

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# Kohászat

Vaskohászat

Öntészet

Fémkohászat

Anyagtudomány

Felsőoktatás

Hírmondó

149. évfolyam

2016/1. szám



Jó szerencsét!

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület lapja.

Alapította Péch Antal 1868-ban.

## TARTALOM

### Vaskohászat

- 1 Az EUROFER elnökének és igazgatójának újrólévele  
 2 **Mérő Péter – Varga Ottó:** 50 éves az ISD Dunafer Zrt. hideghengerműve. I. rész  
 6 **Dobránszky János – Kovács Dorina:** Szemlézés a rozsdamentes acélok gyártásának európai kutatásaiból

### Öntészet

- 11 **Rick Tamás:** Alumíniumöntvények térhódítása az autópárbán  
 14 **Hajjas Gergely:** Vékony falú, részletgazdag nyomásos alumíniumöntvények prototípusainak gyártása homokformában  
 16 Nyomásos alumíniumöntvények nemzetközi versenye, 2016  
 18 Hírek az öntészeti szabványosítás világából  
 19 Beszámoló az MMKM Ganz Ábrahám Öntödei Gyűjtemény a 2015. évi tevékenységéről  
 20 Az Öntészet-történelmi és múzeumi szakcsoport 2015-ös beszámolója

### Fémkohászat

- 21 **Bobor Kristóf – Krállics György:** Alakítási textúra és anizotrópia kialakulásának szimulációja 1050-es alumínium hengerek esetében  
 25 **Pálinkás Sándor – Krállics György – Bézi Zoltán:** Hideghengerlési folyamat végelemes modellezése és a hullámosság kimutatása

### Anyagtudomány

- 29 **Bruno Buchmayr – Gerhard Panzl:** A fém alkatrészek előállítására szolgáló additív gyártástechnológia SWOT-analízise és alkalmazása  
 35 A X. Országos Anyagtudományi Konferencia – szavakban, számokban, képekben  
 36 Nemzetközi tudományos ipari örökségi konferencia

### Felsőoktatás

- 37 Műszaki Anyagtudományi Kar rövid hírei  
 38 25. Ledebur-kollokvium Freibergben

### Hírmondó

- 39 Szent Borbála-napi országos központi ünneplés 2015. december 4.  
 40 Emlékeztető a 2015. december 15-i OMBKE választmányi ülésről  
 41 Az MTA Metallurgiai Tudományos Bizottságának ülése  
 42 20 éves volt a Fémszövetség  
 44 60 éves az OMBKE Székesfehérvári területi szervezete  
 45 Szent Hubertus – Szent Borbála emlékest Kecskeméten  
 46 Borbála-szalamander Gánton  
 46 „Duális” szakmai nap és szakestély az öntészeknél  
 48 Köszöntések  
 49 Nekrológok

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

## FROM THE CONTENT

### Mérő P. – Varga O.: 50 years of the cold rolling mill of ISD Dunafer Co. ... .. 2

The authors present the 50-year history of the wide strip mill (cold rolling mill) located in Dunaújváros. The events of the first 10 years are depicted based on newspaper articles published in the contemporary press, and remembrances of former colleagues and professionals. The description of the coming years is rather based on personal experiences and the use of own databases. The technical and technological parameters in terms of operation outline the basis of the success of the 50 years, describe in details the changes in the market and economic environment, their compelling effects on the development of products and production, and also on investments.

The authors also touch upon the development has taken place in integrated technology of the company Dunai Vasmű (Danube Ironworks), later Dunafer, currently ISD Dunafer which plays a key role in the life and perpetuance of cold rolling mill.

### Rick T.: Emergence and use of aluminium castings in the automotive industry ... .. 11

The article provides a brief historical overview of the increasingly widespread use of aluminium as a casting material in the car industry, and it also describes the typical applications, manufacturing processes and alloys.

### Bobor K. – Krállics Gy.: Simulation of deformation texture evolution and anisotropy during rolling of 1050 aluminium ... .. 21

Rolling is a widely used and because it's high productivity an important technique in the industry. To ensure the desired quality of the rolled products the proper planning of the forming process is important. In this task the different computational methods can provide an aid for the engineer to make the change of mechanical and certain microstructural properties predictable.

The plastic deformation can significantly change the microstructure and mechanical properties of the material; the strength, toughness, grain structure, texture and consequently the anisotropy change. The latter one might have an important role in

the aspect of the further processing.

In the present work the finite element and the visco-plastic self-consistent methods were used to analyze sheet rolling. An investigation of a 12-step rolling of commercial purity aluminium were carried out. The forming process was studied using finite element method on the macro scale: the deformation were investigated. Based on these results the microstructural changes were analyzed: the evolution of the texture and anisotropy and calculation of the Lankford coefficient.

### Pálinkás S. – Krállics Gy. – Bézi Z.: Finite element modeling of cold rolling process and detection of the wave ... 25

Quality demands for the shape characteristics of strips have been increased recently by the modern industrial branches. The flatness of strip made by cold rolling is in a close relationship with the roll gap developing during rolling. The final shape of the sheet is influenced by the construction and stiffness of the mill stand and the shaping parameters through the deformation patterns of roll gap. The purpose of our research was the modelling of shape defects (crown) developing during cold rolling in order to identify parameters that can improve the technological precision of production of sheets.

### B. Buchmayr – G. Panzl: A SWOT Analysis for the Application of Additive Manufacturing for Metallic Components ... 29

Additive manufacturing offers many novel opportunities for mechanical engineering, whereby individual customization, complex geometries, and small lots are of primary concern. After a short presentation of the manufacturing principles of selective laser melting (SLM), the production route from metal powder to the final product will be demonstrated. Using a detailed SWOT analysis, the branches strength, weakness, opportunities, and threats are considered and proper strategies for R&D and new applications are derived. The SWOT analysis should highlight the complexity and the up-to-now unknown future potentials. The statements should offer some orientation within this novel technology field.

- **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. Klug Ottó, dr. Kórodi István, Lengyelne Kiss Katalin, Schudich Anna, Szabados Ottó, 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

## Az EUROFER elnökének és igazgatójának újévi levele

Kedves Tagok, Kollégák!

Mindenekelőtt Boldog Új Évet kívánunk Önöknek. 2016 során a jelenleg is meglévő kihívásokkal és lehetőségekkel kell számolnunk – reméljük, hogy ezekben a témákban együtt dolgozhatunk.

2016-ban az előző évben tapasztalt gazdasági trendek folytatódása várható. Európa acélfelhasználása kismértékben növekedni fog. A növekvő kereslet legnagyobb részét azonban – mint a múlt évben – az acélimport fogja fedezni. Ennek fő oka az olcsó acél, amelyet gyakran az állam támogat és harmadik országok szállítják be az EU-ba. Az EU acéligényének ismeretében, amely még mindig 20-25%-kal kisebb a 2007-es szintnél, nem túlzás kijelenteni, hogy 2016 ismét súlyos kihívásokat hoz az európai acélipar számára.

A gazdasági problémák mellett egy sor további prioritás van, amellyel az EUROFER foglalkozik.

Az első a *kereskedelempolitika*; ennek kapcsán 2016-ban elsősorban az *EU Piacvédelmi Eszközeinek (TDI)* hatékonyabb és gyorsabb alkalmazására törekszünk az EU-n kívüli országok tisztességtelen kereskedelme, továbbá *Kína Piacgazdasági Státusának* elismerése ellen. A jelenlegi piacvédelmi eszközök túl lassúak a dömping elleni hatékony védekezésre: 16 hónap telik el a védekezés szükségességének megállapításához szükséges vizsgálatok kezdetétől a határozott intézkedések bevezetéséig. Ez sok hónappal hosszabb Európára legnagyobb globális versenytársaihoz képest.

A dömping nagy része Kínából származik, amely jelentős felesleges kapacitái és lassuló gazdasága miatt exporttal kívánja feleslegét értékesíteni. Jelenleg az EU-ban indított antidömping eljárások fele acéllal kapcsolatos, és ezek döntő többségében Kína érintett. Az elmúlt 18 hónap során a Kínából származó acélimport több mint kétszeresére nőtt. Az EUROFER ennek megfelelően erősíti kampányát

Kína piacgazdasági státusának elismerése ellen mindaddig, amíg Kína nem teljesíti az ezzel kapcsolatos előírásokat.

A Kína WTO-ba való felvételével kapcsolatos dokumentum 2016 végében határozta meg azt az időpontot, ami után a WTO-tagoknak mérlegelni kell, hogy az ország elegendő haladást ért-e el a piacgazdaság irányában. Ismerve az állam döntő mértékű beavatkozását a pénzügyi és üzleti életbe nyilvánvaló, hogy Kínának még sokat kell tennie, hogy a WTO piacgazdasági státussal kapcsolatos követelményeinek eleget tegyen.

Ha Kínának sikerül meggyőzni az EU-t a piacgazdasági státus megadásáról, a jelenlegi antidömping intézkedések hatástalanok lesznek, és az EU-nak kevés lehetősége marad a Kínából beömlő import elleni védekezésre.

2016-ban kerül sor az *EU Emisszió-kereskedelmi Rendszerének (EU ETS)* negyedik revíziójára is. A jelenlegi javaslat 2021 és 2030 között 34 Mrd € költséget okozna az EU acéliparának. Az elképzelés szerint 2030-ra közel 30 €/t nyersacélra nőne a kvótaár. Ez a javaslat az iparág gazdasági életképességének lerombolását eredményezné. A kemény globális verseny és a felesleges kapacitások miatt növekvő import következtében az ágazat nem tudja tovább hárítani ezeket az egyoldalú többletköltségeket.

Az eredményes innováció és beruházások hatására az európai acélipar jelentősen csökkentette környezeti hatását: az energiefelhasználás, a redukálószer felhasználása és a CO<sub>2</sub>-kibocsátás fajlagosan felére csökkent az elmúlt évtizedekben. Az innovációhoz azonban beruházásokra van szükség; a jelenlegi javaslat csökkentené az acélipari vállalatok beruházási lehetőségeit. Az EUROFER ezért azt javasolja, hogy a legjobban teljesítő berendezéseknek ne keletkezzenek többletköltségei. Ez elősegítené a CO<sub>2</sub>-emiszió

csökkentéséhez szükséges innovációt.

Az EUROFER üdvözölte a *Körkörös Gazdasági Csomag* indítását 2015 decemberében. Ez a csomag jó lehetőséget biztosít a körkörös gazdaság fejlődéséhez Európában. A csomag tartalmazza az acéltérmékek gyártásának, használatának, újrafelhasználásának, folyamatos ciklusokban történő biztosításához szükséges célokat, eszközöket és módszereket.

Az acél 100%-ig újrahasznosítható: „állandó” anyag. Ez jelenti a körkörös gazdaság működésének legfontosabb elemét. Fontos ezért, hogy a Bizottság támogassa az acél és melléktermékeinek használatát, reciklálását.

A csomag számos pozitív elemet tartalmaz, pl.: a melléktermékek értékének jobb elismerése, a tartós, erőforrás-hatékony és reciklálható termékek használatának ösztönzése a tagállamokban, a hulladékválogató rendszerek és a minőségi újrahasznosítás előmozdítása, ahol az műszakilag, környezetvédelem szempontjából és gazdaságilag lehetséges. Új definíció a „végleges reciklálásra” és „visszajáratásra” annak érdekében, hogy jobban meg lehessen különböztetni a „reciklálás” és a „kinyerés” műveleteit.

Az EUROFER a 2015. évi sikeres munkára kíván építeni. Együttal személyesen megköszönjük az EUROFER tagok következetes, nélkülözhetetlen munkáját az elmúlt évben. 2016-ban arra koncentrálnunk, hogy a fenti prioritásokon érjünk el haladást; ehhez a korábbiakhoz képest is jobban szükségünk van a szoros és gyümölcsöző együttműködésre a politikusokkal mind EU, mind nemzeti szinten. Reméljük, hogy az év során együtt tudunk dolgozni Önökkel ezeknek a céloknak az elérése érdekében.

A legjobbakat kívánjuk az Új Évre!  
Üdvözlettel

 **Geert Van Poelvoorde elnök**  
**Axel Eggert igazgató**

# 50 éves az ISD Dunaferr Zrt. hideghengerműve

## I. rész\*

*A szerzők bemutatják a dunaújvárosi széles szalag hideghengermű 50 éves történetét. Az első tíz év történéseit a korabeli sajtóban megjelent cikkek és a volt kollégák, régi szakemberek emlékei alapján ábrázoljuk, míg a következő évek leírása inkább a saját tapasztalatokra, és saját adatbázisok felhasználására épült. A működésre vonatkozó műszaki és technológiai adatok körvonalazzák az 50 év sikerének alapját, részletesen leírják a piaci és gazdasági környezet változását, azok kényszerítő hatásait a gyártmány és gyártásfejlesztésekre, beruházásokra. A szerzők kitérnek a Dunai Vasmű, majd később a Dunaferr, és az ISD Dunaferr integrált technológiai rendszerében végbement fejlődésre, mely meghatározó szerepet játszott a Hideghengermű életében, így annak fennmaradásában is.*

### Bevezetés

50 év, ez az évforduló mindenképpen történelmi jelentőségű a Hideghengermű életében. Ha egy ember eléri ezt a kort, általában visszatekint, vajon hogy telt el és mennyire volt értelme az eddigi életének, vajon van-e még annyi hátra, hogy új célokat tűzzön ki, van-e annyi erő és akarat, hogy el is érje azokat.

Hogyan közelítsük meg ezt a kérdést, ha egy termelőüzemről van szó, ami elérte ezt a kort? Egy olyan üzem, mely a születése óta több ezer embernek adott munkát, megélhetést és jövőt a családjaiknak. Egy olyan üzem, melynek dolgozói, alkalmazottai, vezetői a folyamatos megújulásért küzdöttek az 50 év alatt, az időnként nagyot változó körülményekhez alkalmazkodva, időnként a fennmaradásért és túlélésért a következő generációk érdekében.

### 1. Az indulástól a rendszerváltásig

A Dunai Vasmű Hideghengermű építése előtt Magyarországon már Salgótarjánban (1961) és Csepelen (1965) volt hidegen hengerelt acélszalaggyártás, kb. 60-70 ezer tonna éves mennyiségben, ráadásul csak keskeny szalagot gyártottak, melynek a szélessége nem haladta meg a 400 mm-t. Az új komplexum képes volt 1500 mm szélességben is gyártani, a tervezett mennyiség pedig több mint négyszerese volt az addigi országos kapacitásnak.

Az üzem indulásakor a félig csillapított tuskókból melegen majd hidegen hengerelt széles szalagok felületi minősége és alakíthatósági tulajdonságai az akkori feldolgozási követelményeknek megfeleleltek. Az acélmű kezdetben csillapítatlan acélminőségekből 3-5 tonna súlyú négyzet keresztmetszetű öntecseket (tuskókat) gyártott. A hazai gépipar lemezigényének

növekedése és minőségigényének bővülése szükségessé tette a szilíciummal csillapított acélminőségek gyártását is. A csillapított acélokat felöntő sapkás kokillákba öntötték le. Ebben az időben kezdődtek üzemi kísérletek az acélok kokillában történő félig csillapításának gyakorlati megvalósítására, a nagy dűsulási mértéket mutató csillapítatlan acélok kiváltására. Az egyre növekvő piaci lemezigény kielégítése és a gyártás gazdaságosságának javítása érdekében a Meleghengerműben – 1963-ban – a kétfázisú hengerlésről (öntecs → buga → lemez) áttértek az egyemeleges hengerlésre (öntecs → lemez). A hideghengerműi alapanyagok (lágycélok) minőségi követelményeit először *Komlósy Antal* főtechnológus szabályozta a 30/1966 számú Rendelkezésben. Ebben az alapanyagok vastagságtűrése mellett az alakí követelmények, a lencséség, ékesség, teleszkóposág, valamint a felületi követelmények is szerepeltek. A megfelelő reveréteg kialakítása érdekében a Rendelkezés meghatározza a hengerlési vég- és csévélési hőmérsékletet is. Az első hibakatalógust *Komlósy Antal* és *Hauszner Ernő* állította össze, amely már tartalmazta a szükséges felületi minőséget és a megtűrt hibákat is.

Az első hónapokban látványos feljutásnak lehettünk tanúi. 1966 januárjában a pácoló teljesítménye a kezdeti 10,1 tonna/óráról 57,15 tonna/óra, az 1700-as reverzálóé pedig a 6,3 tonna/óráról 24,37 tonna/óra emelkedett. A próbaüzemi 1307 kg/tonna fajlagos lecsökkent 1186 kg/tonnára. Ugyanebben a hónapban sikerült hengerelni elfogadható – de még nem tökéletes – minőségben 0,28 mm vastagságú acélszalagot az 1200-as reverzálón. Az akkori sajtóban megjelent néhány gazdasági mutató a 1. táblázatban olvasható.

A kezdeti években a Hideghengermű termékeivel a DV döntően a belföldi piacot célozta meg. A lassan emelkedő export döntő többségében a

---

*Mérő Péter* kohómérnök MSc 1977-től folyamatosan a dunaújvárosi Hideghengerműben dolgozik, kezdetben különböző berendezések mellett mint gépkezelő, majd mint technológus, művezető, üzemvezető-helyettes, termékmenedzser, termelési főosztályvezető. Jelenleg a Hideghengermű műszaki és termelési vezetője.

*Varga Ottó* okl. kohómérnök, 1977-től dunaújvárosi Hideghengermű dolgozója. A gyarkornoki státusz után volt művezető, üzemvezető-helyettes, üzemvezető, vezető technológus, termelési főmérnök, műszaki igazgatóhelyettes, majd projektigazgató. Jelenleg is ebben a munkakörben tevékenykedik. A 80-as évek végétől bekapcsolódott a hideghengerműi fejlesztésekbe, beruházásokba. Számos fejlesztési és beruházási projektet irányított.

---

\* A cikk II. részét a következő számunkban közöljük.

**1. táblázat.** A Dunai Vasmű fontosabb gazdasági mutatói az indulás éveiben

A Hideghengermű felfutása					
Megnevezés	1965	1966	1967	1968	1969
Termelési érték (E Ft)	180	1 117	1 811	2 094	2 515
Eredmény (E Ft)	2	245	466	193	257
Önköltség (Ft/tonna)	8 346	7 576	7 110	6 486	6 091
Létszám (fő)	486	624	786	929	1 010

**2. táblázat.** Termelési adatok értékesítési relációként 1965–1968

Év/t	Belföld	Export	DV belső	Összesen
1965	16 402	5 788	0	22 190
1966	81 515	31 711	0	113 226
1967	126 887	58 958	0	185 845
1968	141 217	83 297	46 507	271 021

„baráti” szocialista (KGST) országokba történt. Nyugat-Európába gyakorlatilag nulla mennyiséget szállítottunk (2. táblázat).

1968-ban beindult a továbbfeldolgozott termékek gyártása a Dunai Vasműben (profil, radiátor). Kezdetben – a feldolgozóipar fejletlensége miatt – a termékek 75-80%-át táblalemez formájában értékesítettük. Termékválasztékunk nem tartalmazott bonyolult termékeket. Az első években a DIN 1623 szabvány szerinti St10 és St12, valamint az MSZ 23 szerinti H, S, M minőségeket gyártottuk. A felületi minőség éppen hogy megfelelt a 03-as (DIN) és a 2-es, 3-as (MSZ) felületi minőségnek. Kiválóan mélyhúzható, valamint 05-ös és 1-es felületi minőségek gyártására a Hideghengermű és a megelőző fázisok nem voltak képesek. Termékeinkkel csak a nagyobb mennyiségeket igénylő piacokon tudtunk jelen lenni. Persze a 60-as években igazán nem is beszélhetünk piacokról. 1968-ig a Kohóipari Értékesítési Központ (KOHÉRT) irányította a kohászati termékek forgalmát. Begyűjtötte a megrendeléseket, és a vállalati kapacitásokat figyelembe véve a vevők ellátási keretszámainak erejéig elfogadott és jóváhagyott rendeléseket termelési utasításként adta át a vállalatoknak. 1968-tól („Új gazdasági mechanizmus”) a KOHÉRT megszűnését követően közvetlen kapcsolat alakult ki mintegy 100 belföldi vállalattal. Szállítási határidőben negyedéves szállításokra vállalkozott a DV, ahol igen sokszor kihasználta monopolhelyzetét. Mindezekkel együtt a Hi-

deghengermű beindulása hatalmas fejlődés volt az ország nehéziparában, azon belül a DV működésében.

A fejlesztések és beruházások azonban nem álltak meg 1965-nél. 1966-ban átadták az Urali gépgyár (UZTM) által szállított zsirtalanító berendezést. A berendezés rendelkezése a szalag felületén megtapadt hengerlés közben használt kenőolaj és fém kopadék kémiai és elektronikai úton való eltávolítása volt hőkezelés előtt. Cél a magas fényű tiszta felület biztosítása, elsősorban fémbevonásra szánt termékeknél.

A következő nagy esemény a Hideghengermű életében a RUTHNER típusú ónozó sor megépítése és átadása volt 1967. szeptember 27-én. A tűzi ónozás lényege, hogy a kellően előkészített és zsirmentes felületű hidegen hengerelt acél lemeztáblákat 300-340 °C-os folyékony ónfürdőn vezetik keresztül. A 3-4 percig tartó folyamat alatt az acéllemez felületén diffúziós ónbevonat keletkezik.

Rögtön az indulást követő hónapokban a termelés felfutásának gátja a Zaporozsjében alkalmazott csomagolótechnológia átvétele volt. A táblalemez kötegképzése és csomagolása lassú és sokszor a hideghengermű valamennyi dolgozóját foglalkoztató tevékenység volt. (A gyártott készáru ~75%-a táblalemez volt.) Ezért 1967-ben az olajozó-egyengető berendezés egységeinek felhasználásával átalakították az 1550-es nagydaraboló rakásoló rendszerét, valamint új csomagoló sorokat telepítettek. A kötegmozgást és mérlegelést daruzás helyett targoncával oldották meg. Az így kialakí-

tott rendszer számottevően felgyorsította a termelést. Ez a rendszer olyan jól sikerült, hogy egészen 2005-ig nagyobb változtatás nélkül üzemelt. A korabeli feljegyzések szerint 45-50%-kal javult a darabolósor teljesítménye. 1968-ban az 1050-es darabolósorra is új csomagoló-görgősorot telepítettek.

A feldolgozóipar egyre érzékenyebb lett a táblalemezek sikkifekvéseire (továbbra is a táblalemez a fő termék). Egyre több reklamáció érkezett a hullámosságra. A sikkifekvés teljesítésénél a Hideghengermű a szabványok teljes tűrésmezőjét kihasználta (10-15 mm), a külföldi felhasználók viszont szűkített tűrést igényeltek. Egy, a hullámosságot javító beruházásra 1980-as évekig kellett várni. 1980-ban az 1550-es darabolósoron a 2. számú egyengetőt egy 17 görgős (görgőátmérő: 55 mm) SCHNUTZ gyártmányú finom egyengetőre cserélték ki. Az előző egyengetőhöz képest az új egyengető öt szekcióra osztott támgörgőrendszerrel is rendelkezett, amellyel a szalag szélessége mentén is be lehetett avatkozni. 1985-ben az 1050-es darabolón is hasonló a típusra cserélték az egyengetőt. Az reverzáló és a dresszírozó hengerállványokra pozitív irányú szabályozható hidraulikus munkahenger-hajlító rendszert alkalmaztak. A műszaki megoldás az NDK-ból származott. Ezeket az reverzáló hengerállványokon 80-as évek végén az automatikus elektrohidraulikus vastagszabályozó (AGC) beruházással korszerű megoldásra cserélték.

A minőségi követelmények emelkedése megkövetelte a pácolás hatékonyságának javítását. Ennek érdekében 1970-ben a pácolósoron a revetőrés hatékonyságának fokozására a háromgörgős revetőrot öt görgősre cserélték ki. 1978-ban az I. és II., valamint a II. és III. kádak között az átemelő görgők helyett csúszó köveket, úgynevezett „vállköveket” építettek be. A vállkövek lehetővé tették, hogy az áthúzott lemezek 1/3 résszel nagyobb felülete kerüljön a savfürdőbe. Javult a minőség és a teljesítmény.

1968-ban az 1200-as, 1974-ben az 1700-as reverzálón új korszerű Hartman-Braun típusú izotópos vastagságmérőt helyeztek üzembe.

1968-ban 15 db 80 tonnás teherbírású kemenceállással bővült a hőkezelői kemencepark, így a kemenceál-

lások száma 75-re növekedett. Az üzembe helyezett ötödik kemence-blokk ellenére is a hőkezelő üzem maradt a kapacitás szűk keresztmetszete. Ezen változtatott számos újítás: kemenceállás acélpáncél és a védőbúra magasságának emelése, a konvekciós alátétek módosítása, a fűtőharangok átalakítása felső füstgáz-elszívására, a terelőkészülékek és a hevítő harangok tűztéri falazatának módosítása, vízűtés bevezetése a hűlési fázisban.

Az 1 000 000. tonnát közel öt évvel az indulás után hengerelték ki 1970. március 7-én, a második millióra már csak két évet kellett várni, egészen pontosan 1972. november 22-én került sor a nevezetes eseményre. A kiszállított készáru mennyisége folyamatosan emelkedett. A Hideghengermű működésének 10. évében már az eredetileg tervezett 250 000 tonna közel kétszeresét termelte a gyártómű (akkoriban gyárrészleg), egészen pontosan 435 101 tonnát.

A 70-es években a Hideghengerműbe érkező alapanyag is nagy változáson ment keresztül. 1973-ban, az Acélműben két, egyenként kétszálás függőleges elrendezésű öntőgépet helyeztek üzembe. A folyamatos öntés bevezetésével a hideghengერlésre szánt acélok gyártásánál a mangánal, szilíciummal történő részleges dezoxidáció mellett döntöttek. Ez az eljárás a gyakorlatilag – az akkori elvárások szerint – „hibátlan” felületi minőség biztosításával a felhasználási célnak a 90-es évekig nagyjából megfelelt. Hátránya az alumíniummal csillapított, maximum 0,03% szilíciumtartalmú lágyacélokkal szemben, hogy csak korlátozottan öregedésálló volt, az alakíthatósági tulajdonságai pedig rosszabbak voltak.

A Meleghengerműben is több, a hideghengerműi alapanyag minőséget befolyásoló fontos fejlesztés történt, ilyenek voltak a teljesség igénye nélkül az alábbiak:

- 1975-ben a 3-as és 4-es számú 15 t-s csévélők telepítése,
- 1976-ban a II. számú tolokemence telepítése – 8400 mm hosszú folyamatosan öntött brammák hevítéséhez,
- 1977-ben a készsori I-V. állvány sorvonó motorjainak a cseréje (1977–80),
- 1977-ben a görgősorok cseréje,

- 1978-ban a függőleges állvány korszerűsítése,
- 1979-ben a készsor F3-F5 állványiban a hidraulikus munkahenger-hajlító rendszer kiépítése, vastagságszabályozás.

Mindezek jelentősen befolyásolták a Hideghengermű által kibocsátott készáru minőségét. Ennek eredményeképpen a termékválasztékból kikopott az St10-es minőség és egyre gyakrabban megjelent az 1-es felület (MSZ). Az exportértékesítés továbbra is a KGST országokba történt. De már megjelent az „északi tőkés” és „nyugati tőkés” export is kisebb mennyiségben. Ezekre a piacokra azonban még nehezen ment gyártás, ha keletkezett egy-egy 1-es felület, akkor azt félre kellett tenni. A DV Hideghengermű igyekezett lépést tartani az egyre emelkedő belföldi igényekkel is mind mennyiségi, mind pedig minőségi téren. 1975-ben már 316 927 tonnát szállítottunk a belföldi piacra. A minőségi igények teljesítése és a közvetlen vevőkapcsolat színvonalának emelése érdekében a legnagyobb felhasználókkal kétoldalú műszaki megállapodásokat kötöttünk. Ezek voltak az úgynevezett Műszaki Feltételek, melyek pontosan rögzítették a vevők speciális igényeit, a szállítandó termék szükséges paramétereit. Minden egyes Műszaki Feltételhez tartozott egy speciális – belső használatú – minőségi jel. Ez annyira elterjedt, hogy a gyártósorokon is ezt használták a dolgozók. Ilyenek láthatók a teljesség igénye nélkül a 3. táblázatban.

Elég volt annyit mondani, hogy DIT, mindenki tudta, miről van szó, és mi a feladat. Abban az időben az Ikarus több mint 10 000 autóbust gyártott évente, melyhez a Hideghengermű szállította az acéllemezt.

1978-ban sikeres kísérletek után beindult a kis- és középteljesítményű

villanymotorokhoz alkalmazott alacsony karbon- és szilíciumtartalmú elektrotechnikai acélszalag gyártása az Ipari Műszergyár Iklad (IMI) részére. Az új termék az EH 3570 FK belső minőségnevet kapja, melyre a két vállalat Műszaki Feltételt írt alá. A háztartási gépek – mosógép, centrifuga, hűtőszekrény, forróvíztároló, gáz- és villanytűzhelyek valamint háztartási edények – gyártása a 70-es 80-as években közel hétszeresére növekedett. A járműipar igénye megduplázódott. A 80-as évek elejére az autóbuszgyártás elérte az évi 12 000 darabot. Az új egyengetőknek köszönhetően egyre nagyobb mennyiségben ki tudtuk elégíteni a fokozott síkkifekvési igényeket. Ebben az időben került kifejlesztésre a hidrogén átbocsátó képesség vizsgálatára egy megbízható módszer, mellyel megnyugtató módon sikerült vizsgálni a zománcozási képességet.

A nagyobb feldolgozóipari cégek többsége fejlett nyugati feldolgozó gépsorokat vásárolt, amihez a Hideghengermű viszonylag elmaradott berendezéseivel kellett alapanyagot gyártani. A nyugat már az RRSt13-at és az St14 minőségeket gyártotta. Mi még az St12-nél tartottunk. A Hideghengermű ebben az időben többnyire St22 és St37-es alapanyagból dolgozott.

A Műszaki Feltételek alkalmazása az esetek egy részében azt eredményezte, hogy a DV csekély felár ellenében jelentős leminősülés-növekményt átvállalva és termelésirányítási többlettheherként levezetve vállalta az igényesebb termék gyártását.

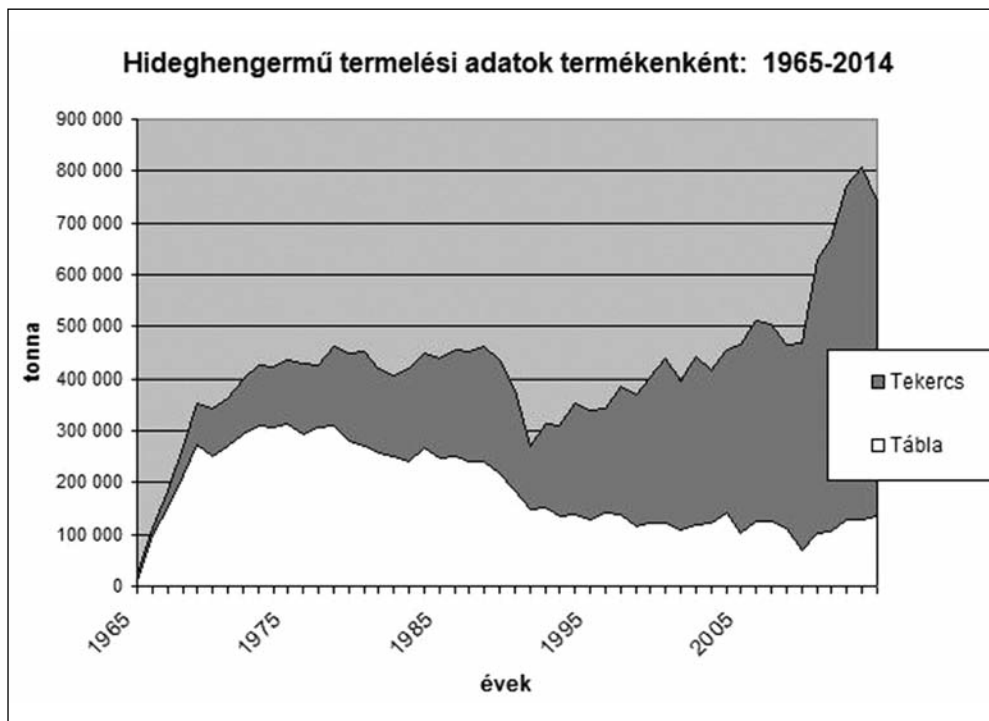
1985-ben leégett az ónozó sor. A vállalatvezetés gazdasági megfontolásokból – mivel a 18 éves technológia már elavultnak számított és az újjáépítés túl költségesnek ígérkezett – úgy döntött, hogy nem építi újjá a berendezést. Ezzel megszűnt az ónozott lemez gyártása a Hideghengerműben.

### 3. táblázat. Specifikus vásárlói feltételek jelölése

Cég neve	Minőség	Jelentése
Hajdusági Iparművek	KPL	köpenypalástlemez
Hajdusági Iparművek	KPT	köpenypalásttekercs
Hajdusági Iparművek	FT	forróvíztároló
Bonyhád-BOZOM	BZ	bonyhádi zománcozható tűzhely
Lampart	LZ	Lampart zománcozható tűzhely
Lehel	DHT	Dunai Vasmű-Lehel tekercs
Ikarus	DIT	Dunai Vasmű-Ikarus tekercs
EMAX-Pápa	EZ	Elekthermax zománcozható

Üzemelése alatt összesen 161 000 tonna ónozott lemezt állított elő. 1992-ben lebontották a zsírtalanító berendezést is. Az ónoztlemezz-gyártás megszűnését követően a berendezéssel zsírtalanítást már egyre ritkábban végeztek, és csak mint átcsevélő berendezést használták hőkezelés előtt a vékony szelvényeknél.

A 80-as években 1989-ig a termelés egyenletes ütemű, 420-450 ezer tonna/év. Ebből a mennyiségből évente ~300 000 tonna jutott a belföldi piacokra, kb. ~110 000 tonna belső felhasználásra, radiátor- és profilgyártásra, a maradék mennyiséget exportpiacokon értékesítik. Mivel a belföldi piac rendkívül hullámzó volt, de ellátási kötelezettsége volt a Dunai Vasműnek, ezért ezt a hullámzást mindig az exporton kellett levezetni. Ebben az időben a hidegen hengerelt termékeket Magyarországról csak meghatározott csatornákon – különféle „impex” cégeken – keresztül lehetett exportálni, ilyenek voltak a Metalimpex és a Technoimpex. A piacszerzés, bővítés tehát a Dunaferrtől (a Dunai Vasmű 1983-ban felvette a Dunaferr [DF] nevet) függetlenül történt havi, negyedéves tervezésekkel. Ezekben az években azért sikerült új, igényes piacokra bejutni a Közép-Keleten. Említésre méltó még az indiai piac, ahova hordógyártásra szállított a Hideghengermű nagyobb mennyiséget, gyakran 5-6000 tonna havi mennyiségben, rendkívül jó áron. Belföldre még mindig a nagy mennyiségekre szerződtek le, negyedéves szállítási határidővel. Mindent egybevetve azonban ezekre



■ 1. diagram. A Hideghengermű termelése az indulástól napjainkig

4. táblázat. Szabványok szerinti fejlődés

4. táblázat. Szabványok szerinti fejlődés

Időszak	Jellemző szabványok
1970-es évek	MSZ 41 normál, DIN 1541 normál
1980-as évek	DIN 1541 szigorított
1990-es évek	EN 10131 szigorított, DIN 1541 szigorított féltűrés

az évekre erősen jellemző volt a mennyiségi szemlélet, a terveket szinte hajszálpontosan teljesíteni kellett. Az üzemelő berendezéseknél működésében, részegységeiben jelentősebb átalakítások nem történtek. Kisebbségi újítások megvalósultak, de ezek elsősorban üzembiztonságot növelő, költségeket csökkentő megoldások voltak.

1988–1989-ben azonban igen jelentős beruházás történt a két hengerállványon. Mindkét berendezés – az 1200-as és 1700-as reverzáló – a Davy-McKee Ltd. Co (angol cég) által kifejlesztett és gyártott automatikus vastagságszabályzó rendszert (AGC)

kapta meg, melyek a mai napig változatlan alapelvekkel kiválóan működnek. Lényege, hogy a meglévő elektromechanikus hengerállítás állítóorsói és a felső támhengerek közé egy-egy hidraulikus henger, úgynevezett kapszula került beépítésre. A kapszulában az olajnyomás olyan módon szabályozott, hogy a kívánt mindenkor hengerlés, illetve a hengerlési erő biztosításához szükséges nyomás meglegyen. Pontosságára jellemző, hogy a vastagsági mérettűrés a mai napig versenyképes a világpiacon. Ezzel a beruházással nagyot lépett előre a Hideghengermű. Ez a fejlődés látható a 4. táblázatban.

