

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# Kohászat

Vaskohászat

Öntészet

Fémkohászat

Anyagtudomány

Felsőoktatás

Hírmondó

149. évfolyam

2016/3. szám



Jó szerencsét!

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület lapja.

Alapította Péch Antal 1868-ban.

## TARTALOM

### Vaskohászat

- 1** Mőger R. – Gönczi P. – Titz I. – Cseh F.: A nagyolvasztói fúvóformák élettartam növelése (ExTuL) projekt eredményeinek összefoglalása
- 3** Pálinkás S. – Gindert-Kele Á. – Gajdán B.: Kultivátor kapák gyártása, valamint a hőkezelésük és az élettartamuk vizsgálata
- 6** VIII. Őzdi ipari örökségvédelmi konferencia
- 9** Az acélok szabványosítása 2015-ben

### Öntészet

- 9** Mádi L. J. – Varga L. – Fegyverneki Gy.: Műgyantás homokmagok szilárdsági tulajdonságainak változása hőterhelés hatására
- 13** Mühl N.: A Soproni Vasöntöde története
- 17** 100 éve született Nagyzsádányi Endre, a Soproni Vasöntöde igazgatója
- 19** 72. WFC Öntészeti Világkongresszus
- 20** A Magyar Öntészeti Szövetség 25. és 26. közgyűlése

### Fémkohászat

- 21** Horváth Á. – Gombkötő I. – Nagy S.: Elektronikai hulladékok újrahasznosítása valamint a bennük lévő kritikus elemek dúsítása mechanikai eljárásokkal
- 26** Mikó T. – Szabó G. – Krállics Gy.: A hőmérséklet és az alakváltozási sebesség hatása az AlMn1 ötvözet alakváltozási tulajdonságaira

### Anyagtudomány

- 30** Katona B. – Orbulov I. N.: Kerámiagömbhéjakkal töltött szintaktikus fémhabok kvázisztatikus és nagy alakváltozási sebességű nyomóvizsgálata
- 35** Sepsi M. – Parti J. – Mertinger V.: Öntött saválló acél keménységének korrelációja a szabványon belüli összetétel változásával A fémek mechanikai vizsgálatára vonatkozó szabványok
- 40** Fazola Fesztivál meghívó

### Felsőoktatás

- 41** Interjú a 75 éves Károly Gyula professzorral, az OMBKE tiszteleti tagjával
- 47** Műszaki Anyagtudományi Kar rövid hírei

### Hírmondó

- 45** Beszámoló az MTA metallurgiai tudományos bizottságának üléséről
- 47** Tisztújítás a Fémszövetségben
- 48** Fémhulladékos szakmai nap a REGY Metalnál
- 49** Kassa és Rozsnyó környéki technikatörténeti tanulmányút
- 52** Köszöntések
- 53** Nekrológok

### Tartalom

I-IV Tartalom és tárgymutató – 2015

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

## FROM THE CONTENT

**Mádi L. J. – Varga L. – Fegyverneki Gy.: Strength properties variation of resin bonded core materials affected by thermal load ... .. 9**  
The effect of thermal stress on casting cores is examined. The quality of castings is directly affected by the behavior of the cores. The definition of the appropriate binder system and the correct amount of the components (resin, catalytic agent) is an elemental consequence. The examination of the collapsibility characteristics can be done by bending strengths analysis on thermal loaded samples. At 400°C temperature there is an after hardening effect which does not occur at 450°C. The deformation of the cores was examined by computer controlled displacement sensor. Test specimens were prepared by a multi-cavity core blowing machine. The strength of the specimens depending on the position of the core in the die was also detected and the middle position had the highest strength. A new material testing process, the so called compressive-wedge test was also beta-tested. This analysis is able to detect the binding force along the longitudinal axis of the test specimen and by the help of this the binding-force alteration can be detected. The lower part of the test piece is rigid, while the upper part has plastic properties. To explore this effect control volume computer simulation was run and this also exhibited after hardening which can be the reason of the deviation of the values. It can be defined that the position and the length of the core-blowing has a provable effect on the strength of the cores.

**Mühl N.: The History of Sopron Iron Foundry There functioned an iron foundry in Sopron ... 13**  
(West Hungary) from the early 20th century to its end. Our study informs on the history of the foundry, its development, activities playing important role in the history of our casting industry and its decay.

**Horváth Á. – Gombkötő I. – Nagy S.: Recycling of waste of electrical and electronic equipments and mechanical enrichment of critical elements ... .. 21**  
Alongside mineral resource availability, recycling and substitution are also becoming key factors for securing raw material requirements for an economy or, in a broader view, for a society. Waste recycling initially started due to some environmental reasons in most countries as part of waste management approaches; in case of metals however, their market value turned recycling into part of the raw material strategy for most of the industrialised countries. As part of the raw material strategy, recyclable products and available material resources related strategies, policies, education and research are hard to separate as the way of this report does, cross cutting synergies are present in both every reference countries and in the EU. The WEEE Directive provides specific standards for WEEE recycling operations, including Best Available Technology (BAT) guidance. Many of the Critical Raw Materials (CRM) occur in the component parts of electronic and electrical goods, and in

large amounts in the case of materials such as steel and aluminium. Mechanical preparation of WEEE streams are important to enhance metallurgical treatment and recovery methods. Two case studies are also presented within the framework of this paper.

**Mikó T. – Szabó G. – Krállics Gy.: The effect of temperature and strain rate to the deformation property of AlMn1 ... .. 26**  
The deformation properties of metals are basically influenced by strain, strain rate and the temperature. The flow stress decreases with the temperature, while strain rate has opposite effect. The effect of these parameters can be defined by the materials flow curve, as a function of strain. In our study compression tests were performed on moulded AlMn1 grade between 296 K and 743 K by applying a constant strain rate of 0,01; 0,1 and 1 s<sup>-1</sup>. The work hardening of the material as a function of temperature was examined, and between 623 K and 743 K the flow behaviour of material was described by a mathematical formula.

**Katona B. – Orbulov I. N.: Quasi-static and high strain rate response of aluminum matrix syntactic foams under compression ... .. 30**  
Aluminum alloy matrix syntactic foams were produced by inert gas pressure infiltration. Four different alloys and ceramic hollow spheres were applied as matrix and filler material, respectively. The effects of the chemical composition of the matrix and the different heat-treatments are reported at different strain-rates and in compressive loadings. The higher strain rates were performed in a Split-Hopkinson pressure bar system. The results show that, the characteristic properties of the materials strongly depends on the chemical composition of the matrix and its heat-treatment condition. The compressive strength of the investigated foams showed a limited sensitivity to the strain rate, its effect was more pronounced in the case of the structural stiffness and fracture strain. The failure modes of the foams have explicit differences showing barreling and shearing in the case of quasi-static and high strain rate compression respectively.

**Sepsi M. – Parti J. – Mertinger V.: Correlation of hardness with composition variation within the standards tolerance in casted stainless steel ... .. 35**  
Wedge-shaped, Cr-C-Si-W alloyed ferritic stainless steel used for casting of an exhaust system component was poured into sand crucible. The correlation variables inside the standard regulation, the microstructure feature, and the hardness were investigated. It was experimentally showed that the variables of concentration could be so strong that the annealing heat treatment is needless while the effect of investigated cooling rate was negligible. The increase in hardness was caused by the increase of austenite volume fraction which was resulted by the decrease of Cr<sub>eq</sub>/Ni<sub>eq</sub>.

Continued on page 8.

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

• **A szerkesztőség tagjai:** dr. Buzáné dr. Dénes Margit, dr. Harcsik Béla, dr. Klug Ottó, dr. Kórodi István, 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

MÓGER RÓBERT – GÖNCZI PÁL – TITZ IMRE – CSEH FERENC

## A nagyolvasztói fúvóformák élettartam növelése (ExTuL) projekt eredményeinek összefoglalása

Az ISD Dunafer Zrt. 2010-ben egy konzorcium tagjaként pályázatot nyert el az Európai Bizottság Szén és Acél Kutatási Alapjától (RFCS), a nagyolvasztók fúvóforma élettartamának növelésére. A projekt eredményeként számos mérés-technikai eszközt sikerült beszerezni, valamint jelentős kutatási eredményeket értünk el. Mindezek hatására a fúvóforma meghibásodások száma drasztikusan lecsökkent, ami hozzájárult a nagyolvasztó tüzelőanyag felhasználásának csökkentéséhez.

### Bevezetés

Az ISD Dunafer Zrt. 2010-ben egy konzorcium tagjaként pályázatot adott be az Európai Bizottság Szén és Acél Kutatási Alap (RFCS) felé, ahol a cél a nagyolvasztók fúvóforma élettartamának növelése volt. A beadott pályázatot az RFCS támogatta, így a 3,5 éves időtartamú projektben a munka 2011 júliusában megkezdődhetett. Az ISD Dunafer Zrt.-n kívül a konzorcium tagja volt a ThyssenKrupp, a Voest Alpine, és mint a konzorcium vezetője, a VDEh-BFI kutatóintézet is. A projekt teljes költségvetése 1.354.000 € volt, amelyből az ISD Dunafer Zrt. 200.000 €-val részesült. Ebből a támogatás mértéke a teljes költségvetés 60%-a. A projekt eredményeként számos mérés-technikai eszközt sikerült beszerezni, valamint jelentős kutatási eredményeket értünk el. Mindezek hatására a fúvóforma meghibásodások száma drasztikusan lecsökkent, ami hozzájárult a nagyolvasztó tüzelőanyag felhasználásának csökkentéséhez.

**Dr. Móger Róbert** szakmai életrajzát a *punk* 2013/5-6. számában közzétük.

**Gönczi Pál** okl. kohómérnök, az ISD Dunafer Technológiai Igazgatóságán nyersvasgyártási szakértő.

**Titz Imre** kohómérnök, az ISD Dunafer Nagyolvasztóművében termelésvezető.

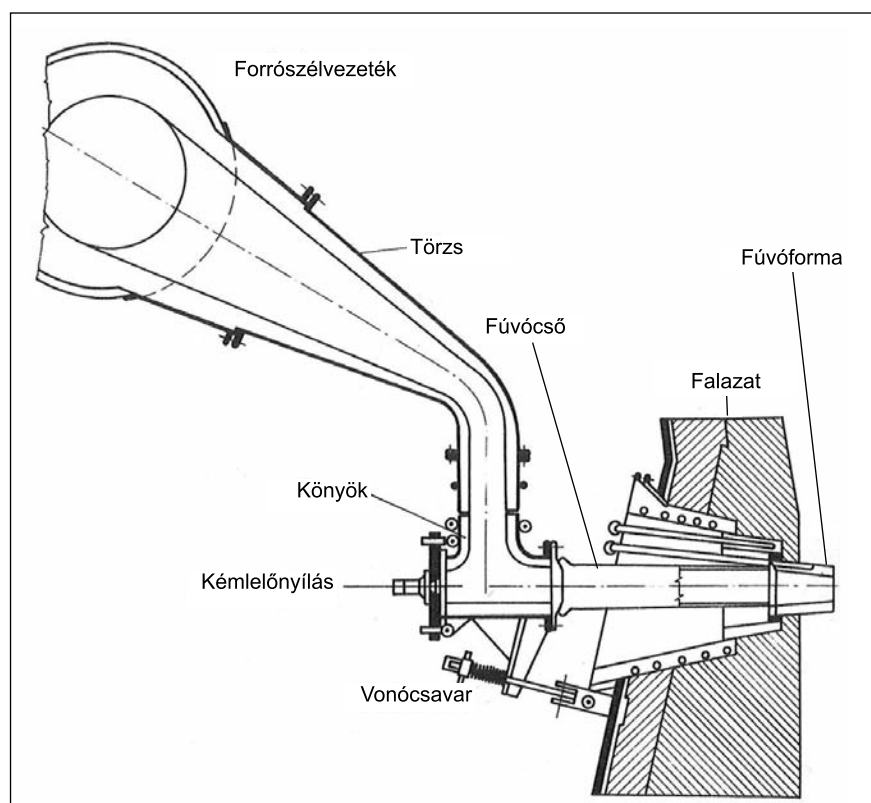
**Cseh Ferenc** kohómérnök, az ISD Dunafer Nagyolvasztóművének gyárvezetője.

### A projekt céljai

A projekt a nagyolvasztó működése szempontjából fontos területet érint, amely jelentős hatást gyakorol a nyersvasgyártás gazdaságosságára.

A fúvóformák a nagyolvasztók medencéjének felső részében helyezkednek el (1. ábra).

Ezen szerelvényeken keresztül jut a nagy hőmérsékletű levegő (forrószél) a kohóba. A nagyolvasztó fúvósíkjában uralkodó nagy hőmérséklet (2100-2200 °C) miatt a fúvóformákat jó hővezető képességű, nagy tisztaságú rézből állítják elő, ezért intenzív hűtésük rendkívül fontos a tartósság biztosítása érdekében. A fúvóformákat a hőhatáson kívül számos káros (kopató, feszítő stb.) hatás éri, melynek következtében bizonyos idő után elhasználódnak. Az elhasználódás jellege sokféle lehet, ezek közül a leginkább jellemző a lyukadás és a repedés. Ezek következtében a nagyolvasztóba kerül a fúvóforma hűtésére szolgáló hűtővíz, ami súlyosan veszé-



1. ábra. A fúvóformák beépítési elrendezése [1]

lyezteti a karbonfalazat épségét és a kohómedence hőegyensúlyát. Ebben az esetben a nagyolvasztót le kell állítani és a hibás fúvóformát ki kell cserélni.

A nagyolvasztók fúvóforma meghibásodása előre nem tervezhető esemény, amely átlagosan évente 30-80 alkalommal következnek be a berendezések normál működése során. Minden egyes fúvóforma meghibásodás a nagyolvasztó 1-2 órás teljes leállítását eredményezi, azonban bizonyos esetekben ezt jelentősen meghaladó mértékű is lehet. Annak ellenére, hogy a nagyolvasztó leállításával a forrószéllátás megszűnik és a beolvadás minimális, pótlólagos kokszmennyiség beadagolására lehet szükség a kohóállás alatti hőveszteségek fedezésére, amely lényegében haszon nélküli energiafogyasztás.

A nagyolvasztói fúvóformák meghibásodása miatt bekövetkező nem tervezett leállások az alábbi hatásokkal járnak:

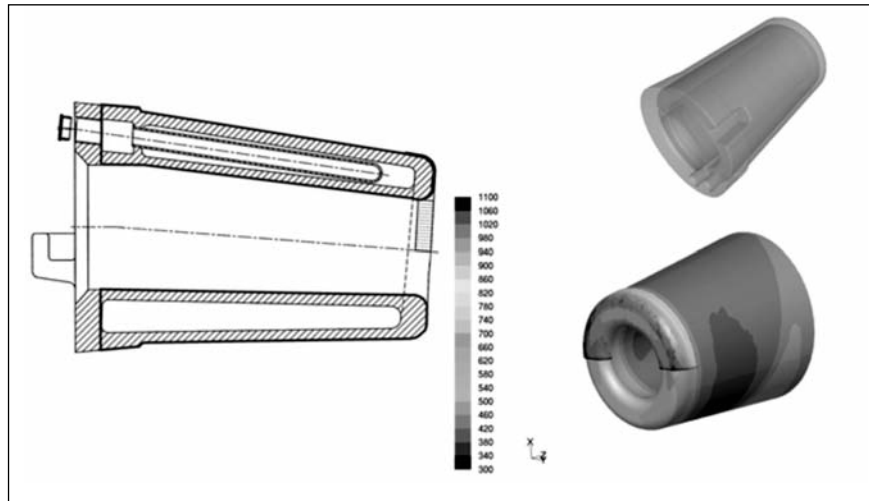
- pótlólagos energiafelhasználás (koksz, egyéb energia),
- pótlólagos költségek, főként anyagenergia és személyi jellegű ráfordítások,
- pótlólagos emisszió (CO<sub>2</sub> stb.),
- termelés kiesés.

A nagyolvasztói fúvóformák élettartam-növelésének érdekében létrehozott ExTuL projekt céljai a következők:

- a nagyolvasztói működési feltételek és a fúvóforma meghibásodások közötti korreláció meghatározása többváltozós statisztikai módszerekkel,
- a nagyolvasztó fúvóforma kialakítás „szűk keresztmetszeteinek” meghatározása az üzemelés közben történő fúvóforma ellenőrzés alapján,
- a nagyolvasztó üzemeltetők számára gyakorlati intézkedések megfogalmazása a kohói fúvóformák élettartamának meghosszabbítására vonatkozóan,
- az energiafelhasználás, a CO<sub>2</sub>-kibocsátás és a költségek csökkentése azáltal, hogy a fúvóforma meghibásodások miatti kohóállások száma lecsökken.

## A projekt eredményei

a.) A projekt ISD Dunaferri Zrt.-t érintő részének egyik leghangsúlyosabb része a fúvóformák hűtővíz mennyiség-



■ 2. ábra. A fúvóformák modellezése véges elemek módszer segítségével

gének és hőmérsékletének megbízható mérését lehetővé tevő indukciós áramlásmérők megvásárlása, beépítése és beüzemelése. A Szén és Acél Kutatási Alaptól származó támogatás jelentős része biztosította ezen eszközök beszerzésének anyagi forrását. A mérőműszerek beépítése lehetővé teszi a fúvóformák hűtővízellátási problémáinak feltárását, a működési paraméterek hatásainak fúvóformákra gyakorolt hatásának vizsgálatát.

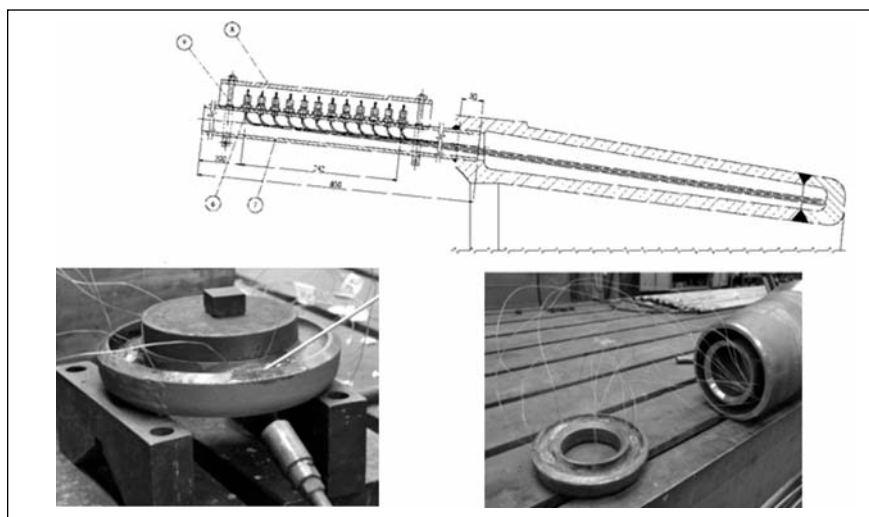
b.) Annak érdekében, hogy a későbbiekben bemutatott mérő-fúvóforma hőelemeinek kialakítása megfelelő legyen a fúvóformák hőátadási folyamatait modelleztük véges elemek módszer segítségével (2. ábra).

c.) A projekt keretében mérő-fúvóformák tervezésére, gyártására került sor, melyhez felhasználtuk az előző pontban említett fúvóforma hőtani

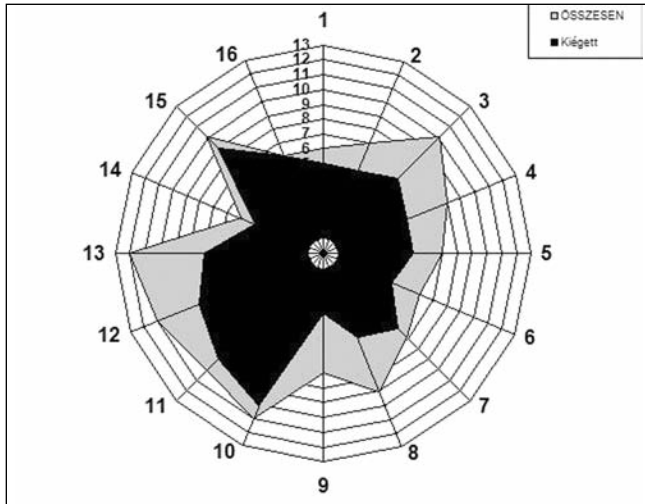
modellezést. A fúvóforma orr-részébe, hat pozícióba hőelemeket építettünk be egymástól 60°-kal eltolva.

A hőelemek egy-egy pozícióban, két különböző mélységben a fúvóforma anyagában helyezkednek el (3. ábra). Az így kialakított fúvóformából kettő érkezett be az ISD Dunaferrihez, melyek egymást követően beépítettünk a II. sz. nagyolvasztóba. A mérő-fúvóformák segítségével nyomon követhetővé vált a nagyolvasztói fúvóformák meghibásodásának folyamata, mely rendkívül hasznos információnak bizonyult a fúvóforma-sérülések számának csökkentésében. A mérési eredmények a nagyolvasztó irányítói számára közvetlenül is megjelentek, valamint adatbázisban is megtörtént a tárolásuk.

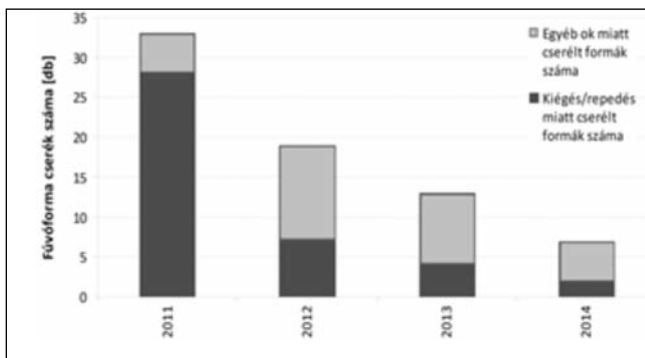
d.) A mérő-fúvóformák által szolgáltatott adatok alapján módosításra



■ 3. ábra. A mérő-fúvóforma keresztmetszeti képe és a hőelemek beépítése



■ 4. ábra. A II. sz. nagyolvasztó meghibásodott fúvóformáinak pozíció szerinti eloszlása. A csapolónyílás az 1. pontnál van



■ 5. ábra. A II. sz. nagyolvasztó meghibásodott fúvóforma-cseréinek száma

került a fúvóforma konstrukciója.

A mérő-fúvóforma különböző pozíciókban mért napi maximum hőmérsékleteinek trendje azt mutatja, hogy a nagyolvasztóba történő beépítéstől számított 30. napra a fúvóforma orr-

konstrukciómódosítást hajtottunk végre, azaz modernebb, nagyobb hűtési intenzitást eredményező víztérrel rendelkező fúvóformákat szerzünk be a továbbiakban.

e.) A II. sz. kohóra vonatkoztatva

részében mért hőmérsékletek a kiinduló értékek több mint kétszeresére nőttek.

Az említett emelkedő hőmérsékleti értékekre magyarázatot igazából a mérő-fúvóformák nagyolvasztóból történő eltávolítása után elvégzett vizsgálatok adtak.

A vizsgálatok kimutatták, hogy nem megfelelő hűtővíz áramlási térfogatrészt alakulhat ki a fúvóforma orr-részében a gyenge hűtővízáramlásnak köszönhetően, ill. ebből adódóan hőfeszültség alakulhat ki a fúvóformában, amely a fúvóforma repedését eredményezheti. Mindezek miatt a fúvóforma gyártójával egyeztetve

összesen 409 elemből álló, új, a nagyolvasztó működési paramétereit tartalmazó adatbázist építettünk fel.

A paraméterek a következő csoportokba sorolhatók:

- alapanyagok,
- csapolási adatok,
- mért folyamatadatok,
- számított egyéb paraméterek.

f.) A fúvóformacseréket tartalmazó adatbázis 2006-tól meglévő adatait bővítettük, amely így összesen formánként 10 különböző releváns információt tartalmaz. 2011 októberétől valamennyi meghibásodott fúvóformához a hibáról készült fényképet is hozzárendeltük. Az adatbázis adatait felhasználva megvalósítható a hibák, hibakok részletes feltérképezése, valamint ezek ok-okozati összefüggéseinek feltárása.

A fúvóforma meghibásodások ábrázolására számos diagram készült, melyek közül az egyik leglátványosabb a meghibásodott fúvószerelvények pozíció szerinti ábrázolása (4. ábra)

g.) Mindezek hatására a fúvóformák tartóssága, a fúvóforma kiegészéek száma jelentős mértékben javult. Ahogy az 5. ábrán is jól látható, a projekt kezdetéhez képest a fúvóforma kiegészéek száma drasztikusan lecsökkent. A kiegészéek/repedések száma a korábbi 27-ről lényegében elhanyagolható mértékűre, kettőre csökkent!

## Irodalom

- [1] Farkas Ottó: Nyersvasmetallurgia. Tankönyvkiadó, Budapest, 1989. pp 211–247.

PÁLINKÁS SÁNDOR – GINDERT-KELE ÁGNES – GAJDÁN BENEC

# Kultivátor kapák gyártása, valamint a hőkezelésük és az élettartamuk vizsgálata

A talajművelő gépek művelőelemei különösen nagy igénybevételnek és jelentős kopásnak vannak kitéve, ezért indokolt a hőkezelésük és élettartamuk közötti összefüggés vizsgálata. Jelen cikkünkben egy mezőgazdasági kultivátoron található lúdtalpkapa egyedi gyártási folyamatát írjuk le. Célunk az, hogy a régi, kopott lúdtalpkapákat nagyobb élettartamúra cserélhessük, ennek érdekében különböző hőkezelési tech-

nológiákat dolgozzunk ki. Az általunk készített új darabok mezőgazdasági használatba kerültek. A kísérlet alapján eldönthető, hogy milyen hőkezelést célszerű alkalmazni. Mivel egy kultivátoron sok lúdtalpkapa található, a jól megválasztott gyártástechnológiával gyártott és megfelelően hőkezelt kapák alkalmazása jelentős mértékben csökkenti a költségeket, és a művelés során nagyobb területteljesítmény érhető el.

## 1. Bevezetés, célkitűzés

A kézi kovácsolás egy olyan képlékenyalakító technológia, mely jelentős gyakorlati tudást igényel. A mintadarabok gyártására Hajdúböszörményben került sor *Gajdán Márton* kovácmesternél, aki 40 éve dolgozik ebben a szakmában. Mivel Hajdúböszörmény mezőgazdasági város, így tevékenységi körébe mindig beletartozott a mezőgazdasági kovácsolás, mint például: kultivátor felújítása, kultivátor kapák készítése, valamint ezek élezése. Nagy darabszám esetén gazdaságosabb a süllyesztékes kovácsolás, de jelen cikkünkben bemutatott kultivátor kapákat a kis darabszám miatt szabadalakító kovácsolással gyártottuk le.

## 2. A kultivátor kapa funkciójának bemutatása

A mintadarab a kultivátor kapa vagy más néven lúdtalpkapa, amelyet mezőgazdasági kultivátorokra szerelve használnak. A kultivátorok (1. ábra) olyan talajművelő gépek, melyek többféle feladat elvégzésére is alkalmasak. A művelőszerszámok igen változatosak lehetnek. Lazítják, kis mértékben keverik a talajt, és gyomirtást is végeznek, ezért igen fontos szerepet töltenek be a talajszerkezet megőrzésében, a növényápolás és növényvédelem munkáiban. A lúdtalp alakú kapákat a szántóföldi és a sorközművelő kultivátorokon is alkalmazhatják.

A lúdtalpkapák a lúdtalphez hasonló alakúak, a munkagépre felszerelve a csúccsal előrehaladva helyezkednek el, a vágóél a gyomok gyökereit elmettzi. Mivel a vágóélhez képest a kapa hátsó éle magasabban van, a talajt megemeli, ezzel aprítja. A még



■ 1. ábra. Mezőgazdasági kultivátor [5]

felszín alatt maradt gyökér részei kifordulnak a felszínre. A lúdtalpkapák működésük közben a talajt oldalirányban szállítják.

A szántóföldi kultivátorok a szántott terület felszíni elmunkálására, vetőágy előkészítésére, laza talajon tarlóhántásra is használhatók. A gyomirtó hatás akkor jó igazán, ha a több sorban elhelyezett lúdtalp alakú kapák 40-60 mm túlfedéssel vannak elhelyezve. Munkájuk eredménye az egyenletes mélységű, porosodás és rögzítés nélküli lazítás.

## 3. A kultivátor kapa szabadalakító kovácsolási technológiája

A 2. ábra egy kopott kultivátor kapát mutat, melyen az élettartam növelése érdekében az éleken felrakó hegesztéssel kemény kopásálló réteget hoztak létre. Jelenlegi kutatásunkban még nem kívánunk felrakó hegesztést alkalmazni. A különböző hőkezeléseknek a kapák élettartamára gyakorolt hatását vizsgáltuk meg öt próbadarabon.

Mivel a kopott kultivátor kapa nem volt alkalmas az eredeti méret meghatározására, ezért beszereztünk egy újat. A kísérleti kapák gyártását a kovácmester az új mintadarab (3. ábra) alapján végezte.

*Az anyag kiválasztása:*

A kovácsolás során az alapanyag C60-as anyagminőségű melegen hengerelt lemez volt. Az anyagkiválasztáskor fontos szempont volt, hogy hőkezelhető legyen.

*A meglévő mintadarab kiegyengetése:*

Erre azért volt szükség, hogy a kiinduló darab pontos méretét és alakját meghatározzuk. Később ezt a kiegyengetett darabot rajzoltuk körbe a kivágandó anyagon. Az egyengetés melegen történt. Ugyanis, ha a munkadarab nem lett volna eléggé felhevítve, a darabon repedések alakulhattak volna ki.

*Kivágás:*

A kiegyengetett mintadarabbal megegyező méretű sablont a kivágandó lemezre téve körülrajzoltuk egy rajztűvel, majd pontozóval kipontoztuk a körülrajzolás során kapott vonalat, annak érdekében, hogy a kivágás vonala meleg munkadarab esetén is jól látható legyen. A kivágás előtt még egy 13-as csigafúróval a mintadarab rádiuszának megfelelő furatot készítettünk. E furat rádiuszának köszönhetően egy lekerekített részt kaptunk, amit azért hoztunk létre, mert a nyeles vágóval csak sarkosan tudtunk vágni. A vágás a nyeles vágószerszámmal az üllön történt. Ez időigényes folyamat volt, amely többszöri felmelegítést igényelt, míg az anyagot a kívánt alakra és méretre vágtuk.

*Sorja eltávolítása:*

A kivágott munkadarabon a vágás során maradt éles részeket reszelővel vagy kézi köszörűvel eltávolítottuk.

*Lyukasztás, négyszög beleverése:*

A lyukasztást meleg munkadarabon végeztük nyeles lyukasztó segítségével. A művelet történhet egy vagy két oldalról. Mi a gyártás során kétol-

**Dr. Pálkás Sándor** PhD szakmai életrajzát 2016/1. számunkban közzöltük.

**Dr. Battáné dr. Gindert-Kele Ágnes** PhD a növénytermesztési és kertészeti tudományokban, egyetemi docens. 1982-ben szerzett gépészmérnöki oklevelet a Nehézipari Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karán. 1985-től gyártmánytervező a debreceni Mezőgép Vállalatnál. 1996 óta oktat a Debreceni Egyetemen. 2011-ig a Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és

Környezetgazdálkodási Kar Agrár-műszaki Tanszékén, ezt követően a Műszaki Kar Gépészmérnöki Tanszékén oktatott ill. oktat.

**Gajdán Bence** gépészmérnök, 2016-ban szerzett diplomát a Debreceni Egyetem Műszaki Karán, gépészmérnök alapszakon, üzemeltető-karbantartó szakirányon. Szakdolgozatának címe a következő volt: Kísérlethez szükséges mezőgazdasági kultivátor művelőelemének gyártása szabadalakító kovácsolással.



■ 2. ábra. Kopott kultivátor kapa



■ 3. ábra. Mintadarab

dali lyukasztást alkalmaztunk. A lyukasztó a könnyebb kiemelhetőség céljából kúpos kiképzésű. A lyukasztót először egyik oldalról beleütöttük a munkadarabba a kívánt helyen. Ekkor az ütés túloldalán keletkezett egy fekete, hidegebb rész. A túloldalon a lyukasztást gyorsan kellett elvégezni, hogy ez a fekete rész ne melegedjen vissza, mert akkor nem lett volna látható, hogy hová kell helyezni a lyukasztót. Abban az esetben, ha pontos a lyukasztás, a lyukasztó kiüti a sorját, a lyuk elkészül. Ezt követően újabb melegítésre volt szükség, és az elérni kívánt lyukátmérőnek megfelelő tuskét ütöttünk át a meglévő lyukon. Majd ezután egy négyszögletes túske átütése következett.

*Hajlítás melegen célszerszámmal:*

A méretre vágott és kilyukasztott munkadarabot megfelelő hőmérsékleten egy célszerszám segítségével a felfogatás helyén hajlítással félhengerre alakítottuk. Ezt követően ugyancsak ezzel melegen alakítottuk ki a lúdtalpkapa kívánt alakját. Hajlításkor a külső szálaban húzó, a belső szálaban nyomó feszültség keletkezik, a semleges szál feszültségmentes. Az igénybevételnek megfelelően a hajlított rész külső rétegei megnyúlnak, a belsők megrövidülnek, így maga a hajlított szelvény alakja is torzul: például a kör keresztmetszetből torz ellipszis, a négyszögből trapéz lesz. A hajlított keresztmetszetben bekövetkezett változást a hajlítás után egyengetéssel, simítással meg kellett szüntetni.

*Élezés/nyújtás:*

A lúdtalpkapa éleit nyújtással alakítottuk ki. A munkadarabot melegítés után az üllön a kalapács vékonyabb ütőrészével apró, egyenletes ütésekkel nyújtottuk. Így egy vékonyabb rész, a lúdtalpkapa éle jött létre. Ezt kézi köszörűvel tovább élesítettük.

#### 4. A kultivátor kapák hőkezelése

A hőkezelés technológiájának kidolgozásakor alapvetően kétféle hőkezelési eljárást alkalmaztunk, az edzést és a megeresztést.

Az edzés ausztenitesítésből és ezt követő gyors lehűtésből áll, amelynek célja a keménység, kopásállóság, szilárdság növelése. Az ausztenitesítés hőmérséklete és ideje, valamint a lehűtés sebessége az acélminőségtől



■ 4. ábra. A lúdtalpkapákkal felszerelt munkagép, és egy kapa kinagyítva

függ. Ötvözetlen acélok edzési hőmérséklettartománya  $A_3+50$  °C (hipoeutektoidos acélok), illetve  $A_1+50$  °C (hipereutektoidos acélok) [4]. Az edzett martenzites szövet rideg. Ez a ridegség megeresztéssel mérsékelhető. A megeresztés hőmérsékletének növelésével az edzett anyag szilárdsága csökken, szívóssága nő. Hasonló hatása van a megeresztés időtartamának is. Kemény, kopásálló alkatrészek esetében a martenzites szerkezet megtartása a cél. Ilyen esetben csak olyan hőmérsékletre hevítjük a darabot, hogy a szerkezetváltozás ne következzen be, csak a belső feszültségek csökkenjenek. Ezt az eljárást alacsony hőmérsékletű megeresztésnek nevezzük.

A szabadalakító kovácsolás során kísérleti célból öt próbadarabot állítottunk elő és az 1. táblázat szerint különbözőképpen hőkezeltük.

#### 5. Az elkészített mintadarabok használata talaj-előkészítési munkákhoz

A kísérleti darabokat átadtuk Illyés János hajdúszováti mezőgazdasági vállalkozónak, 200 hektár földterület

talaj-előkészítése céljából, melyet a 4. ábrán látható kombinátorral végeztek.

A kapák tömegét használat előtt és a 200 hektár művelése után is lemértük, az eredmények összefoglalását az 1. táblázatban mutatjuk be.

Az 5. ábrán a kísérleti darabok láthatóak új állapotban és kopottan. Megállapítható, hogy 2. és 3. mintán következett be a legkisebb anyagvesztés. A többi hőkezelt minta esetében kapott eredmények nem vágnak össze a tudományterület elméleti hátterével, mivel ezek a minták a vártnál nagyobb mértékű anyagvesztést szenvedtek el. Ezt az ellentmondást több tényező is okozhatta. Az egyik, hogy a kovácsolás helyében végzett hőkezelés nem szabályozott körülmények között történt. A másik, hogy a munkagépen elhelyezett kultivátor kapák fedésben vannak egymáshoz képest és emiatt nem egyenletes terhelést kaptak. Ezen hibák kiküszöbölése érdekében a hőkezeléseket szabályozott körülmények között kell végezni, valamint legalább három, ugyanolyan hőkezelési állapotú mintával kell a kísérleteket lefolytatni.

1. táblázat. A kultivátor kapák tömege használat előtt és után

Próba száma	Elvégzett műveletek	Mintadarab tömege [g]		
		Használat előtt	Használat után	Különbség
1.	normalizálva	226	118	108
2.	élek edzve	233	163	70
3.	élek nemesítve	231	158	73
4.	teljes felület edzve	235	142	93
5.	teljes felület nemesítve	232	120	112



■ 5. ábra. A kísérleti darabok használat előtt (alsó sor) és használat után (felső sor)

## 6. Összefoglalás

Jelen cikkünkben a Debreceni Egyetem Műszaki Karának Gépészmérnöki Tanszékén folytatott kutatómunka előkísérletét végeztük el. Megterveztük a lúdtalpkapa szabadalakító kovácsolási technológiáját és mintadarabokat hoztunk létre kísérleti célból. A lúdtalpkapa-

nálva a kutatómunkát folytatjuk és a lúdtalpkapák élein meleg fém-porszórással kemény kopásálló réteget hozunk létre. Az így elkészített mintadarabok szintén mezőgazdasági használatba kerülnek, továbbá fémtani vizsgálatokat is végzünk rajtuk, ennek eredményeit a BKL Kohászatban megjelenő újabb cikk keretében kívánjuk

pákat különböző-féleképpen hőkezeljük, majd az élettartam és hőkezelés közötti összefüggés vizsgálata céljából kiadtuk használatra, amelynek során valós körülmények között talaj-előkészítési munkálatokat végeztek. Jelen kísérletünk eredményeit felhasználva

bemutatni. Mivel Magyarországnak rendkívül jó termőtalaja van, a mezőgazdaság meghatározó szerepet tölt be az ország gazdasági életében, ezért a termelékenység növelésére irányuló kutatásoknak – mint amilyen a miénk is – igen nagy a jelentősége.

## Felhasznált irodalom

- [1] Dr. Kiss Ervin: Képlékeny alakítás, Tankönyvkiadó, Budapest, 1991.
- [2] Forging Design Handbook. American Society for Metals, Ohio, 1972.
- [3] Dr. Szabó László: Szabadalakító kovácsolás, Miskolc, 2001.
- [4] Aschenbrenner József: Fémötvözetek tulajdonságainak megváltoztatása hőkezeléssel, Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest, 2008.
- [5] <http://static.mascus.com/image/product/large/ff06fb96/other-caldiz-sorkozmuvelo-kult,409ac3f8.jpg>

# VIII. Ózdi ipari örökségvédelmi konferencia

Az Ózdi Ipari Örökségvédők Baráti Köre kezdeményezésére idén már nyolcadik alkalommal rendezték meg június 3-án az örökségvédelmi konferenciát, ezúttal a „Hét völgy fesztivál” városi rendezvénysorozat részeként. Örvendetes, hogy az eseményt – melyről az Ózdi Városi Televízió is beszámolt – ezúttal is támogatta a helyi Önkormányzat, az Ózdi Acélművek Kft., a SPAL Kft., az Ózdi Művelődési Intézmények és az Ózdi Nyugdíjas Klub is.

Az egész napos rendezvény a Rombauer Tivadar téren vette kezdetét, az egykori gyári duda elektronikusán rögzített hangjával. Itt dr. Grega Oszkár, a Miskolci Egyetem címzetes egyetemi tanára tartott megemlékező beszédet. A gyáralapító emléktáblájánál a résztvevő szervezetek képviselői koszorút helyeztek el.

A gazdag program az Olvasóban folytatódott. A kohász himnusz elhangzása után Benyhe László nyugalmazott gépészmérnök, az Ipari Örökségvédők Baráti Körének egyik alapító tagja köszöntötte a 97 regisztrált résztvevőt. Közöttük az Ózdi környéki-

eken kívül Miskolcra, Budapestra és Dunaujvárosból érkezett vendégek is voltak. A regisztrációnál a megjelentek az elmúlt két évi, VI-VII. konferencia eseményeit összefoglaló kiadványt is átvehették.

A köszöntés után Janiczak Dávid, Ózdi Város polgármestere tartott üdvözlő beszédet, melyben méltatta őseink munkáját, illetve azt a kezdeményezést, amely évekkel ezelőtt az ipari múlt és a vasgyártás ránk maradt tárgyi, szellemi értékeinek és emlékeinek megőrzését tűzte ki célul.

Az első szakmai előadásban dr. Marcisz Gáborné, a Finomhengermű Munkás Kft. egykori ügyvezetője az 1914–15-ben épült finomhengermű történetéből elevenített fel érdekes epizódokat. Kiemelte a hengermű különleges és egyedinek számító termékeit, melyek gyártása jellemzően a Munkás Kft. működésének éveire, az ezredforduló időszakára tehető. Előadása végén szólt a világ vaskohászatának mai jellegzetességeiről, kitérve a hazai vaskohászat helyére és szerepére.

Bárdos István nyugalmazott kohó-

mérnök az Ózdi környéki korai vasművesség emlékeit és fontosabb eseményeit ismertette a XI. századtól kezdve az 1845-ben történt gyáralapításig. Egyes kutatások szerint az Ózdi környéki vasművesség korai időszakára utalhat a település ma is létező Vasvár nevű városrésze is, melyet már a XVIII. századi dokumentumok is említettek.

Ezt követően Farkas Péter Barnabás múzeumvezető, valamint Csák Rita kohómérnök és múzeumpedagógus a helyi muzeális gyűjtemény bányászattörténeti gyarapodásának darabjait mutatta be a résztvevőknek. A gyűjtemény új elemei a mai Ózdi egyik településrésze, Bánszállás szénbányájában tevékenykedő Csák család bányamérnökeinek hagyatékából származnak.

Végezetül Kunhalmi Gábor, a Szlovák Vaskultúra Egyesület elnökének írásban megküldött előadásából a fényképekhez kapcsolódó magyarázó részleteket mutattunk be, hogy legalább ennyiben képet kapjanak az érdeklődő résztvevők a Felvidék vaskultúra útjának ipari örökséget jelentő





■ A felújított létesítmények: a parkolóban egy acélműi kémény megmaradt alapja, mögötte az egykori erőmű és a fűvógépház épülete



■ A múzeum udvarán kiállított gőzmozdony mellett Farkas Péter Barnabás tájékoztatását hallgatják a résztvevők

emlékeiről, illetve azok megőrzésével kapcsolatos, kívánatos tennivalókról.

A délelőtti program befejező részeként a konferencia résztvevői egy 1953-ban, a Magyar Filmhíradó által készített dokumentumfilmet tekintettek meg, mely az akkori Ózdi Kohászati Üzemek nagyolvasztó- és acélművét mutatja be, egy acéladag gyártását nyomon követve.

A konferenciát hagyományosan a bányász himnusszal zártuk.

A rendezvény délután a közelmúltban EU-s pályázati forrásokból példászerűen felújított – a nagyközönség számára azonban még át nem adott – létesítmények megtekintésével folytatódott, Farkas Péter Barnabás kalauzolásával. A Gyár út mentén lévő múzeum – az egykori gyári iskola –

épületének teljes rekonstrukciójával egy rendkívül gazdag ipartörténeti létesítmény áll majd az érdeklődők rendelkezésére. Az épület udvari részén ipari skanzen alakítottak ki, amelynek nagyobbik része a volt erőmű és kohói fűvógépház közötti parkosított területen található. A skanzenben elhelyezett „gépszobrok” – pl. Kerpely-generátor, hengerállványok, forgácsoló gépek – a vasgyár egykori berendezései voltak.

Az ipari műemléknek nyilvánított, egykori erőmű és fűvógépház épületei a teljes körű felújítás után új, kulturális célú funkciót kapnak. Az erőmű épülete ad helyet a különböző rendezvények lebonyolítására is alkalmas multifunkciós módszertani központnak, melyet „Digitális erőműnek”, illet-

ve „Kulturális GPS-nek is” neveznek. A fűvógépház épületéből filmtörténeti élményparkot alakítanak ki, ahol a visegrádi négyek digitalizált filmjeit tárolják a jövőben. Az idelátogató érdeklődőket remélhetően vonzó új létesítményekben egyébként mintegy hetven képzett munkaerő foglalkoztatását tervezik.

Az egész napos rendezvény az új ismeretek megszerzésén, valamint a létesítmények megismerésén túl kiváló alkalmat nyújtott a már korábban is kialakult szakmai, baráti, kollegiális kapcsolatok ápolására is.

✍ **Benyhe László**

A fényképeket *Dobosy László* fotóművész, a Baráti Kör tagja készítette.

## Az acélok szabványosítása 2015-ben

Az acélok, acéltermékek szabványosításával az MSZT/MB 402 „Acélok” szabványosító bizottság foglalkozik. Ezen a szabványosítási szakterületen fedezet hiányában 2011 óta nem volt lehetőség magyar nyelvű szabványok kiadására, pedig az elmúlt évben angol nyelven közzétett nemzeti szabványok között is vannak a magyar ipar számára fontos szabványok, pl. a korrózióálló acélokra vagy az acélok jelölési rendszerére vonatkozó szabvány (1. táblázat).

Nagy érdeklődéssel várják a tervezők és a kivitelezők is a melegen hengerelt szerkezeti acélok műszaki szállítási feltételeire vonatkozó EN

10025 szabványsorozat korszerűsített kiadását, amely még nem jelent meg. A késelem elsődleges oka az, hogy a szabványsorozat 2011-ben elfogadott tervezeteit összhangba kellett hozni az építési termékekre hatályos 305/2011/EU európai parlamenti és tanácsi rendelettel. A szabványok kidolgozásáért felelős ECISS/TC 103 műszaki bizottság a tervezeteket átdolgozta, azonban a ZA mellékletekkel kapcsolatban, melyek célja a szabványok és a 305/2011/EU rendelet vonatkozó követelményei közötti összefüggés megadása, további egyeztetések voltak szükségessé.

A ZA melléklet jelenleg érvényes változata szerint a melegen hengerelt szerkezeti acélok teljesítményállandóságának értékelésére és ellenőrzésére (AVCP) a 2+ jelű rendszert kell majd alkalmazni, amely alapján teljesítményállandósági nyilatkozatokat kell kiállítani az építési szerkezetekbe szánt, melegen hengerelt szerkezeti acéltermékekre. A ZA melléklet tartalmazza a gyártó és a bejelentett szervezet 2+ rendszer szerinti feladatait.

