelet a Leningrádi Műszaki Egyetem színesfémkohászat szakán, majd ugyanott lett a műszaki tudományok kandidátusa 1988-ban. 1998-ban habilitált, 1999 óta egyetemi tanár a Miskolci Egyetemen. 2005-ben lett az MTA doktora, 2016 óta az MTA levelező tagja. Jelenleg a Miskolci Egyetemen a Nanotechnológiai Tanszék főállású tanszékvezető egyetemi tanára. Emellett részt foglalkozásként a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. Anyagfejlesztési Osztályán szakmai vezető.

rab felületén, közvetlenül a horganyfürdőből való kiemelést követően. Az így kialakult ~50–200 nm vastagságú oxidfilmet az interferenciajelenségnek köszönhetően színesnek látjuk, amely látható szint elsősorban az oxidréteg vastagsága befolyásol. A szakirodalomban eredményes színező tűzi-horganyzást végeztek el laboratóriumi körülmények között, viszont ipari környezetben való tesztelés, alkalmazás nem történt [9–20]. Jelen publikációnk célja tehát, hogy az általunk elvégzett, ipari körülmények közötti színező tűzihorganyzás eredményeit bemutassuk és az eddigi tudáshiányt pótoljuk.

## 2. Felhasznált anyagok és kísérleti körülmények

A kísérleteinkhez 99,99% tisztaságú, úgynevezett SHG-cinket (Special High Grade) használtunk, melyet elektrolit-mangán-lapokkal ötvöztünk. Az SHG-cink és az elektrolit-mangán-lapok ICP-OES (Inductive Coupling Plasma Optical Emission Spectrometry = Induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrometria) technikával mért összetételét az 1. és 2. táblázatban mutatjuk be. A kísérletekhez alkalmazott, különböző falvastagságú acél próbadarabok összetétele nem volt ismert, ezért GD-OES elemzéssel vizsgáltuk azokat. Az eredményeket a 3. táblázatban mutatjuk be.

A horganyzás hőmérséklete – 450 °C – adott volt, hiszen a kísérleti kádat a 800 tonnás ipari horganyzókádba merítettük bele. A kísérleti horganyzókádba 738 kg tiszta cinket tartalmazott. Az ötvözéssel beállított három mangánkoncentráció 0,1 - 0,15 - 0,2 m/m% volt. Az ötvözéshez ki kellett fejleszteni egy olyan módszert, amellyel elkerülhető a mangánlapok leégéses vesztesége. Ehhez az új, általunk kifejlesztett ötvözési módszerhez egy A10 méretű szilícium-karbid-tégelyt használtunk. Ebben készítettünk egy mangán-horgany előötvetet. Ennek segítségével a mangánt már tartalmazó cinktömböt tettük be a horganyzókádba, nem pedig 2,5 kg mangánlapkát (1. ábra). Az oldódásra kb. 20 percet hagytunk, folyamatos kézi keverés mellett.

A mártási idő egységesen 5 perc volt, figyelembe véve a horganyzásra kerülő acél próbadarabok falvastagsá-

**1. táblázat.** Az SHG-cink kémiai összetétele m/m%-ban, ICP-OES elemzés alapján (kevesebb mint 0,0001 m/m%-ban előforduló elemek: Co, Cr, Fe, Mg, Mo, Ni, P, Ti, V)

Si	Al	Mn	Pb	Sn	B	S	Cd	Cu	Bi	Sb
0,0089	0,0054	0,0035	0,0023	0,0020	0,0014	0,0013	0,0004	0,0003	0,0002	0,0002

**2. táblázat.** Az elektrolit mangán kémiai összetétele m/m%-ban, ICP-OES elemzés alapján (kevesebb mint 0,0001 m/m%-ban előforduló elemek: Cd, Ti, V)

Mg	S	Si	Pb	Al	P	Zn	Cu	B	Ni	Bi
0,0136	0,0127	0,0075	0,0061	0,0059	0,0043	0,0038	0,0036	0,0022	0,0016	0,0009
Sb	Sn	Fe	Co	As	Cr	Sb				
0,0007	0,0007	0,0006	0,0004	0,0003	0,0002	0,0001				

**3. táblázat.** A kísérletekhez használt különböző méretű és falvastagságú (mm) acél próbadarabok kémiai összetétele (m/m%) GD-OES elemzés alapján

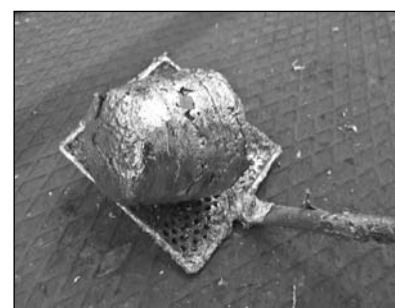
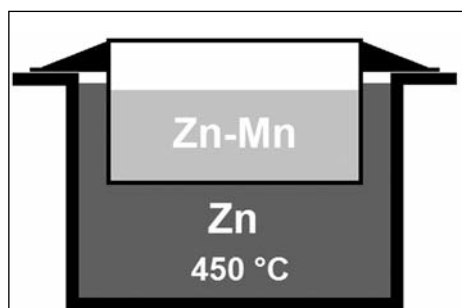
DC04 acélemez		80 × 100 × 0,8							
C	P	S	Mn	Si	Cu	Cr	Ni	Al	
0,010	0,0070	0,0094	0,21	0,031	0,011	0,010	0,0025	0,025	
U profil		30 × 15 × 2 × 190							
C	P	S	Mn	Si	Cu	Cr	Ni	Al	
0,076	0,0050	0,0047	0,38	0,10	0,017	0,027	0,022	0,041	
Zártszelvény		40 × 40 × 3 × 250							
C	P	S	Mn	Cu	Cr	Ni	Al		
0,083	0,0049	0,0010	0,58	0,12	0,072	0,036	0,054		
Laposacél 1.		50 × 4 × 250							
C	P	S	Mn	Si	Cu	Cr	Ni	Al	
0,081	0,0088	0,00050	0,38	0,0065	0,019	0,038	0,019	0,034	
Szögacél		50 × 50 × 5 × 60							
C	P	S	Mn	Si	Cu	Cr	Ni	Al	
0,056	0,023	0,023	0,62	0,27	0,49	0,15	0,15	0,0020	
Laposacél 2.		50 × 10 × 250							
C	P	S	Mn	Si	Cu	Cr	Ni	Al	
0,079	0,0078	0,0022	0,49	0,0068	0,0079	0,0080	0,010	0,040	

gát. A bemártási és kihúzási sebesség 50 mm/s volt, a darabok szabad levegőn hűltek. Az üzemben akkor ~ 5 C° volt (értelemszerűen a horganyfürdő közvetlen környezetében ennél valamivel több). A horganyzás előtti felületkezelés során először hideg zsírtalanítást és sósavas pácolást végeztünk, majd az ún. fluxolás következett, ami egy diammonium-cink-tetraklorid sóoldatba történő mártást jelentett. A fluxolás után megszártított darab felü-

letére feltapadt sók a horganyzás során elégnék a darab felületén, ami hozzájárul a felület jobb nedvesítéséhez a horganyfürdőben. A fent bemutatott módszerrel előkészített és teljesen megszáradt darabokat horganyoztuk.

## 3. Kísérleti eredmények

Az üzemi kísérlet kiértékelése egyrészt a horganyzó fürdő ICP elemzé-



■ 1. ábra. A kád a kádban rendszer sematikus ábrája (balra), a mangán beötvözése az új ötvözési módszerrel (jobbra)

4. táblázat. A színező tűzhorganyzott acél próbadarabok megfigyelt színei

Ábra	Típus	Méret, mm	Vastagság, mm	0,1 m/m% Mn	0,15 m/m% Mn	0,2 m/m% Mn
2.	Acéllemez	80 × 100	0,8	kék	kék	kék
2.	U profil	30 × 15 × 190	2	kék	kék	kékessárga
3.	Zárt-szelvény	40 × 40 × 250	3	kék	kékessárga	rózsaszínes lilás
3.	Laposacél	54 × 250	4	kék	kékessárga	sárga
4.	Szögacél	50 × 50 × 60	5	kékessárga	sárga	rózsaszínes lilás
4.	Laposacél	50 × 250	10	sárga	rózsaszínes lilás	zöld

5. táblázat. A vizsgált darabok GD-OES és SNMS vizsgálatának eredményei

Előállítási paraméterek		GD-OES mérési eredmények			SNMS mérési eredmények
Horganyfürdő Mn-tartalma, m/m%	Acél falvastagsága, mm	Horganybevonat vastagsága, µm	Mn a felületen, %	Mn vastagsága a felületen, nm	MnO vastagsága a felületen, nm
0,1	0,8	52	33	-	25
0,2	0,8	54	74	58	55
0,1	2	94	63	68	55
0,2	2	71	76	100	80
0,1	3	71	33	-	50
0,2	3	107	76	123	130
0,1	4	48	67	68	50
0,2	4	49	87	122	115
0,1	5	143	64	82	60
0,2	5	112	-	-	175
0,1	10	101	42	-	100
0,2	10	132	62	200	225

séből állt, hogy lássuk, milyen sikerrel végeztük el a mangánötvöztést, másrészt az elkészült mintadarabok szemrevételezéséből, illetve GD-OES és SNMS vizsgálatából.

### 3.1. ICP elemzés

A mangán beötvoztésének hatásfokát folyamatos mintavétellel tudtuk nyomon követni, amely mintákat ICP-OES technikával vizsgáltunk, a kísérleteket követően. Ezek alapján megállapítottuk, hogy az üzemi kísérletek során az első ötvöztetés után 0,1 m/m%, a második ötvöztetés után 0,15 m/m%, a harmadik ötvöztetés után pedig 0,2 m/m% mangánt ötvöztünk be a horganyfürdőbe.

### 3.2. A mintadarabok színei szemrevételezéssel

Az elkészített, összesen 71 mintadarab közül 45-öt párhuzamos kísérleti paraméterekkel készítettünk, kivéve a horganyfürdő mangántartalmát. Így állítottunk elő tehát 0,1 - 0,15 - 0,2

m/m% mangántartalmú horganyfürdőben 15-15-15 db, azonos geometriájú és méretű próbadarabot. Az egyes darabok részletes összehasonlítását növekvő falvastagságuk sorrendjében mutatjuk be. Minden közölt fényképen, felül a 0,1 m/m%, középen a 0,15 m/m%, alul a 0,2 m/m% mangánt tartalmazó horganyfürdőben horganyzott darabok láthatók (a színes képek a lap hátsó-belső borítóján találhatóak). A 2-4. ábrákon sorrendben a 0,8 – 2 – 3 – 5 – 10 mm vastagságú horganyzott acél próbatestek fotóit közöljük. Megállapítható, hogy mind a horganyfürdő mangántartalma, mind a horganyzásra kerülő acéltermékek falvastagsága hatással volt a kialakuló színekre. A megfigyelt színsorrend a kék – sárga – rózsaszínes lilás – zöld volt, amely vagy ugyanazon darabon a horganyfürdő mangántartalmának növekedésével volt megfigyelhető, vagy pedig ugyanolyan mangánkoncentráció esetén, növekvő falvastagságnál.

A 0,8 mm vastagságú, DC04 anyagminőségű acéllemez esetén hiába növekedett a horganyfürdő

mangántartalma, a lemez mindhárom mangánkoncentrációjú horganyfürdőben kék színű lett. Annyi különbség állapítható meg, hogy a mangántartalom növekedésével a kék szín valamelyest élénkebb lett, de színváltozás nem történt. Ennek magyarázata, hogy a 0,8 mm vastagságú acéllemez hőkapacitása a többi darabhoz képest olyan kicsi volt, hogy hiába nőtt a horganyfürdő mangántartalma, a 450 °C-os horganyfürdőből történő kiemelés után nem volt képes a felületre tapadt horganyréteg annyi ideig folyékony maradni, amennyi elég lett volna ahhoz, hogy a mangán a felületen vastagabb, tehát a kéktől eltérő színű mangán-oxid réteget hozzon létre. A többi, ennél vastagabb acél esetében a falvastagság, valamint a mangántartalom növekedésével változtak a színek (4. táblázat).

### 3.3. A GD-OES és SNMS mérések eredményei

Az üzemi körülmények között előállított próbadarabok közül a legkisebb, valamint a legnagyobb mangántartalmú horganyfürdőben, tehát 0,1 és 0,2 m/m% mangánt tartalmazó horganyfürdőben előállított darabokat vizsgáltuk meg. A vizsgált darabok megegyeztek a szemrevételezésnél bemutatott darabokkal.

Az elkészült GD-OES mélységprofilokról három különböző információt olvashattunk le. Első volt a cink és a vas görbéjének metszéspontja, ami a horganyréteg vastagságát adta meg, az adott mérési helyen. Másodsorban a kinagyított mélységprofilokról megállapítottuk, hogy a felületre diffundált mangán milyen koncentrációban van jelen a felületen, valamint a mangán és cink görbéje hol metszi egymást. Ebből ugyanis a felületi mangán-oxid réteg vastagságára lehet következtetni. Fontos kiemelni, hogy az általunk használt GD-OES berendezés oxigén hiteles mennyiségi mérésére nincs kalibrálva, így ennek a rétegvastagságnak a megállapításánál abból indultunk ki, hogy a felületre diffundált mangán teljes mértékben oxidálódott is, így ez a vastagság vehető az MnO

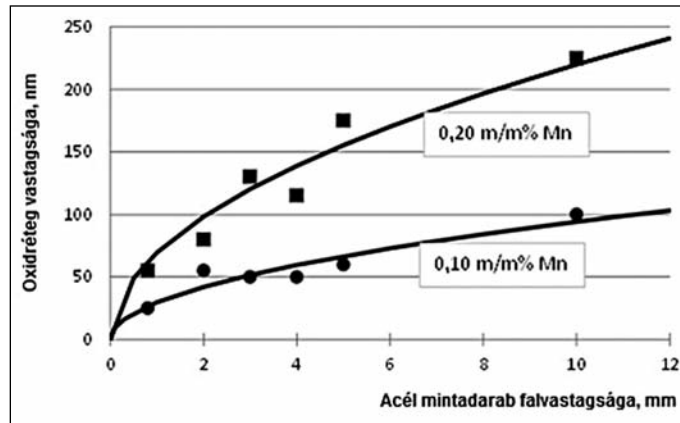
réteg vastagságának. Az SNMS mélységprofil-elemzéssel célunk volt ennek a felületi oxidréteg-vastagságnak pontos megállapítása. Az így kapott eredményekből készítettünk egy összefoglaló táblázatot (5. táblázat).

Az SNMS mérések eredményeiből alkottunk egy diagramot is (5. ábra), melyről megállapítottuk, hogy ugyanolyan mangántartalmú horganyfürdőben történő horganyzáskor a falvastagság növekedésével vastagabb felületi oxidréteget kapunk. Ezen megállapításunk helytálló, mivel a nagyobb falvastagság nagyobb hőkapacitást jelent, vagyis az acéldarabok felületére tapadt horganyréteg mangántartalmának több ideje van a felületre diffundálni, és ott mangán-oxidot képezni. Megállapítottuk továbbá, hogy magasabb mangánkoncentráció, de ugyanolyan falvastagság esetén, vastagabb felületi oxidréteg alakul ki a horganyzott felületen. Az üzemi kísérletek eredményei alapján kimondhatjuk, hogy a növekvő felületi oxidréteg vastagsága nemcsak a horganyfürdő Mn-tartalmának növelésével nő, hanem a horganyzott acéldarabok falvastagságának növekedésével is (5. ábra), amit konstans (450 °C) hőmérsékleten a következő félempirikus egyenlet ír le:

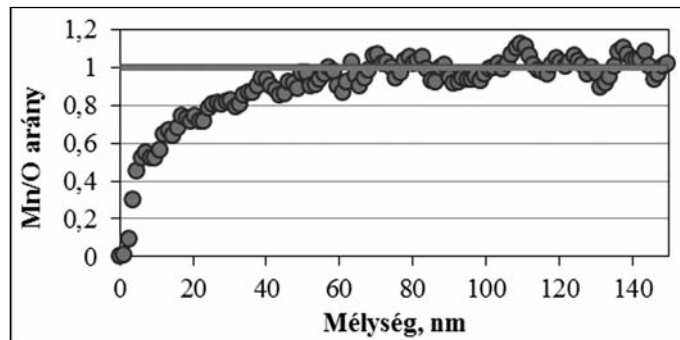
$$d_{Oxid} \cong (397 \pm 30) \cdot (C_{Mn(Zn)} - 0,025 \pm 0,010) \cdot \sqrt{d_{Fe}} \quad (1)$$

ahol  $d_{Oxid}$  (nm) a teljes felületi oxidréteg vastagsága,  $d_{Fe}$  (mm) a horganyzott acéldarab falvastagsága,  $C_{Mn(Zn)}$  (m/m %) a Mn tömegszázalékos koncentrációja a Zn-olvadékban,  $0,025 \pm 0,010$  m/m% az az empirikus Mn-tartalom a Zn-olvadékban, ami alatt a felületen nem jelent meg MnO.

Az SNMS adatokból meghatároztuk azt is, hogy a felületen lévő mangán-oxid milyen sztöchiometriájú. Elméleti számításaink alapján MnO sztöchiometriájú mangán-oxid kelet-



5. ábra. AzSNMS-sel mért teljes felületi oxidréteg vastagsága a falvastagság függvényében



6. ábra. 0,2 m/m% mangánt tartalmazó horganyfürdőben előállított, 3 mm falvastagságú zártszelvény SNMS mélységprofiljából meghatározott Mn/O arány

kezése volt csak várható. Ennek ellenőrzésére az SNMS mélységprofilok adataiból kiszámoltuk az Mn/O arányt, erre mutatunk példát a 6. ábrán.

A 6. ábrán lévő diagramon láthatjuk, hogy a 140 nm vastagságú felületi oxidrétegnek közvetlenül a felületén nem, de a felülettől befelé haladva, ~50 nm-től az Mn/O koncentráció arány konstans 1. A felületen azért nem lehet a mangán/oxigén arány 1, mivel a legkülső rétegben a sztöchiometria az oxigénben gazdagabb mangán-oxidok felé tolódik el.

A színező tűzhorganyzás során kialakuló látható szín a felületen képződő teljes felületi oxidréteg vastagsától függ. A jelen kísérletek esetében elvégzett SNMS mérések során végeztünk 70, illetve 140 másodpercig tartó porlasztásokat, azonos színű minták esetén. Ezt a két darabot mutatjuk be a 7. ábrán.

A 7. ábra fotóin jól látható, hogy a különböző ideig porlasztott, de közel azonos kiindulási színű mintadarabok porlasztási kráterében más színt kaptunk. Míg 70 másodperc porlasztást

követően aransárga lett a szín az eredeti rózsaszínes liláshoz képest, addig az ugyanilyen szögacél 140 másodpercig történő porlasztása után a szín világoskékévé vált. Tehát a színek a porlasztási idő növelésével fordítottan változtak, mint az olvadt horganyfürdőben az idő előrehaladtával. Ezek a látványos eredmények kísérletileg is alátámasztják az eddigi megállapításainkat, miszerint a teljes felületi oxidréteg vastagságának változásával változik a látható szín is.

#### 4. Összefoglalás

Üzemben végrehajtott kísérleteink során sikeresen valósítottuk meg az acél próbadarabok színező tűzhorganyzását. Az ehhez szükséges cink-mangán ötvözetet a helyszínen, saját módszer szerint készítettük el, a kísérlethez készített kísérleti horgany-

zókádban. A három lépésben megvalósított ötvözés eredményességéről ICP összetétel-elemzéssel bizonyosítottuk meg utólag, mely alapján megállapítottuk, hogy a beötvözött mangánkoncentráció 0,1 - 0,15 - 0,2 m/m% volt. A három különböző mangántartalmú horganyfürdőben eltérő falvastagságú acél próbadarabokat horganyoztunk. Az elkészült, színes felületű acél próbadarabokat fényképekkel dokumentáltuk, majd szemrevételezéssel minősítettük őket. Megállapítottuk, hogy sikeresen állítottunk elő különböző színű acél próbadarabokat a halványkék szintől a sárgán és rózsaszínes lilán keresztül egészen az erőteljes zöldig. Az SNMS analízis eredményei alapján összefüggést állítottunk fel a színező tűzhorganyzott darabok felületén lévő mangán-oxid réteg vastagsága és a kialakuló szín között. Meghatároztuk, hogy minél vastagabb volt a horganyzásra kerülő acél próbadarab, annál vastagabb felületi mangán-oxid réteg alakult ki rajtuk. A növekvő mangán-oxid rétegvastagság pedig a kék – sárga –

rózsaszínes lilás – zöld színeket (és ezek átmeneteit) eredményezte, amelyeket vastagságuk változásának függvényében az interferencia jelenségének köszönhetően látunk különböző színűnek. Az SNMS mérésekkel kimondtuk továbbá azt is, hogy a felületen MnO sztöchiometriájú mangán-oxid keletkezik. Az üzemi kísérletek újdonságtartalma egyértelműen az, hogy a növekvő mangán-oxid rétegvastagságot, vagyis az egyre élénkülő színeket nem a horganyfürdő hőmérsékletének emelésével értük el, hanem állandó hőmérsékleten horganyozva, a horganyzásra kerülő acéldarabok falvastagságának növelésével. Így lehet az, hogy míg a 0,8 mm vastagságú acéllemez mindegyik esetben kék színű lett, addig ugyanolyan horganyzási hőmérsékleten, de vastagodó acél mintadarabok esetén a színek élénkültek.

A kísérlet további részletei olvashatók a *Journal of Mining and Metallurgy, Section B* számában, Volume 53 Number (3) 2017.

### Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak *dr. Bánhidi Olivérnek* az ICP-OES mérések elvégzéséért (Miskolci Egyetem, Kémia Intézet), a GD-OES elemzések elkészítéséért a Metallurgiai Intézetnek, a NAGÉV Cink Kft.-nek az üzemi kísérletek lehetőségéért, a GINOP-2.3.2-15-2016-00027 projektnek a részfinanszírozásért, valamint a GINOP-2.3.2-15-2016-00041 projektnek az SNMS vizsgálatokért.

