

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

Kohászat

Vaskohászat

Öntészet

Fémkohászat

Jövőnk anyagai, technológiái

Egyesületi hírmondó

143. évfolyam

2010/2. szám



Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület lapja.

Alapította Péch Antal 1868-ban.

Vaskohászat

1 Zuliáni, D. J. – Scipolo, V. – Born, C.

A költségek és az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése konverteres és elektroacélgyártás során

7 Thiele Ádám – Bán Krisztián

A bucvaskohászat kora középkori technológiája a megvalósíthatóság tükrében

Öntészet

13 Buzás Gergely

Konrád mester visegrádi nagy harangja 1357-ből

16 Dúl Jenő

Öntészeti kutató-oktató labor és innovációs centrum

Fémkohászat

23 Antal Árpád

A csepeli csőhorganyzás története és technológiái

Jövőnk anyagai, technológiái

33 Buza Gábor

A lézersugaras anyagmegmunkálás energiaviszonyai II.

Egyesületi hírmondó

41 Emlékeztető a választmány 2010. március 1-jei üléséről

43 Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület memoranduma az Európai Parlament és a Magyar Országgyűlés képviselőihez

47 Egyetemi hírek

49 Múzeumi hírek

51 Köszöntések

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

D. J. Zuliáni, – V. Scipolo – C. Born: Reduction of costs and emission of greenhouse gases in the course of converter and electro steel production 1

As the oxidation of carbon is a crucial reaction in all methods of steelmaking, it is a great challenge for steel producers to find possibilities of CO₂-emission reduction without seriously worsening the efficacy of the method. This paper reviews the development of processes aiming at the improvement of productivity, reduction of operating costs and emission of greenhouse gases (GHG) in the area of oxygen steelmaking.

Ádám Thiele – Krisztián Bán: Early middle-age technology of bloom iron metallurgy in the mirror of viability 7

It is one of the advantageous recent processes that in connection with the science of archaeology or within it, increasing emphasis is laid on the reproduction of contemporaneous objects, processes and events. Scientific conclusions supported purely by objective findings and descriptions are frequently inexact, thus not quite reflecting contemporaneous possibilities, conditions (e.g. we cannot say anything certain on the use of a discovered weapon or tool and the conditions of use until an expert tests it). This paper presents such a technical history experiment, more precisely the results of a modern revival of bloom iron metallurgy.

Gergely Buzás: Master Conrad's big bell from Visegrád, 1357 13

In 1357, king Louis (Lajos) I. awarded bell caster master Conrad (Konrád) and his brothers with privileges for casting the big bell in Visegrád. From 1968 to 1969, Mátyás Szőke excavated the founding pit and fragments of the mould of this bell, so the process of casting and the bell of 280 cm diameter, possibly the biggest known bell of middle-age Europe, could be reconstructed. After preparing the Visegrád bell, master Conrad with his brothers settled down in Igló and founded there a workshop operating up to the first half of 16th century. In this workshop numerous bells and baptisteries were prepared, saved up to now in churches of Szepes county and its neighbourhood, decorated with motifs identical with those found on the Visegrád bell mould.

Jenő Dúl: Foundry Research-Education Laboratory Innovation Centre 16

The aim of the „Formation and operation of the Miskolc University Technology and Knowledge Centre” No TÁMOP-4.2.1-08/1-2008-0006 project is the further development of connection system with associations of foundries and casting users by the Metallurgical and Casting Chair of the University, to expand its intellectual capacity, the scope and efficacy its tools, to secure the conditions for cultivating casting research themes and solution of partners' research and development tasks, in co-operation with the members of Association of Hungarian Foundries. The project is to be realized with the support of the European Union and co-financing by the European Social Fund.

Árpád Antal: History and processes of tube galvanizing in the Csepel Works 23

The development of our hot-dip galvanizing industry is closely connected with the Hungarian steelmaking industry and steel processing. Within the hot-dip galvanizing industry separate branches developed for protecting several kinds of steel products against corrosion. All these branches had and partly have their bases in Hungary. The base of tube hot-dip galvanizing that has ceased by now, was on the territory of the late Csepel Works; its rise, zenith, then ceasing adequately reflect the consequences of economical and political changes.

Gábor Buza: Energetic conditions of material processing with laser beam II.

Or: What consumes the energy? 33

The diversity of knowledge on material processing with laser beam is confusing. It is difficult to know the way for people dealing with the area only tangentially. Special papers deal with special questions only, books mostly bewilder readers by discussing simultaneously many points of view. This series of articles aims at giving the user a review on material processing methods with laser beam along a single way of thinking. The guide of this way of thinking is the energy of the laser beam. We examine the way and kind of the dimension of its dependence and its consumption.

ZULIANI, D. J. – SCIPOLO, V. – BORN, C.

A költségek és az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése konverteres és elektroacélgyártás során

A karbon oxidálása meghatározó reakció minden acélgyártó eljárásban, ezért az acélgyártók számára nagy kihívást jelent, hogy keressék a lehetőségeket a CO₂-kibocsátás csökkentésére anélkül, hogy az eljárás hatékonysága komolyan romlana. A dolgozat áttekintést ad az elektroacélgyártás és az oxigénes acélgyártás területén a termelékenység javulását, az üzemi költségek és az üvegházhatású gázok (GHG, greenhouse gas) kibocsátásának csökkentését célzó technológiák fejlődéséről.

1. Üvegházhatású gázok kibocsátása az elektroacélgyártás során

A korszerű elektroacélgyártás (EAF, electric arc furnace) során a villamos energiát szén és szénhidrogének adagolásával egészítik ki, hogy ily módon csökkentsék az energia-költségeket, és a nagyobb termelékenység céljából növeljék az olvasztási sebességet. Ennek az energiabevitelnek rossz hatásfokú alkalmazása azonban növeli a közvetlen és a közvetett CO₂-kibocsátást.

Az 1. táblázat olyan korszerű, 7 m átmérőjű EAF berendezés energiamelegét mutatja, amely vegyi és villamos energiát egyaránt használ az acélhulladék feldolgozásához. Az adatok azt mutatják, hogy az összes energiaforrást figyelembe véve a teljes energiabevitel hozzávetőleg 722 kWó/t_{folyékony acél}-t tesz ki.

Ezen adatok elemzése érdekes módon azt jelzi, hogy az olvasztáshoz és a folyékony acélfürdő finomításához ténylegesen csak a teljes bevitt energia 54%-a

szükséges. A fennmaradó 46% elvész, ennek az energiavesztésnek a 70%-a a távozó gázokhoz kapcsolható (az összbevitel 15,5%-a érzékelhető hő, 16,9%-a pedig vegyi energia el nem égett CO és H₂ formájában).