Mivel az EN 10025 szabványsorozat végső szavazását most készítik elő, a megjelenés idejét még nem lehet tudni, de akár már 2016-ban is megjelenhet az új kiadás.

**1. táblázat.** Az elmúlt időszakban az acélipar területén megjelent szabványok

MSZ EN 10027-2	Acéljelölési rendszerek. 2. rész: Számrendszer
MSZ EN 10088-1	Korrózióálló acélok. 1. rész: A korrózióálló acélok jegyzéke
MSZ EN 10088-2	Korrózióálló acélok. 2. rész: Az általános felhasználású, korrózióálló acél finom- és durvalemezek és szalagok műszaki szállítási feltételei
MSZ EN 10088-3	Korrózióálló acélok. 3. rész: Az általános felhasználású félgyártmányok, rudak, hengerhuzalok, huzalok, idomacélok és fényes termékek műszaki szállítási feltételei
MSZ EN 10217-7	Hegesztett acélcsövek nyomástartó berendezésekhez. Műszaki szállítási feltételek. 7. rész: Korrózióálló acélcsövek
MSZ EN 10338	Bevonat nélküli, többfázisú acélból melegen és hidegen hengerelt, hidegalakításra szánt termékek. Műszaki szállítási feltételek
MSZ EN 10346	Folytatólagos tűzi-mártó eljárással bevont acél lapostermékek hidegalakításra. Műszaki szállítási feltételek
MSZ EN 10359	Lézerhegesztett, méretre szabott elemek. Műszaki szállítási feltételek
MSZ EN 10360	Melegen, félmelegen vagy hidegen kovácsolás. A szállítás előtti javítás feltételei
MSZ EN 16617	Csőhálózat. Gégecsőtömlő-szerelvények éghető gázokhoz. Teljesítménykövetelmények, vizsgálat és megjelölés
MSZ EN ISO 21809-2	Kőolaj- és földgázipar. Csővezetési rendszerekben szállításra használt, földbe vagy vízbe fektetett csővezetékek külső bevonatai. 2. rész: Egyrétegű, ömlesztett kötésű epoxibevonatok (ISO 21809-2:2014)
MSZ EN ISO 6149-4	Csőkötések hidraulikai és általános felhasználásra. O gyűrűs tömítésű, ISO 261 szerinti métermenetes hidraulikus csatlakozások és csonkok. 4. rész: Hatlapfejű és hatlapú belső kulcsnyílású zárócsavarok méretei, kivitele, vizsgálati módszerei és követelményei (ISO 6149-4:2006)
MSZ EN ISO 683-17	Hőkezelt, ötvözött és automataacélok. 17. rész: Acélok golyós- és gördülőcsapágyakhoz (ISO 683-17:2014)
MSZ EN 10251	Mágneses anyagok. Az elektrotechnikai acéllemez és -szalag alaki tulajdonságainak mérési módszerei

**2. táblázat.** A kidolgozás alatt álló acélokra vonatkozó európai szabványok

FprEN 10056-1	Egyenlő és egyenlőtlen szárú szögacél. 1. rész: Méretek
FprEN 10106	Hidegen hengerelt, nem irányított szemcsézetű, kész állapotú elektrotechnikai acéllemez és -szalag
FprEN 10139	Hidegen hengerelt, bevonat nélküli lágyacél keskeny szalag hidegalakításra. Műszaki szállítási feltételek
FprEN 10303	Vékony, mágneses acéllemez és -szalagok közepes frekvenciákon való alkalmazásra
FprEN 16774	Gépek biztonsága. Az acélkonverterek és a kapcsolódó berendezések biztonsági berendezései
FprEN ISO 21809-3	Kőolaj- és földgázipar. Csővezetési rendszerekben szállításra használt, földbe vagy vízbe fektetett csővezetékek külső bevonatai. 3. rész: Helyszíni hegesztett kötés védelme bevonatokkal
prEN 10219-1	Hidegen alakított, hegesztett, szerkezeti zárt idomacélok ötvözetlen és finomszemcsés acélokból. 1. rész: Műszaki szállítási feltételek
prEN 10219-2	Hidegen alakított, hegesztett, szerkezeti zárt idomacélok ötvözetlen és finomszemcsés acélokból. 2. rész: Mérettűrések, méretek és keresztmetszeti jellemzők

Az acéliparral kapcsolatban az EN 10025-ös sorozat mellett többek között a 2. táblázat szerinti európai szabványok kidolgozása van folyamatban.

További tájékoztatást ad: Szabó József (j.szabo@mszt.hu)

A szabványok megvásárolhatók az MSZT Szabványboltjában, vagy megrendelhetők a kiado@mszt.hu e-mail-címen a Megrendelőlap kitöltésével.

 Szabó József

## FROM THE CONTENT

**Móger R. – Gönczi P. – Titz I. – Cseh F.: Overview of the result of tyure lifetime increasing project (ExTuL) ...** 1  
 ISD Dunaferr Co. as member of a consortium received funding from Research Fund for Coal and Steel in the subject of Extension of blast furnace tyure lifetime. As a result of the financial support it became possible to buy several measuring equipments and significant research results was achieved. Due to the developments the number of tyure malfunctions decreased dramatically, which contributed to the decreasing of the blast furnace's refractory consumption.

**Pálinkás S. – Gindert-Kele Á. – Gajdán B.: Manufacturing of cultivator tines and investigation of the heat treatment and durability ...** 3  
 The implement tools of tillers are exposed to an extraordinary high load and a significant wear, therefore it is necessary to investigate the relationship between their heat treatment and durability. The individual production process of a cultivator tine mounted on an agricultural cultivator is described in our present paper. The main purpose is to change the old, worn cultivator tines to tines having a longer durability;

different heat-treatment technologies have been developed in order to realize our aim. The products made by us will be used in the agricultural production in the future. Based on experiments the type of heat treatment to be used during the production can be determined. As a cultivator is equipped with a lot of cultivator tines, the expenses can be decreased significantly by the use of cultivator tines made by a well-chosen heat-treatment and manufacturing technology and a higher yield/agricultural area can be obtained during the cultivation.

MÁDI LAURA JOHANNA – VARGA LÁSZLÓ – FEGYVERNEKI GYÖRGY

## Műgyantás homokmagok szilárdsági tulajdonságainak változása hőterhelés hatására<sup>1</sup>

### Bevezetés

A gépkocsik tömegcsökkentése környezetvédelmi okokból és az üzemanyag-felhasználás hatékonyságának növelése szempontjából fontos elvárás, hiszen hatósági előírás, hogy drasztikusan csökkenteni kell a széndioxid-kibocsátást. A tömegcsökkentés könnyűépítésű alkatrészek és műszaki megoldások révén jelentősen elősegíthető. Ilyen például az ultrakönnnyű homokinetikus féltengelycsukló, amellyel négy kilogrammal lehet megkönnyíteni a hátsó meghajtást, miközben a nyomaték 27 százalékkal nőhet [1]. A tömegcsökkentés nem csupán gépészeti kérdés, hanem a felhasznált alapanyag tekintetében is van változás, nevezetesen az autópárhazban egyre elterjedtebb a könnyűfémek használata. A gépkocsik tömege növelt szilárdságú ötvözetből készített, vékonyfalú öntvények beépítésével csökkenthető. Az elmúlt évtizedben jelentősen fejlődött

**Mádi Laura Johanna** 2014-ben szerzett BSc anyagmérnöki diplomát az ME Műszaki Anyagtudományi Karán. Jelenleg ugyanott öntész- minőségirányítás szakirányon végzős MSc kohómérnök-hallgató. Kutatási tématerülete: műgyantás maghomokok szilárdsági tulajdonságainak vizsgálata.

**Dr. Varga László** intézetigazgató, Miskolci Egyetem, Öntészeti Intézet. Életrajzát lapunk 2015/6. számában közöltük.

**Dr. Fegyverneki György** címzetes egyetemi docens Miskolci Egyetem, Öntészeti Intézet Könnyűfémöntészeti Kihelyezett Nemak Tanszék. Életrajzát lapunk 2015/5. számában közöltük.

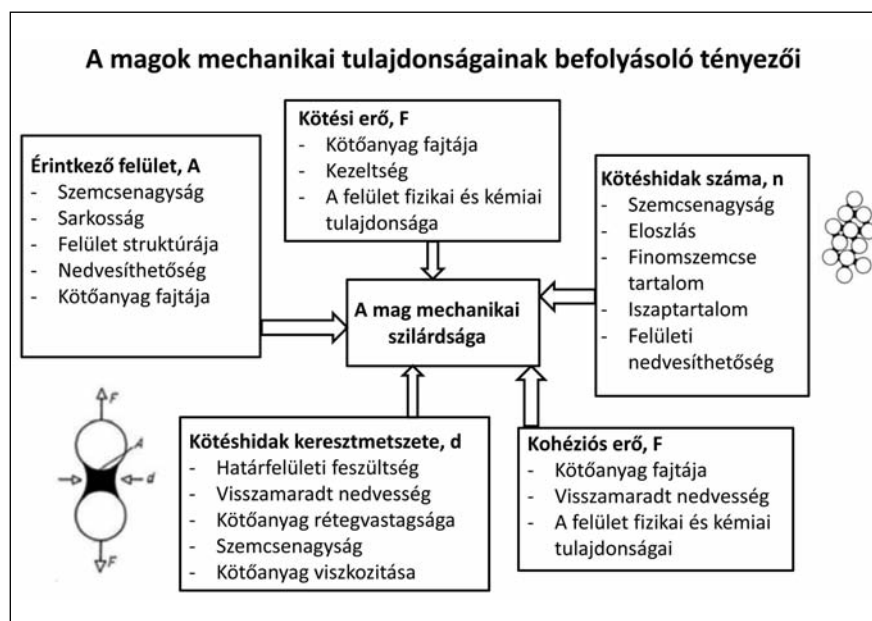
a járműipari öntvénygyártás. A hengerfejek és motorblokkok gyártásában világszerte vezető szerepet betöltő Nemak Győr Kft. a folyamatos technológiai fejlődése révén az autópárhaz meghatározó szereplőinek partnerévé válhatott. Az öntés Tridem, illetve Rotacast gravitációs öntési technológiával, karusszal elrendezésű gépekkel folyik. Az öntött darabok nagy bonyolultságúnak számítanak. A hengerfejeket kokillába öntik, amikhez egyedi homokmagokat használnak. A magokat cégen belül gyártják maglövőgépek segítségével. A magok kétféle eljárással készülnek, hot-box és cold-box eljárással. Az öntvények üregeit bonyolult geometriájú magokkal alakítják ki, ezért az öntvények tömegcsökkentése a magkészítők számára is nagy kihívást jelent (1. ábra).



1. ábra. Egy hengerfej üregeinek kialakításához használt bonyolult geometriájú mag

### Vizsgálati célkitűzés

Kutatómunkánk célja az eltérő eljárással és kötőanyaggal gyártott magok hőterhelés utáni szilárdsági tulajdonságainak a meghatározása volt. Az egyre bonyolultabb geometriájú hengerfejek esetén elvárás a magokkal szemben a szilárdsági követelmények



2. ábra. A műgyantás magok mechanikai szilárdságát befolyásoló tényezők [2]

<sup>1</sup> Miskolci Egyetem XXX. microCAD-konferenciáján (2016. 04. 12–22.) elhangzott előadás szerkesztett változata

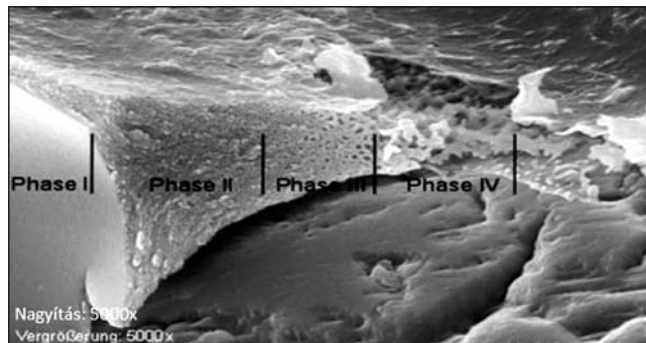
mellett a könnyű üríthetőség. Az öntvényekkel szemben további vevői elvárás a méretpontosság, ami nagymértékben függ a magok megszilárdulásától.

A magok szilárdsági tulajdonságaival szemben két fő elvárásnak kell teljesülnie. El kell viselnie a formatöltés és megszilárdulás közben a 720 °C-ra hevített folyékony fém okozta hő- és mechanikai igénybevételt, ugyanakkor a megszilárdulást követően könnyen eltávolíthatónak kell lennie. A magok mechanikai tulajdonságait számos, a 2. ábrán látható tényező befolyásolja.

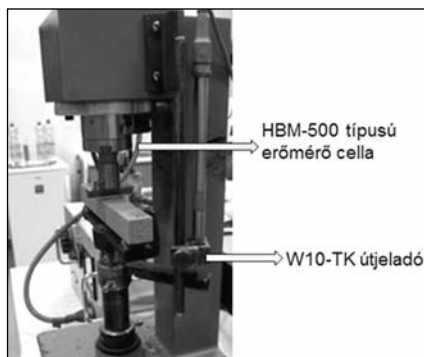
A műgyantás magok mechanikai tulajdonságainak vizsgálatára alkalmas módszer a hárompontos hajlítóvizsgálat. Munkánk során egy új mérési módszert, az éknyomóvizsgálatot dolgoztuk ki, amelynek a segítségével a próbatest hossz tengelye mentén mérhető a homokszemcsék közötti műgyantás kötőhidak erőssége.

### Elvégzett kísérletek

A vizsgálatokhoz alkalmazott próbatestek laboratóriumi körülmények között, cold-box eljárással készültek. A homokkeverékeket fenol-műgyantából (0,6%), izocianátból (0,6%) és termikusan regenerált kvarchomokból készítettük el. A cold-box kötések többnyire



■ 3. ábra. Cold-box kötőhid metszete [3] (Phase= fázis)



■ 4. ábra. Útjeladóval és erőmérő cellával felszerelt szilárdságvizsgáló berendezés

szabálytalan, összenőtt poliuretán részecskékből állnak össze. Ezek alkotják a vázát a különböző méretű (0,1-0,2 µm) részecskék között. A 3. ábrán egy cold-box kötőhid metszetét láthatjuk N = 5000 × nagyításban [3].

Ezeket a homokszemcséket összekötő részeket különböző fázisokra lehet osztani:

1. fázis: Sűrű, külső réteg (homokszemcse körül)
2. fázis: Finom pórusú szerkezet
3. fázis: Durva pórusú szerkezet
4. fázis: Korallszerű szerkezet

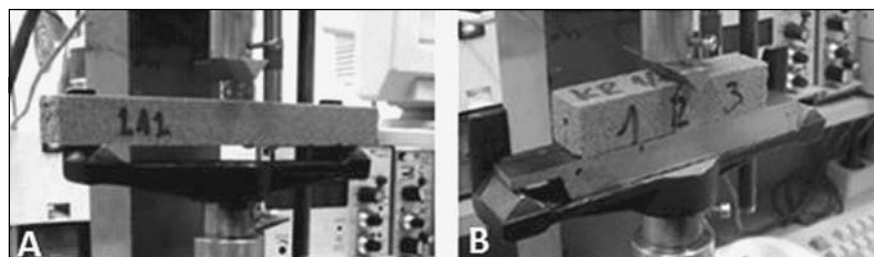
Méréseinkhez az öntődei szabványban elfogadott, 20x20x180 mm méretű próbatesteket használtunk. A hagyományos hajlítóvizsgálat során csak egy értéket

kapunk, a legnagyobb erőhöz tartozó hajlítószilárdság értékét. Vizsgálataink újszerűsége abban rejlik, hogy az útjeladóval és az erőmérő cellával felszerelt mérőműszer az erő-elmozdulás együttes mérésére alkalmas.

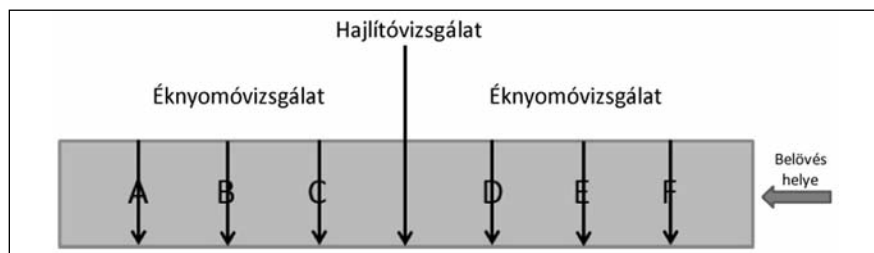
A 4. ábrán látható mérőműszerrel kétféle vizsgálatot lehet elvégezni, a hárompontos hajlítóvizsgálatot és az éknyomóvizsgálatot. A két módszer közötti különbséget az 5. ábra szemlélteti. Az éknyomóvizsgálat során a próbatest alá van támasztva és az ék fokozatos benyomódása okozza a tönkremenetelt.

Az éknyomóvizsgálat lehetővé teszi a próbatest eltérő pontjaiban a kötések erősségének vizsgálatát. Egy próbatesten a 6. ábra szerint több mérést is végeztünk.

Az üríthetőség vizsgálatára alkalmas paramétereket egy kötőanyag-beszállító cég laborjától átvett mérési protokoll továbbfejlesztése alapján határoztuk meg. Ehhez a próbatesteket 400, ill. 450 °C-os kemencében különböző ideig tartó (2,5, 5, 7,5, 10, 15, 20, 25 és 30 perc) hőterhelésnek tettük ki. A mérési módszer segítségével képet alkothatunk arról, hogyan változik a mag szilárdsága a különböző idejű hőterhelések során.



■ 5. ábra. A: Hárompontos hajlítószilárdság-mérés (a próbatest végeinek alátámasztásával) B: Éknyomóvizsgálat (a próbatest teljes felületén való alátámasztással)

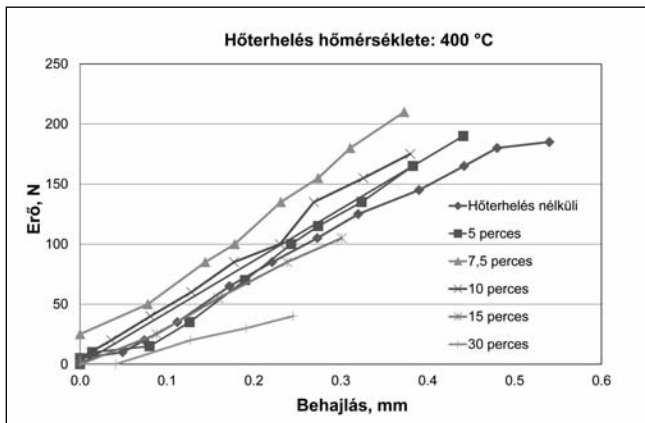


■ 6. ábra. A próbatest hossz tengelye mentén végzett vizsgálatok pontjai

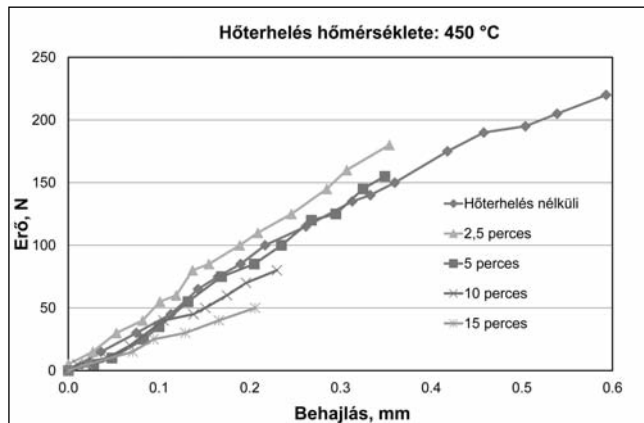
### Vizsgálati eredmények

Bakó Károly szerint [4] a cold-box magok szilárdsága 350-400 N/cm<sup>2</sup>. Az általunk vizsgált próbatestek hajlítószilárdsága a szakirodalomban található maximumértékekhez esik közel. A 7. és a 8. ábra a 400 és 450 °C-os hőterhelés hatását mutatja be.

A 400 °C-os hőterhelésnél megfigyelhetjük, hogy a rövid hőterhelés hatására megnő a tönkremenetelhez



■ 7. ábra. A 400 °C-os különböző idejű hőterhelés hatása



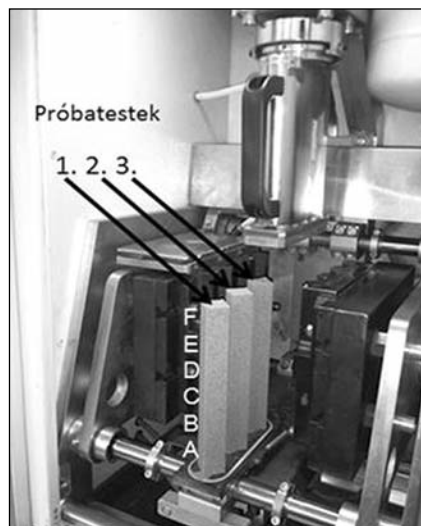
■ 8. ábra. A 450 °C-os hőterhelés hatása

tartozó erő és csökken a behajlás. Az utólagos szilárdságnövekedés azt bizonyítja, hogy szobahőmérsékleten még nem ment végbe minden kötést erősítő reakció.

A 450 °C-os ilyen rövid idejű hőterhelés során ez a jelenség már nem figyelhető meg. Hipotézisünk szerint a 180 mm-es lövő úthossz mentén nem egyenletes a mag szilárdsága. Ezért a próbatest hossz tengelye mentén éknyomóvizsgálatot végeztünk. A 9. ábrán a próbatesteket gyártó maglövőgép egy részlete látható a próbatest hossz tengelye mentén történt vizsgálati pontok jelölésével együtt.

Egy hőterhelés nélküli próbatest hossz tengelye mentén mért éknyomóvizsgálat eredményét a 10. ábrán mutatjuk be.

A 9. ábrán látható, hogy a maglövő szerszám aljában (A pontban) nagy

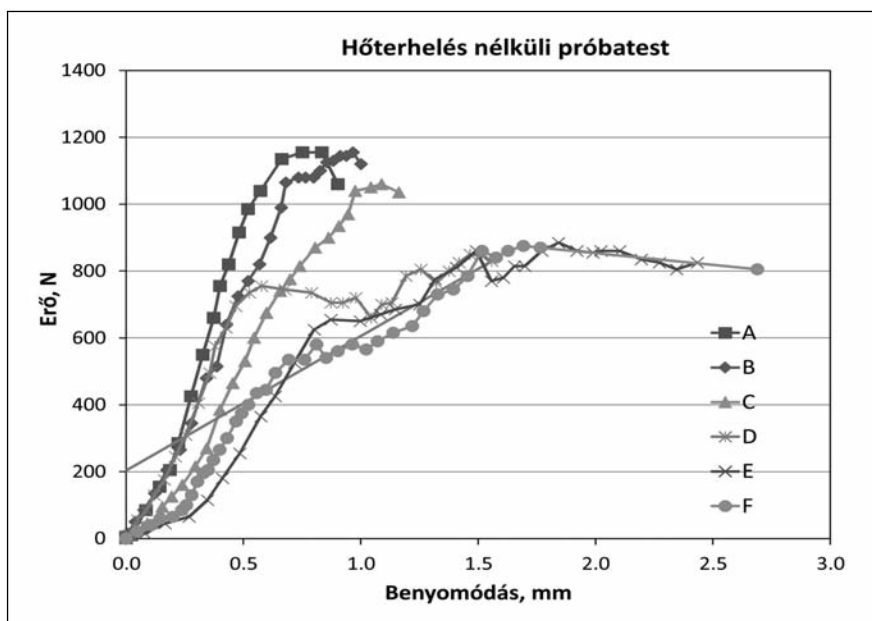


■ 9. ábra. Laboratóriumi maglövőgép a lőtt próbatestekkel

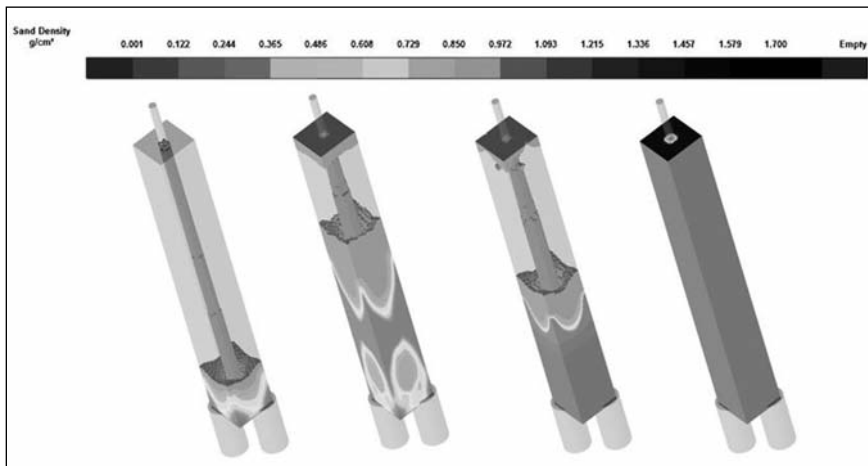
erőhatásra, kis benyomódás mellett ment tönkre a próbatest, tehát ez a

rész ridegebb. A próbatest tetején, a lövőnyíláshoz közelebbi E, F pontban, kis erő hatására, nagyobb benyomódás mellett morzsolódott szét a darab, ami plasztikus viselkedésre utal. A mag minőségét a maghomok keverékek tulajdonságain kívül nagymértékben meghatározza, hogy a tömörsége, szerkezete mennyire egyenletes. A magfúvó- és lövőgépeken készített magok tömörödése elsősorban a homok-levegő áram mozgási energiájának, másodsorban a levegőnek a mag homokrégeiben végbemenő filtrációjának következtében megy végbe [4]. A valóságban nehezen megfigyelhető folyamatokat a szimulációs programok jól reprezentálják, ilyen lehet a formatöltés, a hőmérséklet-eloszlás, a dermedési folyamat, a feszültségeloszlás és a különböző technológiai paraméterek változtatásának hatása. A próbatest szerkezeti inhomogenitási okainak kimutatására szimulációt készítettünk, MAGMA szimulációs program segítségével. A próbatestlövés szimulációból kivett pillanatképek a 11. ábrán láthatóak.

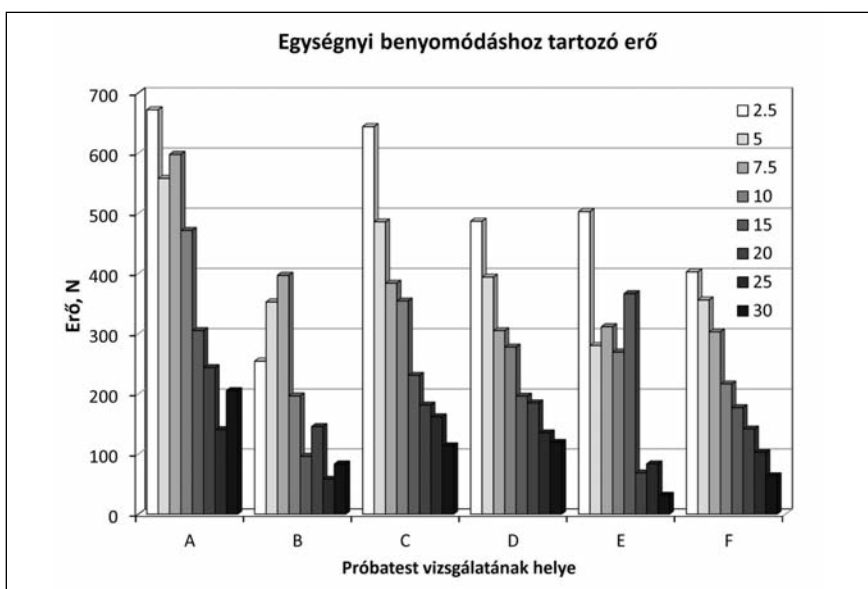
A magszekrény töltése után a levegő áthaladása folytatódik a homokkeverék pórusain keresztül a befúvónyílástól a kilevegőzések irányába. Így a légnomástól, a porozitástól és a rétegvastagságtól függő nyomásgradiens keletkezik, ami további tömörítő hatást fejt ki. Ezeknek az energiáknak a hatékonysága függ a mag alakjától és a kilevegőzési rendszerétől is. A szimuláció egy bizonyos tömörítő hatás mutatott ki, ami töltöttségi szintkülönbségén mutatkozott meg. A próbatestek alján lévő ridegebb viselkedést feltehetően a maglövőgép sajátossága okozhatja. A kilevegőzők (dűz-



■ 10. ábra. A próbatest hossz tengelye mentén mért éknyomóvizsgálat eredményei



■ 11. ábra. MAGMA-szimuláció a próbatestlövésről



■ 12. ábra. Különböző idejű hőterhelések hatása az egységnyi benyomódáshoz szükséges erőre

nik) rendszeres karbantartásával ez a jelenség kiküszöbölhető.

### Különböző hőterhelések hatása a próbatest hossz tengelye mentén

Továbbiakban az egységnyi benyomódáshoz tartozó erő meghatározását ismertetjük. Az erő-elmozdulás (benyomódás) görbék integrálásával megkaptuk a próbatest tönkremeneteléhez szükséges befektetett munkát, Nmm mértékegységben. A nagy szórás miatt normálást hajtottunk végre, ami egyszerűen kifejezve azt jelenti, hogy a munkát elosztottuk a maximális elmozdulással (mm). Normálás után erőt kapunk, hiszen a mértékegységekből következik, hogy  $Nmm/mm=N$ . A 12. ábrán az egységnyi benyomódáshoz

tartozó erőt mutatjuk be a próbatest hossz tengelye mentén.

A diagramokon jól látható, hogy minél hosszabb ideig vannak hőterhelésnek kitéve a próbatestek, annál jobban lecsökken a kötése erő nagysága. Következésképpen megállapítható, hogy a lövési úthossznak és a hőterhelési időnek nem elhanyagolható a szerepe a magok szilárdságában.

### Összefoglalás

Az útjeladóval és erőmérő cellával felszerelt szilárdságvizsgáló berendezéssel a magok terhelés közbeni alakváltozását is vizsgálni tudtuk. A különböző idejű hőterhelésekkel kimutattuk, hogy a rövid idejű hőterhelések során még nőhet a mag szilárdsága, feltehetően

azért, mert szobahőmérsékleten még nem jön létre minden kötést erősítő reakció. 10 perces hőterhelés után jelentős mértékben lecsökken a magok szilárdsága.

Az Öntészeti Tanszéken kidolgoztunk egy új vizsgálati módszert, az éknyomóvizsgálatot. Ez a mérés lehetővé teszi a próbatest hossz tengelye mentén a kötése erőssége feltérképezését. A lövőnyílástól messzebb eső „A” pontban rideg, míg lövőnyíláshoz közelebbi „F” mérési pontban plasztikus viselkedést figyeltünk meg. A szimulációs kiértékelés a nyomásgradiens hatására létrejövő utótömörödést mutatott ki. Feltehetően ez okozhatja a próbatesten belüli szilárdsági eltérést. A szerkezeti inhomogenitás feltehetően több belővési pont és több kilevegőző alkalmazásával elkerülhető lenne. A magkészítés szimulációjának bevezetése az üzemi vizsgálatok helyszínén már folyamatban van.

### Köszönetnyilvánítás

A bemutatott kutatómunka a TÁMOP-4.2.2.B-15/1/KONV-2015-0003 jelű projekt részeként, a Széchenyi 2020 program keretében az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával, valamint a Nemak Győr Kft. támogatásával valósult meg.

### Irodalom

- [1] <http://www.autopro.hu/elemezsek/Tomegcsockentes-tovabb-isvan/18520/>
- [2] Schindelbacher, G. – Kerber, H.– Riegler M. – Berbic, M.: Umfassende Charakterisierung von Formstoffen mit einer neuen Prüfmethode, Giesserei-Rundschau, 2013. 3/4. sz. 58–66. o. <http://www.voeg.at/web/archiv.html>
- [3] Iden, F. – Pohlmann, U. – Tilch, W. – Wojtas, H.-J. F: Strukturen von Cold-Box-Bindersystemen und die Möglichkeiten ihrer Veränderung, 2011. Giesserei-Rundschau, 1/2. sz. 3–8. o.
- [4] Bakó Károly: Forma- és magkészítés: a fejlődés irányai, BKL, 132. évf. 1999. 10. sz. 399–404. o.
- [5] Tóth Levente: Öntödei gépek és berendezések, 305–301. o., Kézirat, Tankönyvkiadó, Budapest, 1989

# A Soproni Vasöntöde története<sup>1</sup>

**Sopronban a 20. század elejétől a század végéig működött vasöntöde. Ennek történetéről, felfutásáról, öntészetünk történetében jelentős szerepet játszó tevékenységéről és hanyatlásáról számol be a tanulmány.**

## A Soproni Vasöntöde története röviden

Johann Weitzer grazi gyáros 1891-ben alapította meg aradi fiókvállalatát „Weitzer János Gép-, Waggongyár és Vasöntöde Rt.” néven, majd 1901-ben a grazi Schlosserwarenfabrik Brüder Lapp céggel közösen „Vasárugyár Rt. Sopron–Graz” néven alapított céget Sopronban, az Ágfalvi úton. Az első részvényesek a Lapp testvérek voltak. A Brüder Lapp rövidítésből származik a termékek BL cégjelzése, ami 1926-tól engedélyezett védjegy lett.

1938-ban Ausztria a német birodalom részévé vált, s így a gyár német tulajdon lévén, 1946. január 10-én a Szovjetunió tulajdonába került. Irányítója a Szovjet Vállalatok Magyarországi Trösztje, ezen belül a Magyarországi Vasipari Vállalatok Igazgatósága lett.

1952. október 31-én a szovjet állam átadta a Vasárugyár Rt. soproni vállalatot a magyar államnak. Irányítója a Kohó- és Gépipari Minisztérium Tömegcikkipari Igazgatósága lett, új megnevezése Soproni Vasárugyár. 1953. július 1-jével a minisztérium ezt két önálló vállalattá alakította, így vált

**Mühl Nándor** 1956. szeptember 1-től technikus végzettséggel kezdett dolgozni a Soproni Vasöntödében, minőségellenőrzési és technológiai beosztásokban. Kohómérnöként 1967-ben végzett Miskolcon, a Nehézipari Műszaki Egyetemen. A későbbiekben műszaki, termelési, kereskedelmi területen tevékenykedett, 1992-től főmérnöki, majd 1994-től igazgatói beosztásban.

<sup>1</sup> Az öntöde történetéről és Nagyzsadányi Endréről Mühl Nándor, az Öntészeti szakosztály soproni helyi szervezetének egykori titkára tartott videófilmmel is színesített előadást az Öntészettörténeti és Múzeumi szakcsoport 2015. november 17-i ülésén.

ketté a cég Soproni Vasárugyár és Soproni Vasöntöde néven.

1959. január 1-jével mindkét soproni céget a budapesti ELZETT-hez csatolták.

1963. április 1-jén megalapították az Öntödei Vállalatot, és a Soproni Vasöntöde ennek a 05-ös gyáregysége lett. Az Öntödei Vállalatot 1985. január elsejével megszüntették, a gyár ismét önálló vállalattá, majd a rendszerváltozást követően, 1993. január elsejével részvénytársasággá alakult.

## A vasárugyári öntöde építése és első évtizedei

A Soproni Levéltár irataiból tudjuk, hogy a Vasárugyár Rt. Sopron–Graz kérvényt nyújtott be vasöntöde építésének támogatására, amelyet a város Iparpártoló Bizottsága 1907. május 15-i ülésén elfogadott. 1908. május 12-én a Városi Tanács az engedélyt megadta, az akkor szokásos támogatások és feltételek mellett. Az építkezés 1909 márciusa és novembere között zajlott. A vas- és lágvasöntödét (mai szóhasználattal temperöntödét) 1910 elején helyezték üzembe, a munkások száma ekkor közel 200 fő volt.

A Vasárugyár öntödeje elsősorban a soproni és grazi zárgyarak termékeihez szükséges öntvényeket gyártotta le. A gyártmányösszetétel viszonylag állandó volt – záralkatrészek, kulcsok –, majd a harmincas évek elején háztartási öntvények, tűzhelyöntvények, húsdarálók, cipővasak stb. készültek.

A munkák irányítását az egyes szakterületeken az akkori elnevezés szerint az „előmunkás” látta el. A formázás a kézi munkahelyeken kívül, mechanikus, kézi préselésű, lehúzó és fordítólapos formázógépekkel történt. Az üzem létesítésekor két 600 mm-es kupolókemencét építettek, amelyeket 200 kg-os adagokkal működtettek. Előbb tempervas adago-

kat, majd végül szürkevasat olvasztottak. A 30-as évek kezdetén még egy 400 mm-es kupolót is építettek, elsősorban a kis méretű temperöntvények gyártásához.

Az I. világháború időszakában az öntöde létszáma és termelése csökkent. A monarchia közös hadserege részére nagy mennyiségben készültek patkók és zablák. A háború után a termékek gyártása tovább folytatódott, olyannyira, hogy a zablá a gyár feltételezhetően egyedüli terméke, amely az öntöde működésének közel 75 évét változatlan formában végigkísérte.

Az öntöde 1920 és 1945 közötti belső viszonyairól Nagyzsadányi Endre nyugalmazott igazgatónak 1984-ben kelt emlékeztetőjéből értesülhetünk, amely Tislér István korábbi művezetővel folytatott beszélgetés alapján készült, aki 14 évesen, 1923-ban lépett be az üzembe. Akkor a munkaidő napi 12 óra volt hétfőtől péntekig, szombaton 6-tól 12.30-ig. A napi munkaidőt egy óra ebédszünet szakította meg. Hetente egyszer, szombaton volt bérfizetés. A munkások Bánfalva – Ágfalva – Balf községekből származtak, kevesebben soproniak is voltak. A gyár üzletvezető igazgatója 1910-től *Baumann József* volt, aki 1924-ben meghalt, utóda *Ohren Alfonz* lett.



■ 1. ábra. A Vasárugyár levélpapírja a lágvas- és a szürkevasöntöde látképével (1926)

1923-ban a gyárban kb. 420 fő dolgozott, munkaerőhiány nem volt. Szigorú fegyelmi szabályok voltak.

Ohren Alfonz mérnökként került az öntödébe, majd ő lett a részvénytársaság igazgatója. A kupolókemence irányítását, adag-összeállítását személyesen irányította és menet közben is adott utasításokat. A lágyítási próbákat személyesen ellenőrizte. A lágyító műhely mestere vitte a próbát ellenőrzésre az irodába, illetve a lakásába. Lényegében az egész technológiát személyesen irányította.

Ohren a gyár vezetői közül a nagy egyéniségek közé tartozott. Senkitől sem tűrt beleszólást az üzemvezetésbe. 1939-ben megsértődött és kilépett a részvénytársaság szolgálatából. A gyár vezetője ettől kezdve *Chapó Elek* gépészmérnök lett, aki a város felszabadulásakor Nyugatra menekült. Az üzletvezetést kis időre *Becht Rezső* – Sopron elismert hűségdíjas írója (1893–1976) – vette át, később, Nyugatról visszatérve, 1946-ban ismét *Chapó Elek* lett az igazgató.

A 30-as évek második felében a gyár dugattyúgyűrűk, majd csőkapcsoló idomok (ún. fittingek) öntését is elkezdte, amelyeket 1941-től már megmunkálva értékesítettek. A néhány száz tonnás öntvénygyártás 1940-ben átlépte az ezertonnás szintet (1035 t), a létszám pedig 300 fő volt, de kétévi fellendülés után 1943-tól erős csökkenés következett be.

A gyár háborús kárt nem szenvedett, minden berendezése üzemképes állapotban maradt, így a felszabadulás után két nappal már megindult az öntvénygyártás. Az öntödébe egy szovjet gépkocsizó alakulatot irányítottak, akik részére elsősorban dugattyúgyűrűket és perselyeket gyártottak.

### **A Vasárugyár hétéves szovjet irányítás alatt (1946–1952)**

1946-tól a gyár vezetőit a Szovjet Vasipari Vállalatok igazgatósága nevezte ki. Az öntöde első szovjet vezetője *Cibula Nyikolaj Mitrofanovics* volt. Az 1947-ben indított hároméves terv már azt a célt tűzte az öntöde elé, hogy az 1938-as termelést 10%-kal haladja túl. 1948-ban az egy főre jutó termelés már 129%-ot ért el. Ebben része volt az 1948 májusától megindult munkaverseny-mozgalomnak, amelyre a szovjet



■ 2. ábra. Öntők. Soproni Horváth József, Munkácsy-díjas festő szénrajza (1954)

vállalatvezetés nagy hangsúlyt fektetett.

A szovjetek a dugattyúgyűrű-gyártást kívánták fokozni. Az öntöde első fejlesztési tervét 1951 júliusában a Gépipari Tervező Iroda Öntödei Osztálya készítette el, de ezt nem valósították meg.

Az államosítást követően, 1952. október 31-től az öntöde igazgatója a Csepelről áthelyezett *Varga István* lett, aki 1969-ig, nyugdíjazásáig töltötte be ezt a pozíciót, és döntő szerepe volt a soproni fejlesztések kedvező döntéseiben.

### **A Soproni Vasöntöde első ötéves önállósága (1953–1958)**

Az időszak elején a zárgyár és az öntöde önálló vállalattá alakult. A gyárban a tapasztalt szakmunkásokból és a technikumokból kikerült fiatalokból szakmai ismeretekben és létszámban is erős műszaki értelmiség kovácsolódott össze. A műszaki előkészítésben nagy fejlődés kezdődött. A termelés mennyisége lényegesen nem változott. A gyártmányszerkezet módosult. 1953-ban gyártottak először 500 tonnánál nagyobb mennyiségben csőkapcsoló idomokat. A féktusköntvények mellett a MÁV részére nagy mennyiségben szállítottak megmunkált csapágyakat, 1956-ban 28 000 db-ot. A mennyiségi és minőségi igények állandóan növekedtek. A záralkatrészek és kulcsok aránya még mindig tekintélyes volt (2. ábra). Ekkor kezdődtek az első fekete- és gömbgrafitos öntvénygyár-

tási kísérletek is, és kidolgozták a továbbfejlődéshez szükséges műszaki feltételeket

### **A Vasöntöde és a Zárgyár az ELZETT Vasárugyár irányítása alatt (1959–1962)**

A termelés folyamatosan növekedett. A szürkeöntvénygyártás mintegy 1400 tonnás szinten állandósult, a temperöntvény-termelés pedig 1960-ban meghaladta a 2000 tonnát.

Az Elzett Művek 1960 februárjában minisztériumi jóváhagyásra terjesztette be egy évi 5000 tonnás feketetemperöntöde beruházási programját. A fejlesztési programot többszöri átdolgozás ellenére nem hagyták jóvá. A kisebb korszerűsítések mellett, egyedül a lágyító kemencék szénről olajtűzelésre való átállítása valósult meg, jelentős energiaraționalizáló fejlesztésként.

### **Az Öntödei Vállalat 05. sz. gyáregysége lett a Soproni Vasöntöde (1963–1984)**

Az Öntödei Vállalat létrehozásának az volt a célja, hogy egységes műszaki irányítással, a fejlesztési alapok koncentrálásával emeljék az öntödék műszaki színvonalát, javítsák a munkakörülményeket, biztosítsák a népgazdasági igények fokozottabb kielégítését, a szakosítást, a gazdaságos, hatékony működést, javítsák a létszám-, bér- és szociális helyzetet.

A 60-as évek elején a hazai temperöntvényigény növekedése szükségessé tette a termelés növelését. Két lehetőség közül kellett választani: új öntöde építése Salgótarjánban, vagy rekonstrukció Sopronban, elismerve az 50 éves gyártási tapasztalatot. A döntés Sopronra nézve kedvező alakulásában jelentős szerepet játszott *Varga István* igazgató és *Nagyzsadányi Endre* főmérnök kiállása. Így végül az Öntödei Vállalat szervezetén belül – többszöri módosításokkal, az 5000 tonnás célkitűzés 12 000 tonnára való növelésével – jóváhagyták a soproni fejlesztést (1. táblázat).

Megépült egy teljesen új, duplex eljárású olvasztómű szekunder levegős, hidegszeles kupolókemencékkel, és hálózati frekvenciás indukciós kemencékkel. A formázáshoz két NDK



1. táblázat. A cég főbb gyártmányainak felvevőpiaca az 1960–90-es években

Főbb gyártmányok	Országos programok	Partnerek
Csőkapcsoló idomok (fitting)	Lakásépítési program	ÉPTEK Szerelvényértékesítő
Jármű-alkatrészek	Járműipari program	Magyar Vagon- és Gépgyár MÁV
Villamos távvezetékek szerelvényei	750 KW-os villamosítási program	Pécsi Porcelán
Őrlőtestek	Vasúti vonalak villamosítása Cementgyártás fejlesztése	MÁV Cement és Mészművek
Mezőgazdasági gépalkatrészek	Mezőgépgyártási és öntözési program	Mezőgép vállalatai
Záralkatrészek, palack-sapkák, egyéb		ELZETT MOFÉM

gyártmányú GISAG Foromatic-P típusú nagynyomású elektropneumatikus rendszerrel automatizált, valamint egy Hallsworth (angol) félautomata gépsort építettek be. A magkészítéshez víz-üveges és hot-box eljárással működő Röper és Shalco maglövőgépeket helyeztek üzembe. Új típusú szerszámok készültek, a mintakészítésben is korszakváltás ment végbe. Az addig elsősorban fából és fémből készült mintákat műanyag minták váltották fel (3–4. ábra).

Az 1965–69-es, 300 millió forintos rekonstrukció termelés kiesés nélkül valósult meg. Nagyszadányi Endre volt a rekonstrukció beruházási főmérnöke irányításával a cég Közép-Európa egyik legjobban gépesített öntödéjévé vált. 1969. december 1-jétől az igazgatói teendők átvétele és ellátása, tovább-

bá az új gyártási technológiák sikeres bevezetése lett a feladata. Megbízása nyugdíjba vonulásáig, 1976. december 31-ig tartott.

A szakma szeretetéből ebben az időszakban nagyon sokan vizsgáztak kitűnőre. Az építkezés és a szerelés, valamint a próbaüzem szervezése mellett, ugyanazon személyi és tárgyi feltételekkel, biztosítani kellett a folyamatos termelést és az új technológia kialakítását.