### Irodalom

- [1] *Marder, A. R.*: The metallurgy of zinc-coated steel, *Progress in Materials Science* 45, 2000., 191–271. old.
- [2] *Strutzenberger, J. – Faderl, J.*: Solidification and spangle formation of hot-dip-galvanized zinc coatings, *Metallurgical and Materials Transactions A*, 29 (1998) 631–646. old.
- [3] *Szabó, A. – Dénes, É.*: The Effect of Bath Al Content and Surface Roughness on Zinc Coating Properties, *Materials Science Forum*, 414–415 (2003) 45–50. old.
- [4] *Bellhouse, F. M. – Mertense, A. I. M. – Mc Dermid, J. R.*: Development of the surface structure of TRIP steels prior to hot-dip galvanizing, *Material Science and Engineering A*. 463 (2007) 147–156. old.
- [5] *Kaboli, S. – Mc Dermid J. R.*: Effect of Process Variables on the Grain Size and Crystallographic Texture of Hot-Dip Galvanized Coatings, *Metallurgical and Materials Transactions A.*, 45A (2014) 3938–3953. old.
- [6] *Corredor, J. – Bergmann, C. P. – Pereira, M. – Dick, L. F. P.*: Coloring ferritic stainless steel by an electrochemical–photochemical process under visible light illumination, *Surface Coating Technology*, 245 (2014) 125–132. old.
- [7] *Adams, D. P. – Murphy, R. D. – Saiz, D. J. – Hirschfeld, D. A. – Rodriguez, M. A. – Kouta, P. G. – Jared, B. H.*: Nanosecond pulsed laser irradiation of titanium: Oxide growth and effects on underlying metal, *Surface Coating Technology*, 248 (2014) 38–45. old.
- [8] *Jwad, T. – Deng, S. – Butt, H. – Dimov S.*: Laser induced single spot oxidation of titanium, *Applied Surface Science*, 387 (2016) 617–624. old.
- [9] *Cominco*: Process For The Production Of Coloured Coatings, GB1195904 sz. Brit szabadalom, 1970.
- [10] *Robert W. Smyth – Robert W. Smyth*: Process for the production of colored coatings, 3530013 sz. US szabadalom, 1970.
- [11] *Robert W. S. – Gerald P. L.*: Process for the production of colored coatings 3630792 sz. US szabadalom, 1971
- [12] *Le, Q. C. – Cui J. Z.*: Investigation on colorization regularity of coloring hot-dip galvanization processing, *Surface Engineering*, 24 (2008), Number 1., 57–62. old.
- [13] *Le, Q.C. – Cui, J. Z.*: The Influence of composition and temperature of bath and after-treatment on coloration in Coloring Hot Dip galvanization, *Acta Metallurgica Sinica – English Letters*, 12 (1999), Number 5., 1217–1222. old.
- [14] *Le, Q. C. – Cui, J. Z. – Chunhong, H.*: Optimization of coloring galvanization baths, *The Chinese Journal of Nonferrous Metals*, 10 (2000), Number 3., 388–394. old.
- [15] *Jinhong, Chen – Jintang, Lu – Qiaoyu, Xu – Gang, Kong – Guangliang, Zeng – Jun, Xie*: Study in coloured alloy coatings of hot-dipped Zn-Ti-Ni and Zn-Mn-Cu, *Materials Science Research Institute, South China University of Technology*, 25 (1997), Number 7., 60–65. old.
- [16] *Le, Q. C. – Cui J. Z.*: The effect of Mn on coloring hot-dip galvanization, *Materials Review*, 13 (1999), 13., 63–65. old.
- [17] *Lévai, G. – Godzsák, M. – Ender, A. – Márkus, R. – Török, T. I.*: Production and examination of colour-galvanized steel test sheets by modern analytical methods, *Materials Science Forum (ISBN-13: 978-3-03785-491-4)*, 729 (2013), 61–67. old.
- [18] *Wang, Y. – Zheng, J.*: Effects of manganese addition on microstructures and corrosion behavior of hot-dip zinc coatings of hot-rolled steels, *Surface and Coating Technology*, Volume 245 (2014) 55–65. old.
- [19] *Lévai, G. – Godzsák, M. – Török, T. I. – Haki, J. – Takáts, V. – Csik, A. – Vad, K. – Kaptay, G.*: Designing the color of hot-dip galvanized steel sheet through destructive light interference using a Zn-Ti liquid metallic bath, *Metallurgical and Materials Transactions A*, 47A, (2016), Number 7., 3580–3596. old.
- [20] *Burattini, C. – Zortea, L. – Bisegna, F. – Natali, S.*: Colour resistance of Zn–Ti coatings to corrosive environments, *Surface Engineering*, 33 (2017) 460–466. old.

# Mágneses keverés hatására kialakuló periodikusan változó rúdtávolság Al-Al<sub>3</sub>Ni eutektikumban

*Eutektikus összetételű Al-Ni ötvözetet irányítottan kristályosítottunk, miközben különböző erősségű forgó mágneses térrel kevertük az olvadékat ( $B = 0, 10, 50, 150$  mT,  $f = 50$  Hz).*

*A kialakuló szerkezetet kereszt- és hosszirányban vizsgáltuk fénymikroszkóp és scanning elektronmikroszkóp segítségével.*

*Kutatásunk során fény derült egy eddig be nem mutatott jelenségre, miszerint, amennyiben az olvadék áramlási sebessége a kristályosítási front előtt meghalad egy kritikus értéket, az áramlás örvényes lesz, aminek hatására az eutektikus rudak közötti távolság nem állandó, hanem periodikusan változik. A különböző rúdtávolságok váltakozása egy olyan szerkezetet eredményez, amely kisebb nagyítások esetén sötétebb és világosabb foltok váltakozásaként jelenik meg a mikroszkópi felvételeken.*

## Bevezetés

Az eutektikum kristályosodása általában lemezes vagy rudas mikroszerkezetet eredményez. Amennyiben az eutektikum egyik fázisának térfogataránya kevesebb, mint 28%, akkor rudas, ellenkező esetben lemezes szerkezetű eutektikum kristályosodik. Egyes esetekben, elsősorban amikor az ötvözet összetétele helyileg, a darab egy-egy pontjában jelentősen eltér az átlagtól (pl. a kristályhatáron), a kétféle szerkezet egyazon mintában egymás mellett megtalálható. A lemezek vagy a rudak távolsága egy átlagos érték körüli normál eloszlást mutat [1–3]. Az elméleti magyarázatok az 1966-ban Jackson és Hunt által leírt klasszikus elméleten alapulnak ( $\lambda_2^* v = \text{konstans}$ ) [4].

A vizsgált lemezes és rudas eutek-

tikumok növekedésekor leegyszerűsítették a diffúziós problémákat. A kristályosodási frontot síkfrontként kezelték, és azt feltételezték, hogy a két fázis azonos mértékű túlhűlése miatt kapcsolt módban növekszik az eutektikus összetételű olvadékból.

Az anyagáramlás az eutektikus kristályosodási front előtt különbözik az egyfázisú fronttól, ugyanis a kétfázisú szerkezet mindkét fázisa előtt a szomszédos fázis növekedéséhez szükséges komponens halmozódik fel. Ezért egy keresztirányú koncentrációgradiens alakul ki, ami a határfelülettel párhuzamos anyagáramláshoz vezet. Ez egy olyan szituációt eredményez, ahol a határfelülettel párhuzamos koncentrációeloszlás alakul ki, ami a határfelülettel párhuzamosan igyekszik kiegyenlítődni. Minél intenzívebb a hőelvonás, annál gyorsabban

megy végbe a kristályosítás és annál kevesebb idő áll rendelkezésre, hogy a koncentrációkülönbségek kiegyenlítődjenek a diffúzió segítségével. Ezért a kristályosítás sebességének növekedése csökkenő eutektikus lemezes vagy rúdtávolságot eredményez.

Az áramlás eutektikus szerkezetre gyakorolt hatását sokszor vizsgálták, különösen amióta lehetővé vált kristályosítási kísérleteket végezni mikrogravitációs körülmények között [5–8]. Érdekes, hogy bár minden szerző igazolta a fenti összefüggést, a konstans értékében legalább kétszeres eltérést találtak [9–10]. Még a mikrogravitációs körülmények között elért eredmények is, amelyeket jóval kevésbé befolyásolhatnak olvadékáramlási hatások, szignifikánsan eltérnek.

A növelt sebességű olvadékáramlással végzett kristályosítási kísérletek alkalmával [7, 9, 11–13] általában vizsgálták az áramlásnak az eutektikus rudak, illetve lemezek közötti távolságra gyakorolt hatását. Minden esetben átlagos paramétereket, illetve a mérések szórását határozták meg, és nem vizsgálták a különböző mértékű szórás okait. Ennek legfőbb oka a viszonylag kis áramlási sebesség és az általa okozott kismértékű szórás volt, ami a kialakult szerkezetben jól azonosítható periodikus változást nem okozott.

1983-ban R. Sokolowski és M. E. Glicksman forgó lemezes módszerrel előállított olyan szerkezetet, amelyen

**Veres Zsolt** 2001-ben diplomázott a Miskolci Egyetem Kohómérnöki Karán, 2009-ben szerzett PhD-fokozatot ugyanott. A Miskolci Egyetem Fémteni, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézetében dolgozik egyetemi docensként. Fő kutatási területei: fémek kristályosítása és acélok termokémiai kezelése.

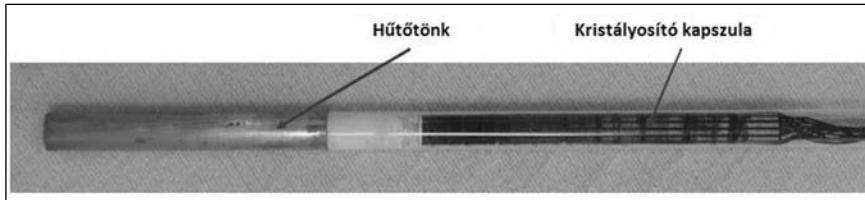
**Rónaföldi Arnold** 1971-ben diplomázott a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán. PhD-fokozatát a Miskolci Egyetemen szerezte. Jelenleg a Miskolci Egyetem Villamosmérnöki Intézetében

oktat mint címzetes egyetemi tanár, illetve az MTA-ME Anyagtudományi Kutatócsoport tudományos főmunkatársa. Kutatási területe fémolvadékok mágneses térrel való áramoltatása.

**Nagy Csaba** 2013-ban szerzett mester fokozatot a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán. PhD-tanulmányait a Miskolci és a Grenoble-i Egyetemen kezdte, 2013-ban. Jelenleg beszállítói minőségügyi mérnökként tevékenykedik a Starters E-Components Generators Automotive Hungary Kft.-nél, ami mellett dokto-

ri disszertációját írja. Tudományos témája fémek mágneses kényszerített áramlás alatti kristályosodásának numerikus szimulációja.

**Roósz András** okleveles kohómérnök, professor emeritus, az MTA rendes tagja, a Magyar Tudományos Akadémia Miskolci Bizottságának (MAB) elnöke. 1983-tól a műszaki tudomány kandidátusa, 1994-től a műszaki tudomány doktora. Fő kutatási területei: fémek anyagok fázisátalakulásai, kristályosodás, modellezés, új-anyagtudomány.



■ **1. ábra.** A kísérleti összeállítás a hűtőtönkkel és a kvarccsőbe helyezett alumínium-oxid kapszulával

addig be nem mutatott, spirálkaros makroszerkezet alakult ki, amit az áramlásokkal magyaráztak [12].

Munkánk során forgó mágneses térben történő irányított kristályosítással a fenti szerkezethez hasonlótt állítottunk elő eutektikus Al-Ni ötvözetben, és vizsgáltuk az eutektikus rudak közötti távolság változását a kristályosított minták különböző pontjain.

### Kísérletek

Kísérleteinket a saját fejlesztésű kristályosító berendezésben végeztük, amely négyzónás, függőleges tengelyű Bridgmann-típusú kemence, amelyben a köré épített kétpólusú induktor hozza létre a forgó mágneses teret. Az induktor által a kristályosítandó mintában létrehozható maximális mágneses indukció 150 mT. A mágneses tér frekvenciája 30–200 Hz között változtatható [14].

A kristályosításhoz alumínium-oxidból készült kapszulát használtunk, amelyen az erre a célra kialakított hornyokban 13 db K típusú termoelemet rögzítettünk a kapszula aljától mérve különböző távolságokban, a mintadarabban létrejövő hőmérséklet-eloszlás és annak változása követése céljából.

A kapszulába enyhén kúpos előgyártmányokat helyeztünk, amelyeknek az átmérője 7,1–8,2 mm között változott, a hosszuk 120 mm volt. Az előgyártmány átmérője 0,8 mm-rel kisebb volt, mint a kerámia-kapszula belső átmérője, hogy a darab hevítése közben szét ne feszítse a kerámiát. A kerámia-kapszula a ráerősített termoelemekkel együtt egy kvarcüvegből készült tartóban foglalt helyet. Azért, hogy az erőteljesebb hőelvonás, a nagyobb hőmérséklet-gradiens kiala-

kulását elősegítsük, a kvarcüveg cső aljába egy rézből készült hűtőtönköt helyeztünk el, amelyhez a kvarcüveg belsejében csatlakozik a kristályosító kapszula (1. ábra).

A kemencetest alatt egy vizet tartalmazó hűtőtartály található, amelybe a kísérlet során a rézből készült hűtőtönk belemerül.

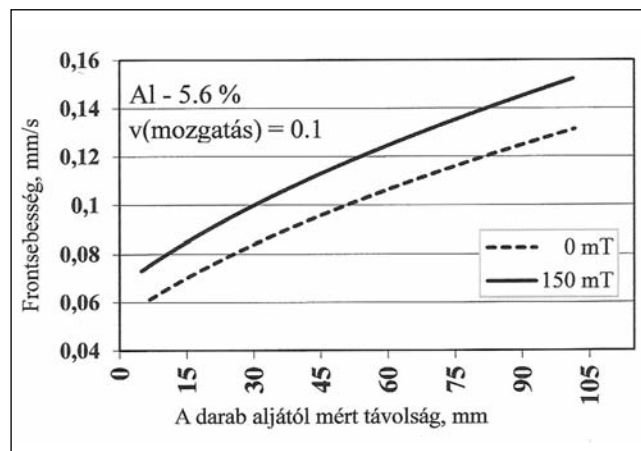
A kristályosítási kísérletek körülményei minden esetben azonosak voltak, kivéve az olvadákáramlás előidézéséhez alkalmazott mágneses indukciót.

A kemence zónái és a vízűtés segítségével a darabok hevítését addig folytattuk, amíg a kapszulára rögzített termoelemek mindegyike 650 °C fölötti értéket mutatott.

Az olvasztás után 20 percig hőn tartottuk, miközben a kristályosítás során alkalmazott mágneses keverés zajlott.

A kapszulát egy léptetőmotor segítségével 0,1 mm/s sebességgel mozgattuk át a kemencén, miközben a kísérleteknél sorra 0, 10, 50 és 150 mT mágneses indukcióval áramoltattuk az olvadékot.

A bemutatott kísérleti összeállítás egyirányú hőelvonást, ezáltal irányított kristályosítást eredményez. Az irányított kristályosítás állandósult állapotú,



■ **2. ábra.** A kristályosodási front sebessége a hely függvényében

aminek köszönhetően a kristályosítási paramétereket ismerjük és kellőképpen kézben tudjuk tartani, valamint a kristályosodási front helyét meg tudjuk állapítani.

Mivel a kísérletek úgy voltak összeállítva, hogy a darabok mozgatási sebessége állandó volt, és a rézből készült hűtőtönk egyre nagyobb hányada merült a hűtővízbe, ezáltal a kristályosodási front mozgásának sebessége nem volt állandó. Minél mélyebbre merült a vízbe a rézből készült hűtőtönk mintadarab, annál intenzívebb volt a hőelvonás. Ezalatt a minta egyre nagyobb része került szilárd állapotba, így az egyre kisebb olvadáktérfogatból kellett a hőt elvonni, ennek következtében a kristályosodási front mozgási sebessége nőtt a kristályosodás során, a darab hossza mentén (2. ábra).

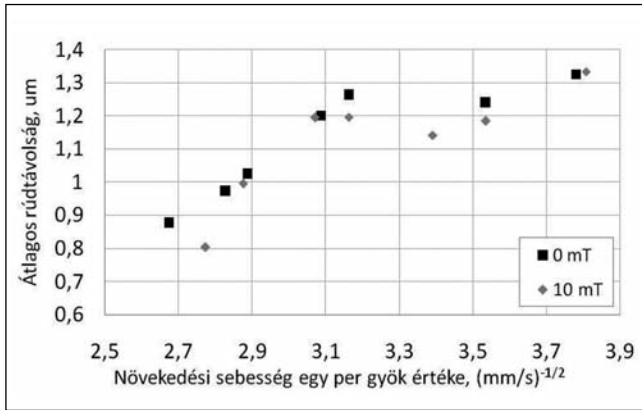
A kísérletek során a kristályosodási frontnál a hőmérséklet-gradiens megközelítőleg 6 K/mm volt.

### Mérési eredmények

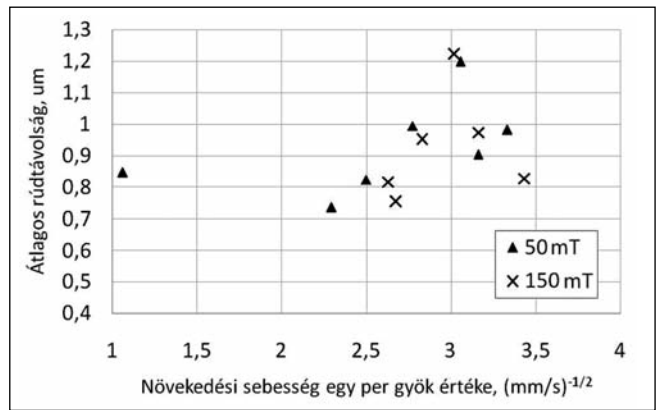
A fent leírt, irányított módon kristályosított mintákat a kristályosítás tengelyére merőlegesen, a minta aljától (a kristályosodás kezdetétől) kezdődően 15 mm-enként elvágtuk és a létrehozott felületen metallográfiai csiszolókat készítettünk. A polírozott, HF-dal maratott minták makro- és mikroszerkezetét sztereomikroszkóp, fordított állású fénymikroszkóp és elektronmikroszkóp segítségével vizsgáltuk. Az eutektikus rudak közötti távolságot egy tanszéki fejlesztésű képelemző szoftver segítségével mértük.

Az előkészített mintákon, a darab tengelyéből kiindulva 0,5 mm-enként elektronmikroszkóppal készítettünk 3000 ×-es nagyítású képeket, amelyeken a képelemző szoftver segítségével megmértük az átlagos rúd-távolságot.

A rudak közötti átlagos távolságot a kristályosodási sebesség inverz-négyzetének függvényében ábrázolva azt tapasztaltuk, hogy a mágneses keverés nélkül végzett kísérletek és a 10 mT mágneses indukció alkalmazása esetén a mérési



■ 3. ábra. Rúdtávolság a kristályosított mintákban a növekedés sebességének függvényében 0 és 10 mT mágneses indukció alkalmazása esetén



■ 4. ábra. Rúdtávolság a kristályosított mintákban a növekedés sebességének függvényében 50 és 150 mT mágneses indukció alkalmazása esetén

eredmények az irodalomból ismert egyenesre többé-kevésbé illeszkednek (3. ábra) [15]. Ezzel szemben az 50 mT és a 150 mT mágneses indukció alkalmazásakor kapott értékekre nem lehet egyenest illeszteni (4. ábra).

A mágneses keverés nélkül kristályosított minták tisztán eutektikus szerkezetűek, azokban primer szilárd oldat nem kristályosodott. A darabok aljától kezdődően az eutektikus cellák alakja hosszúkás, elnyújtott alakú, a darab teteje felé haladva fokozatosan egyre kisebbek és szögletesebbek.

Másik jelentős változás a darab hosszában, hogy az eutektikus cellák közepén az eutektikus rudak egyre sűrűbben helyezkednek el, miközben a cellahatárok egyre markánsabbak és a határon egyre nagyobb mennyiségben található a rudas helyett lemezes eutektikum. Az eutektikus cellákon belül, a kristályhatárhoz közeli régiót nem számolva az eutektikus rudak közötti távolság állandónak tekinthető.

Keverés hatására az eutektikus cellák alakja nagymértékben megváltozik. A keverés mértékétől függően, a darab aljától mért 15-30 mm után az

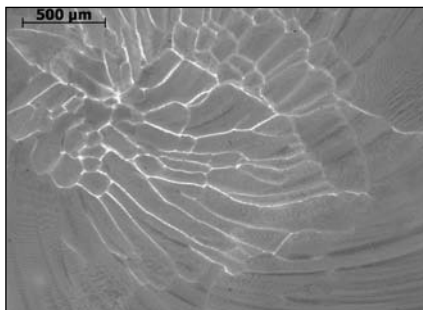
addig kialakult eutektikus cellák száma lecsökken, méretük megnő. Közben a szövetképeken megjelennek az alapszínnél sötétebb spirális karok (5. ábra). Felfelé haladva, a sötét karok helyét újra átveszik az eutektikus cellahatárok, kialakul egy a keverés nélküli esethez hasonló cellaszerkezet azzal a különbséggel, hogy egy-egy cellán belül a rudak közötti távolság nem állandó.

A sötét tónusú karokat közelebről szemügyre véve azt látjuk, hogy a vonalak nem összefüggőek, hanem a 6. ábrán látható módon sötétebb és világosabb foltokból állnak, amelyek alakja hullámokra emlékeztet. Még tovább növelve a nagyítást, az látható, hogy az árnyalatok közötti különbségek az eutektikus rudak közötti távolságok különbségéből adódnak (7. ábra). Jellemző, hogy a rudak közötti távolság a „hullámok” egyik oldalán ugrásszerűen változik, míg a másik oldalon fokozatosan. Megfigyelhető továbbá, hogy az eutektikus cellák határai ott alakulnak ki, ahol a kis rúdtávolság ugrásszerűen megnő valamelyik irányban.

A rúdtávolság változása néhány 10

µm-en belül scanning elektronmikroszkópos felvételeken mérhető. Amennyiben a 8. ábrán fehér kerettel kijelölt területen belül megmérjük az eutektikus rudak közötti átlagos távolságot, 0,99 µm lesz az eredmény. Ha azonban a szemmel is megkülönböztethető ritkább és sűrűbb részeken külön-külön megmérjük ugyanezt, kiderül, hogy a rudak közötti távolság a nagyobb sűrűségű területeken 0,92 µm, míg a kisebb sűrűségű területeken 1,18 µm. A különbség megközelíti a 30%-os eltérést.