A távozó gáz nagy energiataralma alapján világos, hogy annak érzékelhető hő- és vegyienergia tartalmát kell csökkenteni a veszteségek csökkentésére, ha eredményt akarunk elérni az elektroacélgyártás energiafelhasználása és az ezzel összefüggő GHG-kibocsátás csökkentése terén.

1.1 A vegyi energia optimalizálása az elektroacélgyártás során

Az EAF-eljárás energiahatásfokának és a kapcsolatos GHG-kibocsátásnak Thomson és társai által 2000-ben végzett vizsgálata szerint egy tonna acélra mintegy 100 kg közvetlen CO₂-kibocsátás és további 255–345 kg közvetett CO₂-kibocsátás esik, feltételezve, hogy a villamosenergia-ter-

melés során a fosszilis tüzelőanyag részaránya 32 és 68% között változott [1].

Az eljárás hatékonyságának javítása és a GHG-kibocsátás csökkentése céljából Thomson az iparba újonnan bevezetett Efsop folyamatos, valós idejű gázelemző technológiát használta a kemencében történő utóégetés szabályozásához és optimalizálásához, miközben változtatta az égő, a lándzsa és az injektor alkalmazásának gyakorlatát (1. ábra). Thomson beszámolt arról, hogy a technológiai energia ennek eredményeként megnövekedett hasznosulása 40 kWó/t-ig terjedő értékkel csökkentette a fajlagos villamosenergia-fogyasztást. További előny volt, hogy a kombinált, közvetlen és közvetett GHG-kibocsátás is 35 kg CO₂-egyenértékkel csökkent tonnánként (68%-ban fosszilis energiájú villamosenergia-termelést feltételezve, mint pl. az USA-ban).

Az EAF-eljárás energiaoptimalizálása az egyszerű, égés utáni optimalizálásból utóbb „holisztikusabb” megközelítéssé fejlődött, amely a teljes gyártási folyamat optimalizálására irányul, hogy ily módon a legnagyobb vegyi- és villamosenergia-megtakarításokat éri el a technológiai energiavesztés és a GHG-kibocsátás minimalizálása mellett.

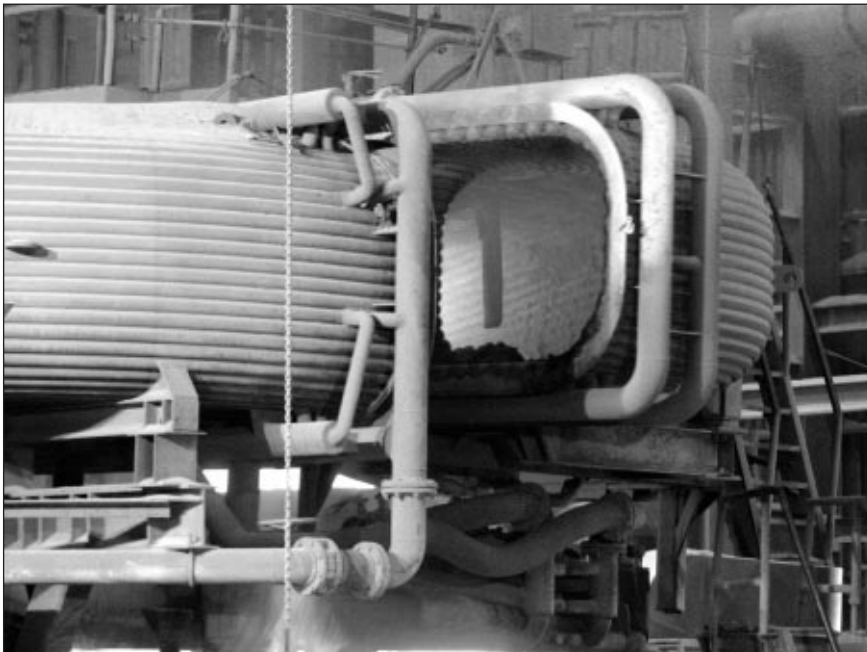
A holisztikus optimalizálás elfogadott gyakorlat a hatékony EAF acélművekben, beleértve a hagyományos, szakaszos működésű kemencéket, a folyamatos ócskavas-adagolású kemencéket (Consteel) és a folyamatos DRI-adagolású kemencéket (DRI a vastartalmú anyagok direkt redukciója során keletkező színvas). Thomson eredeti munkája közel 10 évvel ezelőtt készült. Azóta világszerte több mint 43 EAF-kemencét szereltek fel ezzel az ún. Efsop technológiával (Expert Furnace System Optimization Process), amelyeknél az EAF-folyamat holisztikus optimalizálásához fo-

Douglas J. Zuliani PhD értékesítési és üzletfejlesztési igazgató és **Vittorio Scipolo** kutatás-fejlesztési menedzser, Tenova Goodfellow Inc., Mississauga, Kanada; goodfellow@ca.tenovagroup.com

Carsten Born, Tenova Italimpianti Deutschland GmbH, Düsseldorf, Németország.

A dolgozat a Clean Technologies in the Steel Industry című, 2009 márciusában Budapestre tervezett nemzetközi konferenciára benyújtott és elfogadott előadás. A konferenciát a kialakult globális acélipari válság miatt 2011-re kellett halasztani.

A dolgozat angol nyelven a Stahl und Eisen 2009 szeptemberi számában is megjelent.



■ **1. ábra.** Efsop gázelemző működő EAF-kemencéhez csatolva (Gerda MacSteel, USA)

lyamatos elmenőgáz-elemzést használnak második szintű SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) interfésszel, amint azt a 2. ábra vázlatosan mutatja.

A 2. táblázatban bemutatott eredmények szerint az Efsop alapú, elmenőgáz-optimalizáló technológiát használó elektrokemencékkel kapcsolatban lényegesen kisebb teljes energiafogyasztásról és közvetlen GHG-kibocsátásról számoltak be amellett, hogy az üzemi költségek is lényegesen csökkentek a termelékenység növekedése mellett. A távozó gáz elemzési eredményeit a következőkre használják:

- az égő, a lándzsa és az injektor alkalmazásának optimalizálása és dinamikus vezérlése;
- az adagolókosár és a betét darabméreteinek optimális elosztása az adag karbonhasznosításának javítása céljából;
- a füstgázrendszer működésének optimalizálása és dinamikus vezérlése a túl nagy mennyiségű felesleges levegő bejutásából származó energia-vesztés minimalizálása céljából; és
- a villamosenergia-bevitel összehan-

golása az optimalizált kémiai energia bevittel olyan módon, hogy növeljék az olvasztási sebességet, csökkentsék az áramfogyasztási időket és maximalizálják a termelékenységet.