A rekonstrukció befejeztével jelentősen csökkent a nehéz fizikai munka. A nehéz évek azonban a rekonstrukció befejeztével (1970) sem szűntek meg. Az optimistán tervezett termelésfelfutás lassan valósult meg, veszteséges évek következtek, s csak 1975-ben vált újra nyereségessé a gyáregység.

Az öntvénytermelés a tervezett évi

12 000 tonnás mennyiséget soha nem érte el, mivel a gyártmányösszetétel merőben eltért a tervezettől. A rekonstrukcióval erősen csökkent a szürkeöntvénygyártás, viszont a temperöntvény-termelés 1975-re 7700 tonnát ért el.

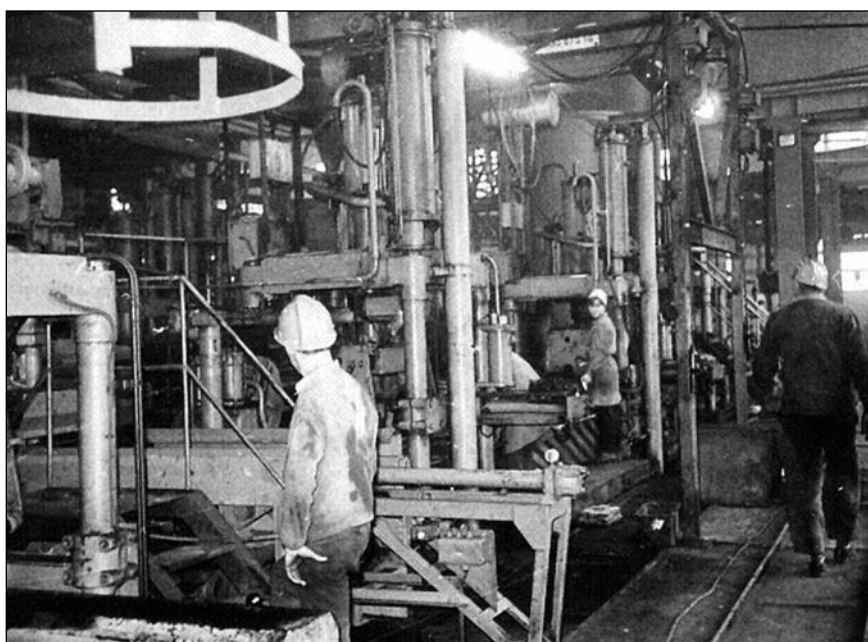
A beruházás 360 millió forintba került, állami költségvetési fedezetből indult. A közgazdasági szabályok változása miatt, mivel azok életbelépésekor nem volt meg az előírt 75%-os készültségi fok, 1976 végéig hitel-, illetve kamat-visszatérítést kellett fizetni.

1977-től 1988-ig *Pintér Ferenc* volt a cég igazgatója.

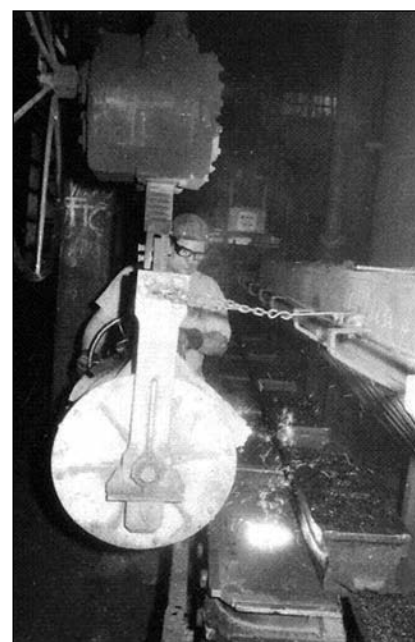
1978-tól megkezdődött a fittingek tűzihorganyozása a mosonmagyaróvári KÜHNE gépgyárban, majd a győri RÁBÁ-nál. Néhány év után a RÁBA a horganyozási szerződést azonnali hatállyal felmondta, így 1983-tól 1990-ig a horganyozás a segedi „Új Élet Mgtsz” tűzihorganyozó és megmunkáló üzemében történt.

1980-ban a termelés elérte a 9500 tonnát. Termelési értékben első alkalommal lépte át a 300 millió forintos értéket, és 1985-ig ezen a szinten mozgott. A gyár létszáma 1980–83-ban volt a legmagasabb, 900–940 fő.

Az 1980-as években a közsörülés és a fittingmegmunkálás területén munkaerőhiány lépett fel, ezt a sopronkőhidai börtönben létesített műhelyben, majd a Segesdi Gazdasági Társaságnál bérmunkával pótolták. Ké-



■ 3. ábra. Formázógépsor, 1970



■ 4. ábra. Öntés az új gépsoron, 1970



■ 5. ábra. A cég standja a Budapesti Nemzetközi Vásáron, 1985

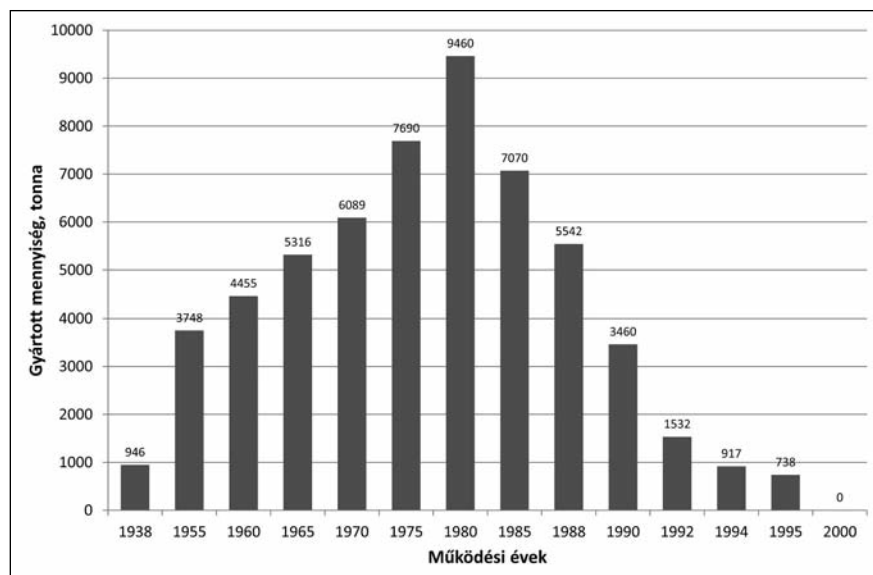
sőbb Bősárányban erre a célra egy telephelyet is létesítettek.

### A Soproni Vasöntöde önállósága a privatizációig (1985–1992)

1985. január 1-vel a Soproni Vasöntöde önálló szervezeti egységgé vált (5. ábra). Az előző időszak fejlesztése után a termelés döntő mennyiségét a két GISAG formázógépsor teljesítménye határozta meg, amellyel először 1974-ben érték el az évi egymillió öntőforma legyártását. Öntvényben ez 6500 tonna mennyiséget eredményezett. 1970 és 1986 között összesen 18 millió öntőforma készült, ami 125 000 tonna öntvényt jelentett, mintegy 4 milliárd forint értékben.

1989-től Sasgáti János kohómérnök vezette az öntödét. A gyár egészen 1988-ig nyereséggel zárta az éveket, de ez után 1991-re 3000 tonnára, 1992-re 1500 tonnára csökkent a termelés. Ennek oka a hazai öntvényigények csökkenése, a fittingimport növekedése, az export gazdaságosságának fokozatos csökkenése, valamint a fejlesztési lehetőségek hiánya volt. 1992-ben csődeljárás alá került a cég. Ekkor már Köves István kohász öntőmérnök volt az igazgató, aki nagy erőfeszítéseket tett azért, hogy a cég privatizációja zökkenőmentesen menjen végbe.

A hitelezők, az APEH, a TB, az ÉDÁSZ kompromisszumkészsége elő-



■ 6. ábra. A Soproni Vasöntöde vasöntvénytermelése (a szerző jegyzetei alapján)

segítette a megegyezést, az összesen 150 millió forint adósság kétéves, pótlékmentes átütemezésével. Hasznosították a nem termelő ingatlanokat, így a tóalmi, fertői üdülőházat, sportpályát stb. További folyamatos csődegyezési tárgyalások eredményeként, 1992. november 12-én a megyei bíróság befejezettnek nyilvánította a csődeljárást. A Soproni Vasöntöde vállalati tanácsa 1992-ben döntött a részvénytársasággá alakulásról, amely 1993. január 1-jével lépett életbe. E vállalkozási formában került sor az Állami Vagyonügynökség nyilvánosan meghirdetett privatizációs pályázatának kiírására.

### A privatizációs időszak kezdete (1993–1995)

Az átalakulás és a privatizáció lebonyolítására a Vasöntöde az ECONOMIX Rt. tanácsadó céget kérte fel. Az első pályázati kiírásra 1993 júniusában került sor.

Pályázatot ekkor három magánszemély – Kocsis József, Sümegi József, dr. Zsohár Etelka – nyújtott be. Október 14-én a konzorcium képviselője Köves István vezérigazgatót felmentette tisztségéből. A „kötélművészet” utána hónapokig folyt. A vasöntöde története ezekben az években inkább volt krimi, mint gazdasági siker. A kialakult helyzet miatt a privatizáció eredményét törölték.

### Soproni Vasöntöde Agram Kft. (1995–1997)

A megismételt pályázat során az öntöde 1995. augusztus 1-jével egy szekszárdi cég – az Agram Szekszárdi Ipari és Kereskedelmi Kft. – tulajdonába került.

Köves István kohómérnök az öntöde működése érdekében, a gyár dolgozóinak messzemenő támogatásával sokáig állta a küzdelmeket. Döntő szerepe volt az eredményes csődegyezésekben és a privatizációk közötti működés fenntartásában.

Az 1995-ös év első fele a rendelésállomány csökkenése és anyagbeszerzési nehézségek miatt bizonytalanságban telt el. A veszteséges termelés miatt jelentős racionalizálásokra került sor. Csökkentették a létszámot, megszüntették a bősárányai köszörüs- és

megmunkáló részleget. A korábbi években, a 90-es évek elején még növekvő német, francia, svájci temper-öntvényexport megszűnt és a hazai igények is drasztikusan csökkentek.

Az igazgatói posztot 1996-tól *Mühl Nándor* okl. kohómérnök vette át. Az új szervezeti formában a tulajdonos sem *Köves István*, sem az őt követő öntödevezetők munkájára nem tartott igényt egy-egy évnél hosszabb ideig.



■ 7. ábra. Az épület állapota 2014-ben

### **Strebelwerk Környezettechnikai Kft. (1998–2000)**

1998 novemberében, az öntöde többségi tulajdonát megvásárolta a Strebel GmbH amely elsősorban fűtéstechnikai eszközök, csatornázási öntvények előállításával és forgalmazásával foglalkozott. A befektetők tulajdonában, Bécsújhelyen egy vaskazángyártó öntöde volt. Az volt a céljuk, hogy a soproni öntöde gyártmányait megtartva, a bécsújhelyi Valuva öntöde csatornázási öntvényeinek gyártását is átveszik. A vasöntöde korábbi gyártmányainak öntése ígéreteik ellenére fokozatosan megszűnt, a gépsorokat leállították és az öntödei dolgozók nagy részének 2000 július elején felmondtak. Mintegy tízéves kálvária után, 2000 júliusában, fennállásának 90. évében, Sopronban megszűnt az öntvénygyártás (6. ábra).

### **Végjáték (2001–2014)**

A Strebelwerknél az első 100 db-os kis

olajtüzelésű kazántest összeállítása után a kazánok összeszerelése szintén abbamaradt. 2000 és 2004 között a telephelyen a csatornázási öntvények forgalmazására lerakat létesült.

Az utolsó lakatosokat és mintakészítőket 2001 nyarán küldték el. A létszám hat főre csökkent. A minta- és karbantartóműhely szerszámgépeit helyi vállalkozóknak értékesítették. 2004 nyarán az öntöde szinte teljes gépi berendezését eladták egy hulladékkereskedőnek.

2009-ben egy melléképületben, 2010 decemberében pedig a főépületben ütött ki tűz. A lángok a földemet teték tönkre. A helyi műemléki védettség alatt álló, az Ágfalvi út mentén hosszan elnyúló téglapépület (irodák, laboratórium, karbantartó műhelyek) az öntöde központi része volt. Ez ma méltóságától megfosztva, torz vázként áll. 2014-ben az építésügyi hatóság elkezdte vizsgálni az épület állapotát, és kötelezte a tulajdonost az állagmegóvásra (7. ábra).

### **Mit jelentett a gyár a város életében?**

A Vasöntöde az 1970-ben befejeződött rekonstrukciója révén, Közép-Európa egyik legfejlettebb öntödéje lett. Gazdasági potenciálja mellett jelentős műszaki, társadalmi, szellemi közösséget alkotott. Az öntvénygyártás mindennapi feladatai mellett munkatársai jelentős társadalmi és tudományos tevékenységet folytattak. Részt vettek a város első TV átvétő toronyának a Károly-kilá-

tóra helyezésében, a Tómalomnál, majd a Fertő-tavon üdülőház építéséből, a Vasas sportpálya létesítéséből, az 1980-as évek során történt felújításkor a Fertőrákosi Barlangszínház üléseinek pótlásából, turista- és tömegsportrendezvények lebonyolításából is kivették részüket.

Az öntöde műszaki szakemberei által működtetett társadalmi szervezet, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Öntödei Szakosztályának helyi csoportja országos jelentőségű rendezvények szervezésében vett részt, amelyek közül kiemelkedő volt az 1968-tól 1985-ig évente megrendezett „Soproni Temperöntési és Mintakészítési Napok”.

### **Felhasznált források**

A Soproni Vasöntöde története, Soproni Szemle, 2015. 3. sz. 252–271. o.  
100 éve született Nagyzsadányi Endre, a Soproni Vasöntöde igazgatója, Soproni Szemle, 2016. 1. sz. 116–119. o.

## **100 éve született Nagyzsadányi Endre, a Soproni Vasöntöde igazgatója<sup>1</sup>**

*Nagyzsadányi (Gayer) Endre* 1915. október 3-án született Sopronban. Itt érettségizett az Evangélikus Líceumban. Egyetemi végzettségét is itt szerezte meg a József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Bányá-, Kohó- és Erdőmérnöki Karán.

Kohómérnöki diplomáját 1941. február 19-én kapta meg. 1940. július 1-jétől, a Magyar Vagon- és Gépgyár Rt. győri vas- és acélöntödéjében helyezkedett el, ahol elektroacélgyártással, vas-, acél-, és fémöntvénygyártással kapcsolatos mérnöki munkát végzett

1945-ig. 1944-ben nősült meg, házasságából két leány, *Klára* és *Edit* született.

1945. április 15-től a soproni Vasáru gyár Rt. öntödei osztályán mint üzemmérnök, majd 1948-tól mint üzemvezető dolgozott. Főmérnöki

<sup>1</sup> Életútjáról az Öntészettörténeti és múzeumi szakcsoport 2015. november 17-én emlékezett meg



■ 1966: Családja körében



■ Arckép, 1970 körül



■ Dr. Macher Frigyessele, 1976 körül

megbízását 1948. szeptember 1-jén kapta. Sok éven át a gyár egyetlen okleveles mérnökeként vezette az öntödét.

Nagyzsadányi Endre az 1965–1969 között lezajlott rekonstrukció beruházási főmérnöke lett, irányításával a cég Közép-Európa egyik legjobban gépesített öntödéjévé vált.

1967 októberében az indukciós kemencék telepítése helyén súlyos üzemi balesetet (lábtörést) szenvedett, és tíz hónapig kényszerült távol maradni a munkától. Visszatérése után nem sokkal, 1969. december 1-jétől az igazgatói teendők átvétele és ellátása, továbbá az új gyártási technológiák sikeres bevezetése lett a feladata. Megbízataása nyugdíjba vonulásáig, 1976. december 31-ig tartott.

Szakirodalmi munkára nem sok ideje jutott, mert egész szakmai tevékenységét a közvetlen termelésben végezte. Egy jelentősebb szakmai írása ismert, amely a Mérnöki Továbbképző Intézet kiadásában, 1954-ben jelent meg, címe: „A fekete temperöntvények gyártásának üzemi tapasztalatai”. Ebben elsőként foglalta össze az akkor még hazánkban újak számító technológiát.

Nagyzsadányi Endre élete és munkássága összeforrott a Soproni Vasöntöde történetével, az OMBKE Öntödei Szakosztály, ill. annak soproni csoportja egyesületi életével és számos városi és tudományos társadalmi szervezet működésével. Jelentős szerepe volt abban, hogy az OMBKE újjáalakulása után, 1945-ben a soproni egyetemen is megindult az egyesületi élet, amelyhez

1958-ban a soproni üzemek dolgozói is csatlakoztak. Ekkor a soproni szervezet elnöke *Esztó Péter*, alelnöke Nagyzsadányi Endre, titkára *Faller Gusztáv* volt. Az összejöveteleken elsősorban bányászati előadások hangzottak el. 1959-ben, amikor a Bányamérnöki Kar is Miskolcra költözött, a Sopronban maradt egyesületi tagok a Gépipari Tudományos Egyesület keretén belül tevékenykedtek.

Az OMBKE Öntödei Szakosztályának önálló helyi csoportja 1964-ben 18 fővel alakult meg, elnöke Nagyzsadányi Endre, titkára *dr. Macher Frigyes* lett. Számos országos rendezvény fűződött kettejük szervezéséhez, mint pl. Szinkép Elemző Vándorgyűlés (1958, 1966), Soproni Temperöntési és Mintakészítési Napok (1968 – 1985). Többször üléseztek Sopronban a Nemzetközi Öntészeti Szövetség munkabizottságai is, így pl. a Bentonit Bizottság 1971-ben és a Temperöntvény Bizottság (7.b) 1972-ben. Az OMBKE 1965-ben és 1970-ben itt tartotta országos választmányi ülését.

Nagyzsadányi Endre a helyi csoport működésénél nagy figyelmet fordított a szakmai előadások mellett a hagyományok őrzésére, az öntöde történetének megörökítésére. Nagy értékű az a feljegyzés, amelyet a gyár alapításának 75. évfordulója kapcsán (1985-ben) *Tislér István* nyugdíjas üzemvezetővel folytatott beszélgetéséről készített az öntöde 1920 és 1945 közötti viszonyairól. Segítette azt is, hogy a 70-es években az öntöde használaton kívülre helyezett eszközeiből néhány az Öntödei Múzeumba kerüljön. Feladatának tekintette a fiatal pályakezdeők támogatását, szakmai tudásra, becsületes munkára, emberségre való nevelését.

Életével példát mutatott, amelyet

számos szakmai és társadalmi kitüntetéssel ismertek el: 1959 és 1967 Kohászat kiváló dolgozója, 1964 Kiváló Kohász, 1975 Munkaérdemrend ezüst fokozat, az OMBKE Kerpely Antal- és z. Zorkóczy Samu-emlékérmé. Ezen kívül több egyesület, ill. társadalmi szervezet, így a Gépipari Tudományos Egyesület, a Magyar Kémikusok Egyesülete, az MTESZ megyei szervezete kitüntetését is megkapta. Több soproni szervezetnek, így a TIT-nek, a Kitaibel Pál Asztaltársaságnak és a Soproni Városszépítő Egyesületnek is tagja volt.

Az Öntödei Szakosztály helyi szervezetének irányításával, legjobb barátjával, *dr. Macher Frigyessele* együttműködve országos és nemzetközi hírnév megszerzéséhez segítette a soproni szakmai rendezvényeket. 1987. április 25-én bekövetezett haláláig munkájában sosem fáradt el, lendületesen, fiatalos tenni akarással beszélt még néhány héttel halála előtt is a város, az egyesület érdekében végzendő teendőkről.

A szakma utolsó Jó szerencsét! köszöntéssel búcsúzott tőle a soproni evangélikus temetőben, 1987. április 30-án.

✍ **Mühl Nándor**

#### **Források**

*Dr. Macher Frigyes*: Nekrológ, BKL Öntöde, 1987. 8–9. sz.

*Macher Frigyes*: Nekrológ, Soproni Szemle, 1987. 4. sz.

*Nagyzsadányi Endre*: Önéletrajz, 1983. 11. 23. – családi emlék

*Nagyzsadányi Endre*: OMBKE Soproni csoportjának története, kézirat, 1985

*Nagyzsadányi Endre*: Soproni Vasöntöde története, kézirat, 1985

## 72. WFC<sup>1</sup> Öntészeti Világkongresszus

A 72. Öntészeti Világkongresszust 2016. május 20. és 25. között Nagoyában, (Japán), a PORT MESSE Nagoya területén tartotta a WFO<sup>2</sup> Öntészeti Világszervezet és a Japán Öntömérnök Egyesület. A WFO-tag OMBKE Öntészeti Szakosztálya hétfős delegációval, köztük egy nemzeti küldöttel utazott Japánba, hogy részt vegyen a kongresszuson.

A WFO Végrehajtó Szervezete és Nemzetközi Bizottsága már május 19-én megtartotta üléseit, ekkor nyitották meg hivatalosan a nagy kiállítói területen megrendezett öntészeti kiállítást is.

A magyar delegáció részt vett a kongresszus programjain (plenáris előadások, szekció-előadások, poszterbemutatók, kulturális programok), több szakaszban megtekintette az öntészeti kiállítást, illetve az ottani szakmai rendezvényeket is. Magyarország/OMBKE hivatalosan regisztrált delegációjaként részt vettünk a WFO General Assembly Meetingjén (a szervezet plenáris ülésén) május 25-én. Ezen a fórumon a tagországok valamennyien rövid tájékoztatást adtak hazájuk öntőiparának helyzetéről.

A szokásosan magas színvonalon rendezett kongresszuson ebben az évben 32 ország mintegy 800 résztvevővel képviseltette magát. A legnagyobb létszámú a lengyel delegáció volt, amelynek a nagy létszámát (36 fő) a 2018. szeptember 23–27-én, Krakkóban rendezni tervezett 73. WFC előkészítésével indokolták.

Az ünnepélyes megnyitót követően *Tsuyoshi Tohyama* (Japán): A japán öntészet helyzete és legfontosabb feladatai; *Hideo Nakae*: A grafit morfológia, a hevítési folyamat, a S és a Cu beépülés hatása a ferrit/perlites szövetre öntöttvasaknál; *Hidehiko Kadono*: Potenciálok és felvetések az öntészetben című plenáris előadásokat hallgatták meg a kongresszus résztvevői.

A kongresszus 261 (!) előadását 13 szekcióban tartották meg, míg a poszter szekcióban 44 előadást tekinthettek meg a megjelentek. Ezen a kongresszuson magyar előadást sajnos nem

köszönthettünk. Az előadások összefoglaló ismertetése megtalálható a <http://www.71stwfc.com/index.php/en> web-címen, illetve a magyar delegátnál, *Hatala Pálnál*. A rendezvény sikeréhez hozzájárultak a világ öntészetének meghatározó országaiból a mexikói, az USA-beli és a német öntődék, amelyek csak jelképesen, egy-egy delegáltjukkal, egy-egy előadással vettek részt. Meglepő, hogy az előadások jelentősen nagyobbik fele a vas- és acélöntészet tárgyköréhez tartozott.

A szekcióelnökök javaslatára a kongresszust záró ünnepségen „legjobb előadó” díjat adtak át. A díjat a régóta svéd színekét képviselő, magyar származású *dr. Diószegi Attila* kapta az A. Diószegi – J. Elfsberg – Z. Diószegi: „Az olvasztás és formába öntés hatása a folyékony öntöttvasban oldódó hidrogén- és nitrogéntartalomra” című előadás megtartásáért. A kongresszus végén a 2018-ban megrendezésre kerülő 73. Öntészeti Világkongresszus házigazdáját, Krakót mutatták be a lengyel képviselők.

A kongresszus keretében rendezték meg ugyanott a World Foundex 2016 Nemzetközi Öntészeti Kiállítást, sajnos, egy-két kivételtől eltekintve, meghatározóan japán kiállítókkal. Igen nagy sikerrel színesítette a kiállítást két társult rendezvény. Az egyik rendezvényen minden nap egyetemisták, fiatal

egyetemi oktatók 4-8 éves gyerekekkel készítettek állatokat formáló műanyag öntőmintákat, majd homokforma készítése után kis olvadáspontú modellfémötvözetből öntöttek a kicsik nagy örömeire tetszetős, 6-8 cm-es öntvényeket – amiket az „alkotók” természetesen hazavihettek. A japánoknak meggyőződése, hogy a jövő öntészeit már ebben a korban kell „megnyerni” a szakmának, és a családon keresztül könnyebben javítható az öntészet társadalmi megítélése is.

A másik kísérő rendezvény egy kiállítás volt, ahol igen elegáns és szellemes módon, költséget nem kímélve, kiállított tárgyak, fotók és magyarázó szövegek segítségével mutatták be, hogy napjainkban nincs élet az öntvények nélkül, az élet szinte valamennyi területén megkerülhetetlen az öntvények felhasználása. (A 2015. év összesített adatai szerint a világ öntvénytermelése meghaladta a 103 millió tonnát.)

A kongresszus negyedik napján tartotta közgyűlését a WFO Öntészeti Világszervezet, amelyen 23 ország képviselője jelent meg. Az országjelentések és a szóbeli kiegészítések után küldi meg a szervezet ügyvezetője az éves értékelő jelentést a világ öntészetéről, melyet természetesen az érintetteknek továbbítunk.

HP



■ A delegáció tagjai az egyetlen közösen készített fényképen, a japán „Zero” bombázó előtt (b-j): Hatala Pál, Takácsné Dobó Zsuzsanna, Palástiné Iván Éva, Palásti Károly, Péterfalvi Jenő Tamás, Takács Nándor, Sohajdné Racskó Andrea

<sup>1</sup> World Foundry Congress

<sup>2</sup> World Foundry Organization

## A Magyar Öntészeti Szövetség 25. és 26. közgyűlése

A Magyar Öntészeti Szövetség 2016-ban már két közgyűlést is tartott. A sorban a 25. közgyűlés rendkívüli volt, egyetlen napirendi pontját, a szövetség új alapszabályának megvitatását, jóváhagyását végezték el a megjelent tagok. Az új alapszabályt benyújtotta a szövetség jogi képviselője a cégbíróságra, várják annak jóváhagyását.

A 26. közgyűlést május 11-én tartották. Kovács Sándor elnök köszöntőjét követően dr. Dúl Jenő ügyvezető igazgató szakmai előadását hallgatták meg a jelenlévők a Foundry-Solid Kft. megalakulása óta eltelt több mint négyéves tevékenységéről és a jövőjére vonatkozó tervekről.

A beszámolóhoz előzetesen megküldött anyagokhoz dr. Hatala Pál ügyvezető főtitkár kiegészítéseket tett, melyek közül a legfontosabbak:

- ismertette Magyarország öntészeti termelési adatairól összeállított 2007–2014 közötti statisztikát.

**1. táblázat.** A magyar öntészet 2015. évi termelési adatai

Megnevezés	tonna
Vasöntvény	86 364
Acélöntvény	5 689
Alumíniumöntvény	106 495
Nehézfém öntvény	5 506
Magnéziumöntvény	378
Összes öntvény	204 432



■ 1. kép. A 2016. évi MÖSZ-díjazottak: a Wescast HA Zrt. képviselőjében Csomor István olvasztár és dr. Sohajda József

- 2016 szeptemberétől már négy hazai szakképzési intézményben folyik iskolarendszerű, öntészeti szakképzés „Járműipari fémalkatrészgyártó” szakon;

- a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karának Járműipari Öntészeti Intézete illetve a MÖSZ és tagvállalatai együttműködésében 2015 szeptembere óta folyik öntészeti szakirányú, BSc-szintű duális képzés;

- tájékoztatta a résztvevőket a Foundry-Solid Kft. elmúlt négy évi

gazdálkodásáról, tulajdonosi körének törvény miatti változtatói kényszeréről;

- köszönetet mondott a Caster Kft.-nek azért, hogy a MÖSZ Életmű díj és a MÖSZ-díj kisplasztikákat ebben az évben is biztosították a szövetségnek.

A MÖSZ 2015. évi tevékenységét összefoglaló elnökségi beszámolót, a 2015. évi egyszerűsített mérleget és eredménykimutatást a közgyűlés egyhangú szavazással fogadta el. Ugyancsak elfogadta a 2016. évi munkatervet és a költségtervet.

Magyarország öntészeti termelési adatairól összeállított 2015. évi statisztikát az 1. táblázat tartalmazza.

Dr. Takács Nándor, a MÖSZ-díj kuratóriumi elnöke ismertette a 2016. évi díjak odaítélésének eredményét. A MÖSZ-díjat az oroszországi Wescast Hungary Automotive Zrt., nyerte el, MÖSZ Életmű díj kitüntetésben dr. Sohajda József, a Csepel Metall Kft. ügyvezető igazgatója részesült (1. kép). A díjakat Kovács Sándor elnök adta át. A MÖSZ-díj kitüntetettje pályamunkájáról a 24. Magyar Öntőnapokon fog előadást tartani 2017-ben.

HP

### Az OMBKE Ferencz István Észak-dunántúli Kohászati Regionális Szervezete 2016. augusztus 5–6-án tartja a XXIII. Szigetközi Szakmai Napokat és Baráti Találkozót Dunakilitin, a Diamant Hotelben

A rendezvény augusztus 5-én, pénteken délelőtt gyárlátogatással kezdődik, majd a mosonmagyaróvári polgármesteri hivatalban fogadják a résztvevőket.

Délután szakmai témájú előadások hangzanak el.

Este, a vacsora után kerül sor a hagyományos szakestélyre.

Augusztus 6-án, szombaton délelőtt fakultatív program keretében meglátogatható a mosonmagyaróvári FUTURA Interaktív Természettudományi Élményközpont.

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

**Farkas György, a Ferencz István Észak-dunántúli Kohászati Regionális Szervezet titkára, Győr**

HORVÁTH ÁGNES – GOMBKÖTŐ IMRE – NAGY SÁNDOR

## Elektronikai hulladékok újrahasznosítása valamint a bennük lévő kritikus elemek dúsítása mechanikai eljárásokkal

### Bevezetés

Az európai társadalmakban a nyersanyagfogyasztáshoz képest a nyersanyagtermelés globális összehasonlításban igen alacsony szinten van, az európai országok együttes fémércbányászata ritkán éri el a 10%-ot [1]. Ennek számos oka van, szigorúbb környezetvédelem, eltérő típusú területhasználat és a települések kiterjedt hálózata. Először a 2007-ben megjelent Verheugen jelentés [2], majd az ezt követő 2008-ban publikált Nyersanyag Stratégia [3] hívta fel a figyelmet az európai gazdaság várható nyersanyag-ellátási kihívásaira. A 2010-ben nyilvánosságra hozott 14 elemet tartalmazó ún. kritikus nyersanyagok listájában, amelyet a Bizottság 2014-ben frissített és további hat nyersanyag-típust adott a listához [4], is az európai nyersanyagellátás kritikus pontjaira hívja fel a figyelmet.

A közös európai nyersanyag-stratégia fő pillérei egymásra épülnek és kiegészítik egymást. Ennek elemei a nyersanyagok fenntartható hozzáfér-

hetősége a világcipacról, fenntartható nyersanyagtermelés az EU határain belül és a nyersanyag-hatékonyság növelése a másodnyersanyagok nagyobb mértékű felhasználásával. Ezen pillérekre épülve a hulladékgazdálkodás területén is stratégiai, valamint jogszabályi változások következtek be, megújult a hulladékok hierarchiája, amely egyrészt újradefiniálja az újrahasználat fogalmát, másrészt erősíti a recycling szerepét – megfogalmazva azt a célt, hogy Európa újrahasznosító társadalommá váljon. A másodnyersanyagok feldolgozását vám- és adókedvezményekkel segíti elő, 2015-ben pedig kihírdették a Körkörös Gazdaság Akció Tervet [Circular Economy Action Plan], amely a megkezdett intézkedéseket tovább erősíti [5].

Európa kitétsége a nyersanyagpiacon egyre erőteljesebben nő, ami annak köszönhető, hogy a nyersanyag-kitermelés globálisan elosztottan folyik, amelyhez a hozzáférése a geopolitikai viszonyok miatt instabil. Ezzel párhuzamosan az európai környezetvédelmi szabályozások erősöd-

nek, a környezettudatos elvárások előtérbe kerülnek, amelyek mind befolyásolják a hulladékgazdálkodás folyamatait, beleértve az elektromos és elektronikus eszközökből keletkező hulladékok hasznosítását és feldolgozását.

Az Unió környezetvédelmi politika hetedik cselekvési programját 2013-ban fogadták el, amelynek második cselekvési területe 2020 utánra a termékek teljes életciklusára vetített környezeti teljesítmények jelentős javítását célozza. „Különös hangsúly esik arra, hogy a hulladékból erőforrás váljon, s ehhez többet kell tenni a hulladékképződés csökkentése, az újrafeldolgozás és az újrahasznosítás, valamint a pazarló és káros gyakorlatok felszámolása érdekében” [6]. Ezt a cselekvési programot támogatja a 2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról, amely a hulladékképződés megelőzése érdekében hulladékhierarchiát állít fel, az alábbi elsőbbségi tevékenységek szerint; „a) a hulladékképződés megelőzése, b) a hulladék újrahasználatra előkészítése, c) a

*Horváth Ágnes 2004-ben végzett a Miskolci Egyetemen, mint ipari környezetmérnök és bányamérnök. Jelenleg a Miskolci Egyetem levelező doktorandusz hallgatója. Tíz éve van jelen a versenyszférában, az autóiparban, a robotikában és az elektronika szektorokban. Minőség- és környezetirányítási vezetőként tevékenykedik, szakterületei a lean, kaizen, six sigma, gyártás-, folyamat-, vállalatfejlesztések. Számos nemzetközi projektben vett részt, továbbá vezette a hazai gyárak innovatív programjait.*

*Dr. Gombkötő Imre 2000-ben a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karán szerzett előkészítés-technikai mérnök diplomát. Jelenleg a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet igazgatója. Jelentős tapasztalatokkal rendelkezik az ásványi- és másodnyersanyagok fizikai-mechanikai eljárásokkal történő feldolgozásában, és a különböző*

*hulladékhasznosítási kérdésekben, az ezekhez kapcsolódó kiegészítő technológiai műveletek kérdéskörében is. Szerzője és társszerzője számos, a magyarországi hulladékhasznosítási kérdéseket érintő publikációknak.*

*Dr. Nagy Sándor a Miskolci Egyetemen 2003-ban okleveles előkészítés-technikai mérnöki képesítést, 2013-ban mechanikai eljárástechnika tudományterületen PhD-oklevelet szerzett. 2014-től adjunktusként dolgozik a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézetében. Főbb kutatási területei: agglomerálás, ipari üzemek (pl.: shredderüzemek és elektronikaihulladék feldolgozók) maradványainak újrahasznosítása, szilárd települési hulladékok feldolgozása, szennyvíztisztítás. E témákban számos cikke jelent meg folyóiratokban, konferenciakiadványokban.*

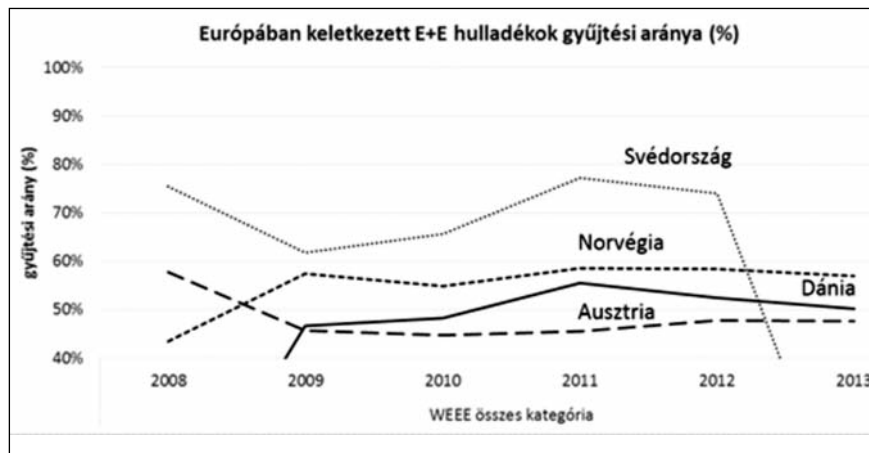
hulladék újrafeldolgozása, d) a hulladék egyéb hasznosítása, így különösen energetikai hasznosítása, valamint, e) a hulladék ártalmatlanítása” [7]. A törvény 3. §-ában már a kiterjesztett gyártói felelősség elve jelenik meg a korábbi (a 2000. évi XLIII.) törvényhez képest, melynek a jelentősége a gyártó visszavételi és gyűjtési kötelezettségeinél jelentkezik. Továbbá új tételként jelent meg a hulladékstátusz megszűnése (7. 9. §), amely így újabb gazdasági tevékenységeknek nyit utat, amelyek ösztönzően hatnak a piaci szereplőkre, ezáltal a hulladékhierarchia az újrahaszna-  
lat és a feldolgozás irányába mozdítja el a rendszert. Több fontos jogi szabályozás mellett, fontos kiemelni az Európai Unióban 2012 júliusában kiadott WEEE irányelvet (az elektromos és elektronikus berendezések hulladéka-  
ról szóló 2012/19/EU irányelv), amely komoly jogi szabályozások révén próbálja ésszerűsíteni az egyre növekvő elektronikai iparágban a hulladék keletkezésének megelőzését, melynek hazai átültetése a 197/2014. (VIII. 1.) Korm. rendelettel történt meg. Az elektromos és elektronikus berendezések hulladéka-  
it az irányelv 2. cikk (1) bekezdése kategóriákba csoportosítja két időszak szerint; 2012. augusztus 13-tól 2018. augusztus 14-ig (átmeneti időszak), valamint 2018. augusztus 15-től [8]. A hulladék kategóriái az átmeneti időszakot követően más struktúrába kerülnek át. A jelenleg alkalmazott 10 kategória 6 kategóriába kerül át, azaz a piacra helyezett áru funkcionális kategóriái helyébe, a hulladékkezelés szempontjait figyelembe vevő kategóriák lépnek. A jelenleg elérhető statisztikai adatok az átmeneti időszak kategóriáira vonatkoznak, melyek a következők: Háztartási nagy-  
gépek; Háztartási kisgépek; IT- és távközlési berendezések; Szórakoztató-elektronikai cikkek és fotovoltai-  
kus panelek; Világítótestek; Elektromos és elektronikus szerszámok; Játékok, szabadidős és sportfelszerelések; Orvostech-  
nikai eszközök; Ellenőrző és vezérlő eszközök; Adagolóautomaták.

A recycling, elsősorban a WEEE recycling globális és hazai helyzete a számok tükrében

Világszinten az egyes elemek másod-

### A recycling, elsősorban a WEEE recycling globális és hazai helyzete a számok tükrében

Világszinten az egyes elemek másod-



1. ábra. E+E hulladék legmagasabb gyűjtési aránya Európában a forgalomba hozott tömegekhez viszonyítva.

Forrás: Eurostat WEEE adatok alapján a szerzők saját szerkesztése

nyersanyagból történő újrahaznosítása eltérő, elsősorban környezetvédelmi és üzleti alapon végzett tevékenység. A fémek anyagában történő hasznosítási aránya – magasabb piaci értékük miatt – általában magasabb az elektronikai hulladékokban található egyéb komponensekhez képest. Globális szinten a legnagyobb hulladékmennyiség a gépgyártás, mezőgazdaság és a kitermelő ipar (extractive industry) tevékenysége során keletkezik [9], mégis a hulladékhasznosítási statisztikákban a bányászati meddő- és salakhasznosítási adatok nem, vagy eltérő alpra vetítve jelennek meg, amelynek oka az egyes országok eltérő nyersanyag-stratégiai megközelítése, eltérő hulladékgazdálkodási szabályozása és az ebből adódó eltérő módon és minőségben rendelkezésre álló adatok.

A globális adatok megítélését nehezíti az is, hogy a termékcentrikus recycling helyett jelenleg az anyagcentrikus recycling szerepe jelentős, amely megközelítés a hagyományos ásványelőkészítési és metallurgiai alapokon anyagból anyagot megközelítést alkalmazza, többnyire egy-egy hulladékarom feldolgozásakor csupán néhány alkotóra koncentrálva, amely a számos, az anyagáramban lévő kisebb koncentrációjú alkotó veszteségéhez vezet, ami az adott alkotónak a globális visszanyerési arányát jelentősen rontja [10].

A hazai hasznosítási célszámok előírják, hogy a gyűjtési arány 2016-tól legalább 45%-a, 2019-től pedig legalább 65%-a legyen az elektronikai hulladékoknak. A 45%-os gyűjtési

arányt hazánkban először 2013-ban sikerült (EUROSTAT) elérni és ez az arány azóta fenn áll. Látni kell azonban azt is, hogy míg a hazai kormányrendelet kategóriákra bontva ír elő gyűjtési arányokat [11], az európai irányelv viszont az E+E termékek összességére definiálja az átmeneti és az azt követő időszakokra vonatkozó célszámokat [12, 13]. A keletkező e-hulladék vonatkozásában azt is érdemes figyelembe venni, hogy tartós fogyasztási cikkekből keletkező hulladékaromok esetén a begyűjtési hányad meghatározásakor az aktuális forgalomba helyezési adatok és a hulladékká vált termékek gyártásakor érvényes adatok között évek telnek el, így a viszonyítási alapok változnak, és jelentős torzulást mutatnak. Ugyanakkor fontos kiemelni az irányelvben megjelölt kivételek listáját, melyen Magyarország is szerepel, azaz 2021-ig van lehetőség a magasabb célszám elérésére. A tagállamonkénti elemzés alapján elmondható, hogy a gyűjtési arányok már jelentősen eltérnek egymástól (1. ábra).

A legjobban teljesítő tagállamok (45% feletti gyűjtési arány) Svédország, Norvégia, Dánia, Ausztria, stabil hulladékgazdálkodási rendszerre engednek következtetni, a 2008-tól folyamatosan fenntartott magas arányszám miatt. A tagállamok között Magyarország gyűjtési arányának helyzete alapján középen helyezkedik el. A hasznosítási arányszámok tekintetében kedvező állapot mutatkozik mind Magyarországon, mind pedig az Európai Unióban. Hulladékkategóriánként vizsgálva az Eurostat WEEE



hazai adatait (2. ábra), látható, hogy csak minimális esetben, a 2005–2007-es években nem sikerült elérni a kitűzött célokat, azaz elmondható, hogy a Magyarországon keletkezett E+E hulladékok hasznosítási aránya, azaz a már begyűjtött és előkezelte hulladékok hasznosítása megfelelő mértékben megtörténik.

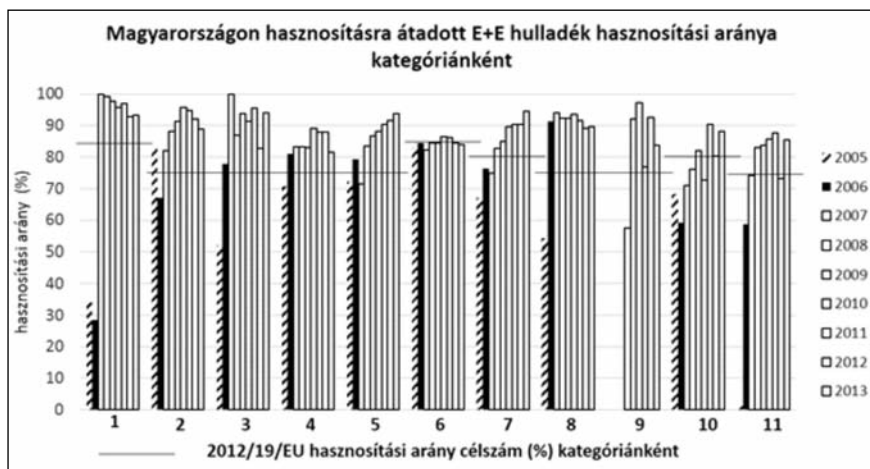
Uniós szinten tagállamonként szintén magas, célérték vagy célérték feletti hasznosításokról beszélhetünk. Az adatok egyértelműen mutatják, hogy Magyarországon és a tagállamok többségénél jelentős arányú a más tagállamban történő hasznosítás, kivételt képez Svédország és Ausztria, ahol kiemelkedően magas a saját államon belüli kezelés aránya. Magyarországon vonatkozásában ez az arány 2010-től folyamatosan nő, nagyobb, mint a hazánkon belül kezelt mennyiségek (3. ábra).

Összegezve, Magyarország és az Unió összessége is jelentős kihívás elé néz a gyűjtési arányok jogszabályban rögzített célszámának elérésében. A forgalomba hozatali mennyiségek és a keletkezett hulladékok mennyiségei alapján (4. ábra), – figyelembe véve az élettartam korrekciót is – óriási különbség jelentkezik.

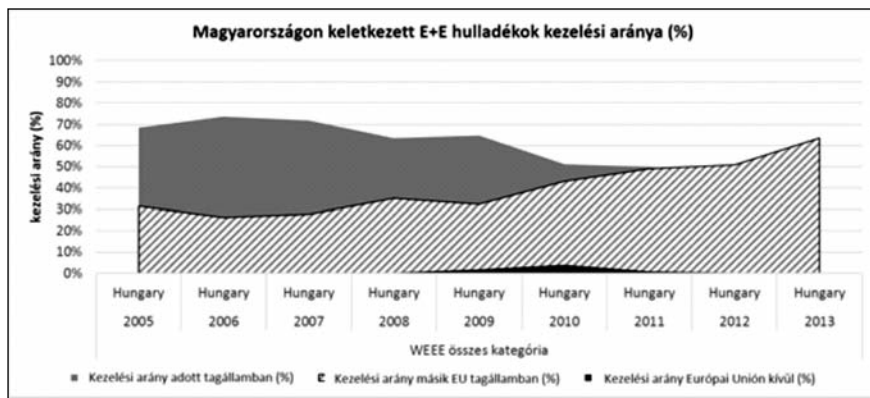
Ugyan hazai és uniós szinten is a már begyűjtött hulladékok hasznosítása megfelelő mértékű, azaz a technológia és kapacitások elérhetőek, e hasznosítások nagymértékben más tagállamokban, esetünkben hazánkon kívül realizálódnak, ezért elengedhetetlen a hazai hasznosítási háttér vizsgálata és a hazai bővítési lehetőségek elemzése, amelyhez kizárólag a gyűjtési arányok jelentős növelésével van esély.