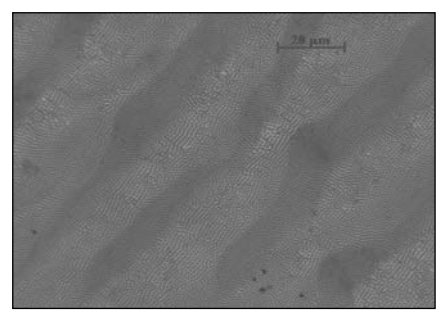
A forgó mágneses térbe helyezett fémolvadék a Lorentz-erő hatására forgó mozgást végez. Mivel azonban az olvadékoszlop nem merev testként viselkedik, az olvadék egyes részei egymáshoz viszonyítva is elmozdulnak. Ennek hatására az olvadékban nemcsak forgó áramlás lesz jelen, annál sokkal összetettebb áramlási kép alakul ki. Mint azt már többen bemutatták, a függőleges tengelyű primer áramlás mellett megjelenik egy, arra merőleges tengelyű szekunder áramlás is [16]. (A 9. ábra ugyan egy szilárdoldat kristályosodása közben mutatja be az áramlásokat, de azok



■ 5. ábra. A 150 mT-val kevert mintadaráb makroszerkezete



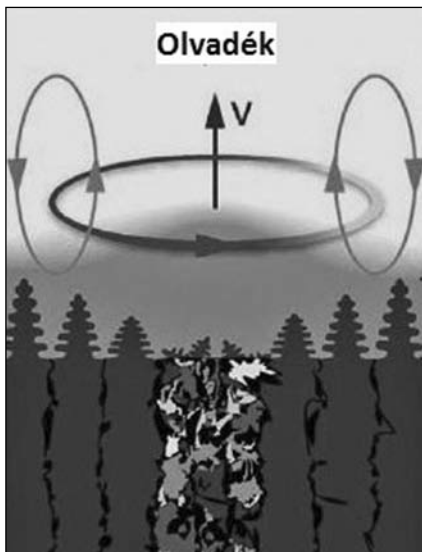
■ 6. ábra. Hullám alakú sötét foltok a szerkezetben



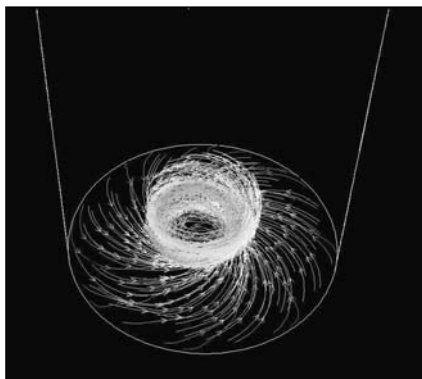
■ 7. ábra. A foltok mikroszerkezete



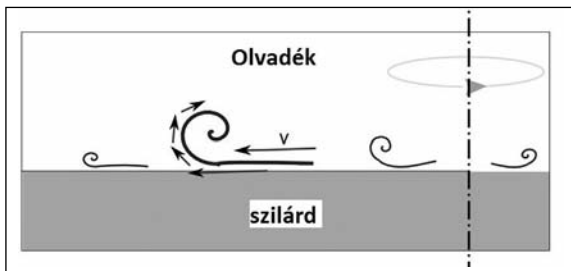
■ 8. ábra. Az eutektikus rudak közötti távolságban mérhető lokális különbségek



■ 9. ábra. Primer és szekunder áramlások az olvadéokban



■ 10. ábra. Az egyes olvadékrészek elmozdulása mágneses keverés hatására



■ 11. ábra. A kristályosodási front közelében kialakuló örvények

eutektikum esetén is hasonlóak lesznek.) A két áramlás összegződik és egy komplex áramlási kép alakul ki.

Készült modell a forgó mágneses tér okozta áramlásról,  $B = 22,6$  mT mágneses indukció,  $f = 50$  Hz frekvencia alkalmazása esetén,  $d = 10$  mm átmérőjű kapszulában Ga-In olvadék áramlásáról. A szimuláció eredményét mutatja be a 10. ábra. A sebességvektorok iránya mutatja az egységnyi térrészek mozgásának irányát.

Amennyiben a kristályosított mintánk tengelye egybeesik a forgó mágneses tér tengelyével, a darab tengelye mentén és közvetlenül a kristályosító kapszula falánál az olvadék áramlásának sebessége közel nulla [17, 18].

A darab többi részében a sebesség a szimuláció alapján maximumos görbe szerint változik. Mivel a kristályosodási front is falként viselkedik, közvetlenül a front előtt más sebességek vannak, mint attól távolabb.

A kristályosodási front előtt kialakuló áramlás sebesség-különbségek ahhoz vezethetnek – amennyiben kellően nagy sebesség alakul ki –, hogy a lamináris áramlás felbomlik és a szolid–liquid határon turbulencia alakul ki (11. ábra). A turbulencia ahhoz vezet, hogy helyileg, kis távolságokon belül nagymértékben megváltozik az áramlás sebessége. A különböző áramlási sebességek különböző eutektikus rúdtávolságok kialakulását eredményezik. Ezek vezethetnek ahhoz, hogy a fent bemutatott módon változik az eutektikus rudak közötti távolság.

### Összefoglalás

Nagy mágneses indukcióval kevert olvadékból kristályosítottunk Al-Al<sub>3</sub>Ni eutektikumot és vizsgáltuk a kialakuló mikroszerkezetet. Az eutektikus rudak közötti távolság a mintán belül nagymértékben periodikusan változik, ezt a változást közvetett bizonyítékok alapján turbulens áramlás kialakulásával magyarázzuk.

A későbbiekben szükséges a hatás mélyrehatóbb vizsgálata és a magyarázat kísérleti úton történő megerősítése.

### Irodalom

- [1] Livingston, J. D. – Cline, H. E. – Koch, E. F. – Russell, R. R.: Acta Metallurgica 18 (1970) 399.
- [2] Sato, T. – Sayama, Y.: Journal of Crystal Growth 22, (1974) 259.
- [3] Teng, J. – Liu, S. – Trivedi, R.: Acta Materialia 56 (2008) 2819.
- [4] Jackson, K. A. – Hunt, J. D.: Transactions of the Metallurgical Society of AIME 236 (1966) 1129.
- [5] Huang, Q. – Luo, X.-H. – Li, Y.-Y.: Advances in Space Research 36 (2005) 86–91.
- [6] Zhang, N. – Luo, X. – Feng, S. – Ren, Y.: J. Mater. Sci. Technol., (2014) 30(5), 499–503.
- [7] Wilcox, W. R. – Regel, L. L.: Acta Astronautica 38. (1996) 511–516.
- [8] Luo, X.-H. – Huang, Q. – Liu, B.-D. – Zhang, X.-M. – Li, Y.-Y.: Advances in Space Research 32 (2003) 225–230.
- [9] Bárczy, P. – Sólyom, J.: Journal of Crystal Growth 119 (1992) 160–166.
- [10] Ratke, L. – Alkemper, J.: Acta Materialia 48 (2000) 1939–1948.
- [11] Li, X. – Fautrelle, Y. – Ren, Z. – Zhang, Y. – Esling, C.: Acta Materialia 58 (2010) 2430–2441.
- [12] Quenisset, J. M. – Sokolowski, R. – Glicksman, M. E.: Journal of Crystal Growth 63 (1983) 389–399.
- [13] Ma, D. – Jie, W. Q. – Li, Y. – Ng, S. C.: Acta Materialia, 46 9 (1998) 3203–3210.
- [14] Rónaföldi, A. – Kovács, J. – Roósz, A.: Material Science and Materials Processing Technologies, Proceedings, (2007) 91–102.
- [15] Zhang, J. – Shen, J. – Shang, Z. – Feng, Z. – Wanga, L. – Fu, H.: Journal of Crystal Growth 329 (2011) 77–81.
- [16] Zimmermann, G. – Weiss, A. – Mbaya, Z.: Materials Science and Engineering A 413–414 (2005) 236–242.
- [17] Chena, Z. – Wen, X. L. – Chena, C. L.: Journal of Alloys and Compounds 491 (2010) 395–401.
- [18] Nagy, C. – Rónaföldi, A. – Roósz, A.: Materials Science Forum 752 (2013) 157–166.

## Beszélgetés Mertinger Valériával



**Prof. dr. Mertinger Valéria a Miskolci Egyetem Fémteni, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézetének vezetője. Az interjút a szerkesztőség megbízásából dr. Dévényi László készítette 2018. április 5-én.**

**Dévényi László (D.L.):** Lapunk Felsőoktatás rovata rendszeresen közöl interjúkat karunk egyetemi tanáraival. Kérem, szój először eddigi szakmai életutad legfontosabb „mérőköveiről”! Hogyan indult a pályád?

**Mertinger Valéria (M.V.):** Jobban belegondolva a pályám életem első kudarcával kezdődött, és azóta már nagyon sokszor bebizonyosodott, hogy egy kudarc magában hordozza valami másnak a lehetőségét és sikerét, csak azt ott, abban a pillanatban nehéz felismerni és elfogadni. Tatán születtem, és egy közeli faluban, Bokodon nőttem fel, nagyon vidám, biztonságban telt gyermekkorom volt, egy remek, kiváló és felkészült pedagógusokból álló iskolai közösségbe kerültem, ahol képességeimet fel- és elismerték. Középiskolába Tatabányára jártam, ahol országosan egyedülálló képzés zajlott, középfokú geológus képesítést szereztem. Nagyon szerencsés vagyok, mert pályámon végig kísérték meghatározó tanáregyeniségek, akiktől nagyon sokat tanulhattam és sorsomat mindig pozitívan befolyásolták. Kulcsfontosságú volt az általános iskolában a fizika tanárnőm, *Varga Ernőné*, aki megszerettette velem a reáltárgyakat, és elhitette, hogy egy falusi iskolából indulva is lehet eredményesnek, sikeresnek lenni. Az ő felkészítésével voltam sikeres az Ifjú Fizikusok versenysorozatban. Nagyon meghatározó volt főleg a későbbi oktatói pályám szempontjából középiskolai

osztályfőnököm Tatabányán, a Szabó József Geológiai Szakközépiskolában *Németh Márta*. Az ő biztatására jelentkeztem a Miskolci Egyetemre. Akkori nagyon fiatal énemmel nem volt tudatos jövőképem. Ő volt az, aki meglátta bennem a mérnöki képességeket és biztatott a továbbtanulásra. Egy csapnivaló szóbeli felvételi után, ahol nem tudtam mi az a Nicol-prizma, nem vettem fel geológusnak, viszont átirányítottak a Kohómérnöki Karra. Nem akartam jelentkezni, édesanyám írta meg a felvételi kérelmet helyettem.

**D.L.: A Mama terelgette a kislányát. Az elején hogy érezted magad az egyetemen?**

**M.V.:** Egy jó szakmai közösségbe kerültem, és nagyon örültem, hogy tudtam kamatoztatni a kémiai és ásványtani ismereteimet is. A fémtant nagyon hamar megszerettem, a középiskolai anyagszerkezettani tudás kamatozott, és onnét már nem volt visszaút. Mire szakirányválasztásra értünk, már megfelelő az évfolyam, és nagyon hálás vagyok *Farkas Ottó* professzornak, aki akkori dékánként engedélyezte, hogy négy fővel is elinduljon a fémteni ágazat, a képlékenyalakítókból kiválva. És ekkor már örültem, hogy nem geológus lett belőlem. Sorsfordító kérdésekben mentoraim közül valaki mindig segített és jó irányba terelt. Azt már hallgatóként is meg tudtam ítélni, hogy a Fémteni Tanszéken az anyagismereti-anyagszerkezeti oktatás-kutatás nemzetközileg is elismert szinten zajlik. Nagyszámú gyakorlat volt akkor a tantervben és a kis csoportunk gyakorlatilag tehetséggondozás szintű oktatást kapott. Hozzáülhettünk a nagyműszerekhez, az öreg TEM-hez, a kvantimethez, de az új pásztázó elektronmikroszkóphoz is. Mi nagyítottuk a fotóinkat. Azóta sem tud-

tunk olyan részletes és mély oktatást biztosítani röntgendiffrakcióból, pedig nekem az volt a legnagyobb varázslat. Most is előttem van, amikor *Gácsai Zoltán* akkori fiatal oktatóként gyakorlatra behozta a Debye–Scherrer-kamrát és megláttam az első diffrakciós filmfelvételt wolframhuzalról. Akkor kezdődött elkötelezettségem a röntgendiffrakció alkalmazásának egy speciális irányába, korát messze megelőző diplomadolgozat témával a csapágygyűrűk maradó feszültségének vizsgálatával, ami sok energia befektetése árán ma is az intézet egyik nagyon erős és egyedülálló kompetenciája.

**D.L.: Hogyan maradtál az egyetemen?**

**M.V.:** *Bárczy Pál* professzornak köszönhettem, hogy hívására a végzés után az ipar helyett az egyetemen kezdtem el dolgozni, pedig szerződés volt az akkori Dunai Vasművel. A Fémteni Tanszéken bekapcsolódhattam az úrkutatói projektekbe, amelyek nagyon izgalmasak voltak. Mellette tapasztalatot szerezhettem, hogyan lehet nemzetközi kutatócsoportokkal együtt dolgozni, kutatni, publikálni, konferencián bemutatni az eredményeimet. Fiatal kutatóként eljutottam külföldi egyetemekre, Berlinbe, Cambridge-be, Münsterbe. A hazai viszonyokhoz képest korszerű műszerekkel dolgozhattam és nemzetközileg híres, kristályosodással foglalkozó szakembereket ismerhettem meg. A munkaviszonyom kezdetén projekteken voltam alkalmazva esetenként havi hosszabbításokkal, még a Csepeli Fémműnek is voltam alkalmazottja, nem dolgozva az üzemben, de így tudta az egyetemet támogatni. Abban az időben ez teljesen egyedülálló volt a karon, és ha belegondolok, ma is ennek a szellemiségnek köszönheti az

intézet az erejét. Mindig építkezni, alternatívát mutatni a fiatal tehetségeknek, még akkor is, ha nem mindig lehet anyagilag versenyképes megoldást is mellé tenni, és így tényleg az elszántak motiváltak maradnak, és nem parkolópálya az egyetem mint sajnos sok más intézetnél, karon látni lehet. Szóval nagyon izgalmas, helyenként nehéz időszak volt. Nagyon sokat segített a szakmai előrehaladásomban az a projekt is, melynek keretében anyagtudományi mérnök-fizikusi másoddiplomát szerezhettem a Debreceni Egyetemen, és bekapcsolódhattam *Beke Dezső* professzor kutatócsoportjába, ahol izotópos nyomjelzéssel fagyasztottuk be az olvadékáramlás keltette inhomogenitásokat.

**D.L.: A tudományos minősítés és a habilitáció ezzel a témával indult?**

**M.V.:** Részben. A brémai ejtőtornyos kristályosítási kísérletek előkészítése, értékelése adta a PhD-disszertációm másik fontos részét. Az olvadékáramlások hatását vizsgáltuk irányítottan kristályosított szálak eutektikus szerkezetekben. *Tranta Ferenc* tanár úr szintén meghatározó oktatóm volt, intézetvezetőként beszélt rá, hogy nekem a PhD-fokozat megszerzése után érdemes témát váltanom. Segítségével sikerült elnyernem egy németországi ösztöndíjat, Bochumban fél évig alakmemória ötvözetekkel foglalkozhattam a téma leghíresebb kutatócsoportjában, *Hornbogen* professzor vezetése alatt. Bochumból hazatérve az alakmemóriás téma hazai kutatásokban csúcspontot ért el, ahol a martenzites átalakulás vizsgálatát kiterjesztettük a TRIP és TWIP acélokra *Nagy Erzsébet* és *Benke Márton* doktoranduszaimmal, akik ezen témákhoz kapcsolódóan szereztek PhD-fokozatot. Ezen kutatási eredményekre alapozva fogalmaztam meg habilitációs, illetve az akadémiai doktori téziseimet is.

**D.L.: Egyetemi oktatói előmenetel, a vezetői feladatok hogyan találtak meg?**

**M.V.:** Oktattam már attól a pillanattól, hogy elkezdtem a diplomaszerezés után a tanszéken dolgozni, a kutatói státusz után végigjártam az oktatói ranglétra minden fokát. Nagy kihívás volt átállni a katedra másik oldalára, emlékszem, rengeteget készültem rá,

újrakapcsoltam az intézetben oktatott tárgyakat, és szinte minden tárgyhoz hozzátartozó gyakorlatot tartottam. Igazából ekkor tanultam meg a fémtant és éltem meg, hogy mennyire jó érzés az amikor tudást adsz át, megvilágítasz addig érthetetlen összefüggéseket arra fogékony hallgatóknak. Így alig száradt meg a tinta a doktori fokozatom papírján, már Nagy Erzsébet témavezetője lehettem, ami azért váltott ki ellenérzéseket is, és ekkor az intézet akkori vezetője *Roósz András* professzor volt az, aki mellém állt és támogató volt. Ma az anyagmérnök BSc alapképzésben fémtant tanítok, a hőkezelő-képlékeny alakítóknak fém szerkezeti anyagokat, az öntéseknek hőkezelést, az MSc-képzésben pedig röntgendiffrakciót bárkinek. A doktori képzésben a tanulmányi bizottságot vezetem, az iskolában törzstag vagyok, és vasötvözetek fémtana és röntgendiffrakciós tárgyakat tanítom. Intézményvezetői ambícióim viszont soha nem voltak, nem kerestem, igazából inkább megtalált a feladat. *Gácsi Zoltán* professzor dékánága alatt pozitív irányba nagyot változott a kar helyzete – nem kis erőfeszítései árán – és ennek volt köszönhető, hogy az intézetben akkori helyetteseként sok operatív feladatot bízott rám. Emiatt az intézetvezetés sűrűjébe fokozatosan kapcsolódtam be. Az intézet létszáma már akkor is 40 és 50 fő között mozgott, ami az egyetem intézetei között is a legnagyobbak számított. *Gácsi Zoltán* professzor volt az, akitől a jó munkahelyi vezető habitusát tanulhattam. Az ő bölcsessége, racionalitása, de egyben embersége is örök példa nekem. Ő volt az, aki elhitette velem is, hogy képes leszek ezt a nagy intézetet vezetni és biztatott, támogatott a professzori pályázat elkészítésében is.

**D.L.: Az alkalmazott kutatások milyen szerepet játszanak a tanszék életében?**

**M.V.:** Nagyon szeretem az akadémiai pályában az aktív és folyamatos kutatómunkát. Az intézet, mióta benne dolgozom K+F megbízásokból tartja el magát, biztosítja a működtetéséhez szükséges költségeket, melyek nagyműszerek esetében nagyságrendekkel túlmutatnak az egyetemi költségvetés biztosította határokon. Szinte minden nap beesik egy teljesen új gyakorlati

probléma. A megrendelők a multinacionális, állami vagy magánszektorból, jellemzően a járműiparhoz kapcsolódóan kerülnek ki. Itt az a filozófiánk, hogy a legkisebb megrendelés hiteles teljesítése is nagyon fontos, még ha anyagilag nem is éri meg pillanatnyilag, mert az itt kialakuló bizalomra épülve születhetnek meg a nagyobb megbízások. Nagy municiót ad az életben, hogy tudunk ipari partnerek kérdéseire válaszolni, problémájukra megoldást adni. Vagy tanítunk egy újszerű technológiát és évekkel később jön vissza egy hallgatónk, mert próbálják a módszert az üzemben bevezetni és persze van egy csomó kérdése. Ez a szakmai szellemi frissesség fenntartásában is alapvető.

**D.L.: A másik jelentős külső pénzügyi bázis alapoktatásból származhat.**

**M.V.:** Igen, itt jellemzően az európai forrásokból finanszírozott források a jelentősek. A pályázati forrásoknak köszönhetően a Miskolci Egyetem és a Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet is jelentős forrásokhoz, köztük műszerfejlesztésekhez is jutott, az elmúlt évben. Magam is vezetek egy olyan projektet, ahol 800 M Ft áll rendelkezésre négy nagyműszer megvásárlására. Mindemellett szentül hiszem, hogy szakértelem, szakmai együttműködés, összefogás nélkül a legdrágább mikroszkóp is csak egy darab vas, és nem attól leszek sikeres akár anyagilag akár szakmailag, ha nekem is lesz egy olyan mikroszkópom mint a szomszédnak, hanem attól a szaktudástól, ismerettől amit évek alatt sikerül csak felhalmozni küzdelem, kompromisszum és ami nagyon fontos, szakmai együttműködések árán.

**D.L.: Még nem beszéltél azokról, akikért vagyunk, a hallgatókról!**

**M.V.:** A legnagyobb motivációt a vérszerinti és a szakmai gyerekeim sikerei jelentik. Hihetetlenül fontosnak tartom, hogy fiatal, szakmai lelkesedéssel megáldott hallgatókkal vegyem körül magam. Tudjak nekik szakmai kihívásokat biztosítani, és a sikereik elérésében támogassam és biztassam őket, figyelembe véve adottságaikat érdeklődésüket vagy a habitusukat úgy általában. Erre jó iskola a családom, ahol azt szoktam mondani, hogy

van egy okos és egy ügyes gyerekem. Az egyik fiamnak szórakozás a matematika, de gondot okoz egy ruhafogas használata, a másik fiamnak fáj, ha asztalhoz kell ülni, de ő a leginkább mérnöki kreatív elme a családban. Izgalommal várom hogyan alakul majd az életük. Az egyetemi környezetben azért ez egyszerűbb, mert a tehetség-gondozás intézményesített rendszerében, a tudományos diákköri mozgalomban (TDK) nagyon hiszek és nem véletlen, hogy mind a kar, mind az intézet országos viszonylatban is nagyon szép eredményeket ért el a hazai versenyeken. A múlt héten írtam a kari TDK honlapra az üzenetet a hallgatóknak: „Ha közösen belevágtok egy kutatásba, az a témavezetődet is izgatja, ha elkezdedek a közös munkát, ne hagyj cserben!” Szerencsémre ilyen velem még nem történt. Egyik legjobb volt hallgatóm, *Cseh Dávid* Pro

Sciencia díjas, ami a legnagyobb elismerés, amit hallgató tudományos teljesítményért kaphat. Most voltunk túl a munkahelyi vitáján, a doktori fokozat megszerzése előtt van. Legbüszkébb – az eredményes mentorálásért – az Országos Tudományos Diákköri Tanács (OTDT) által adományozott mestertanári aranyéremre vagyok, ami azt bizonyítja, hogy tényleg sok sikeres hallgatóm van, illetve arra a hallgatói közösségre, ami most is körbevesz. Az ad erőt, hogy évről évre új hallgatók jönnek és meg kell találnom közülük azokat, akik elhivatottak a kutatás, az akadémiai pálya, vagy csak egyszerűen a mérnöki feladatok iránt, az érdeklődő elme kérdéseire megadni a választ nap mint nap. Ez nagy kihívás, de ennek az eredménye az is, hogy sikerült egy országosan egyedülálló témával a röntgendiffrakciós maradó feszültség vizsgálatával foglalkozó laboratóriumot, és

ami nagyon fontos, egy fiatalokból álló szakértő csapatot kinevelni. Hasonló törekvéseim vannak az anizotrópia vizsgálatával kapcsolatosan is, szeretném, ha a téma hazai kiváló szakemberei meg tudnák és meg akarnák osztani az ismereteiket egymással. Az oktatás területén ami az új kihívást jelenti, most a nem magyar anyanyelvű hallgatók oktatása, témavezetése, ami nem feltétlen a nyelvi nehézségeket, de sokkal inkább a kulturális különbségekben rejlő problémákat jelenti. Egészen másként motivált egy mongol, palesztin, iraki vagy egy indiai hallgató.