## Szerkesztőségi hír

Az OMBKE Vaskohászati Szakosztálya 2016. március 1-jétől dr. Harcsik Béla okl. kohómérnököt delegálta a BKL Kohászat szerkesztőségébe Szabados Ottó helyett. Dr. Harcsik Béla a Vaskohászat rovat egyik rovatvezetője lesz.

A szerkesztőség ezúton is köszöni Szabados Ottó eddigi munkáját, további szakmai sikereket és Jó szerencsét kívánva.

A szerkesztőség

# Szemlézés a rozsdamentes acélok gyártásának európai kutatásaiból

A szerzők a 2015 áprilisában, Grazban rendezett 8. European Stainless Steel Conference előadásából szemléznek, olyan cikkeket bemutatva, amelyek fő témája az acélgártás, az új acélminőségek és a rozsdamentes acélok tulajdonságainak vizsgálata.

- Pro Beam
- Salzgitter Mannesmann Forschung
- Sandvik Materials Technology
- SMS Siemag
- Villares Metals (Brazília)
- Voestalpine Böhler Welding Austria

## Bevezetés

1993-ban rendezték meg a rozsdamentes acélok első európai konferenciáját (European Stainless Steel Conference), Firenzében. Ezután három-évenkénti rendezéssel vált sorozattá: Düsseldorf, Chia Laguna, Párizs, Sevilla, Helsinki és Como után érkezett Grazba, ahol együttes konferenciaként rendezték meg az először 1990-ben, majd utoljára 2010-ben összehívott, addig önálló konferenciasorozatként futó, csak a duplex rozsdamentes acélokra összpontosító konferenciával.

Nem lehet eléggé hangsúlyozni, hogy ezek a lassan 25 év óta rendszeresen szervezett konferenciák kiemelkedően fontos színterei voltak a rozsdamentes acélok fejlesztésével, az acélgártással, a hegesztéssel, a korróziós viselkedésükkel és a felhasználásukkal foglalkozó ipar és a tudományos kutatások bemutatásának. A grazi konferencián a 76 előadásból külön szekciókba sorolták a duplex acélokat tárgyaló témákat, és bár európai konferenciáról van szó, igen sok, Európán kívüli kutató is megjelent és számolt be kutatásairól. Annak ellenére, hogy Magyarországon csak néhány öntöde – pl. a Magyarmet – állít elő rozsdamentes acélokat, bízunk benne, hogy az olvasóközönség hasznosnak fogja találni a cikkünket, amelyben a Kohászat profiljába jól

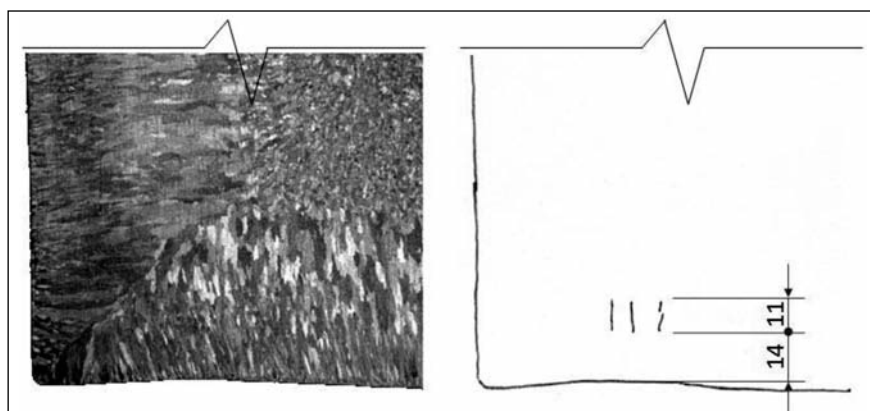
illeszkedő előadások konferenciaképeiből szemlézünk a továbbiakban. Az előadásokból megállapítható, hogy a hagyományos felsoroláshoz képest (ferrites, martenzites, ausztenites, duplex) új rozsdamentes acélokat is igyekeznek kifejleszteni.

Az ismertetést azzal kezdjük, hogy felsoroljuk (a kb. ugyanannyi egyetemet most kihagyva) a konferencián megjelenő kutatások hátterét biztosító legfontosabb acélipari cégeket:

- Acerinox Europa
- Andritz
- Aperam
- ArcelorMittal Industeel Creusot CRMC
- AREVA Creusot Forge
- Baoshan Iron & Steel
- Baosteel Special Steel
- Bodycote Hardiff
- BÖHLER Edelstahl
- DANIELI CORUS
- Deutsche Edelstahlwerke
- INTECO special melting technologies
- Mobarakeh Steel
- Outokumpu Stainless
- Posco (Dél-Korea)
- Primetals Technologies Austria

## 1. A delta-ferrit eloszlása a folyamatos öntéssel gyártott lemezbugában [1]

A pekingi University of Science and Technology és a Sichuan Southwest Stainless Steel Co., Ltd., kutatói a delta-ferrit, valamint a karbon és a kén eloszlását vizsgálták a folyamatos öntéssel gyártott ausztenites korrózióálló acél lemezbugájában, külön gondossággal a 625 × 175 mm-es lemezbuga középvonalában. A vizsgált acél az Európában gyakorlatilag ismeretlen J4 acélminőség volt, melynek fő ötvözői: 0,07C-15Cr-10Mn-1,5Cu-1Ni-0,11N. A vizsgálati eredmények szerint a delta-ferrit mellett a karbon és a kén is erősen dúsul (a karbon 0,12%-ra, a kén 0,006-ról közel 0,010%-ra) az ún. háromszög zónában. Ráműtattak, hogy a mérések szerint átlagosan 3%-nál kisebb ferrittartalmat illetően a Schaeffler-diagram változatok egyike sem alkalmas – pl. a DeLong-, Hammar-Svensson-, Espy-, Szumachowski-Kotecki-, Hull-, Okazaki-, Speidel-Uggowitzer-, Oshima-, Rawers-diagram – a ferrittartalom



■ 1. ábra. Az 1.4841 acél lemezbugája egy részletének szövetképe és a repedések helye

**Dobránzsky János**, gépészmérnök, az MTA–BME Kompozittechnológiai Kutatócsoportban dolgozik tudományos tanácsadóként.

**Kovács Dorina**, gépészmérnök, a Patantyús-Ábrahám Géza Gépészeti Tudományok Doktori Iskola doktorandusza, BME Gépészmérnöki Kar, Anyagtudomány és Technológia Tanszék.

kellő pontosságú becslésére ennél a Cr-Mn ötvöztetésű acéltípusnál.

A krómegyenérték és a nikkelegyenérték meghatározására a nagy Mn-tartalmú acélokhoz ajánlott képletek közül a szerzők az első csoportba azokat sorolják, amelyekben a Mn hatását egy konstanssal (tehát nem a mennyiséget egy tényezővel szorozva) veszik figyelembe a Ni-egyenértéknél; pl. az Espy-képletben ez a konstans 0,87, a Szumachowski-Kotecki-képletben 0,35, míg az Okazaki-képletben nulla, vagyis a Mn-t nem veszik figyelembe mint ausztenitképzőt. A második csoportba sorolt képletekben a Mn egy szorzótényezővel kerül a Ni-egyenérték számítási képletébe. A harmadik csoportot azok a szövetszerkezet-becslési formulák alkotják, amelyekben a mangán inkább ferritképző, mintsem ausztenitképző szerepet játszik, ha a Mn-tartalom meghalad egy határértéket. Ebbe a csoportba tartozik a Hull-, a Speidel-Uggowitzer- és az Oshima-féle formula. A szerzők ez utóbbi számítási képleteket tartják még a leginkább elfogadhatónak a kis mennyiségű delta-ferrit mennyiségének becslésére:

$$Ni_{eq} = Ni + 41 \cdot C + 36 \cdot N + 0,013 \cdot Mn - 0,0041 \cdot Mn^2 + 0,20 \cdot Cu$$

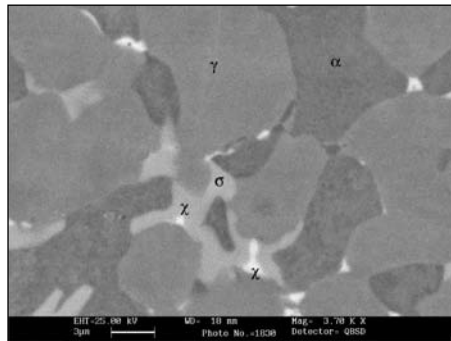
$$Cr_{eq} = Cr + 0,72 \cdot Mo + 1,1 \cdot Si$$

$$\text{delta-ferrit (\%)} = 4,3 \cdot Cr_{eq} - 3,3 \cdot Ni_{eq} - 32,1$$

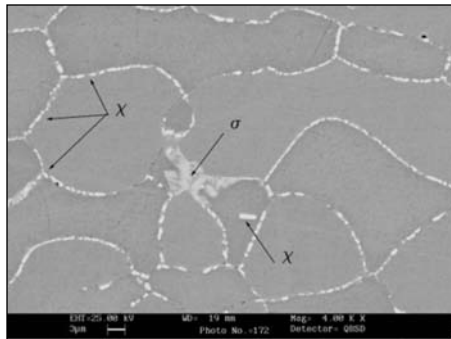
## 2. A folyamatos öntés dinamikus modellezése [2]

Az Outokumpu Nirosta 50%-ban ferrites rozsdamentes acélok gyártó bochumi acélművében az anyagválasztékot kívánták kibővíteni azzal, hogy a lemezbugák folyamatos öntésének fejlesztésében elkezdtek alkalmazni a DSC®- (Dynamic Solidification Control) modellt. A portfólióbővítést sikeresen meg is valósították az 1.4841 és az 1.4303 acélmínőségekkel, amelyeket korábban nem tudtak gyártani a fokozott melegrepedési hajlamuk miatt. Az 1. ábra mutatja a lemezbuga repedésérzékeny részének makromaratótt szövetszerkezetét, valamint a jellegzetes repedések vázlatát.

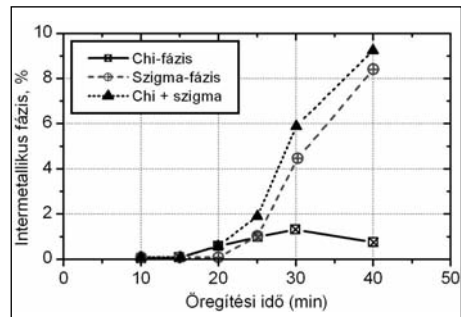
A DSC®-modell alkalmazásával, a



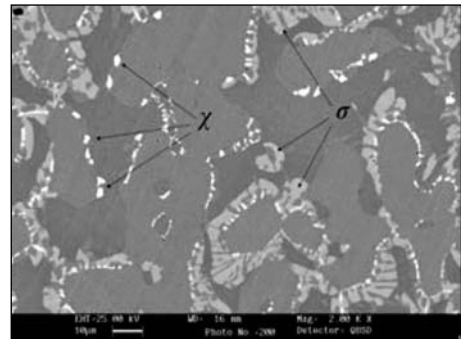
■ 2. ábra. 22Cr-5Ni ötvöztetésű duplex acél rendszámkontrasztos képe 900 °C-on, 40 percig tartó öregítés után



■ 4. ábra. Zeron-100 típusú szuperduplex acél szövetszerkezete 950 °C-on 5 perces öregítés után



■ 3. ábra. 22Cr-5Ni ötvöztetésű duplex acél 900 °C-on végzett öregítésekor keletkező kiválások képződött mennyisége az öregítési idő függvényében



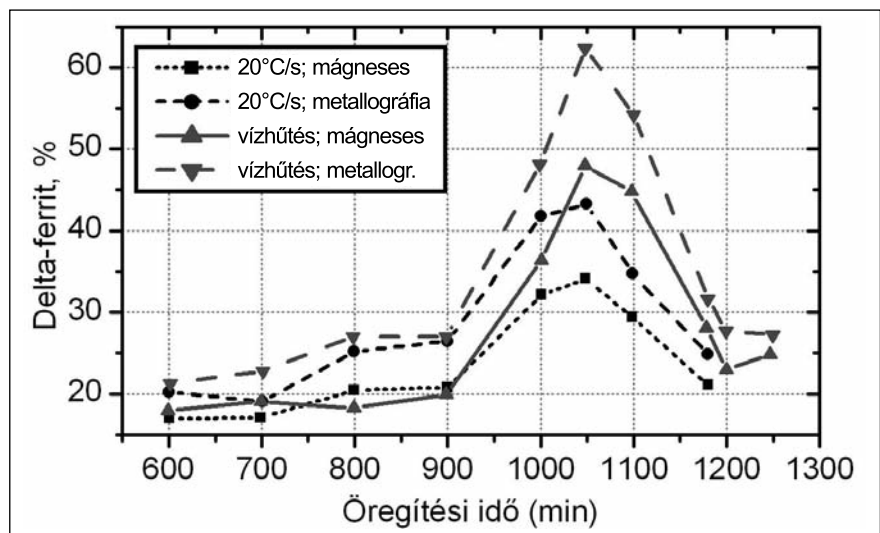
■ 5. ábra. Zeron-100 típusú szuperduplex acél szövetszerkezete 950 °C-on 80 perces öregítés után

kristályosodási folyamat, a fázisátalakulási és kiválási folyamatok szimulációjával meg tudták takarítani a költséges gyártási kísérleteket.

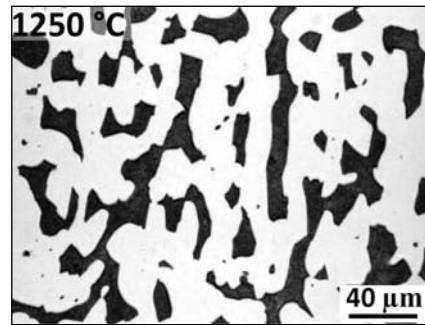
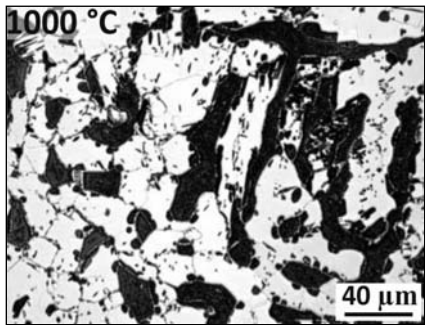
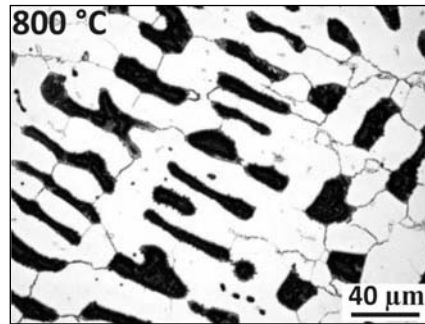
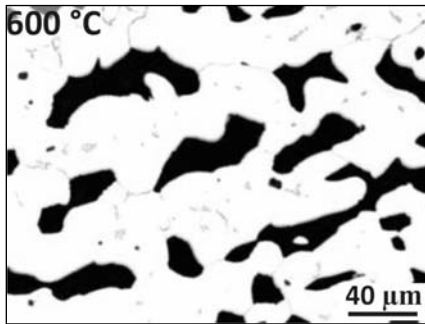
## 3. A chi-fázis a duplex rozsdamentes acélokban [3]

A pádovai és a trentoi egyetem, valamint a mexikói anyagtudományi kuta-

tóintézet kutatói a duplex acélokban izotermikus öregítés hatására végbe menő kiválási folyamatok közül a chi-fázis képződési kinetikáját és kimutatói lehetőségeit vizsgálták. A termóanalitikai kísérletekben SAF2205 duplex és Zeron-100 típusú szuperduplex acélokot öregítettek, Setaram Labsys TG berendezésben. A 2. ábrán látható a SAF2205 acél egyik mintájának



■ 6. ábra. A ferrittartalom változása a lágítási hőmérséklet és a hűlési sebesség függvényében



■ 7. ábra. Különböző lágyítási hőmérsékletéről 20 °C/s sebességgel hűtve kapott szövetszerkezetek. A sötét színű fázis a ferrit

rendszerkontrasztos képe, a 3. ábrán pedig a fő intermetallikus fázisok kiválási kinetikájának diagramja. A 4–5. ábra a szuperduplex acél szövetszerkezetét mutatja két különböző öregítési idő után.

A szerzők megállapították, hogy az öregítési folyamatban a chi-fázis képződése megelőzi a szigma-fázis megjelenését, amely jelenséget a Mo nagyobb diffúziósebességével hozták összefüggésbe, s végül arra a következtetésre jutottak, hogy a chi-fázis képződése nem kerülhető el gyorshűtéssel sem, mivel a folyamatos hűtés esetén is mindig kialakul a szigma-fázis képződését megelőzően.

#### 4. A lágyítási hőmérséklet hatása a duplex acél szövetszerkezetére [4]

A freibergeri Bergakademie kutatói – akik egyébként a konferencia egyik társalgási periódusában nagy lelkesedéssel beszéltek a Tranta professzorral való együttműködésükről – egy meglehetősen kevésbé ismert, 0,45C–17Cr–6Mn–4Al–3Ni ötvöztetésű duplex acél dilatometer-

ben végzett hőkezelési kísérletének eredményeit ismertették, a fázisok morfológiáját, a szakítóvizsgálati jellemzőket és mágneses méréssel a ferrittartalmat vizsgálták. Az 1050 °C-ról való egyre gyorsabb lehűtés mindinkább növelte a ferrittartalmat.

A 6. ábra mutatja a ferrittartalom változását a lágyítási hőmérséklet és a hűtési sebesség függvényében, a 7. ábra pedig néhány jellegzetes szövet szerkezetet szemléltet.

Az eredmények alapján levont következtetések szerint az Al-ötvözés-

sű duplex acélban a ferrit mennyisége más módon változik, mint a jól ismert Cr-Ni-Mo ötvöztetésű duplex acélokban. 800 °C felett a ferrittartalom növekedését a szemcsehatárokon képződött karbidok ferritcsíráképződési helyként való aktiválódása biztosítja.

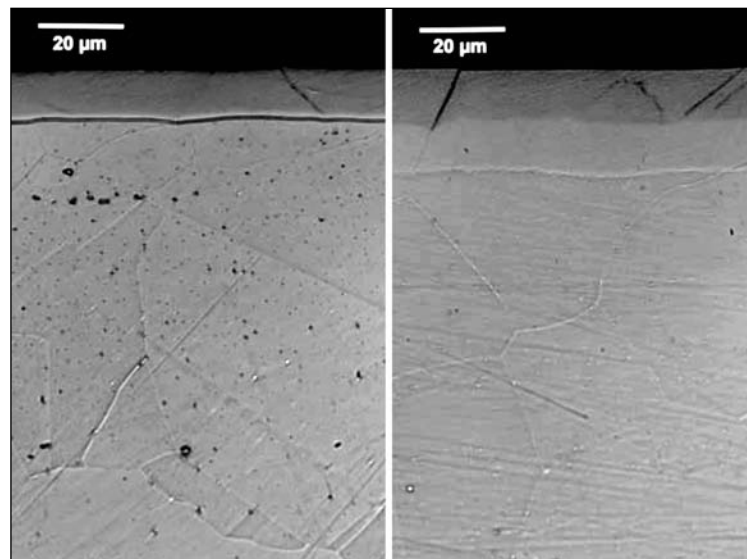
#### 5. Új, szuperausztenites hőálló acél [5]

A Sandvik – Sanicro 25 márkanéven – egy új hőálló acélt fejlesztett ki a közelmúltban, széntüzelésű kazánokhoz. Ezek a kazáncsővek már több erőműben üzemelnek, 700 °C-ig használhatók. Az acélnak ugyan van európai szabványos jele – X7NiCrWCuCo NbNB25-23-3-3-2 –, de az nem szerepel az új európai szabványban (EN 10088:2014-1). A több tízezer óráig tartó üzemelést modellező kúszásvizsgálatok után a mikroszerkezet stabilitást elemezve a svéd kutatók megállapították, hogy a kúszási szilárdságot a kristallitokon belüli kiválások és nanorészecskék biztosítják, és a kúszási repedés transzkristallin jellegű.

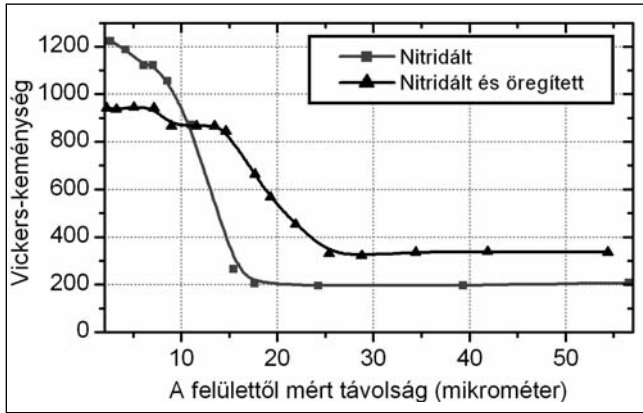
#### 6. Új, kis hőmérsékletű felületkezelésre alkalmas rozsdamentes acélok? [6]

Viszonylag kevésbé ismertek azok az alkalmazások, amelyek a rozsdamentes acélok felületi keményítését, kopásállóságának növelését igénylik, s közben a korrózióállóságra továbbra is szükség van. A szemléltetett előadás dán szerzői a nitridálási kísérletek mellett Thermo-Calc szimulációs „pásztázást” végeztek hipotetikus ötvözetek százazeirein (nyilván ezért tettek a cikkük címének végére kérdőjelet), amelynek nyomán olyan ötvözeteket „találtak ki”, amelyek kifejezetten alkalmasak a kis hőmérsékletű felületkeményítésre.

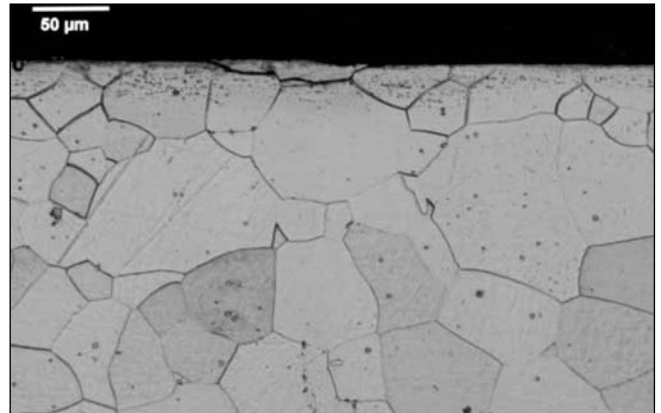
Az A286 típusú (X6NiCrTiMoVB25-15-2), kiválóan keményedő, ausztenites acél nagyon



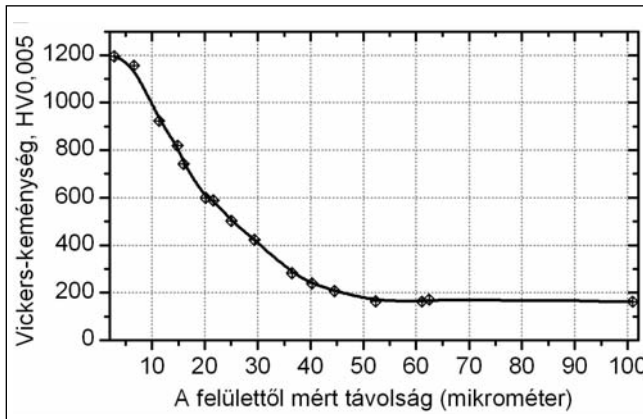
■ 8. ábra. A286 típusú acél nitridálva és nitridálva + öregítve. Nitridálás: 500 °C / 14 h / 15% NH<sub>3</sub>-77% H<sub>2</sub> - 8% N<sub>2</sub>. Öregítés: 720 °C / 16 h / 100% N<sub>2</sub>.



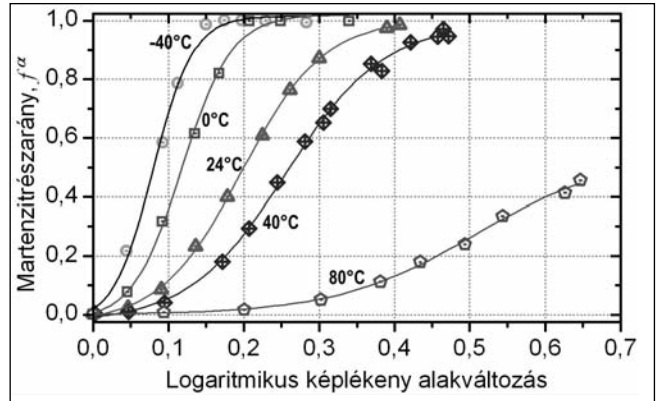
■ 9. ábra. A keménység változása a felülettől mért távolság függvényében



■ 10. ábra. Az X2CrTi12 ferrites acél nitridált felületi rétege. Nitridálás: 430 °C / 16 h / 15% NH<sub>3</sub> + 77% H<sub>2</sub> + 8% N<sub>2</sub>



■ 11. ábra. A keménységváltozási diagram



■ 12. ábra. Az alakítási martenzit mennyisége 1.4318 acél hitegalakításakor

sok nitrid- és karbidképző ötvözőt tartalmaz. Nitridált, majd nitridálás után keményített állapotban a 8. ábra mutatja a kemény felületi réteget, a 9. ábra pedig a keménység változását a felülettől mérve. Az X2CrTi12 ferrites acélon nem alakult ki olyan jól látható kéreg (10. ábra), de a keménységváltozási görbe (11. ábra) mutatja a nitridálás hatásosságát.

### 7. Az $M_{d30}$ hőmérséklet kísérleti meghatározása [7]

A képlékeny alakváltozás által kiváltott martenzites átalakulás jelentős hatástényezője az ausztenites acélok képlékenyalakítási technológiáinak. Az ún.  $M_{d30}$  hőmérséklet meghatározására tapasztalati úton nyert képleteket használnak, pl. a Nohara-formulát, de ezek pontossága egyáltalán nem megnyugtató. Az Outokumpu kutatói egy új, ráadásul egyszerű módszert dolgoztak ki ennek a fontos alakítástechnikai anyagtulajdonságnak a meghatározására, amelynek alapját az alakítási

martenzit képződési kinetikáját leíró Olson–Cohen-elmélet képezi. Ehhez illesztették a különböző hőmérsékleteken végzett alakítások során meghatározott martenzittartalmat (12. ábra), majd egy új, egyszerű számítási formulát állítottak elő.

A módszer lépései:

1. A kezdeti delta-ferrit-tartalom meghatározása.
2. Megszakításos szakítóvizsgálat 30% valódi alakváltozásig, a várható  $M_{d30}$  hőmérséklet környékén, T hőmérsékleten.
3. A húzóterhelés hatására keletkezett alakítási martenzit mennyiségének meghatározása.
4. A T hőmérsékleten végzett szakítóvizsgálatból meghatározható az  $f^\alpha$  martenzittartalom ismeretében az  $M_{d30}$  hőmérséklet:

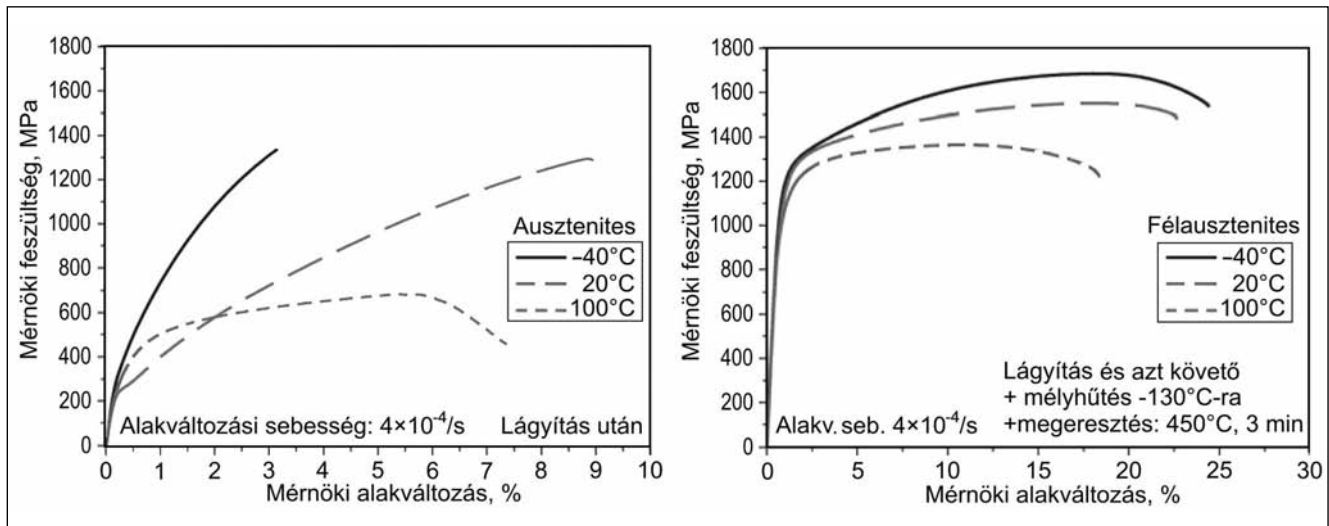
$$M_{d30} = \frac{679 T}{729 - 100 f^\alpha}$$

A meghatározott  $M_{d30}$  hőmérséklet érvényesnek tekinthető, ha a meghatározott martenzittartalom 15 és 85

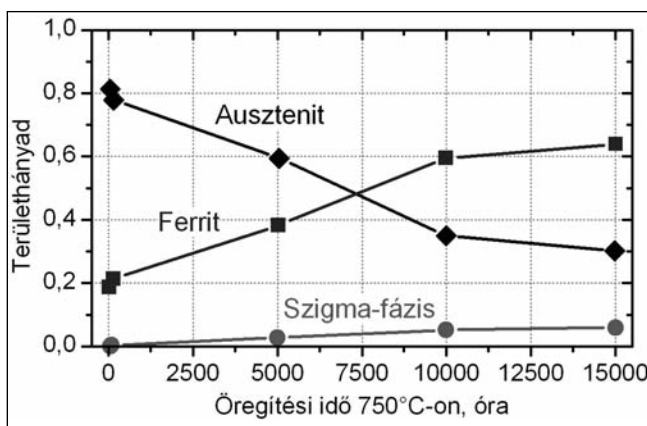
százalék közé esik.

### 8. Harmadik generációs, nagyszilárdságú ausztenites acélöntvények [8]

A freibergi egyetem kutatói hőkezeléseket végeztek Fe-15Cr-3Mn-3Ni-0,5Si-0,10N-0,15C ötvöztetésű, öntött állapotú acélon, amelynek  $M_s$  hőmérsékletét dilatométerrel 13 °C-nak mérték. A kedvezőtlen mechanikai tulajdonságok javítására, az ausztenitet mélyhűtéssel részben martenzitté alakították át. A -130 °C-ra hűtés után a martenzittartalom 58% lett, amelyet 450 °C-os megeresztéssel részben ausztenitté alakítottak át. A hőkezelés nyomán a kezdeti 270 MPa folyáshatár 1050-re növekedett, a 9% nyúlás pedig 22%-ra, amely jellemzőkkel ez az acél már alkalmas a 3. generációs, korszerű, nagyszilárdságú acélok közé való besorolásra. A 13. ábra mutatja az öntött, metastabil ausztenites állapotban, illetve a hőkezeléssel stabilizált állapotban felvett szakítódiagramokat.



■ 13. ábra. Az öntött (ausztenites), illetve a hőkezelt (félausztenites) állapotban felvett szakítódiagramok



■ 14. ábra. Az ausztenit, a ferrit és a szigma-fázis mennyiségének változása az öregítési idő függvényében, EBSD-fázis-analízis alapján

### 9. Titánnal stabilizált Cr-Ni acél mikrostruktúrájának változása tartós öregítés hatására [9]

A Loughborough University anyagtudományi tanszékének kutatói a széles körben elterjedt, 18Cr-10Ni-0,5Ti ötvöztetésű acéllal folytattak le hosszú idejű öregítési kísérleteket, és ritkán látható módszerekkel vizsgálták a fázisátalakulások időbeli előrehaladását. Ilyen vizsgálat volt pl. a FEG-SEM, a FIB-SEM és a nagy hőmérsékleten (900 °C) végzett röntgendiffraktométeres vizsgálat. Az izotermikus öregítést 15 ezer óráig folytatták. Jelentős mértékű ausztenit → ferrit átalakulást mutattak ki, ahol a ferrit diffúzió nélküli átalakulással képződött. Azt is megállapították, hogy az ausztenitátalakulás egyik fontos gátlója lehet a nitrogén, amelynek a kis mennyisége kedvez a ferrit-

képződésnek és a szigma-fázis képződése is a nitrogénszegény ausztenit stabilitásának csökkenésével függ össze.

A 14. ábra mutatja az izzítási idő hatását a szövetszerkezetre.

### Befejezés

Igyekeztünk a Kohászati olvasóinak figyelmét felhívni

a rozsdamentes acélokkal kapcsolatos legújabb, európai kutatási eredményekre. Ha valaki bővebben is érdeklődik a konferencia előadásairól, az elektronikus könyvként megjelent, 590 oldalas konferenciakiadványt szívesen elküldjük.

### Irodalom

[1] Chao Chen, Guoguang Cheng, Liuyi Li, Haiyu Ba, Fule Qi: Delta-ferrite distribution in continuous casting slab of Fe-Cr-Mn austenitic stainless steel. 8th European Stainless Steel & Duplex Stainless Steel Conference, 28-30 April 2015, Graz, Austria, ASMET, Leoben 2015, p. 66–75.  
 [2] Reip T., Barani A., Stevermueller F., Plociennik U., Grafe U., Reifferscheid M., Wessely A.: Utilization

of the DSC® model to expand the material portfolio for the Outokumpu Nirosta continuous caster. Idézett mű: p. 157–165.

[3] Calliari I., Breda M., Perez AFM., Pellizzari M., Ramous E.: The chi-phase in duplex stainless steels. Idézett mű: p. 389–399.  
 [4] Rahimi R., Luan G., Biermann H., Mola J.: Influence of annealing temperature on the microstructure and mechanical properties of an alloyed Fe-Cr-Ni-Mn-Al-C duplex stainless steel. Idézett mű: p. 476–485.  
 [5] Chai G., Peltola T., Forsberg U.: Creep behavior in a newly developed heat resistant austenitic stainless steel. Idézett mű: p. 494–502.  
 [6] Christiansen TL., Dahl KV., Somers MAJ.: New stainless steel alloys for low temperature surface hardening? Idézett mű: p. 513–522.  
 [7] Manninen T., Porter D., Talonen J., Palosaari M.: A simple method for experimental determination of  $M_{d30}$  temperature. Idézett mű: p. 534–542.  
 [8] Wendler M., Hauser M., Reichel B., Kruger L., Weiß E., Mola J.: Strong metastable cast austenitic steels for 3rd generation ahss applications. Idézett mű: p. 553–560.  
 [9] Higginson R., Green G., Hogg S., Spindler S., Hamm C.: The microstructural development of type 321 austenitic stainless steel with long term ageing. Idézett mű: p. 581–590.

RICK TAMÁS

## Alumíniumöntvények térhódítása az autóiparban

**A cikk rövid történeti áttekintést ad az alumínium, mint öntészeti alapanyag autóipari elterjedéséről és bemutatja a jellemző autóipari felhasználási területeket, jellemző gyártási eljárásokat és ötvözeteket.**

### Bevezetés

A járműipar minden iparilag fejlett országban az alumínium jelentős felveszőpiaca. 2008-ban Németországban az autóipar vette föl a teljes alumíniumfelhasználás 44%-át, miközben a felhasznált mennyiség nagyobb része öntvény volt.

Ma az alumínium részaránya az egyes autókban azok méretétől és sorozatnagyságától is függ. Így a kisebb méretű személyautókban a jármű saját tömegének 2-3,5%-a, a közepes kategóriájú autók esetén, mint pl. a VW Golf 7 is, 3,5-10%, míg a prémiumosztály autói között akár 15-20% is lehet a beépített alumínium aránya. A gyártástechnológia szerint az autókba beépülő alumínium alkatrészek 85%-a öntvény, 2%-a kovácsolt alkatrész és 8-8%-on osztoznak a lemezek és a profilok [1]. A cikkben jellemzően az öntvények felhasználási területeit mutatom be. Az öntvények ilyen nagyarányú elterjedésének egyik fő oka, hogy az öntéstechnológia lehetővé teszi a funkcióintegrációt, a komplex alakzatok létrehozását és ezáltal pl. a jármű alkatrészei számának csökkentését, a racionálisabb konstrukció kialakítását.