Mint a 2. táblázat mutatja, az Efsop rendszerrel ellátott EAF acélművekben több mint 2 USD/t_{folyékony acél}-al csökkentek az üzemi költségek, és 4,6%-kal növekedett a termelékenység. Fontos, hogy a költség és a termelékenység jelentős javulása mellett a GHG-kibocsátás is átlagosan mintegy 18%-kal (10–20 kg CO₂/t_{folyékony acél}) csökkent. Ezen felül a vegyi energia jobb hasznosítása általában 14 kWh/t_{folyékony acél}-al csökkenti az áramfogyasztást is. Emiatt olyan országokban mint Kanada, ahol az áramtermelésben 25% a fosszilis fűtőanyag ará-

1. táblázat. Korszerű EAF-kemence energiamérlege

		kWó/t _{foly. acél}	Összes energia %-ában
Bevitt energia	Villamos energia	400	55,4
	Vegyi energia - égők	80	11,1
	Vegyi energia - oxidáció	220	30,5
	Olaj + szénhidrogének	22	3,1
	Összes energiabevitel	722	100
Távozó energia	Acél	388	53,7
	Salak	46	6,4
	Elmenő gáz, érzékelhető	112	15,5
	Elmenő gáz, vegyi	122	16,9
	Vízhűtés	54	7,5
	Összes távozó energia	722	100

nya, a közvetett GHG-kibocsátás további 3,1 kg/t_{folyékony acél}-al csökkent. A csökkenés mértéke 8,4 kg/t_{folyékony acél} az Egyesült Királyságban és az USA-ban, ahol az áramfejlesztésnél hozzávetőleg 68% a fosszilis fűtőanyag aránya (ez a számítás egyszerű becslésen alapul, miszerint a GHG-kibocsátás átlag 8,8 g/kWh a fosszilis fűtőanyag arány egy százalékára vonatkoztatva [2]).

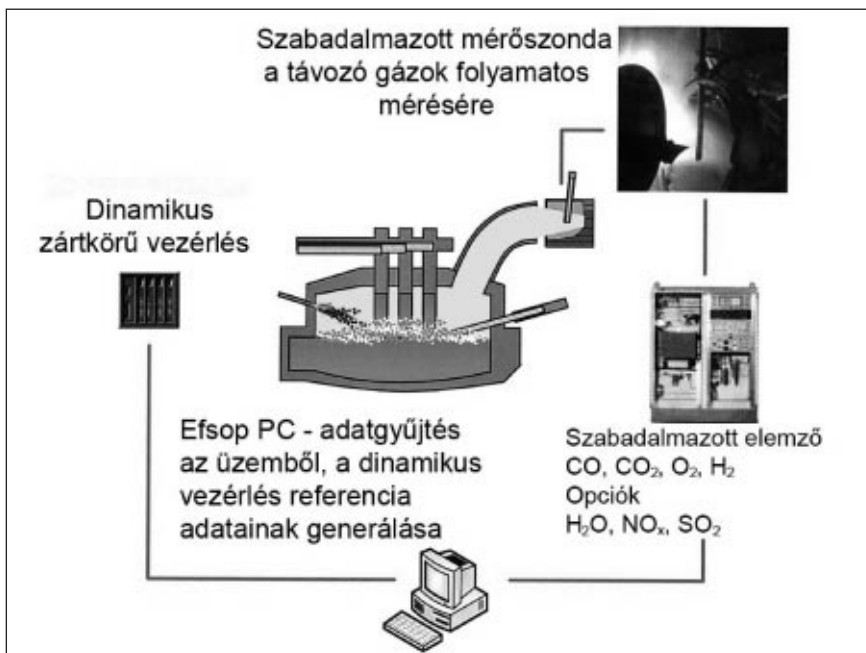
1.2 A távozó gáz érzékelhető energiájának visszanyerése az EAF esetében

Mint az 1. táblázatban látható energiamérleg mutatja, az EAF-be bevitt energiának közelítően 15,5%-a vész el a távozó gáz érzékelhető hőjeként. Ha ehhez hozzáadjuk az el nem égett CO energiatartalmát, ami az utánégető kamrában ég el, a visszanyerésre alkalmas teljes hőenergia mennyisége jóval meghaladja az EAF energiabevitelének 25%-át; a távozó gáz energiatartalmára szükség van a távozó gáz hőjének gazdaságos visszanyeréséhez.

A potenciálisan jelentős előnyök ellenére a gyakorlatban az EAF-ból távozó gázból a hő visszanyerését nem alkalmazzák számottevő mértékben, egyrészt a füstgázrendszerben fennálló kíméletlen környezeti körülmények, másrészt az eljárás szakaszos volta miatt.

A hagyományos EAF technológiánál víz-hűtésű elmenőgáz-kezelő rendszereket használnak annyi 400–500 kPa nyomású hűtővízzel, hogy a forró, kb. 1300 °C hőmérsékletű elmenő gáz 700 °C alá hűljön, mielőtt elhagyná a vezeték hűtött részét a végső lehűlés előtt. Mivel a felmelegedett hűtővíz nyomása nem elég nagy, és a hőmérséklete sem elég magas a gyakorlati felhasználáshoz, általában párologtató hűtőtornyokba szivattyúzzák, ahol a technológiából származó hő a légkörbe jut.

Felismerve a jelentős energiamegtakarítások lehetőségét, a Tenova Italimpianti Deutschland GmbH az ECS technológiát (Evaporative Cooling System, párologtató hűtőrendszer) vezette be elektrokemencéknél a hővisszanyeréshez. A hagyományos kisnyomású víz-hűtésű vezeték ma már olyan nagynyomású kazáncsővekkel lehet kiváltani, amelyeket arra terveztek, hogy az EAF füstgázrendszer



■ **2. ábra.** Az Efsop technológia alkalmazása az EAF acélgyártásnál

kíméletlen körülményeit 1500-4000 kPa közötti nyomásokon is elviseljük, pl. 2000 kPa nyomáson a víz forráspontja 215 °C-ra nő. Az ECS technológiát arra tervezték, hogy a párolgási hő 215 °C-os nagynyomású gőz előállítására hasznosítsák a hulladékgáz-vezeték hűtött részét elhagyó gáz hőmérsékletét mintegy 600 °C-ra csökkentve.