**D.L.: Az Akadémián is megtehetem, de most újra gratulálok az MTA doktora címedhez! Kívánom, hogy magánéleti és szakmai terveid megvalósuljanak! Az interjút a hagyományos kívánsággal köszönöm: Jó szerencséd!**

## A Miskolci Egyetem hírei

### Felvételi jelentkezés

A 2018. február 15-én záródó felsőfokú jelentkezési időszakban a szeptemberben induló képzésekre összesen 247-en jelölték meg a Műszaki Anyagtudományi Kart. Sajnos csökkent a jelentkezések száma az előző évhez képest. Idén anyagmérnök BSc nappali tagozatra összesen 144-en jelentkeztek, a többiek pedig levelező anyagmérnök BSc-, nappali és levelező anyagmérnök MSc-, illetve kohómérnök MSc-képzésre.

### Duális workshopot rendezett a Műszaki Anyagtudományi Kar

A duális képzést népszerűsítő, valamint a partnervállalatokat bemutató Anyagmérnök Duális Workshopot rendezett az anyagmérnök képzés iránt érdeklődők számára a Műszaki Anyagtudományi Kar. A 2018. április 19-én megtartott rendezvényen 16 partnervállalat jelent meg kiállítóként, valamint a duális képzésben már résztvevő 1–3. évfolyamos hallgatók is meglátogatták a leendő diáktársakat. A rendezvényen a vendégek nemcsak az ipar duális képzőhelyeivel, de az egyetemi oktatókkal is megismerkedhettek, továbbá a szakterületekhez kötődő, interaktív bemutatókon is részt vehettek (1. kép).

2018 szeptemberétől az anyagmérnök alapképzés minden specializációján, valamint anyagmérnök és kohómérnök MSc-képzésben is lehet duális partnervállalatot találni, a legtöbb esetben országos lefedettséggel. A kar képzéseit a továbbtanulási lapjukon bejelölő diákok 2018. május 31-ig jelentkezhetnek duális képzésre a partnervállalatokhoz a kar honlapján vagy e-mailben.

### Purhabból épített kishajók vetélkedtek az anyagtudományi versenyen

Az idén immár 8. alkalommal megrendezett Anyagtudományi Versenyen kiderült, hogy a purhabbal nemcsak a házunkat szigetelhetjük, de hajóépí-



1. kép. Bemutató a MAK műhelycsarnokában



2. kép. Az anyagtudományi verseny résztvevői a nyertes kishajókkal

tésre is kiváló. A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kara által középiskolások számára meghirdetett verseny idén a poliuretánok köré épült: előzetes feladatként a csapatoknak egy dolgozatot kellett írniuk a purhab előállításáról, szerkezetéről, felhasználhatóságáról, majd egy kishajót kellett készíteniük purhabból és fából.

A 2018. április 13-ai döntőre Miskolc mellett Debrecenből, Gyöngyösről és Veszprémből is érkeznek csapatok. A bejutott csapatoknak több verseny-

számban is megmérettették magukat: nemcsak reklámfilmeket kellett készíteniük, amelyben a zsűrit és a többi csapatot kellett meggyőzniük arról, hogy az ő hajójuk a legjobb, de egy rövid szakmai előadást is kellett tartaniuk a hajó tulajdonságairól. A végső megmérettetés a kishajók terhelési versenye volt, ahol az volt a cél, hogy a megépített hajó minél tovább maradjon a vízen (2. kép).

A verseny végeredménye:

I. helyezett: Felfedezők – Vak Bottyán

János Katolikus Műszaki- és Közgazdasági Szakgimnázium és Kollégium (Gyöngyös). II. helyezett: Poli úr-e tán? – Veszprémi Szakképzési Centrum Ipari Szakgimnáziuma (Veszprém). III. helyezett: Ha-jót-ÉPÍTECH – Debreceni Szakképzési Centrum Povolny Ferenc Szakgimnázium, Szakközépiskola és Szakiskola (Debrecen).

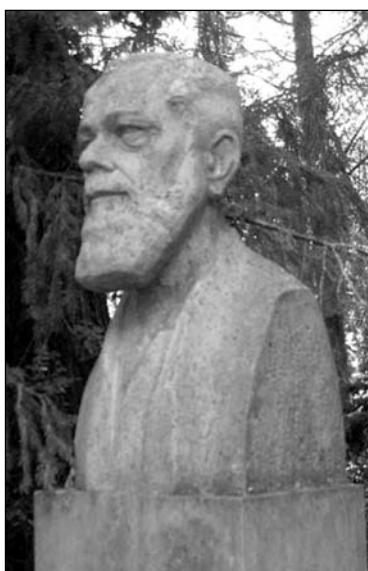
Az idei verseny támogatói az ADMATIS Kft., a BorsodChem Zrt. és a KCH KISCHEMICALS Kft. voltak.

**Mende – Harcsik**

## Emlékezés soproni professzorunkra, dr. Romwalter Alfréd egyetemi nyilvános rendes tanárra

Idősebb Romwalter Alfréd 125 évvel ezelőtt, 1890. április 20-án, Sopronban látta meg a napvilágot. Tekintettel arra, hogy ő volt „főiskolánk” egyike – mi így neveztük legnépszerűbb professzorainkat –, fontosnak tartom, hogy megemlékezzünk róla a jubileumi év alkalmából.

Soproni nyomdász családból származott, dédapja és édesapja is nyomdász volt. Az övék volt a neves soproni Röttig–Romwalter nyomda. Apja őt is nyomdásznak szánta. Csak azzal a feltétellel járult hozzá, hogy beiratkozzon az egyetemre, ha előtte kitanulja a nyomdász szakmát. Mint ő maga elmesélte, ez meg is történt. Elemi és középiskolai tanulmányait Sopronban végezte, az utóbbit a Széchenyi István Állami reálgimnáziumban, melynek akkoriban a neves polihisztor, *dr. Wallner Ignác* volt az igazgatója, egyben fizikakémia tanára. Az ő ráhatásának tudható be, hogy a fiatal Alfréd a biztos nyomdászat helyett a bizonytalan tanári pályát választotta. A budapesti Pázmány Péter Tudományegyetem Bölcsészettudományi Karára vegytan–természetrajz tanári szakra iratkozott be. Tanárai között volt *Eötvös Loránd*, *Koch Antal*, akik révén széleskörű elméleti tudásra tett szert. 1912. szeptember 26-án kiváló eredménnyel abszolvált, majd még ez év november 23-án bölcsészettudományi doktori



■ Romwalter Alfréd (1890–1954) professzor szobra a Soproni Egyetem kertjében

oklevelet szerzett. Második diplomáját a József Nádor Műegyetemen rendkívüli hallgatóként az előbbi tanulmányával párhuzamosan szerezte meg, 1914. április 30-án felsőkereskedelmi iskolai tanári képesítéssel.

1912 szeptembere és 1913 augusztusa között ösztöndíjas gyakorló tanárként oktatott a budapesti V. kerületi Állami Főreáliskolában. 1914. augusztus végén rendes tanárrá léptették elő. 1914 szeptembere és 1920 szeptembere között a fiumei Állami Kiviteli Akadémia tanára volt, hála anyanyelvi szintű német, olasz és francia nyelvtudásának. Valószínűleg horvátul és angolul is tudott. Elméleti kérdések

mellett, a gyakorlat is foglalkoztatta. Fiumében halfagyasztó és haltermelő módszert dolgozott ki. Az I. világháború után a horvát hatóságok felajánlották neki az ottmaradás lehetőségét, de ő inkább hazajött szeretett Sopronába. 1920 szeptembere és 1928 áprilisa között a soproni Állami Felsőkereskedelmi Iskolában tanított rendes tanárként. Életének eme legnehezebb szakaszában (a rendkívül gyenge tanári fizetés párosulva a gazdasági válsággal) tanártársaival vállalkozásba kezdett, megalapítva a Beta Laboratóriumot (tintát, eladható vegyi anyagokat gyártottak). A Fogászati Szemle 1925. évi 2. számában A fogászati cementek technológiája címen cikke jelent meg, melyet a német Dentistik című folyóirat Über Zahnzemente címen jelentetett meg.

1928-ban megpályázta a Selmecről Sopronba menekült Bánya- és Erdőmérnöki Főiskola megüresedett Elemző Vegytani Tanszékét, ugyanis *Tomasovszky Lajos* professzor nyugdíjba vonult. Annak ellenére, hogy e tanszéknek hagyományosan a legtöbb kémiai tanuló fémkohómérnökök voltak eddig a vezetői, *dr. Romwalter Alfréd* 1928. május 1-jével elnyerte a tanszék vezetését főiskolai rendkívüli tanári minőségben.

A Romwalter professzor halála alkalmával közölt nekrológban *Jakóby László* ezt írta: „...mi kohászok jöttét vegyes érzelmekkel fogadtuk. Úgy véltük, hogy idegen jött közénk. Ma pedig

Az Öntészettörténeti és Múzeumi szakcsoport 2015. március 11-i ülésén elhangzott előadás szerkesztett változata.

érezzük és tudjuk, hogy a miénk volt teljes egészében, elsősorban a kohászoké és az egész Almamateré.” És ezt mi is, kései hálás tanítványai ugyanígy érezzük. Tőle tanultuk meg nemcsak a kémia részleteit, sokszínűségét, hanem a szerénységet, emberességet, szorgalmat, a tanítványok és általában az embertársak szeretetét, az udvariasságot, következetességet.

Vizsgálatain is türelemmel korrigált, tanított, olykor a nem kifogástalan vizsgázótól ő kért bocsánatot, ha az jelest vagy jót szeretett volna kapni, de csak elégségesre futotta a tudása. Sopron utcáin járva, vigyázva kellett figyelni a szembe jövő Romwalter profra, mert ő már 50–100 méterről, nagy kalapemeléssel előre üdvözölte tanítványait. Igen kedvelt és ragyogóan jó előadója volt a Soproni Nyári Egyetemnek, melyre hölgyek is jártak, mert sok tapasztól kísérve igen élvezetesen beszélt pl. a „konyhászati kémia” rejtelméről. A száraz analitikai témáit azzal színesítette, hogy előadását történelmi, matematikai, filozófiai példákkal fűszerezte, és ezért idegenek, pl. az őt nem hallgató erdészek, bányászok is beültek előadásait élvezni. A precizitás és pontosság a vérében volt, és ezt tanítványaitól is megkövetelte. Joviális, melegszívű ember volt. Szülővárosát, Sopront rajongásig szerette, ezt előadásaiba is beleszőtte, de nem volt sovíniszta. Szerelmese volt a szép könyveknek, és hódoló tisztelője a nyomtatott betűnek.

Romwalter professzor főiskolai tanszékvezetői minőségében 1933 szeptemberéig tevékenykedett, amikor az akadémiaát egy nagy oktatási átszervezés részeként a Vallás és Közoktatásügyi Minisztérium, élén *dr. Hóman Bálint* miniszterrel, a József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemhez csatolta, Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Karként. Az általa vezetett tanszék neve változatlanul Elemző Vegytani Tanszék maradt. 1939-ig beosztása egyetemi intézeti tanár, ami a mai docensi címnek felelt meg. 1940 októberéig egyetemi nyilvános rendkívüli tanár volt, ezután pedig végre egyetemi rendes tanár lett. Ezt a posztot és rangot töltötte be 1950-ig.

Szénkémiai tudományos munkásságát a Magyar Tudományos Akadémia 1941-ben a levelező tag címmel ismerte el. Székfoglalóját „A kén szere-

pe a szerves anyagok hő okozta bomlásakor” című előadásával nagy sikerrel tartotta meg. Közben azonban *dr. Proszta János*, másik kémikus professzorunk 1948-ban a Budapesti Műszaki Egyetemen megürit Szervetlen Kémiai Tanszék vezetésére beadta pályázatát és azt el is nyerte. Romwalter prof 1948-ban kénytelen volt átvenni a Proszta prof távozása miatt megürit Általános és Fizikai Kémiai Tanszékét is. Ennek anyagát is ő oktatta, míg 1952-ig az utolsó kohász évfolyam Sopronban nem végzett.

Az én háborús évfolyamom 1943-ban iratkozott be és 1948-ban abszolválta, nem szakosított évfolyam volt. Mi még igen sok kémiát tanultunk. Csak Romwalter prof 13 félévet igazolt indexünkben, nevezetesen: Szenek kémiája, Minőségi (kvalitatív) elemzés elmélet, Minőségi (kvalitatív) elemzés gyakorlat, Mennyiségi (kvantitatív) elemzés elmélet, Mennyiségi (kvantitatív) elemzés gyakorlat, Mennyiségi (kvantitatív) elemzés (Titrimetria) elmélet, Mennyiségi (kvantitatív) elemzés (Titrimetria) gyakorlat, Kohászati elemzések elmélete, Kohászati elemzések gyakorlata, Kémiai technológia I., Kémiai technológia II., Kémiai technológia gyakorlat, Gáz- és szénelemzés gyakorlat.

Romwalter alias „Romulus” a bányászoknak a Szenek kémiáját és az Alkalmazott kémiát tanította, az erdészeket nem oktatta. Kohász évfolyamunk 32 fővel indult, de már a II. évfolyamra csak heten iratkoztunk be (mint a gonoszok). Mondhatni, hogy mi az ún. kiscsoportos oktatásban és tanulásban részesültünk, ennek minden személyes előnyével. Nálunk igen közvetlen kapcsolat alakult ki az oktatókkal, különösen a Romwalter és a Geleji tanszéken. Örök hála érte.

Romwalter prof az előadásait szisztematikusan építette fel. Egy-egy témakör első részét kortörténeti és életrajzi részletekkel vezette be (pl. az angliai koksztörténete), majd *Vorsatz Brúnó* korunkbeli tanszéki demonstrátor (később miskolci analitikai prof) szerint asszociációs kampókat épített be hallgatói emlékezetébe, majd ezekre „aggatta” fel a részletes szakmai ismereteket. Nagy műveltségére jellemző volt magas szintű matematikai ismeretanyaga.

Érdekes tény, hogy az Analitikai Tanszék vezetője soha nem dolgozott

a laboratóriumban, ezt a területet átengedte helyettesének, *Mika Józsefnek*, a későbbi miskolci kémia professzornak. Ennek az volt az oka, hogy Romwalter Alfréd színvakságban szenvedett, így a reakciók során lejátszódó változásokat nem érzékelte.

1944-ben a nagy soproni amerikai bombázáskor nagy veszteség érte a családot, házukat telitalálat érte. Ekkor *Mika József* fogadta be őket a házába, s a továbbiakban ott laktak.

1948-ban az MTA felfüggesztette levelező akadémiai tagságát, csak tanácskozási jogát tarthatta meg. A kémiai tudományok kandidátusa címet 1952-ben nyerte el. Tevékenysége elismeréseként 1953-ban Kossuth-díjat kapott.

A két tanszék egyidejű vitele, valamint az évekig tartó huzavona, hogy a soproni egyetem költözik-e valahová, vagy marad, osztódik-e vagy sem, a létbizonytalanság felemésztette erejét, egészségét, amire különben sem vigyázott, pedig utolsó éveiben a dohányzásról is leszokott. Élete utolsó két évtizedében sohasem volt szabadságon.

Ezek következtében 1951 decemberében a tanszéken azt észlelte, hogy egyik szeme elsötétült. Próbálgatással megállapította, és környezetével látványosan nyugalommal közölte: „fél szememre megvakultam”. Mindezt a magas vérnyomása okozta, ennek ellenére 1953 júliusáig rendszeresen bejárt a tanszékre. Ekkor egy erősebb szélütést kapott és ágyban fekvő beteg lett, amit még vesezsugor is tetézett.

1954. szeptember 7-én két gyermeke, Alfréd (szintén fémkohómérnök) és Erika még életben találta, de aznap elhunyt. Tetemét a soproni Ó-Szent Mihály temetőben a családi sírban helyezték örök nyugalomra.

Egykori tanítványai és munkatársai halálának 25. évfordulójára emlékkönyvet állítottak össze. E szerint 81 közleménye, 28 szabadalma (*Széki János* proffal közösen), nyolc egyetemi jegyzete és 16 ismeretterjesztő cikke jelent meg. Születésének 100. évfordulóján Sopronban, sokak jelenlétében, megemlékezést tartottak és megkoszorúzták a Botanikus Kertben levő szobrát (*I. ábra*). A rendszerváltás után, az akadémiai névsorok átvizsgálásakor rehabilitálták, visszakapta akadémiai minősítését.

**Dr. Pilissy Lajos tiszteleti tag**

## ■ AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET HÍREI

### Az OMBKE Vaskohászati Szakosztály vezetőségi ülése

Az OMBKE Vaskohászati Szakosztálya január 25-én a Dunaújvárosi Kereskedelmi és Iparkamara konferenciatermében tartotta szokásos évértékelőjét. A helyi szervezetek képviselői egyeztették a tisztújítás feltételeit, körvonalazták idei terveiket. A levezető elnöki teendőket Józsa Róbert látta el.

Az összevont vezetőségi ülésen részt vett *prof. dr. Réger Mihály*, akivel rövid interjú készült.

*Azon túl, hogy az Óbudai Egyetem rektora, az OMBKE-ben milyen szerepet tölt be?*

Szívemnek nagyon kedves szerepet, a Vaskohászati Szakosztály budapesti helyi szervezetének az elnökeként dolgozom, amit évről évre örömmel látok el. Sikeres és jó hangulatú programokat bonyolítunk le, a húsz év alatt ismétlődő és új elemek-

kel. Korábban *dr. Csirikusz József* elnök mellett láttam el a titkári teendőket.

*Az Önök szervezetének mi a védjegye? Miben különböznek más helyi szervezetektől?*

Az egyik a Luca-napi szakestély december 13-án, illetve minden évben rendezünk egy szakmai kirándulást, kulturális programmal és kulináris élményekkel társítva.

*Mondhatnánk, könnyű a budapestieknek, akik a legutóbbi időig dr. Sziklavári Jánost, dr. Szőke Lászlót, valamint dr. Rempert Zoltánt maguk között tudhatták. Eltávozásuk igazi vesztesége a szakmának. Hogyan tovább nélkülük?*

Mind a hárman a budapesti szervezet tagjai voltak. Sajnos, a korfa nagyon eltolódott az egyesületen belül az idősebbek irányába. A létszám fo-

lyamatosan csökken, mivel belépő tagtársunk lényegesen kevesebb van, mint ahányan távoznak közülünk.

*Az Óbudai Egyetem rektoraként mit tud tenni az egyesület fiatalításáért?*

Az egyetem tevékenysége az anyagtudományhoz is köthető, ezen a területen együttműködünk más intézményekkel. A régi módszer, a személyes példamutatás a leghatékonyabb ebben a vonatkozásban is. Spontán módon alakult meg a Bánki Karon belül a gépészmérnökképzésben a Hagyományőrző Kör, amelynek tagjai szakestélyeket kezdtek rendezni, és természetesen hozzájuk kapcsolódunk kohómérnök kollégáimmal együtt. Fokozatosan vezettük be őket a hagyományok ápolásába, mostanra pedig már önálló életet élnek, bővítik kapcsolataikat a többi oktatási intézménnyel.

**Szente Tünde**

### Új elnök és titkár a dunaújvárosi szervezet élén

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Vaskohászati Szakosztály dunaújvárosi helyi szervezete február 22-i taggyűlésén elfogadta az elmúlt négy év munkájáról szóló beszámolót. Az elnök, a titkár és a vezetőségi tagok mandátuma lejártával új vezetőséget választottak.

A Dunaújvárosi Kereskedelmi és Iparkamara konferenciatermében rendezett taggyűlés levezető elnöki tisztét *Lontai Attila*, a Vaskohászati Szakosztály korábbi elnöke látta el. A vezetőség beszámolóját a mögöttük hagyott ciklusról *Józsa Róbert*, a helyi szervezet elnöke ismertette. A szóbeli kiegészítésekkel a jelenlévők elfogadták a beszámolót.

A helyi szervezet az éves programjait az országos egyesület rendezvényeihez csatlakozva alakítja ki, igazodva a társszervezetek eseményeihez. Legértékesebb szakmai tevékenységük a klubdelutának rendszere, amelyeken elsősorban a Dunaferr társaságcsoporthoz tartozó témákról és évfordulókról hangzanak el előadások. Meghívásra érkeznek úgynevezett „külsős” szakemberek, a város kapuin belülről, de azon túlról is. A „Nyitás a város felé” koncepció keretében gyár- és múzeumlátogatás is szerepelt a programok között. Évek óta a legnagyobb létszámot megmozgató rendezvényük a Szent Borbála Szakestély, amelyen a társszervezetek

képviselői is jelen vannak.

Szent Borbála-érem kitüntetést vehetett át az elmúlt időszakban *Hajnal Attila*, *dr. Kiss Endre*, *Józsa Róbert*, valamint *Lontai Attila*. Az egyesület tagjai rendszeresen publikálnak szakmai folyóiratokban és kiveszik a részüket a kohász közép- és felsőfokú oktatásból.

A taggyűlés – a négyéves ciklusok végén bevett gyakorlat szerint – a lemondott vezetőség helyére újat választott, így elnöknek választották *Cseh Ferencet*, a titkári teendőket *Kvárik Sándort* bízták meg. A Jelölő Bizottság elnöke, *Polányi Zoltán* ismertette az újonnan megválasztott vezetőség névsorát. *Angeli Tamás*,

Bánhegyesi Attila, Dani Bálint, Felföldiné Kovács Ágnes, Győri Richárd, Hevesi Imre, Illés Péter, Józsa Róbert, Kaszás Norbert, id. Kopasz László, Lantai Miklós, Mihalik Sándor, Pallag János, dr. Pázmán Judit, Polányi Zoltán, Szakács Sándor és Szente Tünde régi és új vezetőségi tagok képviselik az egyesület sokszínű tevékenységét. A Szavazatszámiláló Bizottság vezetője, id. Kopasz László rendben találta és hitelesítette a szavazást.