### Technológiai lehetőségek, néhány példa

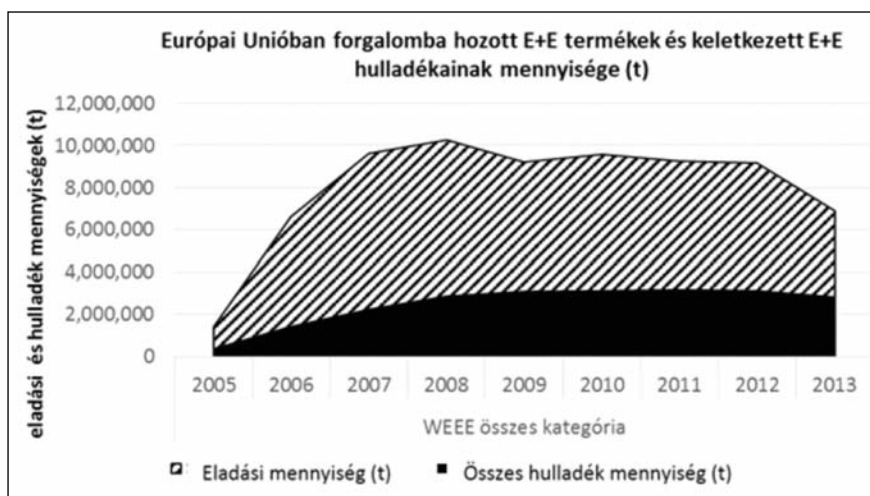
A gyártástechnológiák összetettségének növekedésével a kis koncentrációban használt technológiai fémek esetében az ipari termelés ugyanolyan nagy tisztaságú alapanyagot vár el a másodnyersanyagból előállított alapanyagok piacán, mintha azt az ásványi nyersanyag forrásokból állították volna elő. Viszont amíg az ásványi nyersanyag-előfordulások geokémiailag hasonlóak, így a feldolgozásukhoz használt, megfelelően alkalmas tech-



■ 2. ábra. Magyarországon hasznosításra átadott E+E hulladék hasznosítási aránya kategóriánként: 1 – Adagolóautomaták; 2 – Elektromos és elektronikus szerszámok; 3 – Ellenőrző és vezérlő eszközök; 4 – Gázkisüléssel elvén működő lámpák; 5 – Háztartási kisgépek; 6 – Háztartási nagygépek; 7 – IT- és távközlési berendezések; 8 – Játékok, szabadidős és sportfelszerelések; 9 – Orvostechikai eszközök; 10 – Szórakoztató-elektronikai cikkek és fotovoltai panelek; 11 – Világítótetek  
Forrás: Eurostat WEEE adatok alapján a szerzők saját szerkesztése



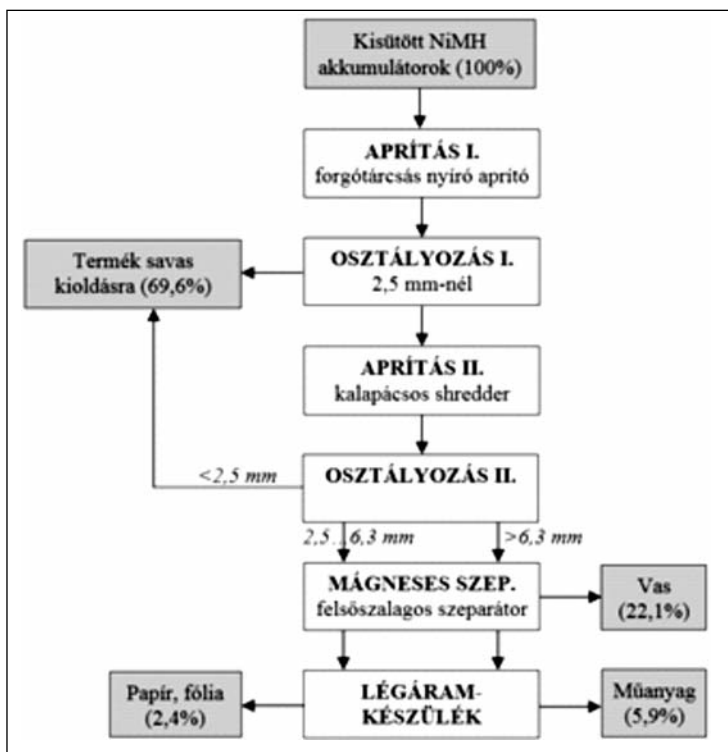
■ 3. ábra. A Magyarországon keletkezett E+E hulladék kezelési aránya.  
Forrás: Eurostat WEEE adatok alapján a szerzők saját szerkesztése



■ 4. ábra. Az Európai Unióban forgalomba hozott és keletkezett E+E termék/hulladék mennyisége. Forrás: Eurostat WEEE adatok alapján a szerzők saját szerkesztése

nológia leőhelytől függetlenül közel piacán minden anyagáram összetétele azonos, addig a másodnyersanyagok le más és más, ráadásul a technológia

változásával időben is változik, így az eltérő helyen és időben begyűjtött hulladékáramok feldolgozása régióként és évtizedenként is jelentősen eltérhet. A nagytisztaságú termék előállításának megköveteli a kémiai és a termikus kohászati eljárások alkalmazását a feldolgozásban, amely a feldolgozás költségeit növelő tényező. A költségcsökkentés érdekében ezért a megfelelő mechanikai előkészítés szerepe az alkalmazott kémiai és/vagy termikus eljárást megelőzően megnövekedett, hiszen az elődúsított termék feldolgozásának fajlagos költségei így módon csökkenthetők, a hatékonyság növelhető.



■ 5. ábra. NiMH akkumulátorok mechanikai előkészítésére kidolgozott technológia [14]

A mechanikai feldolgozás az egyes cél alkotók megfelelő feltárásával kezdődik, amelyet rendszerint méretcsökkentéssel, aprítással és őrléssel érünk el. Amikor a cél alkotók feltáródtak – más alkotóktól fizikailag különváltak – az alkotót tartalmazó szemcsék eltérő fizikai tulajdonságai alapján, mint sűrűség, szemcseméret, mágneses, elektromos, felületi vagy akár mechanikai tulajdonságok, az alkotót tartalmazó szemcsék az anyagáram többi részétől különválaszthatók. Ez a gyakorlatban nem azt jelenti általában, hogy például a réz nagy tisztaságban előállítható elektronikai hulladékokból mechanikai úton, hanem azt, hogy létre tudunk hozni olyan szemcsefrakciót, amelyben a réz alkotórész kihozatala nagy, míg más elemeké – akár a szennyező elemeké is – kisebb. Ez összességében olcsóbb és egyszerűbb utófeldolgozást eredményez, ami többnyire valamilyen kémiai termikus eljárás, azonban a megfelelő mechanikai előkészítéssel a teljes folyamat hatékonysága javítható.

#### NiMH akkumulátorok mechanikai előkészítése

NiMH akkumulátorokat széles körben alkalmazzák hordozható elektronikus eszközökben és az alkalmazásuk

mechanikai előkészítési technológia látható az 5. ábrán.

A feldolgozott minta 2680 g D, C, AA, AAA, 9V és mobil telefonokba való akkumulátorból állt. Az alkalmazott eljárás kétlépcsős aprítást alkalmaz. A töret finom frakciója (< 2,5 mm) (6. ábra) lehet a feladása a kémiai eljárással történő további feldolgozásnak, e frakcióban jelenik meg az RFF tartalom (1. táblázat).

Megfigyelhető továbbá, hogy a < 2,5 mm-es frakción belül is dúsul az RFF, 87,5%-a a < 0,5 mm frakcióban található. Egyéb fémek, amelyek a savas kémiai eljárást zavarják, inkább a 0,5...2,5 mm frakcióban találha-

toak (vas kihozatal 72,7%).  
A durva frakció (> 2,5 mm) (6. ábra) további tisztítás céljából mágneses és gravitációs eljárásokkal további alkotókra, mint acél, papír és fólia, műanyag és egyéb fémek kerül szétbontásra, nem zavarva így a későbbi kémiai eljárásokat [14].

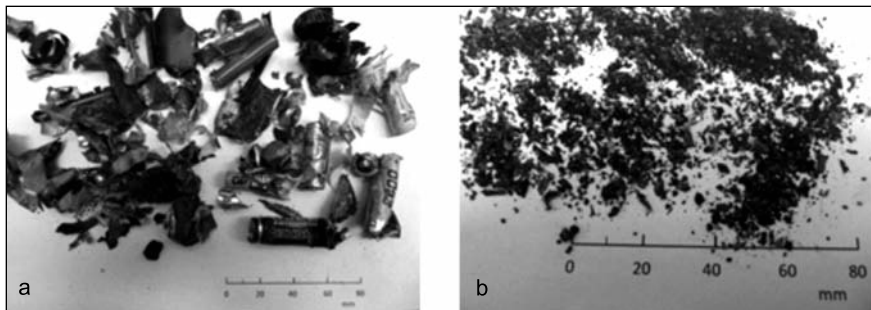
#### Plazmatévépanel (PDP) mechanikai előkészítése

A plazmatévék legfőbb alkatrésze a kijelzőpanel (7. ábra), amely két üveglapból áll: front és egy hátsó üveglap.

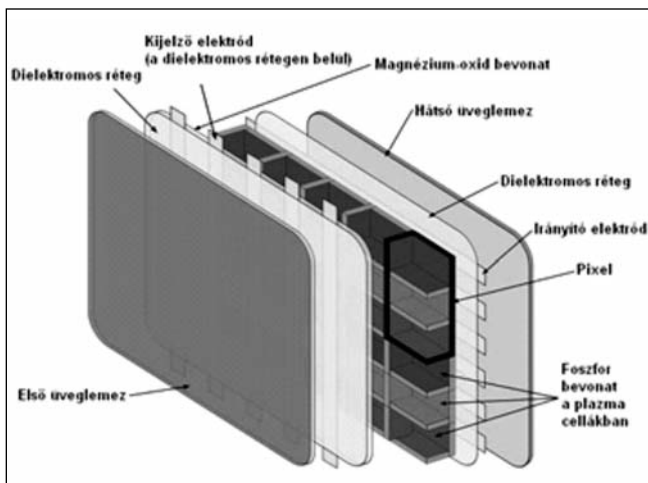
A két üveglap között – a hátsó üveglapon kialakított – milliónyi apró cella található. A kritikus elemek egy része a hátsó üveglapban helyezkedik el a lumineszcens fénypor összetevőinek formájában, ezek ritkaföldfémek [15]. Az indium a frontüvegen található

1. táblázat. Az x < 2,5 mm frakció kémiai összetétele és kihozatala [14]

Alkotók	< 0,5 mm	0,5–1 mm	1–2,5 mm	< 2,5 mm (számított)
Tömegkihozatal [%]	59,2	14,1	26,7	100,0
ΣRFF [mg/kg]	142130	46680	20410	96170
RFF-kihozatal [%]	87,5	6,8	5,7	100,0
Cu [mg/kg]	8570	144000	107000	53960
Cu-kihozatal [%]	9,4	37,6	53,0	100,0
Fe [mg/kg]	14100	42700	60900	30630
Fe-kihozatal [%]	27,3	19,7	53,0	100,0



■ 6. ábra. Forgótárcsás nyírómű termékeinek szemcsefrakciói (a: > 2,5 mm, b: < 2,5 mm) [14]



■ 7. ábra. PDP felépítése (<http://www.rentit.hu>)

ITO (indium-ón-oxid formában). Első lépésben a tévékészülékeket alkatrészeikre bontottuk, majd a kijelző panelre, illetve a benne lévő kritikus elemekre fókuszáltunk.

Jól látható a pásztázó elektronmikroszkópos (SEM) felvételeken (8. ábra) a cellák színbeli eltérése, ami más

rendszerű atomok jelenlétére utal (melyek más-más szín megjelenítéséért felelősek). Három cella (szub-pixel) alkotja a kijelző egy pixelét.

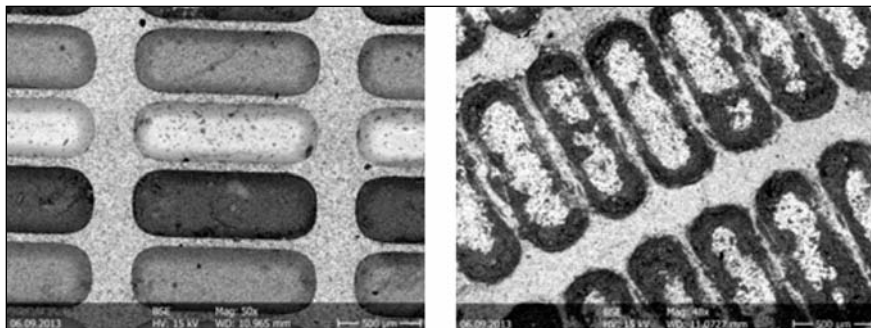
Első lépésben, egy kalapácsos malomban (VEB GKML10 malom) történő előaprítást végeztünk a PDP hátsó üvegén, majd a 25-50 mm-es frakciót leválasztottuk. Az üveg felületén lévő RFF-tartalmú réteg kinyerése érdekében száraz autogén koptatásos igénybevételt alkalmaztunk, 1 liter űrtartalmú dobmalomban, őrítéssel nélkül. A koptatáson átesett üvegről készült SEM-felvétel látható a 8. ábrán, ahol jól érzékelhető az említett fénypor hiánya.

A koptatásos vizsgálat termékeinek és feladásának kémiai elemzési adatait (fontosabb elemek), a számított alkotórészkihozattal a 2. táblázat tartalmazza a hátsó üvegre vonatkozóan. A kémiai elemzést a Magyar Tudományos Akadémia Anyag- és Környezetkémiai Intézetének (Környezetanalitikai Kutatócsoport) laboratóriuma végezte el.

Megállapítható, hogy a mechanikai előkészítés során a kritikus elemek portermékbe való dűsulása nagymértékű (közel 15-szörös a hátsó üvegre vonatkoztatva), a három elem – Eu, Gd, Y – együttes alakotórész-tartalma 604 mg/kg-ról 9011 mg/kg-ra nőtt. A kritikus elemek kihozatala a portermékbe 94% a hátsó üveg esetén [16].

## Összefoglalás

Az Európai ipar nyersanyagigényének kielégítésére egyre nagyobb jelentőséggel bír a másodlagos nyersanyagforrások feldolgozása, ezen belül pedig kiemelkedő szerepe lehet az elektronikai és elektromos eszközök hulladékáramainak, mivel azokban sokféle fontos technológiai fém megtalálható alkotóként. Mivel a Magyarországon begyűjtött WEEE hulladékáramok jelentős részének feldolgozása az ország határain kívül történik, érdemes megvizsgálni ezen hulladékáramok nagyobb arányú hazai feldolgozásának lehetőségeit és feltételeit, amelyben technológiai szempontból a kombinált mechanikai és további metallurgiai eljárásoknak van és lehet jelentős szerepe.



■ 8. ábra. PDP hátsó üvegének cellái a koptatásos igénybevétel előtt és után (SEM-elemzés)

2. táblázat. Hátsó üveg száraz dörzsöléses kísérleti vizsgálatának eredménye

Elemek	Alkotórész-tartalom, [mg/kg]				Alkotórész-kihozatal, [%]		
	Feladás	Feladás (számított)	Portermék	Üveg	Feladás	Portermék	Üveg
Eu	38,10	41,98	591,00	2,70	100,00	94,00	6,00
Gd	162,00	171,90	2440,00	9,62	100,00	94,78	5,22
Y	404,00	428,77	5980,00	31,60	100,00	93,12	6,88
Ce	<0,6	20,70	310,00	<0,6	100,00	100,00	0,00
Co	2,27	16,58	226,00	1,60	100,00	91,00	9,00
La	<0,01	32,25	483,00	<0,01	100,00	100,00	0,00
Σ	606,37	712,18	10030,0	45,52	100,00	94,04	5,96
Tömegkihozatal [%]	100,00	100,00	6,68	93,32			

## Irodalom

- [1] Brown, T. J., Idoine, N. E., Hobbs, S. F., Mills, A. J. (2014): European Mineral Statistics 2008-2012. British Geological Survey, 370 p.
- [2] European Commission (2007): Analysis of the competitiveness of the non-energy extractive industry in the EU. <https://www.eumonitor.eu/9353000/1/j9vvik7m1c3gyxp/vikqhednvzr>
- [3] European Commission (2008): The raw materials initiative – meeting our critical needs for growth and jobs in Europe. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0699:FIN:en:PDF>
- [4] European Commission (2014): On the review of the list of critical raw materials for the EU and the implementation of the Raw Materials Initiative. COM (2014) 297. <http://eur-lex.europa.eu/procedure/EN/1041990>
- [5] European Commission (2016): Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy. [http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm)
- [6] Európai Parlament és a Tanács 1386/2013/EU határozata (2013. november 20.) a „Jólét bolygónk felélése nélkül” című, a 2020-ig tartó időszakra szóló általános uniós környezetvédelmi cselekvési programról, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32013D1386>
- [7] 2012. évi CLXXXV. törvény a hulladékról 5. 7. § (1)
- [8] 2012/19/EU irányelve az elektromos és elektronikus berendezések hulladékaikról 2. cikk (1) bekezdése
- [9] Beukering, P. V., Kuik, O., Oosterhuis, F. (2014): The Economics of Recycling in Worrell, E. and Reuter M. A. (eds) (2014): Handbook Of Recycling. Elsevier, 2014
- [10] Worrell, E, Reuter, M. A. (eds) (2014): Handbook Of Recycling. Elsevier, 2014
- [11] 197/2014. (VIII. 1.) Korm. rendelet az elektromos és elektronikus berendezésekkel kapcsolatos hulladékgazdálkodási tevékenységekről 2. sz. melléklet 1.1. pontja
- [12] 2012/19/EU irányelve az elektromos és elektronikus berendezések hulladékaikról 7. cikk (1) bekezdése
- [13] Eurostat, Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE), collection, treatment, of WEEE, EEE put on market databases, Available: <http://ec.europa.eu/eurostat/web/waste/key-waste-streams/weee>, 17.12.2015.
- [14] CriticEI Monográfia sorozat 7. Sorozatszerkesztő: Földessy János. Elektronikai hulladékok előkészítése a stratégiai elemek visszanyerése érdekében. Bokányi L., Csöke B., Nagy S., Varga T., Mádainé Ü. V., Paszternák Á.: Elhasznált akkumulátorok előkészítése. p 101–150. Milagrossa Kft., Miskolc 2014. ISSN: 2064-3195 ISBN: 978-615-80073-2-0
- [15] Buchert, M., Manhart, A., Bleher, D. & Pingel, D. (2012): Recycling critical raw materials from waste electronic equipment, Öko-Institut, North Rhine-Westphalia State Agency for Nature, Environment and Consumer Protection, Darmstadt, 24.02.2012.
- [16] CriticEI Monográfia sorozat 7. Sorozatszerkesztő: Földessy János. Elektronikai hulladékok előkészítése a stratégiai elemek visszanyerése érdekében. Nagy S., Csöke B., Gombkötő I., Magyar T., Zajzon N., Lakatos K.: Elhasznált plazma TV mechanikai előkészítése. p 89–100. Milagrossa Kft., Miskolc 2014. ISSN: 2064-3195 ISBN: 978-615-80073-2-0

MIKÓ TAMÁS – SZABÓ GÁBOR – KRÁLLICS GYÖRGY

# A hőmérséklet és az alakváltozási sebesség hatása az AlMn1 ötvözet alakváltozási tulajdonságaira

**A fémek alakváltozási tulajdonságait alapvetően befolyásolja az alakváltozás mértéke, sebessége és hőmérséklete. A hőmérséklet növelésével csökken az anyag alakítási ellenállása, míg az alakítási sebesség növelése ezzel ellentétesen hat. Az anyag folyásgörbéjének felvétele segítségével meghatározhatók ezen paraméterek hatásai az alakváltozás mértékének függvényében. Munkánk során öntött állapotú AlMn1 ötvözetten végeztünk zömítővizsgálatokat 296 K és 743 K között 0,01; 0,1 és 1 s<sup>-1</sup> állandó alakváltozási sebesség alkalmazása mellett. Vizsgáltuk az anyag keményedésének változását a hőmérséklet függvényében, valamint 623 és 743 K között pedig matematikai összefüggések segítségével leírtuk az anyag folyási viselkedését.**

## 1. Bevezetés

Az alakítási technológiák megtervezéséhez nélkülözhetetlen az anyag alakváltozó viselkedésének pontos ismerete. Ennek megismerése céljából laboratóriumi körülmények között szokás felvenni az anyag egytengelyű feszültségállapotában mért valódi feszültség–valódi alakváltozás függvényét. Az anyag makroszkópikus viselkedését befolyásolják a fémfizikai folyama-

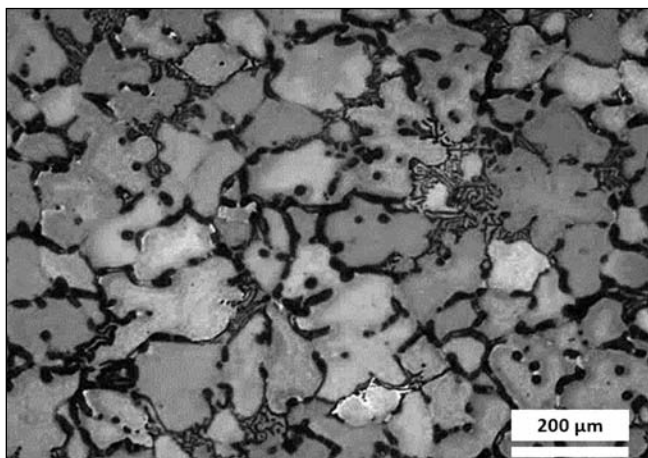
tok. A két legfontosabb diszlokációmozgáson alapuló folyamat az alakítási keményedés és az alakítási lágyulás. A hidegalakítás hőmérséklettartományában az előbbi a meghatározó folyamat. Ekkor az alakváltozás során képződő diszlokációknak az egymással, illetve az egyéb kristályhibákkal való kölcsönhatása következtében folyamatosan nő a mozgásuk fenntartásához szükséges kritikus csúsztatófeszültség nagysága. A hőmérséklet

**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.

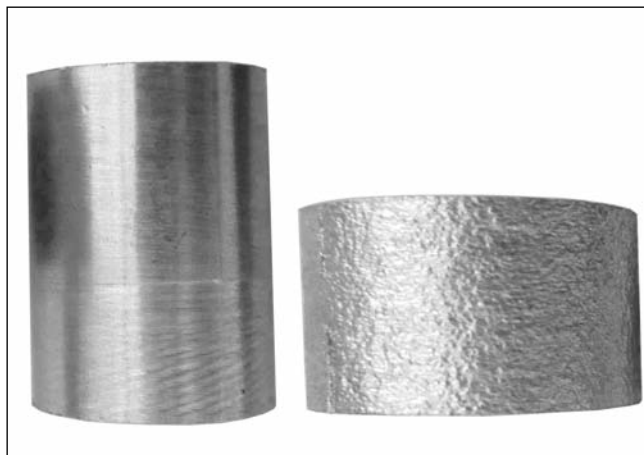
**Szabó Gábor** 2006-ban gépgyártás-automatizálási szakirányon végzett az ME Gépészmérnöki Karán, 2009-ben

anyagmérnöki diplomát kapott a MAK hőkezelő és képlékenyalakító szakirányán, anyaginformatikai ágazaton, majd 2016-ban PhD-fokozatot szerzett. Jelenleg a Fémteni, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet tudományos segédmunkatársa. Fő kutatási területe a plattírozott alumíniumszalagok gyártástechnológiájának optimalizálása.

**Dr. Krállics György** szakmai életrajzát 2014/5–6. számunkban közzéltük.



■ 1. ábra. Öntött kiinduló állapot szemcseszerkezete elektrokémiai (Barker) maratást követően



■ 2. ábra. Hengeres zömítőpróba képe zömítés előtt és azt követően

1. táblázat. A vizsgált ötvözet szabványos összetétele

Anyag-minőség	Ötvözőtartalom %-ban					
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Ti
0372	0,79	0,5	0,57	1,25	0,24	0,14

növelésével a keményedés hatását egyre inkább csökkenti lágyulás folyamata. A megújulás során az ellentétes előjelű diszlokációk kioltják egymást, valamint a diszlokációk az alakváltozás szempontjából kedvezőbb (szubszemcse) szerkezetet hoznak létre. Ha ez a folyamat megfelelően gyors, akkor alakváltozás során beállhat a dinamikus egyensúly, mely hatására az alakváltozás kvázi azonos feszültség szinten folytatódik. A folyásgörbék laboratóriumi körülmények közötti felvételére az egyik legegyszerűbb megoldás a zömítővizsgálat elvégzése [1–3]. Ennek során közel állandó hőmérsékleten és alakváltozási sebesség mellett csökkentjük a próbatestünk

az alakítási szilárdságnak az egyenértékű alakváltozás szerinti függését.

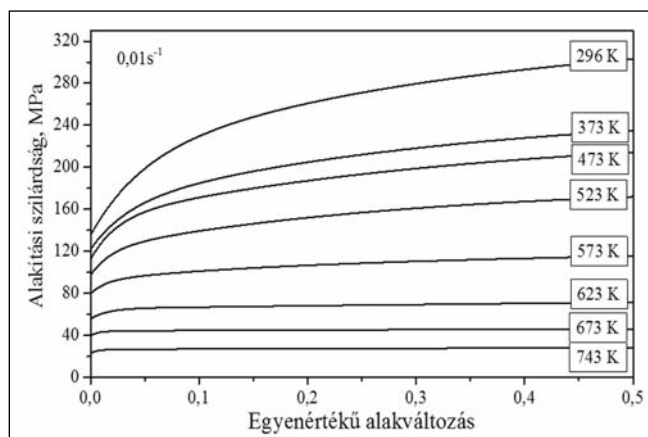
## 2. Vizsgáló berendezés és vizsgált anyag

### 2.1. Vizsgált anyag

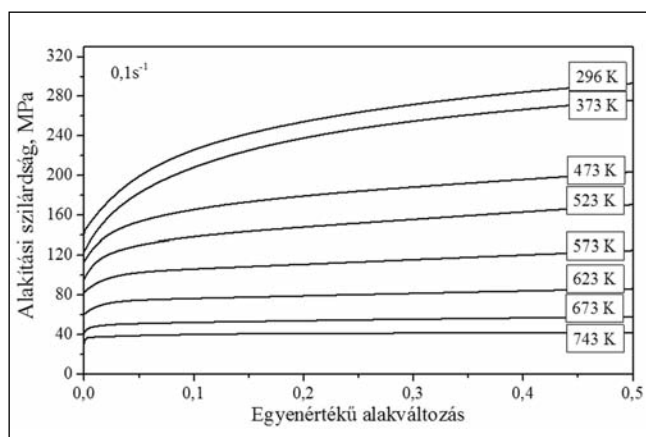
Az AlMn1 széleskörben alkalmazott ötvözet, amelyet kedvező szilárdsági tulajdonságai miatt a többrétegű lemezek maganyagaként is használnak az Alcoa Kőfém Kft.-nél. Az 1. táblázat tartalmazza a vizsgált ötvözet szabványos összetételét. A vizsgálatokhoz szükséges 10 mm átmérőjű és 14 mm magasságú hengeres zömítőpróbákat öntött állapotú tuskókból munkáltuk ki.

### 2.2. Mérési összeállítás és eljárás

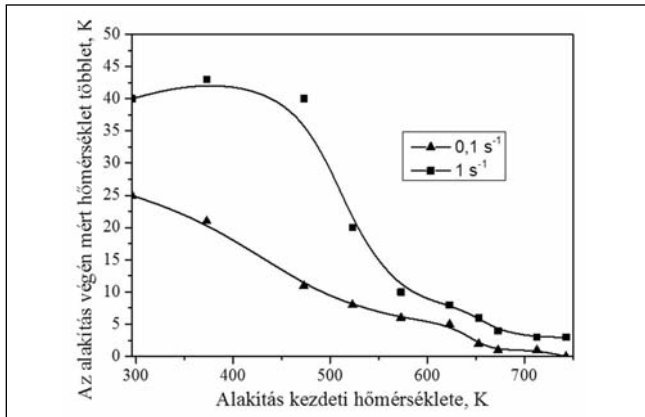
A zömítővizsgálatok elvégzéséhez zárthurkos sebességszabályozással ellátott Instron 5982-es típusú elektromechanikus univerzális anyagvizsgáló berendezést használtunk. Az erő mérésére egy 100 kN-os erőmérő cella, az alakváltozás szabályozására és mérésére pedig egy 50 mm-es jeltávolságú finomnyúlásmérő szolgált. A saját fejlesztésű nyomószerszám segítségével elvégzett zömítések állandó valódi alakváltozási sebességgel végeztük el. A szobahőmérsékletnél nagyobb alakítási hőmérsékletek biztosításához egy eurotherm hőmérséklet-szabályozóval ellátott 5 kW maximális teljesítményű ieu gyártmányú indukciós hevítőberendezést használtunk. A zömítőpróbák palástfelületén elhelyezett furatban K-típusú termoelem segítségével történt a darab hőmérsékletének mérése és annak állandó értékre történő szabá-



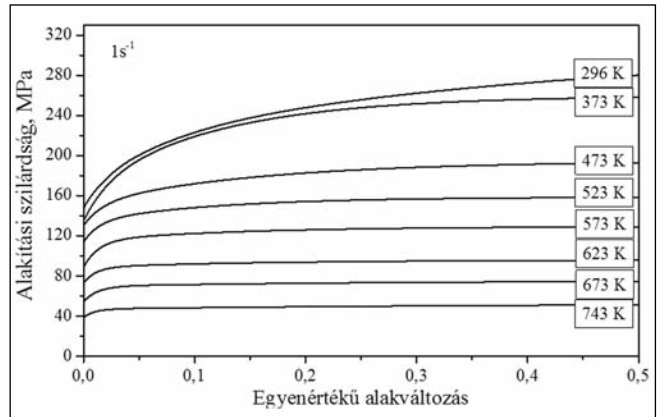
■ 3. ábra. Különböző hőmérsékleten meghatározott alakítási szilárdság–egyenértékű alakváltozás-görbék 0,01 s<sup>-1</sup> sebességű zömítés esetén öntött kiinduló állapotú AlMn1 ötvözetben



■ 4. ábra. Különböző hőmérsékleten meghatározott alakítási szilárdság–egyenértékű alakváltozás-görbe 0,1 s<sup>-1</sup> sebességű zömítés esetén öntött kiinduló állapotú AlMn1 ötvözetben



■ 5. ábra. A 0,1 s<sup>-1</sup> és 1 s<sup>-1</sup> alakváltozási sebesség esetén a darabban az alakváltozás végén mért hőmérséklet-többlet az alakítási hőmérséklet függvényében



■ 6. ábra. Különböző hőmérsékleten meghatározott alakítási szilárdság-egyenértékű alakváltozás-görbe 1 s<sup>-1</sup> sebességgű zömítés esetén öntött kiinduló állapotú AIMn1 ötvözetben

lyozása. A próbatest alakítás közbeni hűtésére a fűtés teljesítményének szabályzásán kívül egyéb hűtési mód nem állt rendelkezésre.

A zömítőpróba és az alakítást végző szerszámfelület közötti súrlódás mértékének csökkentése érdekében 0,3 mm vastagságú teflon fóliát használtunk. Az egységesen 0,5 alakváltozási értékig végzett zömítések követően kapott próbatest geometriára jellemző a 2. ábrán látható zömített próba képe.

### 3. Célkitűzések

Munkánk kezdetén három célkitűzést fogalmaztunk meg. A vizsgáló berendezésünk lehetőségeit figyelembe véve széles alakítási sebesség és hőmérséklet-tartományban szerettük volna felvenni a vizsgált anyag alakítási szilárdság-egyenértékű alakváltozás görbéit. Ezek derivált értékeit felhasználva jellemezni kívántuk az anyag alakváltozás közbeni keményedésének mértékét. Végül az irodalomban *Sellers* és *McTegart* nevéhez fűződő matematikai összefüggés felhasználása segítségével kívántuk leírni az anyagnak a melegalakítás hőmérséklettartományára jellemző alakváltozó viselkedését [4–8].

## 4. Eredmények

### 4.1. Folyásgörbék meghatározása

A zömítések során három különböző sebességet és tíz különböző hőmérsékletet vizsgáltunk. A 3. ábrán az alkalmazott legkisebb alakváltozási sebességhez tartozó alakítási szilárdság értékek láthatók az egyenér-

tékű alakváltozás függvényeként.

A kapott folyásgörbéken jól látható az alakítás hőmérsékletének hatása. A 0,5 maradé alakváltozáshoz tartozó alakítási szilárdság értéke 743 K-en a szobahőmérsékletű alakítás során mért érték csupán 10%-a. Az alakváltozási sebesség értékét egy nagyságrenddel növelve a szobahőmérséklet és 523 K között elvégzett zömítések során folyási feszültség csökkenést tapasztaltunk a 0,01 s<sup>-1</sup> alakítási sebesség esetén mért alakítási szilárdság értékekhez képest.

Ez annak a következménye, hogy az alakváltozás során a darabban képződő hő 20-30 K-nel megnövelte az anyag hőmérsékletét. A hőmérséklet-szabályozás az indukciós hevítés teljesítményének teljes elvételével sem volt képes kompenzálni ezt a hőmérséklet-növekményt. Az 573 K felett elvégzett alakítások során azonban a környezet és az alakító szerszámok jelentősebb hőelvonásának következtében a darab hőmérsékletében már nem következett be 2-3 K-nél nagyobb mértékű változás az alakítás során (5. ábra).

A vizsgálataink során alkalmazott legnagyobb alakváltozási sebesség (1 s<sup>-1</sup>) esetén ez a hőmérséklet-hatás még jelentősebbnek mutatkozott. Ennek köszönhető az, hogy a 6. ábrán látható a hidegalakítás hőmérséklet-tartományához tartozó görbék meredeksége, azaz az anyag keményedése elmarad a várthoz képest.

### 4.2. A hőmérséklet hatása az alakítási keményedésre

A bemutatott folyásgörbéken jól kive-

hető, hogy az alakítás hőmérsékletének növelésével az anyag alakítás közbeni keményedésének mértéke, azaz a kf-görbék meredeksége csökken. Ehhez az elmondottak szerint az is hozzájárul, hogy az alakváltozás közben az anyag hőmérséklete jelentősen nőtt a nagyobb alakváltozási sebességek esetén. Az általunk vizsgált legkisebb alakváltozási sebesség (0,01 s<sup>-1</sup>) esetén azonban nem mértünk 1-2 K-nél nagyobb hőmérséklet-változást az alakítás során. Így a kvázi izotherm körülményeknek köszönhetően értelmezhetővé vált az alakítás hőmérsékletének effektív hatása. Általánosságban elmondható, hogy a hőmérséklet növelésével az atomok közötti távolság megnő, és ezáltal a közöttük lévő kötőerő nagysága, és így az anyag alakítási ellenállása lecsökken. Ehhez az is hozzájárul, hogy a hőmérséklet további növelésével, a melegalakítás hőmérséklet-tartományába érve a lágyulást eredményező fémfizikai folyamatok jelentősége már olyan nagy, hogy nagy mértékben képes csökkenteni az alakítási keményedést. Az alakítási hőmérsékletnek az anyag alakítás közbeni keményedő viselkedésére gyakorolt hatását jól szemlélteti az alakítási szilárdságnak az egyenértékű alakváltozás szerinti derivált függvénye (7. ábra).

### 4.3. A melegalakítás leírása

A vizsgált hőmérséklet-tartomány felső (melegalakítás) tartományának (623-743 K) leírására a szakirodalomban *Sellers* és *McTegart* nevéhez fűződő konstitutív modellt használtuk.

## Cikkek szerzők szerinti csoportosítása

### Vaskohászat

- Éberhardt Zoltán – Farkas Krisztina:** Automata felületellenőrző rendszer alkalmazása az ISD Dunaferri Zrt.-nél .....5/7
- Godzsák Melinda – Pekker Péter – Cora Ildikó – Veres Zsolt:** Auszteniites karbonitridálás során keletkező köztes rétegek vizsgálata .....2/1
- Kunhalmi Gábor:** A Garam-völgyi vasművek és a Coburgok.....6/9
- Mucsi András – Kardos Ibolya:** Réteges szövetszerkezet kialakulása és nitridkiválási folyamatra gyakorolt hatása kis karbon tartalmú lágyacél szalagokban .....1/1
- Piotr R. Scheller – Klaus Hack – Stephan Petersen – Qifeng Shu:** A zárványosság kialakulása az acélban üstmetallurgiai kezelés során – szimulációs modell ipari folyamatokhoz ....6/1
- Sziklavári János – Takács István:** Széchenyi gondolatfelvetésétől a Dunai Vasmű megépítéséig .....5/1
- Tardy Pál:** A Közép-európai Vaskultúra Egyesület Magyar Tagozatának 2014. évi tevékenysége .....2/10
- Tardy Pál:** A Szén és Acél Kutatási Alap 10 éve.....2/7
- Tardy Pál:** Az Acélpipari Akcióterv első évének eredménye ...1/5
- Thiele Ádám:** A foszfor szerepe a vas archeometallurgiájában – a Somogyban folyó avar és honfoglalás kori vaskohászáttól kezdve a korabeli damaszkolt pengéig .....6/6

### Öntészet

- Csanády Andrásné Bodoky Ágnes:** Ganz Ábrahám életének írásos és tárgyi emlékei .....1/20
- Dobóczy István – Iby Ágnes:** Öntészeti szimuláció alkalmazása a sárgaréz-kokillaöntés területén.....2/16
- Fegyverneki György – Tokár Monika – Mertinger Valéria – Dúl Jenő:** Módosító elemek (Sr, Sb) hatásának vizsgálata Al-Si öntészeti ötvözetekben .....5/12
- Kovács Tibor – Szende György – Tokár István – Vörösné Faragó Elza:** Öntészeti kutatás-fejlesztés a Gépipari Technológiai Intézetben. 1. rész .....1/11
- Kovács Tibor – Szende György – Tokár István – Vörösné Faragó Elza:** Öntészeti kutatás-fejlesztés a Gépipari Technológiai Intézetben. 2. rész .....2/13
- Szőke Dóra:** Maghomokadalék bevezetése féknyereg öntésénél a Busch-Hungária Kft.-ben .....1/16
- Tóth Judit – Diószegi Attila – Tóth Levente – Svidró József Tamás:** Öntődei formázókeverékek hőfizikai tulajdonságainak vizsgálata .....6/13
- W. Stets – U. Petzschmann:** Gyantakötésű formák aktív hűtése vastagfalú öntvények hűlési idejének csökkentésére az öntvényminőség romlása nélkül .....5/20

### Fémkohászat

- Bánki Sándor:** A vésnöki hivatás a XX. században KB-től BP-ig .....5/37
- Bánki Sándor:** Vésnök. Az érmészet mesterei – egy ősi hivatás nyomában .....2/27

- Budai Dávid – Tisza Miklós:** Fejlesztési irányok az alumíniumkarosszéria-gyártásban .....5/29
- Horváth János:** Az inert anódok vizsgálata elektrokémiai módszerrel az olvadákok elektrometallurgiájában .....2/22
- Mikó Tamás:** Zömítővizsgálatok Al1370 alumíniumon .....6/27
- Penk Márton:** Az alumínium átolvasztómű Inotán .....6/24
- Török Tamás:** Néhány gondolat az ezüst korrózióvédelméről .....1/28

### Anyagtudomány

- Bauernhuber Andor – Markovits Tamás – Trif László – Bocz Katalin – Csanády Andrásné:** Acél és PMMA adhéziója lézersugár hatására .....5/43
- Buza Gábor – Erős Andrea – Fazakas Éva:** A hegesztési munkagáz összetételének hatása a plazmaképződésre a lézersugaras hegesztés során .....6/33
- Csanády Andrásné – Gábor János – Jenei Péter – Gubicza Jenő – Szabó Péter János – Fábíán Réka – Radnóczy György – Tóth Attila Lajos – Langer Gábor – Krafcsik Olga – Verő Balázs:** Ganz Ábrahám vasúti kerekeinek titkai anyagtudományi vizsgálatok tükrében .....6/37
- Cseh Dávid – Mertinger Valéria – Benke Márton – Czibik Ádám:** A maradó feszültség és a felületi hőkezelési hibák közötti kapcsolat .....5/39
- Csizmazia János – Fekete Balázs – Orbulov Imre Norbert:** Dupla kompozitok gyártása, valamint mikroszerkezeti és mechanikai tulajdonságai .....1/37
- Katona Bálint – Szebényi Gábor – Orbulov Imre Norbert:** Fémmátrixú szintaktikus fémhabok fádási tulajdonságai 2/30
- Májlínger Kornél:** Hibrid szintaktikus fémhabok kopási tulajdonságai .....1/33
- Mekler Csaba – Baranyai Viktor – Dezső András – Trampus Péter – Kresz Norbert – Kaptay György:** A szemcsehatár-energia, a szemcsehatár-szegregáció és a szemcsehatár-átalakulás modellezése többkomponensű ötvözetekben ..3/43
- Somlyai-Sipos László – Baumli Péter – Kaptay György – Bálint Péter – Dezső András – Simon Andrea – Gácsi Zoltán – Angeliki Lekatou – Athanasios Sfikas – Alexander Karantzalis:** Volfrám-karbid szemcsékkel erősített alumínium mátrixú kompozit fejlesztése.....2/34

### Felsőoktatás

- Kaptay György:** Folyóirat kiválósági rangsorok és tudomány-metria kérdések a BKL Kohászat tudományterületein ... 5/49
- Károly Gyula:** A hazai metallurgus kohómérnök képzés története .....2/41

### Miskolci Egyetem FORR-ÁSZ projekt TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0019

- Baumli Péter:** A keményforrasztás alapanyagai.....3/18
- Benke Márton – Sályi Zsolt:** Szelektív forrasztószerszámok tönkremeneteli mechanizmusa .....3/2



<b>Gácsi Zoltán – Batta Beatrix:</b> Környezetbiztonságos forrasztási anyagok anyagtudományi alapon történő fejlesztése primer- és másodnyersanyagokból a járműipar számára .....	3/1
<b>Gyökér Zoltán – Terjék Andrea – Gyenes Anett – Gácsi Zoltán:</b> Az ezüst és a réz hatása az Sn-Ag-Cu forrasztási anyagok szövetszerkezetére és mechanikai tulajdonságaira .....	3/9
<b>Kékesi Tamás:</b> Ólommentes forrasztási ónhulladék teljes feldolgozása rugalmas és környezetbarát módszerrel .....	3/22
<b>Lassú Gábor – Török Tamás:</b> Kísérleti lehetőségek egy újszerű analitikai módszerrel a tűzzománc-acél mennyiségi mélységprofil-elemzésére, és az eljárás elvi alapjai .....	3/29
<b>Rontó Viktória – Tranta Ferenc – Svéda Mária – Roósz András:</b> Hozzáadott cink hatása az Sn-Bi forrasztóvíz szerkezetére és kristályosodási tulajdonságaira.....	3/33
<b>Simon Andrea – Géber Róbert – Lipusz Dóra – Gácsi Zoltán:</b> Rézmátrixú kompozitok jellemzése, kísérleti előállítás .....	3/4

<b>Szabó Gábor – Mertinger Valéria – Zupkó István – Mikó Tamás – Roósz András:</b> Meleghengertellessel plattírozott többretegű alumíniumlemezek technológiai vizsgálata .....	3/38
<b>Téglás Noémi – Gyenes Anett – Nagy Erzsébet – Gácsi Zoltán:</b> Többalkotós Sn-Ag-Cu alapú ólommentes forrasztási anyagok vizsgálata .....	3/14

## Hírmondó

<b>Liptay Péter:</b> Emlékezés Róth Flórisra, az OMBKE volt elnökére .....	4/28
<b>Lőrincz Árpád:</b> Bányaművelés Pelsőcardón .....	4/32
<b>Réthy Károly:</b> 170 éve hunyt el Sváiczter Gábor Miklós... ..	4/30

## Közlemények

### Vaskohászat

9. Nemzetközi Clean Steel konferencia .....	1/10
Beszámoló a 9. Nemzetközi Clean Steel Konferenciáról .....	5/10
Tájékoztató a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés 2015. március 5-i taggyűléséről .....	2/12
Új vezetés a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülésnél .....	1/10

### Öntészet

A 23. Magyar Öntőnapok diákszekciójában elhangzott előadások rövid összefoglalója .....	6/18
A szakmánk él és fejlődik 2.0! .....	6/16
Felvidéki bányavárosainkban jártunk .....	5/28
Új üzemcsarnokot épített a Prec-Cast Sátoraljaújhelyen .....	2/21
Vaskutasok találkozója régi intézetükben.....	2/20

### Fémkohászat

75 éves a tatabányai alumíniumkohászat .....	1/24
A XVI. Fémkohász Szakmai Napról... ..	6/30
Az Alcoa bővíti magyarországi kerékgyártó üzemét .....	1/31
Az alumíniumos hagyományok továbbélője: Scepter Tatabánya Kft. ....	1/27
Élet a kohóbezárások után: út az ipari parkig .....	1/26
Hároméves gyakoriságra vált a „Bright World of Metals” vásármegye .....	6/32
Hogyan tovább MMKM Magyar Alumíniumipari Múzeum .....	6/31
Március 15-re emlékeztek.....	2/29
Miskolci anyagmérnök hallgatók gyárlátogatáson a Magyar Suzuki Zrt.-ben .....	5/38
Salgótarjáni szakmai kirándulás .....	1/32

### Anyagtudomány

Koszorúzás Sopronban.....	6/43
---------------------------	------

### Felsőoktatás

50 éves az Öntészeti Tanszék .....	2/40
A Műszaki Anyagtudományi Kar rövid hírei.....	