A keletkező nagynyomású gőzt üzemű gőzfejlesztő kazán kiegészítésére vagy kiváltására lehet használni az üzemen belül alkalmazott olyan technológiákhoz, mint pl. a vákuumos gáztalanítás vagy a DRI-termelés HyL-eljárással (Hylsa, Mexikó). Az EAF technológiai ciklusainak kiegyenlítéséhez gőzgyűjtő tartályokat alkalmaztak, így a Tenova Italimpianti technológiája 140 t/h teljesítményű EAF-ból 20 t/h átlagteljesítménnyel folyamatos gőztermelésre volt képes. Ehhez hasonló gőzmennyiséget termelő kazán majdnem 13 000 kW/h energiát fogyasztana. Így az EAF-ból távozó gáz hőjének visszanyerésével az azal egyenértékű teljesítményű kazán CO₂-kibocsátása (széntüzelés esetén közel 112 500 t/év, földgáztüzelés esetén pedig 57 000 t/év) elkerülhető.

Második szakasz alkalmazására is lehetőség van, ahol az elmenő gáz szokványos hűtését hulladékhő-kazánnal helyettesítik, és így az elmenő gáz hőmérsékletét ~600 °C-ról ~200 °C-ra csökkentik. A kombinált hővisszanyerés az ECS-sel és a

hulladékhő-kazánnal a hulladékgáz teljes energiataralmának 75-80%-át éri el, ami az elsődleges energiabevétel közel 20%-át teszi ki.

Olyan esetekben, amikor az EAF hőjének visszanyeréséből származó gőz iránti igény nem elég nagy, az ORC alapján működő (Organic Rankine Cycle, szerves Rankin-körfolyamat) turbina alkalmazásával áramot lehet termelni. Az ORC-generátorok alkalmazása lassan általánossá válik az érintett ipari hővisszanyerési technológiáknál, tipikusan max. 20% hatékonysággal üzemelnek. Ennek alapján úgy

2. táblázat. Az elmenő gázok optimalizálásával elért átlagos megtakarítások az összes Efsop rendszerrel ellátott EAF figyelembevételével

Előnyök	Acélművek adatai a projekt teljesítésekör	Megtakarítások az összes befejezett Efsop installációnál (2008. december)	
<i>Üzemi költség</i>	- USD/t _{foly. acél} költségmegtakarítás villamosságból, karbonból, fűtőanyagból és oxigénből	Átlagos megtakarítás	2,14 USD/t _{foly. acél}
		Legkisebb megtakarítás	1,00 USD/t _{foly. acél}
<i>Energia</i>	- Villamosság	Átl. megtakarítás	14 kWh/t _{foly. acél}
	- Gáz és fűtőanyag	Átl. megtakarítás	1,1 m ³ /t _{foly. acél}
	- Injektált karbon	Átl. megtakarítás	1,0 kg/t _{foly. acél}
	- Adagolt karbon	Átl. megtakarítás	1,4 kg/t _{foly. acél}
	- Teljes energia az EAF-ban (kWh egyenérték)	Átl. megtakarítás	29,0 kWh/t _{foly. acél}
<i>Víz detektálása</i>	- Valós időben észlelt vízszivárgások	>85%	
<i>Termelékenység</i>	- Áram alatti idő - POT	Átl. megtakarítás	2,1 perc/adag
	- Termelékenység, t _{foly. acél} /POT	Átl. növekedés	4,6%
	- Kihozatal, %	Átl. növekedés	0,4%
<i>Környezet</i>	- CO ₂ -csökkenés	Átl. csökkenés	17,9%

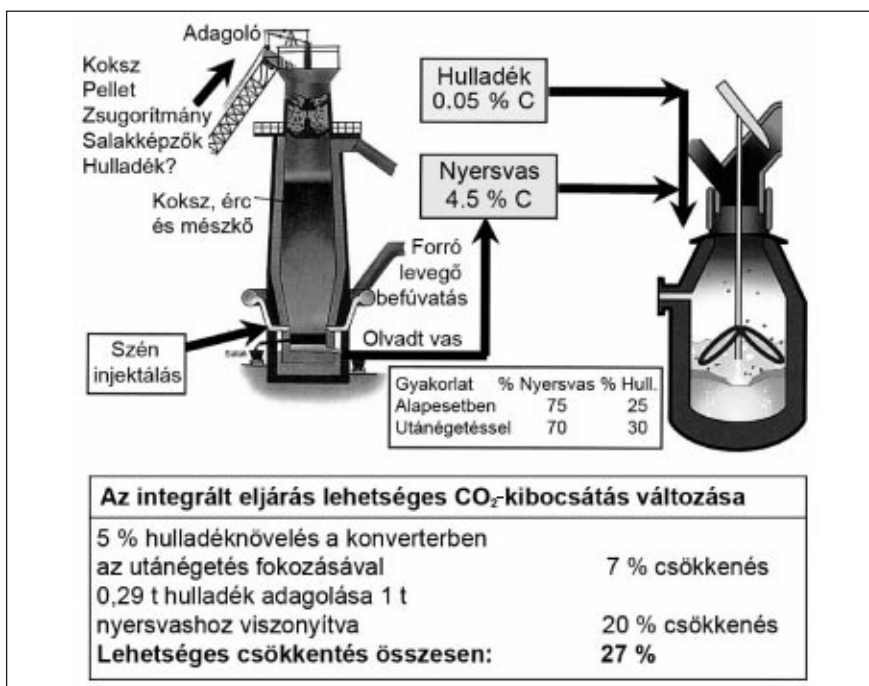
*Szabványos hőmérséklet és nyomás

becsülhető, hogy mintegy 4 MW villamos energiát lehet termelni egy közepes méretű EAF-ból. Ez évi 24 000 MWh villamos energiát jelent, ami 7,5%-os megtakarítás a nettó villamosenergia-felhasználásban, vagy 2,73 t/év GHG-kibocsátás csökkenés a fosszilis fűtőanyag egy százaléka-ra vonatkoztatva az erőműnél.

Összegezve, a Tenova Goodfellow Efsop technológiáját a Tenova Italimpianti hővisszanyerésre vonatkozó technológiájával kombinálva jelentősen növelhető az EAF technológia energiahatékonysága, és ennek megfelelően lényegesen csökken a GHG-kibocsátás.