A csökkenő létszám ellenére, a közel kétszáz fővel, még mindig a legerősebb kohász helyi szervezet vagyunk, amely az elmúlt négy évben a szűkülő források mellett is igyekezett színvonalas munkát végezni – fogalmazott beszámolójában Józsa Ró-

bert. Kedvező folyamatként értékelhetjük, hogy a kormány figyelve a bányászat után a kohászat felé fordult, amelynek eredményeként Acélipari Intézkedési Tervet hoztak létre, megjelölve benne az érintett szakminisztériumok feladatait. Az acélipari stratégia kiemelt figyelmet fordít az acélipari képzés különböző szintjeinek támogatására.

Az új elnök, Cseh Ferenc 1987 óta dolgozik a Dunaferri Nagyolvasztóműnél. Üzemmérnök, gázkezelő, főgázkezelő, kohómester, kohó főmester, üzemvezető-helyettes, üzemvezető, termelésvezető, gyárvezető-helyettes beosztásokat követően 2009 óta gyárvezető. Üzemmérnökként végzett a NME Kohó- és Fémipari

Főiskolai Karának metallurgia szakán. Az OMBKE-nek 1986-tól tagja.

Az új titkár, Kvárik Sándor a Bánki Donát Szakközépiskolában 1984-ben szerzett kohász végzettséget. Tanulmányait a NME Kohó- és Fémipari Főiskolai Karának metallurgia szakán folytatta. 1989. március 1-én helyezkedett el a Dunaferri Dunai Vasmű Nagyolvasztó Gyáregységének Érc-előkészítő- és Ércdarabosító üzemében. Üzemmérnök, műszakos művezető, üzemvezető-helyettes, üzemvezető beosztásokat követően 2010-től a Nagyolvasztómű termelésvezető helyettesi munkakörét tölti be. Az OMBKE-nek 1990-től tagja.

Szente Tünde

## Tisztújítás az OMBKE Vaskohászati Szakosztálynál

A tisztújító küldöttgyűlésre március 22-én került sor a Dunaújvárosi Kereskedelmi és Iparkamara nagytermében. A küldöttgyűlés levezető elnöki tisztére Tóth Lászlót, a dunaújvárosi szervezet volt elnökét kérték fel.

A tisztújító ülésén elhangzott beszámolóban Bocz András, a Vaskohászati Szakosztály elnöke elmondta, hogy a magyar vaskohászat területén születtek jó hírek:

- Elkészült az Acélipari Intézkedési Terv, kidolgoztak egy Acélipari Stratégiát, amely kiemelt figyelmet fordít az acélipari képzésekre, de foglalkozik a hazai vas- és acélhulladék-export szabályozására vonatkozó törekvésekkel is.
- A 2008-as válság utáni bizonytalanság és fájdalmas stabilizációs lépések után a termelés szintjének növelése, a termékek minőségének javítása van napirenden az ISD Dunaferri vállalatcsoportnál. Ebben az évben jelentős bérfejlesztés is várható.
- Ózdi beruházásról is érkeznek hírek.
- Megújult arculattal és lelkesedéssel folytatja tevékenységét a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés.

A Szakosztály helyi szervezeteinek az elmúlt négy évben végzett munkája a következőkben foglalható össze.

### Dunaújvárosi helyi szervezet

A legnagyobb létszámú és legerősebb

helyi szervezete szakosztályunknak és az egyesületünknek is. Ipari bázisuk az ISD Dunaferri vállalatcsoport, amely a 2008-as válság után újra teljes kapacitással termel és egyre eredményesebben gazdálkodik.

Taglétszámuk 200 körülre csökkent (– 30%), és a dunaújvárosi jogi tagok támogatása is apadt az elmúlt években, ennek ellenére legértékesebb szakmai programjuk, a szakmai klubdelutánok színvonalán ez nem volt érzékelhető. Külön említést érdemel, hogy kohászati témájú szakmai előadásokon túl, számos külső előadót is sikeresen megnyertek klubdelutánjaik előadójának. Rendezvényeiket a Dunaújvárosi Kereskedelmi és Iparkamara nagytermében tartják, együttműködési szerződésük alapján. Egy-egy alkalommal 20–80 fő vesz részt rendezvényeiken. Fontos szerepe ezeknek az összejöveteleknek, hogy lehetőséget teremtenek az aktív szakemberek és a nyugdíjas tagtársaink találkozására, véleménycseréjére.

Másik kiemelkedő rendezvényük a Szent Borbála-szakestély, amely kiváló hangulata mellett hagyományaink aktív művelésének is színtere.

Rendezvényeikről rendszeresen beszámol a Dunaferri Magazin, illetve alkalmanként a Dunaújvárosi Hírlap. Az írott sajtón kívül az egyik elektronikus közösségi oldalt is jól használják

rendezvényeik népszerűsítésére.

### Budapesti helyi szervezet

A szakosztályunk második legnagyobb helyi szervezete, az elmúlt négy évben taglétszámuk 61 főre csökkent (– 27%). A tagság túlnyomó részt nyugdíjas.

Az Óbudai Egyetem biztosítja működésükhöz a helyet. Tagságuk életkorához alkalmazkodva állítják össze éves programjukat. Rendszeresen tartanak baráti beszélgetéseket, úgynevezett „Traccspartikat” az egyetemen. Évente hagyományosan két nagyobb rendezvényt szerveznek. Az egyik egy szakmai kirándulás, a másik pedig a Luca-napi szakestély. Mindkettő jól mutatja legnagyobb erényüket, kiváló kapcsolataikat az egyesületen, a szakmáinkon belül.

### Diósgyőri helyi szervezet (Diósgyőri Kohász Klub helyi szervezet)

Vaskohászok és öntészek a tagjai a diósgyőri szervezetnek. Az egyesületi tagok száma: 19 + 8 fő.

Rendezvényeiknek a felsőháromi Kohászati Múzeum ad helyet. Minden hónap első hétfőjén tartják összejöveteleiket, baráti beszélgetéseiket, amelyek a helyi, a régióban lévő, illetve az országos vaskohászat helyzetét igyekeznek követni. Témáik között fontos helyet foglal el a kohászat ipar-

története is. Találkozóikat esetenkénti szabadtéri szalonnasütéssel és bográccozással színesítik.

Rendszeresen szerveznek az Egyetemi Osztállyal közösen szakmai kirándulásokat a miskolci régióban működő gazdasági társaságokhoz. Az elmúlt négy évben 48 saját szervezésű programjuk volt. Kiemelt rendezvényük a kétnapos Fazola Fesztivál, amelyet számos más szervezettel közösen tartanak. E rendezvényhez szakestély is kapcsolódik.

Megemlíthető még a 2017. évi Múzeumok éjszakája, amelynek szervezésében tagtársaik szintén részt vettek. Jó kapcsolatokat ápolnak a bányászok helyi szervezeteivel, az Egyetemi Osztállyal, az Északkelet-Magyarország Ipartörténetének Ápolásáért Alapítvánnyal.

### Salgótarjáni Osztály

Területi elven felépített szervezet, amelyet a Vaskohászati Szakosztály is magáénak érez. Taglétszámuk 70 fő, amelyből 12 fő a kohász.

Összejöveteleiket havonta tartják a közel 20 éve kialakult gyakorlat szerint. Klubnapjaikon alkalmanként 20-30 fő vesz részt. Programjaikon műszaki témájú előadásokat, könyvismertetőket tartanak és esetenként ismeretterjesztő filmeket is megtekintenek. Rendszeresen megünneplik a Bányásznapot és a Szent Borbálnapot. Bekapcsolódtak a Salgótarjáni Ipartörténeti Emléknapi rendezvénysorozat programjába. Kiemelendő a számos rendezvényen szereplő Bányász-Kohász Dalkör, amely főként egyesületi tagjainkból alakult. Lehetőségeikhez mérten részt vesznek az Egyesület központi programjain is.

Reméljük egy év múlva már az újjáalakult özdi szervezet munkájáról is be tudunk számolni.

A Vaskohászati szakosztály vezetősége az elmúlt időszakban négyszer tartott vezetőségi ülést, amelyen az éves programokat hangolták össze. A vezetőségi üléseknek a dunaujvárosi helyi szervezet adott otthont. Külön köszönet jár azért, hogy a távolabb működő szervezetek vezetőségi tagjai és vezetői is rendszeresen részt vettek ezeken a megbeszéléseken.

A választmány munkájában képvi-

selőink aktívan részt vettek. Küldötteink az Egyesület Küldöttgyűlésein megfelelő számban és aktivitással képviselték a szakosztályt. Tagtársunk, *Hevesi Imre* az Egyesület vezetésében főtitkár-helyettesként dolgozott az elmúlt ciklusban. A négy év alatt rendszeressé vált a kohász szakosztályok közötti véleménycseré és együttműködés.

A beszámoló után sor került a választásra, amelynek eredménye a következő:

**Elnökség:** Újabb négy évre kapott bizalmat *Bocz András* elnök és *Boross Péter* titkár. Alelnöknek *dr. Móger Róbert*et és *Hevesi Imrét* választották.

**A Vaskohászati Szakosztály új vezetőségének tagjai:** *dr. Réger Mihály, Nagyné Halász Erzsébet, Cseh Ferenc, Kvárik Sándor, dr. Nyitrai Dániel, dr. Harcsik Béla, Liptay Péter, Solt László, Józsa Róbert, Kondás Béla, Kővári Éva, Szente Tünde.*

A BKL Kohászati szerkesztőségébe jelölték *dr. Tardy Pált* (Budapest) és *dr. Harcsik Bélát* (Diósgyőr). Ellenőrző Bizottsági taggá jelölték *dr. Marczis Gábornét* (Budapest), választmányi taggá *Bocz András*t (Dunaújváros), *Boross Pétert* (Budapest) és *Hevesi Imrét* (Dunaújváros).

A választás eredményeként második ciklusát kezdte meg *Bocz András* az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Vaskohászati Szakosztálya vezetőjeként.

A beiktatása után elsőként vele készült interjú.

– *Kitől vette át a stafétabotot négy évvel ezelőtt?*

– *Hajnal Attilát* váltottam a Vaskohászati Szakosztály elnöki tisztében. Ez a négy év sok mindenre megtanított, látom, hogy hol vannak a gondjaink, látom, hogy mi az, amire képesek leszünk. Helyi szinten el kell fogadnunk, hogy a taglétszám – szerencsés esetben – szinten marad. A tendenciát tudomásul véve, néhány éve a létszámfogyás jellemző. Nincs akkora utánpótlás, mint ahányan kiesnek az egyesületi munkából. Természetesen, miként korábban, továbbra is keressük a kapcsolatot a felsőoktatási intézményekkel. Arra is figyelniük kell, hogy a selmeci hagyományok mind szélesebb körű átvételével, terjedésével ne szenvedjenek csorbát az eredeti elképzelések.

Bizakodásra ad okot az is, hogy Ózdon újjáéled az egyesületi munka.

– *Mik voltak a szembetűnő változások?*

– Néhány éve jellemzően a helyi szervezeteknek a tagjaik összetételéhez, életkorához illeszkedő programokat kell szervezniük. A klubdelutánjainkat is mind több nyugdíjas várja. Az élénk érdeklődésen túl találkozási lehetőség is kínálkozik számukra a még aktív korú munkatársaikkal és valamikori kollégáikkal. Tudomásul kell venni azt is, hogy a vállalati létszámfelvételi korlátok nem kedveznek az új tagok beléptetésének. Éppen ezért a nyitás programját hirdetjük meg, mindenkit szívesen látunk, akik az ipari szakmákhoz kötődnek.

– *Vannak jó hírek?*

– Sikeresek a selmecbányai utak. Nagyon pozitívan éltem meg azt a változást, ami Selmecbányán lezajlott a helybeliekben. Egy elutasító magatartás átfordult egy baráti, együttműködő magatartásba a város legfelső vezetői szintjén is.

– *Az Adatvédelmi törvény változásai milyen feladatokat rónak az egyesületi adminisztrációra?*

– Mint minden egyesület, mi is kezeljük a tagok személyes adatait. Május 25-étől lép életbe az új törvény, de van még lehetőségünk azon túl is felkészülni rá.

– *Mitől lehet vonzó az OMBKE 2018-ban?*

– Aki bennünket választ, egy közösségbe kerül: rangtól és kortól függetlenül, könnyebben találja meg a közös hangot a többiekkel, aminek hasznát veheti több helyütt. Egy fiatal itt hamarabb szót ért a felettesével, lehet, hogy egyébként el sem jutna hozzá a véleményével. Az egyesület mellett érvelésnél mindig vissza kell nyúlunk annak összetartó erejéhez. A szakmaszeretet, a hazaszeretet és a barátság hármának minden eleme meg kell, hogy jelenjen az egyesület életében!

– *Mi ad okot az optimizmusára a küldöttek szavazatai alapján egyhangúan megválasztott elnökként?*

– Először is, optimista ember vagyok. Látom az erőt és a lehetőségeket ahhoz, hogy előrébb tudjunk jutni. Ezért is vállalkoztam még egy cikluson át a Vaskohászati Szakosztály vezetésére.

**Szente Tünde**

# Az Öntészeti Szakosztály 2017-es tevékenysége és tisztújító közgyűlése

## Bevezető

Az Öntészeti Szakosztály 2017. december 7-én tartotta évváró vezetőségi ülését Budapesten. A szakosztálytitkár elfoglaltsága miatt *Katkó Károly* szakosztályelnök tartotta meg a beszámolót.

Rövid helyzetelemzés keretében elhangzott, hogy jelentős beruházások valósultak meg, a könnyűfémöntődék 2017-ben várhatóan sikeres évet fognak zárni, és a vas- és acélöntészet éves teljesítményét, a negatív tendenciák ellenére is, pozitív jelzőkkel lehet jellemezni. Az öntészeti vállalkozások és a nekik beszállító cégek kiegyensúlyozott gazdasági helyzete teszi lehetővé az OMBKE, a szakosztályok és a helyi szervezetek támogatását, másrészt pedig ennek a kiadások megfontolt, előre tervezett szinten tartása a biztosítéka.

## Szervezeti élet

Az Öntészeti Szakosztálynak 251 fős a taglétszáma, 7 fő tiszteleti tagunk van. Jó a tagdíjfizetési fegyelem, 2017-ben 93% volt a tagdíjbefizetés aránya. A tagok alapszabályunk szerint ingyen kapják a BKL Kohászat számait, valamint a befizetett tagdíj 30%-át a helyi szervezetek saját tevékenységük finanszírozására fordíthatják. Az Öntészeti szakosztálynak nyolc helyi szervezete és két szakcsoportja van.

Az Öntészeti Szakosztály vezetősége 13 választott és 20 delegált tagból áll, utóbbiak a helyi szervezeteket és a szakcsoportokat képviselik. A vezetőség tagja továbbá a BKL Kohászat szerkesztőségének két öntészeti rovatvezetője és a hét tiszteleti tag. Tagjaink közül egy-egy fő az OMBKE Ellenőrző Bizottság elnöke, ill. az OMBKE Alapszabály Bizottság elnöke.

## Részvétel az egyesületi szintű eseményeken

Az év folyamán megtartott választmányi üléseken (márc. 22., máj.3., okt. 5., nov. 14., dec. 14.) és a főbb egyesületi eseményeken, ill. azok megszerve-

zésében, lebonyolításában a szakosztály képviselői részt vettek, s az ott elhangzottakról a szakosztály-vezetőségi üléseken beszámoltak.

Febr. 18. – Hagyományos OMBKE-bál a lillafüredi Palota Szállóban. Szervezésében részt vettünk, 98 kohász és 80 bányász vendég volt jelen. A rendezvény 100 E Ft eredménnyel zárta.

Márc. 30.–ápr. 1. Részvétel az EMT Bányászati Kohászati Földtani Konferencián Kolozsváron. Érdekes szakmai előadások, baráti beszélgetések, remek hangulatú kirándulás.

Máj. 27. 107. OMBKE küldöttgyűlés Tatabányán. Szakosztályunk 11 választott képviselője volt jelen.

Jún. 23–24. Jubileumi emlékülés Selmecebányán, az OMBKE alapítása 125. évfordulójának tiszteletére. Este ünnepi szakestély, elnöke *dr. Lengyel Károly* tiszteleti tagunk.

Szept. 8–9. Hagyományos Szalamander-ünnep Selmecebányán. Szakosztályunkat 17 fő képviselte.

Szept.15–16. Részvétel a Fazola Fesztiválon. Konferencia, Szakestély, Óskohó melletti ünnepi forgatag.

Dec. 4. Szent Borbála-napi ünnepség a Földtani és Geofizikai Intézet dísztermében. Ökomenikus istentisztelet a Szent Gellért Sziklatemplomban.

## Az Öntészeti Szakosztály rendezvényei, 2017-ben

Négy szakosztály-vezetőségi ülést és két nagyobb szabású szakmai rendezvényt tartottunk.

Márc. 23., Budapest: Szakosztály-vezetőségi ülés. Az éves program, költségvetési tervezet, kitüntetési javaslatok előterjesztése, megbeszélése, elfogadása, aktuális feladatok.

Máj. 18., Budapest: Szakosztály-vezetőségi ülés. Taglétszám, tagdíjfizetés, pártoló jogi cégek támogatásának helyzete, OMBKE Öntészeti Szakosztályért és Szent Borbála kitüntetési javaslatok előterjesztése, elfogadása, szakosztályi rendezvények előkészületei.

Júl. 28–29., Dunakiliti: XXIV. Pivarcsi

László Szigetközi Tudományos Szakmai Napok és Baráti Találkozó. Szervező: „Ferencz István” Észak-dunántúli Kohászati Regionális szervezet és a szakosztályvezetés.

Okt. 13–15., Herceghalom: 22. Magyar Öntőnapok. A Magyar Öntészeti Szövetség és a szakosztály közös szervezése. 218 résztvevő, 11 kiállító, 90 középiskolásnak bemutató, 34 előadás, 19 támogató cég. A részletes beszámolót I. a BKL Kohászat 2017/6. szám 62. oldalán.

Okt. 28.: Emléktúra. *Dr. Zsák Viktor* professzor győri, *dr. Bakó Károly* székesfehérvári, *Pivarcsi László* sárvári és *dr. Nándori Gyula* professzor soproni sírjánál tisztegett öt fős csapatunk. Megkoszorúzták a sírokat és elénekelték himnuszainkat. Késő este indultak haza, fáradtan, de lelket erősítő emlékekkel...

Dec. 7., Budapest: Évváró szakosztály-vezetőségi ülés az Öntödei Múzeumban. Beszámoló a 2017. évi tevékenységéről, a 2018. évi egyesületi tisztújítás feladatai, egyebek, évbúcsúztató.

## A szakosztály helyi szervezeteinek 2017-es tevékenysége

A *Budapesti helyi szervezet* a legnagyobb létszámú, 78 fő, nagyrészt nyugdíjasok, nehezen mozgósíthatók. A helyi szervezet tagjai ez évben is kiemelkedő létszámban vettek részt rendezvényeken, az OMBKE-bálon, a Szigetközi Napokon és a Magyar Öntőnapokon. Rendszeresen részt vesznek az Öntészettörténelmi és Múzeumi Szakcsoport szervezésében tartott előadásokon.

A *Csepeli helyi szervezet* döntően a Csepel Metall Vasöntöde Kft.-ben dolgozó tagokból áll, létszámuk 44 fő, mely az előző évihez képest örömteli növekedést jelez. Az év során öt alkalommal szerveztek összejövetelt.

A *Ferenc István Észak-dunántúli Regionális Kohászati Szervezet* az egyik legnagyobb és legaktívabb helyi szervezetünk, létszámuk 75 fő. Több mint húsz rendezvényen vettek részt Miskolcon, Mosonmagyaróváron, Vár-

palotán, Tatabányán, Dunakilitin, Gyirmóton, Pápán, Selmecebányán és Herceghalmon. *Dr. Pintér Richárd* tagtársuk munkásságáért Szent Borbála-emlékérmet vett át.

A *Diósgyőri helyi szervezet* a gyárbezárások és a tagság elöregedése miatt a működést csak más miskolci OMBKE helyi szervezettel összefogva tudja megoldani. Létszámuk nyolc fő, de a nehéz körülmények ellenére is eredményes munkát végeznek. Az Északkelet Magyarország Ipartörténetének Ápolásáért Alapítvánnyal közösen működtetik az Ipartörténeti Emlékházat és szoros kapcsolatuk van az MMKM Kohászati Gyűjteményével. Az általuk is szervezett Múzeumok Éjszakáján 300 fős volt a részvétel. Évek óta komoly munkát végeznek a Fazola Fesztivál előkészítésében.

A *Székesfehérvári helyi szervezet* tagsága nagyrészt a Nehézfém Zrt. munkatársa, taglétszámuk hét fő. Tagjaik részt vettek a 24. Magyar Öntőnapokon, a selmecebányai Szalamanderen, a Fazola Fesztiválon és a lillafüredi bálon.

Az *Apci helyi szervezet* létszáma 17 fő. Részt vettek a 24. Magyar Öntőnapokon, a selmecebányai rendezvényeken, a Fazola Napok eseményein és a lillafüredi bálon.

A *Sátoraljaújhelyi helyi szervezet* döntően a Prec-Cast Kft. segítségével tevékenykedik, létszámuk hét fő. Munkahelyi elfoglaltságaik miatt ebben az évben nem szerveztek rendezvényt, de tagságuk több országos rendezvényen is részt vett.

A *Szegedi helyi szervezet* létszáma 13 fő, legtöbbször a Szegedi Öntő Kft. alkalmazottja. Tagságuk részt vett az OMBKE-bálon, a Szigetközi Napokon, a selmecebányai Szalamanderen és a 24. Magyar Öntőnapokon.

A *Mintakészítő szakcsoport* Budapesten és környékén dolgozó vállalkozásokkal kapcsolatot tartva működik. Tagságuk részt vett több országos rendezvényen. Többször szakcsoportmegbeszélést tartottak, emellett gépbemutatókon, gyárlátogatásokon, hajókiránduláson és öntödelátogatáson vettek részt.

Az *Öntészettörténeti és múzeumi szakcsoport* tagsága rendszeres és tartalmas munkát végzett. Tevékenységük elsődleges célja volt régi üzemek bemutatása, a magyar ipar fejlő-

déséért sokat tett személyekről történő megemlékezés. Kilenc összejövetelt tartottak, rendezvényeiken nyolc előadás hangzott el és szerveztek egy szakmai kirándulást Vácra, az MMKM Ganz Ábrahám Öntészeti gyűjteménye új kiállításának megtekintésére. Tagjaik aktívan részt vettek az OMBKE és a szakosztály rendezvényein, s igyekeznek jó kapcsolatot tartani az Öntödei Múzeummal.

### A Kohászati Lapok helyzete

Szakosztályunk vezetése továbbra is fontosnak tartja a BKL Kohászat folyamatos megjelentetését. A cikkek színvonalát, szerkesztését jónak tartjuk és a tartalmat is megfelelőnek ítéljük. Ezért köszönettel tartozunk az Öntészet rovatvezetőinek, *dr. Lengyelné Kiss Katalinnak* és *Szende Györgynek*, valamint egyúttal a teljes szerkesztőbizottságnak.