### Az autóipari alumíniumfelhasználás történeti áttekintése [2]

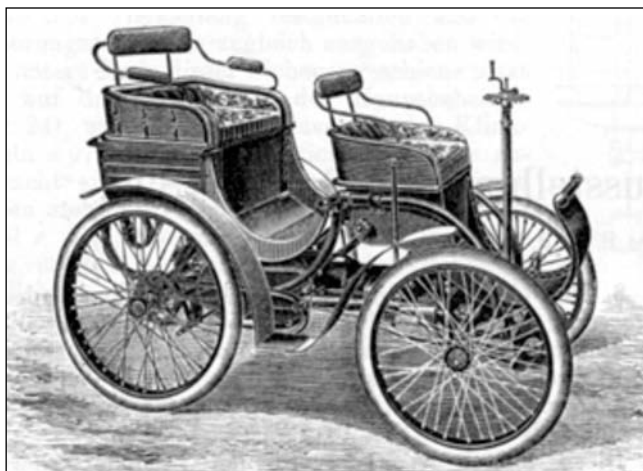
Az első robbanómotoros meghajtású jármű, melyet Carl Benz és Gottlieb Daimler tervezett, inkább hasonlított egy szekérre, amelyet a korabeli emberek talán szellemek által húzott járműnek tartottak. Ebben az időben

az alumíniumra, mint építőanyagra senki sem gondolt. Mint építőanyag a fa, az acél, a réz játszottak nagy szerepet. Bár az alumínium 1825 óta ismert anyag volt, hiányzott a hatékony gyártási technológiája.

Paul Héroult 1886-os szabadalma hozta el az áttörést. Ő dolgozta ki az alumíniumgyártás iparilag is alkalmazható technológiáját (elektrolízis). 1899-ben hozta ki az első, nagy mennyiségben alumíniumot tartalmazó autót a bieleföldi Dürrkopp GmbH (1. ábra). Az alumíniumot karosszériaelemekhez használta fel a gyártó.

Érdekes módon sokáig a karosszériaelemek gyártása volt a fő felhasználási terület, így a Pierce-Arrow Motor Company 1912-es modelljében is, amely öntött karosszériaelemeket tartalmazott.

A '20-as évek nagy lökést adtak az alumíniumfelhasználást tekintve Európának, dugattyúkat, motorblokkokat, váltóházakat öntöttek alumíniumból, de nagy felületű alkatrészeket, például ajtókat, tetőket, illetve hátsó karosszériaelemeket is gyártottak belőle. Ekkor



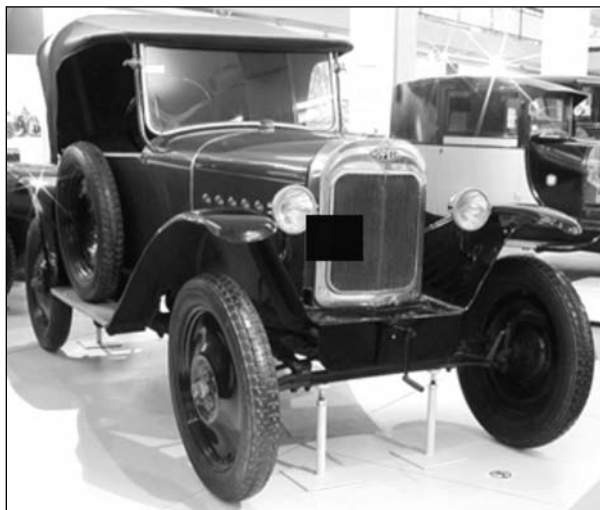
1. ábra. Az első alumíniumból készült elemeket tartalmazó autó

a két vezető öntéstechnológia a kokilla- és a homokformázó öntés volt. A könnyűfém dugattyúkat repülőgépmotorokban tapasztalt megfelelő működésüknek köszönhetően személygépkocsikban is kezdték felhasználni, az átvétel alapja a jó kopási tulajdonságok és motor esetén a fogyasztást jelentősen befolyásoló kisebb mozgott tömeg volt.

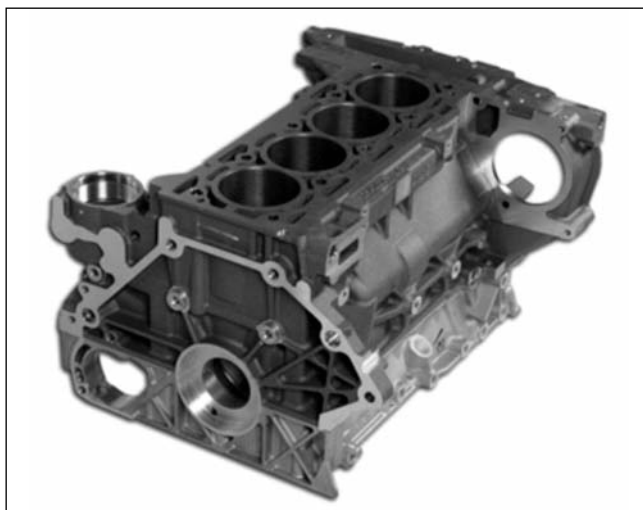
Az 1924-es legendás Opel Laubfrosch, a Levelibéka (2. ábra) már komplett alumíniummotorral rendelkezett, kompakt motorblokkal. Mind a négy hengert egy öntvény alkotta, a lökettérfogata 951 cm<sup>3</sup>, a teljesítmény 12-14 LE volt, és mindössze 560 kg volt az össztömege.

A 30-as évek elejére az alumínium biztos helyet tudhatott magának az autóépítésben. Ehhez hozzájárult J. Polack 1929-es nyomásos öntőgép szabadalma, amely a nagysorozatú

*Dr. Rick Tamás 2000-ben diplomázott a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Karán, 2009-ben szerzett doktori fokozatot tervezési folyamatok optimalizálása témakörben. Ekkor helyezkedett el a FÉMALK Zrt.-nél. 2010-től a vállalat termékfejlesztési vezetője, 2015-től igazgatóhelyettese, a kutatásért és fejlesztésért felelős vezető. Az MTA köztestületi tagja, 2015-től a DVM (Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung) tagja.*



■ 2. ábra. Opel Laubfrosch



■ 3. ábra. Motorblokk, NEMAK Kft.

alumínium alkatrészek gyártását, és így a hajtáslánc egyre több elemének alumíniumra történő lecserélését tette lehetővé.

A könnyűfémek, köztük az alumínium előnyeit az 1933-as német motorfolyóirat így foglalta össze: „A könnyűfém-felhasználás leglényegesebb oka a karosszériaépítésben rejlik: a tüzelőanyag-felhasználás csökkentése, a gumik, valamint a hajtómű kopása mértékének a csökkentése. Önmagában könnyű motorok és futóművek építésének a lehetősége, vagy más oldalról, a teljes tömeg jelentős csökkentése a könnyűfémnek köszönhető. Nagy gyorsulási képesség, kisebb féktutak és mindenekelőtt jobb vezetési tulajdonságok a további előnyei a könnyűfém-ből történő járműépítésnek.”

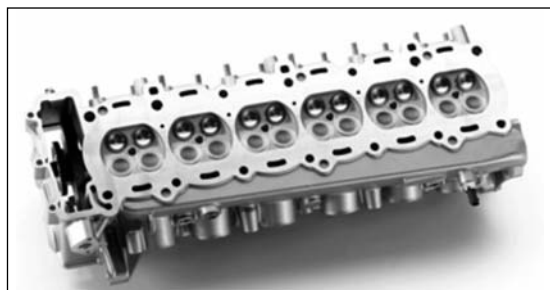
A háború után az alumínium felhasználását sajnos visszavetette az olcsóbban és könnyebben elérhető acél, így csak sport-, luxus-, ill. kis darabszámban készülő autók esetén használták ezt az építőanyagot.

A személygépkocsik fogyasztáscsökkentése mindig is feladata volt az autógyártóknak. Különösen így volt ez az 1970-es évek olajválságának idején. A személyautók jellemzően nem a csúcsebességük környékén üzemelnek, ahol a fogyasztás szempontjából a légellenállás

lenne a mérvadó, hanem olyan tartományban, ahol az autók fogyasztását sokkal inkább a belső veszteségek (gördülési ellenállás, gyorsítási teljesítményigény, tömeg) határozzák meg. Az egyre bővülő piaci/vevői igények szintén tömegnövekedést eredményeztek, hiszen az új beépülő funkciók, biztonsági rendszerek, valamint a jármű gyorsulásával szemben támasztott követelmények szintén nagyobb motorteljesítményt és robosztusabb hajtásláncot igényeltek. Ezt a jelenséget akkoriban „negatív tömegspirál”-ként aposztrofálták, és hogy ennek a hatását ellensúlyozzák, új fejlesztési trend jelent meg a járműépítésben: a könnyűszerkezetes építési mód.

#### Öntvények és technológiák az autópárhazban [1]

A következő csoportosítás, a teljesség igénye nélkül, bemutatja az alumí-



■ 4. ábra. Hengerfej öntvény, BMW, Landshut

umöntvények jellegzetes felhasználási területeit a jellemző gyártástechnológiával és anyagminőséggel:

#### – Motorblokkok

Különböző építési módokat különböztetnek meg, (closed deck, open deck kialakítással)<sup>1</sup>, amelyek jellemzően a felhasználható technológiát is megkötik (3. ábra). A motorblokkok jellemző gyártástechnológiái a nyomásos öntés, a kokillaöntés, a kisnyomású öntés (Niederdruckguss) és a Lost Foam-eljárás. Jellemzően 6–17% Si-tartalmú ötvözeteket dolgoznak fel, amelyek réztartalma 3–4%. A kisnyomású öntést nagy, jellemzően V-motorok AISi17Cu4Mg ötvözetből történő öntéséhez alkalmazzák.

A motorblokkok kivitelétől és motorteljesítménytől függően tartalmazhatnak beöntött betéteket, amelyek a dugattyú futófelületei, illetve a főtengely csapágyai lehetnek.

#### – Hengerfejek

Európában a hengerfejek tekintetében az alumínium szinte teljesen kiszorította a többi anyagot. A jellemző gyártási technológia a gravitációs kokillaöntés, a kisnyomású kokillaöntés és a Rotocast-eljárás<sup>2</sup>. Ezen alkatrész gyártására jó formaképző

<sup>1</sup> Deck – a hengerfejhez csatlakozó felület, closed – a henger körüli tér tömör, open – a henger körüli tér üreges

<sup>2</sup> A hengerfej kokillájába helyezik a magokat, amelyek a beömlőrendszert is tartalmazzák. Az adagoló kanalat a folyékony fém (alulról) hermetikusan a magra zárják, majd az egészet a hengerfej hossz tengelye körül, vezérelt sebességgel, 180 fokkal elfordítják, így a fém simán, lamináris áramlással tölti meg a szerszámot.

képességű, melegszilárd, nagy élettartam-szilárdsággal bíró ötvözetek jöhetnek szóba. Az AlSi10Mg és az AlSi12(Cu) ötvözetek alkalmasak arra, hogy a bonyolult alakú ki- és beömlőnyílásokat jól ki lehessen táplálni a dermedés során (4. ábra).

#### – Dugattyúk

A dugattyúk alapanyagául talán semmilyen más anyag nem annyira előnyös, mint az alumínium: kis tömege, jó hővezető képessége, jó kopási tulajdonságai és jó melegszilárdsága van. Legnagyobb számban kokillaöntéssel készülnek az alkatrészek, pl. AlSi12CuMgNi vagy AlSi18CuMgNi ötvözetekből. A dugattyúk öntésével foglalkozó mérnökök számára folyamatos kihívás az egyre nagyobb teljesítményelvárás a kis motorok esetén. Ezt csak speciális ötvözetek fejlesztésével és a dugattyú megfelelő kialakításával (belső hűtés, a dugattyúcsap furatának speciális kialakítása) lehet teljesíteni.

#### – Egyéb motor- és váltóalkatrészek

A motor működéséhez számos egyéb kisebb-nagyobb öntvény szükséges, kezdve az olajteknőtől a vezérműtengely leszorító csapágyáig, az olajszivattyú- és motorvezérlő házakig. A követelmények itt is nagyok, nemcsak szilárdsági peremfeltételeket kell az öntvényeknek kielégíteniük, hanem biztosítaniuk kell a szívárgásmentes működést is. Jellemző technológia a kokillaöntés, a homokformázó és a nyomásos öntés. Az anyagválaszték óriási, az AlSi9Cu3-tól egészen a speciális AlSi9MnMoZr-ig.

#### – Futóműalkatrészek

Ide sorolhatók a leggyakrabban kisnyomású öntéssel, kokillában gyártott alumíniumkerekek, a felnik. A nagy szilárdságot és a nagy nyúlást legtöbb esetben az AlSi7Mg ötvözetrel érik el. Az öntést követően ezeket az alkatrészeket 100%-ban röntgenvizsgálat alá vetik, majd hőkezelik, megmunkálják és felületkezelik.

A futóművek szerkezeti elemei között van számos biztonságtechnikai alkatrész, melyekkel szemben igen szigorú, nagy szilárdsági és nyúlási

követelményeket állítanak. Ezt a területet azonban az öntés még nem hódította meg. Csak kovácsolással tudják a nagyon magas szilárdsági követelményeket teljesíteni.

A futóműalkatrészek csoportjába tartoznak a váltó- és motortartó elemek (5. ábra), amelyek a karosszéria és az előbb említett elemek között teremtenek kapcsolatot egy rezgés-csillapító elemen keresztül. Amennyiben a nyúlás, az élettartam és a statikus szilárdsági követelmények megengedek, akkor AlSi9Cu3-as ötvözetből, nyomásos öntéssel készülnek ezek az öntvények. Ha az ötvözet által biztosított mechanikai tulajdonságok nem elegendőek, akkor többnyire az AlSi9Mg és az AlSi10MnMg ötvözetet használják.

Ebbe a kategóriába sorolhatók a stabilizátorrudat rögzítő bilincsek, amelyek a követelményektől függően AlSi12-ből, de gyakrabban AlSi10MnMg vagy AlMg5Si2Mn ötvözetből készülnek. Ezen alkatrészeket szinte kizárólag nyomásos öntéssel készítik. Ezt a gyártástechnológiát alkalmazzák szintén kizárólag a toronycsapágyak gyártásához is, AlSi12(Fe) és AlSi10MnMg ötvözetek felhasználásával.

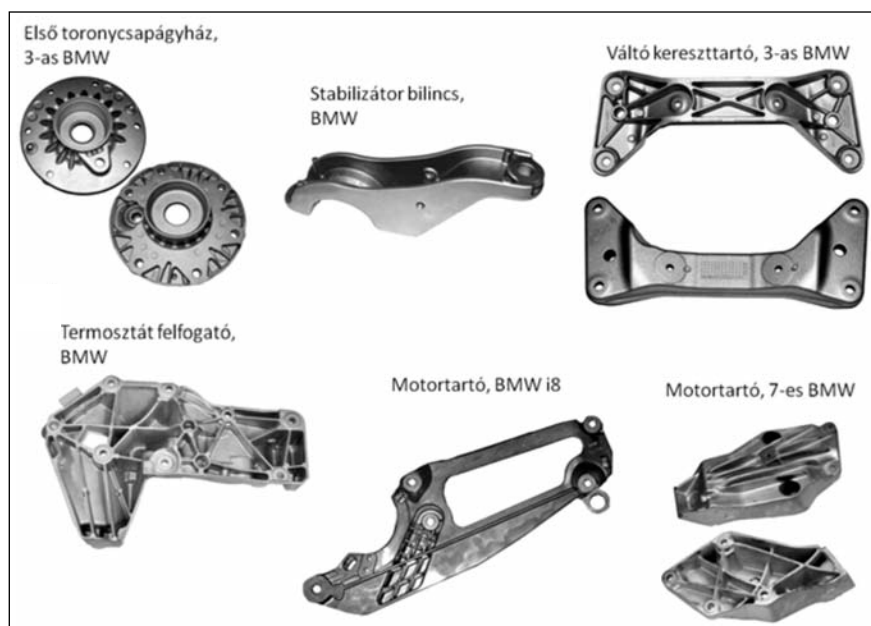
Az utóbbi években a felfüggesztő elemek között is egyre elterjedtebbek a vákuumos nyomásos öntéssel készült, hegeszthető, vékony falú, nagy nyúlású és felületű szerkezeti elemek, valamint a kokillaöntéssel készült robusztus keresztidák, keréktartó elemek.

#### – Karosszéria

Nem minden karosszériaelem készül öntési eljárással, de megállapítható, hogy ez a gyártási technológia egyre nagyobb teret hódít el a mélyhúzással és extrudálással készült alkatrészeketől. Itt szinte egyeduralmú a vákuumos nyomásos öntés, néhány esetben a kokillaöntés. Ezeket az alkatrészeket hőkezelik, hiszen ütközés esetén a szerepük a nagy nyúláson keresztül az ütközési energia felemésztése (természetesen a tömegcsökkentésén túl). Ma a prémiumkategóriás autók terén olyan konstrukciókat dolgoznak ki, amelyek ún. alumínium-hibrid, vagyis öntött és képlékenyen alakított ötvözetekből gyártott karosszériára épülnek. Az öntött alkatrészek esetén elterjedt ötvözetek az AlSi10MnMg, az AlSi9MnMoZr és az AlMg5Si2Mn.

#### Összefoglalás

A dolgozatban közölt, biztosan nem teljes felsorolás azt kívánja érzékeltetni, hogy az alumíniumöntvények ma már az autógyártás mindennapjaihoz tartoznak, és felhasználásuk a jármű saját tömegéhez képest egyre nő. A terület fejlődését tekintve nem szabad attól eltekinteni, hogy más könnyűszerkezetes építésre lehetőséget adó anyagok is elterjedőben vannak. Ezek az anyagok az alumínium kiváltását célozzák, nagyobb teherbírást, kisebb tömegük miatt nyernek teret.



■ 5. ábra. A FÉMALK Zrt. által gyártott autóipari öntvények

A trend azt mutatja, hogy a magnéziumöntvények, a szénszálas kompozitok, a szálerősítéses fröccsöntött műanyag elemek is egyre több helyen tűnnek fel az autókban (hengerfejburkolat, középkonzol, váltótartó elemek stb.).

A cél elérése, vagyis a kis fogyasztás és a felhasznált anyagok – amennyiben csak az alumíniumöntvényeket vesszük figyelembe – azonban felvetnek egy fontos kérdést. Valóban zöldebb az autógyártás és a közlekedés a könnyűszerkezetes konstrukciók elterjedésével? Ha feltételezünk egy 1000 kg-os autót, amiben 100 kg alumíniumot használtak fel, az alumíni-

um előállításától kezdve az energiafogyasztást, majd a közlekedés közben felhasznált üzemanyag-fogyasztást is tekintve a kutatók arra jutottak, hogy legalább 130.000 km-t kell közlekedni egy ilyen autóval, hogy mindent egybevetve energiát takaríthassunk meg. A CO<sub>2</sub> kibocsátását tekintve pedig az energia megtakarításához szükséges minimális futásteljesítmény 100.000 km. A számítási modellek számos elhanyagolással élnek, és természetesen olyan paramétereket is tartalmaznak, amelyek változtatása a számolt eredményeket akár kétszeres faktorial is módosíthatja. [3].

## Irodalom

- [1] *Catrin Kammer*: Aluminium Taschenbuschs Band 3, ISBN3-87017-275-4, 2003, Aluminium-Verlag Marketing & Kommunikation GmbH, Düsseldorf
- [2] *Philipp Hassinger*: Zwischen Evolution und Revolution - Der Werkstoffwandel im Flugzeugbau, ISBN 3866449984, 2013, KIT Scientific Publishing, Karlsruhe
- [3] *R. Stauber*: Revolution im Automobilbau: Technologien und Trends Der Siegeszug des Kunststoffes im Automobilbau, 5. Österreichischer Kunststofftag 2011, Wien, 10. Mai 2011

HAJAS GERGELY

# Vékony falú, részletgazdag nyomásos alumíniumöntvények prototípusainak gyártása homokformában

**Régóta jelentkezik piaci igényként olyan alumíniumöntvények egyedi, esetenként kis sorozatú gyártása, amelyek a később nagy sorozatban gyártott, vékony falú nyomásos alumíniumöntvények prototípusai. A cikk az Alu-Öntő Kft.-ben kidolgozott módszerről számol be.**

A prototípus-öntvények gyártására a hagyományos és meglehetősen időigényes eljárásokon kívül (mintakészítés és öntés) más technológiák is ismertek, pl. az öntvény tömbből való kiforgatása, részegységekből hegesztéssel való felépítése, lézerral való kivágása stb. Az utóbbi években számos új technológiai eljárás honosodott meg, amelyek elsősorban a mintakészítés időtartamának csökkentésére

(rapid prototyping eljárások) vagy az öntőforma minta nélküli elkészítésére szolgálnak. Újabban megnyílt a lehetőség az adott alkatrész fémporból való felépítésére is pl. a DMLS-eljárással (Direct Metal Laser Sintering).

Az elmúlt időszakban mi is arra vállalkoztunk, hogy nyomásos öntvények prototípusait kis sorozatban, a nyomásos öntvényel csaknem azonos anyagtulajdonsággal és alakkal (mondhatjuk, hogy műszakilag azonos tartalommal), szükség szerint fel is használható formában állítsunk elő. Ezt a főként nyomásos öntődék és piaci végfelhasználók részéről felmerülő vevői igényt ma már megbízhatóan stabil, szabadalmi eljárás alatt álló homoköntési technológiával elégítjük ki.

A klasszikus homokformában gyártott öntvények főbb jellemzői:

– 4-6 mm-nél nagyobb falvastagság;

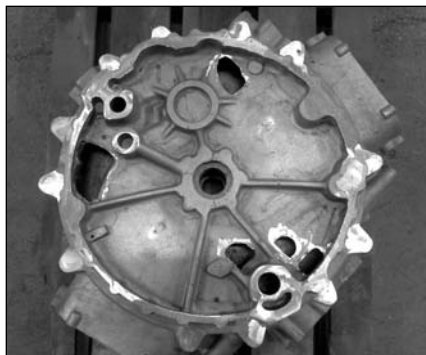
- nagy formázási ferdeség;
- viszonylag nagy megmunkálási ráhagyások, ezáltal nagyobb nyersöntvénytömeg;
- kis termelékenységi;
- nem kielégítő felületi minőség.

Az előzőekből adódik a probléma is: hogyan lehet vékony falú (1-3 mm), nyomásos öntvényekkel közel azonos műszaki paraméterű öntvényeket atmoszférikus nyomáson, homokformába való öntéssel előállítani?

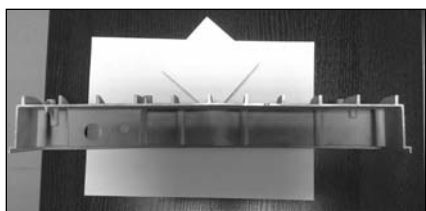
Szabadalmi eljárás alatt álló technológiánk kialakításakor lépésről-lépésre haladva közelítettünk a nyomásos öntvények paramétereinek. A falak/bordák méreteinek és a formázási ferdeségek csökkentésével az előöntések (általában megmunkálással előállítandó öntvényrészletek, mint például kis méretű (átmérő 6–8 mm) furatok, nútok, fogazatok, pozícionáló szemek stb.) fokozatos bevezetésével, a felületi minőség javításával jutottunk el oda, hogy a nyomásos öntvényekkel csaknem azonos anyagtulajdonságú és alakú (mondhatni műszakilag azonos), szükség szerint vizsgálható, fel is használható öntvényeket tudunk előállítani (1–7. kép).

**Hajas Gergely** közgazdász 14 évig édesapja, a 2015 elején elhunyt Hajas Sándor okl. kohómérnök mellett dolgozva szerzett öntészeti szakmai gyakorlatot a Tökölön működő, családi tulajdonú, 25 éve homokformázással dolgozó Alu-Öntő Kft.-ben. Jelenleg ő az öntőde cégvezető tulajdonosa.

A cikk a 23. magyar öntőnapokon, 2015. október 11-én elhangzott előadás rövidített, szerkesztett változata.



■ **1. kép.** Nyersformában, maggal készült öntvény, 800 mm hosszón 10 mm-es átlagos falvastagsággal



■ **2. kép.** Vékony falú homokformázott öntvény 430 mm hosszón 2,5 mm-es átlagos falvastagsággal



■ **3. kép.** Vékony falú homokformázott öntvény 600 mm hosszón 2,7 mm-es átlagos falvastagsággal



■ **4. kép.** Vékony falú homoköntvény metszetei: a bal oldalon 540 mm hosszón 3 mm-es átlagos falvastagsággal, a jobb oldalon 540 mm hosszón 0,8-1,5 mm-es átlagos falvastagsággal

Újszerű technológiánk kidolgozása-kor az határozta meg cselekvésünk fő irányát, hogy nem „már majdnem olyan”, és nemcsak „hasonló”, hanem

a később sorozatban gyártani kívánttal megegyező öntvényt akartunk gyorsan, versenyképes költséggel elkészíteni.

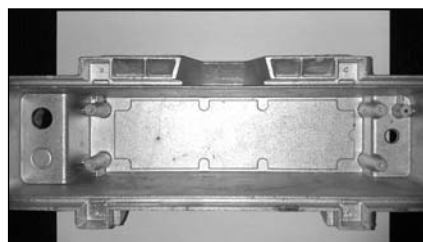
Szinte biztosak vagyunk abban, hogy semmilyen más prototípus-gyártási eljárás – mint a mi homokformázós öntéssel megvalósított eljárásunk –, sem képes teljes mértékben elérni a kívánt műszaki tartalmat, nem tudja biztosítani/megközelíteni az elvárt öntvényjellemzőket, még akkor sem, ha az eddig ilyen célra nem használt, nem véglegesített technológiával dolgozunk.

Mindezek alapján olyan megoldást dolgoztunk ki vékony falú, nyomásos öntéssel majdan gyártani kívánt prototípus-öntvények elkészítéséhez, amelyekkel az alábbi követelményeknek egyszerre kellett megfelelnünk:

- kis, kifejezetten versenyképes kivitelezési költség;
- a később gyártani kívánttal műszakilag azonos vagy közel azonos öntvények előállítására;
- gyorsaság: az eddigiek során megszokottakhoz képest kiemelkedően rövid gyártási idő;
- az első darab könnyű, gyors és költséghatékony módosíthatósága;
- az egyedi, vagy kis sorozatú prototípus-öntvények értékesíthetősége;
- üzemi körülmények között teljes körűen tesztelhető öntvény álljon a vevő rendelkezésére;
- nemcsak az egyedi, hanem a kis sorozatú gyártás is szükség szerint gyorsan legyen megvalósítható stb.

Módszerünk lényege, hogy olyan homokformába öntött öntvényeket állítunk elő atmoszférikus nyomáson, amelyek esetében

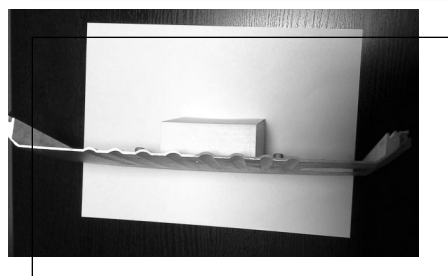
- az öntvények átlagos falvastagsága 1-3 mm, a 4. képen pl. 0,84 mm 200 × 200 mm-es felületen;
- a nyomásos öntvény eredeti 3D-s rajza alapján készült modell szerint van leöntve a darab;
- az öntvények akár 1500 × 1000 × 500 mm befoglaló méretűek is lehetnek;
- a nyers méreteket tekintve a nyomásos öntvényekre előírt szabványos tűrés értékek betarthatóak (GTA13/5-DIN1688);
- a külön öntött, de egymáshoz illeszkedő egyéb öntvények/alkatrészek alapvetően gépi megmunkálás nélkül összeilleszthetőek és szerelhetőek.



■ **5. kép.** Vékony falú homokformázott öntvény 320 mm hosszón 2,9 mm-es átlagos falvastagsággal



■ **6. kép.** Vékony falú homokformázott öntvény 540 mm hosszón 3 mm-es átlagos falvastagsággal



■ **7. kép.** Vékony falú homokformázott öntvény 370 mm hosszón 2 mm-es átlagos falvastagsággal

Az Alu-Öntő Kft. a Magyar Öntészeti Szövetség tagja. Az általa kifejlesztett, fent leírt eljárással készülő prototípus-öntvények előnyei az alábbiakban foglalhatók össze:

- nem kell idő előtt drágán és nagy időgénnel nyomásos öntőszerszámot vagy kokillát készíttetni;
- az esetleges tervezési hibák kijavítása vagy módosítási, átalakítási igény esetén elhanyagolható a további idő- és költségráfordítás;
- megszűnik a megrendelő kockázati tőkénének lekötése azokban az esetekben amikor:
  - gyorsan és költségtakarékosan kell „első” öntvényt előállítani;
  - kis sorozatú gyártásra van igény (pl.: piacbevezetés);
  - nem biztos, hogy végleges a ter-

mék, de a fő paraméterek már nem változnak;

- valós üzemi tesztelés az elsődleges szempont;
- az első darab kivitelezése töredék idő alatt valósul meg a nyomásos technológiához használt öntőszerszám legyártásának időigényéhez és költségéhez képest (átlagosan 2-3 hét, gyakran 2-3 hónap idő- és 85-90%-os költségmegtakarítás);
- a megrendelő igen rövid idő alatt értékesíthet, reprezentálhat – gyors a piaci bevezethetőség;

- a későbbi nyomásos öntőszerszám tervezéséhez megalapozott segítség adható;
- megvalósulhat kis sorozatú gyártás a prototípus gyártásával akár egy időben is stb.

Az Alu-Öntő Kft. 2014-ben az új technológiájával homokformázó öntődéjében 26 különböző típusú vékony falú, nyomásos öntésre szánt öntvény prototípusát gyártotta le sikerrel. Ez azt jelenti, hogy kéthetente egy-egy új, vékony falú nyomásos öntvény prototípusát készítettük el. Ezen prototípusok

gyártása után a kis sorozatban gyártott öntvények darabszáma meghaladja az ezret.

Jogosan vethetik fel az olvasók, hogy az ismertett technológia részletesebb leírása nem történt meg e rövid cikk keretében. Oka csak egy van: a piaci előny, az újdonság gyorsan elveszítethetővé válna, ha a technológiát részleteiben is bemutatnánk. A szabaddalmi leírás és annak lényeges elemei hivatalos eljárások keretében a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalában lesznek elérhetőek.

## Nyomásos alumíniumöntvények nemzetközi versenye, 2016

A düsseldorfi székhelyű Német Alumíniumipari Szövetség (Gesamtverband der Aluminiumindustrie – GDA) a Nürnbergben 2016. január 12–14-én tartott EUROGUSS 2016 kiállításon kitüntette a nyomásos alumíniumöntvények nemzetközi versenyének győzteseit. A dobogóra három neves gyártó állhatott fel egy kutatói és ipari gyakorlati szakértőkből álló zsűri döntése nyomán. Ezen kívül még három öntvény nyert különdíjat. A 2014 óta hetedik alkalommal meghirdetett verseny főszervezője a GDA, mellette a Német Öntőipari Szövetség (Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie) volt a partner, a fő támogatók pedig az Osztrák Kereskedelmi Kamara (Wirtschaftskammer Österreich) és a Svájci Alumínium Szövetség (Schweizer Aluminium-Verband) voltak.

Az alumínium nyomásos öntvények versenye már sok éve jól bevált esemény, hogy a cégek bemutathassák kiemelkedő minőségű termékeiket. E verseny célja, hogy e sokoldalú anyag, az alumínium iránti érdeklődést felkeltse, megerősítse és további alkalmazási területeit bemutassa. A versenyre beadott öntvények elbírálási kritériumai a nyomásos öntészetnek megfelelő, valamint az erőforrás-hatékony konstrukciós kialakítás voltak.

A győztes öntvények az EUROGUSS bezárása után még ebben az évben november 29. – december 1. között a düsseldorfi alumínium-szakovásáron vehetők szemügyre.

### A DÍJAZOTTAK

#### I. helyezett

**Egy közepes teljesítményű haszongépjármű olajhűtő egységének alkatrésze** – Hengst SE & Co. KG, Nordwalde (Németország)



Méret: 254 mm × 220 mm × 303 mm

Tömeg: 3996 g

Ötvözet: EN AC – AlSi9Cu3(Fe) / Leg.226

A termék I. helyezését a kiemelkedő funkcióintegráltságának köszönheti, ami egy igen összetett, komplex szerszámkoncepción keresztül valósulhatott meg. Ezen belül egy csúszkán keresztüli rávágást alakítottak ki, valamint „csúszka a csúszkában” koncepciót és reteszelt belső magmozgatást is magába foglal az öntőszerszám. Az alaksajátosságokat illetően még egy tömítőhorony és egy 200 µm-es síklapúsági alakítás emeli ki a terméket a többi közül. Mindezen felül az öntvénynek szigorú tisztasági követelményeknek kell megfelelnie, valamint 50 barnál nagyobb olajnyomást is ki kell bírnia. Kiváló példa ez arra, hogy a nyomásos öntészet intelligens alkalmazásával hogyan növelhető a hasznos teher, ami a haszongép-járműipar egyik kardinális kérdése.

## II. helyezett

**Autóakkumulátor XNF-házának alsó és felső része** – Georg Fischer Druckguss GmbH, Herzogenburg (Ausztria)



Méret:

Felső rész: 781 mm × 508 mm × 115 mm

Alsó rész: 774 mm × 581 mm × 177 mm

Tömeg:

Felső rész: 6400 g

Alsó rész: 9140 g

Ötvözet: EN AC – AISi10MnMg

A II. díj ezt a beépítésre azonnal alkalmas, nagy felületű akkumulátorházat illeti. A zsúri döntését a szűk tűrések betartása mellett a hőkezelés nélkül megvalósított mechanikai tulajdonságok vívták ki, amelyek eleget tesznek az ütközéssel szembeni (crash) ellenállósági követelményeknek is. A meglehetősen hosszú folyadékáramlási útvonalak miatt a szerszám hőszabályzó rendszerét úgy alakították ki, hogy az a rávágásnál hűtött, az olvadék által legutoljára kitöltött részekenél pedig fűtött.

## III. helyezett

**Tehergépkocsi sebességváltójának kapcsolóháza** – DGS Druckguss Systeme s.r.o., Liberec (Csehország)



Méret: 250 mm × 170 mm × 115 mm

Tömeg: 1785 g

Ötvözet: EN AC – AISi10Mg(Fe) / Leg.239

A termék kialakítási követelményeit tekintve komplex, vagyis csak „csúszka a csúszkában” szerszámkonstrukció általi megvalósítással lehetett legyártani. A termék a III. helyezést a nagy falvastagságoknak köszönheti, ami egyébként a nyomásos öntésre nem jellemző. Ezt a vastagságot két, különböző átmérőjű nyomótűske (squeeze pin) alkalmazásával érték el. Az öntvénynek később 10 bar nyomást kell elviselnie, ennek megfelelően kellőképpen pórusmentes és nyomástartó. A gyártási folyamat a nyomásos öntészet alkalmazási határait teljes mértékben kiaknázza.

## Különdíj I.

**Benzinmotoroknál használt vízszivattyúegység alkatrészei** – Druckguss Westfalen GmbH & Co. KG, Geske (Németország)



Méret: 110 mm × 92 mm × 73 mm

Tömeg: 260 g

Ötvözet: EN AC – AISi9Cu3(Fe) / Leg.226

Az öntvény azon szigorú követelményeknek tesz eleget, amelyek abszolút minimális porozitást engednek meg a teljes termékben. Külön említésre méltó a szerszám módszeres méretezési eljárása. A különféle funkciók integrálásával és a tömeg csökkenésével a termék kompakt kivitelezése a járművek energiatakarékosságához nagyban hozzájárul.

## Különdíj II.

Fotovoltaikus szárny – Austria Druckguss GmbH & Co. KG, Gleisdorf (Ausztria)



Méret: 564 mm × 450 mm × 52 mm

Tömeg: 3960 g

Ötvözet: EN AC – AISi10MnMg

Ez az önmagában, szabadon álló alkatrész egy innovatív fotovoltaikus készülék (magyarul napelem vagy fotovillamos elem) része, amelyet meglehetősen nagy szellőkérek terhelnek. Ez az alkalmazás demonstrálja a nyomásos öntéssel előállítható szerkezeti elemek lehetőségeit a megújuló energiatermelésben. Az öntvény ennek köszönheti a zsűri külön dicséretét.

## Különdíj III.

Tehergépjárművek utánfutóinál alkalmazott szeleptest – G.A.Röders GmbH & Co. KG, Soltau (Németország)



Méret: 170 mm × 84 mm × 112 mm

Tömeg: 1059 g

Ötvözet: EN AC – AISi12Cu1(Fe) / Leg.231

Innovatív szerszámtervezéssel tudtak eleget tenni az öntvényel szemben támasztott követelményeknek. A tervező és az öntőde közös fáradozásának gyümölcse a tömegcsökkentés energiahatékony megoldása, aminek köszönhetően az öntvény a fröccsöntött műanyag alkatrészsel szemben érvényesülni tudott. A zsűri emiatt fejezte ki külön elismerését.

Az összes díjazott öntvényt a GDA honlapján ([www.aluinfo.de](http://www.aluinfo.de)) mutatják be. Az öntvényekről készült képek az alábbi linken érhetők el: [http://www.aluinfo.de/download\\_DGW\\_2016/Pictures\\_DGW\\_2016.zip](http://www.aluinfo.de/download_DGW_2016/Pictures_DGW_2016.zip).