.....	1/46, 2/49, 3/54, 5/52, 6/47
Beszámoló a XXXII. Országos Tudományos Diákköri Konferenciáról.....	3/52
Beszélgetés prof. dr. Kékesi Tamással, a Miskolci Egyetem tudományos és nemzetközi rektorhelyettesével, a Műszaki Anyagtudományi Kar Metallurgiai Intézete igazgatójával.....	3/50
Beszélgetés prof. dr. Palotás Árpád Bencével, a Miskolci Egyetem Műszaki és Anyagtudományi Karának dékánjával.....	1/43
Interjú dr. Varga Lászlóval, a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi kar Öntészeti Intézet igazgatójával .....	6/44
Köszöntjük a 2014-ben rubin-, vas-, gyémánt- és aranyklevéllel kitüntetett kollégáinkat .....	1/45

### Miskolci Egyetem FORR-ÁSZ projekt TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0019

A 2015/3. szám szerzőinek szakmai életrajza .....	3/41
---	------

## Hírmondó

10. Bányász-Kohász-Erdész Találkozó .....	4/26, 4/B2, 4/B3
XVII. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia Erdélyben .....	4/45
60 éve Miskolcon .....	6/49
40 éves az OMBKE Fémkohászati Szakosztály Kecskeméti Helyi Szervezete .....	6/50
120 éve született az ajkai timföldgyár és alumíniumkohó építője .....	3/57
100 éve született Óvári Antal. Tisztesség és tisztelet .....	3/56
125 éve született Zsák Viktor professzor .....	1/60
VIII. Fazola Fesztivál Miskolc – Újmassa 2014 .....	1/56
IX. Fazola Fesztivál.....	6/51
VII. Ózdi Ipari Örökségvédelmi Konferencia .....	5/59
XXII. tudományos szakmai napok a Szigetközben .....	5/57
2014. november 15-e, az emlékezés napja.....	1/59
A Fémkohászati Szakosztály LEAN Szakcsoport bemutatkozása .....	1/55
A helyi szervezetek szerepe és felelőssége .....	3/58
A magyar régészek doyenjét köszöntötték 100. születésnapján .....	1/53
A Miskolci Egyetem csoportja a GIFA-n.....	5/56
A XV. Fémkohászati Szakmai Napról... ..	1/54
A XV. Képlékenyalakító Konferenciáról .....	2/56
Acél- és fémipari analitikai konferencia Düsseldorfban .....	5/55





Az Északerdő Zrt. LÁEV különvonatával a lillafüredi OMBKE Bálra.....	2/61	Szövetség élén .....	5/57
Az MTA Metallurgiai Bizottság ülése .....	3/61	Meghívók, hirdetések...1/42, 1/58, 2/59, 3/55, 3/61, 3/63, 3/64	
Az OMBKE 105. Küldöttgyűlése.....	4/3	Meglátogattuk Moravitz Pétert .....	2/56
Beszélgetés a 90 éves, vasdiplomás dr. Pilissy Lajossal .....	2/50	Múzeumok éjszakája az Öntödei Múzeumban .....	3/63
Beszélgetés dr. Patay Pállal közelgő 100. születésnapja alkalmából .....	1/51	Nekrológ	
Egyesületi hírek .....	4/37	Bánky Gyula (1923–2015) .....	6/56
Emlékezés Sáfár László szakosztályelnökre .....	6/48	Dr. Bíró Attila (1931–2015) .....	3/67
Emlékeztető az OMBKE választmányi üléséről .....	1/57, 2/58, 3/59, 6/49	Dr. Czékkel János (1928–2015) .....	5/63
Évadzáró kecskeméti Szakmai Nap.....	1/56	Dr. Esztó Péter (1943–2014) .....	1/63
Ganz-év az Öntödei Múzeumban .....	1/58	Fabó Endre (1921–2014) .....	1/64
Dr. Hajtó Nándor (1914–1978) élete és munkássága .....	2/55	Dr. Farkas Sándor (1930–2013).....	1/62
Hazai hírek .....	4/42	Gyöngyösi Péter (1936–2014) .....	5/62
Jubileumi Szent Borbála-szakestély Dunaújvárosban.....	1/53	Kárpáty Lóránt (1924–2015).....	4/41
Jubileumi ünnepség a METALKONTROL Kft.-ben .....	5/54	Kováts Tibor László (1942–2015).....	3/66
Kibővült a Diósgyőri Ipartörténeti emlékház.....	3/62	Dr. Nándori Gyuláné sz. Mühl Margit (1933–2015) .....	2/64
Könyvismertetés .....	2/62	Riedl Rezső (1948–2015).....	6/56
Köszöntések .....	5/60	Dr. Szabó Lajos (1929–2015).....	3/67
Csehil György .....	1/61	Szalai János (1922–2015) .....	6/B3
Dánfy László Andor.....	5/62	Dr. Szeghegyi Árpád (1929–2015).....	3/68
Eigner Viktor .....	1/62	Szilágyi Imre (1928–2015) .....	6/55
Gál János .....	3/65	Vámos Éva (1950–2015) .....	6/55
Galambos Sándor.....	3/65	Dr. Várhegyi Győző (1929–2015).....	5/64
Hegymegi-Kiss György .....	3/65	Vincze Sándor (1935–2015).....	5/63
Károly János .....	5/62	Dr. Zámbo János (1932–2015).....	2/64
Komjáthy István.....	6/54	OMBKE Szakmai Nap a Phoenix Mecano Kecskemét Kft.-nél .....	2/62
Dr. Kovács Károly .....	2/63	Selmecbánya 2015. szeptember 11–13.....	5/B3, 5/B4
Kreischer Károly .....	2/63	Szemelvények kohászatunk múltjából. A rhónici vasmű látképe .....	6/B4
Molnár István.....	5/61	Szent Borbála-érem kitüntetésben részesült kohász egyesületi tagok .....	1/50
Pivarcsi László .....	1/61	Szt. Borbála-napi országos központi ünnepség .....	1/48
Schmidt György.....	2/63	Tartalom és tárgymutató – 2014 .....	2/I–IV
Dr. Szabó József.....	1/62	Tudósítás a Magyar Öntészeti Szövetség 24. közgyűléséről .....	3/60
Dr. Szabó Lajos József.....	5/61	Dr. Varga Ferenc életműve halálának 25 éves jubileuma alkalmából (1920–1990).....	6/52
Tárkány Szűcs József.....	6/54	Zempléni technikatörténeti tanulmányút.....	2/60
Tóth Antal .....	5/61		
Külföldi hírek .....	4/29, 4/36, 4/47		
Luca-napi szakestély a budapesti vaskohászoknál .....	2/54		
Magyar elnök az Európai Roncsolásmentes Vizsgálati			

## Betűrendes névmutató

### Vaskohászat

Cora Ildikó.....	2/1
Éberhardt Zoltán .....	5/7
Farkas Krisztina .....	5/7
Godzsák Melinda .....	2/1
Hack, Klaus.....	6/1
Kardos Ibolya .....	1/1
Kunhalmi Gábor .....	6/9
Mucsi András .....	1/1
Pekker Péter.....	2/1
Petersen, Stephan .....	6/1
Scheller, Piotr R.....	6/1
Shu, Qifeng.....	6/1
Sziklavári János .....	5/1
Takács István .....	5/1
Tardy Pál.....	1/5, 2/7, 2/10
Thiele Ádám .....	6/6
Veres Zsolt .....	2/1

### Öntészet

Csanády Andrásné Bodoky Ágnes 1/20

Diószegi Attila .....	6/13
Dobóczy István .....	2/16
Dúl Jenő .....	5/12
Fegyverneki György .....	5/12
Iby Ágnes .....	2/16
Kovács Tibor .....	1/11, 2/13
Mertinger Valéria.....	5/12
Petzschmann, U. ....	5/20
Stets, W. ....	5/20
Svidró József Tamás.....	6/13
Szende György .....	1/11, 2/13
Szőke Dóra.....	1/16
Tokár István .....	1/11, 2/13
Tokár Monika .....	5/12
Tóth Judit .....	6/13
Tóth Levente.....	6/13
Vörösné Faragó Elza .....	1/11, 2/13

### Fémkohászat

Bánki Sándor .....	2/27, 5/37
Budai Dávid .....	5/29

Horváth János.....	2/22
Mikó Tamás.....	6/27
Penk Márton .....	6/24
Tisza Miklós .....	5/29
Török Tamás.....	1/28

### Anyagtudomány

Karantzas, Alexander .....	2/34
Lekatou, Angeliki.....	2/34
Sfikas, Athanasios .....	2/34
Bálint Péter .....	2/34
Baranyai Viktor .....	3/43
Bauernhuber Andor.....	5/43
Baumli Péter .....	2/34
Benke Márton .....	5/39
Bocz Katalin .....	5/43
Buza Gábor.....	6/33
Czibik Ádám .....	5/39
Csanády Andrásné .....	5/43, 6/37
Cseh Dávid .....	5/39
Csizmázia János.....	1/37



Dezső András .....	2/34, 3/43	Szebényi Gábor .....	2/30	Lassú Gábor .....	3/29
Erős Andrea .....	6/33	Tóth Attila Lajos .....	6/37	Lipusz Dóra .....	3/4
Fábián Réka .....	6/37	Trampus Péter .....	3/43	Mertinger Valéria .....	3/38
Fazakas Éva .....	6/33	Trif László .....	5/43	Mikó Tamás .....	3/38
Fekete Balázs .....	1/37	Verő Balázs .....	6/37	Nagy Erzsébet .....	3/14
Gábor János .....	6/37			Rontó Viktória .....	3/33
Gácsi Zoltán .....	2/34	<b>Felsőoktatás</b>		Roósz András .....	3/33, 3/38
Gubicza Jenő .....	6/37	Kaptay György .....	5/49	Sályi Zsolt .....	3/2
Jenei Péter .....	6/37	Károly Gyula .....	2/41	Simon Andrea .....	3/4
Kaptay György .....	2/34, 3/43			Svéda Mária .....	3/33
Katona Bálint .....	2/30	<b>Miskolci Egyetem FORR-ÁSZ projekt</b>		Szabó Gábor .....	3/38
Krafcsik Olga .....	6/37	<b>TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-</b>		Téglás Noémi .....	3/14
Kresz Norbert .....	3/43	<b>0019</b>		Terjék Andrea .....	3/9
Langer Gábor .....	6/37	Batta Beatrix .....	3/1	Török Tamás .....	3/29
Májlínger Kornél .....	1/33	Baumli Péter .....	3/18	Tranta Ferenc .....	3/33
Markovits Tamás .....	5/43	Benke Márton .....	3/2	Zupkó István .....	3/38
Mekler Csaba .....	3/43	Gácsi Zoltán .....	3/1, 3/4, 3/9, 3/14		
Mertinger Valéria .....	5/39	Géber Róbert .....	3/4	<b>Hírmondó</b>	
Orbulov Imre Norbert .....	1/37, 2/30	Gyenes Anett .....	3/9, 3/14	Liptay Péter .....	4/28
Radnóczy György .....	6/37	Gyökér Zoltán .....	3/9	Lőrincz Árpád .....	4/32
Simon Andrea .....	2/34	Kékesi Tamás .....	3/22	Réthy Károly .....	4/30
Somlyai-Sipos László .....	2/34				
Szabó Péter János .....	6/37				

## Tárgymutató – 2015

### A, Á

acél	
–, damaszkolt .....	6/6
– hőkezelése .....	2/1
acélglyártás .....	6/1
acéllemez .....	1/1, 3/29
adhézió .....	5/43
alumínium	
– képlékenyalakítása .....	5/29
– kovácsolása .....	1/31
alumíniumkarosszéria .....	5/29
alumíniumkohászat .....	1/24, 2/22
alumíniumlemez .....	3/38
alumíniumöntvény .....	5/12
alumíniumöntvözet .....	5/12
– gyártása .....	6/24
– mechanikai tulajdonságai .....	6/27
–, öntészeti .....	6/21, 6/22
anyagvizsgálat .....	1/1
autóipar .....	5/29

### B

bucavas .....	6/6
---------------	-----

### E, É

elektrolízis .....	2/2
érem .....	2/27, 5/37
erózió .....	3/2
ezüst .....	1/28
– ötvözetei .....	3/9, 3/14

### F

fárasztás .....	2/20
felsőoktatás .....	2/40, 2/49, 3/50, 3/52, 3/54, 5/52, 6/18, 6/44
fémöntészet .....	2/16
formázóanyagok .....	
..... 1/16, 5/20, 6/13, 6/18, 6/19, 6/20	
forrasztanyag .....	3/2,

..... 3/9, 3/14, 3/18, 3/22, 3/33	
foszforsav .....	6/6

### G

Gépipari Technológiai Intézet (GTI) ....	
..... 1/11, 2/13	

### H

hengerlési hiba .....	5/7
hőkezelés .....	5/39
hulladékhasznosítás .....	3/22, 6/24

### I, Í

infiltrálás 1/37, 2/34	
------------------------	--

### K

karbonitridálás .....	2/1
keményforrasztás .....	3/18
képlékenyalakítás .....	5/29, 6/27
kokillaöntés .....	2/16, 6/23
kompozit .....	1/37, 2/34, 3/4
kopásállóság .....	1/33
korrózióvédelem .....	1/28

### L

lézersugaras kötés .....	5/43
– hegesztés .....	6/33

### M

maghomok .....	1/16
maradó feszültség .....	5/39
Magyarország(on)	
– acélipara .....	1/5, 6/9
– alumíniumipara .....	1/24, 1/27, 1/31
– öntészete .....	1/11, 1/20, 2/13, 6/37
– vaskohászata .....	5/1
meleghengerlés .....	5/7

### N

nitridálás .....	1/1
------------------	-----

### O, Ó

OMBKE küldöttgyűlés .....	4/3
ón .....	3/22
öntvözet .....	3/33

### Ö, Ő

öntés	
–, nyomásos .....	6/22
öntészet .....	1/11, 2/13
öntvénygyártás .....	1/16, 5/12

### P

plattírozás .....	3/38
plazma .....	6/33

### R

réz ötvözete .....	3/4
--------------------	-----

### S

sárgaréz .....	2/16
----------------	------

### SZ

szegregáció .....	3/43
szemcsehatár .....	3/43
szerszám tönkremenetele .....	3/2
szintaktikus fémhabok .. 1/33, 1/37, 2/30	

### T

tűzzománc .....	3/29
-----------------	------

### Ü, Ű

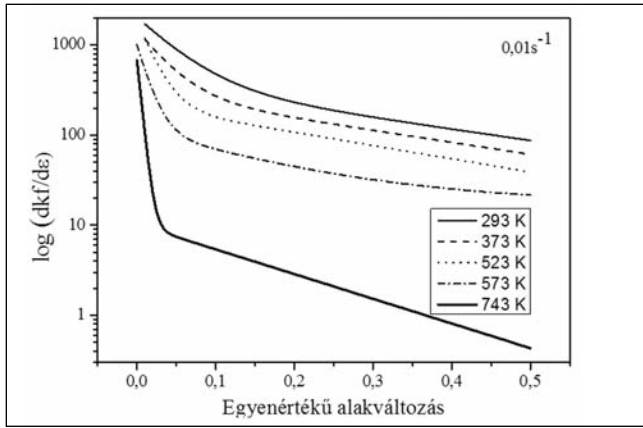
üstmetallurgia .....	6/1
----------------------	-----

### V

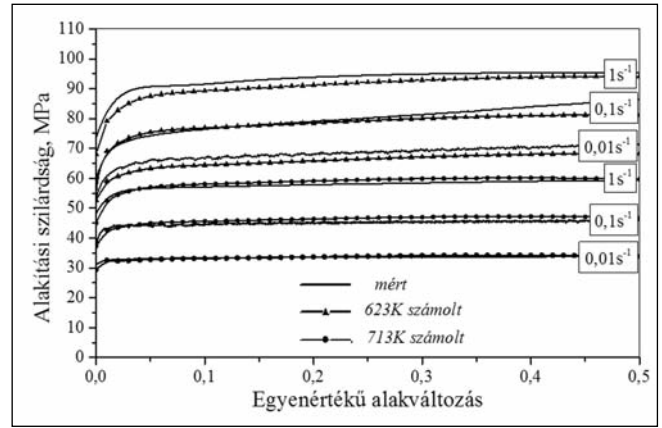
volfrám-karbid .....	2/34
----------------------	------

### Z

zárványosság .....	6/1
--------------------	-----



■ **7. ábra.** A  $d\epsilon/dt$  értékei  $0,01 \text{ s}^{-1}$  alakváltozási sebesség esetén különböző alakítási hőmérsékleten az egyenértékű alakváltozás függvényében



■ **8. ábra.** A 713 K-en különböző alakváltozási sebesség esetén mért görbék, valamint a matematikai összefüggés segítségével közelített alakítási szilárdsáértékek

$$\dot{\epsilon} = A \sinh(\alpha \sigma)^n \exp\left(\frac{Q}{RT}\right)$$

Az egyenletben szereplő  $\dot{\epsilon}$  az alakváltozási sebesség ( $\text{s}^{-1}$ ),  $\sigma$  a valódi feszültség (MPa),  $Q$  az alakítás aktiválási energiája,  $R$  az egyetemes gázállandó ( $8,314 \text{ J/molK}$ ), és  $T$  az abszolút hőmérséklet (K). Az egyenlet  $\sigma$ -ra rendezett alakját felhasználva a rögzített alakváltozáshoz, de különböző alakváltozási sebességhez és alakítási hőmérséklethez tartozó mért feszültségértékekre végeztünk felületillesztéseket. Az iterálás során 28 különböző alakváltozási érték esetén határoztuk meg az egyenletekben szereplő  $Q$ ,  $A$ ,  $\alpha$ , és  $n$  anyagjellemző paraméterek értékeit.

$$\sigma = \frac{\text{arcsinh}\left(\exp\left(\frac{RT(\ln(\dot{\epsilon}) - (\ln A)) + Q}{RTn}\right)\right)}{\alpha}$$

Mivel ezek értékei az alakváltozás során változnak, ezért igyekeztünk a változásukat jól követő függvényt illeszteni rájuk. Erre a célra a Lademo-függvényt

$$y = p_0 + p_1(1 - e^{-p_2x}) + p_3(1 - e^{-p_4x}) + p_5(1 - e^{-p_6x})$$

alkalmaztuk, mely  $0,98 R^2$  pontosságú illesztést eredményezett [2]. Ezen hét változós függvényeket Maple-program segítségével beillesztettük az eredeti egyenletbe, és összehasonlítottuk a mért, illetve számolt alakítási szilárdság értékeit.

A 8. ábrán bemutatott eredmények azt mutatják, hogy az alkalmazott matematikai összefüggés jól közelíti a valós mérési eredményeket.

## 5. Összefoglalás

Kutatómunkánk során zömítővizsgálat alkalmazása segítségével határoztuk meg az AlMn1 öntött állapotú alumínium ötvözetre 296 K és 743 K között jellemző alakítási szilárdság–egyenértékű alakváltozás görbéket. Vizsgáltuk az alakváltozási sebesség hatását, amihez három különböző sebességet ( $0,01$ ,  $0,1$  és  $1 \text{ s}^{-1}$ ) alkalmaztunk. Mértük a darab hőmérsékletének alakváltozás közbeni változását. Azt tapasztaltuk, hogy a legkisebb alkalmazott alakváltozási sebesség esetén a darab hőmérséklete nem változott az alakítás során. A nagyobb sebességek esetén azonban számottevő mértékű melegedés következett be az alakított darabban, ami csökkentette az anyag alakítás közbeni keményedésének mértékét. A szakirodalomban a melegalakítás hőmérséklet-tartományát leíró Sellars és McTegart nevéhez fűződő egyenletet felhasználva meghatároztuk azon anyagjellemzők értékeit,

melyek segítségével 623 K és 743 K között a mért értékeket jól közelítő eredményeket kaptunk.

## 6. Köszönetnyilvánítás

A kutatómunka a Miskolci Egyetem stratégiai kutatási területén működő Alkalmazott Anyagtudomány és Nanotechnológia Kiválósági Központ keretében valósult meg.

## Irodalom

- [1] Berezki P., Szombathelyi V., Krallics Gy.: Determination of flow curve at large cyclic plastic strain by multiaxial forging on MaxStrain System, International Journal of Mechanical Sciences, Volume 84. (2014) pp. 182–188.
- [2] Berezki P., Krallics Gy.: Ciklus folyási feszültség meghatározása alumínium többtengelyű kovácsolásakor, BKL Kohászat 146. évf., 2014/5-6 szám
- [3] Berezki P., Krallics Gy.: Flow; Curve Evolution During Cyclic Processing of Ultrafine-Grained Aluminum Alloy by Multiaxial Forging, Advanced Engineering Materials, Volume: 17 Issue: 12 (2015) pp. 1773–1782.
- [4] Sellars, C. M., McTegart, W. J.: On the Mechanism of Hot Deformation. Acta Metallurgica, Volume 14, Issue 9, September 1966, pp. 1136–1138.
- [5] Lademo, O. G., Hopperstad, O. S., Langseth M.: An evaluation of yield criteria and flow rules for aluminium alloys. International Journal of Plasticity 15 (1999), pp. 191–208.
- [6] Yong-Cheng Lin, Ming-Song Chen, Jun Zhang: Modeling of flow stress of 42CrMo steel under hot compression. Materials Science and Engineering A 499 (2009) pp. 88–92.
- [7] Csanádi, T., Chinh, N. Q., Gubicza, J., Vörös, Gy., Langdon, T. G.: Characterization of stress–strain relationships in Al over a wide range of testing temperatures. International Journal of Plasticity 54 (2014) pp. 178–192.
- [8] Sellars, C. M., McTegart, W. J.: On the mechanism of hot deformation.. 9, Elsevier Ltd., (1966), Acta Metallurgica, Vol. 14, pp. 1136–1138.

KATONA BÁLINT – ORBULOV IMRE NORBERT

## Kerámiagömbhéjakkal töltött szintaktikus fémhabok kvázistatikus és nagy alakváltozási sebességű nyomóvizsgálata

*Cikkünkben a szintaktikus fémhabok nyomásra adott válaszával foglalkozunk. Vizsgálatainkban összesen négy különböző mátrixanyagú kerámiagömbhéjakkal töltött szintaktikus fémhabot zömítettünk. A különböző alapanyagú és különböző hőkezeltségi állapotú próbatestet kvázi-statisztikus nyomóvizsgálatoknak és nagy alakváltozási sebességű vizsgálatoknak vetettük alá. Az eredmények alapján a mátrixanyag kémiai összetétele és hőkezeltségi állapota jelentősen befolyásolja a vizsgált fémhab nyomószilárdsági tulajdonságait. A vizsgált anyag nyomószilárdsága kevésbé függ az alakváltozás sebességétől, szemben a szerkezeti merevséggel, illetve a törési alakváltozással. A habok tönkremeneteli módjai között jelentős különbség mutatkozott a kvázi-statisztikus, illetve a nagy alakváltozási sebességű mérések esetén.*

### 1. Bevezetés

A fémmátrixú szintaktikus fémhabok speciális, részecskeerősítésű kompozitok, amelyekben a mátrixanyagban gömbhéjak helyezkednek el. Az anyag speciális struktúrájának köszönhetően számos előnyös tulajdonsággal bír: kis sűrűség, jó hő- és rezgészigetelés, nagyfokú energiaelnyelés jellemzi. Ezen cellás anyagok esetében leggyakrabban alumíniumot vagy annak ötvözetét használják mátrixanyagként, de gyártottak már acél- [1–5], magnézium- [6], és titán- [7–9] mátrixú fémhabokat is. Töltőanyagként kerámia- [10–15] vagy fém- [10]

gömbhéjakat alkalmaznak. A költségek csökkentése érdekében esetenként a jóval olcsóbb építőipari perlittel [16–18] vagy habkövel [19] érik el a cellás szerkezetet.

A fémhabok tipikus terhelési módja a nyomás, a nyomásra adott válaszuk már széles körben vizsgált [20–27]. A kvázistatikus állapotban végzett vizsgálatokra, és az abból kapott eredmények kiértékelési módszereire szabvány is rendelkezésre áll [28]. Ezzel szemben a fémhabok nagy alakváltozási sebességre adott válasza kevésbé kutatott, annak ellenére, hogy az ütközési zónákban való alkalmazásban komoly szerepet tölthetnek be.

Balch és társai kerámia mikro-gömbhéjjal töltött tiszta alumínium, illetve 7075-ös alumíniumötvözet-mátrixú fémhabot gyártottak és vizsgáltak. Kvázistatikus körülmények mellett a nyomószilárdság 100 MPa, illetve 230 MPa-ra adódott, ehhez képest a dinamikus nyomóvizsgálat a nyomószilárdsági érték 10-30%-os növekedését eredményezte [29].

Gupta és társai Al4032 és AZ91D mátrixanyagú szintaktikus fémhabokat vizsgáltak. Megállapították, hogy na-

gyobb alakváltozási sebesség mellett, nagyobb az anyag nyomószilárdsága, és nagyobb energiaelnyelő képességgel rendelkezik [30, 31]. SiC-gömbhéjakkal töltött A356 alumínium-ötvözet-mátrixú fém kompozitok kvázistatikus és dinamikus tulajdonságait vizsgálva, megállapították, hogy a vizsgált minták nyomószilárdsága nem mutat függést az alakváltozás sebességétől [23, 32]. Vizsgálataikat magnézium mátrixszal megismételve, 1,5-szörös nyomószilárdságot mértek [33].

Santa-Maria és társai A380 alumínium-ötvözet-mátrixú  $Al_2O_3$  mikro-gömbhéjakkal töltött szintaktikus fémhab kvázistatikus és dinamikus tulajdonságait vizsgálták. A méréseket 880  $s^{-1}$  és 1720  $s^{-1}$ -os alakváltozási sebesség mellett végezték [24].

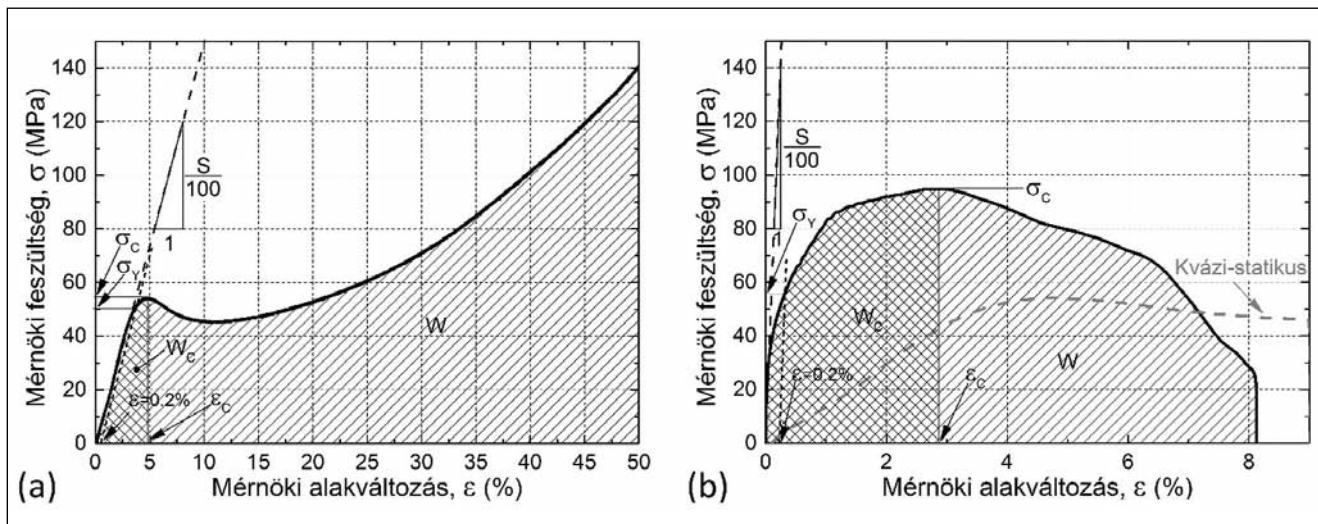
Az említett kutatások fontos információkat adnak a különböző típusú fémhabok dinamikus tulajdonságairól, azonban annak a mátrixanyag kémiai összetételétől és hőkezeltségi állapotától való függését nem taglalják. Ezért jelen kutatás fő célja, hogy a különböző mátrixanyagú és hőkezeltségi állapotú szintaktikus fémhabok kvázistatikus és dinamikus nyomási tulajdonságait bemutassa, így szélesítve tovább az eddig rendelkezésre álló ismereteket.

### 2. Anyagok és vizsgálati módszerek

A vizsgált szintaktikus fémhabok gáznyomásos (Ar-gáz), folyadék fázisú infiltrálás segítségével készültek. Az alkalmazott mátrixanyagok kémiai összetételét az 1. táblázat mutatja. Az összetétel EDAX Genesis típusú energiadiszperzív spektroszkóp segítségével határoztuk meg.

*Katona Bálint* 2014-ben szerezte meg MSc-diplomáját a BME Gépészmérnöki Karán. Jelenleg az Anyagtudomány és Technológia Tanszék doktorandusz hallgatója. Kutatásaiban szintaktikus fémhabok fáradási tulajdonságaival foglalkozik.

*Orbulov Imre Norbert* 2009-ben szerzett PhD-fokozatot a BME Gépészmérnöki Karán. Jelenleg az Anyagtudomány és Technológia Tanszék docense. Kutatási területe a fémmátrixú kompozitok és fémhabok előállítás és tulajdonságaik vizsgálata.



■ 1. ábra. Al99,5 mátrixú szintaktikus fémhab tipikus mérnöki feszültség–mérnöki alakváltozás görbéje kvázistatikusan (a) és nagy alakváltozási sebességen (b) esetén

Töltőanyagként a Hollomet GmbH Globocer típusú kerámiaömbhéjait használtuk. A vizsgált habok térkitöltése minden esetben ~64% volt. A gömbhéjak 33 t%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 48 t% amorf  $\text{SiO}_2$  és 19 t% mullitból ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ) álltak. Külső átmérőjük  $1444 \pm 79,9 \mu\text{m}$ , falvastagságuk  $58,0 \pm 3,2 \mu\text{m}$  és sűrűségük  $0,816 \text{ gcm}^{-3}$  volt. Az előállított fémhabok sűrűsége Al99,5 mátrix esetén  $1,83 \text{ gcm}^{-3}$ , AlSi12 mátrix esetén  $1,78 \text{ gcm}^{-3}$ , AlMgSi1 mátrix esetén  $1,80 \text{ gcm}^{-3}$  és AlCu5 mátrix esetén  $1,84 \text{ gcm}^{-3}$  volt.

Minden mintát homogenizáló hőkezelésnek ('O' végződésű minták) vetettünk alá  $520 \text{ }^\circ\text{C}$ -on 30 percig. A hűtést vízben végeztük, a vizsgálatokat pedig közvetlenül a hőkezelés után hajtottuk végre. Az AlMgSi1 és AlCu5 mátrixanyagú minták esetében öregített mintákat is vizsgáltunk ('T6' végződésű minták). Az öregítést 14 órán keresztül  $170 \text{ }^\circ\text{C}$ -on végeztük, majd vízben hűtöttük.

A szintaktikus fémhabtömbökből  $12,7 \text{ mm}$  átmérőjű hengeres próbatesteket munkáltunk ki a kvázistatikusan és a nagy alakváltozási sebességű mérésekhez. Minden próbatest  $H/D=1$ -es átmérőviszonnyal rendelkezett. Minden anyag és hőkezelési kombináció-

ból 6-6 mintán végeztünk méréseket. A kvázistatikusan nyomóvizsgálatokat MTS 810 típusú univerzális anyagvizsgáló gépen végeztük el egy négyoszlopos zömítő szerszámban, szobahőmérsékleten. Minden vizsgálatot 50%-os mérnöki alakváltozásig végeztünk  $0,01 \text{ s}^{-1}$  integrálközepű alakváltozási sebességgel. A nagy alakváltozási sebességű méréseket Split-Hopkinson teszttel hajtottuk végre. A berendezés a minta  $933 \text{ s}^{-1}$ , illetve  $2629 \text{ s}^{-1}$ -os alakváltozási sebességű zömítését tette lehetővé. A tönkremeneteli mechanizmus vizsgálatához a vizsgált mintákból hosszmetseti csiszolatokat készítettünk.

### 3. Eredmények és kiértékelésük

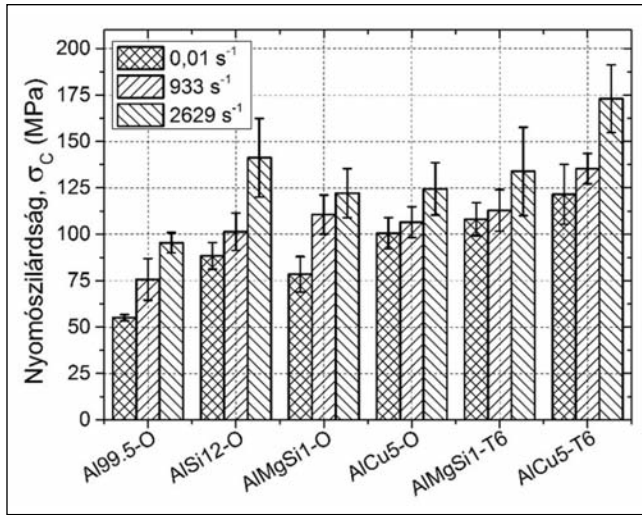
#### 3.1. Mechanikai tulajdonságok

Az 1. ábrán az Al99,5 mátrixanyagú szintaktikus fémhab jellegzetes mérnöki feszültség–mérnöki alakváltozás görbéje látható kvázistatikusan (1a ábra) és nagy alakváltozási sebességű mérés (1b ábra) esetében. A két legfontosabb feszültségérték a  $0,2\%$ -os képlékeny alakváltozáshoz tartozó feszültség ( $\sigma_Y$  (MPa)) és a nyomószilárdság ( $\sigma_C$  (MPa)). A törési alakváltozás ( $\epsilon_C$  (%)) az első lokális csúcshoz (nyomószilárdság) tartozó alakváltozási érték. További fontos mennyiség a fajlagos törési munka ( $W_C$  ( $\text{Jcm}^{-3}$ )) és a teljes elnyelt fajlagos mechanikai energia ( $W$  ( $\text{Jcm}^{-3}$ )), amelyek a regisztrált görbe törési alakváltozásig, illetve a folyamat végéig tartó alakváltozásig vett integrálja.

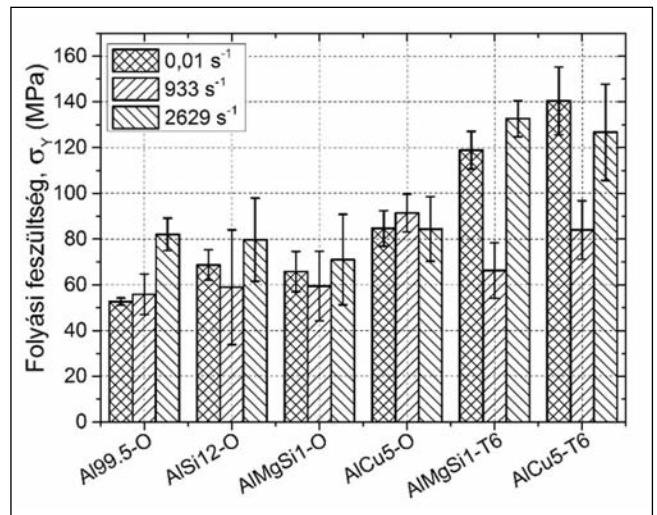
A vizsgált szintaktikus fémhabok nyomószilárdsági értékeit a 2. ábra mutatja. Az ötvözetlen mátrixanyagú szintaktikus fémhabok (Al99,5-O) kisebb nyomószilárdsági értékkel rendelkeznek, mint az ötvözöttek. Megfigyelhető, hogy a Mg-Si (~2 t%) és a Cu (~4,5 t%) ötvözés nagyobb nyomószilárdságot eredményezett, mint a csak szilíciummal (~13 t%) történő ötvözés. A kvázistatikusan T6-os hőkezeltségi állapotú anyagok nyomószilárdsági értékei ~40-, illetve ~20%-kal növekedtek az oldó hőkezelést kapott Mg-Si, illetve Cu ötvözesű mintáknál mért értékekkel szemben. Nagy alakváltozási sebesség mellett ez a növekedés kisebb volt (~10%) a Mg-Si ötvözesű anyag esetében, de nagyobb (~40%) a Cu ötvözesű minták esetében. Az Al99,5 mátrixú anyag nyomószilárdsága nőtt az alakváltozási sebesség növelésével. Az átlagos növekedés a kvázistatikusan méréshez képest ~20%, illetve ~45% volt a  $933 \text{ s}^{-1}$  illetve a  $2629 \text{ s}^{-1}$  alakváltozási sebességek esetében. Az alakváltozási sebességtől való érzékenység számszerűsíthető az alakváltozási sebesség érzékenységi paraméter ( $\Sigma$ ,

1. táblázat. Az alkalmazott mátrixanyagok főbb adatai

Mátrix	ASM ekvivalens	Összetétel (t%)						$R_m$ (MPa)	$T_{olv}$ ( $^\circ\text{C}$ )
		Al	Si	Fe	Mg	Cu	egyéb		
Al99,5	Al1050	99,5	0,1	0,1	-	-	0,3	75	660
AlSi12	A413.0	86,0	12,8	0,1	0,1	-	1,0	115	575
AlMgSi1	Al6082	97,0	1,1	0,5	1,1	-	0,3	125	650
AlCu5	Al2011	95,0	-	-	-	4,5	0,5	190	630



■ 2. ábra. A vizsgált szintaktikus fémhabok nyomószilárdsága



■ 3. ábra. A vizsgált szintaktikus fémhabok folyási feszültsége

2. táblázat) alapján, amely elterjedt a fémhabokkal kapcsolatos szakirodalomban [24, 29]. Számítási módja:

$$\Sigma = \frac{\sigma_d - \sigma_q}{\sigma^*} \frac{1}{\ln\left(\frac{\dot{\epsilon}_d}{\dot{\epsilon}_q}\right)},$$

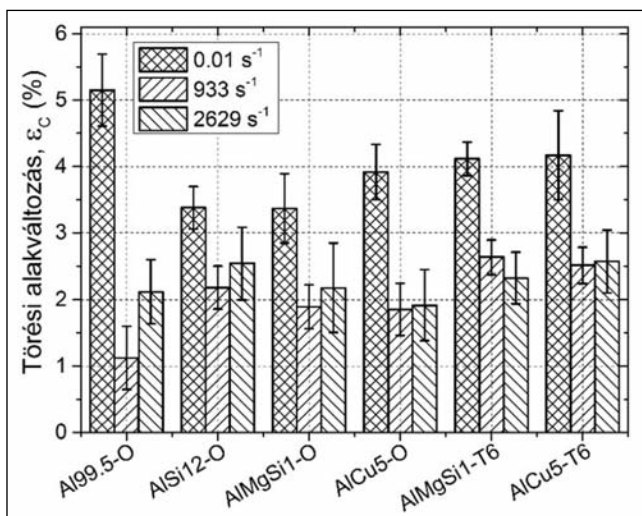
ahol,  $\sigma$  az adott alakváltozás mellett mért feszültség,  $\sigma^*$  a 0,2%-os képlékeny alakváltozásnál mért feszültség,  $\dot{\epsilon}$  pedig az alakváltozási sebesség. A „d” illetve a „q” indexek a dinamikus, illetve kvázistatikus mérésekre utalnak. Minél nagyobb a  $\Sigma$  paraméter értéke, annál inkább sebességérzékeny az anyag (vagyis például már kis sebességnövekedésre is jóval nagyobb szilárdsági mérőszámokat ad). Az alakváltozási sebesség érzékenységi paraméter és a kémiai összetétel között lévő egyértelmű összefüggést nem lehet megállapítani.

2. táblázat. Az előállított szintaktikus fémhabtömbök sűrűség és porozitás értékei

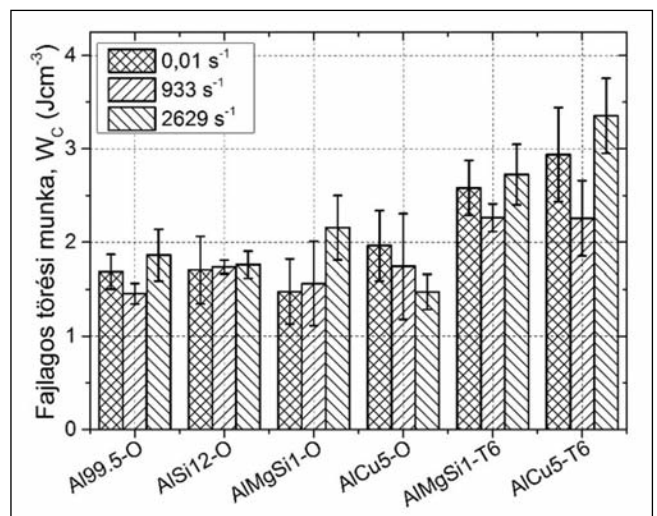
$\dot{\epsilon}_d$ (s <sup>-1</sup> )	Mátrix	$\sigma_{Cd}$ (MPa)	$\sigma_{Cq}$ (MPa)	$\sigma^*$ (MPa)	$\Sigma$ (-)
933	Al99,5-O	75,7	55,1	52,7	0,0427
	AlSi12-O	101,3	88,4	101,7	0,0139
	AlMgSi1-O	110,6	78,4	65,8	0,0535
	AlCu5-O	106,4	100,5	104,7	0,0062
	AlMgSi1-T6	112,8	108,1	118,8	0,0043
	AlCu5-T6	135,4	121,5	140,4	0,0108
2629	Al99,5-O	95,4	55,1	52,7	0,0752
	AlSi12-O	141,2	88,4	101,7	0,0511
	AlMgSi1-O	122,1	78,4	65,8	0,0654
	AlCu5-O	124,4	100,5	104,7	0,0224
	AlMgSi1-T6	133,9	108,1	118,8	0,0214

A 3. ábra a vizsgált anyagok  $\sigma_y$  értékét mutatja. Ez a feszültségérték a nyomószilárdsághoz hasonló függést mutat a mátrixanyag kémiai összetételétől. A homogenizált hőkezeltségű

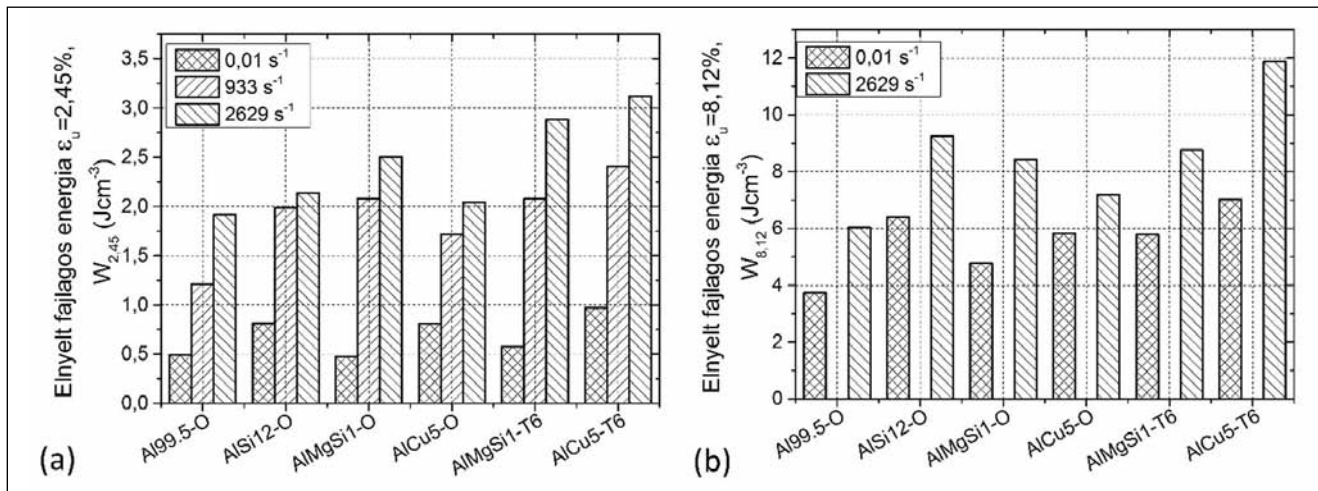
minták esetében a  $\sigma_y$  értéke az alakváltozási sebesség növelésével csak kis mértékben növekedett, értéke a kvázistatikus méréseknél meghatározott szórásásvan maradt. Ezzel szemben



■ 4. ábra. A vizsgált szintaktikus fémhabok törési alakváltozása



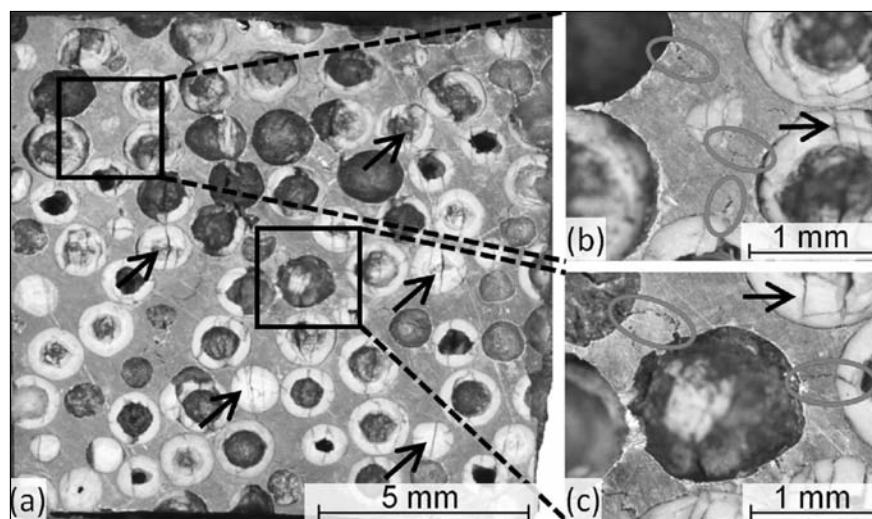
■ 5. ábra. A vizsgált szintaktikus fémhabok fajlagos törési munkája



6. ábra. A vizsgált szintaktikus fémhabok által elnyelt fajlagos energia 2,45% (a) és 8,12% (b)  $\epsilon_u$  értékek mellett

a T6-os hőkezeltségű minták különös viselkedést mutattak. A 933  $\text{s}^{-1}$  alakváltozási sebesség mellett a folyáshár értékében jelentős visszaesés volt a kvázistatikus méréshez képest, ami viszont a 2629  $\text{s}^{-1}$  alakváltozási sebességű mérésnél ismét elérte a kvázistatikus mérésnél tapasztalt értéket. Ennek a jelenségnek egy lehetséges magyarázata a lényegesen eltérő törési mechanizmusban található (lásd 3.2. alfejezet).