A lap megjelentetésének költsége kb. 5,6 M Ft/év, meghatározó eleme az egyesület kiadásainak. A FémAlk Zrt. 2016-ban is vállalta a Kohászati Lapok négy kohászati száma megjelentetési költségének a kifizetését.

Fontosnak tartjuk, hogy cikkek jelenjenek meg szakosztályunk életéről is a szaklapban, ezen a téren az idén előrelépés történt, mely munkában példamutató a Ferencz István Regionális Kohászati Szervezet tevékenysége.

Felhívjuk a figyelmet az OMBKE internetes honlapjára ([www.ombkenet.hu](http://www.ombkenet.hu)), ahol 2003 óta a BKL összes száma elérhető. A Morvai Tibor-féle ([gtbmor@gold.uni-miskolc.hu](mailto:gtbmor@gold.uni-miskolc.hu)) OMBKE levelezőlistán mindenki naprakész információkat kaphat szakmánkról, problémáinkról és sikereinkről.

### Kapcsolataink

A OMBKE választmányi ülésein két fővel képviseljük szakosztályunkat, ill. bizottsági funkciókból adódóan további két tagtársunk (*Szombattfalvy Rudolf* és *dr. Lengyel Károly*) vesznek részt az üléseken. Kapcsolatunk az OMBKE ügyvezetéssel tényszerű és elfogadható. Kölcsonösen tájékoztatják egymást feladatainkról, rendezvényeinkről, a helyi szervezetek és szakcsoportok felmerülő kéréseit teljesítik. A társszakosztályokkal, főleg a Fémkohászati

Szakosztállyal szorosan tarjuk a kapcsolatot, egymás rendezvényein lehetőség szerint részt veszünk.

A fiatalabb korosztállyal való kapcsolattartás fontos. Ezen a téren meghatározó és eredményes tevékenységet végez a Ferencz István Észak-dunántúli Regionális Kohász Szervezet és a Csepeli helyi szervezet.

A Magyar Öntészeti Szövetséggel kialakult szinte napi, kollegiális kapcsolatunk az 1999. december 16-án aláírt együttműködési szerződésen alapul. Ebben az évben is megvalósult a vezetői üléseken való kölcsönös részvétel, a rendezvények közös szervezése. Immár több éve a szakosztály meghatározó pártolói tagja a MÖSZ is, jelentős anyagi segítséget nyújtva az Egyesületnek.

A Ganz Ábrahám Öntödei Gyűjtemény (Öntödei Múzeum) működését mind a szakosztály vezetősége, mind a tagsága szívélyesen tekinti. Sajnos, az utóbbi időszak nehéz gazdasági helyzete miatt az Öntödei Múzeum lehetőségei is jelentős mértékben beszűkültek (létszámleépítés, nyitvatartási idő- és anyagi támogatás csökkentése).

Az év közepén egy közös kezdeményezésű megbeszélésre került sor, melyen részt vett *dr. Holló Szilvia Andrea* az MMKM Ipari Örökség Főosztály vezetője, *dr. Gagyai Pálffy András* az OMBKE ügyvezető igazgatója, *dr. Harcsik Béla*, a diósgyőri Kohászati Gyűjtemény vezetője és az Öntészeti Szakosztály képviselői.

Tájékoztatást kaptunk a gyűjtemény függelmi, gazdasági és üzemeltetési körülményeiről, valamint felmerült, hogy az érintett szervezetek átvehetnék a gyűjtemény kezelését. Ezt követően a 24. Magyar Öntőnapok keretén belül egy fórumra került sor, ahol a Ganz Ábrahám Öntödei gyűjtemény kezelésének lehetőségeiről folytak a beszélgetések. A továbblépéshez szükséges kérdések tisztázását a MÖSZ ügyvezetője vállalta.

### A szakosztály gazdálkodása

A szakosztály gazdasági helyzete 2017-ben, az egyesületi nehézségek ellenére is, kiegyensúlyozott volt. A tagdíjakkal, a rendezvények bevételeivel és a pártolói támogatásokkal sikerült megteremteni azon lehetőségeket,

melyekkel biztosítani tudtuk a szakosztály működését, fizetni tudtuk a szakosztályra háruló egyesületi közös költségeket és a WFO tagságunk díját. A szakosztály várhatóan 950 E Ft eredménnyel zárja a 2017-es évet.

Ezt az eredményt döntően azért tudtuk elérni, mert sikerült megtartani a pártolói támogatásokat, viszonylag jó a tagdíjfizetési fegyelem, és sikerült egy eredményes Öntőnapok rendezvényt tartani.

### Támogatóink

Az OMBKE és a szakosztály nem tudná végezni hagyományápoló, szakmánkat fenntartó, fiatalokat szervező tevékenységét támogatóinak és szponzorainak anyagi és erkölcsi segítségével nélkül. A támogatások összege ez évben is példamutatóan magas volt, mintegy 3.450 E Ft. Ezért a köszöneten túl felsoroljuk azon cégek és vállalkozások nevét, amelyek pártoló tagként, valamint közvetlenül egy-egy helyi szervezet támogójaként segítettek rendezvényeink sikeres lebonyolítását, szakosztályi munkáinkat:

ABM Kuprál Kft., Alba Metall 1991 Kft., Alu-Block Kft., Busch-Hungária

Kft., Csefém Kft., Csepel Metall Vasöntőde Kft., Csepeli Szerszámedző Kft., Duplex Pivo Öntőde Kft., Északkelet Magyarország Ipartörténetének Ápolásáért Alapítvány, FémAlk Zrt., K + K Vas Kft., Kaszimpex Kft., Magyar Öntészeti Szövetség, Nehézfém Zrt., NEMAK Győr Kft., Nemes Kft., Patina Öntőde Kft., P-Metál Kft., Prec-Cast Öntődei Kft., PYROVEN Kft., RDX-REDEX Kft., Salker Kft., Szegedi Öntőde Kft., TP Technoplus Kft.

### Kitüntetettjeink

2017-ben az OMBKE-ben végzett munkájáért kitüntetésben részesült *dr. Sohajda József* (OMBKE tiszteleti tag), *dr. Pintér Richárd* (Szent Borbála-érem), *Berecz Tamás* (OMBKE emlék-érem), *Káplánné Juhász Márta* (OMBKE emlékplakett), *Tóth Norbert* (OMBKE oklevél), *Kővágó Zoltán* (OMBKE Öntészeti Szakosztályért érem N<sup>o</sup>45).

Kitüntetett tagtársainknak szívből gratulálunk!

### Tisztújító közgyűlés

Az Öntészeti Szakosztály 2018. április

20-án Budapesten, a GASTLAND étteremben tartotta szakosztályi tisztújító küldöttgyűlését.

A küldöttgyűlés levezető elnöke *Szombatfalvy Rudolf* volt.

A szakosztály új elnökének *dr. Fegyverneki Györgyöt*, alelnöknek *dr. Lengyel Károlyt*, *dr. Takács Nándort* és *Katkó Károlyt* választották. A titkár *dr. Lukács Sándor*, a titkárhelyettes *Fodor Krisztina* lett.

A szakosztály új vezetőségének tagjai: *Berecz Tamás*, *Farkas György*, *Kővágó Zoltán*, *dr. Pintér Richárd*, *Sándor Balázs*, *dr. Szabó Richárd*, *dr. Szombatfalvy Anna*.

Az Öntészeti Szakosztály küldöttei az OMBKE május 26-i tisztújító küldöttgyűlésére: *Berecz Tamás*, *Farkas György*, *dr. Fegyverneki György*, *Fodor Krisztina*, *Katkó Károly*, *Kovács Sándor*, *Kővágó Zoltán*, *dr. Ládai Balázs*, *dr. Lengyelné Kiss Katalin*, *dr. Lukács Sándor*, *dr. Pintér Richárd*, *Sándor Balázs*, *dr. Szabó Richárd*, *dr. Szombatfalvy Anna*, *dr. Takács Nándor*.

Jó szerencsét!

Katkó Károly szakosztályelnök beszámolója alapján összeállította:

**Dr. Molnár Dániel**

## A Fémkohászati Szakosztály 2017. évi tevékenysége és tisztújító küldöttgyűlése

A Szakosztály a korábbi években kialakult munkatervét követve, a szokásos rendben élte az életét. Sikeresen megrendezésre mindhárom központi szakmai programunk.

A hagyományos évadnyitó ünnepi vezetőségi ülésünkön visszatekinttünk az elmúlt év eseményeire. A titkári beszámolót követően megemlékezünk az időközben végleg elbúcsúztatott kollégáinkra. Ezután került sor a szokásos megemlékezésre az 1848--49-es szabadságharcról, amelyet *Dánfy László* tartott. A *Percel Mór* hadtestében szolgált *László Károly* földmérő mérnök, honvéd tüzérszázados naplójából ismerkedhettünk a szabadságharc hétköznapjaival. Az ezt követő „Emlékezés nagyjainkra” c. sorozatban ezúttal *Geleji Sándor* akadémikus-professzor emléke előtt tisztelegtünk,

születésének 100. évfordulója alkalmából. A hagyományos csülkös vacsora sem maradt el, lehetőséget adva a barátkozások és a jókedv kibontakozásának.

Az év közbeni, kibővített vezetőségi üléssel egybekötött, üzemlátogatásos szakmai napunkat ezúttal júniusban Csepelen, a Metalex 2001 Kft.-nél tartottuk. A színesfém hulladékgazdálkodással foglalkozó cég bemutatását követően, részletes szakmai előadást hallhattunk az elektronikai hulladékfeldolgozás technológiáiról, helyzetelemzést kaptunk a hazai és az EU-s elvárásokról és kötelezettségekről. A teljes körű üzemlátogatás keretében megismerhettük a cég fő profiljaként jegyzett, legnagyobb hazai kapacitású, korszerű technológiát alkalmazó kábelhulladék feldolgozó üzemet.

Legjelentősebb éves rendezvényünket, a Fémkohász Szakmai Napot a tavalyi fehérvári kitérő után ismét a Miskolci Egyetemen rendeztük, ezúttal 18. alkalommal. A 100 fős hallgatóság – melynek több mint 60%-a egyetemi polgár volt – hat szakmai előadást hallgathatott meg, az alábbi témakörökben: zöldmezős telepítésű alumínium olvasztómű, az alumínium szerepe a villamosenergia-szállításban, nagyszilárdságú alumíniumötvözetek a járműiparban, elektronikai hulladék feldolgozása, klímaberendezések kohászati hasznosítása, a hazai fémkohászati szerkezete. A program kiegészült a főszponzor, a 25 éve alapított Fux Zrt. poszterkiállításával. A fúvósötös rövid zenei koncertjét követően vacsora közben folytak a szakmai és baráti beszélgetések.

Az eddig ismertetett programokon túl több alkalommal tartottunk szűkített, azaz ügyvezetői üléseket, melynek rendszeresen a Schmelzmetal Kft. adott otthont.

Végül az OMBKE központban tartottuk immár hagyományosan a szakosztály-vezetőség és a budapesti helyi szervezet Szent Borbálára emlékező, egyben évbúcsúztató estjét.

Természetesen a helyi szervezetek programja is gazdag volt.

A budapesti helyi szervezet szokásosan a közgyűlés előtt sírkoszorúzással emlékezett meg *Sóltz Vilmosról*.

Ugyanígy a székesfehérváriak szervezésében novemberben a kálózi temetőben emlékeztek *Kunos Endrére*. Ez a koszorúzás már nemcsak egyesületünk, de egyben a falu ünnepe is. Fehérvárnál – mint a legnagyobb helyi szervezetnél – maradv havi rendszerességgel változatlanul megtartották szakmai előadásokkal bővített klubnapjaikat. Kiemelt rendezvényük volt a Múzeumok Éjszakája az Alumíniumipari Múzeumban, illetve a hagyományos Mikulás-bál.

Kiemelkedően aktív élet folyik a budapesti helyi szervezetnél. A Lean szakcsoporttal közösen kilenc üzem-

látogatással egybekötött szakmai napot rendeztek elsősorban a gépjárműgyártással kapcsolatos cégeknél (Audi, Mercedes, Bosch, Fémalk, Honeywell, LUK, BPW, Rába, Zarges).

Ugyancsak aktív élet jellemzi a kecskemétiakat. A Lean szakcsoporttal együttműködve szervezett Mercedes Nap mellett jelentősebb rendezvényük a BOSAL szakmai nap volt. Emléktűrákat rendeztek hazai tájakon, és Szent Borbála mellett, immár hagyományosan Szent Hubertusról is megemlékeztek. Visszafogottabb programok jellemezték az ajkai, csepeli és inotai helyi szervezeteket. A tatabányai tagságunk pedig félig integrálódva a helyi nagyszámú bányász szervezetbe éli aktívan egyesületi életét.

Az előzőekben részletezett szakosztályi és helyi szervezeti programok mellett a Szakosztály természetesen képviselte magát valamennyi központi rendezvényen is. Így a közgyűlésen, a „Jó Szerencsét” köszöntés hagyományos inotai ünnepén, a selmeci 125 éves alapítási jubileumi emlékülésen, majd a Salamanderen, és a központi Borbála-ünnepségeken. Végül hadd álljon itt a 2017-ben kitüntetett szakosztályi tagjaink névsora: *Szabó Ferenc* (Budapest – Szent Borbála-

érem), *Huszics Zoltán* (Inota – Kerpely Antal-emlékérem), *Csonka László* (Budapest – OMBKE emlékérem).

### Tisztújító küldöttgyűlés

A Fémkohászati Szakosztály 2018. március 23-án, Székesfehérváron tartotta szakosztályi tisztújító küldöttgyűlését.

A küldöttgyűlés levezető elnöke *dr. Tolnay Lajos* volt.

A szakosztály új elnökének *Csurgó Lajost*, alelnöknek *Balázs Tamást*, *Hajnal Jánost* és *Németh Tamást* választották. A titkár *Sándor István*, a titkárhelyettes *Paulusz Ferenc* lett.

A szakosztály új vezetőségének tagjai: *dr. Hatala Pál*, *Horváth Csaba* (Székesfehérvár), *Komjáthy István*, *dr. Kóródi István*, *dr. Török Tamás* és a helyi szervezetek elnökei és titkárai.

A Fémkohászati Szakosztály küldöttei az OMBKE május 26-i tisztújító küldöttgyűlésére: *Balázs László*, *Balázs Tamás*, *Baranyai Sándor*, *Csonka László*, *Csurgó Lajos*, *Dánfy László*, *Erős András*, *Hajnal János*, *dr. Hatala Pál*, *Horváth Csaba* (Szfv.), *dr. Kóródi István*, *Németh Tamás*, *Sándor István*, *Sebestyén János*, *Simon László*, *Szűcs Zoltán*.  
**Hajnal**

## Bányász–kohász–földtani konferencia Gyulafehérváron

Az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társulat az OMBKE közreműködésével 2018. április 5–8. között Gyulafehérváron huszadszorra tartotta meg az évenkénti hagyományos bányászati, kohászati és földtani konferenciát. A konferencia általános célja, hogy a résztvevők magyar anyanyelvükön mondhassák el egymásnak kutatásaik eredményeit. A konferencia egyúttal lehetőséget teremt arra, hogy megismerjük Erdély egy-egy tájegységének szakmai, földrajzi, történelmi nevezetességeit.

A konferencia 154 résztvevőjéből 85 fő képviselte az OMBKE-t. Három

szekcióban összesen 46 előadás hangzott el. A plenáris ülésen *dr. Nagy Lajos*, egyesületünk elnöke köszöntötte a résztvevőket. Plenáris előadást tartott *dr. Gagyi Pálffy András* „Szivattyús energiatárolós erőmű bányabeli telepítése” és *dr. Móger Róbert* „Acélipari tendenciák, várható kilátások, kihívások” címmel. Az OMBKE tagjai a szekcióelőadásokon 8 bányász és 15 kohász témájú előadást tartottak.

A konferenciához kapcsolódóan az OMBKE április 6-án egész napos kirándulást szervezett Gyulafehérvár környékére. Ennek keretében megtekintették Magyarigenben a középkori templom helyén 1783-ban épült, Erdély talán legszebb klasszicizmusba áthajló barokk protestáns templomát. A templom kertjében megkoszorúzták Magyarigen leghíresebb személyisé-

gének, *Bod Péter* egykori lelkésznek, az egyházi irodalom neves művelőjének sírját. A templom és a környező települések történetéről, *Bod Péter* munkásságáról *Szász Csaba*, a templom jelenlegi lelkésze adott tájékoztatást.

Az Ompoly völgyében továbbhaladva az egykori kohászváros, Zalatna határában, Ompolygyepünél a mintegy 9 m magas obeliszk állít emléket annak a több ezer magyar civil áldozatnak, akik az 1848 októberétől 1849 májusig zajló, bestiális módszerrel véghezvitt tömeggyilkosságok eseményei során veszítették életüket. Ezek az események vezettek oda, hogy Dél-Erdélyben az etnikai viszonyok megváltoztak a magyarok kárára. Az ompolygyepüi vérengzésből szinte hihetetlen módomb menekült meg kisgyerekként *Lukács László*, a

A 2018. évi konferenciáról készült képek a hátsó borítón láthatók.

Az 1999–2018 között megjelent konferenciakötetek a következő linken érhetők el: <http://goo.gl/7bEi1u>

későbbi magyar miniszterelnök, az OMBKE díszelnöke. A tömegsír felett emelt obeliszknél az OMBKE koszorúját dr. Nagy Lajos elnök és dr. Tolnay Lajos tiszteleti elnök helyezte el.

Az Ompoly völgyéből visszatérve a csoport meglátogatta az ókori római fürdőkről híres Feredőgyógy települést, melyen keresztül folyik a Gyógy-patak. A termálforrásból eredő patak egy 15 m magas vízesést táplál, ami turisztikai látványosság.

A kirándulás során a csoport Lámkeréken fogyasztotta el a kiadós ebédet, majd meglátogatták az előző években helyreállított, a magyar történelemben nagy szerepet játszó, ma a világörökség részét képező gyulafehérvári várat. Hosszú ideig ez a vár volt az erdélyi fejedelmek székhelye. A vár jellegzetes épülete a Szent Mihály-székesegyház az

egyedi megjelenésű román kori toronnyal. A székesegyházban látható Hunyadi János és testvére, valamint a kivégzett Hunyadi László szarkofágja. Itt őrzik János Zsigmond és Izabella királyné hamvait. Emléktábla őrzi Bocskai István és Bethlen Gábor fejedelmek, valamint a közeli Alvincben megölt Martinuzzi (Fráter) György emlékét. Itt nyugszik a XX. századi Erdély egyik legnagyobb hatású személyisége, Márton Áron püspök is.

A székesegyház közelében áll az erdélyi fejedelmek egykori palotája és a püspöki palota, továbbá a Batthyáneum püspöki könyvtár, melynek egyik latin nyelvű kódexéből került elő a harmadik legrégebb összefüggő magyar nyelvemlék.

A vár belső területén található a Román Történelmi Múzeum és az

egykori kaszinó épülete, amelyben száz évvel ezelőtt kiáltották ki Erdély és Románia egyesítését. A román király uralkodását hirdeti a vár főbejáratánál épített nagyméretű ortodox templom, amely a király esküvőjére készült.

A főtéren található a Majláth Gyula püspök által alapított egykori katolikus magyar főgimnázium, jelenleg a „1918 december 1.” Tudományegyetem épülete, melyben a konferencia szekciójelölési kaptak helyet.

A szekciójelölések idején a kísérő résztvevők megtekintették a Tordai hasadékat és Torockót.

A gálavacsorával zárult konferencián a szervezők bejelentették, hogy a 2019. évi konferenciát Nagybányán tervezik megtartani.

G.P.A.

## A FémAlk Zrt. a negyedévente megjelenő üzemi lapja (2015–2017) tükrében

A közelmúltban hajdan volt munkatársamtól, a barátta nemesedett gyártulajdonos-vezérigazgató dr. Sándor Józseftől egy csomagot kaptam, amely a FémAlk Magazin 11 példányából állt. A Kohászat 2003/2. számában én már üdvözöltem akkori üzemi lapjuk megjelenését, ami annak idején három szám után megszűnt. Ezért úgy gondoltam, hogy a 2015-től újraindított, tartós megjelenésre számítható, a mai kor követelményeinek megfelelő, nivós kivitelű lapszámokról is írok recenziót.

A cég az újságjának a Magazin címet adta, ami képes folyóiratot, színes újságot jelent. És valóban, a vállalatról teljes képet szolgáltató üzemi lap változatos, nagyon szép, színes, hála a régies nevén a nyomtatáshoz használt krétapapírnak. Így a fotók kiváló minőségűek. A színes újság megjelölés alól kivételt képez két szám. Az egyik a 2015-ös 1. szám, aminek a tartalma inkább egy szakmai lapnak felel meg, mert ebben – mint bevezető számban – a cég szerkezetét, felépítését kellett bemutatni. A másik ilyen a 2016 augusztusában megjelent Lean-Kaizen különszám, amely a talán kevésbé ismert japán vállalati folyamatfejlesztő módszerrel és annak hazai bevezetéséről szól.

A 2015. 1. számban írtak szerint 2015 húsvét táján, tehát bő három évvel ezelőtt, a cég vezérigazgatója maga a tulajdonos, dr. Sándor József, igazgatója Szentes Zsolt.

Az igazgatóhoz tartozik a termelés, vagyis a Termelés I. részleg (olvasztómű, öntöde, technológia és szerszámjavítás) Frunza Attilával az élen, a Termelés II. részleg (technológia, megmunkáló, szerelde, csomagoló, valamint a MEO és a labor) Sebők Henrik vezetésével, míg Bacsó Levente a dunavarsányi, 2014. július 15-én felavatott új üzemet (olvasztómű, öntöde, megmunkáló, MEO, labor, raktár, TMK) irányítja. Köteles Eduárd a Kereskedelem vezetője (értékesítés, projekt, beszerzés), a Gazdasági osztály főnöke Kanyóné Zsíros Tímea (pénzügy, számvitel, bérügyvitel). A Logisztika élén Nagy Zsolt áll (raktárak, logisztikai irányítás, beszerzés), a Minőségirányítás (minőségügyi mérnökség, beszállítói fejlesztés, bejövő áruk ellenőrzése, belső auditorok) Rácz Attila vezetésével működik.

Gombos Péter igazgatóhelyetteshez tartozik a Portörő Balázs vezette Előfejlesztés és Kutatás, valamint a Trieb Viktor vezette Termékfejlesztés (célgépfejlesztés és -gyártás, valamint

az anyagvizsgáló labor). Hozzá tartozik továbbá a Kubuk Attila által vezetett Szerszámtervezés és -gyártás csakúgy, mint a Porubcsánszki Zoltán irányította TMK (beruházás, műszaki fejlesztés, munka- és környezetvédelem).