Az eredeti, német és angol nyelvű cikkek megtekinthetők az alábbi linkeken: <http://www.aluinfo.de/index.php/gda-news-de/items/internationaler-aluminium-druckguss-wettbewerb-2016-diepreistraeger.html>; <http://www.aluinfo.de/index.php/int-aluminium-pressure-die-casting-competition-2014.html>

**Fordította: Kókai Zoltán**

## Hírek az öntészeti szabványosítás világából

Az öntészet régi mesterség, ezért e szakterületet kellőképpen lefedik a szakmailag megalapozott, összehangolt szabványok. Azonban az öntészet is fejlődik, változik, így a vonatkozó szabványokat, még ha nem is jelentős mértékben, szükséges korszerűsíteni.

A Magyar Szabványügyi Testület/Műszaki Bizottság (MSZT/MB) 403 „Öntészet” nemzeti szabványosító bizottság 94 érvényes szabványt gondoz és 2015-ben az 1. táblázat szerinti szabványokat vezette be. Az MSZT/MB 403 bizottság szabványai közül 36 magyar nyelvű. Ez az arány

nem is tekinthető rossznak, figyelembe véve, hogy hét éve nem volt lehetőség az öntészet területén magyar nyelvű szabvány kidolgozására.

Az európai szabványosítás keretei között a CEN/TC 190 „Öntészet” európai szabványosító bizottság a 2. táblázat szerinti szabványokat dolgozza ki,

**1. táblázat:** Az öntészet területén 2015-ben megjelent szabványok:

MSZ EN 1371-2	Öntészet. Folyadékbehatolásos vizsgálat. 2. rész: Precíziós öntvények
MSZ EN 1559-4	Öntészet. Műszaki szállítási feltételek. 4. rész: Ötvözött alumínium-öntvények kiegészítő követelményei
MSZ EN 10293	Acélöntvények. Acélöntvények általános felhasználásra
MSZ EN 14901	Gömbgrafitos öntöttvas csövek, csőidomok és tartozékok. A gömbgrafitos öntöttvas csőidomok és tartozékok (nagy igénybevételnek kitett) epoxibevonata. Követelmények és vizsgálati módszerek

e szabványok megjelenése várható a következő időszakban. A CEN/TC 190 gondozza az öntvények műszaki szállítási feltételeire vonatkozó EN 1559 szabványsorozatát is, amelynek negyedik, alumíniumöntvényekről szóló részének új, átdolgozott kiadása 2015-ben jelent meg.

A Nemak Győr Kft. támogatásának köszönhetően az MSZT elkészíthette az MSZ EN 1559-4 magyar nyelvű kiadását. Az alumíniumöntődék, a megrendelők és a tervezők már alkalmazhatják a 2015 októberében megjelent szabványt.

Az MSZ EN 1559-4:2015 néhány fontosabb változása, hogy módosult a feltárt hibahely (excavation) meghatározása, a hibahelyek mélység és vetített felület szerinti osztályozását tartalmazó ábra, valamint általános változást okozott az MSZ EN 1559-1 2011-es kiadása szerinti általános műszaki szállítási feltételekkel való összhang megteremtése.

Bár minden magyarországi öntöde számára fontos lenne, az MSZ EN 1559-1 magyar nyelvű kiadása támogatás hiányában nem készülhetett el, ugyanúgy, mint a következő két szabványé sem:

MSZ EN ISO 8062-1:2007

*Termékek geometriai követelményei (GPS). Formában vagy szerszámban készített darabok méret- és geometriai*

## 2. táblázat: Kidolgozás alatt lévő európai szabványok az öntészet területén

prEN 287-6	Hegesztők minősítése. Ömlesztőhegesztés. 6. rész: Öntöttvas
prEN 1559-5	Öntészet. Műszaki szállítási feltételek. 5. rész: Magnézium-ötvözetből készült öntvények követelményei
prEN 1563	Öntészet. Gömbgrafitos öntöttvas
prEN 1754 rev	Magnézium és magnéziumötvözetek. Az anódok, tömbök és öntvények jelölési rendszere. Az anyagminőségek jelei és számjelei
EN 10213:2007/FprA1 (módosítás)	Nyomástartó acélöntvények
FprEN 12392	Alumínium és alumíniumötvözetek. Alakított és öntött termékek. Nyomástartó berendezések gyártására szánt termékek külön követelményei
prEN 12421	Magnézium és magnéziumötvözetek. Ötvözetlen magnézium
prEN 12438	Magnézium és magnéziumötvözetek. Magnéziumötvözetek öntött anódokhoz
prEN 12681-1	Öntészet. Radiográfiai vizsgálat. 1. rész: Filmre alapozott módszerek
prEN 12681-2	Öntészet. Radiográfiai vizsgálat. 2. rész: Digitális detektorokra alapozott módszerek
prEN ISO 945-1 korszerűsítés	Az öntöttvas mikroszerkezete. 1. rész: A grafit osztályozása szemrevételezéses vizsgálattal
FprEN ISO 11970 korszerűsítés	Acélöntvények gyártási hegesztésének hegesztési utasítása és hegesztéstechnológiájának jóváhagyása

*tűrései. 1. rész: Szakszótár*

MSZ EN ISO 8062-3:2007

*Termékek geometriai követelményei (GPS). Formában vagy szerszámban készített darabok méret- és geometriai tűrései. 3. rész: Öntvények általános méret- és geometriai tűrései, valamint forgácsolási ráhagyásai*

Az MSZT/MB 403 „Öntészet” műszaki bizottság bízik abban, hogy az érintett öntödék támogatásával, amelyeknek jelentkezését előre is köszöni a bizottság, sikerül folytatni a 2015-ben megkezdett sikeres munkát.

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

## Beszámoló az MMKM Ganz Ábrahám Öntödei Gyűjtemény a 2015. évi tevékenységéről

2015-ben az MMKM Ganz Ábrahám Öntödei Gyűjteménye az utóbbi négy év legmozgalmasabb évét zárta. Az intézmény munkatársainak száma 2015 áprilisában hat új részmunka-idős, teremőrként dolgozó kollégával nőtt, ami jelentősen megnövelte az intézmény hatékonyságát. Továbbra is tárlatvezetőként segíti a múzeum munkáját nyugdíjas kollégánk, *Huszics György*, és aktív segítséget nyújtanak az OMBKE szakosztályai, különösen az Öntészeti Szakosztály tagjai is.

2015. április 18-án a Vértes Hagyományörző Egyesület programjával nyitottuk meg hivatalosan a múzeumot a téli zárvatartás után. Ezt követően a Múzeumok Majálisán a Magyar Nem-

zeti Múzeum kertjében képviseltettük magunkat. A Múzeumok Éjszakája, mint oly sok más alkalommal, igen sok látogatót vonzott. Érdekes volt a játékos foglalkozás kicsiknek és nagyoknak, mely a kovács- és öntőművesség jegyében zajlott le, kapcsolódva a „Tűzmesterek” címmel megnyitott új időszak kiállításához. Sok érdeklődőt vonzott *Badár Sándor* műsora is, „Öntödei Múzeum végállomás” címmel. Igen sok látogató nézte meg a Kovácsmíves Céh tagjai által kiállított kovácsremekeket.

Nyáron rendszeresítettük a csütörtöki múzeumpedagógiai foglalkozásokat, melyek a nagy hőség ellenére, a II. kerületiek igen népes tábort vonzott-

ták múzeumpedagógusainknak köszönhetően.

Az őszi kiemelkedő programjaink között több közönségcsalogató esemény is volt. Szeptember 19-én a Kulturális Örökség Napon, „a harangok napján” emlékeztünk a magyar régészet és harangkutatás atyjára, *Rómer Flórisra*, majd „Tüzes nyilak, fényes fegyverek” címmel a Vértes Hagyományörző Egyesület tartott fegyverbemutatót. Sok érdeklődőt vonzott a Metalloglobus Fémöntő és Kereskedelmi Kft. munkatársaival közösen tartott családi napunk október első hétfőjén. Különösen nagy sikere volt a gyerekek körében az ólomkatona-öntésnek (1. kép).



■ 1. kép. A gyerekek örömmel kapcsolódtak be az ólomkatonák öntésébe



■ 2. kép. A koszorúzás résztvevői a Ganz-mauzóleum előtt

Formabontó rendezvényünk, „Ferrofeeling az öntődében” egy különleges, fémnymatú textileket alkalmazó divattervező bemutatója a 20-30-as generáció körében volt népszerű. A Tudomány Hete alkalmából november ele-

jén megtartottuk középiskolásoknak megrendezett vetélkedőnket is.

A 2015-ös év rendezvényeit – immár hagyományosan – a Fiumei úti sírkert Ganz Mauzóleumánál zártuk december 15-én, amikor egy közös főhaj-

tással emlékeztünk a vasöntő mester gyárosra halálának évfordulóján, az OMBKE, a MÖSZ és a Ganz Holding Zrt. képviselőivel, valamint a Ganz Ábrahám Két Tanítási Nyelvű Szak középiskola és Szakiskola tanulóival (2. kép).

Az egész év folyamán rendszeresen helyet biztosítottunk a BKL Kohászat szerkesztőségi üléseinek, és az OMBKE Öntésztörténeti és múzeumi szakcsoport rendezvényeinek. E falak között tartotta az OMBKE Öntészeti Szakosztálya és a Fémszövetség a vezetőségi ülését, de a Magyarországi Kovácműves Céh is itt találkozott március eleji éves közgyűlésén.

**Csibi Kinga**

## Az Öntésztörténeti és múzeumi szakcsoport 2015-ös beszámolója

A szakcsoport az 1964-ben alapított, az öntődei és kohászati iparvállalatok, valamint a szakosztály hathatós segítségével 1969-ben megnyitott Öntődei Múzeum szakmatörténeti kutatásainak megalapítása óta támogatója.

2015-ben az alábbi feladatokat tűztük magunk elé: a Ganz Ábrahám születése 200. évfordulóján, 2014. november 6-án kezdődő Ganz-év méltó megünneplése; megszűnt öntődék történetének felderítése; emlékezés jeles elődeinkre; az országban folyó harangkutatások figyelemmel kísérése; kapcsolatfelvétel más egyesületekkel, szélesebb baráti kör kialakítása.

Októberben gépész és malmász kollégákkal együtt a Ganz Holding Zrt. kőbányai gyártörténeti gyűjteményét, új kiállítását tekintettük meg **Gábor János** okl. gépészmérnök, technikatörténész vezetésével. Itt a Ganz-év alkalmából készített, a cég egykori és mai termékeit bemutató filmet is láthattuk (1. kép).

Az Öntődei Múzeumban tartott üléseinken az alábbi előadások hangzottak el:

Márciusban **Millisits Máté** muzeológus a Szent István bazilika ha-

rangjairól, **dr. Pilissy Lajos** tiszteleti tagunk pedig a soproni főiskola professzoráról, a 125 éve született **Romwalter Alfréd** akadémikusról tartott előadást.

Májusban **Csanádyné dr. Bodoky Ágnes**, az MTA doktora a Ganz-féle kéregöntésű kerek vizsgálatáról szóló előadását ismertette a hallgatósággal.

Júniusban az Öntészeti Szakosztály egykori elnökéről, a 100 éve született **Sáfár László** okl. kohómérnökről fia, **ifj. Sáfár László** vetítette le emlékeit, s a még öt ismerő idősebb tagtársaink emlékeztek a szakmai-társadalmi kapcsolatok kiépítését sikeresen végző kollégára.

Októberben **dr. Horváth Péterné**, a Budapesti Városvédő Egyesület tagja a Terézvárosban a vasipar 19. századi kezdeteire máig utaló emlékekről tartott vetített képekkel színesített előadást.

Novemberben **Mühl Nándor** okl. kohómérnök a Soproni Vasöntőde történetét ismertette, s megemlékezett a soproni helyi szervezet jeles személyiségéről, a 100 éve született **Nagyzsádányi Endre** gyárigazgatóról.

Decemberi évzárónkon **dr. Pilissy Lajos** a Vaskut öntészeti kutatásainak megalapozójáról, a szakosztály egykori elnökéről, **dr. Varga Ferenc** kandidátusról emlékezett meg halálának 25. évfordulóján.

Fentiekén kívül a szakcsoport májusban 39 fő részvételével **dr. Lengyelne Kiss Katalin** nyug. múzeumigazgató vezetésével jól sikerült háromnapos tanulmányutat tett a felvidéki bányavárosokba.

Tevékenységünkről az OMBKE Történeti Bizottságának és szaklapunkban rendszeresen beszámoltunk.

**Karancz Ernő**, elnök  
**Lathwesen László**, titkár



■ Öntészek a Ganz-kiállításon, Kőbányán

BOBOR KRISTÓF – KRÁLLICS GYÖRGY

## Alakítási textúra és anizotrópia kialakulásának szimulációja 1050-es alumínium hengerlésekor

*Az iparban széles körben alkalmazott és termelékenysége miatt nagy jelentőséggel bíró technológia a hengerlés. A hengerléssel készített termékek gyártásakor fontos a folyamat megfelelő tervezése, hogy kívánt minőségű és tulajdonságú termékeket lehessen előállítani. Ebben a feladatban nyújthatnak segítséget a különböző számítógépes módszerek, amelyek lehetővé teszik az alakváltozási folyamat során a mechanikai jellemzőknek és bizonyos mikroszerkezeti változásoknak az előrejelzését. A képlékenyalakítás lényegesen átalakíthatja az anyag mikroszerkezetét, és megváltoztatja a mechanikai tulajdonságokat; változik az anyag szilárdsága, szívóssági jellemzői, szemcseszerkezete, texturáltsága és ebből következően anizotrópiája. Ez utóbbi a lemezek esetében, a későbbi felhasználás szempontjából különös jelentőséggel bírhat. A jelen munkában a végeelem módszert, valamint a viszkoplasztikus önkonzisztens módszert alkalmaztuk síkhengerlés elemzéséhez.*

### Bevezetés

A képlékeny alakító eljárások esetében – különösen a hideg alakító eljárásoknál – fontos, hogy a kész vagy félkész termék milyen minőségű: mechanikai és mikroszerkezeti jellemzői hogyan változtak a folyamat alatt. Ennek akár a végső felhasználás, akár a további alakítás szempontjából nagy jelentősége lehet. A képlékeny alakítás lényegesen átalakíthatja az anyag mikroszerkezetét, és megváltoztatja a mechanikai tulajdonságokat; változik az anyag szilárdsága, szívóssági jellemzői, szemcseszerkezete, texturáltsága és ebből következően anizotrópiája. Ez igaz az iparban széles körben alkalmazott és termelékenysége miatt nagy jelentőséggel bíró hengerlési technológiára is: síkhengerlés esetében, a termék mikroszerkezete és anizotrópiája a későbbi

felhasználása szempontjából különös fontossággal bírhat. Ha ezeknek a jellemzőknek a változását előre tudjuk jelezni, azzal megkönnyítjük a képlékenyalakító folyamat tervezését vagy fejlesztését. Ebben a feladatban nyújthatnak segítséget a különböző számítógépes módszerek, mint a jelen cikkben használt végeelem és viszkoplasztikus önkonzisztens módszer.

A végeelem módszert (VEM) mind a kutatásban, mind az iparban széles körben alkalmazzák alakítási folyamatok vizsgálatára. Előnye, hogy viszonylag gyors, megbízható és számos szoftvercsomag áll rendelkezésre. Hátránya, hogy csak makroszkopikus mennyiségek számíthatók ki vele, amelyekből nem kapunk információt az anyag mikroszerkezetében lejátszódó folyamatokra. Ehhez az szükséges, hogy a kontinuummechanikára épülő VEM-számítást kiegészítsük

olyan modellekkel, amelyek lehetővé teszik az mikroszinten lejátszódó folyamatok vizsgálatát. Ilyen modell – többek között – a diszlokációs cella szerkezet alakulásán [1] alapuló keményedési modell, a kristályképlékenységre épülő viszkoplasztikus önkonzisztens módszer (visco-plastic self-consistent – VPSC), valamint az alakítási folyamat nem-monotonitásának vizsgálata. Ez utóbbi módszerrel jelen szerzők több alakítási folyamat jellemzését és összehasonlítását elvégezték [2–5]. Az előbbi két módszerrel Tóth S. László a könyöksajtólas folyamatát elemezte [6–7], vizsgálva az anyag keményedését.

A kristályképlékenységre alapuló VPSC-módszer alapjai *Molinari*tól és kutatótársaitól származnak [8], amelyet *Lebensohn* és *Tomé* fejlesztettek tovább [9–12]. Jelen munkában is az utóbbiak által fejlesztett VPSC-7 kódot használtuk fel a számításokhoz.

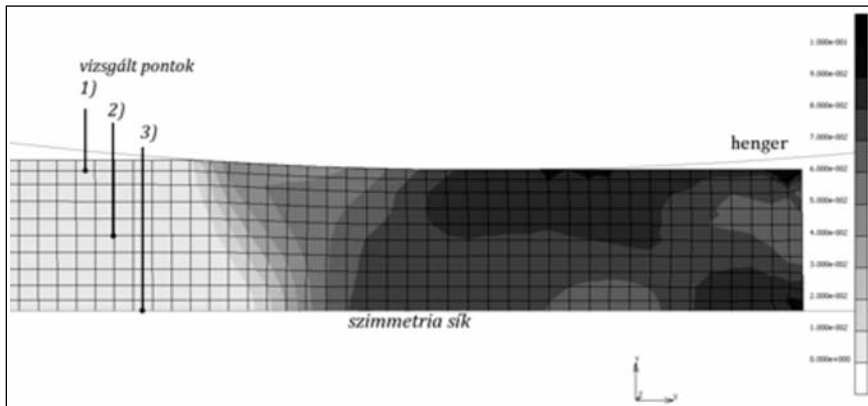
Munkánkban a végeelem módszert, valamint a VPSC-módszert alkalmaztuk síkhengerlés elemzéséhez: kereskedelmi tisztaságú alumínium 12 lépésben történő síkhengerlésének vizsgálatát végeztük el. Az alakítási folyamatot makroszkopikus szinten végeelem módszerrel vizsgáltuk, amellyel az anyag áramlását, valamint az alakváltozást elemeztük. Ennek eredményeire építve végeztük el a mikroszerkezeti folyamatok elemzését: a textúra és az anizotrópia alakulásának, valamint ez utóbbi alapján a Lankford-számnak a számítását.

### 1. Számítási módszerek

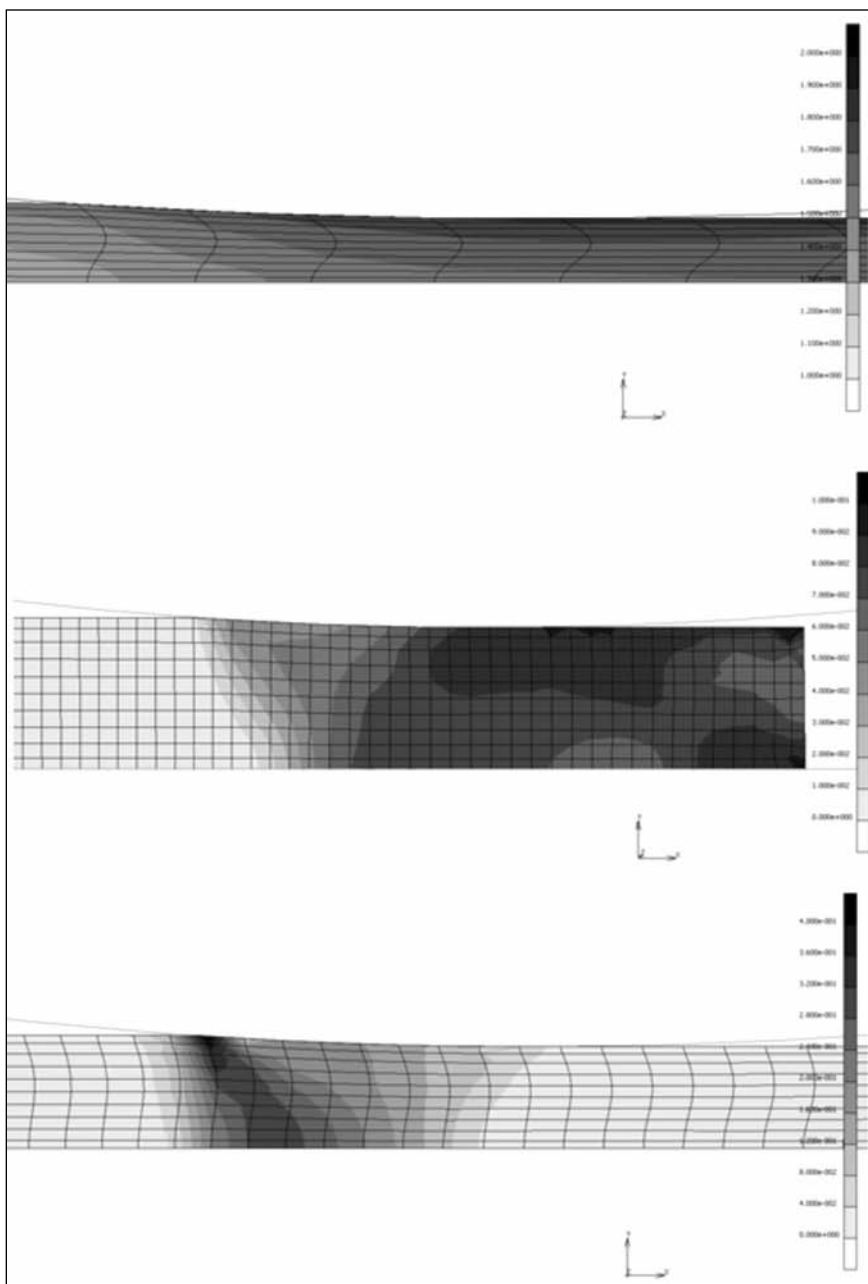
A hengerlési folyamat modellezéséhez kétféle számítási módszert alkalmaztunk: a makroszkopikus folyama-

*Dr. Bobor Kristóf* okl. gépészmérnök (2007), 2011-ben PhD-fokozatot szerzett. Jelenleg a BME Anyagtudomány és Technológia Tanszék adjunktusa. Kutatási területe: mikroszerkezeti folyamatok számítógépes szimulációja, fémek képlékeny alakításának szimulációja, tömbi ultrafinom szemcsés anyagok előállítása.

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



■ 1. ábra. A hengerlés végeelem modellje, az egyenértékű alakváltozás eloszlása (első szűrés) és a vizsgált pontok



■ 2. ábra. Egyenértékű alakváltozás a 7. (fent) és a 12. (középen) hengerlési lépésben, valamint az alakváltozási sebesség a 7. (lent) hengerlési lépésben

tok elemzéséhez (mint anyagáramlás, feszültség és alakváltozás) végeelem módszert, míg a textúrakialakulás és az anizotrópia számításához a viszkoplasztikus önkonzisztens módszert használtuk.

Az előbbi MSC.Marc rendszeren készítettük el. Az alakító hengereket merev testnek definiáltuk, állandó forgási sebességgel; míg az alakított anyagot lineárisan rugalmas képlékenyen keményedő anyagmodellel írtuk le. Ehhez a 1050-es kereskedelmi tisztaságú alumíniumnak megfelelő anyagjellemzőket állítottuk be: 70 GPa rugalmassági modulusz, 0,3 Poisson-tényező, és lágy állapotnak megfelelő kezdeti alakítási szilárdságot. Az érintkező felületeken Kudo-féle súrlódási modellel ( $m = 0,3$ ) számoltunk.

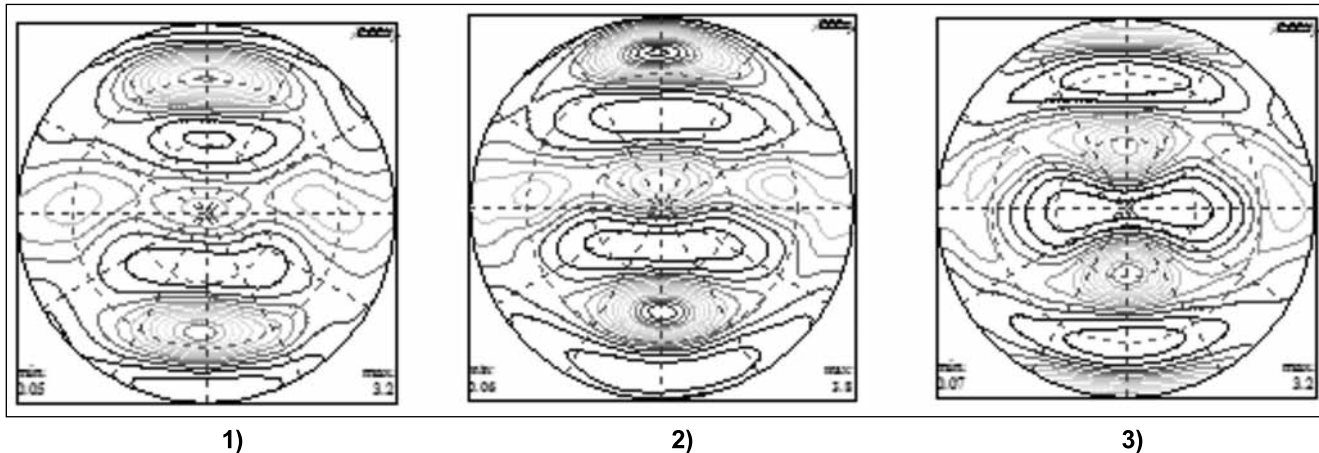
A végeelemes számítás során a darab hőmérsékletét állandónak tekintettük. A hálózás négy csomópontos izoparametrikus sík alakváltozási négy-szög elemekkel történt, az újrakálózás nélkül (1. ábra).

A végeelemes számításból a keresztmetszet három pontjában, a lemez szélén (1), a vastagság negyedénél (2) és a lemez közepén (3) vettük ki az alakváltozási gradiens ( $F$ ) komponenseit, amelyekből számítható az textúra modellezéshez szükséges sebességgradiens tenzor ( $\dot{l}$ ). Ezt a számítást az (1) összefüggés alapján végeztük el.

$$\dot{l} = \dot{F} F^{-1} \quad (1)$$

A kristályképlékenységre alapuló VPSC-modell a polikristályos anyagoknak alakváltozása során kialakuló textúra és anizotrópia előrejelzésére használható. A modell az egyes kristallitokat egy viszkoplasztikus, anizotróp, effektív homogén közegbe (EHK) ágyazott ellipszoid alakú szemcsének tekinti. A módszer a kristallit és az EHK közötti kölcsönhatást számolja, ahol az EHK az anyag makroszkopikus tulajdonságait mutatja (a szemcsék tulajdonságainak átlagát). A szemcse alakváltozását kristályképlékenységi módszerrel számolja, míg a makroszkopikus peremfeltételek (sebességgradiens tenzor) a VEM-számításból adódnak [8–12].

A sebességgradiensből a VPSC-módszerrel végeztük el a mikroszkopikus szintű szimulációt: a textúra és az



■ **3. ábra.** A számított textúra  $\{111\}$  pólusábra) a vastagság különböző pontjaiban 12 szűrés után: 1) a lemez szélén, 2) a vastagság negyedénél és 3) a lemez közepén. (hengerlési irány: függőleges, keresztirány vízszintes)

anizotrópia számítását. A folyamat során 500, kezdetben véletlenszerűen orientált gömb alakú szemcsét vizsgáltunk, a Voce keményedési törvényt alkalmazva sebességfüggetlen anyagmodellel. A megoldáshoz az affín linearizációs sémát alkalmaztuk. Az alakváltozás során számoltuk a szemcsék elfordulását, azaz a textúra és ezzel együtt az anizotrópia alakulását. A keresztmetszet három különböző pontjában számolt értékekből átlagolva kiszámoltuk a lemez átlagos tulajdonságait is: a folyási felület alakulását, valamint a sík és normál anizotrópia mérőszámait ( $r$  – Lankford-szám) [13].

## 2. Számítási paraméterek

A vizsgált lemez kiinduló vastagsága 8 mm, a végső lemezvastagság 2 mm, a 12 szűrés mindegyikénél a vastagságcsökkenés állandó, 0,5 mm volt. A hengerek átmérője 220 mm volt, sebességük a sebességfüggetlen anyag és súrlódási modell miatt nem befolyásolta az eredményeket.

## 3. Eredmények

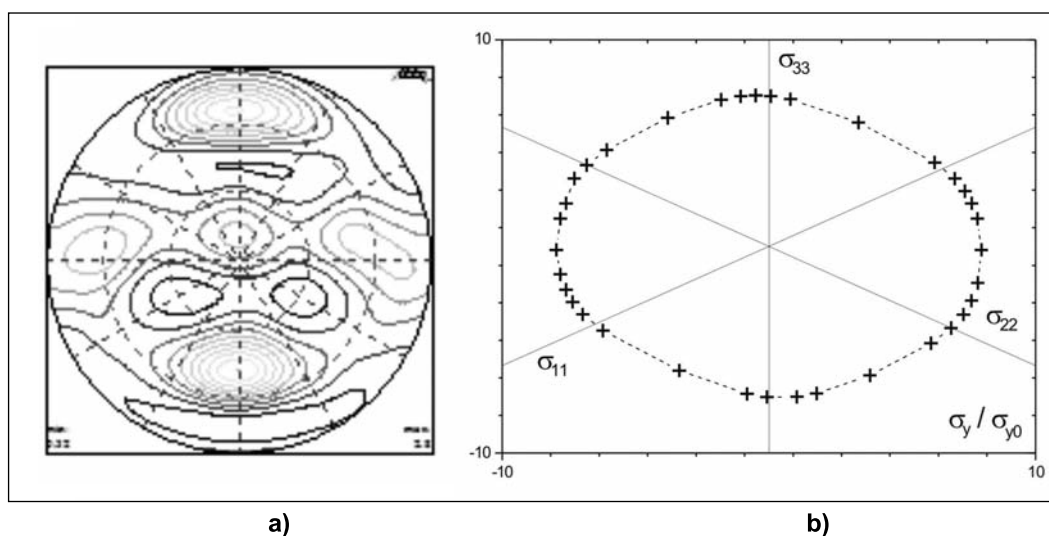
Kereskedelmi tisztaságú alumínium 12 lépéses síkhengerlést vizsgáltunk véges elem és viszkoplasztikus önkonzisztens módszerrel. A kiindu-

ló lemezvastagság 8 mm, a végső lemezvastagság 2 mm, a 12 szűrés mindegyikénél a vastagságcsökkenés állandó, 0,5 mm volt. A hengerek átmérője 220 mm volt.

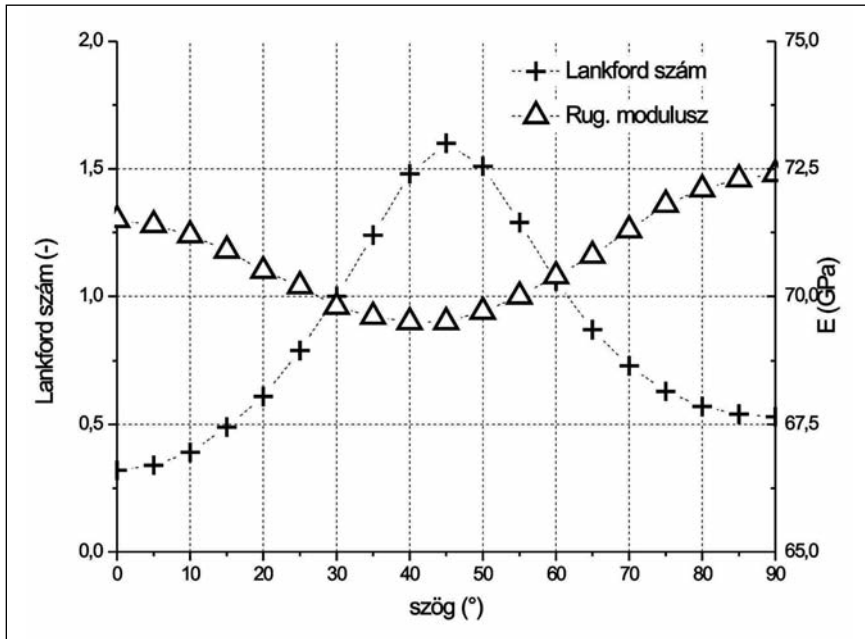
A 2. ábrán látható az egyenértékű alakváltozás és alakváltozási sebesség eloszlása a 7. lépésben. Látható hogy a lemez szélétől távolabb, ahol a folyamat állandósultnak tekinthető, az alakváltozás eloszlása a lemezvastagság mentén nem egyenletes: középről a felület felé haladva nő. Ennek oka, hogy a lemez egészére jellemző zömítő jellegű alakváltozáshoz a szélek felé haladva nyíró alakváltozás is adódik, ami a háló torzulásán is látható. A teljes alakítás végére a lemez átlagos alakváltozása 1,7-nek adódott: a lemez felületének közelben 1,8, míg közepén 1,5 volt.

A 3. ábrán a keresztmetszet különböző pontjaiban számolt textúra látható. Ezekon megfigyelhető, hogy a lemez közepére a hengerlési textúra jellemző, míg a lemez felülete felé haladva egyre erősebb a nyírási jelleg. Ennek oka, hogy a felülethez közeledve az alakváltozás is távolabb kerül a lemez közepén jellemző tisztán zömítő jellegtől, az alakváltozás nyíró jellege erősödik. A fenti eredményeket átlagoltuk, amelyből a lemez teljes vastagságára jellemző textúrát kaptuk meg. Ez az eredmény a 4a) ábrán látható.

Ismerve a szemcsék orientáció eloszlását a lemez Lankford-számokkal jellemezhető anizotrópiája, valamint a folyási felület is számítható volt. A folyási felület a 4b) ábrán látható. A Lankford-számnak ( $r$ ), valamint a rugalmassági modulusznak ( $E$ ) az irány-



■ **4. ábra.** a) A lemez átlagolt textúrája 2 szűrés után  $\{111\}$  pólusábra hengerlési irány: függőleges, keresztirány vízszintes); b) a számított folyási felület ( $\sigma_y$  – folyási feszültség,  $\sigma_{y0}$  – kezdeti folyási feszültség)



■ 5. ábra. A Lankford-szám és a rugalmassági modulusz a vizsgálati irány függvényében (0° – hengerlési irány, 90° – keresztirány)

függése látható az 5. ábrán. Az  $r$  értéke a 45°-os irányban adódott a legnagyobb  $r_{45} = 1,6$ , míg hengerlés irányban és arra merőlegesen  $r_0 = 0,32$  valamint  $r_{90} = 0,53$  adódott. Ezekből a (2) és (3) összefüggések szerint számítva a lemez normális anizotrópiája  $\bar{r} = 1,01$ -nek és síkbeli anizotrópiája  $\Delta r = 1,17$ -nek adódott.

$$\bar{r} = \frac{r_0 + 2r_{45} + r_{90}}{4} \quad (2)$$

$$\Delta r = \left| \frac{r_0 + r_{90}}{2} - r_{45} \right| \quad (3)$$

#### 4. Összefoglalás

Az eredményeket az alábbiakban lehet összefoglalni:

- Kereskedelmi tisztaságú alumínium 12 lépéses sík hengerlését vizsgáltuk végeelem, valamint viszkoplasztikus önkonzisztens módszerrel a lemezvastagság mentén több pontban.
- A lemez vastagsága mentén a textúra változását, valamint az alakítás hatására kialakuló anizotrópiát elemeztük.
- Az alakítás során a lemez síkjának közepén a hengerlésre jellemző textúra alakul ki. A felület felé haladva az textúra nyírási jellege egyre erősebb

lesz, ahogy a lemez közepétől távolodva az alakváltozás nyíró jellege erősödik.

- A lemez az alakítás végére anizotrop lesz: normális anizotrópiája  $\bar{r} = 1,01$ -nek és síkbeli anizotrópiája  $\Delta r = 1,17$ -nek adódott.

#### Irodalom

- [1] S. Tóth L., A. Molinari, Y. Estrin: Strain Hardening at Large Strains as Predicted by Dislocation Based Polycrystal Plasticity Model, Journal of Engineering Materials and Technology 124 (2002), p. 71–77.
- [2] Bobor K., Krállics Gy.: Study of non-monotony of forming processes using finite element analysis, Materials Science Forum 659 (2010) p. 373–379.
- [3] Bobor K., Krállics Gy.: Characterization of metal-forming processes with respect to non-monotony, Journal of Physics – conference series 240 (2010) Paper 012126.
- [4] Bobor K., Krállics Gy.: Könyöksajtó különböző alakítási útjainak vizsgálata nem-monotonitás szempontjából OGÉT 2010 – XVIII. Nemzetközi Gépészeti Találkozó.