2. GHG-kibocsátás az integrált acélgyártásban

Technológiai tömegmérték alapján úgy becsülhető, hogy egy tipikus integrált acélmű kb. 1760 kg CO₂-t bocsát ki egy tonna nyersacélra számítva, ami négyszer-öttször több, mint egy hagyományos EAF-mű fajlagos kibocsátása. Az integrált technológia GHG-kibocsátásának kb. 70%-a a nagyolvasztóval függ össze, 8%-a az oxigénes konverterből (BOF) származik, a többi a különböző betétanyagok előállításához kötődik. Arra lehet következtetni, hogy az integrált eljárásnál a GHG-kibocsátáshoz hozzájáruló legnagyobb tényező a vas-oxidok redukálásához használt karbon. Ezért az integrált eljárásban az acélhulladék arányának növelésével eredményesen csökkenthető az egy tonna acélra jutó GHG-kibocsátás.



■ 3. ábra. A GHG csökkentésének lehetősége az utánégetés fokozásával a konverterben és acélhulladék adagolásával a nagyolvasztóban

2.1 Lehetőség a nagyolvasztó GHG-kibocsátásának csökkentésére

1998-ban *Austin* és társai [3] darabolt acélhulladék nagyolvasztóba adagolásának tapasztalatairól számoltak be. Az eredmények azt mutatták, hogy optimális adagolási megoldásokkal az ócskavas hozzáadása jelentős mértékben csökkentheti a kokszigényt és növelheti a termelékenységet.

Ryman és *Larsson* [4] újabban az üvegházhatású gázok kibocsátási modelljének segítségével vizsgálta az acélhulladék nagyolvasztóba adagolásának az egy tonna acélra jutó GHG-kibocsátásra gyakorolt hatásait az integrált zsugorító-pellet-nagyolvasztó-BOF eljárásnál. A modellezési eredmények azt mutatták, hogy a teljes hulladékarány 20%-ról 50%-ra növelése a nagyolvasztóba történő 289 kg hulladék/t nyersvas hozzáadásával az integrált technológiában mintegy 19%-kal csökkenti a közvetlen és a közvetett GHG-kibocsátást.

A fenti vizsgálat szerint az acélhulladék adagolása a nagyolvasztó betéjébe csökkenti a nyersvasgyártáshoz szükséges karbonmennyiséget, és ezáltal a GHG-kibocsátás körülbelül 330 kg-mal csökken az integrált eljárással gyártott acél egy tonnájára számítva.

2.2 A GHG-kibocsátás csökkentésének lehetősége oxigén konverteres acélgyártásnál

Míg az EAF vegyi és villamos energia betáplálást igényel, az oxigén konverte-

3. táblázat. CO₂ emisszió csökkenés a fajlagos acélhulladék arányának növeléséből integrált acélgyártásnál

BOF gyakorlat		Alapeljárás	Utánégetés a kemencében
BOF nyersvas fém, %		75,0	70,0
BOF acélhulladék, %		25,0	30,0
Fémkihozatal, % *		87,0	87,4
Teljes CO₂-kibocsátás, integrált eljárás			
Kokszoló mű	kg CO ₂ /kg koksz **	0,8	0,8
	kg koksz/t acél	294,0	273,1
	kg CO ₂ /t acél	237,3	220,4
Pelletező mű	kg CO ₂ /kg pellet ***	0,1	0,1
	kg pellet/t acél	1200	1100
	kg CO ₂ /t acél	141,5	131,1
Nagyolvasztó	kg CO ₂ /kg HM ****	1,4	1,4
	kg nyersvas/t acél	862,1	800,9
	kg CO ₂ /t acél	1243,1	1154,9
BOF-ból eltávozott karbon	kg/t acél	38,7	36,0
	kg CO ₂ /t acél	141,9	132,0
Összes CO ₂		1764	1638
Redukció, %		0,0	7,1

* A kihozatal 0,4%-os növekedése utánégetés esetén, az Efsop-pal javított végpont-szabályozás következtében

** Queensland Kokszoló és Erőmű projekt – Környezetvédelmi nyilatkozat

** CEPS célkitűzés az Iparági Klímaváltozási Megközelítésekkel, Acélszektor, Brüsszel, 2007. okt.

**** BF eljárás tömegmérleg modellel számítva

res acélgyártó eljárásnál az exoterm reakciók elegendő hőt fejlesztenek a karbon és más elemek (Si, Mn, Fe) oxidációja révén.

Normál fűvátási körülmények között üzemelő felső lándzsás BOF konverter esetében a konverter száját elhagyó gáz 85–90%-a CO [5, 6], a többi a konverter belsejében CO₂-vé utóégett gáz. Ezzel a tipikus fűvátási gyakorlattal elegendő hő képződik a mintegy 75% nyersvasból és 25% szilárd vashulladékból álló betét feldolgozásához. Összehasonlításként, egy forgó Kaldo konverterben a teljes CO mennyiség kemencén belüli utóégetésével a betét ócskavastartalmát 38%-ra lehet növelni [7].

Ryman és *Larsson* [4] GHG modelljükkel a CO₂-kibocsátás csökkentésének lehetőségét vizsgálták a nyersvas szilíciumtartalmának növelésével, hogy az ilyen módon keletkező pótlólagos oxidációs hővel növelhessék az acélhulladék arányát a BOF konverterben. Ebben az esetben azonban az eredmény a legjobb esetben is elhanyagolható volt, mivel a nyersvas nagyobb Si-tartalmának biztosításához növelt kokszarányra és a BOF-ben nagyobb salakmennyiségre van szükség, ami pótlólagos GHG-kibocsátáshoz vezet. *Zuliani* [8] másutt arról számolt be, hogy az utóégetés fokozá-