Mint két kohászati szakmai lapnak (Öntöde és Kohászat) hajdan volt főszerkesztője megállapíthattam, hogy dr. Bóna Zoltán főszerkesztővé való felkérése telitalálat volt. A lapban közzölt írásaiból és szerkesztési módszereiből kiviláglik, hogy egy literátus emberről van szó. Nagyon tetszett, hogy a negyedévente megjelenő példányokat dr. Bóna valamely nagy ünnepünkhöz (Húsvét, Pünkösd, Karácsony, Nemzeti ünnepünk) vagy akár az őszhöz kötötte. Ady Endre, Reviczky Gyula, Petőfi Sándor, a francia Paul Verlaine, József Attila, Juhász Gyula, Tompa Mihály, Márai Sándor, Illyés Gyula aktuális versei nemcsak szépek, hanem pedagógiai szempontból is érdekesek, a Magazint „melegebbé, meghittebbé” teszik. Dicsérnem kell a főszerkesztő vezércikknek beillő írásait is.

Néhány dolgozatot csak címével szeretnék bemutatni annak szemléltetésére, hogy milyen kérdésekkel foglalkoznak ma a cég mérnökei. Portörő

Balázs írta a legtöbb és a leghosszabb cikksorozatot az öntvényserkesztési problémákról. Az elsőt *dr. Rick Tamással* közösen írta: Fejlesztés a FémAlk-ban. Az értékteremtés fontossága (2015. 1. sz. 6–7. old.), majd Portörő egyedül szerzett dolgozatát említeném, melynek hat folytatásos részét olvastam, de ennél nyilván több, általam nem látott rész is ide tartozik: A 21. század kihívásai és feladatai egy autóiipari öntvényfejlesztéssel foglalkozó fejlesztő és beszállító cég szemszögéből. Avagy a kilökökön és falvastagságon túl.

A további műszaki témájú írások: *Vadász Bálint*: Mi a kapcsolat a matematikából ismert mátrixok és egy több száz alkatrészből álló nyomatékékváltó között? (2016. 1. sz. 5–6. old.); *Iványicki Tamás–Tanos András*: Rezgés-csillapítás és zajcsökkentés az utazási élmény javítása érdekében. Mi is az a „Tilger”? (2016. 2. sz. 5–6. old.); *Tanos András*: Az alakoptimalásról. (2016. 3. sz. 10–12. old.); *Dr. Rick Tamás*: Kihívások és sikerek. Nyomásos öntéssel gyártott alumínium karosszériaelemek a FémAlk Zrt.-nél. (2016. 4. sz. 7–9. old.); *Anka Márk*: Rezgés-csillapítás collophonnal. (2017. 1. sz. 5–7. old.); *Vajda S. Csaba*: Babtec – Fejlődés a minőségellenőrzésben. (2017. 3. sz. 8–10. old.).

A cikkek szerzői a mellékelt fényképek alapján fiatalok, ennek nagyon örülök, mert termeléshez, fejlesztéshez, de az íráshoz is ők jelentik az utánpótlást. Csak érdekesség, a tanulmányozott tíz számot 53 fő töltötte meg a pár soros hírtől a három oldalas dolgozatig. A tanulmányozott számok megjelentetéséhez elsősorban az alábbiak járultak hozzá írásaikkal:

1. Dr. Bóna Zoltán	39
2. Sipos Márta	10
3. Kovács Roland	9
4. Mester Enikő	8
5. Szentés Zsolt	7
6. Portörő Balázs	6
7. Dr. Kramm György	5
8. Molnár Mátyás	4
9. Szentés Barbara	4

Közülük az első négy és dr. Kramm György szerkesztőbizottsági tagok.

Az általam „társadalmiak” nevezett témák közül a szakképzéssel tíz dolgozat foglalkozott, beleértve a divatos, de okvetlenül szükséges duális képzést. Megjegyzem, fiatal korom-

ban ez mind a nagy-, mind a kisüzemekben természetes gyakorlat volt. A Magazin foglalkozik a posztgraduális és a PhD-képzéssel (*Dr. Milicz Ákos*, 2017. 3. sz. 13–15. old.). Fontos, hogy mindezt a cégtulajdonos támogatja, hisz ő is ilyenben részesült régi munkahelyén. A régi nevükön „újítások” elismeréséről, díjazásáról három dolgozat számol be. A dunavarsányi üzemben tett látogatásokról – közülük ki kell emelni két külföldi csoportot – nyolc beszámolót olvashatunk. A kereskedelmi tevékenység fontosságát a mostani nehezedő időben három cikk taglalja.

Dr. Sándor József jelentős szponzoráló tevékenysége nemcsak a szakmában közismert – hogy csak a BKL Kohászat négy önálló számának megjelenítésére utaljak –, hanem elismert és megbecsült a legmagasabb kormányzati szervek részéről is. Bizonyossága ennek, hogy a tavalyi Szent István-napon átvehette az államfő által adományozott Magyar Érdemrend Lovagkeresztje kitüntetését (2017. 3. sz. 30. old.), amihez akkoriban örömmel gratuláltam. Sárospatakon, a híres Kollégiumban 1964-ben érettségizett cégtulajdonos-vezérigazgató anyagilag is kiemelkedően támogatja volt iskoláját. A MNM Rákóczi Múzeumát is régóta segíti, ő szponzorálta a vár bejáratánál álló Rákóczi György-féle ágyú újraöntését. A múzeum gyűjteményének gyarapodását pedig egy magángyűjtőtől megvásárolt, 400 művészeti öntöttvas tárgyiból álló értékes kollekciónal segítette.

A cég hétvégeken különböző hazai tájegységek megismerésére ingyenes vagy mérsékelt árú kirándulásokat, valamint négy alkalommal majálist ill. juniálist szervez, a gyerekek részére külön programokkal. A 2015. 3. sz. tudatja, hogy megnyílt a cég klubja, amely csütörtök délutánonként vehető igénybe pingpongozásra, társasjátékozásra, kártyázásra, sakkozásra stb. A klub oktatási és versenycélokra is használható.

Nekem – mint 13 apróság dédapjának – különös örömet szerzett a 2015. évi 4. és a 2016. évi 1. szám két gyermekrovata, amelyekben az újszülötteket mutatják be, pontosan 34-et, mintegy fele-fele arányban kislányt és kislányt. A kisbabák fényképeit dr. Bóna Zoltán a Zsoltárok könyvéből vett szép idézettel toldotta meg.

Élet és halál: a kapott számokban öt nekrológot találtam, az elhunytak közül négy fő még aktív dolgozó volt, sajnos korán távoztak.

A FémAlk megemlékezik a céghez hűséges dolgozóiról is. A Magazin 2015. 2. sz. 8–9. oldalán számol be arról, hogy a „hőskorban” belépett két dolgozót 25 éves jubileumuk alkalmából a dunavarsányi üzem avatásán maga a cégtulajdonos köszöntötte és jutalmazta meg, de köszöntik a 20, 15 és 10 éves munkaviszonnyal rendelkező jubilánsokat is.

A munkavállalókról való gondoskodás abban is megnyilvánul, hogy gondolnak az alkalmazottak kikapcsolódására, pihenésére. A Magazin 2016. évi 3. száma írja, hogy Balatonszemesen már 2012 óta rendelkeznek egy kis ötszobás üdülővel, amit a dolgozók június és szeptember között jutalomként vehetnek igénybe jelentkezés és beosztás szerint. A vállalatvezetés elintézte, hogy két közeli étteremben a FémAlk-kártya felmutatásával kedvezményesen lehessen ebédelni.

Az üdülési lehetőségek bővítése céljából a FémAlk már korábban megvásárolta a Zemplén egyik legszebb helyén fekvő Újhután a Bretzeinheim herceg és Waldbott báró által építtetett, az utóbbi időben elhanyagolt állapotban lévő, üresen álló vadászkastélyt, melyet a II. világháború után tulajdonosától elkoboztak, majd SZOT-üdülőként használtak (2016. 3. sz. 16. old.). A régi épületet teljesen áttervezték, háromszintes lesz, közel 1600 m<sup>2</sup> alapterülettel. A földszinten lesz a konferenciaterem, a régiesnek maradó fakazettás vadászterem, a kápolna, a konyha és az étterem, valamint a wellness részleg. Az emeleten nyolc, a tetőtérben pedig 11 zuhanyozós fürdőszobával ellátott kétágyas szobát alakítanak ki TV-vel és internetcsatlakozással (2016. 4. sz. 11. old.). A régi épületet egy új kiszolgáló épülettel bővítik. Itt lesz a gondnoki lakás, a kazánház, a fatároló, a kis- és nagygéptároló és a karbantartó műhely. Felújítják az épületkomplexumhoz tartozó 12 hektáros parkot a benne lévő tóval és az ezt tápláló patakkaival. Az építkezés 2016 augusztusában elkezdődött, befejezése 2018-ban várható (2017. 1. sz. 14. old.).

Jóska barátom szülőfalujában, Erdőhorvátiban a FémAlk új öntvény-

megmunkáló- és szerelőüzemet épített, hogy a környék országosnál nagyobb munkanélküliségén segítsen. A termelés egyelőre 20 fővel elkezdődött (2017. 1. sz. 2. old.).

A megvalósult beruházások és fejlesztések tovább növelik a cég erejét és versenyképességét, ami végeredményben a munkahelyek biztonságát is növeli. A dolgozók is érzik ezt, megbecsülésükről adnak számat azzal, ahogyan köszöntik a cégtulajdonost 70. születésnapján a 2016. évi szeptemberi számban.

És a jövő...

A jövőt ez a Magazin is jelenti, mert az új eredményeket, az új berendezéseket, az új gyártmányokat is ismerteti. Ez a lényege a cégtulajdonos Tisztelt Olvasó! c. írásának is, amiből kiderül, hogy 2002-ben az árbevétel 2,6 Mrd forint volt, ami 2014-ben meghaladta a 20 Mrd forintot. A dolgozói létszám az azonos évek alatt 220-ról 700 fő fölé, míg a fizikai dolgozók bruttó havi átlagkeresete 200 E Ft-ról 440 E Ft-ra emelkedett. Ezek a számok azt is jelentik, hogy az elmúlt 12 évben a termelékenység jó kétszeresére nőtt. A vállalat a piacait főleg azért tudja megtartani, sőt bővíteni, mert az egy főre eső árbevétel folyamatosan növelni tudják, vagyis versenyképes áron tudnak szállítani. Ugyanakkor a cég nem rendeléshiánnyal, hanem annak bőségével küzd.

Meglepetést okozott a szakmában, hogy dr. Sándor József vezérigazgatói funkciójáról 2016. június 15-i hatállyal leköszönt, utódjául *Brunner Mártát* nevezte ki. Brunner Márta 15 éve a cég könyvvizsgálója volt, ennek következtében azt jól ismeri. Cégtulajdonos barátom egyben bejelenti, hogy továbbra is figyelemmel kíséri a FémAlk tevékenységét és támogatja a két igazgató munkáját (2016. 2. sz. 2. old.). (Szerk. megj.: 2017 augusztusától Szentés Zsolt nem dolgozik a cégnél, munkaköre megszűnt.)

A következő számban főszerkesztői interjú készült a régi és az új vezérigazgatóval. Dr. Sándor elmondta, azért mondott le, mert érezni kezdte a korával járó fáradtságot és az ezzel összefüggő elégedetlenséget, s a jövőben hetente csak 2-3 napon kívánja cégét felkeresni tájékozódás, konzultáció céljából. Időszakonkénti jelenlét azért is fontosnak tartja, mert érzi,

hogy az sokakban biztonságérzetet kelt. Másfél éve dolgozott azon, hogy utódjának a munkakört átadja, ezért munkájába már korábban bevonta őt. Véleménye szerint egy mai vállalat vezetéséhez olyan ismeretek kellenek, amilyenekkel ő nem rendelkezik. Szerinte nem okvetlenül előnyös, ha egy vállalatot szakember vezet, mert pl. öntészeti kérdésekben túl engedékeny lehet. A cég emberi erőforrásai különbözőek, de erősek. Gondoskodni kell ambícióik lehetőség szerinti teljesüléséről, de szükség van konzultációkra, hatékony felelősségérzetre és együttműködésre. Szabadidejében több időt kíván szentelni családjának és főleg unokáinak. Még jobban igyekszik szülőfalujának egyházi, kulturális, oktatási, társadalmi és sporttevékenységét támogatni. Szeretné megállítani Erdőhorvátiból az elvándorlást, amiben bizonyára segít, hogy sok nehézség árán sikerült megakadályozni a helyi iskola bezárását, és annak folyamatos működtetését a református egyháznak átadni. Örül annak, hogy vállalatában – Brunner asszony egyetértésével – dr. Bóna vezetésével sikerült megszervezni a közösségi szolgálatot. Tekintettel e szolgálat lelki gondozói, spirituális, vallási elemeire, természetesen mindezt sok tapintattal kell kezelni. Nagy örömmel venné, ha vállalatánál vasárnaponként istentiszteletet tartanának, még ha kezdetben kis létszámmal is.

Az új vezérigazgató, Brunner asszony örül annak, hogy az elmúlt 15 évben részese volt a FémAlk rendkívül gyors fejlődésének, és annak is, hogy az itt dolgozók elfogadták. E gyors fejlődést a vállalaton belül nem minden területen tudták követni, főleg a cég szervezettségében. Megváltozott az öntvények bonyolultsági foka, a BMW jelentős térhódításával a vevőkör és a minőség iránti igény. Gyenge láncszem az egység gyakori hiánya. A világ, és ezen belül pl. a technológiák gyorsan változnak, ezért képzésre van szüksége vezetőknek, beosztottnak egyaránt. A kvalifikált szakemberek hiánya miatt több munkakörre folyamatosan hirdetni kell felvételt. A vállalati közösségi szolgálatot ígéretesnek tartja, de óvatosságra int.

Brunner asszony a 2016-os évről Év végi köszöntőt írt. Eszerint az évi árbevétel eléri majd a 93 millió eurót,

ami 6%-kal több az előző évinél. Ma már 1000-nél több ember dolgozik a vállalatnál. A cég rendelői kissé átrendeződtek: a BMW rendelésállománya az előző évihez képest 13%-ról 18%-ra nőtt, míg a BASF-é 28%-ról 20%-ra csökkent. A termékek listája tovább bővült, a 2015. évi tételszám 422-ről 495-re nőtt. Jelentősebb beruházások 2016-ban Csepelen voltak: egy-egy OMS 1000-es és OMS 650-es öntőgépet, egy Marconi olvasztókemencét és két NSHU CNC-megmunkáló központot telepítettek le, s megkezdődött a légtisztító rendszer kiépítése is.

A FémAlk 2016-ban megkapta a Superbrands-díjat, amit az üzleti szektor legkiválóbb márkái nyerhetnek el. A Bisnode nemzetközi cégminősítő cég pénzügyileg a legszilárdabbak közé sorolta a vállalatot. Fontos feladat egyes munkaterületek kapcsolatait, szabályozottságát egyértelművé tenni, s azt betartani.

Szentés Zsolt FémAlk 2017 című írásában jelezte, hogy a 2017. évi vevői leírások jelentősen meghaladják a tervezetteket, pedig már eleve 20%-os növekedéssel számoltak. Erre gyorsan kell lépni, elsősorban gyorsított ütemű eszközbeszerzéssel és géptelepítéssel, valamint a létszám bővítésével. Erre az évre 14 millió euró szerepel a beruházási tervben, ami háromszorosa az előző évinek. Ez évben több öntőcellát, megmunkáló központot és célgépet fognak beszerezni, elsősorban a dunavarsányi telephelyre. Csepelről Dunavarsányba telepítik át több termék gyártását, hogy helyet adjanak a nagy darabszámban gyártandó új öntvényeknek. A létszámot több mint 100 fővel kell emelni, ami várhatóan munkaerő-toborzással érhető el (2017. 1. sz. 2. old.). Figyelemre méltó adat, hogy az összlétszám 25%-a a Termelés I.-ben, 22%-a Termelés II.-ben, és 20%-a a dunavarsányi telephelyen dolgozik, adminisztrációs munkakört mindössze a létszám 6%-a tölt be.

Remélem, a leírtakból kiviláglik, hogy a FémAlk Zrt. erős, fejlődőképes cég, szakmánk egyik reprezentánsa. Büszkék lehetünk eredményeikre, amikhez szívből gratulálunk! Örömmel töltött el, hogy üzemi lapját módomban volt olvasni és a BKL olvasókörzöntségével is megismertetni.

**Dr. Pilissy Lajos tiszteleti tag**

## Ózdi Muzeális Gyűjtemény és Gyártörténeti Emlékpark

### Ipari Örökségvédelmi szakmai tanácskozás Ózdon

A Ticcih/Icomos Magyar Nemzeti Bizottság Egyesület április 24-én szakmai tanácskozást tartott Ózdon a helyi értékek megőrzése érdekében. *Dr. Németh Györgyi*, az Ipari Örökség Szakbizottság elnökének vezetésével számos helyi és nemzetközi szervezet szaktekinvélye képviseltette magát. Az eseményén részt vett *dr. Harcsik Béla*, a Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum Kohászati Múzeumának muzeológusa, *Strogh Lajos*, az Ózdi Ipari Örökségvédők Baráti Körének delegátusa.

A szakmai konferencia első állomása az Ózdi Muzeális Gyűjtemény és Gyártörténeti Emlékparkban volt, ahol *Kelemen Kristóf* muzeológus mutatta be a város bányászati és kohászati múltját. Előadásában kitért arra, hogy az intézmény hogyan kívánja megismertetni a gyár kultuszát a helyi társadalmi csoportokkal és iskolákkal programjaikon keresztül.

A konferencia második állomását *dr. Csontos Györgyi* építész, a Szent István Király Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Karának egyetemi docense vezette. A résztvevők betekintést nyerhettek a Nemzeti Filmtörténeti Élménypark és a Digitális Erőmű épületeibe, megcsodálhatták a csarnokok jellegzetes építészeti jegyeit.

*Dr. Nagy Péter* helytörténész a délután folyamán részletgazdag tárlatvezetést tartott Újtelep kolóniáján. Külön kitért az itt élő teleszerkezet sajátosságaira, a „Rima kolóniák” különleges társadalmi berendezkedésére.

Az utolsó előadó *Somorjay Selysette*, az Eötvös Loránd Tudományegyetem Bölcsészettudományi Karának művészettörténésze volt, aki prezentációjában bemutatta, hogy Ózd milyen sajátos művészettörténeti alkotásokkal és egyedi műemlékkel rendelkezik, amire méltán büszke lehet a város. Külön kitért arra, hogy a jövőbe

ki kell alakítani egy olyan örökségvédelmi projektet a régiek táptalaján, ami társadalmilag és gazdaságilag is segíti a várost.

A konferenciát szakmai vita zárta, ahol a civil szervezetek és a különböző szakmai csoportok képviselői tárgyalták meg az örökségvédelem helyi problémáit. A vita barátságos légkörben folyt, és előreláthatólag a közeljövőben folytatódni fog. Szeptemberben *dr. Németh Györgyi* külön előadással tiszteli meg az Ózdi Muzeális Gyűjtemény és Gyártörténeti Emlékpark intézményét.

### MMKM Alumíniumipari Múzeum

#### Alu Minimum Alkotó Nap

Április 21-én a múzeum rendhagyó nyitvatartást hirdetett, így a munkanap ellenére is ellátogattak az ismereteiket bővíteni és alkotni vágyó családok. A múzeum csendes, hűvös kiállítótermeit végigsétálva, beszélgetve az alumíniumipar múltjáról, jövőjéről jutottunk el az Alu-Go oktatóterembe. A már előkészített alumíniumlapokból fogó és olló eszközökkel készítettek kis csigákat, láncot, a nagyobbak a repülő és a pillangót is.

#### Múzeumok Éjszakája

Június 23-án, a Szent Iván-éji kalandok forgatagában Székesfehérváron az Alumíniumipari Múzeum is kínálja színes programjait.

Az „életre keltett” archív fotók vetítésével bemutatják az ipari dolgozók közös családi élményeit, emlékeit, az idei év országos múzeumi rendezvény központi tematikájához igazodva a családok és a kultúra kapcsolataként.

Programok:

16:00-tól Alu-go játszóház

18:00-tól Fémöntészeti bemutató

20:00-tól Dalest. Az est folyamán a székesfehérvári OMBKE tagjai bányász-kohász-öntész dalokat énekelnek, hangjuk ércességéről az ősi diákital – a krampampuli – gondoskodik, mely nemes italt felnőtt látogatóink is megkóstolhatják.

### MMKM Kohászati Gyűjtemény

#### Az MVAE a Kohászati Gyűjtemény támogatója

A Kohászati Gyűjtemény a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés jóvoltából már üzemi filmfelvételekkel is be tudja mutatni, hogy milyen szép, ugyanakkor veszélyes munka a kohászás. Milyen körülmények között teremt értéket, mikor a föld mélyének kincseiből az autóink, épületeink, az eszközeink, a mindennapjaink fontos alapanyagát, az acélt előállítják.

#### Múzeumok Éjszakája

A miskolci Kohászati Gyűjtemény június 23-án 16–24 óra között a Bükk szívében, Újmassán várja a kedves vendégeit.

Programok:

- A Fazola-kohó az éjszakában: évente csak egy alkalommal mutatkozik be díszkivilágításban a kohó;
- Életre kel a vasverő – tematikus vezetések és kovácsbemutatók minden órában. – Megismerheted miként készültek a vaseszközök;
- Múzeumpedagógiai programok, különleges éjszakai fáklyás vezetés;
- Próbáld ki, milyen lehetett kovácsnak lenni, öltözz be és emeld meg a nagykalapácsot! – Felöltheted a kovács ruháját, megismerheted milyen volt munkája, megemelheted a kalapácsát;
- Ismerkedj meg a mérnök munkájával – a Miskolci Egyetem Műszaki Anyag- és Földtudományi Karainak interaktív programjai;
- Találkozz az éjszaka madaraival – a Madármentő Állomás (Mályi) bemutatója.
- Fénymorze a Skanzenben: szentjánosbogarak rajzása az erdőszélén;
- Világító ásványok – Nézd meg, milyen csodálatosan fénylenek a kövek a sötétben;
- A valamikori DIGÉP fotókiállítása – Ismerd meg milyen sokféle gépet terveztek, gyártottak a miskolci szakemberek! Ágyútól a targoncaig mi készült a Vasgyárban.