- [5] Bobor K., Krállics Gy.: Characterization of severe plastic deformation techniques with respect to non-monotony, Reviews on Advanced Materials Science 25 (2010) pp. 32–41.
- [6] László S. Tóth: Modelling of strain hardening and microstructural evolution in equal channel angular extrusion, Computational Materials Science 32 (2005) p. 568–576.
- [7] L. S. Tóth, R. Massion, L. Germain, S. C. Baik, S. Suwas: Analysis of texture evolution in equal channel angular extrusion of copper using a new flow field, Acta Mater. 52 (2004) 1885–1898.
- [8] A. Molinari., G. R. Canova and S. Ahzi: A self-consistent approach of the large deformation polycrystal viscoplasticity, Acta metall. 35, 1987, p. 2983–2994.
- [9] R. A. Lebensohn, C. N. Tomé: A self-consistent anisotropic approach for the simulation of plastic deformation and texture development of polycrystals – Application to zirconium alloys, Acta Metall 41, 1993, p. 2611–2624.
- [10] R. A. Lebensohn, P. A. Turner, J. W. Signorelli, G. R. Canova, C. N. Tomé: Calculation of intergranular stresses based on a large strain visco-plastic selfconsistent model, Mod. Sim. Mats. Sc. Eng. 6, 1998, p. 447–465.
- [11] C. N. Tomé, R. A. Lebensohn: Self consistent homogenization methods for texture and anisotropy, Continuum Scale Simulation of Engineering Materials: Fundamentals, Microstructures, Process Applications, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, KGaA, Weinheim, 2004, p. 473–499.
- [12] R. A. Lebensohn, C. N. Tomé, P. J. Maudlin: A selfconsistent formulation for the prediction of the anisotropic behavior of viscoplastic polycrystals with voids. J. Mech. Phys. Solids 52, 2004, p. 249–278.
- [13] R. A. Lebensohn, C. N. Tomé: Manual for Visco-plastic self-consistent (VPSC) Code Version 7c, 2009

# Hideghengerlési folyamat végeselemes modellezése és a hullámosság kimutatása

*A korszerű szalagfeldolgozó iparágak minőségi követelményei az utóbbi időben különösen az alaki jellemzőkkel szemben növekedtek. A hideghengerléssel előállított szalag síkkifekvése szorosan összefügg a hengerlés folyamán kialakuló hengerréssel. A szalag végső alakját a hengerrés alakváltozási törvényszerűségén keresztül a hengerállvány szerkezete, merevsége, az alakítási paraméterek befolyásolják. Kutatásunk célkitűzése a hideghengerlés során kialakuló alakhibák (lencsésesség) modellezése, a szalaggyártás technológiai pontosságának növelése érdekében.*

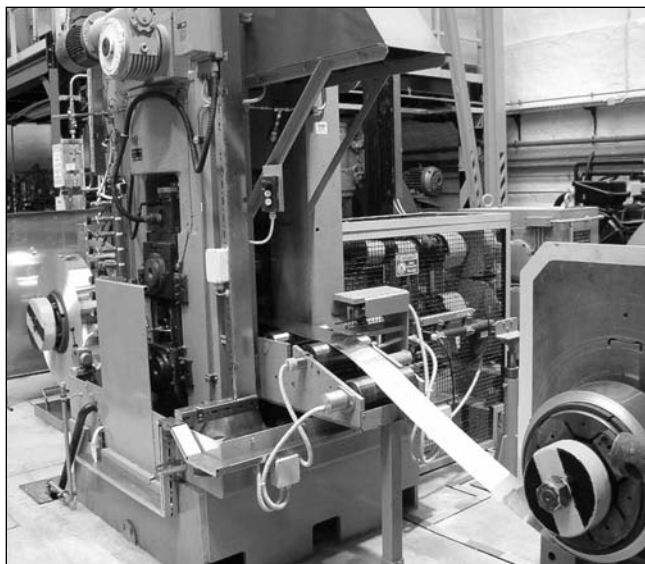
## 1. Bevezetés, célkitűzés

Az utóbbi évtizedekben világszerte felgyorsult a hideghengerlési technológiák fejlődése. Az általános fejlődés értelemszerűen a féltermékekkel szemben is fokozott követelményeket támaszt, ami a felhasználók részéről elsősorban szigorú minőségi elvárások formájában jelentkezik. A korszerű szalagfeldolgozó iparágak minőségi feltételei az utóbbi időben különösen a hengerelt termékkel szemben támasztott alaki követelmények területén növekedtek. A hengerrés alakváltozási törvényszerűségei következtében a végső alak kialakulásában a technológiai műveleteknek igen nagy szerepe van. A terhelt résalakot befolyásoló tényezők eredményeként kialakul egy hengerrés alak, ha ez nem biztosítja azt, hogy a szalag szélessége mentén a hengerlés folyamán az alakváltozás mértéke mindig azonos legyen, akkor belső feszültség vagy hullám alakul ki. Ezért elengedhetetlen a hengerek alakjának pontos ismerete.

A hengerlési erő következtében a henger részben rugalmasan benyomódik, részben behajlik. A munkahengernek a lemez által nyomott felülete, továbbá a munka- és támhengerek körkeresztmetszetei rugalmasan eltorzulnak. A hengerelt szalag alakja szempontjából a hengerszélesség mentén kialakuló benyomódás eltéréseinek a mértéke is lényeges. A hengerek rugalmas alakváltozása főként a kevésbé merev hengerek esetén határozza meg alap-

vetően a rés nagyságát, és így a hengerelt szalag síkkifekvését. A hengerelt szalagról átadódó megoszló terhelés jellege, valamint a munkahenger csapágyazásainak és a támhengerek elhelyezkedése miatt a hengerrés rugalmas alakváltozása csak térbeli kontakt végeselemes modellel számítható [1]. A végeselemes analízis és a számítástechnika utóbbi időben bekövetkezett fejlődése lehetővé tette a teljes hengerlési folyamat részletes szimulációját.

Alapvető célkitűzésünk az volt, hogy pontosan feltérképezzük a hideghengerlés során kialakuló hengerrést, amely a hengerelt szalag alakját, ezáltal a síkkifekvését is befolyásolja. Kutatómunkánk fő gerince – a fő célkitűzésnek megfelelően – olyan komplex modellezési módszer kidolgozása, amelyet az iparban alkalmazva javul a hidegen hengerelt lemezek síkkifekvése, ezáltal növekszik a hengerművek versenyképessége. Kutatásunk során törekedtünk arra, hogy korszerű mérési és számítástechnikai módszereket hasz-

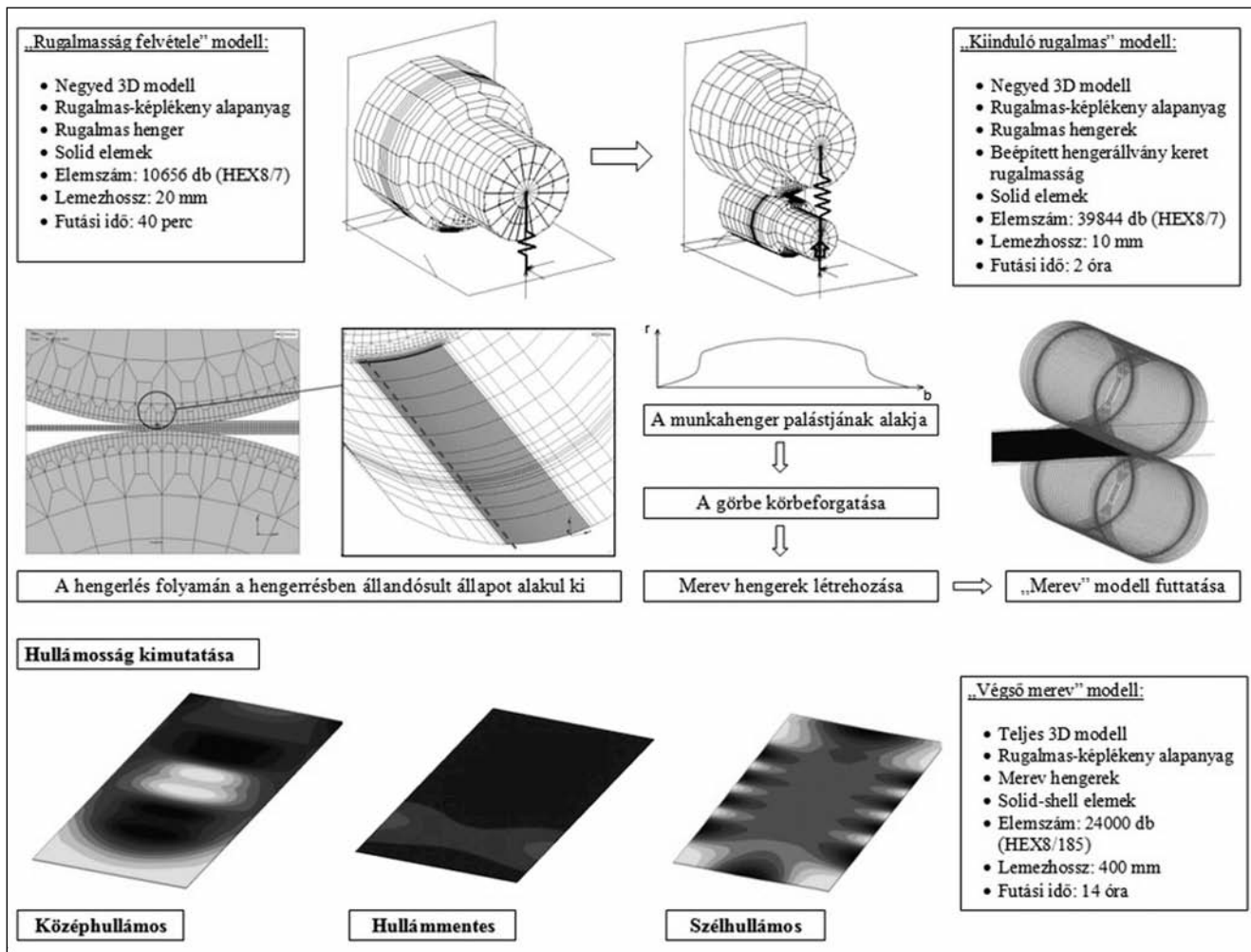


■ 1. ábra. A VON ROLL gyártmányú kísérleti hengerállvány

**Dr. Pálinkás Sándor** PhD, az anyagtudományok és technológiák doktora. 2006-ban gépészmérnökként végzett a Miskolci Egyetem Gépészmérnöki Karán, minőségbiztosítási szakirányon, ezután 2009-ben okleveles anyagmérnök diplomát szerzett a ME MAK anyagvizsgálat ágazatán, hőkezelő és képlékenyalakító szakirányon. Ezt követően doktori képzésben vett részt, és a Miskolci Egyetemen a képlékenyalakítás területén oktatási és kutatási tevékenységet végzett. 2013-tól a Debreceni Egyetem Műszaki Karán oktat, többek között Vegyipari géptan I. és Gyártástechnológia I. gyakorlatokat, valamint Műszaki ábrázolás II. és Anyagismeret I. előadásokat tart.

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

**Bézi Zoltán** a Bay Zoltán Nonprofit Kft. Mémöki Divíziójának tudományos munkatársa. Jelenleg a Kerpely Antal Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskola levelezős hallgatója. 2006-ban okleveles gépészmérnöki diplomát szerzett a Miskolci Egyetem Gépészmérnöki Karán, gépek és szerkezetek mechanikája szakirányon. Több éves tapasztalattal rendelkezik a különféle hegesztési és képlékenyalakítási technológiák végeselemes módszerrel történő szimulációjára, elemzése területén. Kutatási témája a hengerlési folyamatok modellezése az anyagszerkezeti változások hatásának figyelembevételével.



■ 2. ábra. A hengerlési folyamat komplex 3D modellezésének elve [3]

náljunk fel úgy, hogy az alakítandó anyag és az alakítást végző szerszám közötti kölcsönhatást modellezni tudjuk.

2008-ban az Alcoa-Köfém Kft.-ből egy VON ROLL gyártmányú kísérleti hengerállványt (1. ábra) áttelepítettek a Miskolci Egyetem Fémtechnológiai Intézetébe (a továbbiakban: ME-FKNI). A hengerállvány teljes körű felújítása után, hengerlési erő hatására kialakuló hengerrés változását bemutató kísérlet-sorozatot végeztünk. A hengerlési kísérletekhez keskeny alumíniumszalagot használtunk, azonban az elért eredmények egyéb fémek hengerlése során is használhatóak.

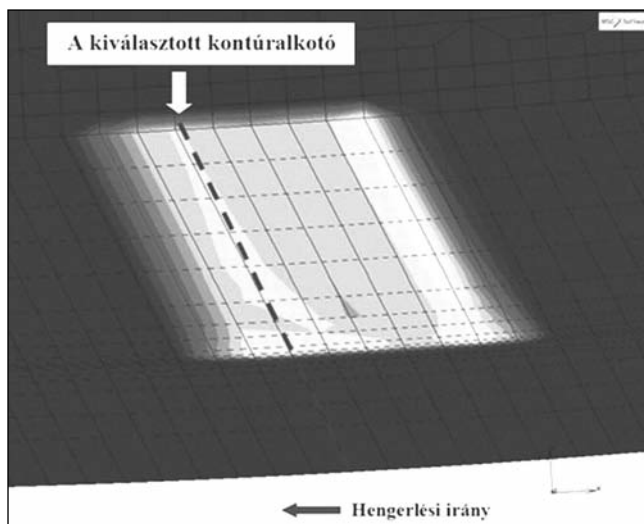
## 2. A végesselemes modell bemutatása

Kutatásunk eredményeként

komplex végesselemes modellt fejlesztettünk a hideghengerlési folyamat teljes körű leírására. A végesselemes modell készítése során az alakított anyagot lineárisan rugalmas izotróp keményedőnek, míg a hengereket

lineárisan rugalmasnak tételeztük fel a különböző hengerlési lépésekben. A komplex modell magában foglalja a hengerhajlítást és a különböző hengerlési paramétereket, a hengerek be- és összelapulását, valamint a hengerállvány rugalmas alakváltozását figyelembe véve számol, továbbá a hengerlés közben kialakult állandósult állapot segítségével alkalmas a hullámosság kimutatására is.

A kutatómunkánk fő célkitűzése a hideghengerlés során kialakuló hengerrés pontos feltérképezése volt, a kutatásunk arra irányult, hogy geometriailag pontos terméket lehessen gyártani. További – a fő célkitűzés megvalósítását elősegítendő – célunk volt, hogy a komplex végesselemes modell által számolt eredményeket valós kísérleti

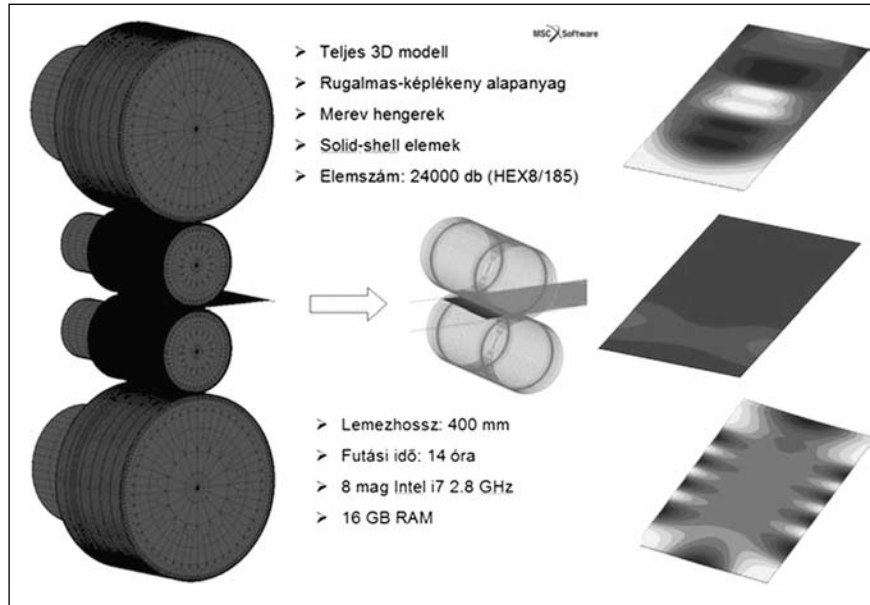


■ 3. ábra. A legnagyobb alakváltozású kontúralkotó kiválasztása

eredményekkel össze lehessen vetni, ehhez számos hengerlési kísérletet kellett végrehajtanunk az ME-FKNI VON ROLL gyártmányú kísérleti hengerállványán. A modellezést 3D-ben végeztük, az MSC.Marc nemlineáris végeselemes szoftver 2010.1-es verziójával. Nemlineáris folyamatok leírására a végeselem módszer igen hatékonyan alkalmazható. Ezzel együtt a nemlineáris analíziseknél a megoldás pontossága lényegesen nehezebben javítható, mint a lineáris analízisnél. A pontos végeselemes modellezéshez szükséges a feladat geometriájához illeszkedő kellő finomságú végeselemes háló, illetve fontos az, hogy az alkalmazott anyagmodell minél pontosabban illeszkedjen a modellezni kívánt fizikai folyamathoz.

Az elkészített komplex modell három szimulációs lépés összekapcsolásából tevődik össze (2. ábra), az első modell a kísérleti hengerállvány rugalmasságának meghatározására szolgált, a második modell a teljes hengerrendszer modellje, amely a tényleges hideghengerlési folyamat végeselemes analízisét tartalmazza. Ebben kerül meghatározásra a hideghengerlés során kialakuló résalak. A harmadik modell a hullámosság kimutatásával foglalkozik. Ennek megvalósítására egy egyszerűsítést végeztünk, mivel a második modellben a hullámosság kimutatása olyan hosszú időt igényelt volna, amelyet a mai számítástechnikai kapacitások mellett sem lehetett volna kezelni.

Az első modellre a hengerállvány rugalmasságának meghatározása miatt volt szükség, mivel a hengerlési folyamat pontos modellezése érdekében nyomon kell követni a kísérleti hengerállvány eredő rugalmasságát, amely magában foglalja a hengerállvány rugalmasságát (ami a hengerállvány keret és a hengerlési erő hatásvonalában lévő gépelemek rugalmasságából tevődik össze), valamint tartalmazza a hengerek rugalmasságát (belapulás, összelapulás, hengerek tengelyvonalának rugalmas kihajlása) is. Ezután a meghatározott rugóállandót beépítettük a má-



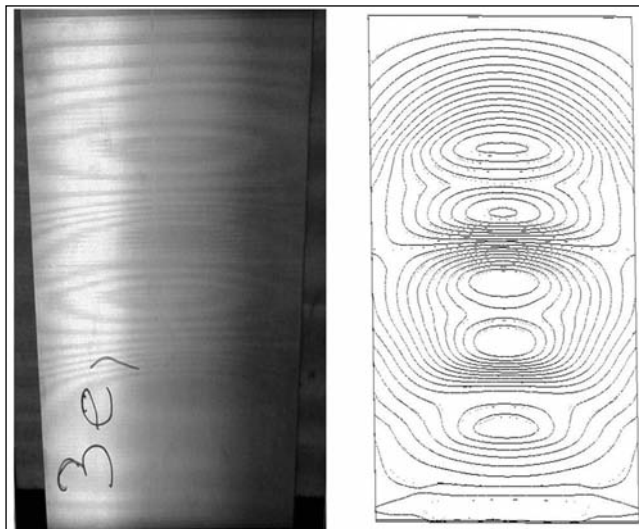
■ 4. ábra. A hengerlés szimulációs folyamatának egyszerűsítése [4]

sodik modellbe, amely a hengerlés során különböző hengerhajlító erők hatására kialakuló hengerrés alak meghatározására szolgál [2].

A hullámosság kimutatására irányuló modell készítése során a fő célunk az volt, hogy kidolgozzunk egy olyan módszert, amellyel a hullámosság kimutatásához elegendően hosszú lemez alakítási folyamatát szimulálni lehet. A hengerlés folyamán a hengerrésben állandósult állapot alakul ki, ezt kihasználva alkottuk meg a hullámosság kimutatására szolgáló „végső merev” modellt. A modell készítése során a „kiinduló rugalmas” modellben a henger szélessége mentén kialakult terhelt hengerrés legna-

gyobb torzulást elszenvedő hengeralakotóját képeztük le, majd ezt megforgatva merev hengereket hoztunk létre, a terhelt hengerrés alaknak megfelelően. A legnagyobb alaktorzulást elszenvedett kontúralkotó kiválasztása során a terhelt hengerrés azon részét vettük figyelembe, ahol a lemez kilép a résből, mivel az itt kialakuló résalak határozza meg a kilépő lemez lencsességét. A kontúralkotó kiválasztása vizuálisan történt, amelyet a 3. ábra mutat. A munkahenger alakváltozását színskála jelöli, a kiértékelés során előfordult olyan eset, hogy a kiválasztani kívánt részen nem voltak csomópontok, ekkor a szimuláció lépéseit addig változtattuk, míg a kívánt részre csomópontok nem kerültek.

A 4. ábra a hengerlés szimulációs folyamatának egyszerűsítését mutatja, az ábra bal oldalán hagyományos quartó elrendezésben solid elemekből felépülő – félhengerekkel végzett – hengerlés szimulációja látható, majd a modell egyszerűsítése érdekében a merev hengerekkel folytattuk tovább a folyamat szimulációját. A „végső merev” modell felépítésekor, a „kiinduló rugalmas” modellben solid elemekből felépülő hengerek hengerlés közben kialakult hengergeometriájával azonos merev henge-



■ 5. ábra. A hengerlési kísérletben és a modellezés során kapott középhullám [3]. Hengerhajlító erő: 3800 N, alakváltozás: 1%

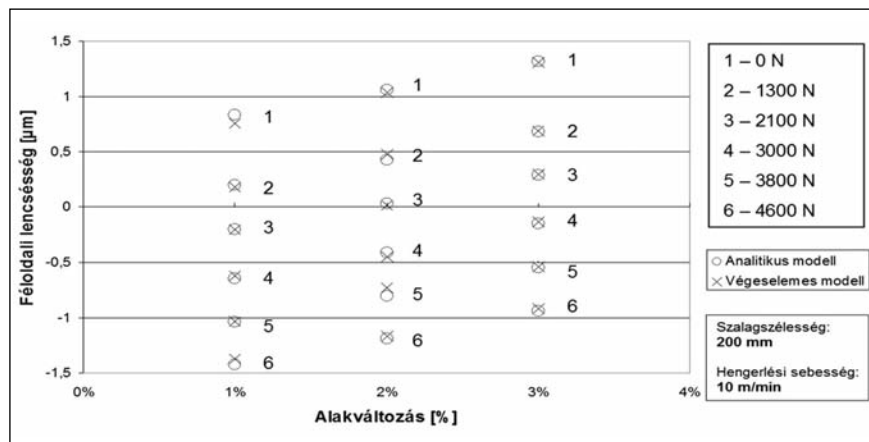
reket használtunk, ez a geometria tartalmazza a hengerállvány összes rugalmas hatását. A rugalmas-képlékeny alapanyag hálózására 24000 darab solid-shell (HEX8/185) típusú elemet használtunk.

Ezzel az új modellezési módszerrel jelentősen csökkenteni tudtuk a szimulációs folyamat számítási igényét. A „kiinduló rugalmas” modellben egy 10 mm hosszú lemez hengerlése 2 óráig tartott, az új módszernek köszönhetően egy 400 mm hosszú lemez hengerlésének a szimulációs ideje 14 óra. Ez a lemez hosszúság már elegendő volt a lemezben kialakuló középhullámos, szélhullámos és hullámmentes állapotok kimutatására. A szimuláció során kapott eredményeket összehasonlítottuk a VON ROLL gyártmányú kísérleti hengerállványon végzett hengerlés eredményeivel. Az 5. ábrán példát mutatunk be az egyik kísérleti minta hullámosságának összehasonlítására.

A hengerlési folyamat vége-selelemes modellezése során kapott eredményeket összehasonlítottuk egy korábban készített a VON ROLL gyártmányú kísérleti hengerállvány hengerrés alakjának meghatározására szolgáló analitikus modell [5] eredményeivel. A 6. ábrán, a vízszintes tengelyen a különböző alakváltozásokat, a függőleges tengelyen pedig a lemez egyik oldalának a lencsés-ségét tüntettük fel, míg a számokkal az eltérő hengerhajlító erőket jelöltük.

### 3. Összefoglalás

Jelen cikkünkben bemutatott modellezési módszerrel ipari hengerlési folyamatok is modellezhetőek. Korábban a hideghengerléssel foglalkozó kutatók hengerlési kísérletek alapján határozták meg a sikkfekvés biztosításához szükséges paramétereket, ehhez nagy mennyiségű alapanyagot használtak fel, és nagyon sok hengerlési kísérletet kellett végezniük. A kutatómunkánk során kifejlesztett vége-selelemes modellt fizikai kísérletekkel ellenőriztük, ezáltal lehetővé vált, hogy a VON ROLL gyártmányú kísérleti hengerállványon konkrét kísérletek nélkül előre meg lehet határozni a kifutó lemez alakját. Az említett hengerállvány egy kísérleti hengerállvány, így ezzel nem állt módunkban tömeggyártást



6. ábra. Az analitikus és a vége-selelemes modell eredményeinek összehasonlítása

optimalizálni, azonban véleményünk szerint az elért eredmények a tömeggyártásban is hasznosíthatóak. Az ipari alkalmazás során az adott hengerállványra hasonló elvek alapján elkészített vége-selelemes modell által előre meg lehetne határozni a hengerlés után kialakuló lencsés-séget, és ezt össze is lehetne vetni a stresszométerrel végzett mérés alapján számított lencsés-séggel.

Az általunk kidolgozott vége-selelemes módszerrel a hengerlési folyamatok modellezése lényegesen egyszerűbb lett. Az ipari tapasztalatok alapján megállapítható az, hogy a hideghengerlés során előállított szalag alakját nagymértékben befolyásolja az alapanyag meleghengerlése során kialakuló lencsés-sége. Ezt a lencsés-séget be lehet építeni a vége-selelemes modellbe, így az iparban történő alkalmazás során a hideghengerlési folyamatoknál előre számítani lehet a hengerelt termék alakját az első szűrésben, sőt a további lencsés-ségek ismeretében a teljes hengerlési folyamatot szűrésről-szűrésre nyomon lehet követni. Az elkészített modell által nyújtott számítás eredményeinek felhasználásával a szabványban előírt fokozottan sikkfekvő hidegen hengerelt szalagokat lehetne előállítani. A modelljeink együttes alkalmazásával a hengerlési folyamatot befolyásoló paraméterek és a lemez geometriai paraméterei között közvetlen függvénykapcsolat határozható meg, ami alapja lehet a hengerlés online szabályozásának.

A kutatás során elért eredmények alkalmazásának további lehetősége rejlik abban, hogy a modell segítségével meghatározható az a kritikus

feszültségeloszlás, amelynél a hullámképződés megindul, ezáltal mód nyílik az instabilitás feltételeinek a meghatározására is.

### Irodalom

- [1] Voith Márton: A képlékenyalakítás elmélete, Nagy alakváltozások tankönyve, Miskolci Egyetemi Kiadó, 1998.
- [2] Sándor Pálincás, György Krállics, Zoltán Bézi: Modelling of Crown on Cold Rolled Aluminium Sheet, MATERIALS SCIENCE FORUM 752., 2013., pp. 115–124.
- [3] Pálincás Sándor, Krállics György, Bézi Zoltán: Hidegen hengerelt alumínium lemez hullámosságának modellezése, Proceedings of the 1st International Scientific Conference on Advances in Mechanical Engineering (ISCAME 2013), Debrecen, Magyarország, 2013. 10. 10–2013. 10.1 1. Debreceni Egyetem Műszaki Kar, pp. 143–152. (ISBN:978-963-473-23-3).
- [4] Sándor Pálincás, György Krállics, Zoltán Bézi: Finite element modelling of cold rolling process, Proceedings of the International Scientific Conference on Advances in Mechanical Engineering (ISCAME 2014), Debrecen, Magyarország, 2014. 10. 08.–2014. 10. 09. University of Debrecen Faculty of Engineering, 2014. pp. 118–123. (ISBN: 978-963-473-751-3)
- [5] Sándor Pálincás: Investigation of the shape of roll gap of experimental mill stand, IN-TECH 2010. Prague, Csehország, 2010. 09.14. – 2010. 09. 16. pp. 436–439. (ISBN: 978-80-904502-2-6)

BRUNO BUCHMAYR – GERHARD PANZL

## A fém alkatrészek előállítására szolgáló additív gyártástechnológia SWOT-analízise és alkalmazása\*

*Az additív gyártástechnológia a gépipar számára számos új lehetőséget kínál, miközben az egyedi vevői igények és a bonyolult alakú követelmények kielégítésére – különösen kis sorozatú gyártáskor – jó lehetőségek nyílnak.*

*A selectív laser melting (SLM; szelektív lézersugaras olvasztás) gyártási elvének rövid bemutatása után a fémportól a kész alkatrészig vezető utat jellemezzük. Részletes SWOT-elemzéssel bemutatjuk a jelenlegi helyzetet, és ebből a kutatás, illetve az új alkalmazások számára stratégiákat vezetünk le.*

*A SWOT-elemzésnek különösen az eljárás összetett voltát és az eljárásban rejlő, még fel nem tárt potenciált kell bemutatnia, és általa az eljárás lehetőségeit lehet megítélni.*

### 1. Az additív gyártás jelentősége

A műszaki termékek előállítása folyamatosan változik, és mindig illeszkednie és alkalmazkodnia kell a vevők egyre fokozódó igényeihez, a környezeti körülményekhez, a források megővéséhez és a műszaki innovációhoz.

A tömeggyártástól a rugalmas gyártáson át egészen az additív gyártásig vezető átalakulás – többek között a just in time szállítás, a számítógépes mérnöki tevékenység (computer engineering), az agilis gyártás (Agile Fertigung) – az IT és az automatizáció területén bekövetkezett sokoldalú fejlődés eredményeképpen nagyon gyorsan halad előre.

Néhány éve ezeket az új követelményeket az additív gyártási eljárás

sokkal igyekszünk kielégíteni, melyek a rendelkezésre álló források hatékony felhasználásával, a prototípusok gyors előállítási lehetőségével – szerzőigény nélkül – az alkatrészek funkciójának integrációjával és az alkatrész alakjának nagyon szabad kialakításával tűnnek ki [1, 2, 3].

Időközben a keretfeltételek az egyre erősödő innovációs kényszer, a vevői igények szerinti termékek, változatonkénti kis darabszámok, nagyobb alkatrész-komplexitás és rövidebb fejlesztési idők irányába változtak. Az elmúlt években a generatív gyártás élénk gazdasági és technológiai fejlődést élt át. 2013-ban ez a szektor megközelítette a világon a 3 Mrd USD-os forgalmat. A következő évekre, pontosabban 2020-ra vonatkozó prognózis 20 Mrd USD-nyi termelést jelez [4].

Az additív gyártás tehát a technológiai ismeretlenségből fokozatosan kibontakozik, és a hagyományos gyártás számára egyre inkább konkurenciát fog jelenteni.

Az additív gyártás legfontosabb eljárásai közé a sztereolitográfia, a polimerek 3D-s extrudálásának FDM-eljárása (Fused Deposition Modeling),

illetve a fém alkatrészek előállítására szolgáló szelektív lézersugaras szintering (SLS) és a szelektív lézersugaras olvasztás (SLM) tartozik. Az additív gyártási eljárások közé más kifejezéseket és technológiákat is sorolnak, mint például 3D-s nyomtatás, gyors prototípus készítés (RP), gyors szerzőszámítás (RT), gyors gyártás (RM) és a generatív gyártóeljárás.

A következőkben csak a nagy értékű fémes szerkezeti anyagok (ötvözetek) szelektív lézersugaras olvasztásával (SLM-eljárásával) foglalkozunk, elemezve ennek előnyeit és hátrányait, kitérve ennek az eljárásnak gazdaságos és célszerű alkalmazási lehetőségeire, továbbá az elemzés alapján a kutatás-fejlesztés irányát is kijelöljük.

### 2. Szelektív lézersugaras olvasztás (SLM)

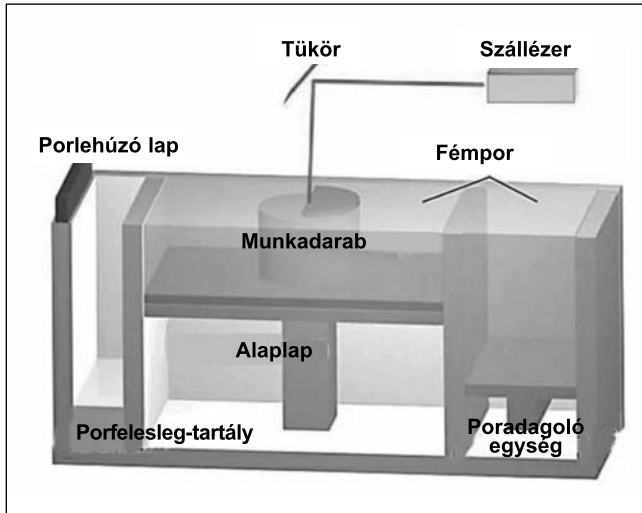
Az SLM során 10-45  $\mu\text{m}$  nagyságú, gázporlasztással előállított, és így gömb alakú fémporrészecskéket viszünk fel rétegenként egy bázisfelületre, majd lézersugár segítségével ezt a fémport a kijelölt helyeken megolvastjuk. A késztermék rétegeinek vastagsága, amelyet az alaplap (bázisfelület) lesüllyesztésének mértéke határoz meg, kb. 20-40  $\mu\text{m}$ -t tesz ki, és ezzel egy kiváló felületi minőségű és érdességű ( $R_a < 10 \mu\text{m}$ ) 3D-s alkatrész keletkezik. Sörétezással végzett utólagos kezeléssel a felületi minőség még tovább javítható.

Az SLM-eljárás működési elvét a 1. ábra szemlélteti. Alkatrészeket közvetlenül az alaplapra vagy egy alaptestre lehet „ráhegeszteni”, vagy egy filigrán támszerkezet segítségével,

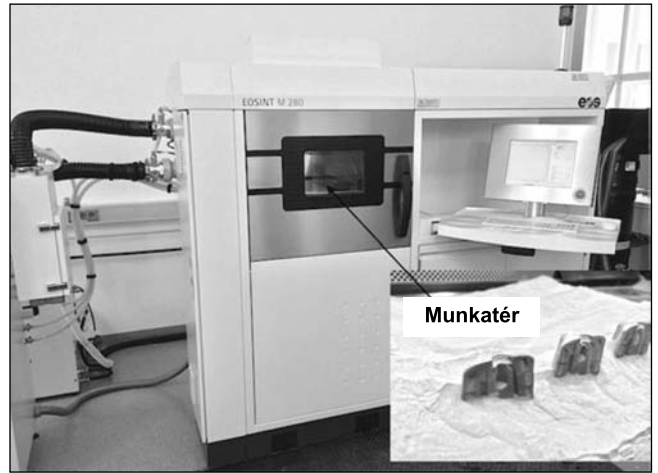
*Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Bruno Buchmayr, Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Umformtechnik.*

*Dipl.-Ing. Gerhard Panzl, Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Umformtechnik.*

\* A cikk megjelent: BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte. (2015) Vol. 160, (1): 15–20.



■ 1. ábra. A szelektív lézersugaras olvasztás működési elve



■ 3. ábra. A LUT-on (Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Umformtechnik) működő EOSINT M280 típusú szelektív lézersugaras hegesztőberendezés

ami a kész alkatrész leválasztását megkönnyíti. Az alkatrész aktuális rétegét, a metszefelületeket és azok kontúrait a lézersugár segítségével egy ún. Hatching-algoritmus segítségével olvasztják meg, miközben a sugáreltérítést galvomotorok, és rezgő tükrök segítségével biztosítják.

Ennek megfelelően a folyamat lényegében egy lézersugaras hegesztési eljárásként fogható fel, amelynél a hegesztési sávok szélessége csak kb. 0,1 mm-t tesz ki (lásd a 2a ábrát). Elvileg az elektronsugár-eltérítés is lehetséges lenne.

Függőleges irányban akár több ezer réteg található, amelyek – ugyanúgy mint egy többretegű hegesztési varratban – metallurgiaiilag egymásra hatnak, meghatározva a kész termék végső tulajdonságait.

A lézersugaras claddinggel összehasonlítva – amelynek során a fémport egy fúvóka segítségével egy olvadátköcsába fújják – az SLM-eljárás építkezé-

si sebessége 0,01 kg/óra, ami egy nagyságrenddel kisebb, mint a claddingé.

A tanszéken (Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Umformtechnik) meglévő SLM-berendezést (Típus: EO 280) a 3. ábrán mutatjuk be. Az ábrához tartozó műszaki adatokat az 1. táblázat tartalmazza.

### 2.1. A terméktervezéstől a késztermékig vezető közvetlen út

A folyamatlánc – amelyet leegyszerűsítve a 4. ábra szemléltet – vagy egy digitális 3D-s modell importálásával, vagy „reverse engineering”-gel kezdődik el. Ez utóbbi eljárás során érintésses vagy optikai mérésekkel (3D-s szkennerek, fényugár metszés, moaréstechnika, fotogrammetria, CT) pontfelhő formájában virtuálisan állítjuk elő a tárgyat. Ezeket a pontokat paraméteres geometriai elemekké transzformáljuk egy felület-visszaállítás segítségével, és így a tárgyat a 3D-s digitáli-

zációnak megfelelően rekonstruáljuk. Az alkatrész gyártásához ezt a geometriai alakot rendszerint STL adatformában (Standard Tessellation Language) dolgozza fel az SLM-berendezés vezérlő szoftvere. Az ezt követő szeletelési eljárás közben az alakot az előre meghatározott építkezési rétegvastagságnak megfelelően SLC-formában rétegenként tároljuk.