A törési alakváltozás értékek a 4. ábrán láthatóak. A törési alakváltozás értéke jelentősen (~50%) kisebb volt a nagy alakváltozási sebességű mérések esetében. Ez a különböző tönkremeneteli módokkal és az ebből adódó eltérő terhelési állapotokkal magyarázható. Kvázistatikus esetben a törés a mátrixanyag és a töltőanyag szilárdságának arányától függ [29]. Ezzel szemben, a dinamikus terhelés esetén a terhelés rövid időtartama miatt nem volt lehetőség az alkotók (mátrix és töltőanyag) anyagon belüli átrendeződésére, ami így egy új törési mechanizmust eredményezett (lásd 3.2. alfejezet). A nyomószilárdsági és törési alakváltozási értékek ellentétes csökkenése és növekedése kompenzálja egymást, emiatt a törési energia értékek közel azonosak a különböző anyagok eltérő alakváltozási sebességek melletti vizsgálatainak esetében. Az 5. ábrán megfigyelhető, hogy a T6-os hőkezelés eredményezi a legnagyobb törési energiával rendelkező anyagot, mivel itt tapasztalhatóak az ebből a szempontból legkedvezőbb nyomószilárdság-törési alakváltozás értékpárok. A vizsgálatok során a törési alak-



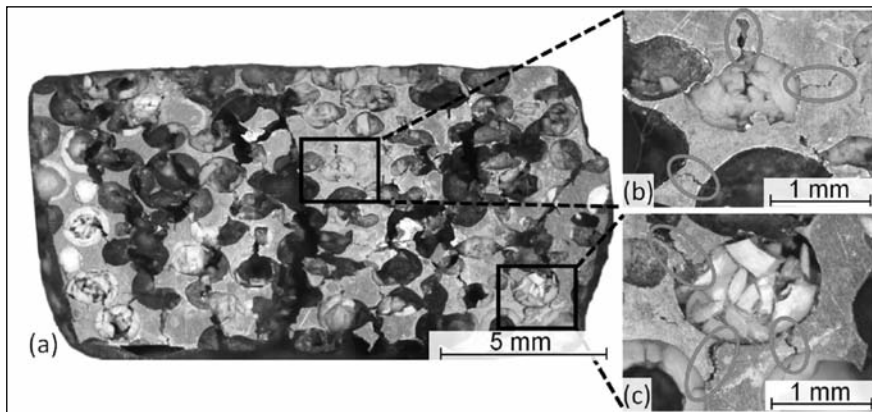
7. ábra. Egy 933  $\text{s}^{-1}$  alakváltozási sebesség mellett zömített Al99,5 mátrixú szintaktikus fémhabminta keresztmetszeti csiszolatának teljes képe (a) és egyes részeinek nagyítása (b, c)

változás elérésekor a mintában makroszkopikus repedés keletkezett (lásd 3.2. alfejezet).

A teljes elnyelt fajlagos energia esetében, mivel a dinamikus alakváltozási sebességeknél a gép konstrukciója miatt eltérő teljes alakváltozást lehetett csak elérni, ezért a kapott eredmények egymással közvetlenül nem összehasonlíthatóak. A 2629  $\text{s}^{-1}$  alakváltozási sebesség mellett az elnyelt energia lényegesen nagyobb (körülbelül háromszoros) volt, mint a 933  $\text{s}^{-1}$  alakváltozási sebesség mellett végzett méréseknél tapasztalt, köszönhetően a nagyobb teljes alakváltozási értéknek. Ezt kiküszöbölendő, a különböző anyagú és hőkezeltségű minták zömítéséből kapott eredmények alapján előállítottuk a 6. ábrán látható értékeket, amelyeket a két dinamikus mérés

során tapasztalt legkisebb teljes alakváltozási értékek alapján határoztunk meg (mindkét esetben az Al99,5-O minta hozta a legkisebb teljes alakváltozási értéket, rendre 2,45%-ot és 8,12%-ot a 933  $\text{s}^{-1}$  és a 2629  $\text{s}^{-1}$  sebességű mérések során).

Az így meghatározott értékek (a közös integrálási határok miatt) már összehasonlíthatóak egymással. A 6. ábrán egyértelműen megfigyelhető a különböző alakváltozási sebességek közötti különbség. A 2,45%-os teljes alakváltozás mellett a legnagyobb alakváltozási sebességű méréseknél tapasztalt elnyelt energia értékek (6a ábra) közel kétszeresei a kvázistatikus állapotban mértekhez képest. Hasonló eredmények figyelhetőek meg a 8,12%-os alakváltozással számolt értékek esetében (6b ábra).



■ 8. ábra. Egy  $2629 \text{ s}^{-1}$  alakváltozási sebesség mellett zömített Al99,5 mátrixú szintaktikus fémhabminta keresztmetszeti csiszolatának teljes képe (a) és egyes részeinek kinagyítása (b, c)

### 3.2. Tönkremeneteli mechanizmusok

Ebben az alfejezetben a növelt alakváltozási sebességű próbatestek tönkremenetelét mutatjuk be. A 7. ábra egy homogenizált hőkezelt állapotú Al99,5 mátrixú  $933 \text{ s}^{-1}$  alakváltozási sebesség mellett zömített minta keresztmetszeti képét mutatja. A zömítés hatására a töltőanyag falaiban repedések jelentek meg. A 7a ábrán látható nyílak néhány jellegzetes és jól látható repedést mutatnak. A létrejött repedések párhuzamosak voltak a terhelési iránnyal, valamint az anyagban lévő gömbhéjak megtartották gömb jellegüket. A nagyított képeken (7b és 7c) a mátrixanyagban futó repedéseket lehet megfigyelni, amiket a képeken ellipszisek jelölnek. Ezek a repedések a gömbhéjak rideg törésénél indulnak és feltehetőleg a gömbhéjak belsejében lévő megnövekedett gáznyomás miatt terjednek. A repedések a mátrixanyaghoz érve vagy megállnak, vagy a szomszédos gömbhéjig tovaterjednek.

A 8. ábra az Al99,5 mátrixú szintaktikus fémhab keresztmetszeti csiszolati képét mutatja  $2629 \text{ s}^{-1}$  alakváltozási sebesség mellett végzett zömítést követően, 8,12%-os teljes alakváltozásig. A nagy becsapódási energia miatt a létrejött alakváltozás jelentősen nagyobb, mint az előző ( $933 \text{ s}^{-1}$ ) esetben. A gömbhéjak teljesen eltörtek, elvesztették gömb jellegüket, az üregek ellaposodtak és az anyagban létrejött nagyobb méretű kvázi egyenes repedések mentén kiperegtek. Egyes esetekben a minta 2-3 nagyobb darabra szétvált a repedések mentén. A 8b és a 8c ábra a törött gömbhéjak két tipikus esetét mutatja. A szomszédos gömb-

héjak közötti repedések jelentősen nagyobbak és szélesebbek voltak a nagyobb deformáció okozta nagyobb belső nyomásnak köszönhetően.

### 4. Következtetések

Az általunk vizsgált szintaktikus fémhabok esetében a mérnöki feszültség-mérnöki alakváltozás görbék a kvázistatikus és a nagy alakváltozási sebességgel végzett mérések esetében jelentősen különböznek egymástól, azonban a szabványos jellemző tulajdonságok jól meghatározhatóak.

A mátrixanyag kémiai összetételének, az alkalmazott hőkezelésnek és az alkalmazott alakváltozási sebességnek jelentős hatása van a vizsgált fémmátrixú szintaktikus fémhabok nyomószilárdsági tulajdonságaira. A paraméterek helyes megválasztásával, egy adott alkalmazásnak megfelelő tulajdonságokkal rendelkező anyag is előállítható.

A kvázistatikus és dinamikus körülmények mellett végzett vizsgálatok során különböző tönkremeneteli mechanizmusok voltak megfigyelhetők. A nagyobb alakváltozási sebesség mellett ( $933 \text{ s}^{-1}$ ) elvégzett vizsgálatok esetében a gömbhéjakon egyenes, a terhelés irányával párhuzamos repedések mutatkoztak. A legnagyobb alakváltozási sebesség ( $2629 \text{ s}^{-1}$ ) mellett a gömbhéjak több apró darabra törtek, a minta pedig több különálló darabra esett szét.

### 5. Köszönetnyilvánítás

A kutatási eredmény és a cikk a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült.

### Irodalom

- [1] Castro, G. – Nutt, S.R.: Synthesis of syntactic steel foam using gravity-fed infiltration. *Mater Sci Eng A* 2012, 553, 89–95.
- [2] Castro, G. – Nutt, S.R.: Synthesis of syntactic steel foam using mechanical pressure infiltration. *Mater Sci Eng A* 2012, 535, 274–280.
- [3] Weise, J. – Lehmus, D. – Baumeister, J. – Kun, R. – Bayoumi, M. – Busse, M.: Production and properties of 316L stainless steel cellular materials and syntactic foams. *Steel Res Int* 2014, 85(3), 486–497.
- [4] Luong, D. D. – Shunmugasamy, V. C. – Gupta, N. – Lehmus, D. – Weise, J. – Baumeister, J.: Quasi-static and high strain rates compressive response of iron and Invar matrix syntactic foams. *Mater Des* 2015, 66, 516–531.
- [5] Peroni, L. – Scapin, M. – Avalle, M. – Weise, J. – Lehmus, D.: Dynamic mechanical behavior of syntactic iron foams with glass microspheres. *Mater Sci Eng A* 2012, 552, 364–375.
- [6] Xia, X. – Feng, J. – Ding, J. – Song, K. – Chen, X. – Zhao, W. et al.: Fabrication and characterization of closed-cell magnesium-based composite foams. *Mater Des* 2015, 74, 36–43.
- [7] Mondal, D. P. – Datta Majumder, J. – Jha, N. – Badkul, A. – Das, S. – Patel, A. et al.: Titaniumcenosphere syntactic foam made through powder metallurgy route. *Mater Des* 2012, 34, 82–89.
- [8] Xue, X. B. – Wang, L. Q. – Wang, M. M. – Lü, W. J. – Zhang, D.: Manufacturing, compressive behaviour and elastic modulus of Ti matrix syntactic foam fabricated by powder metallurgy. *Trans Nonferrous Metals Soc China* 2012, 22, 188–192.
- [9] Xue, X. B. – Zhao, Y.: Ti matrix syntactic foam fabricated by powder metallurgy: particle breakage and elastic modulus. *JOM* 2011, 63(2), 43–47.
- [10] Hollomet GmbH. <<http://www.hollomet.com/home.html>> [2015.06.15.].
- [11] EnviroSpheres Ltd. <<http://www.envirospheres.com/products.asp>> [2015.06.15.].
- [12] Sphere Services Inc. <<http://www.sphereservices.com/>> [2015.06.15.].
- [13] 3M Company. <[http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en\\_US/3M-Defense-US/Defense/Products/~?N=5444948&rt=c3](http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/3M-Defense-US/Defense/Products/~?N=5444948&rt=c3)> [2015.06.15.].
- [14] Deep Springs Technology. <[http://teamdst.com/pdf/HollowShells\\_MTG119-A%20Web.pdf](http://teamdst.com/pdf/HollowShells_MTG119-A%20Web.pdf)> [2015.06.15.].
- [15] Ceno Technologies. <<http://ceno-technologies.com/>> [2015.06.15.].
- [16] Taherishargh, M. – Belova, I. V. – Murch, G. E. – Fiedler, T.: Low-density expanded perlite-aluminium syntactic



- foam. Mater Sci Eng A 2014, 604, 127–134.
- [17] Taherishargh, M. – Belova, I. V. – Murch, G. E. – Fiedler, T.: On the mechanical properties of heat-treated expanded perlite–aluminium syntactic foam. Mater Des 2014, 63, 375–383.
- [18] Taherishargh, M. – Sulong, M. A. – Belova, I. V. – Murch, G. E. – Fiedler, T.: On the particle size effect in expanded perlite aluminium syntactic foam. Mater Des 2015, 66, 294–303.
- [19] Taherishargh, M. – Belova, I. V. – Murch, G. E. – Fiedler, T.: Pumice/aluminium syntactic foam. Mater Sci Eng A 2015, 635, 102–108.
- [20] Tao, X. F. – Zhao, Y. Y.: Compressive behavior of Al matrix syntactic foams toughened with Al particles. Scripta Mater 2009, 61(5), 461–464.
- [21] Orbulov, I. N. – Ginszler, J.: Compressive behaviour of metal matrix syntactic foams. Acta Polytech Hungarica 2012, 9(2), 43–56.
- [22] Rohatgi, P. K. – Kim, J. K. – Gupta, N. – Alaraj, S. – Daoud, A.: Compressive characteristics of A356/fly ash cenosphere composites synthesized by pressure infiltration technique. Composites Part A 2006, 37(3), 430–437.
- [23] Luong, D. D. – Strbik III, O.M. – Hammond, V. H. – Gupta, N. – Cho, K.: Development of high performance lightweight aluminum alloy/SiC hollow sphere syntactic foams and compressive characterization at quasi-static and high strain rates. J Alloys Comp 2013, 550, 412–422.
- [24] Santa Maria, J. A. – Schultz, B. F. – Ferguson, J. B. – Guptan, N. – Rohatgi, P. K.: Effect of hollowsphere size and size distribution on the quasi-static and high strain rate compressive properties of Al-A380–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> syntactic foams. J Mater Sci 2014, 49, 1267–1278.
- [25] Daoud, A. – Abou El-khair, M. T. – Abdel-Aziz, M. – Rohatgi, P.: Fabrication, microstructure and compressive behavior of ZC63 Mg – microballoon foam composites. Compos Sci Technol 2007, 67(9), 1842–1853.
- [26] Kiser, M. – He, M. Y. – Zok, F. W.: The mechanical response of ceramic microballoon reinforced aluminum matrix composites under compressive loading. Acta Mater 1999, 47(9), 2685–2694.
- [27] Rohatgi, P. – Gupta, N. – Schultz, B. – Luong, D.: The synthesis, compressive properties, and applications of metal matrix syntactic foams. JOM 2011, 63(2), 36–42.
- [28] Testing of metallic materials – Compression test of metallic cellular materials, DIN 50134 standard; October 2008.
- [29] Balch, D. K. – O'Dwyer, J. G. – Davis, G. R. – Cady, C. M. – Gray III, G. T. – Dunand, D. C.: Plasticity and damage in aluminum syntactic foams deformed under dynamic and quasi-static conditions. Mater Sci and Eng A 2005, 391(1–2), 408–417.
- [30] Luong, D. D. – Gupta, N. – Daoud, A. – Rohatgi, P. K.: High strain rate compressive characterization of aluminum alloy/fly ash cenosphere composites. JOM 2011, 63(2), 53–6.
- [31] Luong, D. D. – Gupta, N. – Rohatgi, P. K.: The high strain rate compressive response of Mg–Al alloy/fly Ash cenosphere composites. JOM 2011, 63(2), 48–52.
- [32] Cox, J. – Luong, D. D. – Shunmugasamy, V. C. – Gupta, N. – Strbik III, O. M. – Cho, K.: Dynamic and thermal properties of aluminum alloy A356/silicon carbide hollow particle syntactic foams. Metals 2014, 4, 530–548.
- [33] Anantharaman, H. – Shunmugasamy, V. C. – Strbik III, O. M. – Gupta, N. – Cho, K.: Dynamic properties of silicon carbide hollow particle filled magnesium alloy (AZ91D) matrix syntactic foams. Int J Impact Eng 2015, 82, 14–24.

SEPSI MÁTÉ – PARTI JÓZSEF – MERTINGER VALÉRIA

## Öntött saválló acél keménységének korrelációja a szabványon belüli összetétel változásával

**Kipufogórendszerek alapanyagaként előszeretettel alkalmazott Cr-C-Si-W ötvöztetésű ferrites saválló acélból ék alakú próbákat öntöttünk. Vizsgáltuk a hűlési sebesség, a szabványon belüli összetételváltozás hatását a kialakult mikroszerkezetre és keménységre. Megállapítottuk, hogy a vizsgált tartományon belül a hűlési sebességnek nincs számottevő hatása, viszont a szabványon belüli összetétel-eltérés okozhat olyan mértékű változást a szöveti jellemzőkben, hogy az ötvöztetést hőkezelnél kell. A keménységnövekedés a  $Cr_{ekv}/Ni_{ekv}$  csökkenéséből adódik, minek köszönhetően jelentősen megnő az ausztenit térfogathányada és az öntvény keménysége is.**

### Bevezetés

Az egyre szigorodó károsanyag-kibocsátási normák, a csökkenő üzemanyag-fogyasztási elvárások újfajta tervezési megközelítést követelnek az autógyártóktól. A beépített alkatrészek súlyának csökkentése, a gépjármű motorok hatásfokának növelése új ötvöztetések megjelenését eredményezte a kipufogórendszer alkatrészeit ille-

**Sepsi Máté** a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karának 4. féléves hőkezelő-képlékenyalakító szakirányos anyagmérnök BSc-hallgatója. 2015. évi őszi intézményi TDK-n az Anyagtudomány I. szekcióban dolgozatával első helyezést ért el. Specializációja a röntgendiffrakciós finomszerkezet vizsgálati módszer.

**Parti József** a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán hőkezelő szakirányos MSc anyagmérnök oklevelet szerzett 2012-ben. 11 éves öntödei múlttal, vas- és acélöntészeti tapasztalatokkal rendelkezik. Jelenleg a Kerpely Antal Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskola hallgatója.

**Dr. Mertinger Valéria** 1990-ben a Miskolci Egyetem Kohómérnöki Karán fémalakító szakon, fémtani ágazaton, 1994-ben pedig a Kossuth Lajos Tudományegyetemen mérnök-fizikus szakon szerzett oklevelet. PhD-fokozatát 1994-ben szerezte a Miskolci Egyetemen. A Műszaki Anyagtudományi Kar egyetemi tanára, a Kerpely Antal Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskola tisztagja. Témavezetésével eddig négy hallgató szerzett PhD-fokozatot. Jelenleg öt fő, köztük Parti József témavezetője.

1. táblázat. Az 1.4740W jelű ötvözet szabványos összetétele és a vizsgált minták összetétele, %

	C	Si	Mn	Cr	Ni	W	Fe	Cr <sub>ekv</sub>	Ni <sub>ekv</sub>	Cr <sub>ekv</sub> /Ni <sub>ekv</sub>
min.	0,3	1,0	-	17	-	1,5	rest	-	-	-
max.	0,45	1,7	0,8	20	0,9	2	rest	-	-	-
H7	0,343	1,513	0,452	18,6	0,596	1,83	76,33	23	11,1	2,072
H8	0,3	1,481	0,42	19,08	0,553	1,709	75,98	23,3	10,6	2,198
H12	0,404	1,605	0,414	18,69	0,326	1,881	76,35	23,3	12,7	1,835

tően is. A konvencionális öntöttvas és acél alkatrészeket felváltották a kisebb falvastagságú, hőálló ötvözetek, mint öntött saválló acélok, Ni-bázisú szuperötvözetek. A ferrites saválló acélok alkalmazása különösen előtérbe került, köszönhetően a kedvező kis hőtágulási együtthatónak, kielégítő nagy hőmérsékletű szilárdságnak és a kiváló korrózió-ellenálló képességnek [1, 2]. A kiváló korrózióállóságot a nagy Cr-, Ni- és Mo-tartalom biztosítja. Ha erős karbidképzővel is ötvözik az

acélt, mint például Mo, Ti, V és Nb, akkor a lágy ferrites mátrixban kemény MC-karbidok és intermetallikus fázisok is megjelenhetnek [3, 4]. Amennyiben a Fe-Cr-Ni ötvözetek Cr<sub>ekvivalens</sub>/Ni<sub>ekvivalens</sub> értéke nem haladja meg az 1,8 értéket, akkor szobahőmérsékleten a ferrit mellett az ausztenit is megjelenhet. Az ausztenit megjelenése kedvezően növeli a fajlagos ütőmunkát és csökkenti az átmeneti hőmérsékletet, visszatartja a ferritképződést, ezáltal egy változatos mikro-szerkezetet, és ami ebből következik, egy változatos mechanikai tulajdonságú alkatrészt is eredményezhet. A kialakuló tulajdonságok, mint például a keménység lehet előnyös felhasználáskor, de az ötvény további forgácsoló megmunkálásánál problémát okozhat, ami lágyítást tesz szükségessé. A hőkezelés természetesen növeli az előállítási költségeket és időt, ezért kerülendő.

Jelen munkánkban a mikro-szerkezeti és keménységi változókat vizsgáltuk ferritképző (Si), ausztenitképző (C, Mn, Ni) és stabil karbidképző (Cr, W) ötvözőket tartalmazó ferrites saválló acél-ötvényben. Fény-, elektronmikroszkópos, röntgendiffrakciós szerkezetvizsgáló módszereket és makro- és mikro-keménység vizsgálatot alkalmaztunk.

### Kísérleti leírás

A vizsgált ötvözet 1.4740W szabványos összetételű ferrites saválló acél volt. Az acélt üzemi körülmények között indukciós kemencében olvasztották. A szabványos összetételt (min, max), illetve a kísérleti ötvözetek (H7, H8,

H12) összetételeit az (1), (2) egyenlet alapján számolt Cr, illetve Ni ekvivalens értékekre az 1. táblázat mutatja.

$$\text{Cr}_{\text{eq}} = \text{Cr} + 2\text{Si} + 1,5\text{Mo} + 0,75\text{W} \quad (1)$$

$$\text{Ni}_{\text{eq}} = \text{Ni} + 0,5\text{Mn} + 30\text{C} \quad (2)$$

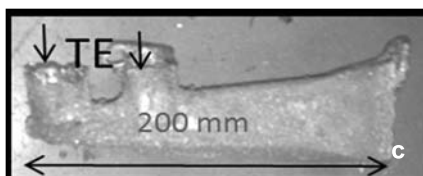
Látható, hogy mindhárom kísérleti ötvény összetétele a szabványos tűréson belüli, a Cr<sub>ekv</sub>/Ni<sub>ekv</sub> értékek a 1,835 és 2,198 közé esnek. A kísérletek során az acélt ék alakú homokfor-



a

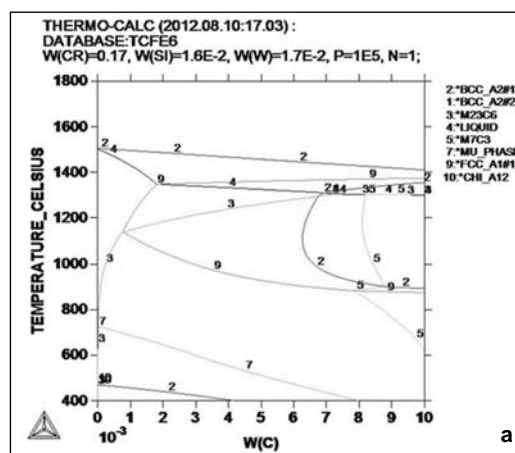


b

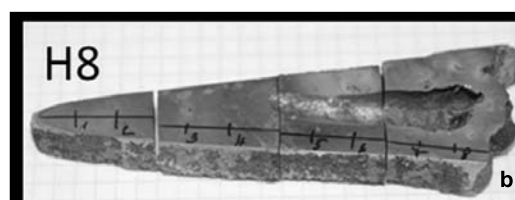


c

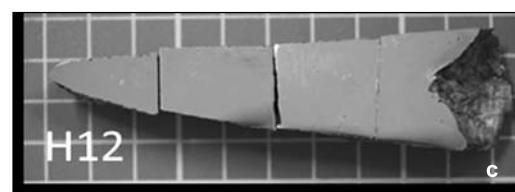
■ 1. ábra. Az ék alakú ötvény öntése, a homokforma termoelemekkel és a kész ötvény



a



b



c

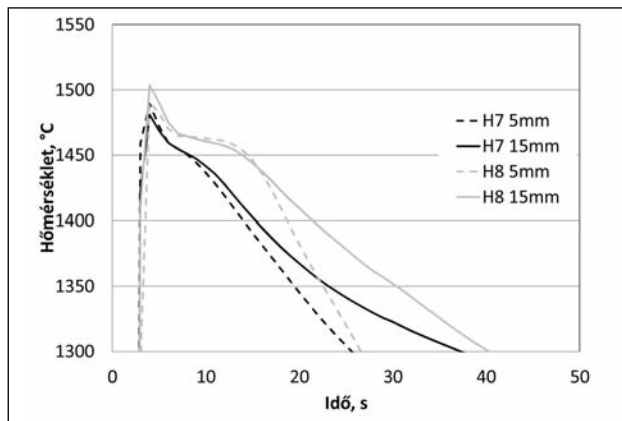


d

■ 2. ábra. A vizsgált ötvözet számított (Thermo-Calc) egyensúlyi fázisdiagramja a Fe, C, Cr, Si és W ötvözők figyelembevételével. Az ék alakú ötvényminták metallográfiai vizsgálatra előkészítve

mába öntöttük, a hűlési sebességet a forma 5 mm-es és 15 mm-es vastagságú részénél, S típusú termoelemmel és NI9213 adatgyűjtő segítségével rögzítettük. Az ék alakú öntvény 200 mm hosszú és a legszélesebb részén 40 mm széles lett (1. ábra).

Az így leöntött öntvényt hossz tengelye mentén kettévágtuk, metallográfiai csiszolatot készítettünk, hígított királyvizes oldattal marattuk. Fény és elektronmikroszkópos (Zeiss Axioimiger és Zeiss EVOMA10 EDAX szondával) vizsgálatot végeztünk mikroszondás elemanalízissel és Vickers, valamint



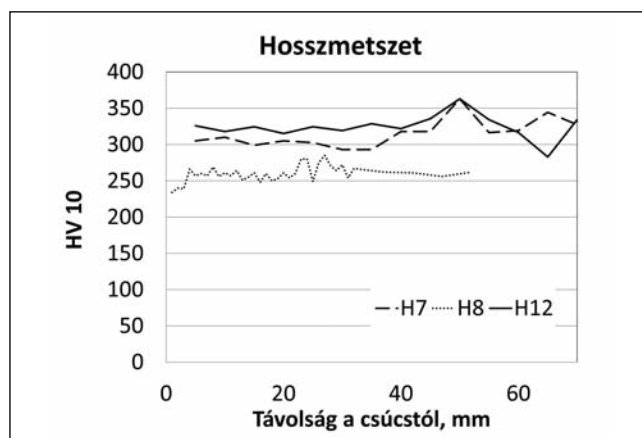
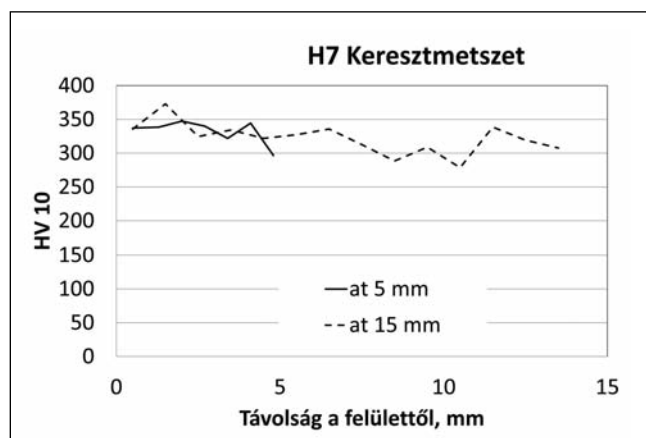
■ 3. ábra. A H7 és H8 jelű minták 5 és 10 mm-es vastagságánál rögzített lehülési görbék

microVickers (Tukon 2100B) keménységet mértünk 100 N és 0,1 N terheléssel. A jelenlévő fázisok azonosítá-

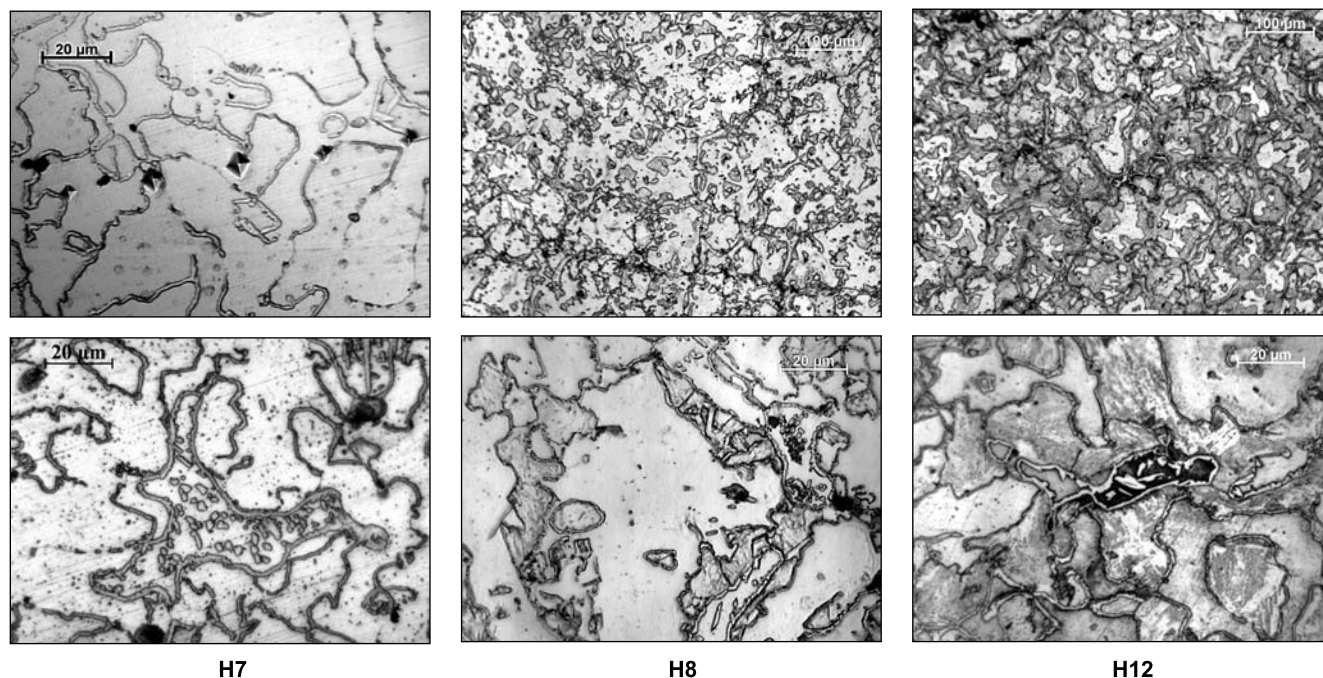
sára Co-sugárzással röntgendiffrakciós vizsgálatot (Bruker D8 Advance) végeztünk. A fázisok mennyiségét a Stresstech G3R Cr-csővel működő, maradó feszültség vizsgálatára kifejlesztett, röntgen diffraktométernek maradék ausztenit moduljával mértük.

### Eredmények

A 2. ábra mutatja a kísérleti ötvözet, Fe, Cr, C, Si és W ötvözőkre számított egyensúlyi fázisdiagramját, és a fél-ékp próbákat metallográfiai vizsgálatra történő előkészítés után. A diagram alapján látható, hogy a mikroszerke-



■ 4. ábra. Keménységvizsgálat eredménye

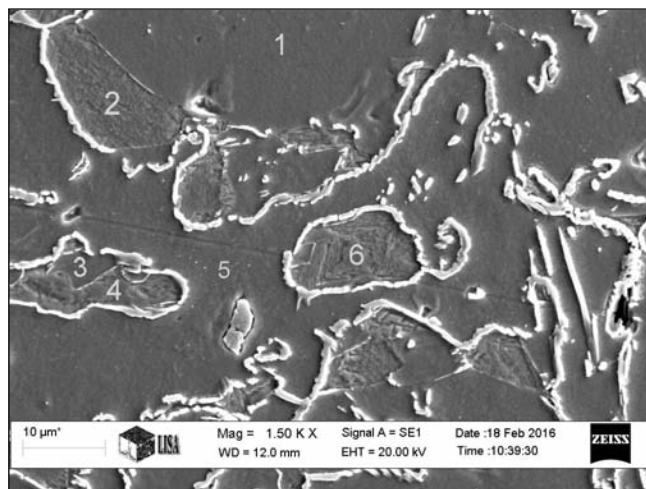


■ 5. ábra. Fénymikroszkópos szövetképek

zet nagyon bonyolult is lehet, akár egyensúlyi körülmények között is. Amennyiben a különböző hűlési sebességek és mikrodúsulási effektusok hatását is figyelembe vesszük, ez a komplexitás méginkább erősödik. Az 5 és 10 mm-es vastagságnál rögzített hűlési görbék a H7 és H8 mintákra a 3. ábra mutatja. Látható, hogy a kis koncentrációkülönbség 10 °C eltérést eredményez a likvidusz-hőmérsékletben, míg a szolidusz változatlan. A helyi megszilárdulási idő majd duplája a H8 jelű mintának, viszont a mintákon belül a kristályosodás szakaszában nincs érdemi különbség a lehűlési görbék a különböző vastagságú részekben.

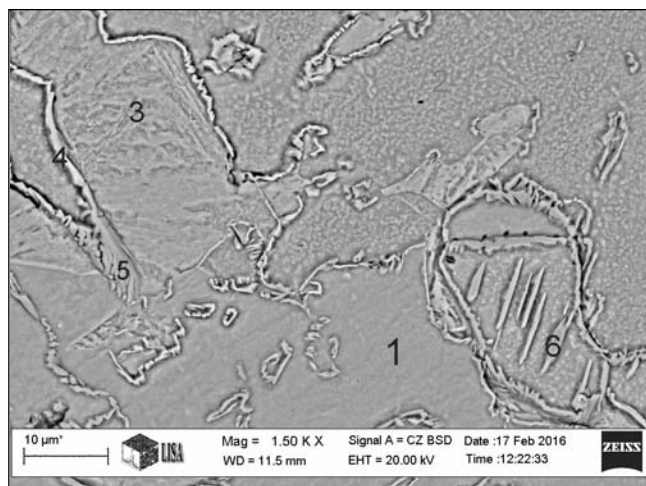
A 4. ábra mutatja a keménységvizsgálat eredményét. Adott minta különböző vastagságú részének keresztmetszeti eloszlásában nem tapasztalunk eltérést, ami várható volt a hasonló hűlési sebességéből következően. Ennek megfelelően, adott minta hosszirányú értékei is nagyon hasonlóak. Az egyes minták között viszont jelentős eltérést tapasztalunk a hossztengety menti vizsgálatok eredményében. A H12-es legkeményebb és a H8 leglágyabb között azonos vastagságnál akár 80 HV különbség is lehet.

Az 5. ábra mutatja a fénymikroszkópos vizsgálat eredményeit. Az előzetes elvárásoknak megfelelően komplex szerkezetet látunk, egy világosabb és egy sötétebb szövetelem és finom, főleg szemcse-határmenti kiválások van-



Elem, m/m%							
Terület	C	Si	Cr	Mn	Fe	Ni	W
1.	0,72	2,56	18,56	0,56	74,11	0,76	2,72
2.	0,93	1,93	18,59	1,01	72,74	1,21	3,58
3.	0,66	2,04	18,75	1	73,19	0,61	3,76
4.	0,74	2,37	19,29	0,68	72,82	0,76	3,34
5.	1,94	2,31	18,44	0,67	71,85	1,06	3,72
6.	1,38	2,12	18,98	0,77	73,88	0,76	2,1

■ 6. ábra. Összehasonlító SEM- és EDX-elemzés a sötét (2, 4, 6 jelű területek) és a világos (1, 3, 5 jelű területek) fénymikroszkópos szövetelemek között



Elem, m/m%							
Terület	C	Si	Cr	Mn	Fe	Ni	W
1.	1,81	1,41	18,76	0,79	72,93	0,73	3,56
2.	1,25	1,58	19,39	0,61	73,21	0,65	3,31
3.	0,44	1,98	18,49	0,53	74,88	0,84	2,85
4.	4,63	1,16	40,91	0,35	45,44	0,86	6,65
5.	3,46	1,18	34,53	0,54	55,12	0,57	4,6
6.	3,79	0,59	65,82	0	26,18	0,64	2,98

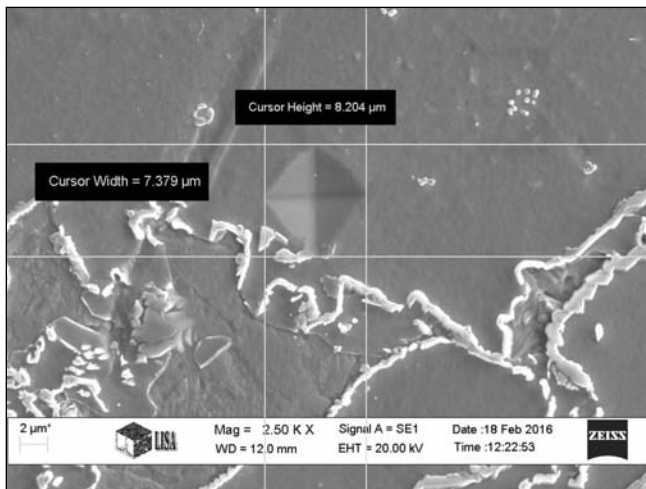
■ 7. ábra. Összehasonlító SEM- és EDX-elemzés

nak. A sötétebb szövetelem aránya a H12-es mintában nagyobb. Mivel ebben a szövetben helyenként ikerha-

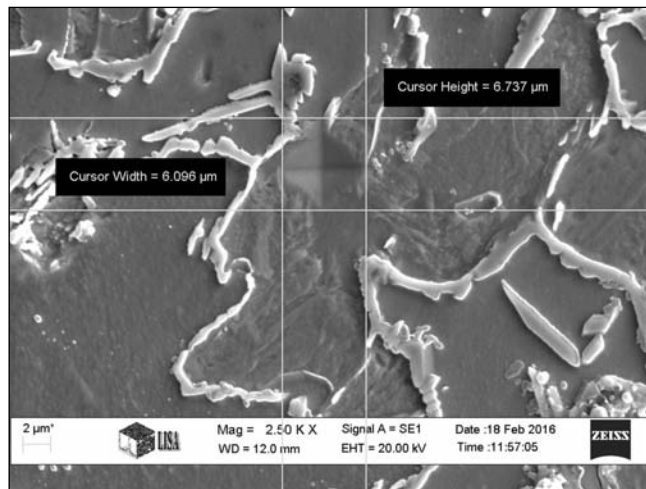
történi fázismennyiség meghatározása nagyon problémás, ezért a kritikus szövetek intenzitás arányainak figye-

tárok is megfigyelhetők voltak, valószínűsíthető, hogy ez az austenitfázis. A különböző szövetelemek részletesebb, az összetételi eltéréseket is kimutató SEM-vizsgálat eredménye a 6. ábra és a 7. ábra képein látható. A fénymikroszkópon különböző világos-sötét szövetelemek összetétele szignifikánsan nem tér el egymástól (6. ábra, 1, 2, 3 területek). A nagyon finom szemcsehatár menti kiválás W-Cr-Fe komplex karbid (7. ábra, 4, 5 jelű területek), míg a finom lemezes szemcsén belüli valószínűleg tisztán Cr-karbid. A világos-sötét szövetek összehasonlító mikroelemzés-vizsgálatának eredményét mutatja a 8.

ábra. A sötét szövetelem egyértelműen nagyobb keménységértéket mutat. A fázisok azonosításának eredményét a teljes diffraktogram alapján a 9. ábra mutatja. E szerint ferrit, ausztenit, Cr7C3 és Cr23C6 típusú karbidok képződtek. A fénymikroszkópos képen a ferrit/ausztenit hányadban van jelentős eltérés, ezért ennek a két szövetnek az egymáshoz képesti viszonyát határoztuk meg a ferrit és (200), (211) és az ausztenit (200) és (220) síksorozatok interferenciafüggvényének intenzitás aránya (görbe alatti terület) alapján. Itt kell megjegyezni, hogy a kompakt (nem por), erősen orientált minta teljes profil illesztésével



$d_1 = 7,379 \mu\text{m}$ ,  $d_2 = 8,204 \mu\text{m}$   
a



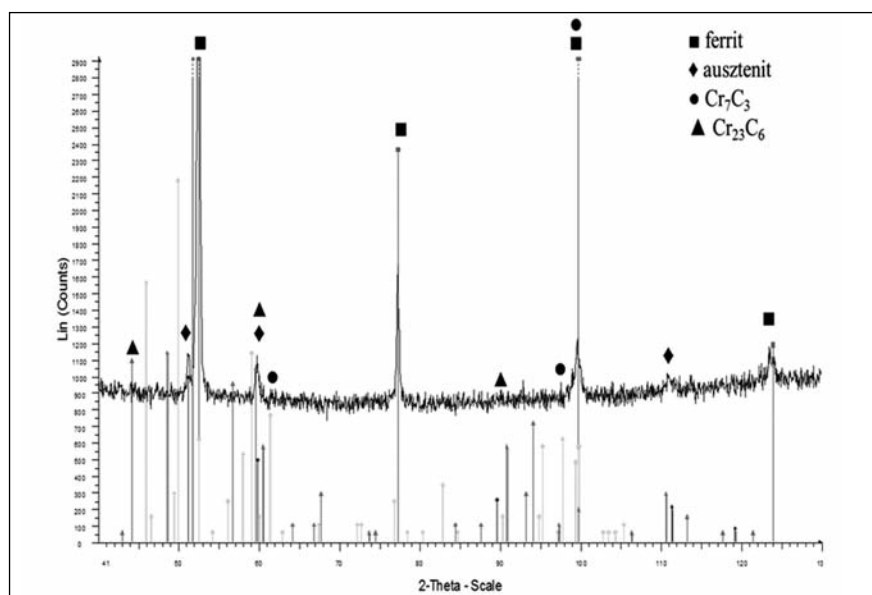
$d_1 = 6,096 \mu\text{m}$ ,  $d_2 = 6,737 \mu\text{m}$   
b

■ 8. ábra. A fénymikroszkópos sötét és világos fázisok összehasonlító mikrokeménység vizsgálata

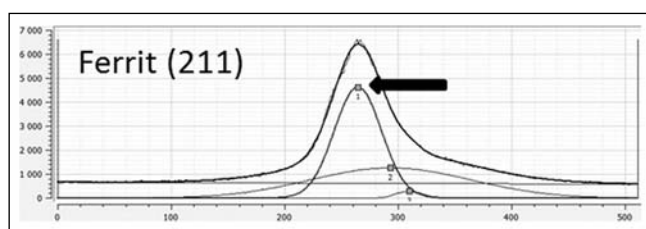
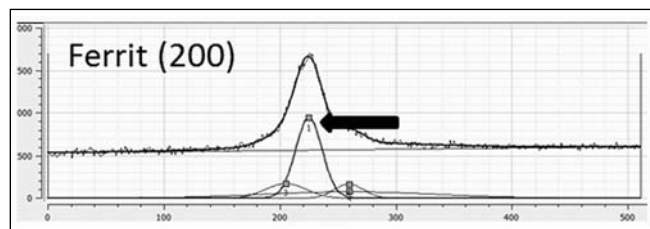
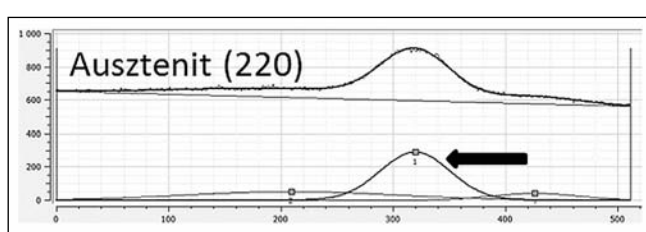
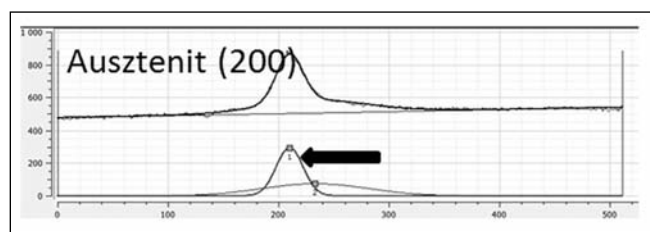
lembevételével történő vizsgálat legalább olyan jó eredményt ad. Az általunk alkalmazott módszer esetében lehetőség van az interferencia-függvények illesztésére, és az átlapolódó reflexiók szétválasztására. Példaként a H13-3 minta számításához használt interferencia-függvényeit, valamint a profilszétválasztás eredményét mutatja a 10. ábra. A mérést a hossz tengely mentén 6-8 ponton végeztük el, az átlageredményeket a 2. táblázat mutatja. A számítás szerint a H12 jelű minta több mint 21% ausztenitet tartalmaz.

### Összegzés

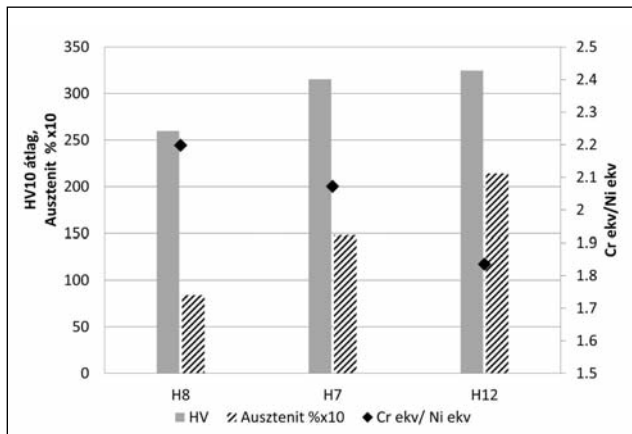
Cr, C, Si és W ötvözésű, ék alakú, saválló acélt homokformába öntöttünk a különböző hűlési viszonyok létrehozá-



■ 9. ábra. A H12 - 2a jelű minta teljes röntgendiffraktogramja



■ 10. ábra. A H12 - 3 jelű minta szelektív röntgendiffraktogramja helyzetérzékeny detektorral. Példaként a profilillesztés kiértékelés, felül mindig a mért és az eredő profil a háttérleválasztással, alul pedig az felbontott profil, nyíl jelzi a számoláshoz kiválasztott és használt csúcst



■ 11. ábra. A vizsgált paraméterek összegzése

**2. táblázat.** Az ötvények átlagos ausztenitartalma a szórással röntgendiffrakciós módszerrel meghatározva

Minta	Ausztenit tartalom %
H7	14,8 ± 5
H8	8,4 ± 4
H12	21,4 ± 3

sa érdekében. Az ötvözet az egyik új generációs ferrites saválló acél, melyet kipufogórendszerek alapanyagának használnak. Különböző, a szabványon belüli összetételű mintákat öntöttünk, melyeknek a  $Cr_{ekv}/Ni_{ekv}$  értéke 1,8 és 2,1 közé esett. A vizsgált paramétereket a 11. ábra foglalja össze (az

ausztenittartalom 10-szeresét ábrázoltuk a jobb áttekinthetőség érdekében). Jól látható, hogy az ekvivalens hányados csökkenésével nő az ausztenit térfogathányada és ez okozza a keménység növekedését is. Ebben az esetben a három ötvözet közül kettő (H7, H12) meghaladja a

megengedett mértéket, mely az előírás szerint maximum HV 295 lehet, ezért a terméket hőkezelni kell. Szeretnénk felhívni a figyelmet, hogy ez a hatás úgy alakult ki, hogy mindhárom ötvözet összetétele beleesett a szabványos tűrésbe. Ezért az a javaslatunk, hogy a hőkezelés elkerülése érdekében az ötvözet összetételének határait szűkebbre kell venni, mint amit a szabvány megenged.