*Harcsik Béla*

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**

**2018-ban jubiláló tagtársainknak szeretettel gratulálunk, további jó egészséget és még sok békés, boldog évet kívánunk!**

### 90. születésnapját ünnepli

Széky Miklós	Vaskohászati Szakosztály
Zachár László	Fémkohászati Szakosztály
Tóth Ferenc	Fémkohászati Szakosztály

### 85. születésnapját ünnepli

Bódi Dezső Dr.	Fémkohászati Szakosztály
Sótér Árpádné	Fémkohászati Szakosztály
Bárdos Bartók Miklós	Fémkohászati Szakosztály
Czakó Lajos	Vaskohászati Szakosztály
Mattyasovszky Miklós	Öntészeti Szakosztály
Boros Árpád	Vaskohászati Szakosztály
Salakta István	Fémkohászati Szakosztály
Horváth Csaba	Fémkohászati Szakosztály
Dr. Mezei József	Vaskohászati Szakosztály
Sebők Mihály	Öntészeti Szakosztály
Dallos József	Vaskohászati Szakosztály
Tóth Ferenc	Öntészeti Szakosztály
Szabó István	Vaskohászati Szakosztály
Mikus Károlyné	Öntészeti Szakosztály
Jung János	Vaskohászati Szakosztály

### 80. születésnapját ünnepli

Wenzel Péter	Vaskohászati Szakosztály
Jakab István	Fémkohászati Szakosztály
Dömötör Zsolt	Vaskohászati Szakosztály
Pikli Károly	Fémkohászati Szakosztály
Dr. Takács István	Vaskohászati Szakosztály
Karkalik János	Vaskohászati Szakosztály
Csohány Gyula	Vaskohászati Szakosztály
Mühl Nándor	Öntészeti Szakosztály

### 75. születésnapját ünnepli

Bodolai József	Öntészeti Szakosztály
----------------	-----------------------

Dr. Lakatos István	Egyetemi Osztály
Verbó Géza	Vaskohászati Szakosztály
Dávid László	Fémkohászati Szakosztály
Dr. Hajnal Tamara	Fémkohászati Szakosztály
Bak János	Vaskohászati Szakosztály
Stokker Kálmán	Öntészeti Szakosztály
Czupiné Fejes Katalin	Fémkohászati Szakosztály
Ináncsi István	Fémkohászati Szakosztály
Dr. Kovács Tibor	Öntészeti Szakosztály
Szauter Ferenc	Fémkohászati Szakosztály
Jutasi László	Fémkohászati Szakosztály
Zámbó István	Vaskohászati Szakosztály
Sipos István	Öntészeti Szakosztály
Jakab Sándor	Vaskohászati Szakosztály
Dr. Szabó István	Vaskohászati Szakosztály
Kuczogi Gyula	Öntészeti Szakosztály
Rábaköziné Kozáry Mária	Vaskohászati Szakosztály

### 70. születésnapját ünnepli

Fülöp József	Vaskohászati Szakosztály
Kovács Mihály	Vaskohászati Szakosztály
Fehérvári István	Fémkohászati Szakosztály
Mátrai László	Öntészeti Szakosztály
Lathwesen László	Öntészeti Szakosztály
Gergely Károlyné	Vaskohászati Szakosztály
Zombori György	Öntészeti Szakosztály
Barabás Ferenc	Vaskohászati Szakosztály
Dr. Kuty Ákosné	Vaskohászati Szakosztály
Hollósi Béla	Öntészeti Szakosztály
Dr. Szűcs László	Vaskohászati Szakosztály
Dr. Lengyel Károly	Öntészeti Szakosztály
Dr. Tolnay Lajos	Fémkohászati Szakosztály
Tóth Andrásné	Öntészeti Szakosztály
Marosváry István	Vaskohászati Szakosztály
Rendes János	Öntészeti Szakosztály
Dr. Darvas Zoltán	Vaskohászati Szakosztály
Lengyelne Kiss Katalin	Öntészeti Szakosztály

**Papp Péter**  
1946–2017



Ismét eltávozott egy kollégánk, aki után űr marad. Nemcsak kiváló szakember, mérnök, vezető, munkatárs, de embernek is a legjobbak közül való volt. Ezt bárki tapasztalhatta, aki hosszabb-rövidebb ideig együtt dolgozott, vagy munkán kívül együtt volt Péterrel.

1946. április 3-án született Székesfehérváron, itt végezte el a Gépipari Technikumot. 1970-ben fejezte be egyetemi tanulmányait a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karának alakítástechnológiai ágazatán. Végzés után a Székesfehérvári Könnyűfémű Hengerművében kezdett dolgozni. Már fiatal mérnökként megállta a helyét, hamarosan a hengersori terület üzemvezetője lett. Felelősségteljesen végezte ezt a feladatát is; probléma esetén akár éjszaka is felhívhatták telefonon, s ha kellett, be is ment a gyárba. 1983-tól a Hengermű Műszaki Osztályát vezette. E pozíciójában jelentős fejlesztések, kezdeményezések kapcsolódtak a nevéhez. Egész sor fiatal mérnök tanulta tőle a szakmát, ennek hatása a mai napig is érezhető, hiszen közülük néhányan mostanában is jelentős pozíciót töltenek be az Arconic-Köfém Hengerművében. 1992-ig töltötte be ezt a pozíciót, amikor is egy súlyos betegség miatt kénytelen volt

nyugdíjba menni. Amikor egészsége már engedte, újra aktívá lett. Oktatókat tartott a gyárban, majd 2015-ig a Metalforg Kft.-nél dolgozott. Új módszereket honosított meg, hasznosította a korábbi tapasztalatait, főképpen a logisztika, az anyagvizsgálatok, és beszerzések területén.

Az OMBKE-nek pályája kezdetétől tagja volt, aktivitását e szervezetben is méltányolták.

Olyan kolléga volt, aki a munkába soha sem fáradt bele, a megoldandó feladatokra kihívásként tekintett. Rendkívüli módon gyakorlati ember volt. Igyekezett a problémákat a lehető legegyszerűbb módon megoldani. A munkában mindenki számíthatott rá. Alapvetően vidám és optimista egyéniség távozott közülünk, akit kiváló humorérzéssel áldott meg a sors; ez munkatársait, barátait, ismerőseit sokszor felvidította, és saját magát is segítette élete folyamán. Szerette a családját, szívesen foglalkozott unokáival, igazi társasági ember volt, élvezte, ha a dolgok állandó mozgásban voltak körülötte.

Temetése 2018. január 9-én volt a székesfehérvári Béla úti temetőben hozzátartozói, nagyon sok volt kollégája, barátai, ismerősei körében.

**Virág János**

**Nagy László**  
1955–2018

Miskolcon született 1955. október 14-én. Az öntész-kohász pályához kapcsolható érdeklődése korán, már az általános iskola padjainak elhagyása után kialakult. Tanulmányait a miskolci Gábor Áron Kohó- és Öntőipari technikumban folytatta, itt szerzett technikus oklevelet 1974-ben, majd felvételt nyert a Nehézipari Műszaki Egyetem kohómérnöki karára, ahol 1979-ben szerzett öntőszakos diplomát.

Miskolc környéki kötődése miatt szakmai pályafutását a Lenin Kohászati Művekben kezdte. Az akkor még különálló Vasöntőde Gyáregységénél művezetőként kezdett dolgozni, mely időszak jó alapot adott szakmai ismereteinek gyakorlati fejlesztéséhez. A rendszerváltozást követő szervezeti változások eredményeként az addig különálló vas- és acélöntődét összevonták, az új egységénél már felső vezetői beosztásokban dolgozott.

Nem hozott könnyű éveket számára a megváltozott világ, az iparszerkezet átalakulása miatt csökkenő termelési volumenek, az elbocsátások, a többszöri privatizáció. Az élet úgy hozta, hogy munkáját 2008 márciusától Budapesten folytatta a Csepel Metáll Vasöntőde Kft.-nél. Jó szakmai és vezetői tapasztalatai alapján 2009 márciusától műszaki igazgatói beosztásba került. Fő feladata a karbantartás, az üzemi termelés, valamint a technológiai osztály munkájának irányítása volt, azzal a céllal, hogy a különböző területek érdekellentéteit, mint nagy tapasztalatú vezető összehangolja.

Ebben a beosztásban 2018. január 28-án, 62 éves korában, rövid szenvedés után érte a korai halál.

Családjának és szakmájának élő kiváló szakembert veszítettünk személyében. Jó szerencsét!

**Tóth Kálmán**

## Hegymegi-Kiss György

1944–2018



Ózdon született. A Don-kanyart is megjárta édesapja a vaskohászati üzem acélgyártója volt. A család 1948-ban Diósgyőrbe költözött. Ő édesapja példája nyomán tudatosan a kohász pályára készült. Az akkor is nivós, Földes Ferenc Gimnáziumba járt és jelesen tanult, hogy a Nehézipari Műszaki Egyetemen kohómérnökkel válhasson. Ez a döntés az adott korban szerencsés és egész életére meghatározó volt.

Nagy, ötven feletti létszámú évfolyamon a szakosodás után – adottságai miatt is – a metallurgus szakot választotta. 1967-ben végzett és az LKM SM acélművében lett gyakornok, acélgyártó, majd a tüzelésellenőrzés vezetője. Az adagkönyvekben kb. 100 ezer tonna acél legyártását láthatta el kézzel. Tudott, hogy ez időben a termelési elvárások meghaladták a műszaki feltételek szerinti lehetőségeket s ez próbára tette a szakembergárdát. Ő megfelelt a rendkívüli kihívásoknak.

Ilyen előélet után szívesen fogadták 1975-ben az akkor már – különösen a földgázprogram keretében – országosan átfogó feladatokat ellátó Tüzeléstechnikai Kutatóintézetben. Az itt eltöltött 30 év során tudományos munkatársként, majd csoportvezetőként, kohászati és szilikátipari üzemek szénhidrogén (nagyobb részt földgáz) tüzelőberendezéseinek létesítésével, átalakításával, beüzemelésével és szervizelésével foglalkozott. Mindez történt az ország sok-sok településén, de Kelet-Németországban

és Montenegróban is irányította izzító, égetőberendezések létrehozását.

Bekapcsolódott néhány, a Miskolci Egyetemen folytatott kutatásba. Biztonságtechnikai felülvizsgálatokat végzett és minőségbiztosítással is foglalkozott. ISO Minőségbiztosítási Auditor minősítést szerzett.

Minden feladatra gondosan felkészült, a legapróbb részletekre is ügyelt. Munkálkodását a szorgalom, a kötelességtudás és a racionalitás jellemezte.

Értékes munkáját több Kiváló Ifjú Mérnök, Kiváló Dolgozó és Kiváló Munkáért miniszteri kitüntetés is tanúsítja. Az OMBKE-től Sóltz Vilmos-émlékérmeket kapott.

Élete utolsó éveiben a sors nem volt kegyes hozzá. Korunk egyik kegyetlen betegségében sokat szenvedett. Szinte utolsó kívánságainak egyike legalább teljesült: tavaly szeptember elsején aranydiplomáját még átvehette.

Március 20-án tavaszi, de zord hideg napon, Miskolcon a Deszka templomban, református szertartás szerint adtuk meg neki a végtisztességet. Méltattuk életútját és búcsút vett Tőle pedagógus felesége, fia, menyje, unokája, a rokonság, munkatársai és tisztelői. A mérnöktársak és a jelenlévők nevében ígéretet tettem, hogy életének szép emlékeit megőrizzük híven és töretlenül. A kohászok köszöntésével ezúton mondunk neki utolsó Jó szerencsét!

**Takács István**

## Haller János

1934–2018



Eredményekben és sikerekben gazdag kohász életpálya fejeződött be Haller János 2018. március 6-i halálával.

1934. szeptember 2-án született Budapesten. Gimnáziumi tanulmányait Budapesten, az Eötvös József Gimnáziumban végezte. 1952 őszén a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karára iratkozott be, ahol 1957 májusában technológus kohómérnöki diplomát szerzett.

Ezt követően a Csepel Vas- és Fémművek Tervező Irodájában helyezkedett el, kezdetben kemencetervező beosztásban. Elsősorban a Csepel Művek különböző gyáregységei részére tervezett kemencéket és hőhasznosító berendezéseket. Később a szovjet cső-

gyári megrendelések beérkezése után részt vett a Szovjetunióba szállított valamennyi kemence tervezésében. 1966-ban kinevezték a Csepeli Tervező Iroda kemencetervezési szakosztály vezetőjévé.

1969. december 1-jén lépett be a Kohászati Gyárépítő Vállalathoz, ahol az egyik tervezési osztály vezetésével bízták meg. Több jelentős hazai és export kohászati létesítmény tervezésében vett részt. 1977. január 1-jétől a több osztályt magába foglaló Kemence Tervező Iroda vezetője lett, majd 1982-ben a Kohászati Gyárépítő Vállalat vezérigazgató-helyettesévé, műszaki igazgatójává nevezték ki. Ebben a beosztásban 1991. év végén történő nyugdíj-

ba vonulásáig irányította a vállalat fejlesztő és tervező tevékenységét.

1992-től az állami tulajdonban levő REORG Gazdasági és Pénzügyi Rt. alkalmazásában, illetve megbízásából felszámolóbiztosítási feladatokat látott el.

Eredményes munkájáért több miniszteri és vállalati elismerést kapott.

Gyémántoklevelét hosszantartó, súlyos betegsége miatt már nem vette át személyesen.

Az OMBKE helyi szervezetét segítette saját és általa meghívott más szakemberek előadásaival. Orvos feleségével több mint fél évszázada meghitt és

boldog családi életet éltek, két fiú gyermekük talán édesapjuk példája alapján a műszaki-tudományos életpályát választotta.

Munkája során mindig a pontosságra és alaposágra törekedett, ezt munkatársaitól is elvárta. Emberi magatartása és korrektsége miatt munkatársai kedvelték és tisztelték.

Hamvait szűk családi körben helyezték örök nyugalomra.

Barátai és tisztelői nevében a hagyományos köszöntéssel mondunk utolsó Jó szerencsét!

**F.L.**

## Kovács Istvánné

1947–2018



Kovács Istvánné Sente Zsuzsanna 1947-ben született Pustaszabolcson. Itt végezte az általános iskolát, majd a székesfehérvári Teleki Blanka Gimnáziumban érettségizett. 1967-ben férjhez ment, a következő években egymás után születtek a gyermekei, Beáta, Tünde és Eszter. Az otthon töltött időben közgazdasági szakértésig szerzett, majd később muzeológus lett.

A legkisebb lány születése után a Magyar Alumíniumipari Múzeumban tért vissza a munka világába. Nagy lelkesedés és kemény munka jellemezte őt, így haladt egyre feljebb, és bízták meg a múzeum vezetésével. Sok időt és energiát fektetett a múzeum felvirágoztatásába. Az ő felügyelete alatt megújult az állandó kiállítás, felújították az épületet a gánti bauxitbányászati kiállítóhellyel együtt, megélnkült a múzeum kapcsolatrendszere, állandó kiállítás alakult Drégely László alumíniumra festő művész képeiből. Támogatta a múzeumpedagógia bevezetését, amellyel a legfiatalabb korosztályt célozta meg. Igazi újtó szellem volt, aki meglátta és felismerte a különböző új módszereket és lehetőségeket, és igyekezett azokat a múzeumi környezetre alkalmazni. Fáradhatatlanul dolgozott a múzeum népszerűsítésén helyi és országos szinten is. A bányák és

finomítók bezárásakor sok anyagot mentett meg az utókor számára.

Támogatta és ösztönözte a nyugdíjas kollégák részvételét különböző kiadványok létrehozásában. Az írásokat a Múzeumi Füzetek sorozatban jelentette meg a múzeum alapítványa, amelynek éveken át kurátora volt. Több más mellett az ő szorgalmának eredménye az Ipartörténet-írás, üzemtörténet-írás a Magyar Alumíniumipari Múzeumban című bibliográfia.

A Múzeumok Éjszakája országos rendezvénybe is bekapcsolta a múzeumot izgalmas programokkal, nagyszámú látogatót vonzva. 1997-ben az ő idejében kapott a múzeum az Év Múzeuma pályázaton kítüntető oklevelet. A múzeum támogatására létrehozott Múzeum Baráti Köre kialakításában és folyamatos bővítésében is aktívan segédkezett.

Az OMBKE székesfehérvári szervezetének tagjaként rendszeresen részt vett a hagyományápoló üléseken.

Nyugdíjba vonulása után a családi feladatok igényelték idejét és erejét, majd súlyos betegsége vonta el figyelmét, amely sajnos erősebbnek bizonyult nála. Az ereje teljében lévő Zsuzsira emlékezve kívánjunk neki Jó szerencsét!

**Révész Emese**

## Fegyverneki Gyula

1952–2018



A diósgyőri kohászok közismert, közkedvelt tagja távozott közülünk 2018. március 9-én. Szikszón született 1952. június 14-én. Édesapja kemény munkát végző bányász volt, sok évig bejárva a Diósgyőri Kohászatba, ahol robotmesterként dolgozott.

1977-ben végzett a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán, öntészeti ágazaton. Az egyetem elvégzése után Csepelen egy öntődében dolgozott, de két év után a családalapítás hívó szavára hazajött Miskolcra. Ezután Ároktőn, Mezőcsáton, Ricsén öntődében dolgozott, ahol a kétéves periódusok jelentették számára a szakmai kihívásokat, majd hosszabb időre elkötelezte magát a diósgyőri nagyolvasztónál. A szülői példa, a kitartás, a nehézségektől való meg nem hátrálás átsegítette mindenben.

A 90-es évek második felében a DAM nagyolvasztó gyárrészleg vezetője volt, amikor egyértelműen, kristálytiszta látszott a borsodi kohászat összeomlása, sorra álltak le az ózdi és diósgyőri nagyolvasztók. Végül Diósgyőrben az utolsó mohikánt, a III. sz. nagyolvasztót is leállították. Neki jutott osztályrészül az utolsó csapolás vezetése és az a drámai, feledhetetlen momentum, hogy kitűzze a kohó tetejére a fekete lobogót.

A kohászat összeomlása után több cégnél is dolgozott, melyek valamiképpen kötődtek a megmaradt kohászathoz, ahol a salakok, hulladékok feldolgozása, az acélhulladék előkészítése, kezelése volt a feladata.

A diósgyőri kohászok között nemcsak a szakmai munkát, hanem az összetartó közösséget is megtalálta. Az embert próbáló műszakok letöltése után vágyott a szabadba, a kikapcsolódást jelentő közösségbe, melyet társakkal a percesi pincesoron találtak meg, ahol a borászkodás és az ultiparti nemcsak hobbi volt, hanem a barátság és az összetartozás fenntartását is szolgálta.

Az utóbbi években a Fazola Fesztivál és a Szigetközi Napok résztvevőjeként találkoztunk vele, ahol büszkeséggel tölthette el a következő kohász generációnak, közöttük Gyuri fiának a tevékenysége és eredményei. A szakmai és közösségi munkája mellett példakép lehet a családi életét illetően is. Mindene volt a családjá, boldoggá tette fiainak szakmai munkája, családi élete, és a nagyon várt és szeretett unokái is.

Nagyszerű ember volt, aki az élet megpróbáltatásait, a betegség kihívását is hangos szó nélkül fogadta, társágban a vidámságot, barátságot kereste és erősítette.

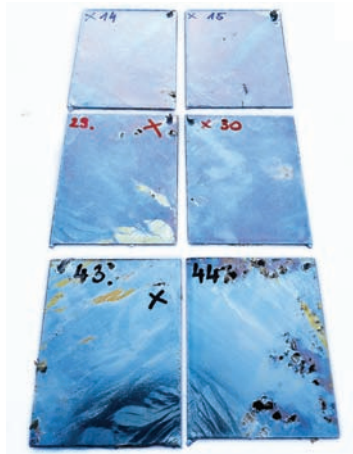
A kohászok, a barátok, az évfolyamtársak, kollégák, nevében Miskolcon, a Vasgyári temetőben búcsúztunk tőle, és a temetése után tartott gyász-szakestélyen mondtunk a hagyományunk szerint utolsó Jó Szerencsét!

Órizzük mosolyodat, emléked velünk marad.

Drága Barátunk, Isten veled! Nyugodjál békében!

**Barták László, Dúl Jenő**

## Az „Ipari körülmények között megvalósított színező tűzihorganyzás” c. cikk színes képei (31-35. oldal)

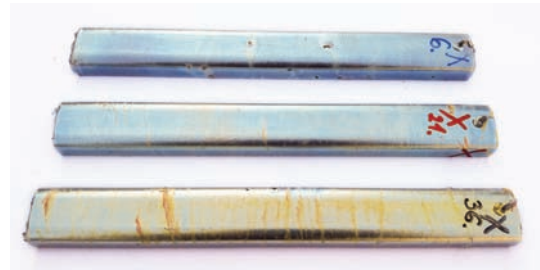


0,1

0,15

0,2

m/m% Mn



2. ábra. A 80 × 100 × 0,8 mm méretű acéllemezek (balra) és 30 × 15 × 2 × 250 mm méretű U profilok (jobbra) növekvő mangántartalmú horganyfürdőben horganyozva



0,1

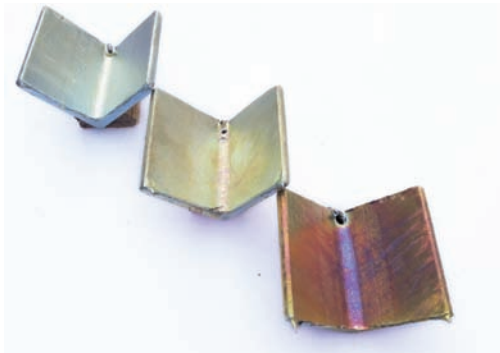
0,15

0,2

m/m% Mn



3. ábra. A 40 × 40 × 3 × 250 mm méretű zártszelvények (balra) és az 54 × 250 × 4 mm méretű laposacélok (jobbra) növekvő mangántartalmú horganyfürdőben horganyozva



0,1

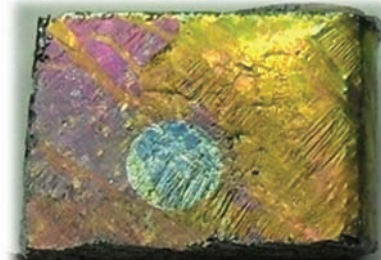
0,15

0,2

m/m% Mn



4. ábra. Az 50 × 50 × 5 × 60 mm méretű szögacélok (balra) és az 50 × 10 × 250 mm méretű lapos acélok (jobbra) növekvő mangántartalmú horganyfürdőben horganyozva



7. ábra. Az SNMS-sel 70 másodpercig (balra) és 140 másodpercig (jobbra) porlasztott minták (0,2 m/m% Mn-tartalom, 50 × 50 × 5 mm-es szögacél minta)

## EMT-konferencia 2018. április 5–8.