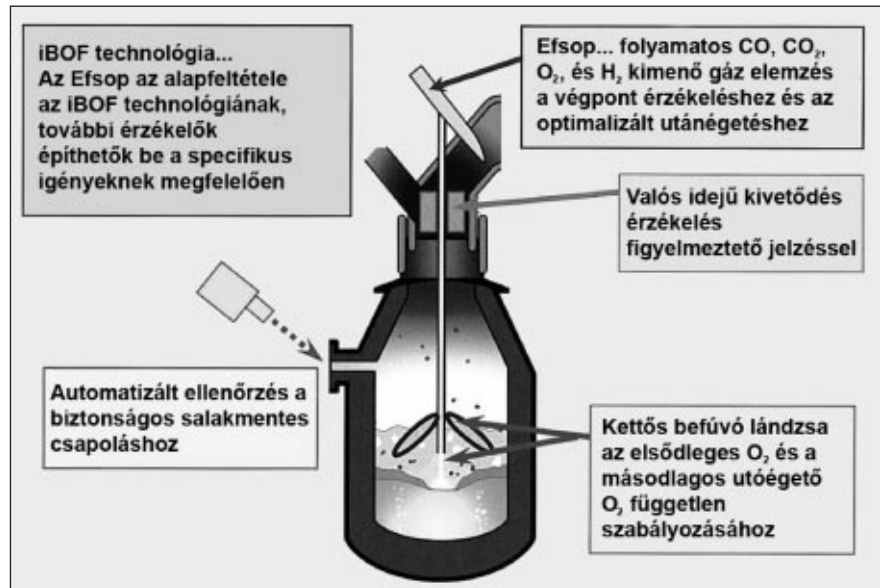
sával a konverterben 3–6%-kal (egy esetben 11%-ig terjedő értékkel) növelhető a BOF-ben a hulladék részaránya. Megvizsgálták a növelt ócskavasbetét-arányok megvalósításához szükséges fő tényezőket, köztük az alábbiakat:

- módszerek másodlagos O_2 hatékony befúvásához, elősegítendő a CO-nak CO_2 -vé oxidálását a konverteren belül; és
- módszerek az elmenő gáz, valamint a folyékony és szilárd fázisok közötti hőátadás hatékonyságának a növelésére a konverteren belül.

Az utóégetés növelésével a BOF konverterben hatékonyan használható fel egy olyan energiaforrás, amely egyébként eltávozna a füstgázvezetéken. Az olyan helyzeteket kivéve, ahol az elmenő gáz vegyi energiáját a folyamatban utóbb másutt fűtőanyagként hasznosítják, a hagyományos acélgyártásnál a folyamat során keletkezett CO többsége elhagyja a kemencét, majd a környezetből a vezetékbe szívott levegővel CO_2 -vé oxidálódik a füstelvezető rendszerben. Mivel a karbon teljes oxidációja CO_2 -vé 3,5-szer több hőt szabadít fel, mint a CO-vá való részleges oxidáció, a CO CO_2 -vé való utóégetésével jelentős költségmentes energiaforráshoz jutunk, feltéve, hogy a hő hatékonyan hasznosul, mielőtt az elmenő gáz kilépne az acélgyártó kemencéből.

A 3. táblázat összefoglalja az integrált acélgyártó eljárásban a BOF konverteren belüli fokozott utóégetéssel elért 5%-os hulladékarány-növelés számított hatásait a fajlagos CO_2 -kibocsátásra. Mint látható, a hulladékarány növelése a BOF eljárásnál csökkenti az egy tonna acélra jutó nyersvas-, koks- és pelletigényt, ami együttesen mintegy 7%-kal, ill. 125 kg-mal csökkenti az egy tonna acélra jutó CO_2 -kibocsátást.

A 3. ábra, Ryman és Larsson javaslatának megfelelően, egy BOF adag ócskavasarányának 5%-os (25-ről 30%-ra) növeléséből származó kombinált előnyöket szemlélteti a konverterben való hatékonyabb utóégetés és a nagyolvasztóba történő vashulladék-adagolás révén. A nettó hatás az integrált eljárás GHG-kibocsátásának nagyon lényeges, 27%-os csökkenése a tipikus, hagyományos BOF-eljáráshoz képest, ahol a nyersvasat 100% vasércalapú betéttel állítják elő.



■ 4. ábra. Az iBOF technológia elemei

2.3 Az elmenő gáz hőjének visszanyerése BOF acélgyártásnál

A BOF acélgyártó konvertereknél az EAF-hoz viszonyítva szélesebb körben használják az ECS technológiát. Míg egyes művek fűtőanyagként hasznosítják a CO-ként elmenő gázt, sok más helyen egyszerűen elvesztik ezt az energiát, fáklyában égetve el azt.

A fáklya alternatívájaként hulladék hőkazánt lehet telepíteni, hogy abban gőzt termeljenek a CO elégetésével. Mivel a gőztermelés nagysága szabályozható a kazánban elégetett CO mennyiségével, ez a konfiguráció könnyen tervezhető állandó gőztermelésre, sokkal kisebb gőzpufferral, mint az EAF elmenő gáz hővisszanyerése esetében. Például az oxigénfúvatási időszakok alatt, amikor sok CO keletkezik, a CO-nak csak egy részét égetik el a kazánban, a többit tárolják. Hogy fenntartsák az állandó gőzszolgáltatást, azokban az időszakokban, amikor nincs oxigénfúvatás, a korábbi adagokból származó CO előzetesen tárolt részét égetik el.

2.4. iBOF – új generációs technológia a BOF energiahatékonyságának javítására és GHG-kibocsátásának csökkentésére

Kulcsfontosságú partnerekkel együttműködve és az SDTC (Sustainable Development Technology Canada) nonprofit alapítvány közreműködésével a Tenova Goodfellow hároméves demonstrációs projektet indított, hogy az EAF ágazatnál

kipróbált Efsop technológiáját más ipari alkalmazásoknak, köztük a BOF acélgyártásnak, a cementgyártásnak és a kombinált, szén/biomassza tüzelésű villamos erőműveknek is átadják.

Mint arról másutt Zuliani beszámolt [8], a Tenova Goodfellownál jelenleg fejlesztik az új generációs, intelligens BOF (iBOF) technológiát. A 4. ábra vázlatosan szemlélteti az iBOF technológiai csomag legfontosabb elemeit. Mint látható, az Efsop elmenő gáz elemző technológiát fejlett szenzorok, hardver és szoftver eljárási modellek sorával integrálták:

- Efsop elmenőgáz-rendszer a javított végpontdetektáláshoz szubláncza vagy Celox-bombák alkalmazása nélkül, az utóégetés optimalizálásához és a láncza dinamikus vezérléséhez;
- kettős áramlású lánczatechnológia, amely lehetővé teszi a dekarbonizálásra szolgáló elsődleges O_2 és a fokozott utóégetésre szolgáló másodlagos O_2 áramlásának független vezérlését;
- a lánczsarezgés frekvenciaváltozásainak ellenőrzésén alapuló kidobódás-észlelő technológia. Mind a nagy, mind a kis frekvenciájú rezgést megfigyelik, hogy a kifröccsenés bekövetkezését és súlyosságát előre jelző információhoz jussanak;
- automatizált csapolásvezérlési technológia a biztonság javításához, a salakátvitel minimalizálásához és az üzemi költségek csökkentéséhez.