#### Köszönetnyilvánítás

A kutatómunka a Miskolci Egyetem stratégiai kutatási területén működő Alkalmazott Anyagtudomány és Nano-

technológia Kiválósági Központ keretében valósult meg. A szerzők köszönetet mondanak Kovács Árpádnak a SEM-, és dr. Nagy Erzsébetnek az XRD-vizsgálatokban nyújtott segítségükért.

#### Irodalom

- [1] Bülbül, S. — Sun, Y.: Corrosion behaviors of high Cr–Ni cast steels in the HCl solution, *Journal of Alloys and Compounds* 498 (2010) 143–147.
- [2] Koa, S. J. — Kimb, Y.: High temperature fatigue behaviors of a cast ferritic stainless steel, *Materials Science and Engineering A* 534 (2012) 7–12.
- [3] Lo, K. H. — Shek, C. H. — Lai, J. K. L.: Recent developments in stainless steels. *Materials Science and Engineering R* 65, (2009) 39–104.
- [4] Pryds, N. H. — Huang, X.: The Effect of Cooling Rate on the Microstructures Formed during Solidification of Ferritic Steel. *Metallurgical and Materials Transactions, Volume 31A.* (2000) 3155–3166.
- [5] Qu, H. P. — Lang, Y. P. — Chen, H. T. — Rong, F. — Kang, X. F. — Yang, C. Q. — Qin, H. B.: The effect of precipitation on microstructure, mechanic properties and corrosion resistance of two UNS S44660 ferritic stainless steels, *Materials Science and Engineering A* 534 (2012) 436–445.

## MEGHÍVÓ

### a 2016. szeptember 16–17-i X. Fazola Fesztiválra

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület és helyi szervezetei, az Északkelet-Magyarország Ipartörténetének Ápolásáért Alapítvány, a Miskolci Egyetem Műszaki Anyag- és Földtudományi, illetve Bölcsészettudományi Karai, az MTA Miskolci Területi Bizottsága, a B. A. Z. Megyei Mérnöki Kamara, az MMKM Kohászati Múzeuma, a Rotary Club Miskolc, az ÉSZAKERDŐ Zrt. tisztelettel várja egyesületünk kedves bányász, kohász tagtársait, hozzátartozóit, barátait a már hagyományossá vált rendezvényükre.

#### A rendezvény előzetes programja

##### Szeptember 16 (péntek)

- 10:00 Tudományos konferencia „Hulladékból alapanyag” témakörben az MTA Miskolci területi Bizottság székében, Erzsébet tér 3.
- 10:00–13:00 A Miskolci Egyetem hallgatóinak, oktatóinak játékos szakmai bemutatói a Széchenyi utcán
- 19:00 Kohász, bányász, erdész hagyományőrző szakestély a Bartók Béla Művelődési Házban, Andrassy u.15.

##### Szeptember 17. (szombat)

- 9:00 Zenés kisvonatozás Újmassára a Fazola műemlékkohóhoz
- 10:00 Ünnepi megnyitó
- 10:30–16:00 Interaktív szakmai bemutatók

Szívesen felajánljuk lehetőségeinket a műemlékkohó térségében reklámcélú táblák, eszközök megjelenítésére. A segítő támogatásokat előre is köszönjük.

Jó szerencsét!

**Dr. Nyitrai 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.hu

## Interjú a 75 éves Károly Gyula professzorral, az OMBKE tiszteleti tagjával



**Kezdjük az elején. Honnan indultál, hogy jutottál el a Miskolci Egyetem Kohómérnöki Karáig?**

Károly Gyula (a továbbiakban K.GY.): Tősgyökeres miskolci vagyok. Szüleim pedagógusnak tanultak, de csak édesapám tanított, mert édesanyám négy gyermeke mellett az otthoni nevelést választotta. Ennek megfelelően meglehetősen szerény körülmények között nőttem fel, de a környék gyerekeivel közös játékok, a gyermekkor gondtalansága mindezt feledtette. Ekkor fordult velem elő egyetlen egyszer, hogy feladtam valamit: hegedülni tanultam, nem sok sikerrel.

Gimnáziumi tanulmányaimat a jó nevű Földes Ferenc Gimnáziumban végeztem. Miután két testvéremet kisebb-nagyobb nehézségek árán felvették az egyetemre (Debrecen, ill. Budapest), szüleim jelezték, hogy anyagi okok miatt nekem csak a miskolci továbbtanulást tudják biztosítani. Földmérő mérnöknek jelentkeztem, de ezt a szakot áthelyezték Székesfehérvárra, így maradt a Miskolci Egyetem, ahol a tanulmányi osztály vezetőjének tanácsára a Kohómérnöki Karra iratkoztam be. Nem mondhatom tehát, hogy már zseni gyermekkorom óta kohász akartam lenni.

**T.P.: Hát én is eléggé hasonló körülmények között jutottam ide. Itt**

*Tardy Pál (a továbbiakban T.P.): Nemcsak az egyetemi tanárt, az OMBKE-ben több vezető funkciót betöltő kohómérnököt, tiszteleti tagunkat, hanem jó barátomat üdvözlöm riportunk elején.*

*Kedves Professzor úr! Életem majdhogynem nyitott könyv számomra, annyi közös élmény, eredmény köt össze bennünket. A BKL Kohászat azonban lehetőséget kíván nyújtani arra, hogy 75. születésnapod alkalmával baráti köröd mellett a lap olvasói, az OMBKE tagjai is megismerhessék életutadat, gondolataidat.*

ismertük meg egymást 1959 szeptemberében. Szép éveket töltöttünk együtt.

K.GY.: Valóban, életem egyik legszebb szakasza volt az az 5 év, amit diákként ott töltöttem. Tankörünk rendkívül összetartó volt, együtt tanultunk, mulattunk, szórakoztunk, sportoltunk. 30-32 fiatal együtt élt egy tanköri helyiségben, mindent tudtunk egymásról, örökre szóló barátságok köttettek. Ez azért fontos, mert évfolyamunk összetétele meglehetősen vegyes volt. Két külföldi társunk (Szíriából, ill. Indonéziából) nagyon jól beilleszkedett közenk. Sajnos úgy tudjuk, hogy már egyikük sem él, ami hazájuk történelmi viharainak ismeretében nem csoda.

Többen vállalati ösztöndíjasként, mint valamelyik kohászati vállalat dolgozója jöttek az egyetemre. Mindegyikük nagy szorgalommal igyekezett meghálálni a bizalmat. Politikai szempontból meglehetősen vegyes volt az évfolyam: volt köztünk párttag, KISZ-tag, néhányan pedig osztályidegen származásuk eredményeként kerültek ide. Ez azonban egyáltalán nem zavarta kapcsolatainkat: jól éreztük magunkat egymás között, a közös programok (színház, mozi, kirándulás) és természetesen a tankörökben végzett munka összekovácsolt minket.

Tanulmányainknak fontos részei voltak a nyári szakmai gyakorlatok. A Dunai Vasműnél, Diósgyőrben, Ajkán eltöltött idő lehetővé tette, hogy testközelből megismerjük a szakma hétköznapijait, megfigyelhessük az egyete-

men oktatott technológiák, berendezések működését.

Felejthetetlen élmény volt, hogy negyedéves korunkban 16 napos tanulmányúton vehettünk részt az NDK-ban, egyetemünk és a Freibergi Akadémia együttműködésének eredményeként.

Professzoraink, oktatóink többsége nagy tudású, elismert tudós és tanár volt; a laboratóriumi és üzemi gyakorlatok során emberileg is közel kerülünk hozzájuk. Nagy tisztelettel gondolunk ma is vissza rájuk.

**T.P.: 1964-ben kaptuk meg a kohómérnöki diplomát. Hogy indult a pályád?**

K.Gy.: Hasonlóan a tiédhez: mindketten jól tanultunk és még az egyetemen társadalmi ösztöndíjat kaptunk a Vasipari Kutató Intézettől. Te a Metallográfia, én pedig az Acélméteallurgiai Osztályon kezdtem dolgozni tudományos segédmunkatársi besorolásban, havi 1300 Ft fizetéssel. Ennél azonban fontosabb volt, hogy az Osztályon olyan környezetbe kerültem, ahol a szakmai feladatok teljesítése mellett megtanulhattam a tárgyalási szokásokat, írásos anyagok (jelentések, levelek) elkészítésének technikáját. Első főnököm, Éles Laci bácsi őszinte embersége ma is példa számomra. Fő területem a minőségi acélok gyártása, üstmetallurgia, átolvasztó eljárások kutatása lett.

A VASKUT fiataljai jó baráti közösséget alkottak, amit közös programok,

kirándulások tettek szorosabbá. Itt ismertem meg későbbi feleségemet, Kiss Katit, aki egyébként veled együtt a Metallográfián dolgozott. Hamarosan összeházasodtunk, majd jött az első gyermek. Minderre olyan körülmények között került sor, hogy egy kisméretű szobában laktunk, ami hosszabb távon nyilván fenntarthatatlan volt. Úgy gondoltam, hogy szülőhelyemen, Miskolcon valószínűleg jobb körülmények közé kerülhetünk.

Ez az elképzelés hamarosan realizálódott. Simon Sándor professzor segítségével 1968 közepén az egyetem Kohómérnöki Karának Vaskohászattani Tanszékére kerültem azzal a feltétellel, hogy egy ideig még a VASKUT munkájában is részt veszek.

A VASKUT-ban eltöltött időre ma is jó szívvel emlékezem; számomra kiváló iskola volt emberi és tudományos szempontból egyaránt. Számos korábbi ottani munkatárssal ma is tartom a kapcsolatot.

#### **T.P.: Az egyetemen folytattad a kutatómunkát, emellett elkezdted oktatói pályafutásodat is.**

K.Gy.: Az egyetemre kerülésem utáni másfél évtized számomra alkotó időszak volt. A kutató munka eredményeként 1970-ben egyetemi doktori, majd 1973-ban kandidátusi címet szereztem. Emellett hamarosan az oktatás területén is mélyvízbe kerültem, mert Simon professzor tervezhetetlen elfoglaltságai miatt egyre többször nekem kellett az előadásait megtartani.

A tanszéki kutatásokban egyre több témavezetői feladatot kaptam, aminek eredményeként szoros kapcsolatokat tudtam kialakítani a vállalatok szakmai vezető szakembereivel, amit számos közös cikk, előadás igazol. Mivel témám továbbra is a minőségi acélgártás volt, elsősorban a diósgyőri kollégákkal dolgoztam együtt (Tolnay Lajos, Kiss László, Nyitray Dániel), akikkel azóta is jó barátságban vagyok.

Érdekes és emlékezetes epizódja volt ennek a korszaknak, hogy 1980-ban tudományos vezetője lettem egy egyiptomi kollégának, Szaid El Ghazallynak, akit sokan csak Szaidként ismernek. Igazán nagy szerencsém volt vele: szorgalmas, intelligens, szimpatikus fiú volt, elfogadhatóan megtanult magyarul is. Fiatal nős emberként került Miskolcra, itt született meg első gyermekük, akinek keresztszülei let-

tünk. Aktív, mozgékony emberként hamarosan megismerte a hazai kohászatot, a vezető szakembereket, szimpatikus egyénisége révén több barátot szerzett magának a vállalati körökből is. Te is köztük voltál.

Oktatói pályafutásomban rövid, de hasznos kitérőt jelentett az az idő, amit Vorsatz professzor mellett a Szervetlen és Elemző Kémiai tanszéken töltöttem. Lényegében egészségügyi okok vezettek ide (stresszhatások miatt gyomorproblémáim lettek), így orvosi tanácsra kerestem nyugalmasabb helyet. Itt kisebb igénybevétellel és feszültséggel tudtam dolgozni, a minőségi acélok gyártásához kötődő analitikai területen. Részesem voltam az új LECO analitikai berendezés beszerzésének és üzembe helyezésének, ennek kapcsán az USA-ba is kijutottunk Vorsatz professzorral együtt. Érdekes élmény volt.

#### **T.P.: Ezt követően már a Kohómérnöki Kar elismert vezető oktatójának számítotál.**

K.Gy.: 1986-ban tértem vissza a Vaskohászattani Tanszékre. Tekintélyemet növelte az akadémiai doktori cím elnyerése és az a széleskörű szakmai kapcsolat, amit az acélipari vállalatokkal kiépítettem; ez számos ipari megbízást és így bevételt hozott a tanszéknek. Simon professzor felkért, hogy működjek közre az új acélgártási egyetemi jegyzet megírásában (ezt végül nekem kellett megírni). Ennek örültem, mert amellett, hogy előadásokat tartottam, vizsgáztattam, még a tananyag szerzője is én lettem.

Életutam kiemelkedő epizódjaként tartom számon, hogy 1989 szeptemberében megkaptam az egyetemi tanári címet. Németh Miklós akkori miniszterelnök adta át ezt az egyetemi oktató számára legfontosabb kitüntést. Nagyon örültem, hogy ezt még édesapám megérhette; a családi ünnep során még fizikailag legyengült állapotban is csillogott a szeme örömeiben, hogy mire vitte a fia.

A tanszéki életemben újabb szakaszt jelentett, hogy 1995-ben egyszerre két pályázatot írtak ki: a Metallurgiai Intézet igazgatói posztjára és a Vaskohászattani Tanszék vezetői posztjára. A helyzetet úgy oldottuk meg, hogy közös megegyezés után én lettem az Intézet vezetője, Tóth L. Attila pedig a tanszékvezető. Azóta is jó

barátságban vagyunk.

A Metallurgiai Intézethez tartozott a Vaskohászattani Tanszék, a Fémkohászattani Tanszék és az Öntészeti Tanszék, ami nagy felelősséggel és sok munkával járt. Jó ipari kapcsolataim itt is sokat segítettek. Kérelmemre 2001 augusztusában nyugdíjas lettem (így az egyetemi fizetés mellett a nyugdíjat is kaphattam), 2005-ig (összesen két cikluson át) még betöltöttem az intézetvezetői állást is. Büszke vagyok rá, hogy 2002-ben alapító tagja lehettem a Kerpely Antal Doktori iskolának, amelynek keretében számos, ma már közismert kolléga nyerte el a PhD-címet.

2002-ben a rektor felkérésére Kaptay professzor dékán mellett elvállaltam a dékánhelyettesi teendőket is; elsősorban a Kar katasztrofális pénzügyi helyzetét kellett kezelnem. Ennek része volt a Miskolci Egyetem Kooperációs Kutatási Központ létrehozása is, aminek szervezésében igen jelentős bevételekre tett szert a Kar. Ennek ellenére feszültségekkel telt időszak volt, 2006-ban örültem, hogy véget ért.

2006 azért is vízvázalástó, mert 65 éves lettem, így már nem tölthettem be vezetői funkciót. Egyetemi tanárként, majd professor emeritusként még jó ideig részt vettem az oktatói munkában, de egyre növekvő aggodalommal figyeltem a kar, ezen belül elsősorban a klasszikus kohászati szakmák leépülését, háttérbe szorulását.

Szakmai munkám néhány mutatója: több mint 300 publikáció és előadás, vállalati részről a Dunaferri Főtanácsosa, Diósgyőr kiváló dolgozója cím. Leginkább arra vagyok büszke, hogy az elmúlt 40 év óta csaknem minden hazai vas- és acélmetallurgus a tanítványom volt. A hallgatók többször megválasztottak tiszteletbeli osztálytársnak.

#### **T.P.: Eredményes oktatói pályád lezárultával továbbra is figyelemmel követed a kohómérnök-képzés helyzetének alakulását. Aggodalmaidnak több fórumon is hangot adtál. Kérlek, foglalj össze a véleményedet.**

K.Gy.: Úgy gondolom, iparágunk – egyébként meglehetősen lassú – fejlődése időről-időre be kell, hogy épüljön az oktató tananyagba is, ezért egyfajta specializálódásnak mindig is helye volt és van. Amikor én tanultam – a 60-as években – akkor még csu-



pán vas- és kohómérnök-képzés (metallurgusképzés) ill. technológusképzés volt a választék, mára szakirányok és kiegészítő szakirányok sora alakult ki, azaz átestünk a ló túloldalára. Az utóbbi 2-3 évtizedben a beiskolázási gondok is formáltak – lazították – oktatási programjainkat, az ezredforduló során létrejött sok-sok szakirány szinte átláthatatlanná tette oktatásunkat. A bolognai rendszer bevezetése átmenetileg segített, mára viszont már kiderült: a bolognai rendszerre való átállással a mérnök-képzés nem lett átjárhatóbb, korszerűbb, gyakorlatiasabb.

Érthető hát a kormány törekvése a duális képzés forszírozásával, de azt látnunk kell, hogy ez nem új keletű intézkedés, hiszen korábban gyakorlatiasabb volt a képzés (a 60-as években hónapokat töltöttünk kohászati üzemekben az üzemek hathatós bevonásával). Most egy-egy vállalat segíthet a duális képzés révén az anyagi gondok enyhítésében, viszont a vállalati érdekek fokozottabb érvényesülésével kérdéses, hogy mennyiben eléghetők ki az átjárhatóság szempontjai.

Összegezve: zajlanak a reformok a felsőoktatásban, egyetemünkön is. Úgy vélem, hogy a Karon folyó anyagmérnök-képzésen belül az öntészképzés úgy-ahogy – a szükséges támogatást elnyerve – a helyén van, a metallurgus ill. a technológusképzés haldoklik. Sajnálom azokat az ambiciózus, jól felkészült hallgatókat, akik gyakorta csalódnak, diplomát szerezvén pályaelhagyókká válnak, külföldre távoznak... Talán megérne egy átgondolt, külső – főleg fiatal – szakemberek véleményét is fokozottabban figyelembevevő elemző munka, valóban merre is folytatódjék a kohómérnök-képzés, a jelenlegi viszonyok között miért olyan a színvonal, amilyen...

**T.P.: Oktatói-kutatói tevékenység mellett adottságaidnak megfelelően kiemelkedően aktív és eredményes voltál a hazai szakmai és tudományos közéletben is.**

K.GY.: Tudományos fokozattal rendelkező oktatóként szükségszerűen részese lettem a tudományos közéletnek. Ez elsősorban az MTA Metallurgiai Bizottságában végzett munkát jelentette, amelynek évtizedek óta – ma is – tagja vagyok. Két cikluson keresztül a Bizottság elnöke voltam és a vál-

latoknál rendezett ülésekkel egyeztetem a tudományt és a gyakorlatot egymáshoz közel hozni. Elnökségem ideje alatt több sikeres akadémiai doktori cím védésre került sor. Tagja voltam az MTA Műszaki Tudományos Osztályának is, ahol számos neves akadémikussal kerültem kapcsolatba. A Magyar Akkreditáló Bizottság Kohászati Szakbizottságának elnökeként próbáltam érvényesíteni a folyamatosan változó felsőoktatási rendszerben a szakma érdekeit.

Szakmai közéleti tevékenységem legfontosabb fóruma az OMBKE volt, amelynek 1964 óta tagja vagyok. Az egyesület által rendezett konferenciáknak rendszeres látogatója voltam; büszke vagyok rá, hogy az 1970-ben indult Nemzetközi Clean Steel Konferencia sorozat valamennyi rendezvényén (eddig összesen 9 alkalommal) – nagyrészt előadóként – részt vettem.

Jelentős szerepet vállaltam az OMBKE Egyetemi Osztályának munkájában: két cikluson keresztül elnöke voltam az Osztálynak – nemrég ünneptük alapításának 60. évfordulóját – az OMBKE-nek pedig alelnöke voltam. Az Egyesület számos kitüntetéssel jutalmazta munkámat; a különböző emlékérmek (Zorkóczi, Mikoviny, Sóltz, Kerpely) mellett a tiszteleti tagság jelentette a csúcst, amely elismerést 2002-ben kaptam meg.

**T.P.: A hasonló szakmai terület és a barátság eredményeként számos közös külföldi úti élményben volt részünk. Nekem is igen szép emlékeim vannak ezekről.**

K.GY.: Én is így vagyok ezzel. Egyik első közös utunk az NDK-ba vezetett, ahova többször is eljutottunk. Mivel a tudományos pálya egyik fokmérője a nemzetközi szereplés, amellet mindketten szerettünk utazni, mindegyik kontinenst bejártuk. Először természetesen az európai utak voltak napirenden; ezt követően az USA (köztük Las Vegas, Hawaii és a Niagara-vízesés, ahol az amerikai egyesület jó érzékkel jelentős kohászati konferenciákat szervezett), majd Brazília, Ausztrália, Dél-Korea, Japán, Kína. Utolsó közös utunk Egyiptom volt, ahol Szaid és felesége voltak az idegenvezetők; a kairói konferencia után csodálatos utat tettünk a Níluson, Abu-Szimbeltől Luxorig. Lenyűgöztek minket az emberi kultúra több ezer

évvel ezelőtt készült monumentális alkotásai.

**T.P.: Végül arra kérlek, adjál röviden tanácsot a mai fiatal generációnak.**

K.GY.: A szakmai egyesületeket célja, hogy legyen szakmánként valamiféle – lehetőleg politikamentes, anyagi érdekmentes – összetartó erő. A mi egyesületünk, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület élete is időről-időre változik, de a szakmabéliek talán ma is jó iránytűnek tartják az utóbbi években meghirdetett hármas követelményt: szakmaszeretet, hazaszeretet, barátság. Sokaknak ez jó iránytű, s ennek szellemében tevékenykednek, többeknek viszont ez nem szolgálja érdekeiket, ezért nem is tagok (sajnos egyetemünkön is oktatóink egy része távol tartja magát egyesületünkötől).

Egyesületi tagságunk utánpótlása lényegében hallgatóink egyesületi életbe bevonásán nyugszik, ezért megkülönböztetett figyelmet kell szentelnünk erre a kérdésre. Szerencsére hallgatóink ambiciózus része a hagyományápolás terén mindig is élen járt, s tegyék is ezt továbbra is, túlzásoktól mentesen. Legyen továbbra is a selmeci hagyományok ápolása erkölcsi kötelezettségünk (szerencsére az egyetem vezetése ezt messzemenően támogatja), ugyanúgy a határainkon túli magyarokkal való kapcsolattartás is, amely elsősorban az erdélyi konferenciákon való részvételt jelenti.

Észre kell vennünk, hogy egy hallgató igénye más, mint akár egy fiatal mérnöké, és gyakorta igényel az egyesület részéről némi anyagi, vagy anyagiakat nem igénylő egyéb támogatást. A 60-as években magam is hallgatóként kerültem be az egyesületbe, s jó emlékeim vannak arról, hogy idősebb OMBKE-tagok beszélgetései sokakat lendítettek a szakmaszeretet irányába. Jó lenne ennek felélesztése; aki részt vett az OMBKE Egyetemi Osztályának közelmúltbeli jubileumi ülésén, annak ezt nem kell ecsetelni. Az ambiciózus hallgató még nevelhető, s ez nekünk idősebbeknek kötelezettséget jelent; ha ezt megteesszük, akkor az OMBKE-nak utánpótlási gondjai enyhülnek.

**T.P.: Köszönöm a beszélgetést és a jó tanácsaidat, jó egészséget kívánok.**

# Új rektor az Óbudai Egyetem élén



Balog Zoltán, az emberi erőforrások minisztere javaslatára Áder János, Magyarország köztársasági elnöke 2016. július 15-ei hatállyal az Óbudai Egyetem rektori feladatainak ellátására *prof. dr. Réger Mihályt* bízta meg, aki az elkövetkezendő három évben tölti be a tisztséget. A megbízólevelet Áder János államfő ünnepélyes keretek között június 29-én adta át a Sándor-palotában.

Gratulálunk!

## A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar hírei

- 2016. április 4-én a tavalyihoz hasonlóan megtartották a Lányok Napját, amelyen 60 tizenegyedik évfolyamos középiskolás vett részt.
- 2016. május 6-án Ökumenikus Pünkösdi Nyílt Napot rendeztek az egyetemen. A rendezvényre a környező megyékből, az egyházi fenntartású középiskolákból 750 tizenegyedik évfolyamos diák jött el.
- 2016. május 12-én újabb öt tehetséges fiatal, köztük a Miskolci Egyetemen tanuló *Parragh Dávid* anyagmérnök BSc-szakos hallgató nyerte el a GE Foundation Scholar-Leaders Program kétéves ösztöndíját.
- Az elmúlt időszakban személyi változások történtek a Dékáni Hivatalban: *dr. Voith Katalin* tanulmányi referensi, *dr. Szabó Tamás* általános dékánhelyettesi, *dr. Mende Tamás* tanulmányi és beiskolázási dékánhelyettesi megbízást kapott.
- A 2016. június 6–9. között zajlott záróvizsgákon MSc-szinten 29 – ebből anyagmérnök szakon 22, kohómérnök szakon 7 fő –, BSc-szinten 20 hallgatónk sikeresen számot tett tudásáról. Gratulálunk a végzeteknek!
- A Miskolci Egyetem MFK, MAK és EK Diplomaosztó Ünnepi Szenátus-ülése június 24-én történt, ahol a

2015/2016. tanév II. félévében végzetek vehették át oklevelüket. Összesen 36 fő, alapképzésen 8 fő, mesterképzésen 28 fő szerzett oklevelet (1. kép). *Prof. dr. Palotás Árpád Bence*, a Műszaki Anyagtudományi Kar dékánja javaslatára az Egyetem Szenátusa PhD doktori fokozatot adományozott *Gyöngyösi Szilvia*, *Mikó Tamás* és *Szabó Gábor* anyagmérnök részére.

• A Miskolci Egyetem Szenátusa A MISKOLCI EGYETEM DÍSZPOLGÁRA kitüntetést adományozta *David Joseph Toth*, a Nemak Győr Alumíniumöntöde Kft. ügyvezető igazgatója részére, a Műszaki Anyagtudományi Kar fejlesztésében, valamint a duális járműipari öntészeti szakirányos anyagmérnök-képzés létrehozásában játszott meghatározó szerepe elismeréseként (2. kép).

• A Miskolci Egyetem Hallgatói Önkormányzata a hallgatókkal való kiemelkedő kapcsolata, együttműködő- és segítőkészsége, valamint az egyetemi oktatásfejlesztés érdekében végzett munkája elismeréseként KIVÁLÓ OKTATÓ DIPLOMÁT adományozott *dr. Mertinger Valéria*, a Műszaki Anyagtudományi Kar professzora részére.

• A hallgatói érdekképviselet terén, valamint az egyetemi diák- és közélet-

ben végzett kiemelkedő munkájának elismeréseként a Miskolci Egyetem Hallgatói Önkormányzata BECSÜLETDIPLOMÁT adományozott *Hudák Henrietta*, a Műszaki Anyagtudományi Kar hallgatója részére.

• 2016. június 15-én tantervi megbeszélés zajlott a metallurgus-képlekenyalakítás szakirányú duális anyagmérnök BSc-képzésről, ahol az ISD Dunaferri Zrt., az ÓAM Ózdi Acélművek Kft. és az MSM (Miskolc Steel Mill) Kft. képviseltette magát.

• *Dr. Mizser-Tomolya Kinga* a MTA-ME Anyagtudományi Kutatócsoport tudományos főmunkatársa életének 38. évében, 2016. május 27-én elhunyt. A Miskolci Egyetem elismert kutatóját, szakterületének kiváló ismerőjét saját halottjának tekintti és emlékét kegyelettel megőrzi.

• A Műszaki Anyagtudományi Kar Tanácsa, valamint az Energia- és Minőségügyi Intézet kollektívája mély fájdalommal és megrendüléssel tudatja, hogy *dr. Koncz János József* intézeti tanszékvezető, egyetemi docens életének 61. évében, 2016. június 22-én elhunyt. A Miskolci Egyetem elismert oktatóját, szakterületének kiváló ismerőjét saját halottjának tekintti.

**HB**



■ 1. kép. Csoportkép az oklevelüket frissen átvettekről



■ 2. kép. A Miskolci Egyetem Díszpolgára, David Toth feleségével, és az Egyetem Kiváló Oktatója, dr. Mertinger Valéria az ünnepők körében

## Beszámoló a Magyar Tudományos Akadémia metallurgiai tudományos bizottságának üléséről

A Magyar Tudományos Akadémia 187. közgyűlése tudományos programjába vette az „Az új kihívások és új trendek a metallurgiai kutatásokban” című konferenciát, melyet a Műszaki Tudományok Osztályához tartozó Metallurgiai Tudományos Bizottságunk együttműködésben a Kémiai Tudományok Osztálya Elektrokémiai Munkabizottságával és az MTA Miskolci Területi Bizottsága Anyagtudományi és Metallurgiai Szakbizottságával közösen szervezett a Magyar Tudományos Akadémia Székházában.

Az MTA felolvasótermében 2016. május 12-én megtartott ülésen *Török Tamás*, a bizottság elnöke elmondta, hogy régtől időszerűnek érezte a hazai műszaki-tudományos közösségeink és a szélesebb közvélemény figyelmét is felhívni a metallurgiai tudományok XXI. századi kihívásaira, hiszen az utóbbi évtizedekben a metallurgiai kutatások helyzete és fejlődési irányai Magyarországon is sokat változtak, különösen a rendszerváltoztatás előtti és utáni évtizedek összehasonlításában.

Jó ötven évvel ezelőtt Európában is még kiemelt gazdasági és gazdaságpolitikai jelentősége volt az adott ország területén rendelkezésre álló természeti erőforrások minél nagyobb arányú kiaknázásának. Később, a jó minőségű érckészletek kimerülésével egyre nagyobb hangsúlyt kaptak a másodlagos források, a fémes és fémtartalmú hulladékok újrahasznosítási metallurgiai technológiáinak a fejlesztési kérdései, továbbá az energiatakarékos és a környezet- és egészségvédelmi szempontokat is kiemelten fontosnak kezelő hagyományos fémfeldolgozó iparágak és az innovatív megoldásokban élen járó fémtechnológiák.

Új metallurgiai kutatási területekként ekkor jelent meg a finomkohászat, a nagy tisztaságú és különleges anyagok és ötvözetek előállítása és



■ Az elnökség tagjai a konferencia megnyitóján, balról jobbra: Török Tamás, Kaptay György, Pajkossy Tamás és Horváth János

mindezek metallurgiai feldolgozási módszereinek fejlesztése, például a közlekedés (járműgyártás), a mikroelektronikai iparok, az űripar és a hadiipar számára.

Századunkban ez utóbbi tendenciák az egyre globalizáltabb világunk fejlettebb térségeiben, és Európában is, még tovább erősödtek és különösen az innováció került a középpontba. Az Európai Unió változatos kutatás-támogatási mechanizmusai, a kutatási és az iparfejlesztési folyamatokat elemző és az új irányok kijelölésében igen fontos szerepet játszó technológiai platformok is igyekeznek támogatni ezeket a tendenciákat, illetve válaszolni az újabb és újabb kihívásokra. Például a „METALLURGY EUROPE Technical Roadmap for 2014–2020” című dokumentum, illetve program szerkezete és fókuszpontjai láthatók az 1. ábrán.

E dokumentum szerint, a metallurgia területén a főbb európai fejlesztési trendeket és kihívásokat öt részterületre bontva lehet összefoglalni:

- előállítás és gyártás,
- új és jobb anyagok, az anyag-adatbázisokhoz könnyebb hozzáférés,

- újrahasznosítás (recycling) és visszanyerés,
- anyagmodellek és szimulációs technikák/eljárások,
- energiahatékonyság.

Ezekben belül a fontosabb kulcsszavak és szegmensek:

- porkohászat és alakítástechnológiák,
- korszerűbb gyártástechnológiák,
- kötéstechológiák,
- fémek és ötvözetek,
- bevonatok és felületkezelések,
- funkcionális és többcélú anyagok,
- intermetallikus vegyületek,
- fémmátrixú kompozitok,
- javított anyagtulajdonságok,
- anyagok hatékonyabb visszanyerése,
- számítástechnikai módszerek hatékonyabb alkalmazása,
- jobb és takarékosabb energia-felhasználás minden területen.

A konferencián a Metallurgiai Tudományos Bizottságból és a társbizottságokból felkért előadók olyan kutatási eredményekről számoltak be, melyek egyértelműen igazolták, hogy a magyarországi metallurgiai jellegű kutatá-

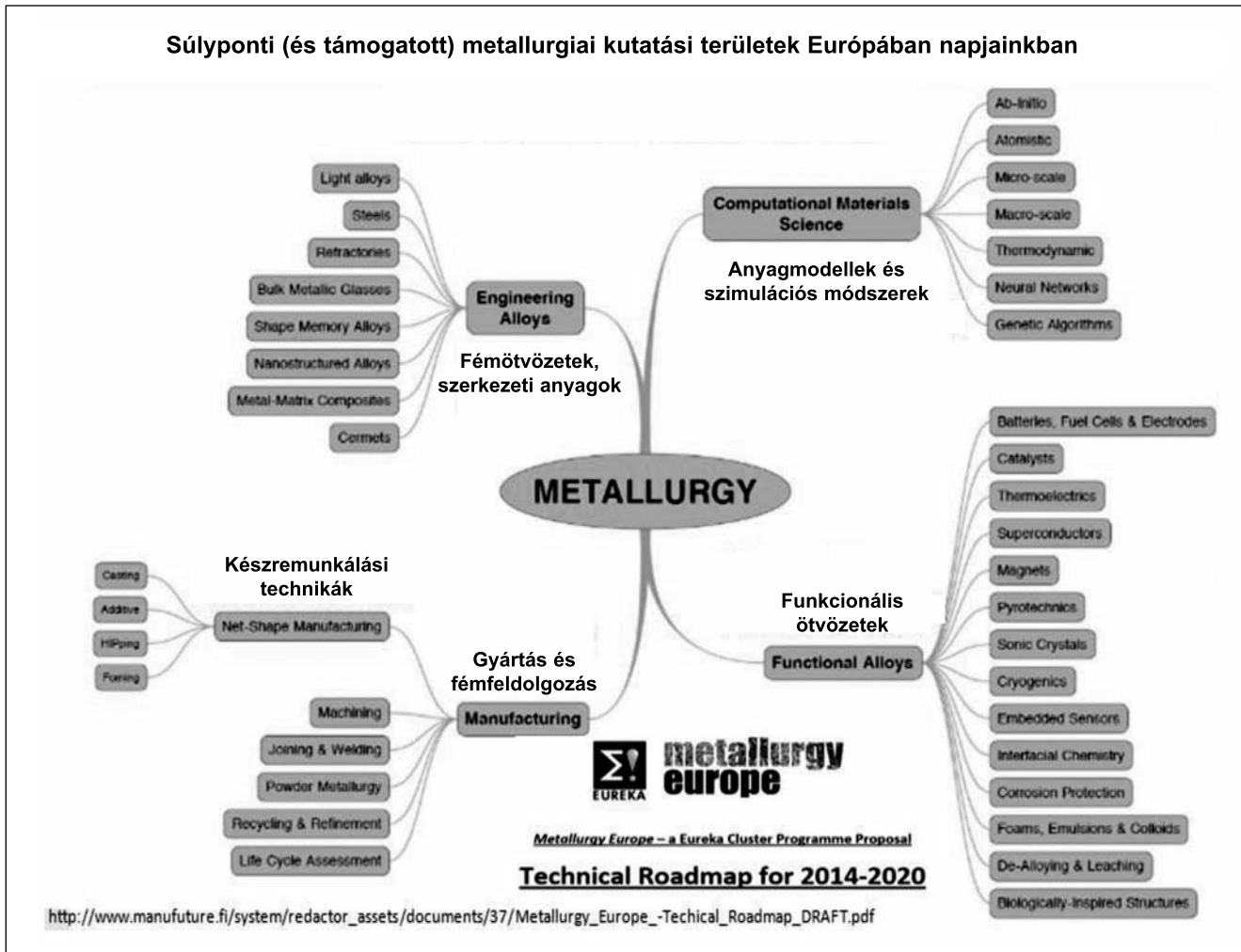
sok is egyre jobban illeszkednek az előremutató nemzetközi trendekhez, és válaszolni képesek az egyre nagyobb tudományos kihívásokra.

Bevezetőjében az elnök gratulált a Metallurgiai Tudományos Bizottság nevében *Kaptay György* egyetemi tanárnak, bizottsági tagnak abból az

alkalomból, hogy az MTA közgyűlésén az akadémia levelező tagjává választották. Kutatómunkájához további sikereket kívánt.

Az elnök bevezető előadása után *Pajkossy Tamás* a Kémiai Osztály Elektrokémiai Munkabizottsága nevében köszöntötte a megjelenteket és

üdvözölte az együttes konferencia megszervezésének gondolatát, mely jó példa a későbbi folytatásra is. Az elektrokémianak nagy szerepe van a fémek előállításában. Már a XIX. században fémeket állítottak elő nagyipari méretekben olvadékok elektrolízisével. Azóta az elektrokémia alkalmazá-



FÉMÖTVÖZETEK, SZERKEZETI ANYAGOK	ANYAGMODELLEK ÉS SZIMULÁCIÓS MÓDSZEREK	GYÁRTÁS ÉS FÉMFELDOLGOZÁS	FUNKCIONÁLIS ÖTVÖZETEK
<p>könnyűfémötvözetek, acélok, tűzállóanyagok, üvegfémek, alakemlékező ötvözetek, nanostrukturált ötvözetek, fémmátrixú kompozitok, kermetek</p>	<p>ab initio számítások, atomi struktúrák, mikrotartományok, makrostruktúrák, termodinamika, neurális hálózatok, genetikusan algoritmusok</p>	<p>készremunkálási technikák: formaöntés, additív gyártás (3D), HIPping (sajtolás), fémhabok</p> <p>gépi megmunkálások, kötéstechológiák - hegesztés, porkohászat, fémvisszanyerés és fémtisztítás, életről elemzés</p>	<p>akkumulátorok - tüzelőanyag-cellák - elektródok, katalizátorok, termoelektromos fémporok, ötvözetek, szupravezetők, mágnesek, pirotechnikai anyagok, szonokristályok, kriogén technológiák anyagai, beültetett szenzorok- jeladók, határfelületi kémia, korrózióvédelem, habok - emulziók - kolloidok, szelektív kioldás, biomimetika</p>

■ 1. ábra. A „METALLURGY EUROPE” program keretében támogatott kohászati részterületek

sa a metallurgiában nagyot változott a nagy olvadáspontú anyagok előállításában, a félvezető technikában, igen kicsiny bonyolult geometriájú anyagok előállításában. Felhívta a figyelmet arra, hogy az ún. ionos folyadékok alkalmazása további perspektívát nyújthat a metallurgia számára. Ilyen közege alkalmazásával mód nyílik olyan fémek, ötvöző anyagok leválasztására, amelyeket vizes oldatokból nem lenne lehetséges.

A további előadások részletes kivonata megtalálható a [www.mta.hu](http://www.mta.hu) oldalon, ezért jelen beszámolóban csak a szűk tartalomra szorítkozunk.

*Lakatosné Varsányi Magda* előadásában az orvosi implantátumok fejlesztéséről beszélt, amelyhez az alkalmazott elektrokémiai módszer a pulzálóáramú fémleválasztás. Számos alkalmazást mutatott be, amelyek közül egyet emelnénk ki. Egyes ortopédiai beavatkozásokban fémprotézisek, fémimplantátumok beültetésére kerül sor. Ezek az implantátumok gyakran titánötvözetek, amelyek könnyűek és nagy korróziós ellenállással rendelkeznek. Előfordulhat, hogy amennyiben a szervezetet valamilyen fertőzés megtámadja, akkor a baktériumok képesek elvándorolni az implantátum felületéhez, és ott megtelepedve fertőzést okozhatnak. Közismert, hogy az ezüstionok elpusztítják a baktériumokat, ezért a kidolgozott eljárás szerint a beültetés előtt olyan ezüstszigetes réteget alakítanak ki az implantátum felületén, amely nem gátolja a sejtnövekedést, de a baktériumokat elpusztítja.

*Péter László* nanotechnológiai kutatásairól számolt be. Ismertette a

nanohuzalok elektrokémiai leválasztásának módszereit. A nanohuzalokról elmondható, hogy az elektrokémiai leválasztás minden szempontból egyedülálló lehetőséget kínál, mert olyan hossz-keresztmetszet arányokat lehet elérni, amelyeket más módon nem.

Kaptay György áttekintést adott a sóoldatokból történő elektrokémiai szintézis során elért eredményeiről. A 2000-es évek elején figyelmük a szén nanocsövek elektrokémiai szintézise felé fordult, szintén sóoldatokból. Ehhez alkáli fémeket választottak le grafitkatódon, melyek a grafén-síkok közé interkalálódtak. A megfelelően nagy áramsűrűség esetén kialakuló mechanikai feszültség egyes grafén-síkok leválásához vezetett, melyek aztán többfalú szén nanocsövekké tekeredtek össze. Előadása második felében új terveiről beszélt, nevezetesen a folyékony lítiumelemek megalkotásáról.

*Kékesi Tamás* előadásának központi gondolata az volt, hogy a metallurgia szerepe teljesen megváltozott. A hagyományos extraktív metallurgiai technológiákat felváltja a hulladékokból történő fémelőállítási technológiák fejlesztése. Ezt bizonyítva mutatta be eredményeit. A kísérleti rendszereket az elektrolízis megvalósítására, illetve az elektródfolyamatok potenciodynamikus vizsgálatára, a hozzá tartozó vezérlő és adatgyűjtő szoftverekkel a Miskolci Egyetem Metallurgiai Intézetében saját erőből fejlesztették ki. A forrasztási hulladékból akár 99,99%-os tisztaságú katód, valamint nagy ezüsttartalmú anódiszap állítható elő. Utóbbi melléktermék hidrometallurgiai

feldolgozására szintén született módszer. Az ónelektrolízis magyarországi „pilot” ipari alkalmazása is folyamatban van.

*Horváth János* előadása két részből állt. Az első részben vázolta, hogy az alumíniumipar válságára sikeres szellemi exporttal válaszoltak. Ismereteiket mérőrendszerekbe foglalva helyszíni méréseket végeztek számos külföldi elektrolízisüzemben. A jelenlegi kihívásra az olvadákok elektrokémiájának kutatását javasolta és bemutatta, hogy az olvadákok elektrokémiája interdiszciplináris tudománnyá vált az elektrometallurgia és az anyagtudomány között. Az elektrometallurgia nagy lehetősége és versenyképes alternatíva az oxidokból történő fémelőállításra elektrolízissel, kiváltva a Kroll-eljárás szerinti kémiai redukciós előállítást. További lehetőség a hulladékokból történő fémkinyerés minden olyan esetben, amikor a fémleválasztás vizes közegből nem valósítható meg. Az anyagtudomány felhasználhatja az olvadákok elektrokémiáját fémtisztításra, ötvözetek előállítására, elektrokémiai szintézisre, nanoszerek létrehozására.

Az előadások után aktív vita alakult ki a metallurgiai kutatások további irányairól és megállapítást nyert, hogy Magyarország különböző helyein folyó és az itt bemutatott kutatások jól illeszkednek az Európai Unió célkitűzéseire. Egybehangzó volt a vélemény arról, hogy a konferencia sikeres volt és a jövőben is célszerű ilyen közös rendezvények megszervezése.

**Dr. Horváth János**

## Tisztújítás a Fémszövetségben

Egy rezes szakmai nap keretei között, május 19-én Csepelen a Schmelzmetallnál tartotta meg négyévente esedékes tisztújító közgyűlését a Fémszövetség. Bár a házigazda nem tagja a szövetségnek, *Varga Ferenc* ügyvezető igazgató örömmel köszöntötte a tagságot, majd mutatta be a cég alakulását, jelenlegi működését és az alkalmazott technológiákat:

A Schmelzmetall AG-t a svájci Uri

kantonban 1959-ben alapították, és mintegy fél évszázada a nemesíthető rézötvözetek egyedülálló tudással rendelkező gyártója. 2001-ben szakmai befektetőként vásárolta meg a volt Csepeli Fémmű Különleges Rézötvözetek Üzletágát; az új leányvállalat Schmelzmetall Hungária Fémkohászati és Kereskedelmi Kft. néven működik ma is. Az általuk gyártott HOVADUR® ötvözetek tégelyes

indukciós vákuum-olvasztó- és öntőberendezésekben készülnek. Az ötvözetek kiinduló anyagai színelemek (réz, nikkel, kobalt, szilícium és alumínium), valamint króm, berillium, cirkon stb. tartalmú előötvözetek. A kokillába öntött tuskók tömege 500-1500 kg között van. A tuskók félkész terméké alakítását kovácsolással, hengerléssel és sajtolással végzik. Termékeik felhasználási területei közé tartoznak

az ellenálláshegesztési-, nyomásos öntési- és műanyag fröccsöntő szerzők alapanyagai. Alumíniumbronzok tengervízállóak és élelmiszeripari felhasználásra is alkalmasak. A bemutatkozó előadást üzemlátogatás követte.

A sikeres rézszakmai programot követte a szövetség tisztújító közgyűlése a Schmelzmetall tanácsstermben. Vincze Gábor leköszönő elnök részletesen értékelte az elmúlt négy év tevékenységét: Amíg a ciklusidő első két éve az érdekérvényesítésre koncentrálna elsősorban a törvényalkotásokban való intenzív közreműködésünkkel jellemezhető, addig az elmúlt két év a törvényi finomításokkal, a Nemzetgazdasági Minisztérium által kért különböző adatok szolgáltatásával, és egyre inkább szakmai üzemlátogatásokkal, tapasztalatcserékkal telt el. Tevékenységünket nehezítette Szablyár Péter ügyvezető titkár váratlan halála, és ehhez köthetően az új titkár hivatalba lépésének bürokráciából

eredő elhúzódása. Záró gondolataiban kitért a jövőre, erősíteni mindazon kapcsolatainkat és folytatni kezdeményezéseinket melyeket az elmúlt 20 év igazolt. Következő napirendi pont szerint Máthé József a tisztújító Jelölő Bizottság korábban megválasztott elnöke ismertette a bizottság munkamódszerét és a szavazás új Alapszabály szerinti szabályait, majd ismertette a jelöltek névsorát. Mindkét alelnöki poszton (Hulladékkezelő- és hulladékhasznosító alelnök) kettős jelölés volt, így némi izgalmakkal került sor a szavazás lebonyolítására. A titkos szavazással történt választás végeredménye alapján az új ciklus tisztségviselői: elnök – immár negyedik alkalommal – ismét Vincze Gábor (Inter-Metal Recycling Kft.), alelnökök: Szűcs Marianna (ALCOA-Köfém Kft.) és Jeff Kimball (Loacker Kft.), a FEB elnöke: Sőregi Csaba (Alu-Block Kft.) és a FEB tagok: dr. Hatala Pál (MÖSZ) és dr. Vitányi Márton (Inter-Metal Recycling Kft.) lettek.