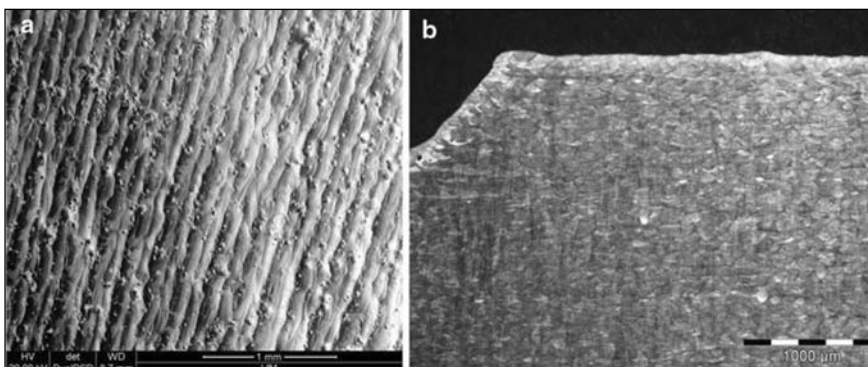
Ezután következik a támasztószervezet kialakítása az összekötő elemek alakjának és szilárdságának figyelembevételével, például SW-Magic szoftver segítségével. Végül az alkatrészt virtuálisan pozicionáljuk az alaplapon, továbbá beállítjuk az additív technológia paramétereit. Mindezek után végrehajthatjuk az alkatrész rétegenkénti felépítését védőgáz-atmoszférában (N<sub>2</sub> vagy argon), míg végül is több óra múlva a végső építési magasságot el nem érjük.

A felesleges port leszívjuk és visszavezetjük a rendszerbe. Utólagos mechanikai és termikus (hő)kezeléssel a felületi minőséget és a mechanikai jellemzőket még tovább javíthatjuk. Általában a szilárdság, sőt még az alakíthatóság is megfelel az ugyanebből az anyagminőségből, de hagyományos eljárással előállított termékeknek.

A 2. táblázatban az SLM-eljáráshoz kereskedelmi forgalomból beszerezhető ötvözetporokról adunk áttekintést.

### 2.2. Az alkatrész minőségére ható tényezők

Az SLM-folyamat eredményét a por



■ 2. ábra. a) Egy Mar300 típusú acélból készült szerszám felületének pásztázó elektronmikroszkópos felvétele; b) Egy Ni-bázisú szuperötvözetből SLM-technikával készült alkatrész metszetéről készült metallográfiai felvétel

### 1. táblázat

#### Az EOSINIT M280 berendezés műszaki adatai

Berendezés- és folyamatparaméterek	Érték	Mértékegység
A gyártható alkatrész maximális mérete	250×250×325	mm
Az Yb-szállézer teljesítménye	400	W
Fókuszáló optika	F-Theta lencse	-
Pásztázási sebesség	<7	m/s
Olvasztási teljesítmény	1–20	mm <sup>3</sup> /s
Porozitás	<1	%
Lézersugár foltmérete a darab felületén	100–500	µm
Olvasztott réteg vastagsága	20–50	µm
Fémpor szemcsemérete	10–45	µm
Termék minimális falvastagsága	0,3	mm
Felületi érdesség R <sub>z</sub>	30–50	µm
Alaplapfűtés	<200	°C
Védőgázok	N <sub>2</sub> , Ar	-

### 2. táblázat

#### A kereskedelmi forgalomban beszerezhető fémporok kínálata

EOS Mat. – jelölés	Ötvözetípus	Jellemző alkalmazási terület
Direct-Metal 20	Bronzbázisú ötvözet	Fröccsöntő szerszámok funkcionális prototípusaihoz
Maragaing acél MS1	18Mar 300/1.2709	Szerszámgyártás
Rozsdamentes acél GP1, PH1	17–4 Acél 1.4542	Gépalkatrészek és orvostech- nikai eszközök prototípusai, alkatrészei
CobaltChrome SP 1,2	CoCrMo szuperötvözet	Orvosi és fogászati technika
Titanium Ti64	Ti6Al4V ötvözet	Könnyűszerkezetes építés, légiközlekedés, motorgyártás
Titanium TiCP	Tiszta titán	Orvosi és fogászati technika
Alumínium	AlSi10	Kis tömegű alkatrészek

anyagminősége, a folyamat technológiai paraméterei, a porjellemzők és a pásztázás stratégiája határozza meg.

A fémpor hatását a részecskeméret – illetve annak méret szerinti eloszlása, alak jellemzői és folyási viselkedése –, továbbá a kémiai összetétele határozza meg. A jellemző folyamatparaméterekhez a lézersugár-teljesítmény ( $P$ ), a pásztázási sebesség ( $v$ ) és a folt nagyság sorolható. Többnyire ezeket a paramétereket a térfogati energiasűrűségben ( $E$ ) vonjuk össze a következő alakban:

$$E = P/(v \cdot d \cdot h) \text{ [kJ/mm}^3\text{];}$$

ahol  $d$  – a rétegvastagság,  
 $h$  – a hegesztési sáv laterális (területi) kiterjedése.

Az úgynevezett folyamatdiagramokban (technológiai ablak) – ahol a sugárteljesítményt ábrázoljuk a pásztázási sebesség függvényében – a megmunkált anyagminőségtől függő munkaterületek jelölhetők ki (lásd az 5. ábrát) [5].

Túlságosan nagy lézersugár-teljesítmény esetén az ún. „balling” jelenség lép fel, amelyet olvadákcseppképződésnek nevezünk.

Túlságosan nagy pásztázási sebesség esetén kötési hibák (elégtelen beolvadás) lépnek fel.

A fajlagosan bevitt hőmennyiség a porozitást is befolyásolja, és így akár lézerszinterelés (a szerk.: részleges felületi megolvadás) vagy akár lézersugaras olvasztás is elérhető.

A méretpontosság és a repedés-

mentesség, továbbá az alkalmazás közbeni viselkedés szempontjából nagyon fontosak az alkalmazott gyártási folyamat során kialakuló saját feszültségek, amelyek nagyon erősen függenek a hőmérséklettől, a termofizikai jellemzőktől és a pásztázási stratégiától [6].

A folyamatparaméterek optimalizálása és az eredményként kapott mechanikai és technológiai tulajdonságok jellemzése nagyon időigényes, melyet a szokásos metallográfiai módszerekkel és anyagvizsgálatokkal lehet elvégezni.

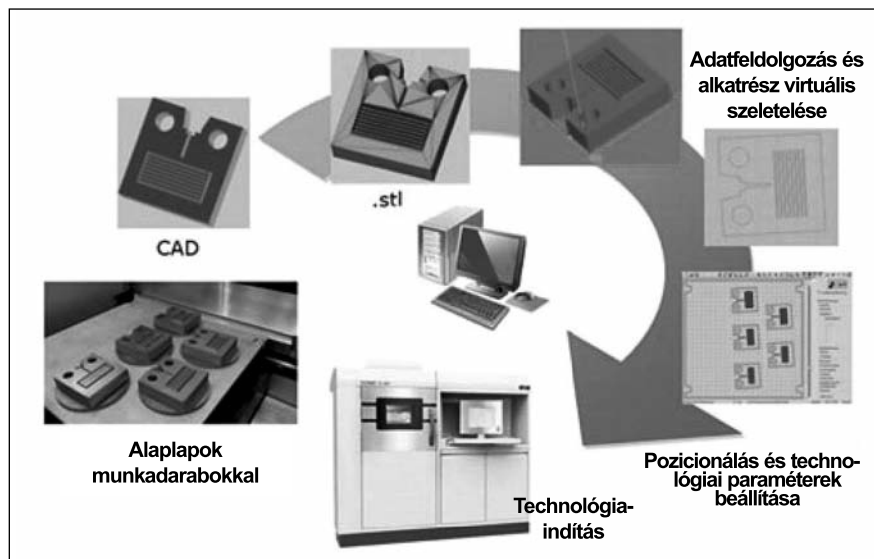
A 6. ábrán példaként bemutatott teszt, illetve kalibráló teszt alapján a geometriai korlátok és kritikus áthidalások jellemzői megállapíthatók.

### 2.3. Sikeres alkalmazási területek

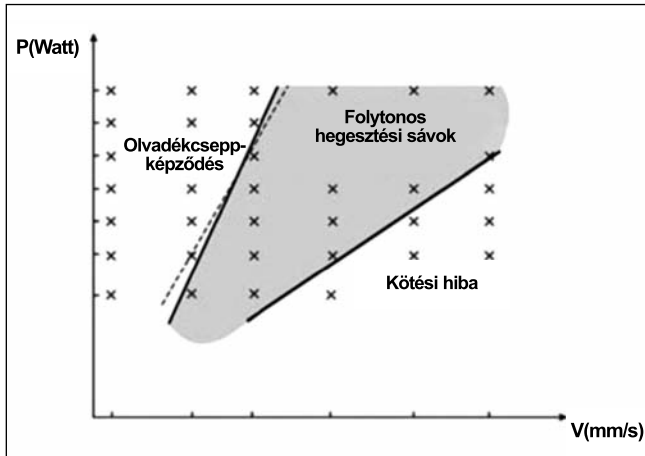
A vállalatok és a különböző ipari ágazatok az additív előállítási eljárásokat a prototípus készítésben és a gyártásban is egyre szélesebb körben alkalmazzák. Ide sorolható az űr- és a repülőgépipar, a gyógyászat, az autógyártás, a különleges gépgyártás, szerszámgyártás, elektronika és a fogyasztásicikk-gyártó ipar.

A tervező és gyártó cégek az additív eljárásokkal alkatrészeket gyártanak a digitális kamerák, mobiltelefonok számára, alkatrészeket, valamint belső szerelvényeket autókhoz, alkatrészeket és alkatrészcsoportokat a repülőgépekhez, orvosi és fogorvosi implantátumokat és számos más terméket.

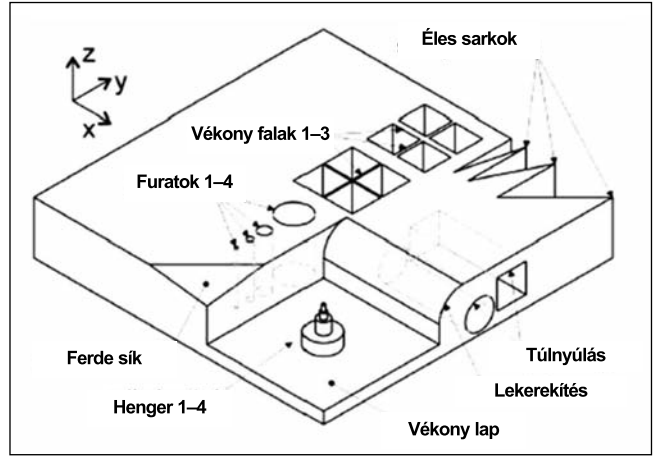
A topológia és az alakoptimalizálási



■ 4. ábra. A CAD-rajztól a késztermék előállításáig vezető út



■ 5. ábra. A szelektív lézersugaras olvasztás technológiai ablaka [5] szerint



■ 6. ábra. A technológia alkalmazhatóságának vizsgálatára szolgáló tesztmodell [5] szerint

módszerek összekapcsolásában – mint például a speciális rácsszerkezetek révén vagy a mechanikai építési elvek segítségével – olyan merev szerkezetek állíthatók elő, melyeknek igen kedvező a teherviselő képesség/tömegaránya (Leichtbau-potencial).

A 7. ábra két példát mutat a sikeres SLM alkalmazásokra.

### 3. A folyamat és a termékfejlesztés SWOT-analízise

Az innovációs stratégiák és a megközelítési módok levezetéséhez és az SLM-eljárás és a vele előállított termékek továbbfejlesztéséhez (szerszámok és alkatrészek) a SWOT-analízist módosított formában alkalmazzuk.

A SWOT-elemzés nevében szereplő S (Strength) az erősséget, a W (Weakness) a gyengeséget, az O (Opportunity) az esélyt és a T (Threats) a veszélyeket jelenti.

Ezt a módszert általában a vállalatok fejlesztési stratégiájának kidolgozásakor alkalmazzák, amikor a vállalat belső erősségeit és gyengeségeit a piac, illetve a versenyképességi szituáció esélyeinek és veszélyeinek szembeállításával elemzik, és a versenyképesség javítása érdekében szükséges intézkedéseket vezetnek le [7, 8]. Ennek a munkának azonban az a célja, hogy az SLM gyártási folyamat erősségeiből és gyengeségeiből induljunk ki, és azokat a tematikai környezetből

adódó esélyekkel és veszélyekkel kapcsolatba hozzuk.

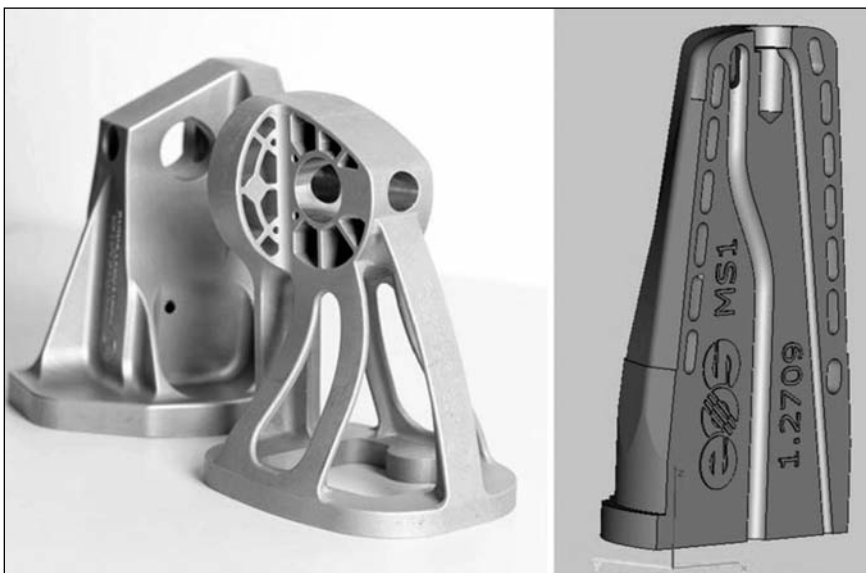
A SWOT-eljárás kapcsolati mátrixából S/O, W/O, W/T vagy S/T-s stratégiákat lehet levezetni. Stratégiaiként fontos szempontok lehetnek azok a megállapítások, amelyek az erősségek és esélyek kapcsolatából (Matchingstrategie), valamint a gyengeségek és veszélyek erősségekké és esélyekké való átalakításából (átalakítási stratégia), valamint a veszélyek és gyengeségek kiküszöböléséből (semlegesítési stratégia) adódnak [9]. Ennek a módszernek az előnye a tömörített és jól áttekinthető, egyszerű ábrázolásban van, továbbá annak lehetősége, ill. ez az elemzés könnyen tárgyalható [10].

A 3. táblázat az SLM-eljárás kapcsolati mátrixát mutatja, amelynek összeállításakor megkíséreltük az egyes tényezőket jelentőségüknek megfelelően sorba rendezni, mégpedig úgy, hogy a tényezők jelentősége felülről lefelé csökken.

#### 3.1. A lehetséges fejlesztési stratégiák megítélése és levezetése

Az S/O stratégiára – vagy matching stratégiára – példaként az S1 tényezőnek az O4 tényezővel vagy az O5 tényezővel, vagy az S3 tényezőnek az O/10 tényezővel való összekapcsolását nevezhetjük meg. A W1-nek az O1-gyel való összekapcsolása azt eredményezheti, hogy a szükséges anyagköltség csökken, és ezáltal az SLM-eljárás a hagyományos technológiákhoz viszonyítva versenyképesebb lesz.

Maguk a berendezésgyártók is igye-



■ 7. ábra. SLM-technikával előállított alkatrész és szerszám. PH-acélból készült repülőgép merevítés (balra), polimerek fröccsöntéséhez alkalmazott felületközelű hűtőcsatornákkal ellátott szerszám az ütemidő csökkentése céljából (jobbra). Forrás: EOS München

### 3. táblázat

#### Az SLM-eljárás SWOT-analízisének kapcsolati mátrixa

S – erősségek, előnyök	W – gyengeségek, hátrányok
1. Komplex alakok (üreges testek, tetszőleges alakú felületek) kialakíthatósága	1. Költséges beruházás (por alapanyag és gyártás)
2. Nagyobb alkatrész komplexitás érhető el többletköltség nélkül	2. Kicsi gyártási sebesség, termelékenység
3. Szerszám nélküli gyártás	3. Korlátozott alkatrészméret
4. Ember nélküli gyártás egész éjszaka	4. A jó felületi minőség igénye utólagos megmunkálást tesz szükségessé (pl. sörétezés)
5. Kiváló anyagfelhasználás, hatékonyság	5. Belső feszültségek, vetemedés, tűrések
6. Gyors prototípus-készítési lehetőség	6. Hiányzó folyamatellenőrzés (minőségbiztosítás)
7. Szerszámok közvetlen, direkt előállítás	7. A fémporok korlátozott elérhetősége, kínálata
8. Kiszériás gyártásra is alkalmas	8. Az új összetételű porok alkalmazásakor nagy a folyamatoptimalizálásra befektetendő munka
9. Alkalmas számos ötvözetből való gyártásra	9. SLM-nek megfelelő tervezés és ahhoz illeszkedő konstrukció
10. Szövetszerkezeti finomság és kedvező mechanikai tulajdonságok	10. SLM specifikus hibatípusok: hiányos beolvadás, olvadékcsepp, porozitás
11. Alaplapra való alkatrészgyártás, hibrid alkatrészek és réteges kompozitok előállítása	11. A tulajdonságok anizotrópiája
12. Gyártási lépések számának csökkenése	12. A nagy sorozatú gyártás nem gazdaságos volta
13. Több berendezés szállító az EU-ban	13. Üzemeltetői karbantartás lehetősége nem megoldott
14. Jó folyamatszabályozhatóság	
O – esélyek	T – veszélyek
1. A fémpor költségének csökkenése	1. A jó konstruktőrök hiánya
2. Új összetételű ötvözetporok piacra kerülésével új alkalmazási lehetőségek adódnak	2. Nem kielégítő képzés az SLM területén
3. A felhasználói igényekhez való alkalmazkodás	3. Olcsóbb gyártástechnológia igénye
4. Az anyagfelhasználás és az anyagtakarékos konstrukció hatékonyságának fokozódó jelentősége	4. Túl lassú fejlesztés az SLM-eljárás területén
5. A funkcionalitás fokozódása	5. Időigényes, szükséges utómunkálatok
6. Több alkatrész egyetlen alkatrészzé való egyesítése, és ennek következtében egyszerűbb szerelhetőség	6. Porok regenerálása, hulladékkezelés
7. Jobb hűtésű szerszámkonstrukciókkal elérhető rövidebb ütemidők	7. A új összetételű porok alkalmazásához szükséges folyamatparaméterek ismeretének hiánya
8. Nők és férfiak számára egyaránt alkalmas munkahelyek	8. A versenytársak számának rohamos növekedése
9. Nagy elfogadottság a fiatalok körében	9. Az USA-val és az ázsiai országokkal folytatott technológiai verseny
10. Ember nélküli gyártás, nincs szükség raktárkészletre	10. Nem kielégítő harmonizáció
11. Utángyártás reverse engineeringgel	11. Túlbecsült környezeti hatások
12. Világszerte érvényesülő helyi elérhetőség	12. Nagyon komoly biztonsági követelmények, előírások.
13. Minimális logisztikai ráfordítás, költség	
14. A folyamat optimalizációja modellezés és szimuláció révén	
15. Jobb képelemző eljárások a minőségbiztosításhoz	

keznek néhány gyengeséget, különösen a kis termelékenységből adódó gyengeséget kiküszöbölni. Vannak elképzelések több lézersugár egyidejű alkalmazására is, akár több alkatrész egyidejű megmunkálására egy berendezésen belül, vagy akár egy alkatrészen belül.

Ahhoz, hogy az új technológiai megoldást szélesebb körben lehessen alkalmazni, feltétlenül meg kell oldani a technikusok és konstruktőrök (tovább)képzését (T1 és T2). A képzés során feltétlenül figyelembe kell venni az SLM-eljárás tervezési szempontjait (W3) és a folyamat specialitásából

adódó hibajelenségeket (W10).

A stratégiai intézkedések teljes körű megtárgyalására az adott keretek között nincs lehetőség, és ez a tárgyalásmód nyilvánvalóan erősen függene magától az értékelendő esettől. Ennek megfelelően a következőkben csak néhány olyan szempontot emelünk ki,

amelyek elsősorban az egyetemeken, főiskolákon és más kutatóhelyeken folyó kutatásokat érintik. Vállalati szempontokat versenyképességi okok miatt itt nem érintünk.

### 3.2. Kutatási igények

Ahhoz, hogy az SLM-eljárás további elterjesztéséhez szükséges teendőket meg tudjuk nevezni, különböző típusú kutatás-fejlesztési tevékenységekre van szükség. Ehhez tartozik a folyamat-paraméterek optimalizálása, a teljes folyamatlánc szimulációja, beleértve a belső feszültségek eloszlását és a vetemedés előrejelzését, továbbá a folyamat inline felügyeletét, hogy az alkatrészben kialakuló hibákat közvetlenül érzékelhessük. Mindezek a minőségbiztosítás lényeges elemeit jelentik.

A könnyített szerkezetes kialakítás alapvető szempontjainak kihasználása révén, továbbá a bionikai építkezési elvek alkalmazásával és az ezekkel szükségszerűen kialakuló komplex formákkal az SLM-eljárásnak a mérnöki tevékenység során egyre szélesebb körű alkalmazást kell találnia [11, 12, 13]. Ide sorolható a topológia és az alakoptimalizálás összekapcsolásának a tervezésben való kiaknázása, és maga a méretezési folyamat [14].

Különböző típusú anyagokból álló stabilis hibridek előállítására, például többek között acélból és alumíniumból, kerámiából és alumíniumból. Ezek szintén új kutatási irányokat nyithatnak meg. A SLM műveletet megelőző vagy az azt követő lépések kombinációja még további részletes vizsgálódást igényel, hogy alkalmazásuk megalapozott legyen. Az első kezdeményezések a DGM Mori szerszámgépgyártótól származnak, ez a cég egy olyan hibrid megmunkáló központot fejlesztett ki, amelyben egyesítették az additív és a forgácsleválasztó eljárásokat.

Annak érdekében, hogy az additív gyártásnak és az SLM-eljárásnak a termelésben való elfogadottságát széles körben növeljük, 2015 áprilisától kezdve a BMVIT (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie) közösen az FFG-vel (Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH) a „Gyártás a jövőben”

című program keretében egy generatív gyártással foglalkozó fejlesztési programot indított. Ez a program 4 M euró támogatást kap.

### 4. Következtetések

Az SLM bizonyára azokon a területeken fog teret nyerni, ahol drága alapanyagból a vevői igény szerinti, erősen tagolt, komplex alkatrészeket kell gyorsan, kis sorozatban előállítani. Ha az alkatrészek kisméretűek, akkor az alaplapra akár 20-50 is elhelyezhető, miáltal a termelékenység jelentősen növekszik.

Az SLM-eljárás nem a hagyományos gyártástechnológiát kiváltó, hanem komplex alakú alkatrészek előállítására szolgáló új lehetőségnek tekinthető. A tervezés minőségét és a kreativitást fokozni kell. A konstruktőröknek az SLM-technikával kapcsolatos téves elképzelése és tájékozatlansága sok esetben problémát jelent, és ezért erre a témára a képzésben fokozott figyelmet kell fordítani. A leobeni Montanuniversitáten a 2014/15-ös tanévtől kezdve az SLM-eljárásról szóló kétórás előadást kínálunk a hallgatóságnak.

Speciális előtövezetekből gyártott fémporok segítségével kedvezőbb tulajdonságprofilú termékek állíthatók elő, ami új alkalmazási területeket nyithat meg. Az olyan hibrid megoldások, mint például az elektronikai alkatrészek hűtésének összekapcsolása a nyomtatott áramköri vonalakkal, lehetővé teszi a jelenleg alkalmazott rendszerek kiváltását.

Ha a modern CAE-módszereket a topológia és az alakoptimalizálás elemeivel kombináljuk, illetve a merev szerkezetek előnyeit a könnyűszerkezetes konstrukciókban kihasználjuk, az SLM-eljárás minden bizonnyal új lendületet kap.

**Fordította: Verő Balázs**

### Irodalom

1. *Gebhard, A.*: Generative Fertigungsverfahren – Rapid Prototyping – Rapid Tooling – Rapid Manufacturing, München: Carl Hanser Verlag, 2007
2. *Gibson, I.; Rosen, D. W.; Stucker*

*B.*: Additive Manufacturing Technologies: Rapid Prototyping to Direct Digital Manufacturing, Berlin: Springer Verlag, 2010

3. *Berger, U.; Hartmann A.; Schmid, D.*: Additive Fertigungsverfahren, Haan-Gruitenl: Verlag Europa-Lehrmittel, 2013
4. *Wohlers Associates*: Wohlers Report 2014, ISBN 978-0-9913332-0-2
5. *Kruth, J. P.; Mercelis, P.; Van Vaeerenbergh, J.*: Binding mechanisms in selective laser sintering and selective laser melting, Rapid Prototyping Journal, 11 (2005) no. 1. pp. 26–36.
6. *Buchmayr, B.; Panzl, G.*: Selective Laser Melting – a metallurgical and materials related view, Conf. Metal Additive Manufacturing, Wien: WKO, 20 & 21. Nov. 2014
7. *Stern, T.; Jeberg, H.*: Erfolgreiches Innovationsmanagement. Erfolgsfaktoren, Grundmuster, Fallbeispiele. 4. Aufl. Gabler, 2010
8. *Bickhoff, N.*: Quintessenz des Strategischen Managements: Was Sie wirklich wissen müssen, um im Wettbewerb zu überleben, Springer Verlag 2008
9. *Homburg, C.*: Quantitative Betriebswirtschaftslehre, Entscheidungsunterstützung durch Modelle, 2. Aufl. Wiesbaden: Gabler Verlag 1998
10. *Huber, A.*: Praxishandbuch Strategische Planung: Die neun Elemente des Erfolgs. Erich Schmidt Verlag, 2008
11. *Buchmayr, B.; Figala G.; Wunsch L.*: Locale fertigungstechnische Verstärkungskonzepte zur Erhöhung der Materialeffizienz, BHM 155 (2010), no. 7. S. 307–312.
12. *Degischer, H. P.; Lüftl, S. (Hrsg.)*: *Leichtbau*: Prinzipien, Werkstoffauswahl und Fertigungsverfahren, Wiley-VCH Verlag, 2009
13. *Nachtigall, W.*: Bionik: Grundlagen und Beispiele für Ingenieure und Naturwissenschaftler, 2. Aufl., Springer Verlag 2012
14. *Schumacher, A.*: Optimierung Mechanischer Strukturen: Grundlagen und industrielle Anwendungen, Springer Verlag, 2005

# Tudomány a művészetben – művészet a tudományban

## A X. Országos Anyagtudományi Konferencia – szavakban, számokban, képekben

A Kohászati Anyagvizsgáló Napok (KAN) jogutódjaként emlegetett, első alkalommal 1997 októberében megrendezett Országos Anyagtudományi Konferencia (OATK) – tavaly ősszel – tizedik rendezvényéhez érkezett. A jubileumi eseményre mintegy 170 fő részvételével Balatonalmádiban, a Ramada Aurora Hotelben került sor 2015. október 11–13. között.

A jubileumi esemény nyitónapja a tudomány és a művészet kapcsolatának jegyében telt. Verő Balázs megnyitja után (1. kép) a résztvevők Réti Tamás, az Óbudai Egyetem professzorának az előadását hallgathatták meg tudományról, művészetről, Nobel-díjakról. A rendkívül érdekes előadást a szerző látványos felvételekkel színesítette. Ezt követően Lipóczki Ákos, a Moholy-Nagy Művészeti Egyetem docense mutatta be a MOME Digital Craft laboratóriumát, és adott betekintést a digitális tárgyalakítás világába.

Rövid szünetet követően a rendezvény egy frappáns vetélkedőműsorral folytatódott, amelyen a konferenciárésztvevők 5-10 fős csapatokban mérhették össze tudásukat (2. kép). A kérdések természetesen a tudomány és a művészet köré csoportosultak. A nyitónapot az esti fogadás zárta, amelyen Gyulai József professzor beszélt zenéről és történelemről, bemutatva az általa 1956. november 4-én komponált zeneművet.



■ 1. kép. Verő Balázs megnyitja a konferenciát

Hagyományosan az esti fogadáson adták át a Magyar Anyagtudományi Egyesület díját, amely az anyagtudomány területén elért eredményekért, az anyagtudomány hazai népszerűsítéséért és színvonalas műveléséért adományozható. Az idei díjazott Réti Tamás professzor lett, akinek sok évtizedes kimagasló teljesítményét, az oktatásban és a kutatásban elért eredményeit ismerte el az Egyesület a díjjal (3. kép).

A konferencia második napja plenáris előadásokkal kezdődött, majd szekció-előadásokkal folytatódott. Délután került sor a rövid (5 perces) szóbeli előadásokra, valamint a posztterek bemutatására. A szakmai programot gazdagította a Gémes György moderálásával megtartott, laborakkreditálás – minőségügyi rendszerek az anyag-

tudományban témájú kerekasztal-beszélgetés. Az esti banketten adták át a „Legjobb Poszter” díjakat. Hagyományosan két díj talált gazdára: az egyik a tudományos bizottság tagjainak véleménye alapján, a másik a résztvevők szavazatai alapján (4. kép).

Ugyancsak a fogadáson adták át a rendezvény fotópályázatának fődíját is. A nyertes fotó egyben az adott évi konferencia hivatalos fotója is, amely minden konferencia-kiadványon megjelenik. Természetesen egyetlen konferencia sem tud eredményesen megvalósulni támogatók nélkül. A jubileumi anyagtudományi konferenciát a Jeol Europe SAS, a Magyarmet Finomöntöde Bt. és a Struers GmbH Magyarországi Fióktelep támogatta, a konferencia kötetének megjelenéséhez a Magyar Tudományos Akadémia járult hozzá.

A zárónap ismét plenáris előadásokkal kezdődött és szekció-előadásokkal folytatódott. A jubileumi konferencia délután, Gyulai József professzor zárszavával (5. kép) és rövid búcsúpartival fejeződött be.

A konferencia teljes időtartama alatt látogathatók voltak a szakmai partnerek kiállítási standjai is, ahol a résztvevők megismerkedhettek a kiállítók legújabb, az anyagtudományhoz, anyag-informatikához és anyagvizsgálathoz kötődő termékeivel.



■ 2. kép. A vetélkedő győztes csapata: Heterockers



■ 3. kép. A Magyar Anyagtudományi Egyesület díja



■ 4. kép. A „szakmai zsűri” díját Fábian Margit vette át Z. Kiss Zoltántól



■ 5. kép. Gyulai József professzor zárszavai

A kerek évforduló alkalmából a szervezők minden résztvevőnek egy jubileumi kiadvánnyal is kedveskedtek. A kötet a kezdeteket, az eddigi kilenc konferencia főbb eseményeit és statisztikai számait mutatja be kronológiai sorrendben feldolgozva. A gazdag képanyaggal illusztrált könyvet *Tóth László* professzor szerkesztette kerek egészszé. A konferencia-sorozat kez-

deti szakaszáról *Verő Balázs* és *Zsámbók Dénes* személyes visszaemlékezése szól.

A konferencia a résztvevők véleménye szerint eredményes volt, jó hangulatban telt. A rendezvényen bemutatott új kutatási eredményeket a szerzők a *Materials Science Forum* című folyóirat különszámában publikálhatják. Valamennyi beküldött cikk szigorú lek-

toráláson megy keresztül, így értékes publikációnak számít.

A jubileumi esemény sikerének hatására a szervezők megkezdtek a következő, 2017 őszére tervezett konferencia előkészületeit.

A fotókat *Thaler Tamás* készítette.

**Szabó Péter János,  
Kónya Ildikó, Verő Balázs**

## Nemzetközi tudományos ipari örökségi konferencia

Az Északkelet-Magyarország Ipartörténetének Ápolásáért Alapítvány és az MTA Területi Bizottsága (MAB) Történettudományi és Néprajzi Szakbizottsága 2015. szeptember 25-én rendezte meg az ipari örökségről szóló nemzetközi tudományos konferenciát Miskolcon.

A konferencián három országból 12 előadás hangzott el a több mint 100 fő részére. Az előadók beszámoltak az általuk végzett kutatásokról, azok eredményeiről, a jövőre vonatkozó feladatokról.

*Az előadások:*

*Nyulas Dorottya* (BBTE, Kolozsvár/Cluj-Napoca, Románia): Vaskohászat a Római Birodalomban és Dáciában  
*Thiele Ádám* (BME Anyagtudomány és Technológia Tanszék): Belső-Somogy avar és honfoglalás kori vaskohászatának kapcsolata a közép-európai damaszkolt pengékkel  
*Török Béla* (ME Műszaki Anyagtudományi Kar, Metallurgiai Intézet): Középkori és kora újkori vaskohászat Észak-Magyarországon

*Gulya István* (Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum Kohászati Múzeuma, Miskolc): A híres diósgyőri szurony (1848/49)

*Bitay Enikő* (Erdélyi Múzeum-Egyesület, Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Kolozsvár/Cluj-Napoca, Románia): Debreczeni Márton (1802–1851), az „egyetlen” erdélyi bányász műszaki hagyatéka

*Liptay Péter* (Salgótarján): Nógrád megye ipara, ipartörténete, különös tekintettel a vasiparra

*Benyhe László* (Ózdi Ipari Örökségvédők Baráti Köre): A 170 éves ózdi kohászat és ipari öröksége

*Karlaki Orsolya* (Észak-Keleti Átjáró Egyesület, Miskolc): Éjszakai szanatórium Görömböly-Tapolcán

*Kunhalmi Gábor* (Szlovák Vaskultúra Útja Egyesület, Kassa/Košice, Szlovákia): A Vaskultúra Útja emlékei és karbantartásuk

*Varga Piroska – Antal Gabriella – Borzsák Veronika* (Kulturális Örökség Menedzserek Egyesülete KÖME, Budapest): Borsod 2050 – Az ipari rehabilitáció lehetőségei Északkelet-

Magyarországon

*Bereczki Zoltán* (PTE Pollack Mihály MIK Breuer Marcell Doktori Iskola): Virtuális értékmentés. A diósgyőri vasgyár épületeinek 3D-s modellezése  
*Farkas Péter Barnabás* (Ózdi Művelődési Intézmények, Ózdi Muzeális Gyűjtemény): Az ózdi gyártörténeti emlékpark és élménykomplexum kialakítása és a városi múzeum felújítása

*Az előadások szünetében:*

*Csehil György* Nemzetközi Kohászati Bélyegkiállítás c. tárlatának megtekintése

A konferencia megerősítette, hogy bár vannak kiemelkedő kutatási témák, de a gyors átalakulások, bontások miatt sürgetően szükség van az ipari örökségvédelmi munka megújítására a jogi, pénzügyi feltételrendszer gyors fejlesztésére. A konferencia ezzel kapcsolatban Állásfoglalást fogadott el, amelyet a döntéshozók és az érintett civil szervezetek részére is meg fognak küldeni.

**Sipos István, Simon István**

## A Műszaki Anyagtudományi Kar rövid hírei. 2016. február

• 2015. november 19-én újra az ifjú kutatók kerültek reflektorfénybe a Műszaki Anyagtudományi Karon. Hét szekcióban összesen 47 tudományos diákköri (TDK) dolgozatot mutattak be a hallgatók, és a magas színvonalra jellemző, hogy az elhangzottak több mint felét, 24-et az országos TDK konferenciára is javasolt továbbküldeni a zsűri.

A hét szekció győztesei, 1. díjas dolgozatot készítő hallgatóink és konzulenseik:

Anyagtudomány I.

*Parragh Dávid Máté* (Némethné dr. Sóvágó Judit)

Anyagtudomány II.

*Kárpáti Viktor, Sepsi Máté* (dr.

Mertinger Valéria, dr. Benke Márton)

Anyagtechnológia I.

*Halápi Dávid* (dr. Molnár Dániel, Dobóczy István)

Anyagtechnológia II.

*Alexa Márk, Tóth Richárd* (Mende-Tokár Monika, dr. Mende Tamás)

Anyagtechnológia III.

*Molnár Lucia* (dr. Kocserha István)

Anyagtechnológia IV.