A Tenova Goodfellow által tervezett iBOF-rendszer a BOF üzemeltetőket olyan

4. táblázat. Energia és GHG-kibocsátás csökkentési lehetőségek az EAF és BOF eljárásnál (összefoglalás)***

a. EAF eljárás, 1 Mt/év termeléssel

	Energia-megtakarítás, MWó/év	GHG-megtakarítás, t/év
Efsop optimalizálás EAF-ban		
- Közvetlen megtakarítások **	15 000	10 000-20 000
- Közvetett megtakarítások **	14 000	8380 *
Hőviszanyerés az elmenő gázból		
-20 t/óra gőz kiváltása folyamatos széntüzeléshez viszonyítva	96 600	112 130
- Plusz áramfejlesztés *	28 800	20 970 *

* 68%-os fosszilis fűtőanyagú áramfejlesztést feltételezve az USA-ban és Angliában

** 15 kWó (egyenérték)/ $t_{\text{foly. acél}}$ közvetlen megtakarítás

** 14 kWó/ $t_{\text{foly. acél}}$ közvetett megtakarítás

*** Évi 300 üzemelési napot feltételezve

b. BOF eljárás, 1 Mt/év termelésre vonatkoztatva

	Fajlagos GHG-megtakarítás, kg/t	GHG-megtakarítások, t/év
BOF végpont detektálás és utánégetés		
- Kombinált megtakarítások; BOF, nagyolvasztó, kokszoló mű, pelletező mű	125	125 400
Acélhulladék-adagolás nagyolvasztóba		
- 289 kg hulladék adagolása 1 t nyersvasra vonatkoztatva	332	332 000

elenjáró technológiával látja el, amely valós idejű folyamatvezérlést és optimalizálást képes biztosítani az Efsop-rendszer hasznosításával:

- tökéletesíti a végpontdetektálást költséges és karbantartás-igényes szublándzsa vagy Celox-bomba alkalmazását feltételező technológia nélkül;
- valós időben követi a változó gyártási körülmények hatását a kemencén belüli utóégetés százalékarányára a fúvatás során;
- meghatározza a kettős áramlású lándzsa konstrukciók jellemzőinek az optimumát a különböző BOF konfigurációkhoz és a gyakorlathoz, beleértve a másodlagos O₂-fúvóka pozicionálását és dőlését, valamint a sugár behatolását. Ez fontos tényező a maximális hőátadást és a minimális tűzállóanyag- és lándzsakopást biztosító optimális utóégetési zóna kialakítása szempontjából;
- a kettős áramlású lándzsával együtt dinamikusan képes szabályozni a lándzsaműködés dinamikáját, benne a magasságot és az elsődleges és másodlagos O₂ megfelelő áramlási érté-

keiket, a konverterben való utánégetés termelékenységeinek és százalékarányának a fúvatás alatti valós időben történő optimalizálásával;

- a szlopdetektáló érzékelővel és a kettős áramlású lándzsával együtt először a kivetődés (szlop) fellépését detektálják, majd valós időben a másodlagos O₂-áramlás növelésével csökkentik a hatásait, mivel az utánégetés fokozásával gyorsítják a salak hevítését és csökkentik a viszkozitását.

A munka ennek a projektnek az első szakaszában az Efsop elmenő gáz elemzési technológia használatára összpontosult azzal a céllal, hogy más érzékelők és folyamatmodellek együttes alkalmazásával javítsák a BOF végpontdetektálását, ezáltal maximalizálják a termelékenységet és a kihozatalt, csökkentsék az üzemelési költségeket és minimalizálják a GHG-kibocsátást. Miután az első alkalmazás során az adagok több mint 90%-a $\pm 0,012\%$ C értéken belül volt, az Efsop végpontdetektálási technológiát teljesen kifejlesztették és iparilag bevezették [9, 10]. Egy második, 360 tonnás BOF konvertert jelenleg szerelnek fel az Efsop-

rendszerrel és a szlopdetektáló technológiával együtt. Ennek a második alkalmazásnak a kezdeti eredményei igazolják, hogy a technológia a szublándzsa befúvatás indulását követő első leolvasásnál ± 20 °C-on, ill. $\pm 0,14\%$ -on belüli, a fúvatás végpontjánál pedig ± 15 °C-on és $\pm 0,009\%$ -on belüli pontossággal jelzi előre a hőmérséklet, ill. C-tartalom adatait. Az iBOF-rendszer 87%-os szlopdetektálási arányt is eredményez, 20–40 másodperccel azelőtti figyelmeztetéssel, hogy a fém kidobódása a konverterből vizuálisan láthatóvá válna. Az iBOF technológiai fejlesztési program második szakasza rövidesen megkezdődik, ez az utánégetés vezérlésére és optimalizálására fog összpontosulni, a kidobódás érzékelésével és csökkentésével együtt. Várható, hogy a teljes iBOF technológiai csomag 2009 vége előtt a kereskedelemben is elérhető lesz.

3. Összefoglalás

Mivel az EAF acélgyártás során az energiaveszteségek majd 70%-a az elmenő gázokhoz kapcsolódik, az energiahatékonyság javítása és a GHG-kibocsátás csökkentése érdekében az elmenő gáz érzékelhető és kémiai energiaveszteségeinek a minimalizálására van szükség. Világszerte 43 Efsop elmenő gáz alapú folyamatvezérlési rendszer tapasztalatai szerint a vegyienergia-optimalizálás az acélművekben jelentős üzemeltetési költségcsökkentést, termelékenységgjavulást, közvetlen és közvetett GHG-kibocsátás csökkenést eredményezett. Mint a 4a. táblázat mutatja, az Efsop vegyienergia-optimalizáló technológiát a Tenova Italmimpianti hőviszanyerési technológiájával kombinálva lehetőség nyílik az EAF energiafelhasználásának és GHG-kibocsátásának jelentős csökkentésére is.

A vas-oxidok karbonnal történő redukálása az integrált acélgyártásban jelentősen növeli az egy tonna acélra jutó GHG-kibocsátást az EAF-hoz képest. A közleményben ismertetett elemzés alapján az integrált eljárásban felhasznált hulladékvas fajlagos mennyiségének a növelése jelentős lépés a GHG-kibocsátás csökkentésében. Mint a 4b. táblázat mutatja, a teljes CO₂-kibocsátás 27%-os (több mint 455 kg CO₂/t-ra becsült) csökkentése lehetséges hulladékvas bevitelével a nagyolvasztó adagjába, vala-

mint a hulladékvas arányának növelésével a fokozott utánégetés révén a BOF-ben. További energia- és GHG-megtakarítás lehetséges a BOF művekben az elmenő gáz hőjének hatékony visszanyerésével.