Vincze Gábor székfoglalójában megköszönte a tagság bizalmát, megtiszteltetésnek vette újrávalasztását. Szólt az elmúlt ciklus javítandó hiányosságairól, a hagyományok fenntartásáról, a taglétszámról és a szövetség jövőbeli feladatairól. A további napirendi pontok keretében Hajnal János ismertette a szeptemberben Amstettenbe tervezett szakmai tanulmányút szervezésének állását, majd Máthé József felvázolta a tanulmányút programtervét. Végül két „diplomáciai sikerről” esett szó: Az NGM pozitívan bírálta el az ALCOA-Köfém által kezdeményezett és szövetségünk által támogatott törvényi változtatásokat a kenőanyagok jövedéki adójával kapcsolatban. Ugyancsak pozitívan reagált az NGM a NAV felé a Fém törvénnyel kapcsolatban néhány módosító indítványunkra. A program fehér asztal mellett jó hangulatban zárult.

**Hajnal J.**

## Fémhulladékos szakmai nap a REGY Metalnál

Alumíniumhulladék szakmai napot, egyben kibővített vezetőségi ülést tartott a Fémkohászati Szakosztály június 3-án Jobbágyiban, a REGY Metal Kft. telephelyén. Sajnálatainkra hiányoztak az ajkai és inotai kollégák, örömmünkre viszont többen jelen voltak az Egyetemi Osztály fémkohászai közül. A házigazdák nevében Kis Renáta cégvezető köszöntötte a jelenlévőket. Bemutatta a céget, az alapítástól a többlépcsős fejlesztéseken át a ma tapasztal-

ható európai színvonalig, amely egyaránt értendő a feldolgozási technológiákra és a üzem szervezettségére.

A REGY Metalról tudni kell, hogy a fém hulladékkezelő cégek között az első volt, aki igényelte az OMBKE-vel való együttműködést. A vezetők között egyesületi tagok is vannak. Rendszeres résztvevői és támogatói a szakosztály éves nagyrendezvényének, a Miskolci Egyetemi Fémkohászati Szakmai Napnak. Anyagi támogatá-

sukon kívül eddig három alkalommal is előadás keretében számoltak be fejlesztéseikről a Fémkohászati Napok konferenciáin.

A bemutatkozást követően részletekbe menő üzemlátogatáson vettünk részt Kis Zoltán alapító ügyvezető igazgató vezetésével. Az üzem nyolc-hektáros területen helyezkedik el. A teljes területén burkolt és zajszigetelő falal körülvett telepen a legkorszerűbb feldolgozógépek találhatók, amelyek-



1. kép. A vezetőségi ülés résztvevői és a vendéglátók



2. kép. Alumínium pakettek

kel magas minőségi követelményeknek megfelelően dolgozzák fel a fémhulladékokat, de a mennyiségi mutatókat tekintve elsősorban a különféle alumínium hulladékokat. Fő profiljuk a vegyes alumíniumhulladékok kohászati feldolgozásra történő előkészítése, hidegüzemi módszerekkel. Ehhez szakembergárdájuk és telepített gépsoraik jelentik a garanciát. A technológia kialakítása során arra törekedtek, hogy Közép-Európában egy olyan összetett feldolgozórendszert alakítsanak ki, amely alkalmas az alumíniumhulladékok minden szegmensének a feldolgozására. A technológiai sor részét képezi egy daráló (shredder), forgódobos rosta, nehézsuszpenziós válogatósor, elő- és utómosó, kevlárszita, vizesasztal, örvényáramú szeparátor és egy automata bálázógép. Ezzel a rendszerrel az előállított másodnyersanyagok skálája nagyon széles. Házigazdáink elmondták még, hogy a cég elkötelezte magát a környezet védelme és a folyamatos fejlesztések mellett. Szorosan együttműködnek szakmai szervezetekkel, műszaki kutató-fejlesztőkkel, műszaki fel-

sőfokú iskolákkal. A Regy Metal Kft. büszke rá, hogy évek óta a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karának bemutató telepe.

Az üzemlátogatást a szakosztályi vezetőségi ülés követte, amelyet *Csurgó Lajos* elnök nyitott meg. Első napirend keretében *prof. Török Tamás* ismertette a november 28–30. között Budapesten megrendezésre kerülő OPMR 2016 nemzetközi konferenciát (Opportunities in Processing of Metal Resources), amely tematikájában a fém és fémtartalmú hulladékok és a fémkohászat is szerepelnek. A továbbiakban a szakosztály egyéb aktuális ügyei kerültek napirendre: *Balázs Tamás* ismertette az MTA Miskolci Területi Bizottsága és a ME Műszaki Anyagtudományi Kara által, a „Korszerű Anyagok és Technológiák Szimpózium” keretében október 19–21. között Miskolcon rendezendő I. Alumínium Konferencia kiírását. Ez meglehetősen meglepte a tagságot, mivel az OMBKE-vel való egyeztetés nélkülözésével, a szakosztály hagyományos éves nagyrendezvényének időszávjában rendeznek konferenciát

ugyanabban a városban, Miskolcon. Holott a mi Fémkohászat Napunk céljait és tartalmát is egyértelműen az egyetemi érdekek indukálták. Itt merült fel, hogy az idei rendezvényünk Miskolc helyett Székesfehérváron, az ALCOA-Köfém alapításának 75 éves jubileuma alkalmából rendezzük meg, ahova meghívunk egy autóbussznyi egyetemistát is. A szakosztályvezetés felhatalmazza *dr. Kórodi Istvánt*, a tárgyi témának az ALCOA vezetésével történő egyeztetésére. Az ALCOA pozitív válasza esetén sürgősen meg kell alakítani a szervezőbizottságot. Az ülés 3. napirendi pontjában *dr. Hatala Pál* számolt be a szűk közelmúltban Japánban megrendezett Öntödei Világkongresszus eseményeiről, illetve a japán étellel kapcsolatos érdekességekről.

Az ülést követően a házigazda Regy Metal ebédre hívta meg a szakmai nap résztvevőit a szurdokpüspöki Sőregi Panzió éttermébe, ahol vidám baráti beszélgetéssel zárult a tartalmas szakmai rendezvény.

**Hajnal János**

## Kassa és Rozsnyó környéki technikatörténeti tanulmányút

Az Öntészeti szakosztály Öntészet-történeti és múzeumi szakcsoportja idősebb tagjai részére 2016. április 21–24-én a Felvidék két jelentős városa műszaki emlékeinek megismerésére tanulmányutat szervezett 35 résztvevővel. A szakosztályi tagokon felül egyesületi tagok is velünk tartottak, de voltak közöttünk muzeológusok, környezetvédők és pedagógusok is. Az előkészítésben a Vaskultúra Útja szlovákiai képviselője, *Gabor Kunhalmi* mérnök kolléga segített.

Április 21-én vonattal utaztunk Hidasnémetibe, ahonnan bérelt busszal folytattuk utunkat Kassára. Itt az Óváros legfőbb nevezetességeit *Péter Balázs*, *Kerékgyártó József* harangkutató barátunk ismerőse vezetésével tekintettük meg, aki készséggel adta

át alapos és részletes történelmi, művészettörténeti ismereteit a városról, a belváros jellegzetes és kiemelkedő jelentőségű középületeiről, templomairól, szobrairól. Ezután hivatásos idegenvezető mutatta be Közép-Európa egyik legszebb gótikus templomát, a Nagy Lajos király idejében épült Szent Erzsébet katedrálisát. A templom hossza 268, szélessége 118 m, a kupolacsúcs magassága 96 m (1. kép).

Ezután az al-

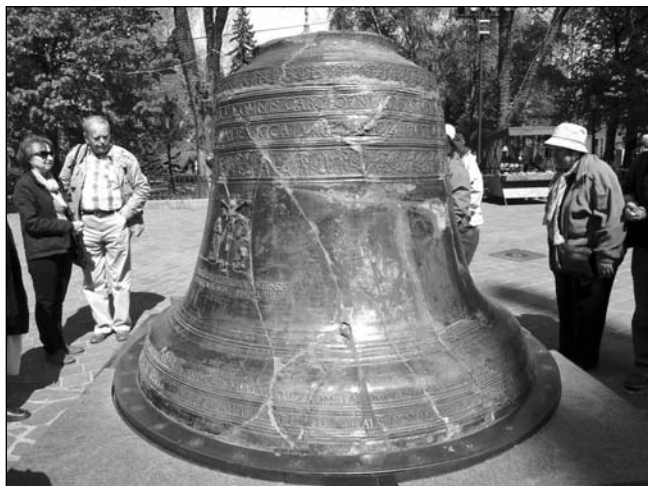
templomban megkoszorúztuk *II. Rákóczi Ferenc* vezérlő fejedelem 1906-ban hazahozott hamvainak síremlékét.

A dóm mögött álló Szent Mihály-



■ 1. kép. A kassai dóm nyugati főkapuzata az Erzsébet utca felől nézve

A felvételeket *Kerékgyártó József*, *Lengyel Károly*, *Schudich Anna* és *Tóth György* készítette



■ 2. kép. Az Orbán-torony mellett elhelyezett régi harang



■ 3. kép. A kassai Műszaki Múzeum művészi kovácsolt tárgyai

kápolna az előtte álló Orbán-toronnyal egyedülálló gótikus épületegyüttest képez. A torony előtt elhelyezett, *Illenfeld Ferenc* harangöntő mester által 1557-ben öntött, tűzvész miatt lezuhant, s 1989-ben restaurált óriási harang (72 mázsa, 2 m átmérő, 168 cm magas) mellett érdeklődéssel hallgattuk *Kerékgyártó* kolléga előadását a kassai harangöntőkről (2. kép).

Délután múzeumlátogatás következett az egykori Rákóczi-palotában lévő Szlovák Műszaki Múzeumban. Itt *Eugen Labanič* főigazgató úr egy rövid szakmai ismertetés után szendviccse, borral, üdítővel is megvendégelt minket. A múzeum néhány éve megújult, színvonalas kohászati, bányászati, kovácsművészeti, elektrotechnikai és asztrológiai kiállításait – beleértve a rendkívül látványos Tesla-kiállítást is – *Magdaléna Semanová* és *Dr. Ladislav Klíma* muzeológusok szakszerű tárlatvezetése mellett tekintettük meg (3. kép).

Este vacsorára értünk a szállásra, a Kassai Műszaki Egyetem oktatóközpontjába, Herlányba (Herlany). Az európai kontinens egyik legkülönlegesebb természeti látványossága az itteni gejzír. Mértékére jellemző, hogy kb. 20 percig, 15-20 m magasra, megközelítőleg 600 hl 10-18 °C-os vizet lövell ki minden alkalommal. Olyan szerencsénk volt, hogy a kb. 36 óránként feltörő gejzír ezen az estén éppen működésbe lépett, így valóságosan is megtekinthettük (4. kép). *Lathwesen László* előadásában megemlékeztünk *Zsigmondy Vilmos* geológusról, a magyar termál- és gyógyvízkutatás úttörőjéről, aki itt 1875-ben 404 m-es

fúrással találta meg ezt a hőforrást. Az élményekben gazdag, tartalmas nap után jól esett a pihenés.

Második napunk délelőttjén az Eperjeshez csatolt Sóváron (Solivar) tekintettük meg a középkori sóbányászat és sófeldolgozás emlékeit. Sóvár Árpád-kori település, amelynek birtoklása minden szempontból stratégiai kérdésnek számított. 1572-től kezdtek itt kősót bányászni mélyműveléses módszerrel, számos aknát mélyítve. 1673-tól a kassai királyi kamara irányította a munkát, komoly fejlesztéseket is végrehajtva. Pl. a sófőző épületéhez csatornát építettek, ennek vizén szállították ide a fűtéshez használt fát. 1752-ben a víz elárasztotta a 150 m mély, központi Leopold-aknát, így a mélyművelés lehetetlenné vált. A termelés ekkortól egészen az 1960-as

évekig a sós víz kiemelésével és az ebből való só lepárlásával folyt. Az ekkortól megszűnt termelés emlékei, az elszórtan elhelyezkedő ipari épületek (csatornák, ülepítők, sófőzők, őrlők, raktárak, a bányászok számára épített templom és klopacska, valamint a sóhivatal) máig fennmaradt, ill. EU-s forrásból rekonstruálták. A műemlék együttes ma már a Szlovák Műszaki Múzeum kiállítóhelye. Leglátványosabb eleme az európai viszonylatban legnagyobbnak számító, 15 m átmérőjű, 9 m magas, 0,65 m átmérőjű kőágyon nyugvó, egykor négy pár lóval üzemeltetett, fából épült lójárgány, ami az ökörbőrből varrt, sóoldattal teli tömlők felhúzására és leengedésére szolgáló csigaszerkezetet hajtotta. 1908-tól a bőrtömlőket Ganzmotorokkal hajtott szerkezet engedte le, ill. húzta fel. (5. kép). A múzeumban gyönyörködhattunk a híres sóvári csipkékben is.

Eperjes orsó alakú főutcáján egy rövid városnéző sétára és a Felvidék legnagyobb csarnoktemplomának, az 55 m hosszú, 35 m széles, 16 m belső magasságú Szent Miklós-templomnak a megtekintésére futotta időnkéből, majd ebéd után Rozsnyóra utaztunk.

Az *Eva Lazárová* kollegina segítségével előkészített program is kitűnően sikerült. A Bányászati Múzeum igazgatója, *Pavol Lackanič* úr és kollégái fogadtak bennünket frissítővel, süteményekkel főtéri galériájukban. Városnéző sétán vettünk részt (6. kép), s kedvünkért kinyitatták a székesegyházat, ahol megtekinthettük a kései középkor táblafestészetének európai



■ 4. kép. Estefelé kitört a herlányi gejzír!





■ 5. kép. A sóvári bányában itt húzták fel az ökörbőrből készült, sóoldattal teli tömlöket



■ 6. kép. Csoportunk Rozsnyó főterén

viszonylatban is egyedülálló alkotását, a Metercia néven közismert, 170 × 125 cm méretű, 1 cm vastag deszkatáblára festett olajfestményt (7. kép), amely a képen jól kivehető évszám szerint, 1513-ban készült. A mű fő értéke a bányaművelés egyes mozzanatainak szinte dokumentációs hatást keltő ábrázolása, amely a kép háttérében látható, míg a középpontban „Szent Anna harmadmagával” – rövidített latinos változatában „Me Tercia” (én vagyok a harmadik) Szent Anna, a Szent Szűz édesanyja és egyben a bányászok védőszentje, a kis Jézus és Szűz Mária van megfestve. Legkorábbi montanisztikai vonatkozású műalkotásunk részletes elemzéséről egy vetített képes előadást hallgattunk meg *Gabriélá Kolesárová* szakember előadásában.

Sajnos, a Rozsnyó város és az

Andrássy grófok összefogásával 1912-ben megnyitott megnyitott első magyar bányászati múzeum tárlatait nem tudtuk megnézni, mert a kiállítások teljes átalakítása most folyik. Ezért ide még vissza kell látogatnunk!

Harmadik napunkat Kassán kezdtük a Kelet-szlovákiai Múzeumban. *PhDr. Robert Pollák* igazgató úr jóvoltából itt is igen kedves fogadtatásban, és *Eva Hrusková* nyugalmazott muzeológus személyében szakszerű idegenvezetésben volt részünk. Különösen nagy élmény volt a kassai „Aranykincs” megtekintése a trezorban, melyet egy ház bontásakor találtak meg 1935-ben. 2920 db, mintegy 18 kg össztömegű aranyérméből, két aranymedálból, ill. egy arany reneszánsz láncból áll, amelyek a 15-17. sz. környékéről származnak, és Európa mintegy 80 pénzverdeje vett

részt készítésükben. A trezorban néhány éve már rendszerezetten, megújult, interaktív kiállítás fogadja az érdeklődőket.

Örömünkre, megnézhetjük a sáropataki Rákóczi Múzeum vendégkiállításában a Korompay-féle öntöttvasgyűjteményt is. Az egykori Felsőmagyarországi Rákóczi Múzeum patinás műemléki termeiben kiállítva különös hangsúlyt kaptak a művészeti öntvények, bemutatva az öntő szakma sokoldalúságát, szépségét, dekoratív erejét.

A Rozsnyón elfogyasztott ebéd után Csetnekre (Štítnik), a szász bányászok alapította városba utaztunk. A helység *Károly Róbert* alatt, 1238-ban nyert városi jogot. Gazdagságát a környéken bányászott vasérctelepek, valamint az itt készített híresen jó kardpengék adták, a vidék uralgó családai vetélkedtek ezek fenntartásáért. A 19. század elején tíz magas bucakemence és tíz hámor dolgozott a településen. 1830-ban a háromtulajdonosok megalakították a Csetneki Concordia társaságot, három nagyolvasztót és több frissítő hámort építettek a csetneki völgyben. A faszénre és vízi energiára alapozott üzemek azonban a század végére teljesen elavultak, az I. világháború előtt meg is szűntek.

A régi dicsőséget a kisváros közepén álló, a szomszéd települések templomaihoz képest hatalmas méretű, háromhajós gótikus bazilika reprezentálja, melyet az 1320-as években a pelsőci *Bebek* család kezdett el felépíteni. A eredetileg katolikus, majd a reformáció idején evangélikussá lett templom történetét és művészeti érté-



■ 7. kép. A rozsnyói Metercia táblakép



■ 8. kép. A csetneki gótikus templom belső tere

keit lelkes, fiatal papja mutatta be szármunkra a rozsnyói kollegina, Gabriéla Kolesárová tolmácsolásában. Különösen szép a hálóboltozatos mennyezete, az orgonája a mai Szlovákia területén a legrégebbnek számít (1492). Az itáliai művészek által festett, 14-16. századi freskók szinte teljesen beborítják a falakat és oszlopokat (8. kép). A magyar szent királyokról és az udvartartásukban élő hölgyekről készült ábrázolások nagy része páratlan ritkaságnak számít. A templomban az is látható, még a teremtő előtt sem voltak egyenlők a középkori emberek. Az oltárhoz legközelebb eső padokban a városi előljárók foglalhattak helyet, távolabb ültek a város polgárai. A karzatról a bányászati vezetők és a céhek képviselői hallgathatták a prédikációt Különlegesek a kőből vagy fából készült, címeres, díszes sírtáblák, az epitáfiumok, melyek a reformáció idején terjedtek el szélesebb körben. Az itt található sírtábla bemutatja az akkori Felső-Magyarország társadalmának életét és a halálhoz való viszonyulását. A gömri bányászat egykori jelentőségét az is mutatja, hogy a környék egykori bányásztelepülésein még 15 hasonlóan gazdag díszítésű templom található.

A városka központjában néhány 18. századi palota is fennmaradt. A *Sárkány József* örökösei által alapított Concordia Rt. székháza, a Maritinszky-palota is itt áll, sajnos, felújítatlan állapotban. Híres történelmi festményeink alkotója, *Madarász Viktor*

(1830–1917) szülőháza teljesen romos állapotú, felújításában halálának közelgő kerek évfordulója miatt kötelességünk lenne segíteni.

Visszatérve Herlányba – a selmeci hagyományok szellemében – egy nagyon jó hangulatú szakestélyt tartottunk, amely különösen a nem kohász vendégeinknek adott maradandó élményt.

Április 24-én, az utolsó napon délelőtt a betleri (Betliar) Andrassy-kastély megtekintésére került sor. A kastélyt a Bebek család alapította a 15. században, a 18. században az Andrassy család tulajdonába került, akik klasszicista stílusban építették át. Egészen 1945-ig volt a tulajdonukban. Mai alakját a 19. században nyerte el *Andrassy Manónak*, a „Vasgróf”-nak köszönhetően, aki fiával, *Gézával* együtt bécsi klasszicista bútorokkal és rengeteg műtárggyal és kézműipari tárggyal fényűzően rendezte be, melyek ma egy nagyon értékes gyűjteményt képeznek. A történelmi könyvtár 15 000 kötetet számlál, elsősorban idegennyelvű teológiai, történelmi, politikai és földrajzi témájú könyveket. Rendkívül értékes a fegyvergyűjteménye is, darabjai a középkor és a 19. sz. közötti időszakból származnak. Az érdekességek között vadásztrófeák és a vadászatok alkalmával a világ számos országában, Ázsiában és Afrikában gyűjtött egzotikus emléktárgyak is vannak. A kastélyt 80 hektáros kertjével és vadasparkjával együtt 1988–1994 között teljesen felújították, 1995-

ben elnyerte a nemzetközi Europa Nostra-díjat.

Innen Krasznohorkaváraljára utaztunk, ahol megtekintettük *Andrassy Franciska* és *Dénes* szecessziós stílusban épült mauzóleumát, melyet müncheni művészek terveztek. Sajnos, a krasznahorkai várat még nem lehet látogatni, felújítása folyamatban van.

A rozsnyói Fő téren elfogyasztott kitűnő ebéd után visszabuszoztunk Kassára, ahol szabad programok között válogathattunk. Voltak akik *Márai Sándor* szobrát tekintették meg, jó néhányan a II. Rákóczi Ferenc száműzetésének helyszínéről származó Rodostói Ház udvarán megkoszorúztuk a fejedelem szobrát.

17.00-kor indultunk Hidasnémetibe, ahonnan a Rákóczi-expresszsel érkezünk meg a Keleti pályaudvarra.

*Lengyelne Kiss Katalin* nyugdíjas múzeumigazgató szervezte az utat régi szakmai és baráti kapcsolatait fel elevenítve. Rendkívül igényes programot állított össze, amelyet igyekezett minimális költségfordítással megvalósítani. Az utat az Öntészeti szakosztály is támogatta a buszki költség részbeni átvállalásával. Köszönet érte.

Utunk előkészítése és lebonyolítása során a szlovák kollégáktól, a szálláson a személyzettől, mindenütt segítőkészséget, támogatást, kreatív együttműködést tapasztaltunk.

**Lathwesen László**  
szakszoporttitkár

## ■ KÖSZÖNTÉSEK

### 70. születésnapját ünnepelte

**Bodorkós György** 1946. március 1-jén Gencsapátiban született. Tanulmányait 1960–64 között a szombathegyi Gépipari Technikumban, majd 1965–70-ben a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karának kohásztechnológus szakán végezte. Mérnöként a Csepel Művekben az acélkohászat különböző szakterületein dolgozott.



Kezdetben technológus mérnöként, később vezetőként, 1984-et követően a Csepel Művek Vasmű főtechnológusa és műszaki fejlesztési vezetőjeként. 1991-ben a Hidegenvont Csőgyártó üzletág vezetője lett. 1996-tól a Precíziós Csőgyártó Zrt. vezérigazgatója, 2002-től 2008-as nyugdíjba vonulásáig a Tom-Ferr Zrt. üzletág és üzemeltetési igazgatója, valamint az igazgatóság tagja volt.

Szakmai pályája kezdetén jelentős a szerepe volt az 1970–72-ben épült csepeli svéd drótsor üzembehelyezésében. A soron számos változtatást valósított meg. Kidolgozta a nagypon-

tosságú, és közvetlenül hőkezelés nélkül hidegen alakítható (pl. csavaripar) melegen hengerelt huzalok gyártástechnológiáját.

1980-at követően a csőgyártás végeláthatatlan minőségi problémáinak megoldásával kellett foglalkoznia. Ezekkel egyidejűleg meghatározó tevékenységet végzett új mikroötvö-zött termékek kifejlesztésében, és minőségbiztosítási rendszerek kidolgozásában (API), valamint bevezetésében és 1987-es auditálásában, továbbá a speciális csőtermékek (BNV nagydíjas vezetékcső) gyártásában és kifejlesztésében. Irányításával 1988-ban a vi-

lagon az elsők között sikerült hőkezelés nélkül közvetlen hengerléssel duál fázisú varratnélküli csövet előállítani.

1996-ban létrehozta a Precíziós Cső Zrt.-t. 2002-től meghatározó szerepe volt a Tom-Ferr Zrt. szervezeti és műszaki fejlesztésében. Közvetlen a nyugdíjba vonulása előtt kialakította és irányította a Tom-Ferr Zrt. tatabányai autóalkatrész-gyártó gyáregységét az ipari parkban.

Az OMBKE-nek 1969-től tagja. 1978–1996 között a Hengerész és Képlékenyalakító Szakcsoport, 1983–1990 között a Vaskohászati Szakosztály csepeli szervezetének vezetője tagja. Az Országos Hengerész Konferenciák rendszeres résztvevője, előadója, több szakcikk szerzője. A VII. Országos Csőgyártó Szeminárium egyik fő szervezője, kialakítója, 1993 óta az ITA (Nemzetközi Csőgyártó Szövetség) tagja. Munkájáért több elismerésben részesült.

**Pupp János** 1946. május 13-án született Pakson. Középiskolai tanulmányait a dunaiújvárosi Kerpely Antal Ko-

hóipari Technikumban végezte. 1964-ben érettségizett, majd felvételt nyert a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemre.

1969-ben szerzett technológus kohómérnöki diplomát a Székesfehérvári Könnyűfémű ösztöndíjasaként alumínium présművek fejlesztése témakörben.

A KÖFÉM présművében technológusként dolgozott 1973-ig, amikor húzóműi technológiai csoportvezetőnek, majd 1975-től készáru technológiai osztályvezetőnek nevezték ki.

A készáru üzemekben az években vált a „Proto” üzemből a KÖFÉM egyik gyáregységévé. Fő feladata volt a készáru gyáregység technológiai alapjainak elkészítése és a rendelés feldolgozás és visszaigazolás KÖFÉM számítógépes termelésirányítási rendszerébe történő bevezetése.

1982-ben présműi technológiai osztályvezetőként tért vissza a présműbe, majd 1984-től présműi főtech-



nológus lett. Több jelentős fejlesztés kezdődött ebben az időszakban, többek között a ZAMET 3 prés rekonstrukciója.

Nyelvtudását, szakmai ismereteit hasznosítandó 1990-ben kinevezték a KÖFÉM kereskedelmi főmérnökévé. Erre az időszakra esett a HUNGALU saját jogon való külkereskedésének megszervezése.

A KÖFÉM 1993-ban történt privatizációja (ALCOA) után a présmű üzletágba került. Logisztikai vezetőként dolgozott, amelybe alapvetően az irodai értékesítés, gyártástervezés és a kiszállítás tervezése tartozott. ALCOA új termelésirányítási rendszerének bevezetését irányította és bevezetés után a szükséges fejlesztéseket koordinálta. Közben 2008-ban ALCOA eladta présműveit a SAPA-nak. 2013 végén fejezte be aktív tevékenységét.

Az OMBKE Fémkohászati Szakosztály székesfehérvári helyi csoportjának 1970-től tagja, 40 éves egyesületi tagságáért Soltz Vilmos-émlékérmet kapott.

## ■ NEKROLÓGOK

### Demeter Lajos 1950–2016



2016. április 18-án, életének 65. évében, tragikus hirtelenséggel elhunyt Demeter Lajos okleveles kohómérnök, az OMBKE Öntészeti Szakosztályának tagja.

1950. szeptember 14-én született Szerencsen. Középiskolai tanulmányait a miskolci Gábor Áron Kohó- és Öntőipari Technikumban végezte 1965–69 között. 1974-ben a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen szerzett kohómérnöki diplomát.

Pályakezdő mérnökként a Tiszai Vegyi Kombinát Öntödéjében, majd 1975–1988 között a mezőkövesdi Autóvillamosági Vállalat Alumíniumöntödei részlegénél dolgozott különböző beosztásokban.

1988-ban Apkra ment, a QUALITAL Könnyűfémöntöde Vállalathoz, amely akkor az ország egyik legnagyobb alumíniumkohászattal, feldolgozással foglalkozó vállalata volt. Itt a kokilla- és nyomásos öntöde üzemvezetője lett. 1991-től a cég minőségbiztosítási vezetője volt.

1998-tól az Alu-Block Kft.-hez került, ahol termelési, majd műszaki igazgatói pozíciót töltött be. Részt vett a cég

műszaki-, fejlesztési- és beruházási projektjeiben. Szakemberként a másodlagos alumíniumfeldolgozás terén lett országosan is elismert alumíniumkohász, szaktekintély. Szerette szakmáját, amely nemcsak munkája, hanem hivatása is volt. Nagy szakmai tudással rendelkező, emberséges, de következetes vezetőként tisztelték beosztottjai és felsőbb szintű vezetői is. 2009-ben innen vonult nyugdíjba.

Az egyesületi életpályája 1989-ben kezdődött. Ekkor lépett be az OMBKE Öntészeti Szakosztály apci helyi szervezetébe, ahol a kezdetektől fogva aktív tagként tevékenykedett. 1996-tól a helyi szervezet titkára, majd 2000-től tisztelt és megbecsült elnöke volt. Irányította a helyi szervezet egyesületi, szakmai életét. Szakmai napokat, vezetőségi üléseket, évszabványokat szervezett.

Kezdeményezte az OMBKE más helyi szervezeteivel való kapcsolattartást, velük közös szakmai, baráti találkozásokat, egymás munkahelyének meglátogatását, megismerését szervezte meg.

Az Öntészeti Szakosztály vezetőségének 1996-tól volt tagja. Elnökként nagy felelősséggel és odaadással képviselte a helyi szervezet tagságát a szakosztály vezetőségi ülésein, az OMBKE éves országos küldöttgyűlésein.

A helyi szervezet tagjaival rendszeresen részt vettek az Öntészeti Szakosztály és a MÖSZ által két évente rendezett Magyar Öntőnapokon. Örömmel vett részt az OMBKE országos- és nemzetközi szintű rendezvényin. Ha tehette, vitte magával a helyi szervezet tagjait is.

Demeter Lajos sokat tett azért, hogy Apcon még ma is létezik és eredményesen működik az OMBKE Öntészeti Szakosztály helyi szervezete.

Egyesületi munkájáért 2004-ben OMBKE-émlékérem, 2009-ben OMBKE Öntészeti Szakosztályért érem (amelyet

személyén keresztül az apci helyi szervezet kapott), 2012-ben OMBKE-émlékplakett kitüntetésben részesült.

Temetése 2016. április 25-én volt Hatvanban, a városi új köztemetőben. Koporsója körül öntész kollégái, barátai kohász egyenruhában álltak díszőrséget. A szakmai közösség és az egyesület nevében Katkó Károly, az Öntészeti Szakosztály elnöke búcsúztatta. Emlékére és tiszteletére május 25-én Apcon gyászszakestélyt tartottak. Odaadó, áldozatos munkája nagyon fog hiányozni...

Kedves Lajos barátunk! Emlékedet megőrizzük. Nyugodj békében!

Bányász-kohász köszöntéssel búcsúzzunk és kívánunk utolsó

Jó szerencsét

 **Katkó Károly**

## Pintér Miklós 1944–2015



Pintér Miklós Budapesten született, majd a háború után családjával Móra költözött. A középiskolát Dunaújvárosban, a jó hírű Kerpely Antal Kohóipari Technikumban végezte, ahol a komoly tanulás mellett a jó kollégiumi közösség is segítette egyénisége kibontakozását.

A technikum után három év kőkemény katonai szolgálatot letöltve egyik legjobb barátjával együtt jelentkeztek és álltak munkába a szép jövő előtt álló székesfehérvári Könnyűféműműben.

Három műszakos csoportvezetőként a régi hengerműben sajátította el az alumínium meleg- és hideghengerlés, a kikészítés és hőkezelés alapjait. Ezek a tanuló évek egész pályafutására meghatározóak voltak.

1968-ban az új szélesszalag hengermű építéskor több társával együtt két és fél hónapos oroszországi szakmai tanulmányúton vett részt. Hazatérve, még mindig váltóműszakban dolgozva tanult tovább, és szerzett alakitástechnológusi diplomát a Dunaújvárosi Főiskolán.

Erre az időszakra esett a családalapítás öröme és felelőssége is.

Sokoldalúságát és munkabírást egyre felelősségteljesebb beosztásokban tudta hasznosítani az újonnan épült, akkor már hatalmas Hengermű gyáregységben. Itt fejlődött tovább és lett a legnagyobb termelőegység talán egyik legnehezebb területének: a ter-

melés irányításának felelőse, vezetője. Elkötelezettsége, sokoldalú, vidám, ugyanakkor harcos egyénisége és alaptermészete, a család, a közösség és a munka szeretete mindvégig segítette a magas szintű helytállásban.

Az időközben bekövetkezett privatizáció azonban őt is nehéz választás elé állította. Hiába alapozta meg és építette fel több évtizedes munkával szakmai egzisztenciáját – a nehezebb utat választva kellett fejest ugrania, ha nem is ismeretlen, de egy teljesen új munkaterületre. 1994-ben Budapestre a Metalservice-hez ment, előbb vezető kereskedői, később kereskedelmi főmérnöki, majd nyugdíjba vonulásáig ügyvezető igazgatói beosztásba.

Nyugállományba vonulva is tovább egyengette, irányította most már fiai és családjuk életútját, boldogulását, és lelte örömét unokáiban. Kivételes emberi nagysága megmutatkozott a gyilkos kórral folytatott hősies küzdelemben is.

Az OMBKE-nek 1977-től volt tagja.

A család, a rokonság, barátok, munkatársak, egyesületi tagtársak, ismerősök sokasága vett tőle fájdalmas búcsút a székesfehérvári Béla úti temetőben 2015. november 5-én, ahol lehajtott fejjel, de felemelt szívvel mondtunk együtt utolsó Jó szerencsét.

 **Clement Lajos**

## Clement Andor 1943–2016



Clement Andor ősrégi felvidéki bányász-kohász-erdész dinasztia ötödik generációs tagjaként 1943-ban Ózdon született. Egyenes ági felmenői közül a selmeci akadémián kohómérnöként végzett mindkét nagyapja, két dédapja, valamint három ükapja. Édesapja és az ő ikertestvére gépészmérnöki diplomával, de mindvégig a kohászat területén dolgozott.

A boldog gyermekkor Salgótarjánban, majd Budapesten folytatódott. 1964-ben érettségizett kitűnő eredménnyel a budai József Attila (azóta újra ciszterci) gimnáziumban. A családi tradíciót követve ő is kohómérnöknek jelentkezett. Színes, tartalmas és eredményes öt év után szerzett kohómérnöki oklevelet 1967-ben Miskolcon (NME), ahol évfolyamának meghatározó személyisége volt. 1994-ben, majd 1994-ben okl. minőségügyi szakmérnök diplomát a BME Mérnökto-vábbképző szakán.

A végzés után társadalmi ösztöndíjasként a Vasipari Kutató Intézetben (VASKUT) állt munkába. 1967-től 26 éven át kutatóként, majd tudományos csoportvezetőként dolgozott az Intézetben, egészen annak a megszűnéséig. A Szeless László, majd dr. Szeghegyi Árpád vezette Képlékenyalakítási Osztályon (1967–1983) érte el legtöbb szakmai eredményét a finomlemezek alakíthatósági vizsgálatai területén. Szakcikkei, előadásai és szabadalmi ezen alkotó időszak sikerét jelzik. Ezt követően a Technológiai Osztályon, majd a Különleges Anyagok Osztályán dolgozott különböző beosztásokban.

A szakmai oktatásából is kivette részét, 1975-től kezdve öt évig tanított a Bánki Donát Műszaki Főiskolán. A VASKUT-as éveit követően (1993–2003) a DUNAFERR Kereskedőház Kft. Marketing Osztályán, majd átszervezés után 2004 elejétől főmunkatársként piackutatással és árelemzéssel foglalkozott a

2005. októberi végleges nyugállományba vonulásáig.

1966-tól volt tagja az OMBKE-nek, melynek nagyapja, Clement Béla is alapító tagja volt. Elkötelezettségét, szervezőképességét számos rendezvény előkészítésével és lebonyolításával hasznosította. 1972 és 1986 között a Vaskohászati Szakosztály vezetőségi tagja, 1980-tól kezdődő két cikluson keresztül a Hengerész Szakcsoport titkára volt. Az 1971-et követő 15 éven át a szakosztály által rendezett összes Hengerész és Hidegalakító Konferencia egyik fő szervezője volt. Egyesületi munkájáért 1976-ban a Kohászat Kiváló Dolgozója, 1986-ban pedig az IpM Kiváló Munkáért kitüntetésben részesült.

Nyugdíjba vonulása után is dolgozott az egyesület Történelmi Bizottságában. Bátyjával, Clement Lajossal közösen végeztek szakmatörténelmi kutatásokat dr. Zsámboki László útmutatásával, majd számos családi ereklyét bocsátottak a Selmeci Emlékkönyvtár rendelkezésére.

Egész életét végigkísérte a selmeci hagyományok ápolása.

1969-ben kötött házasságot, két leánygyermek született.

Clement Andor hamvait 2016. június 10-én – családja, középiskolai és egyetemi évfolyamtársai, kollégái kíséretében – helyezték örök nyugalomra a gazdageréti Szent Angyalok Plébániatemplom urnatemetőjében. Búcsúunk tőle kedves énekével:

„Az Úr csodásan működik,  
De útja rejtve van,  
Tenger takarja lábnyomát,  
Szelek szárnyán suhan.  
Mint titkos bányá mélyiben,  
Formálja terveit,  
De biztos kézzel hozza föl,  
Mi most még rejtve itt.”  
(Ev. ék. 328. ének)

Jó szerencsét!

**Szerkesztőség**

## Pivarcsi László

1944–2016



Pivarcsi László 1944. október 13-án született Fótton. Szakmai tanulmányait mezőgazdasági gépszerelő tanulóként kezdte 1959-ben. 1966-ban Körmenten mezőgazdasági gépészmérnöki végzettséget szerzett, és gépüzemeltetési vezetőként dolgozott a Devecseri Állami Gazdaságban.

1971-től Kupon, a Vasöntödében vállalt munkát. A metallurgus mérnöki tudást, a kohómérnöki végzettséget felnőtt fejjel, a családjától távoli országban szerezte meg 1978-ban, és ezután lett az öntöde szakmai vezető főmérnöke, a termelés és a fejlesztések felelőse és motorja.

1996-ban kezdte a vállalkozási tevékenységet Pápán, majd 1998-tól Enesén a vasöntödét saját társaságként működtette tovább, és adott kenyeret, szakmai tudást a családon kívül az L-Duplex Pivo Kft. dolgozóinak. Az öntöde sikereit mutatják a PIVO-emblémás csatornaöntvényeken kívül a gépöntvények, utcabútorok, szobrok a köztereken, Szent Borbála szobra Mosonmagyaróváron, a lucsonyi Szent Anna-kápolnában, valamint az egyedi feliratos, domborműves vasöntvény táblák, pl. Felső-Hármorban a Központi Kohászati Múzeum homlokzatán, Miskolcon a Földes Ferenc Gimnázium falán. Ezek maradandó emléket állítanak Pivarcsi László szakmai munkájának.

2007-ben elismert üzemi vezetőként kapott felelős vezetői tisztséget a bányászok és kohászok közösségében, amikor az OMBKE Öntészeti Szakosztály Mosonmagyaróvári Helyi Szervezete megválasztotta elnökének.

Vezetői munkája, kapcsolatépítő és szervező tehetsége alapján lett Ferencz István méltó utóda, a helyi szervezet újraalapítója, tevékenységének a régió egészére ható kiterjesztője, a taglétszám jelentős növekedésének előmozdítója. Ő lett a Szigetközi Tudományos Szakmai Napok főszervezője, a bányászok és kohászok közösségének elismert és nagyra becsült tagja, sokak közkedvelt barátja.

Sikereinek az öntész szakma művelőinél és az egyesület tagjainál nagyon hamar elnyert megbecsülésnek, a barátságoknak a titka talán a mindenre kiterjedő érdeklődése, nyitottsága, közvetlen együttműködő hozzáállása, igazi kohász szíve és a egyszerű embersége lehetett.

Legnagyobb eredményének tekinthető a fiatalok megnyerése, a szervezetbe való bevonása és aktivizálása, amelyet nagy odafigyeléssel és szeretettel végzett.

Nem a diáktársaktól, hanem megőszült fejjel tanulta és őrizte a selmeci hagyományokat és aktívan vett részt az egyesületi központi rendezvényeken helyi szervezetének tagjaival együtt.

2008 őszén meghívta a miskolci öntész hallgatóságot, hogy a vasöntödében munkaruhába öltözve, minden műveletet kipróbálva, megtapasztalják a kézi döngölésnek, a kupolából csapolt vasnak, a fánerből való öntésnek a varázsát, majd utána kóstolót kaptak a somlói szőlőhegy nedűjéből is. A diákok szeretett Laci bácsiját 2011-ben a végzős hallgatók tiszteletbeli évfolyamtársukká választották. Azóta nemcsak a karszalagot viselte a kohász egyenruháján, hanem a Miskolci Egyetemet saját alma materének is tekintette.

Egyesületi munkáját 2008-ban az OMBKE Öntészeti Szakosztályért érmmel, 2010-ben z. Zorkóczy Samu-emlékéremmel, 2013-ban Szent Borbála-emlékérem miniszteri kitüntetéssel ismerték el.

A Győr-Moson-Sopron Megyei Kereskedelmi és Iparkamarától 2016. február 17-én kapott Kiváló Kamarai Munkáért érdemérem kitüntetésé alkalmából a Hircity televízió az Arcképcsarnok sorozatban interjút készített vele, amely ma már utolsó üzenetének tekinthető. A vasas emberré válásáról, szakmai tevékenységéről, a gyakorlati tudás fontosságáról, a selmeci hagyományok követéséről, a manufaktúrális vasöntés utolsó mohikánjaként a szakma szépségének megőrzéséről szövege, így gondolatai ma már minden érdeklődőnek megismerhetővé, követhetővé váltak.

A 70. születésnapján sokan köszöntötték, és remélték, hogy a sors sokáig megadja neki a kupolából kifolyó vas melegének erejét, de leküzdhetetlen betegsége miatt a továbbiakban nélküle kell helyt állni a csapatának.

Június 13-án Sárváron, a Soproni úti temetőben sokak kísérték utolsó útjára. a szakma nevében dr. Dúl Jenő címzetes egyetemi docens búcsúztatta. A sírjára elhelyezett vasból készült szőlőgallyak, levelek és fürtök koszorúja emlékeztet majd a felejthetetlen barátságokra. Emlékére az Öntészeti Szakosztály és a Ferencz István Észak-Dunántúli Kohászati Regionális Szervezet június 22-én Enesén tartott a selmeci hagyományok szerinti gyászszakestélyt. A Miskolci Egyetem műhelycsarnokában a tanítványok által Enesén beformázott és öntött vas díszkorláton táblával örökítik meg a nevét.

Az öntésznek nagy családja, a Magyar Öntészeti Szövetség, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület vezetői, tagsága, a Miskolci Egyetem, a kollégák, barátok, tanítványok nevében mondunk hagyományunk szerint utolsó Jó szerencsét!

Drága Barátunk, Isten veled! Nyugodjál békében!

(DJ)



Opportunities in Processing of Metal Resources in South East Europe

## 5<sup>th</sup> ESEE Dialogue

### az OPMR 2016 Konferencia keretében

A budapesti székhelyű **Európai Innovációs és Technológiai Intézet (EIT)** támogatásával és a **Leobeni Egyetem (Montanuniversität Leoben)** vezetésével kerül sor egy újabb hálózatépítési konzultációra („networking”), mellyel elsősorban **Kelet-Közép és Délkelet Európa országainak (ESEE countries)** a bevonása a cél. Az elsődleges és másodlagos nyersanyagforrásokat (Raw Materials) érintően is az európai oktatás fejlesztése, a kutatási területek és a találmányok innovációs potenciáljának jobb felhasználása, valamint minél több piacépes megoldás életre hívása és támogatása a cél.

A **4<sup>th</sup> ESEE Dialogue** megrendezésére 2016. június 15–16-án Zágrábban került sor (<http://www.esee.at/de/4437>), a következő pedig november végén Budapesten, az OPMR 2016 Konferencia keretében lesz.

#### **Az OPMR 2016 Konferencia fő szervezői:**

Jürgen Antrekowitsch – Leobeni Egyetem, Ausztria

Kékesi Tamás – Miskolci Egyetem, Magyarország

Alfred Maier – Regionális Innovációs Központ – ESEE, Ausztria

#### **Az OPMR 2016 Konferencia Tudományos Bizottsága:**

Helmut Antrekowitsch – Leobeni Egyetem

Frank Melcher – Leobeni Egyetem

Helmut Flachberger – Leobeni Egyetem

Kékesi Tamás – Miskolci Egyetem

Török Tamás – Miskolci Egyetem

Bokányi Ljudmilla – Miskolci Egyetem

Fernando Castro – Minhoi Egyetem, Portugália

Tomáš Havlík – Kassai Műszaki Egyetem, Szlovákia

Zdenka Zovko Brodarac – Zagrabi Egyetem, Horvátország

Ioannis Paspaliaris – Athéni Nemzeti Műszaki Egyetem, Görögország

Dimitar Petrov – Bányászati és Geológiai Egyetem, Bulgária

Jürgen Antrekowitsch – Leobeni Egyetem

Stefan Steinlechner – Leobeni Egyetem

#### **A konferencia honlapja: [www.opmr2016.org](http://www.opmr2016.org)**

#### **Az ESEE-régió országai:**

Ausztria

Csehország

Szlovákia

Magyarország

Románia

Szlovénia

Horvátország

Szerbia

Bosznia-Hercegovina

Montenegró

Bulgária

Albánia

Macedónia

Görögország



# OPMR 2016 Conference

OPPORTUNITIES IN PROCESSING OF METAL RESOURCES  
November 28-30, 2016 in Budapest, Hungary

**SUBMIT YOUR ABSTRACT NOW!**

## FÉMES ÉS FÉMTARTALMÚ elsődleges és másodlagos NYERSANYAGOK HASZNOSÍTÁSA és FELDOLGOZÁSA

Nemzetközi konferencia Budapesten, 2016. november 28–30.

**A konferencia helyszíne:**

**Hotel Mercure Budapest, Krisztina körút 41-43.**

**A konferencia honlapja: [www.opmr2016.org](http://www.opmr2016.org)**

**Az OPMR 2016 Konferencia főbb témakörei:**

- készletek és nyersanyagforrások felmérése, értékelése;
- érckészletek és fémhulladékok minősítése;
- maradék anyagok (meddő, salakok, porok, iszapok) feldolgozása;
- fizikai/mechanikai feltárás korszerű technikai és eljárásai;
- újdonságok és innováció a fémkinyerési (hagyományos kohászati) technológiákban;
- értékes anyagok (vegytisztá fémek és fémvegyületek) visszanyerése hulladékokból;
- kritikus (stratégiaileg fontos) fémek előállítása másodnyersanyagokból és elektronikai hulladékokból.

**A konferencia szervezői:**



**Leobeni Egyetem**



**Miskolci Egyetem**

**MISKOLCI  
EGYETEM**  
UNIVERSITY OF MISKOLC



**Osztrák Kohászati és Anyagtudományi  
Egyesület**



**Európai Innovációs és Technológiai  
Intézet – Nyersanyagok**