*Zattler Máté* (dr. Czel György)

Energetika és Környezetvédelem

*Gyimesi Adrienn* (dr. Kovács Helga)

• 2016. február 4-én vehették kézbe diplomájukat a Műszaki Anyagtudományi Kar 2015. decemberi záróvizsgáin sikeresen szerepelt ifjú memőkei,

összesen 39-en (24-en BSc-szinten, 15-en MSc-szinten) kapták meg oklevelüket *dr. Palotás Árpád Bence* professzortól, a Kar dékánjától. A Diplomaosztó Ünnepség keretében *dr. Viskolcz Béla*, a Kémia Intézet intézetigazgatója habilitációs oklevelet, *Dobó Zsolt* PhD-oklevelet, *Fortuna László* pedig címzetes egyetemi docensi oklevelet vett át.

• *Kulcsár Tibor*, a Metallurgiai Intézet doktorandusz hallgatója, fiatal kutatója a szakmai-tudományos életben eddig elért eredményei alapján rangos elismerésben részesült, hiszen a 2015-ös „Kamara Napján” a Szentpáli Alapítvány ösztöndíját vehette át.

**Mende Tamás**

### „Pro Facultate Ingeniariorum Metallurgiae”

kitüntetést adományozott

a Műszaki Anyagtudományi Kar tanácsa

### Rendesi János és Dr. Hatala Pál

részére

A kitüntetések 2016. február 4-én az öntészeti duális szakmai rendezvényen adta át

Dr. Palotás Árpád Bence dékán

**Rendesi János**, a NEMAK Hungary Kft. tanácsadója (a Miskolci Egyetem elődjén szerzett gépészmérnöki oklevelet) a Műszaki Anyagtudományi Kar oktatási és kutatási munkáját hosszú idő óta kiemelkedően segíti.

Üzemeltetési, technológiai fejlesztés területén a NEMAK részéről folyamatos kutatás-fejlesztési kapcsolatban áll a Miskolci Egyetemmel, ezen belül kiemelten az Öntészeti Intézettel.

Kiemelkedően segíti a Műszaki Anyagtudományi Kar beiskolázási tevékenységét, a hallgatóink szakmai gyakorlatának megszervezését, valamint infrastrukturális fejlesztéseinket is.

**Dr. Hatala Pál**, a Magyar Öntészeti Szövetség ügyvezetője, a Miskolci Egyetem elődjén szerzett kohómérnöki, majd PhD-oklevelet. 2003-tól a MÖSZ ügyvezetője.

Évtizedek óta támogatja a karon folyó képzést, előbb oktatóként, majd a szakma egyik prominens képviselőjeként kapcsolatrendszerén keresztül szakmai tanácsaival.

Kiemelkedő szerepet vállalt az öntészeti oktatás megújításában, a duális öntészeti képzés beindításában és a Kar beiskolázási tevékenységében.



MISKOLCI  
EGYETEM

MŰSZAKI ANYAGTUDOMÁNYI KAR

## FELHÍVÁS

A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kara felhívást intéz az Alma Mater egykori hallgatóihoz, akik 1946-ban, 1951-ben, 1956-ban, illetve 1966-ban (70, 65, 60, 50 éve) vették át diplomájukat a Kohómérnöki Karon Miskolcon vagy Sopronban.

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

Kérünk minden érintettet, hogy **2016. március 31-ig jelentkezzen levélben vagy e-mailen** a Műszaki Anyagtudományi Karon. Adja meg **nevét, elérhetőségét** (lakcím, telefonszám, e-mail-cím), illetve az alábbi címre küldje meg:

- oklevelének fénymásolatát,
- a kiadványban megjelentetni kívánt **rövid szakmai önéletrajzát** (maximum egy A4 oldal, a kiadvány korlátozott terjedelme miatt) és
- egy darab **igazolványképet**.

### Cím:

Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar  
Dékáni Hivatal  
3515 Miskolc-Egyetemváros C/1. I. emelet 109. szoba  
Telefon: +36/46/565-090  
e-mail: roneczne.judit@uni-miskolc.hu  
Roneczné Ambrus-Tóth Judit  
ügyvivő szakértő



## 25. Ledebur-kollokvium Freibergben

2015. október 29-30-án, immáron 25. alkalommal rendezte meg a Bergakademie Freiberg Öntészeti Intézete a Ledebur-kollokviumot, mely egyben a Freibergi Öntők Társaságának szakmai találkozója. A rendezvényen 280 fő vett részt, több külföldi társegyetem képviselői is, köztük a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karának dékánja és Öntészeti Intézetének tanárai és hallgatója.

A rendezvény szakmai programja a korábbiakhoz képest kétnaposra bővült. Az első napon az Öntészeti Intézet oktatási és kutatási tevékenységét mutatták be *Prof. Dr.-Ing. Gotthard Wolf* intézetigazgató vezetésével. Új színfoltja volt a rendezvénynek a 2015-ben végzett új öntész diplomás és BSc-mérnökök bemutatása, ill. a kiválóknak a kitüntetések átadása.

A Freibergi Öntészeti Intézet az előző években folytatott építési és fejlesztési programok alapján minden szempontból megújult. Másnap a miskolci látogatóknak az új laboratóriumokat *Dr.-Ing. habil. Hartmut Polzin*, formázóanyagok oktatásának és kutatásának vezető oktatója mutatta be (1. kép).

A szakmai előadások a német öntészeti ipar helyzetének és fejlődésének bemutatása mellett az öntészeti kutatások eredményeinek széles spektrumát érintették, melyek szerzői az ipari (különösen a járműipari) szakemberek és a vendéglátó intézet oktatói és kutató munkatársai voltak.

A Ledebur-kollokvium minden év októberének végén kiváló szakmai találkozási lehetőség a Freibergi öntők és az együttműködő partnerek számára, melyen szívesen látott vendég a Miskolci Egyetem öntész csapata. A rendezvény jól segíti a szakmai ismeretek bővítését és az oktatási-kutatási kapcsolatokat erősítését.

Fotó: dr. Dúl Jenő

Dr. Dúl Jenő



■ **1. kép:** Az új formázóanyag-labort *Dr.-Ing. habil. Hartmut Polzin* mutatja be a miskolci oktatóknak (*dr. Fegyverneki György, dr. Palotás Árpád Bence, Dargai Viktória doktorandusz és dr. Varga László*)

## Szent Borbála-napi országos központi ünnepség 2015. december 4.

A 2015. évi Szent Borbála-napi országos központi ünnepséget december 4-én rendezték meg a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet dísztermében, a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (NM), a Magyar Bányászati Szövetség (MBSZ), a Bánya-, Energia- és Ipari Dolgozók Szakszervezete (BDSZ) és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület (OMBKE) közös szervezésében.

Az ünnepség elnökségében helyet foglalt: *dr. Aradszki András* országgyűlési képviselő, az NM energiaügyi államtitkára, *dr. Fónagy János* országgyűlési képviselő, az NM parlamenti államtitkára, *Szakál Tamás*, az MBSZ elnöke, *Rabi Ferenc*, a BDSZ elnöke, *dr. Nagy Lajos*, az OMBKE elnöke, *Horváth Péter János*, az Első Nemzeti Közszolgáltató Zrt. (ENKSZ) elnök-vezérigazgatója, *dr. Szűcs Péter*, a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar dékánja, *Veres Imre*, a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal (MBFH) elnökét helyettesítő funkciók ellátásával megbízott főosztályvezető, *dr. Fancsik Tamás*, a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet igazgatója, a helyszín házigazdája, *dr. Zoltay Ákos*, az MB SZ főtitkára, az ünnepség levezetője.

Dr. Aradszki András energiaügyi államtitkár ünnepi beszédét követően felolvasták *dr. Áder János* köztársasági elnök üzenetét, valamint *dr. Latorcai János*, az Országgyűlés alelnökének – a Szent Borbála-érem miniszteri kitüntetését alapító ágazati miniszter – köszöntő levelét.

A bányászat idejében jeles évfordulóiban – kiemelve Algyő 50. évfordulóját – *Szakál Tamás* MBSZ-elnök, a MOL Nyrt. kutatás-termelés igazgatója mondott köszöntőt.

Az ünnepség keretében kitüntetéseket adtak át.

*Dr. Seszták Miklós* nemzeti fejlesztési miniszter a lelkiismeretes bányá-

szattal kapcsolatos tevékenységért 14 fő részére, a lelkiismeretes kohászattal kapcsolatos tevékenységért négy fő részére Szent Borbála-érem, továbbá 15 fő részére Miniszteri Elismerő Oklevél kitüntetését adományozott.

Az elismeréseket a kitüntetettek *dr. Aradszki András* államtitkártól vehették át.

Szent Borbála-érem kitüntetésre az OMBKE terjesztette fel a bányász tagozatból *Gyulai Péter* okl. bányamérnököt és *Tóthné Medvei Zsuzsanna* bányamérő mérnököt (Bányászati Szakosztály), *dr. Féderer Imre* okl. olajmérnököt (Kőolaj-, Földgáz- és Vízbányászati Szakosztály), valamint Miniszteri Elismerő Oklevélre *Cseresznyés Erzsébet* okl. gépészmérnököt, a kohász tagozatból *dr. Kiss Endre* okl. fizikust (Vaskohászati Szakosztály), *dr. Kórodi István* okl. vegyész-mérnököt (Fémkohászati Szakosztály), *dr. Ládai Balázs* okl. kohómérnököt (Öntészeti Szakosztály), *dr. Mende Tamás* okl. kohómérnököt (Egyetemi Osztály).

A szakmai elismerések átadása köszönetnyilvánítással, majd a Jubileumi Emlékérem kitüntetések és a dísz bányászlámpa átadásával kezdődött, a tisztelet kifejezésékként a miniszteri kitüntetések mindenkor adományozójának, illetve átadójának.

Szakmai elismerésként „Magyar Bányászatért” kitüntetések, a „Bányai ágazati párbeszéd fejlesztéséért” emlékérem-kitüntetés, valamint OMBKE-kitüntetések átadására került sor.

OMBKE emlékérem-kitüntetését kapott *dr. Sohajda József*, a Csepel Metall Vasöntöde Kft. ügyvezető igazgatója és *Nagy Sándor*, az Innováció 2000 Kft. ügyvezető igazgatója.

Ezután a *Gaál Eszter* és *Gaál Júlia* testvérpár hegedűműsora következett. A műsorban J. S. Bach, G. Ph. Telemann művei, valamint ismeretlen

szerező XVIII. századi magyar tánca hangzott el.

Az ünnepség a bányászhimnusz és a kohászhimnusz eléneklésével zárult. Az állófogadáson *dr. Nagy Lajos* OMBKE-elnök mondott pohárköszöntőt.

### Szent Borbála-érem kitüntetésben részesült kohász egyesületi tagok

**Dr. Kiss Endre** egyetemi tanulmányait 1968–1974 között Szegeden, fizikus szakon végezte. Egy évig a SZOT Munkavédelmi Tudományos Kutató-intézetének elektromos osztályán vállalt munkát. 1975. augusztus 1-jétől a Dunaújvárosi Főiskolán, illetve jogelődjénél, a Miskolci Egyetem Dunaújvárosi Főiskolai Karán dolgozott. 2000–2004 között az önálló Dunaújvárosi Főiskola főigazgatója volt. 2000-től vezette a Fizika Környezetvédelem Tanszéket, amely előbb Természettudományi és Környezetvédelmi Intézet néven dolgozott, majd másik két intézettel együtt része lett a jelenlegi Műszaki Intézetnek, amit 2012-től szintén ő vezetett.

Az Elszöz Bt. ügyvezetőjeként az alacsony hőmérsékletű plazma környezetvédelmi alkalmazásában ért el eredményeket. Projektmenedzsere volt egy, az űrtechnikai eszközöket fejlesztő pályázatnak, amit az Admatis Kft. vezetett. Többször dolgozott ösztöndíjként ill. vendégkutatóként Japánban és Amerikában.

Az elmúlt években több TÁMOP-kutatásban vett részt. A kutatási témák részben a környezetvédelmi területhez, alapvetően a gázok villamos kisüléssel való bontásához tartoztak, valamint fémes és nemfémes anyagok felületének a ragaszthatóság, a festhetőség, illetve a forraszthatóság javítása érdekében történő, csendes villamos

kisüléssel, illetve hidegplazmával való kezeléséről szóltak. Részt vett a vörösiszap hasznosítására irányuló kísérletekben, melynek során kohósítható formában állítottak elő vasoxidot.

**Dr. Kórodi István** a Veszprémi Vegyipari Egyetemen 1985-ben szerzett doktori címet, azóta az Alcoa Kőfém Kft.-nél folyamatos munkaviszonyban van. Öntödei műszaki vezető, öntödevezető munkakörben dolgozott, jelenlegi beosztása öntödei támogató csoport európai vezető.

Szakmai eredményei: nagy tisztaságú alumínium nyomszennyezőinek elemzésére szolgáló eljárás kidolgozása, alumínium gyártási és bontási hulladékfelhasználás növelése a cégnél. Kovácsolt kerék alapanyaggyártás modernizálása, közreműködés a gyártás során keletkezett forgács gazdaságos visszaolvasztásában, alumínium tuskógyártás modernizálása az Alcoa Kőfémnél.

Az OMBKE-nek 1990-től tagja, a

BKL Kohászat szerkesztőségében a fémkohászat rovat vezetője.

**Dr. Ládai Balázs** a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen 1972-ben szerzett kohómérnöki oklevelet, kandidátusi fokozatot 1987-ben, PhD-fokozatot 1990-ben kapott.

Fontos szakmai eredményei közé tartozik a nagyszilárdságú öntöttvasgyártás bevezetése a Csepel Művek Vas- és Acélöntödejében, ahol 1972–1985 között dolgozott. Féktárcsa öntvények gyártástechnológiájának kialakítása és bevezetése a RÁBA Kíspesti Vasöntödejében, ahol a Technológiai Osztály vezetője volt 2001–2003 között. Nagyszilárdságú és szívós öntöttvasok gyártásának kialakítása optimális gazdaságossági feltételekkel a Csepel Metall Vasöntöde Kft.-nél, ahol főtechnológus, főmetallurgus volt, és a mai napig szaktanácsadóként dolgozik.

1970-től az OMBKE öntészeti szakosztályában különböző funkciókat töltött

be. Jelenleg az etikai bizottság tagja.

**Dr. Mende Tamás** kohómérnöki diplomáját 2005-ben, PhD tudományos fokozatát 2010-ben a Miskolci Egyetemen szerezte. 2013-ig a Magyar Tudományos Akadémia Anyagtudományi Kutatócsoportjában tudományos segédmunkatárs, majd munkatárs volt. Az MTA-TKI-ban félállásban tudományos munkatárs. 2014-től a Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézetben adjunktus. Az MTA Miskolci Területi Bizottság, Anyagtudományi Munkabizottság tagja. Szakterülete: egyensúlyi fázisdiagram-számítás, kristályosodás, anyagszerkezet, öntészet.

2003-tól OMBKE tag. 2011-től 2014-ig az OMBKE Egyetemi Osztály titkára volt, jelenleg az alelnöke. A selmeci bányász-kohász hagyományok ápolásában évek óta jelentős szervező munkát végez.

**A Borbála-ünnepségről készült képek a hátsó borítón láthatók.**

## Emlékeztető a 2015. december 15-i OMBKE választmányi ülésről (kivonat)

Az ülés levezető elnöke, *dr. Nagy Lajos* OMBKE elnök, megemlékezett az előző ülés óta elhunyt két tiszteleti tagról: *Mátrai Árpád* vasokleveles bányamérnökről és *Moravitz Péter*ről, Selmechánya díszpolgáráról.

Ezek után az elmúlt időszak fontosabb eseményeit ismertette, amik közül a kohászokat is érintő jelentősebb események a következők voltak:

– 2015. október 16-án az Egyetemi Osztály 60. éves jubileumát ünnepelte (beszámoló az előző számban található), ehhez kapcsolódva megállapodás született, hogy az OMBKE képviselteti magát a TDK-konferenciákon, és díjat alapít a díjnyertes pályázatok elismerésére, valamint szaklapjaiban publikálást tesz lehetővé. A díjakat az évente megrendezendő erdélyi EMT-konferenciákon kívánják átadni.

– 2015. november 13-án közel 80

résztevővel rendezték meg a XVI. Fémkohászati Napot (beszámoló az előző számban).

– November 4-én Kálózson megkoszorúztuk a bányászhimnusz szerzőjének sírját. A koszorút *Csurgó Lajos*, az OMBKE alelnöke helyezte el.

Javaslat született, hogy a következő választmányi ülésen az Érembizottság az OMBKE működési szabályzatát érintő módosításokra előterjesztést készít.

Az OMBKE pénzügyi helyzetéről *dr. Gagyai Pálffy András* ügyvezető számolt be. Ismertette, hogy az év végi további támogatásoknak köszönhetően (MVM, Colas-Északkő, Mecsek Érc, Magyar Földgáztároló, Alcoa-Kőfém, Inotal, Hunguard Glas, DENSO) az Egyesület a 2015-ös évet várhatóan pozitív eredménnyel fogja zárni.

A Választmány döntött, hogy a BKL Bányászat és a Kőolaj és Földgáz lap a jövőben közös számként fog megjelenni. Felhatalmazta a Kiadói Bizottságot, hogy *dr. Kőrösi Tamás*, OMBKE főtítkárral vezetésével tisztázza a felmerülő problémákat és az Egyesület nevében koordinálja a MOL Nyrt.-vel való kapcsolattartást.

Megtárgyalták a 2016. évi előzetes rendezvényprogramot. Ebben kiemelkedő az Egyesület alapításának 125 éves évfordulója, aminek ünnepelése Selmechányán, 2016. június 26-án lesz. A jubileumhoz kapcsolódóan az Egyesület kiadványt is megjelentet.

**Dr. Gagyai Pálffy András**  
jegyzőkönyve alapján  
összeállította BT

# Az MTA Metallurgiai Tudományos Bizottságának ülése

A Magyar Tudományos Akadémia Metallurgiai Tudományos Bizottsága 2015. december 1-jén tartotta soron következő bizottsági ülését, ami az átszervezést, illetve áttelepítést követően nagy érdeklődésre számot tartó MTA Természettudományi Kutatóközpontban, Budapesten volt.

Az ülést *Török Tamás*, a bizottság elnöke nyitotta meg. Az ülés résztvevői megemlékeztek a közelmúltban elhunyt *Bíró Attila* és *Várhegyi Győző* professzorokról, utóbbiról *Horváth János* személyes, közvetlen emlékeit is felidézve beszélt.

Horváth János ezután még arról is beszámolt, hogy a múlt évben elhunyt *Zámbó János* emlékére egykori iskolája, a Csokonai Vitéz Mihály Református Gimnázium szobrot állított, melynek avatására az őszi tanévnyitón került sor. A szobor *Kligl Sándor* Munkácsy- és Magyar Örökség-díjas szobrászművész alkotása. A gimnázium igazgatója, *Kovács József* és *Zámbó János* özvegye egy megállapodást is aláírt, miszerint minden évben *Zámbó János* születésnapján egy hátrányos helyzetű, de a természettudományok iránt érdeklődő tehetséges diák tanulmányainak támogatására anyagi segítséget nyújtanak.

Az ülésen nagy érdeklődésre számot tartó előadás is elhangzott a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karának dékánja, *Palotás Árpád Bence* és *Tóth Pál* tolmácsolásában „Lángdiagnosztika és szerepe a nagyhőmérsékletű berendezések üzemeltetésében” címmel. A megvalósításra a Miskolc város 2015 projekt keretében a hőszolgáltatók és a kazángyártók részvételével került sor.

A hagyományos módszerrel ellentétben a melegvízes kazánok szabályozása nem hőmérséklettel, hanem lángdiagnosztika segítségével történik. Az előadó bemutatta az újszerű szabályozás elvi folyamatát, miszerint az optikai lángdiagnosztikával a láng látható sugárzását figyelve, 200-300 ms reakcióidővel lehet dolgozni. A projekt keretében egy biomassza-tüzeléses kazánt teszteltek.

Az előadást követően igen aktív eszmecsere alakult ki. Az előadónak a résztvevők számos kérdést tettek fel, amelyekre választ is kaptak. Megtudhatták, hogy a módszer nem alkalmazható fosszilis energiahordozóval való tüzelésnél, a kísérlet tárgya szén és biomassza volt. Elképzelhető, hogy alkalmas a rendszer a hatásfok optimalizálására. Az érzékelők élettartama a technológiától, a hűtőrendszerrel függ. Olcsó kamera alkalmazásával az adatfeldolgozás nem lehetséges. A gyakorlati tüzelés ilyen módon való megvalósításához fél év és kb. 10 M Ft szükséges, ha csak egy berendezésről van szó. A világban 3-4 csoport foglalkozik a témával, de működő rendszerről még nincs információ.

Ezt követően, a Miskolci Egyetemen folyamatban lévő metallurgiai kutatások új irányiról *Török Tamás* tartott előadást, melynek bevezetőjében pár szóban kitért a metallurgia szó eredetére, nemzetközileg elfogadott jelentésére (értsd: kohászati tudományok), és ennek a tudományterületnek a belső tagolódására. A miskolci egyetemi hagyományok és a metallurgiai kutatásokat művelő helyek bemutatásán túl, összehasonlításként, tájékoztatást adott a legújabb kutatási irá-

nyokról, az európai kutatási térre is kitéve. A Miskolci Egyetemet illetően megemlítette, hogy a közelmúltban jelentős eredmények születtek, és doktori disszertációk is szép számban és változatos témákban készültek, mint például: forrasztási ónhulladékokból nagy tisztaságú fémek kinyerése; kvartó elrendezésű hengerállvány végeeselemes modellezése a síkfekvési hibák kimutatása érdekében; nagyolvasztó-falazat hűtési intenzitása, a tapadványkialakulás folyamata és az áramló gáz metallurgiai kihasználása között fennálló összefüggés-rendszer; hidegen hengerelhető acélok öntésénél a kagylószerű befolyásolása hevítést nem biztosító üstmetallurgiai műveleteknél; az alumínium nyomásos öntvények szilárdsági tulajdonságait befolyásoló öntéstechnikai és hőtechnikai paraméterek hatása; cink-titan fémolvadékkal acéllemezek színező tűzihorganyozása stb. Az Egyetemen jelenleg futó finomkohászati és nanotechnológiai (metallurgiai) kutatások pedig olyan területekre is kiterjednek, mint például az ólommentes forrasztási anyagok fejlesztése, határfelületi jelenségek vizsgálata és modellezése, fémmátrixú kompozitok fejlesztése; és legújabbban olyan újszerű felülettechnikai kutatások, mint a plazmasugaras finomtisztítás és felületi vékonybevonatok leválasztása.

A bizottság kezdeményezésére 2015. november 26-án az MTA VI. Műszaki Tudományok Osztályának ülésén is elhangozhatott egy metallurgiai tárgykörű tudományos előadás, melyet *Fegyverneki György* „Növelt fajlagos teljesítményű motor-hengerfej öntvények fejlesztésének metallurgiai



■ Plazmaszóró berendezés



■ RF plazmareaktor



■ Szinterelő berendezés

vonatkozása” címmel tartott, pozitív visszajelzéseket kiváltva az osztályülés akadémikus tagjai között. ([http://mta.hu/vi\\_osztaly\\_hirei/bemutat\\_kozott-a-nemak-gyor-kft-1372436](http://mta.hu/vi_osztaly_hirei/bemutat_kozott-a-nemak-gyor-kft-1372436))

Miskolcon az MTA Miskolci Területi Bizottságának székházában 2015. november 10-én az MTA-ME Anyagtudományi Kutatócsoport eredményeiről számoltak be a csoport tagjai. A mintegy tucatnyi előadásból több foglalkozott amorf mátrixú kompozitok előállításával és tulajdonságaival, acélok szilárd fázisú átalakulási folyamataival (ausztenitesedés, martenzites átalakulás); nitridált acél eróziós vizsgálatával; egyes anyagtulajdonságok (kristályos szerkezet, maradó feszültség, nedvesíthetőség) és a környezeti hatások (hőelvonás, mágneses mezők) közötti bonyolult összefüggések elméleti és kísérleti vizsgálataival.

A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán kb. húsz éve egy Archeometallurgiai Kutatócsoport (Archaeometallurgical Research Group of the University of Miskolc – ARGUM) is eredményesen tevékenykedik, mely az ország mindmáig egyetlen ilyen kutatócsoportja. Bővebben a [www.archeometallurgia.hu](http://www.archeometallurgia.hu) vagy [www.argum.hu](http://www.argum.hu) honlapon olvashatunk róla.

Az előadásokat követően a Természettudományi Kutatóközpontban a bizottság tagjai az MTA Főigazgatóság Tudományos Titkárság és Információs Központ tudományos titkára, *Tóth Rita Csilla* vezetésével két laboratóriumot is megtekintettek. A Kutatóközpont egyébként sokféle multidiszciplináris természettudományi kutatást végez az enzimológia, a szerves kémia, a kognitív idegtudományok és a pszichológia, valamint az anyag- és környezet-kémia terén. A kutatóközpont négy

intézetében – az Anyag- és Környezatkémiai Intézetben, az Enzimológiai Intézetben, a Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézetben és a Szerves Kémiai Intézetben – művelt tudományágak alapvetően három, önálló entitásként értelmezhető rendszert alkotnak, melyek az ember, az anyag és a környezet dimenziójában helyezhetők el. A négy szakterület mintegy 500 főt foglalkoztat.

A Plazmakémiai laboratóriumban négy „nagy” berendezést mutattak be, melyeken a kutatócsoport tanulmányozza a korszerű szerkezeti és funkcionális anyagok kémiai összetétele, mikroszerkezete és tulajdonságai közti összefüggéseket. Vizsgálják a nanodiszperz rendszereket, a nanokompozitokat, a funkcionális nanoszemcséket, az előállítási módokat és a gyakorlati alkalmazásaik újabb lehetőségeit.

Az első megtekintett berendezés egy 30 kW max. teljesítménnyel üzemeltethető radiofrekvenciás, induktív kicsatolású termikus plazmareaktor, amely a korszerű anyagszerkezetek előállításának egyik sokoldalú eszköze. Alkalmos nanoméretű vagy szubmikronos fém- és kerámiaszemcsék előállítására, szemcsék gömbösítésére, mag-héj szemcseszerkezetek kialakítására. Így készítettek például grafitréteggel bevont nanoméretű mágneses vasszemcséket, mely orvosi célú (diagnosztikai vagy tumorok termotherápiája) és környezetvédelmi (víztisztítás) felhasználás szempontjából lehet érdekes. A második berendezéssel (atmoszférikus plazmaszóró egység) tetszőleges fém és/vagy kerámiabevonatokat lehet 10–1000 µm vastagságban kialakítani akár néhány perc alatt többnyire fém felületeken,

például rozsdamentes acéllemezen kerámiabevonatot 50 liter/perc inert gáz (Ar vagy N<sub>2</sub>) áramlása mellett. A harmadik berendezés egy ívplazmás egyenáramú külsőívű plazmareaktor volt, amelyet anyagkeverékek (szervetlen hulladékok) üvegesítésére is használnak. A negyedik, plazmaszinterező berendezéssel, porkohászati módszerrel tömör kerámia, és fém, ill. ilyen mátrixú kompozitokat állítanak elő, melyeket további vizsgálatoknak vetnek alá (*l. képek*).

A Kiszögű röntgenszórású laboratóriumban a bizottság tagjai egy saját fejlesztésű, kétdimenziós helyérzékeny detektorral és mikrofókuszú röntgenforrással rendelkező berendezést tekinthettek meg, amely a nanométeres méretskálán strukturált szerves és szervetlen anyagok szerkezetvizsgálatára ad lehetőséget. A berendezés egyaránt alkalmas szilárd és folyadék fázisú minták vizsgálatára, a látogatás során egy fehérje folyadék fázisú modelljét mutatták be. A nanorészecskék méreteloszlásának meghatározására is szolgáló berendezés részeként a röntgencső, a kollimációs rendszer, a mintatartó kamra és a detektor szerepéről, működéséről kaptak áttekintést a bizottsági ülés résztvevői.

A Metallurgiai Tudományos Bizottság ülésén a résztvevők hangsúlyozták, hogy a kutatóhelyekhez, termelő üzemekhez kihelyezett ülések hasznosak. Eredményességük még fokozható azzal, ha az előzetes egyeztetések során meghatározzák, hogy a Bizottság milyen tudományterületeken tudja segíteni a termelő üzemek tevékenységét.

**Összeállította: Marczis Gáborné**

## 20 éves volt a Fémszövetség

A Római-part legújabb, „A Hely” nevű éttermében zárta tavalyi évét – csaknem teljes taglétszám mellett – a Fémszövetség. A korábbi évek mozgalmas törvényalkotási akciói–csatái után ezúttal csendesebb évet zártak, derült ki *Vincze Gábor* elnök beszámolójából. Az évközi sikeres öntödei múzeumi, a dunavarsányi FÉMALK

öntödei látogatás rendezvényei mellett így volt idő a visszatekintésre, és a nyár folyamán (június 5-én) ha kicsit késve is, de megünnepezték a szövetség megalakulásának 20 éves jubileumát. (Az 1994. decemberi OMBKE Klubban tartott alakuló ülést követően a szövetséget 1995. májusában jegyezte be a Cégbíróság.)

Az ünnepségnek egy négyórás dunai sétahajózás adta a kereteit, zenés műsorokkal és kulináris élményekkel. A meghívott résztvevők között az aktív tagság mellett vendégek voltak az exelnökök, néhány ma már más területen dolgozó korábbi tag, aztán a partneri kapcsolatot ápoló társszervezetek (MÖSZ, KSZGYSZ, HOE,



■ Képek a Fémszövetség jubileumi rendezvényéről

OMBKE) képviselői, a szakmai sajtó (ZIP Magazin, BKL Kohászat, Napi Gazdaság) és nem utolsósorban a környezetvédelmi hatóságok képviselői, összességében kb. 80 fő. Amikor a hajó elhagyta a Batthyány teret, Vincze Gábor elnök tartotta meg köszöntőjét: „Felemelő érzés, hogy sok barát, szakmánkért lelkes kolléga ünnepel együtt, és ahogy az összetartás időről időre felülemelkedik a napi versenytársi rivalizáláson. Érdekes paradoxon, hogy a szükség hozza össze leginkább az embereket, és az a 20 év annyira küzdelmes, kiszámíthatatlan és változatos volt, ami önmagában is összekovácsolta a tagságot... Ebben a 20 évben megismertük és elfogadtuk egymást minden jó és rossz szokással, furcsasággal együtt. A tagság sokszínűsége, a fémhulladékgyűjtés, -kezelés, -feldolgozás általunk felölelt széles spektruma egy olyan jó „receptúra”, egy olyan rugalmas és mégis ellenálló „ötvet” kialakulását tette lehetővé, amely biztosítéka, hogy továbbra is eredményesen tudjuk képviselni közös érdekeinket.” Ezt követően az alapító tagok nevében Hajnal János jelenlegi ügyvezető

emlékezett vissza a tagság alakulására. A jelenlegi 15 tagvállalattal szemben a 20 év alatt összesen 47 tagvállalatot rögzíthettünk, de természetesen ezek között jelentős átfedés van, beolvadások, kivásárlások, átalakulások következtek. *Jeff Kimball* alelnök szatirikus megközelítéssel tekintett vissza a múltra, de ugyanígy az előttünk álló problémákra és feladatokra is. Szatíra ide vagy oda, magvas gondolatok hangzottak el. A hivatalos részt legnagyobb tagvállalatunk, az ALCOA-Köfém képviseletében *Szűcs Marianna* „Hogyan tovább Fémszövetség?” gondolataival zárta. A Fémszövetség – teljes nevén a Magyar Fémhulladék Forgalmazók és Felhasználók Szövetsége – a hazai fém másodnyersanyagot hasznosító iparág forgalmának kétharmadát biztosító szervezetek és vállalkozások civil szervezete. Ezt vállalva és ennek tudatában az ünnepi rendezvényre egy 12 oldalas visszatekintő kiadvány is megjelenhetett, melyet valamennyi vendég kézhez is kapott. A már idézett köszöntő mellett ebben olvasni lehet benne az iparág jövőjéről, a szövetség céljairól, az elmúlt 20 év tevékenységéről és eredményeiről.

Statistikai szintű összeállítást közöl az alapító cégekről és személyekről, a tagvállalati alakulásokról, a szövetség időciklusonkénti tisztségviselőiről. Végül sajnálatos oldallal zár: megemlékezik azon tisztségviselőkről, akik a 20 év alatt végleg elhagytak bennünket, így az alapító főtisztviselő *dr. Horváth Lajos*, utóda *Szablyár Péter*, az alapító *Máthé Imre* (Fémker), valamint *Kossela Béla* (EURAL) és *dr. Havasi László* (MÖSZ). Emlékük velünk él tovább...

Az ünnepi rendezvény Buda és Pest, ebből adódóan a Duna hullámainak fényei és két zongora csatájának dallamai között nagyon jó hangulatban zárult. Sikeres és méltó rendezvényt tudhat maga mögött a Szövetség. Azóta és egyelőre a szakmánk körüli törvényalkotási csendben a szakmai feladatokra helyeződik a hangsúly. A hulladékosokat még közelebb hozni a kohászathoz, úgy, hogy a hulladékkezelés ne csak a kohászat – öntészet előszobája legyen, hanem végleg szerves részének lássa azt a laikus közvélemény is.

**Hajnal J.**

# 60 éves az OMBKE Székesfehérvári területi szervezete

A Székesfehérvári területi szervezet 1955-ben történt alapításának 60. évfordulóját ünnepelte az Alumíniumipari Múzeum épületében Székesfehérváron.

Az évforduló kapcsán *Horváth Csaba* (aki 1997 és 2007 között titkárként szolgálta a szervezetet, *Örökös Mikulás*) tartott ünnepi beszédet, amelyből részleteket közlünk az alábbiakban:

A selmeci, soproni hagyományok és a mérnöki kapcsolatok ápolására alakult 1955-ben Székesfehérváron az akkori Könnyűfémű keretében a helyi szervezet. Az alapító tagok előtti tisztelgés jegyében álljon itt az első névsor: *Kóder Frigyes* (elnök), *Tóth Ferenc* (titkár), *Egerszegi János*, *Gyenes László*, *Halmi Lajos*, *Horváth György*, *Karácsony Imre*, *Kovács Géza*, *Sántha János*, *Schultheisz Gyula*, *Tóth Ferencné*, *Török Antal*.

A taglétszám az induló 12 főről rövidesen növekedni kezdett, 1970-re elérte a 200 főt, és ezen a szinten mozgott egészen a '90-es évekig. A Kőfém privatizációja után némileg csökkent, 2005-ben 149 fő és jelenleg 138 fő a tagság létszáma, mellyel a Székesfehérvári szervezet a legnagyobb csoport a Fémkohászati szakosztályon belül.

Népszerűségét a szakmai összetartás mellett a változatos programok biztosítják, amelyekből csak felsorolásszerűen álljon itt néhány:

- Szakmai klubdelutánok (később

hónap utolsó szerdák), 1957-től 60 év alatt közel 400 rendezvény;

- Turisztikai programokkal bővített külföldi szakmai tanulmányutak 1974-től (*Puza Ferenc* főszerző);

- Hagományápoló Szakestélyek (1960-as évek végétől a „túrt” kategóriából 1974-re az első „igazi, szabad” szakestély – *Zámoly, Szép Ilonka* vendéglő), azóta több mint 40 szakestély;

- „Ökumenikus” szakestélyek, a Szent István-teremben (1993, 1996, 1998, 2005)

- Mikulás-bálok (1964-től kezdődően 46 bál, 2015. december 5-én volt a 46. bál), a városban vagy környékén mindig más és más étteremben, vendéglőben;

- Nemzetközi Alumínium Konferenciák (1972, 1978, 1985);

- Részvétel a Selmezbányai Szalamander felvonuláson (1994-től évente);

- Kunoss Endre sírjának koszorúzása Kálozon (1996-tól évente).

A tagság erős kapcsolatokat ápol egyéb hagyományörző és szakmai szervezetekkel is. Az Alumíniumipari Múzeum részére kiállítási anyagok gyűjtésével segítettük az 1971. november 5-i megnyitást. Tagtársaink elvéhetetlen érdemeket szereztek a múzeum létrehozásában és jelenleg is tartó működésében (*Kovács Istvánné*, *Tóth István*, *Puza Ferenc*, *Köhler Imre*).

Kiemelkedő a Fémkohászati Szakosztályon belül a szakmai és baráti együttműködésünk testvérszervezeteinkkel: az Inotai helyi szervezettel, (*Gál „Pici” János*, *Petrusz Béla*), a

Kecskeméti helyi szervezettel (*Dánfy László*, *Rácz Adrienn*, *Széll Pál*, *Vág-völgyi György*) és a Mosonmagyaróvári helyi szervezettel (*Ferencz István*, *Csutak István*, *Tamás Tivadar*).

Természetesen az alumíniumipari (hajdani testvérvállalataink) csoportokon kívül a fém- és vaskohászok rendezvényeit is szívesen látogatjuk és őket is szívesen látjuk vendégül: *dunaújvárosi (Hevesi Imre)* és *nehézfémöntödei kollégák (Szombathelyi Rudolf, Szarka István, Horváth Anita)*.

Fentiekén túl is szívesen énekelünk bányász és geodéta nótákat a Kincsesbányai bányász és a Geoinformatikai Főiskolai Kar geodéta tagtársakkal.

A Bakonyi Bauxitbányák Kincsesbányai csoportjának tagjai 1994-től átléptek a Székesfehérvári helyi szervezetbe – *Iski Károly*, *Mucs Béla*, *Kreisher Károly* vezetésével, ekkortól datálódik a területi szervezet elnevezés.

Az évek során tagtársaink az elvégzett munkájukért több magas OMBKE elismerésben, kitüntetésben részesültek, így négy tiszteleti tagtársunk (*Egerszegi János*, *Csömöz Ferenc*, *Clement Lajos*, *Puza Ferenc*) mellett *Csurgó Lajos* Szent Borbála-emlékérem kitüntetésre és több mint 50 tagtársunk, aki az évek során OMBKE emlékérmek (*Mikoviny Sámuel*, *Péchy Antal*, *z. Zorkóczy Sámuel*, *Debreceni Márton*, *Centenáriumi*, *Egyesületi* munkáért plakett, oklevél) sorát érdemelte ki áldozatos, önkéntes munkájával.



■ Horváth György, Egerszegi János, Blázsúr István (vállalat alapító), dr. Schultheisz Gyula



■ A selmeci Akadémia épülete előtt

Végezetül álljon itt az elmúlt 60 év vezetőinek névsora, köszönet nekik az elvégzett munkáért.

Elnökök:  
Kóder Frigyes (1955–1960),  
Lomniczy Dezső (1960–1963),  
Egerszegi János (1963–1985),

Bárczy Gergely (1985–1990),  
Clement Lajos (1990–1994),  
Csömöz Ferenc (1994–2000),  
Csurgó Lajos (2000–).

Titkárok:  
Tóth Ferenc (1955–1960),  
Horváth György (1960–1966),

Magyari Ferenc (1966–1969),  
Bárdfalvi Tamás (1969–1970),  
Csömöz Ferenc (1970–1990),  
Papp Péter (1990–1994),  
Tárkány-Szűcs József (1994–1997),  
Horváth Csaba (1997–2007),  
Simon László (2007–). 

## Szent Hubertus – Szent Borbála emlékest Kecskeméten

2015. november 20-án az OMBKE Kecskeméti Helyi Szervezete és az OEE Kecskeméti Helyi Csoportja immár 17. alkalommal tartotta meg, ezúttal először Kecskeméten, a közös évzáró hagyományápoló szakestélyét. A rendezvénynek a KEFAG Zrt. Juniperus Park Hotel földszinti nagyterme adott otthont. A meghívást elfogadó erdész, bányász és kohász szakemberek, akiket a KEFAG Zrt. részéről *Sulyok Ferenc* vezérigazgató és *Koczka Zoltán* termelési vezérigazgató-helyettes, az OEE Kecskeméti Helyi Csoport elnöke és titkáráként is fogadtak, már délután 6 órától gyülekeztek a helyszínen, és baráti beszélgetések közepette elevenítették fel az elmúlóban lévő év eseményeit. A társasághoz ezúttal is csatlakoztak a Miskolci Gépészekért Alapítványt képviselő gépészmérnök kollégák. A kellemes beszélgetés alatt a kivetítőn az elmúlt 10 év találkozóinak és közös rendezvényeinek képei

futottak, melyeken sokan jó érzéssel ismerték fel magukat, és emlékeztek a közös élményekre.

A selmeci hagyományokat éltető és a védőszenteket méltató szakestély este 7 óra után vette kezdetét, melyen az egybegyűltek *Szűcs Imre* erdőmérnököt választották meg elnöknek, aki „szalagos” tisztségviselőként major domusnak *Koczka Zoltán* erdőmérnököt, cantus praesesekeknek *Gácsi Zsolt* és *dr. Bárány Gábor* erdőmérnököket, visszhangnak *Dánfy László* vegyész-

mérnököt jelölte ki, majd az ismert kezdő nóták felhangzása és a házi- rend hitelesítése után a többi tisztségviselőt is felkérte hivataluk lelkiismeretes ellátására. Az elnöki beszédet követően *Dánfy László* vetített képes illusztrálás mellett megemlékezett a védőszentekről, és a velük kapcsolatos mondák felelevenítése után a Szent Hubertus fohász és a Szent Borbála ima felolvasásával zárta a komoly pohár felszólalását. Számos komoly és vidám hangvételű hozzászólás, melyek közül *Bognár Gábor* erdőmérnök *Dzsida József* verstmácsolása és 20 éves visszaemlékezése, valamint *Kismarczi Attila* erdőmérnök Tompa környéki latin kereszt alakú erdőtelepítéssel kapcsolatos elemzése emelhető ki. További selmeci nóta intonálása után a szakestély hivatalos befejezését követően a résztvevők kisebb csoportokban éjfélig folytatták a nótázást és a baráti beszélgetést.



■ Dánfy László megemlékezése a védőszentekről

**Dánfy László**

### TÁJÉKOZTATÁS a 16. Európai Knappen- und Hüttentag (EKHT) rendezvényéről, melyet Csehországban, a 800 éves PRIBRAM városában rendeznek meg a Cseh Bányavárosok 20. találkozójaival együtt 2016. június 10–12-én

#### PROGRAM:

#### Június 10. péntek

14:00–21:00 Regisztráció

18:00–21:30 Kultúrprogram

19:00 Ünnepléses megnyitó

21:00–22:00 Fáklyás felvonulás

#### Június 11. szombat

9:30–10:30 Istentisztelet a Szent Hegyén (Svata Hora)

11:00–14:00 Díszfelvonulás, záró-  
ünneplés

16:00 Ünnepléses díjátadások

#### Június 12. vasárnap

Szabad program. A rendező cseh egyesület által szervezett kirándulások.

Szervező: Der Verein Prokop

Pribram: info@setkanihmo2016.cz

Elnök: Pavel David:

cech@cechphh.cz

Honlap: www.setkanihmo2016.cz;

www.cechphh.cz

Legalább 30 fő jelentkezése esetén az OMBKE önköltséges áron június 9-én Budapestről autóbust indít június 11-i visszautazással. Az útvonalról, a részletesebb programról és a költségekről a szálláslehetőség tisztázását követően adunk tájékoztatást.

Jó szerencsét!

**Dr. Gagyí Pálffy András**  
ügyvezető igazgató

# Borbála-szalamander Gánton

Gánt község hagyománnyá tette templomuk védőszentjének, Szent Borbálának tiszteletére – a bányász hagyományok szerinti szalamander formájában – rendezendő ünneplést. Az eseménynek jubileumi jelleget adott a tény, hogy 90 éve adta át a gánti kutatás költségei miatt nehéz helyzetbe került *Balás Jenő* kutatómunkáit az Alumíniumérc Bánya és Ipari Rt.-nek.

A bányász hagyományok tisztele-



■ 1. kép. A Bányászok Emlékkeresztjénél Pataki A., Csurgó Lajos., Károly J., Gál J., Kreischer K.

tét azzal is reprezentálják, hogy az őszi Bányásznaphoz kapcsolják a Falunapot, ennek keretében szeptemberben bányászok és kohászok együtt ünnepelnek a falu lakóival és németajkú kitelepítetteinek leszármazottaival Gánton. A rendezvényen Egyesületünk nevében koszorúztuk meg a Bányászok Emlékkeresztjét (1. kép).

Borbála napján az esti – 2009 óta hetedik – szalamander során lámpásainkkal végigsétáltuk az „egyutcás” község belső területét az iskolától a faluház érintésével a templomkertig. A gyülekezésről, a találkozásról készült esti képen sejlenek fel a helyiek és kollégáink bányászlámpái.

Borbála szobra előtt himnuszaink és a magyarországi németek himnuszának eléneklése után a helyi Bányászati Múzeum kialakításában jelentős érdemeket szerzett *Pataki Attila* geológus mérnök kolléga – a község tiszteletbeli polgára, az OMBKE tiszteleti tagja – mondott ünnepi beszédet. A szalamander felvonuláson részt vettek a vendéglő előtt krampampulival várta a 100 éves jubileumát ünneplő Vértesszentgyörgyi Vendéglő személyzete.

A vendéglőben – melynek mai



■ 2. kép. Balás Jenő emléktáblájánál Tessely Zoltán országgyűlési képviselő, Zimmermann Sebestyén, Spergelné Rádl Ibolya polgármester

tulajdonosai a Balás Jenőnek gánti szállást biztosított Zimmermann család ma élő tagjai, Piri néni és fiai – vacsorán látták vendégül *Spergelné Rádl Ibolya* polgármester asszony meghívására a megjelent bányász és kohász díszgyenruhás ünneplőket Gánt község Önkormányzata és a gánti Német Nemzetiségi Önkormányzat nevében.

Az esten a vendéglőben felavatták Balás Jenő emléktábláját (2. kép).

Hangulatos esti beszélgetés után azzal búcsúztunk, hogy újabb ünneplésre lesz módunk a gánti bauxitbányászat 2016-ban esedékes centenáriumán, szeptemberben.

Jó szerencsét!

**Gál János**

## „Duális” szakmai nap és szakestély az öntészeknél

A Miskolci Egyetem Öntészeti Intézete 2015. február 4-én – az öntészeti összefogás egyéves évfordulóján – és a duális képzés beindításának alkalmából szakmai találkozót és szakestélyt rendezett.

A találkozón közel száz fő, köztük a szakirányon oktatott hallgatók és az oktatói kar képviselői vettek részt a vállalati szakemberek és az érdeklődők mellett. E nap délelőttjén volt az egyetem diplomaátadó ünnepsége, a Foundry-Solid Kft. felügyelő bizottsági ülése, a Nándori Gyula Alapítvány kuratóriumi ülése, míg az eseménydús napot este a selmeczi hagyományaink szerint szervezett szakestély zárta.

Az Öntészeti Intézettel szorosan

együttműködő iparvállalatok képviselőiben jelen volt a duális képzést támogató Nemak Győr Alumíniumöntöde Kft. vezetésén kívül további 15 öntöde képviselője és a rendezvény támogatói, nevezetesen az Alba



■ 1. kép. A Rota-fröccs öntési bemutató dalosai, Grega Oszkár, Fegyverneki György és Leskó Zsolt

Metall 1991 Mérnöki Iroda Kft., az Alu-Öntő Kft., a Certa Kft., a Csaba Metál Öntödei Rt., a Csepel Metall Vasöntöde Kft., a Fémalk Zrt., a Hőker Kft., a K+K Vas Kft., az L-Duplex Pívó Kft., a Magyar Öntészeti Szövetség,



■ 2. kép. Az elnöki tisztség átruházása. Hatala Pál és Lengyelné Kiss Katalin

az Öntőgépszerviz Kft., a Prec-Cast Öntődei Kft., a Qualiform Zrt., a Sicta Kft. és a TP Technoplus Kft.

Este a „Duális Öntész” szakestélyen „Tiszteletbeli Öntész Társ”-sá fogadták *dr. Torma András* professzort, az Miskolci Egyetem rektorát. Az öntészek családjába való befogadás jelképeként az Öntészeti Intézet bordó köpenyébe öltöztették *Toth Davidot*, a Nemak Kft. ügyvezető igazgatóját, és Öntész Munkatárssá avatták *dr. Erdélyi János* gépészmérnök kollégát.

A szakestélyen adta át *dr. Palotás Árpád Bence* professzor, a Műszaki Anyagtudományi Kar dékánja a „Pro Facultate Ingeniariorum Metallurgiae” kitüntetést *Rendes Jánosnak* (Nemak Kft.) és *dr. Hatala Pálnak* (MÖSz) a kar oktatási és kutatási munkáját hosszú idő óta segítő, kiemelkedő tevékenységükért.

A szakestély szakmai vonatkozású vidám eseménye *dr. Fegyverneki*

*György* szakosztálytitkár „Rotafröccs” öntési bemutatója volt (1. kép).

A szakmai öszszetartozást erősítő szakestély jó hangulatú, szellemes programját *dr. Hatala Pál* (praeses) irányításával a közreműködők, *dr. Varga László* (háznagy), *dr. Tóth Levente* (komoly pohár), *dr. Dúl Jenő* (vidám pohár) és *dr. Grega Oszkár* (cantus praeses) szerepvállalása biztosította, melyhez társult *dr. Lengyelné Kiss Katalin* „másodelnöki” ténykedése is (2–3. kép).

A szakestélyen részt vettek a járműipari öntészeti duális képzésben oktató, valamint a szakirányos ön-



■ 3. kép. A Másodelnök és a „Világító ifjú gyertyaszálak”

tészeti tanulmányaikat most végző hallgatók, akiknek nevében *Alexa Márk* mondott köszönetet a rendezvény szervezőinek.

A szervezők szándéka szerint a programok elősegítették az öntészeti ipar és az egyetem együttműködését, az öszszefogás megőrzését és erősítését.

**DJ**

## KONFERENCIA BRASSÓBAN

az OMBKE és az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság  
2016. április 8–9–10-én Brassóban rendezi meg a  
XVIII. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferenciát

A konferenciára az OMBKE Budapestről autóbust indít.  
Tervezett program:

- Április 7. csütörtök:** 7:00-kor indulás Budapestről az Öntődei Múzeum elől.  
Útvonal: Budapest – Kecskemét – Lugos – Facsád – Déva – Fogaras – Brassó.  
Útközben ebéd.  
Szállás Brassóban a City Center Hotelben. Vacsora Brassóban.
- Április 8. péntek:** Reggeli a hotelben. A bányász-kohász szekció egész napos kirándulása.  
Tervezett útvonal: Brassó – Négyfalu – Alsótömös – Sinaia (Peles kastély) – Predeal – Hidegpatak (ebéd) – Barcarozsnyó – Törcsvár (Drakula kastély) – Keresztesfalu.  
Vacsora Brassóban.
- Április 9. szombat:** Reggeli a hotelben. Délelőtti részvétel a konferencia megnyitóján, plenáris előadások.  
Ebéd. Délután szekció-előadások.  
A kísérőknek egyéni városnézés Brassóban és környékén.  
Este állófogadás.
- Április 10. vasárnap:** Reggeli a hotelben. 8:00-kor hazaindulás. Útközben ebéd.

Az autóbusszal utazók a jelentkezésüket az OMBKE-hez küldjék el, és minden, a konferenciával kapcsolatos költséget az OMBKE-hez fizessenek be.

Az utazásához a baleset-, betegség-, poggyászbiztosítást javasoljuk egyénileg megkötni.

Felvilágosítást ad az OMBKE titkárságon: **Csányi Judit** (tel.: 201-7337, e-mail: ombke@ombkenet.hu)

Jó szerencsét!

**Dr. Gagy Pálffy András**  
ügyvezető igazgató

Tisztelt Olvasók, tisztelt Tagtársak!

2012-ben úgy döntöttünk, hogy minden év elején a 70 év feletti, kerek születésnapot ünneplő tagtársainkat nevük felsorolásával köszöntjük lapunkban.

A 70. évet ebben az évben betöltő tagtársainknak, akiket születésnapjukon először köszönhetünk ezen a módon, felkérő levelet küldtünk, hogy nekik a korábbi gyakorlat szerint rövid életútjuk és fényképük közlésével is gratulálhassunk. Természetesen továbbra is lehetőséget adunk arra, hogy a szakosztályok vezetősége és a lapba író szerzők a nevezetes születésnapot ünneplő tagtársainkról interjú formájában megemlékezhesenek.

*Balázs Tamás felelős szerkesztő*

### **2016-ban jubiláló tagtársainknak szeretettel gratulálunk, további jó egészséget és még sok békés, boldog évet kívánunk!**

#### **95. születésnapját ünnepli**

Szőke László dr.	Vaskohászati Szakosztály
Sziklavári János dr.	Vaskohászati Szakosztály
Benkő Miklós	Vaskohászati Szakosztály
Komár László	Vaskohászati Szakosztály

#### **90. születésnapját ünnepli**

Laár Tibor	Fémkohászati Szakosztály
Gimesi Mihály	Öntészeti Szakosztály
Pálovits Pál	Fémkohászati Szakosztály
Ehmann József	Öntészeti Szakosztály

#### **85. születésnapját ünnepli**

Pálovits Pálné	Fémkohászati Szakosztály
Schultz György dr.	Egyetemi Osztály
Czupi Gyula	Fémkohászati Szakosztály
Temesi Sándor dr.	Vaskohászati Szakosztály
Rajczy András	Öntészeti Szakosztály
Gulyás József dr.	Egyetemi Osztály
Gál József	Vaskohászati Szakosztály
Pék Józsefné	Fémkohászati Szakosztály
Pék József	Fémkohászati Szakosztály
Baráz András	Öntészeti Szakosztály

#### **80. születésnapját ünnepli**

Siklósi Péter dr.	Fémkohászati Szakosztály
Szarka János	Fémkohászati Szakosztály
Tranta Ferenc dr.	Egyetemi Osztály
Barcsik László	Vaskohászati Szakosztály
Becker Miklós	Fémkohászati Szakosztály
Dudás Gyula dr.	Öntészeti Szakosztály
Hopka László	Vaskohászati Szakosztály
Szél Ferenc	Öntészeti Szakosztály

Szabó Zoltán dr.	Vaskohászati Szakosztály
Sólyom Jenő	Egyetemi Osztály
Stein Mihály	Fémkohászati Szakosztály
Tóth Sándor	Öntészeti Szakosztály
Dzsaja Lajos	Fémkohászati Szakosztály

#### **75. születésnapját ünnepli**

Kováts Miklós dr.	Vaskohászati Szakosztály
Pálya Károly	Vaskohászati Szakosztály
Grünvalszky Károly	Öntészeti Szakosztály
Belányi József	Öntészeti Szakosztály
Krajcsi József	Vaskohászati Szakosztály
Villányi István	Öntészeti Szakosztály
Csirikus József dr.	Vaskohászati Szakosztály
Csantavéri Tivadar Károly	Vaskohászati Szakosztály
Vitéz János dr.	Fémkohászati Szakosztály
Hetényi István	Vaskohászati Szakosztály
Lovas Lászlóné	Vaskohászati Szakosztály
Hőgye András	Fémkohászati Szakosztály
Németh Józsefné	Fémkohászati Szakosztály
Ifju János	Fémkohászati Szakosztály
Károly Gyula dr.	Egyetemi Osztály
Fábián Zoltán	Vaskohászati Szakosztály
Ágh József dr.	Vaskohászati Szakosztály
Somosvári Zsolt dr.	Egyetemi Osztály
Solt Péter Mihály	Öntészeti Szakosztály
Szegedy-Maszák Tibor	Öntészeti Szakosztály
Kiss Mátyás dr.	Egyetemi Osztály

#### **70. születésnapját ünnepli**

Csőke Barnabás dr.	Egyetemi Osztály
Nagy Géza dr.	Fémkohászati Szakosztály
Bodorkós György	Vaskohászati Szakosztály
Pivarcsi Lászlóné	Öntészeti Szakosztály
Papp Péter	Fémkohászati Szakosztály

Szell Pálné  
Pupp János  
Kreiszi József  
Kukla Ferenc  
Fejes László  
Nagy Ferenc dr.  
Gyürüsi Ferenc  
Éva András dr.  
Sándor József dr.  
Bagi János  
Tóth László  
Rudolf Lajos  
Vágölgyi György  
Vizvárdy Endre

Fémkohászati Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Öntészeti Szakosztály  
Öntészeti Szakosztály  
Öntészeti Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Vaskohászati Szakosztály  
Öntészeti Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Öntészeti Szakosztály

Politzer Tamás  
Szombatfalvy Rudolf  
Tóth László  
Tar Gyula József  
Vitos László  
Péterfalvi Jenő  
Szücs István dr.  
Szell Pál  
Tóth Mihály  
Sztankay György  
Tamási István  
Köves Kristóf  
Horváth Tamás

Öntészeti Szakosztály  
Öntészeti Szakosztály  
Öntészeti Szakosztály  
Vaskohászati Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Öntészeti Szakosztály  
Egyetemi Osztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Vaskohászati Szakosztály  
Öntészeti Szakosztály  
Vaskohászati Szakosztály  
Fémkohászati Szakosztály  
Vaskohászati Szakosztály

## ■ NEKROLÓGOK

### Szilágyi Imre

1928–2015



*Szilágyi Imre okleveles gépészmérnök 1928-ban született. 1946-ban asztalosipari szakképesítést, majd 1951-ben technikus oklevelet szerzett az Újpesti Faipari Középiskolában.*

*1956-ban szerzett diplomát a Budapesti Műszaki Egyetem gépgyártástechnológiai szak hidegtechnológiai ágazatán.*

*A Csepeli Vas- és Acélöntődében 1949-től mintakészítő, 1951-től mintatechnológus, 1956-tól a szerszám- és készüléktervező csoport vezetője volt. 1971–82-ig az Öntödei Vállalatnál gyártásfejlesztési főosztályvezetőként, majd műszaki-gazdasági tanácsadóként dolgozott. A vállalatnak Magyar Öntészeti Egyesüléssé váló átalakulása után főmunkatárs volt 1988-as nyugdíjazásáig. Itt több öntöde korszerűsítésében, öntödei fejlesztési tervek kidolgozásában vett részt. Két szabadalmát fogadták el, szaklapokban számos publikációt jelentetett meg. Két szakkönyvnek is a társszerzője volt. Négyyszer kapott Kiváló Dolgozó kitüntetést.*


*Nyugdíjas éveiben intenzíven foglalkozott kedvenc témájával, az elméleti fizika újragondolt alapjaival, melyet*

*2009–12-ben négy kötetben, a Révai Digitális Kiadónál meg is jelentetett.*

*1952-től tagja volt az OMBKE-nek. Az Öntészeti Szakosztály csepeli szervezetének egyik alapítója és első titkára volt. 1971–75-ben a szakosztály titkárhelyettese, több cikluson keresztül az egyesületi alapszabály bizottságnak a tagja, majd a vezetője volt, 1994–97-ben pedig a fegyelmi bizottság tagja volt.*

*Egyesületi munkájáért két ízben a Kohászat Kiváló Dolgozója és a z. Zorkóczy Samu-emlékérmet, 60 éves egyesületi tagságáért Sóltz Vilmos-emlékérmet, továbbá Centenáriumi Emlékérmet kapott. 2002-ben elsőként kapta meg az OMBKE Öntészeti Szakosztályért kitüntetést, és a szakosztály alapító tagjainak járó díszoklevelet.*

*2015 májusában bekövetkezett haláláról sajnálatos módon csak ősszel értesültünk. Hozzá tartozóinak ezúton fejezzük ki őszinte részvétünket. Kedves tagtársunknak szakosztályunkban kifejtett szakmai-társadalmi tevékenységéért tisztelettel adózva kívánunk békés nyugodalmat, utolsó Jó szerencsét!*

 (LKK)

*Szilágyi Imre nekrológja 2015/6. számunkban téves képpel jelent meg. A hibáért a család és olvasóink szíves elnézését kéri a szerkesztőség.*

## Dr. Csák József

1935–2015



Dr. Csák József 1935. augusztus 4-én Egerben született, ott is érettségizett. Kohómérnöki diplomáját 1958-ban a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen kapta.

Az egyetem elvégzése után a Székesfehérvári Könnyűféműbe került, ahol 1974-ig különböző beosztásokban – öntödei üzemmérnök, üzemvezető-helyettes, termelési osztályvezető, főosztályvezető-helyettes, kutató – dolgozott.

1964 februárjában a KÖFÉM megalkuló kutatási részlegéhez helyezték azzal a feladattal, hogy többedmagával hozza létre a gyár Központi Technológiai Kutató Laboratóriumát, a KTKL-t, ami egy 60-70 fős, 2500 nm-es laboratóriumi részleg lett. Már mint kutató aspirantúrára jelentkezett. A kandidátusi disszertációját a Moszkvai Acél és Ötvözetek Intézetében, valamint a Könnyűféműben dolgozta ki, és 1968 decemberében védte meg „A félfolyamatosan öntött tuskók és a belőlük gyártott féltermékek szerkezetváltoztatói lehetőségeinek vizsgálata AIMg3 ötvözeteknél” témában. Ennek alapján, illetve ennek a témának továbbfejlesztéséért egyetemi doktori címet és 1999-ben PhD-fokozatot kapott a Miskolci Egyetemen.

1974-ben a KTKL-t a Fémipari Kutató Intézethez csatolták, amelynek tudományos főmunkatársa lett. Ugyanabban az évben az Országos Ösztöndíj Tanács és a francia ACTIM révén több hónapot töltött Franciaországban a PECHINEY UK alumíniumipari kutató laboratóriumaiban és üzemeiben.

A kutatási munkába kissé belefáradva engedett a gyorsabban látható eredményt adó, realitásabbnak tűnő tervezői terület csábításának, és 1975 februárjától az Alumíniumipari Tervező Vállalathoz ment, ahol a Magyar Alumíniumipari Tröszt féglyártmánygyártó üzemei – elsősorban a KÖFÉM és a KÖBAL – beruházásainak tervezési feladataival foglalkozó részleg kialakításával bízták meg. A részleg kiépült, és 1977-től a már az időközben a Fémipari Kutató Intézettel összevont ALUTERV-FKI Féglyártmány Tervezési

Irodájaként dolgozott 100 fő körüli létszámmal.

1980–84 között igazgatóhelyettesként tevékenykedett az ALUTERV-FKI-ban, a tervezői, a fővállalkozási és a külkereskedelmi terület irányítása tartozott hozzá.

A magyar alumíniumipar extenzív fejlesztése 1983–85-ben befejeződött. Fejlesztés nem lévén, a tervezői-fővállalkozási tevékenységre egyre kevesebb szükség volt. Az intézet létszáma az 1983. évi 1250 főről 1992-ig 120 főre csökkent. A zsugorodással együtt lett ismét irodavezető, főosztályvezető, majd tanácsadó az 1993. évi nyugdíjazásáig.

Nyugdíjasként néhány, a színesfém és acélipar, valamint a kábelgyártás területén működő angol vállalat képviselőjeként segítette azok magyarországi tevékenységét.

Az Miskolci Egyetemen mindig szoros kapcsolatban állt, mintegy ötven diplomatervnek, doktori és kandidátusi disszertációnak volt opponense. Ezen tevékenységét az egyetem 1988-ban címzetes egyetemi docens címmel honorálta. Szakmai előadásainak, publikációinak száma mintegy ötven.

Családja is legalább annyira fontos volt számára, mint a munkája.


Évekig tevékenykedett az ICSOBA Magyar Nemzeti Bizottsága elnökségében és a Veszprémi Akadémiai Bizottság alumíniumipari munkabizottságban.

Az OMBKE-nek 1955 óta volt tagja, hosszú időn keresztül a Fémkohászati Szakosztályban vezetőségi tagként dolgozott, a Tiszteleti Tagok és Szeniorok Tanácsának is tagja volt.

1990-ben OMBKE-émlékplakettet, 2002-ben Debreczeni Márton-émlékérmét, 40, 50 és 60 éves egyesületi tagságáért pedig Soltz Vilmos-émlékérmét kapott.

Dr. Csák József 2015. december 8-án hunyt el, családjával, barátaival, tiszteelőivel együtt vettünk tőle végső búcsút az Óbudai temetőben december 28-án.

Kívánunk Neki békés nyugalmat és utolsó Jó szerencsét!

 (TSzJ)

## Moravitz Péter

1928–2015



Moravitz Péter Csehszlovákiában, Bratislavában született 1928. január 11-én. Születésekor a várost még Pressburg – Pozsony – Bratislavanak hívták, a lakosok számára a szerint. Szülei ehhez alkalmazkodván először német, utána szlovák, majd később magyar iskolába adták, így mind a három nyelvet kiválóan beszélte, de mindig magyar anyanyelvűnek vallotta magát. A család 1938-ban Komáromba költözött, miután a várost visszacsatolták Magyarországhoz. Gimnáziumba is itt járt, de 1945 márciusában, érettségi előtt, 17 évesen a gimnáziumi osztálynak be kellett vonulnia. A még majdnem gyermek levante-katonák szinte éjjel-nappal, megállás nélkül meneteltek a közeledő front elől menekülve egészen Linzig, majd onnan északra, Budejovicéig. Május 5-én értek haza – a gimnáziumi osztályból mindössze öten. A gimnáziumot Budapesten fejezte be, ott is érettségizett. A budapesti Műegyetemen végzett vegyészmérnökként. Ezt követően visszaköltözött Szlovákiába, és ott Slovenská L'upčán, magyarul Zólyomlipcsén helyezkedett el egy robbanóanyagot gyártó vegyiüzemben. Az '50-es évek közepén munkahelyet váltott: a Žiar nad Hronom-ban, azaz Garamszentkereszten épült alumíniumkohónál előbb a minőségellenőrzési osztályt vezette, majd – mivel az üzemet magyar bauxittal látták el –, a csehszlovák-magyar kereskedelmi kapcsolatok felelőse volt egészen nyugdíjba vonulásáig, 1988-ig. Nyugállományba vonulása után is rendszeresen közreműködött a Magyar Alumíniumipari Tröszt, majd a Magyar Alumínium Zrt. és a szlovákiai partnerek közötti műszaki-kereskedelmi kapcsolatok szervezésében.

A '80-as évek elején a Magyarországról Selmece látogatónak még elég nehéz volt úgy megérkeznie, hogy viszonylag elfogadható szállást, ellátást kapjon, és megismerhesse a történelmi múlt nevezetességeit. Ellenséges hangulat fogadta, az ott élő magyaroknak valósággal tiltották a magyar szót. Moravitz Péter volt az, aki minden nehézséget felvállalva elkezdte szervezni a magyar csoportok látogatását. A '80-as évek végén már rendszeresen utaztak bányász, kohász és erdész csoportok Selmece, de az alig 200 szálláshely nyilvántartását, elosztását szinte kizá-

rólag Péter tudta kézben tartani.

1993-ban Selmecebánya az UNESCO világörökség része lett, ezután természetesen jelentősen javult a helyzet, de Péter segítségére azért még éveken át gyakran szükség volt.

Kedves tréfái, néha vaskosra sikeredett meglepetései sok-sok szakestély üde színfoltjai voltak. Jókedve ritkán hagyta el. Szívesen emlékezett azokra a fiatalkori évtizedekre, amikor motorkecpár-versenyzőként a csehszlovák élvonalba tartozott: 72 babékoszorú, rengeteg érem és kupa emlékeztette ezekre a sikerekre. Szeretett utazni, járni a világban, szeretett Magyarországra jönni, itt barátaival jókat beszélgetni, sörözgetni. Tőle lehetett megtanulni azt, hogyan és miért kell tisztelni más nemzetek tagjait. Erre volt egy példamondata: „Ha szerelmes vagyok egy nőbe, az nem azt jelenti, hogy a többi nőt utálok, sőt, még szerethetem is őket!” Ő ennek szellemében élt. Ezért voltak barátai szerte Európában. Szlovákiában is tisztelet övezte: 2013-ban Selmecebánya díszpolgára lett.

Egyesületünknek 1978 óta tagja, 1990-től tiszteleti tagja. A magyar kormánytól és a szlovák kormánytól is többször kapott kitüntetést szakmai és társadalmi kapcsolatépítő tevékenységéért. A Magyar Bányászati Szövetség színezüst emlékérmét is átvehette. 2013-ban megkapta a Selmecebányai és Hodrusbányai Bányászati Egyesület emlékérmét is.

Hamvasztás előtti búcsúztatása 2015. december 12-én Zólyomlipcsén volt. A Szlovák Bányászati Hagyományápoló Egyesület elnöke, valamint Selmecebánya alpolgármestere után egyesületünk részéről dr. Pataki Attila vett végső búcsút Petáktól. A koporsó mellett a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karának hallgatói és a Selmecebányai Egyesület vezetői álltak díszőrséget.

A szertartás befejezéseként a Selmecebányai Bányász Kórusal közösen elénekeltük szlovákul és magyarul a bányászhimnuszot. Így engedjük utolsó útjára Moravitz Pétert, alias Petákot, barátunkat, kollégánkat. Így búcsúztunk attól az embertől, aki újkori selmecai kapcsolataink alapjait megteremtette.

Utolsó Jó szerencsét!

 Pataki Attila

## Dr. Szekér Gyula

1925–2015



Dr. Szekér Gyula a pápai Református Gimnáziumban tanult és ott érettségizett. 1945-ben az Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohóban vállalt munkát, majd beiratkozott a Pázmány Péter Tudományegyetemre, ahol okleveles vegyész diplomát szerzett. Az egyetem elvégzése után a Fémipari Kutató Intézet Elektrometallurgiai Laboratóriumának tudományos munkatársa volt.

1950 októberétől a moszkvai Színesfémkohászati Intézet, Könnyűfémek Elektrometallurgiája Tanszékén aspiráns volt. A nemzetközi hírű A. I. Beljajev akadémikus professzor vezetésével az alumíniumelektrolízis áramhatásfokát befolyásoló fizikai-kémiai, elektrokémiai folyamatokat vizsgálta. Elért kutatási eredményei alapján megkapta a tudományok kandidátusa fokozatot. A közölt eredményei jelentősek voltak és időtállóan bizonyultak, a mai napig hivatkoznak az elért eredményeire. Közreműködött és szerzőtárs volt az Alumínium kohászata című orosz nyelven írt könyv magyar nyelvű kiadásában, mely alpműnek számított a hazai kohászatban. 1954 szeptemberében a Nehézipari Minisztérium Alumíniumipari Igazgatósága vezetőjévé nevezték ki. Az 1955–1975 közötti időszakban a Nehézipari Minisztériumban dolgozott miniszterhelyettesként, majd 1971-től 1975-ig nehézipari miniszterként. Ezután a miniszterelnök első helyetteseként 1980-ig dolgozott a kormányzati apparátusban.

Fő feladatának tartotta a magyar ipar struktúrájának átalakítását, nemzetközi versenyképességének biztosítását. Kiváló szervező, kiváló iparfejlesztő stratégia, kiváló tudós volt.

Az ipar számos területén marandót alkotott. A fő ágazatok az energetika, alumíniumipar, petrolkémia, gyógyszeripar, kémiai iparok, műtrágyaipar. Ezen ágazatok nekrológgal, emlékülésekkel tisztelegnek előtte, és méltatják szerepét az adott ágazat fejlesztésében. E nekrológgal csak arra lehet vállalkozni, hogy úgy tisztelgünk előtte, hogy felsoroljuk azokat a legfontosabb alumíniumipari fejlesztéseket, beruházásokat, amelyek az ő kormányzati támogatásával valósultak meg: az iszkaszentgyörgyi és halimbai bauxitbányák megnyitása, az almásfüzitői tim-

földgyár termelési kapacitásának bővítése, az új Ajkai Timföldgyár létesítése, a Székesfehérvári Könnyűfémű termékválasztékot bővítő beruházása, a fóliagyártás korszerűsítése a Kőbányai Könnyűféműben.

Támogatta és előkészítette a magyar–szovjet timföld-alumínium egyezmény megkötését. Kezdeményezője volt az Alumíniumipari Központi Fejlesztés kutatás-fejlesztési célprogramjának.

A KGST Fémkohászati Bizottságának hosszú időn keresztül volt az elnöke. 1971-ben lett a kémiai tudományok doktora és a Budapesti Műszaki Egyetem címzetes egyetemi tanára. 13 könyvet írt, ezek közül néhány alumíniumipari vonatkozású volt.

Kevesen tudják és nem igazán ismert a közvélemény előtt, hogy 1976-ban amerikai hivatalos útja során fogadta őt Gerald Ford, az Egyesült Államok elnöke. A találkozás során felvette és meggyőzte az elnököt arról, hogy a Szent Korona a magyar nép jogos tulajdona. Felvetése, érvelése megértésre talált, és ezzel indult meg a Szent Korona hazatérésének folyamata.

Nevéhez fűződik a Magyar Vegyészeti Múzeum létesítése is Várpalotán a Thury György várban.

2004-ben Celldömölk város önkormányzata díszpolgári címmel tüntette ki. 2015-ben Paks város önkormányzata számára ítélte meg a Pro Urbe díjat.

Személyében az alumíniumipar egy segítőkész, az erőfeszítéseket támogató, a fejlesztések kormányzati szintű döntéseit támogató vezetőt és barátot veszített el.

Az energiaágazat, a paksi Atomerőmű azzal fejezte ki tiszteletét és nagyrabeccsülését, hogy dr. Szekér Gyulát saját halottjának tekintette.

A búcsúztatása a Fiumei úti Nemzeti sírkertben történt 2015. január 15-én. Búcsúzott tőle Celldömölk polgármestere, a paksi Atomerőmű vezetője, a Magyar Vegyipari Egyesülés elnöke.

A Szózat hangjaira helyezték örök nyugalomra.

Tisztelt dr. Szekér Gyula, nyugodjál békében, emlékedet híven fogjuk megőrizni.

 Horváth János

# Ünnepi Szent Borbála-mise a Gellért-hegyi Sziklatemplomban



# Képek a 2015. december 4-i Borbála-ünnepségről