A Tenova Goodfellow's a közelmúltban indította az intelligens iBOF-technológiát, amely az Efsop elmenőgáz-elemző technológiát más fejlett érzékelőkkel és eljárásmodellekkel együtt alkalmazza. Mindezt a BOF üzemeltetési költségek csökkentése, a termelékenységi és a kihozatal növelése, valamint a GHG-kibocsátás csökkentése érdekében tervezték a tökéletesített BOF végpontdetektálás révén, a kemencében való növelt utánégetés, a növelt hulladékvas-adagolás és a csökkent kidobódás tovább növelte a hatékonyságot.

Irodalom

- [1] Thomson, M. J. – Evenson, E. J. – Kempe, M. J. – Goodfellow, H. D.: Ironmak. Steelmak., 27 (2000) No. 4, p. 273.
- [2] National Inventory Report, 1990-2005: Greenhouse gas sources and sinks in Canada, Annex 9: Electricity intensity tables, link: http://www.ec.gc.ca/pdb/ghg/inventory_report/2005_report/a9_eng.cfm#ta9_1
- [3] Austin, P. R. – Nogami, H. – Yagi, J. – I.: ISIJ Intern. 38 (1998) No. 7, p. 697.
- [4] Ryman, C. – Larsson, M.: ISIJ Intern. 46 (2006) No. 12, p. 1752.
- [5] Okuda, H. – Take, H. – Yamada, T. – Fritz, K.: Trans. ISIJ 25 (1985) No. 11, p. 291.

- [6] Vensel, D. A. – Henein, H. – Dauby, P. H.: A thermodynamic analysis of decarburization and post combustion in the BOP, Proc. 68. Steelmaking Conf., 14-17 Apr 1985, Detroit, USA, p. 67.
- [7] Kalling, B. – Johansson, F.: J Iron Steel Institute 192 (1959) No. 8, p. 330.
- [8] Zuliani, D. J.: Metal Prod. Proc. (2009) March/April, p. 13.
- [9] Maiolo J. – Zuliani, D. J.: Metal Prod. Proc. (2008) Nov/Dec, p. 15.
- [10] Scipolo, V. – Maiolo, J. – Li, C. W. – Goldberg, B. – Zuliani, D. J.: Application of Efsop holistic optimization technology to oxygen steelmaking, AISTech 2008, 5-8 May 2008, Pittsburgh, USA.

THIELE ÁDÁM – BÁN KRISZTIÁN

A bucavaskohászat kora középkori technológiája a megvalósíthatóság tükrében

A közelmúlt egyik szerencsés folyamata, hogy a régészet tudományához kapcsolódóan vagy azon belül egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek korabeli tárgyak, folyamatok, események reprodukálására. A tisztán tárgyi leletekre és leírásokra támaszkodó tudományos következtetések sokszor nem pontosak, ezért nem teljesen tükrözik a korabeli lehetőségeket, körülményeket (pl. egy feltárt fegyver vagy szerszám használatáról és a használat körülményeiről addig biztosat nem mondhatunk, amíg egy hozzáértő szakember ki nem próbálta). A jelen írás egy ilyen technikátörténeti kísérlet, pontosabban a kora középkori bucavaskohászat modernkori felelevenítésének eredményeit mutatja be.

Bevezetés

A technikai társadalom kialakulásában nagy szerepet játszott a vas, amelynek kiemelt jelentősége tág határok között változtatható tulajdonságaiban, jó megmunkálhatóságában, viszonylag egyszerű előállításában van. A vas története azonban nem csak tech-

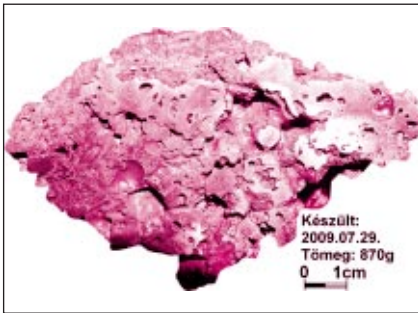
nikátörténeti, hanem gazdaság- és hadtörténeti jelentőséggel is bír. A gazdaságtörténeti jelentőség esetében gondoljunk a mezőgazdasági szerszámokra vagy arra, hogy a vas adta majdnem minden mesterség szerszámainak anyagát. A hadtörténeti vonatkozások a kora középkori fegyverek szempontjából szintén egyértelműek.

Thiele Ádám 2004-ben a karcagi Gábor Áron Gimnáziumban érettségizett. Jelenleg a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen a Közlekedésmérnöki Kar Gépészmérnöki Szak Járműgyártás és -javítás szakirány hallgatója. Az archeometallurgia, ezen belül a középkori bucavasgyártás technológiája iránt érdeklődik.

Bán Krisztián PhD fokozattal rendelkező okl. gépészmérnök, jelenleg a BME Járműgyártás és -javítás Tanszékén adjunktusként dolgozik. Főként anyagvizsgálatokkal és a nem egyensúlyi ötvözetek vizsgálatával, valamint amorf ötvözetek szerkezeti és mágneses tulajdonságainak kutatásával foglalkozik.

Ha a kora középkori vasgyártásról beszélünk, akkor ez alatt bucavasgyártást kell érteni. A bucavas szivacsos szerkezetű salakos vas, amelyet kis, szakaszos üzemű, faszéntüzeltésű bucakemencében állítottak elő. Egy szerkezetében tipikus bucavas keresztmetszetét láthatjuk az 1. ábrán, ahol jól megfigyelhető a szivacsos, salakos szerkezet.

A kora középkori vasipar kutatását az archeometallurgia végzi, amely a vasmetallurgia és a régészet közötti interdiszciplináris terület. Ma a bucavas korabeli, korhű gyártástechnológiáját „próbaolvasztások” keretében kutatják. Magyarországon a kora középkori vasipar archeometallurgiai kutatása európai mércével mérve nem jelentős. Míg a nyugat-európai országokban már kísérleti régészeti kutatások keretében a kora középkori vasgyártás rutinszerűen működik, addig nálunk még a bucavas előállításának többszöri megismételhetősége sem megoldott. A külföldi kutatások azonban nem magyar ércekkel, nem magyar kohótípusokkal folynak, így azok eredményei nem ültethetők át egy az egyben a magyar archeometallurgiába. Ezen kívül nagyobb részük



■ **1. ábra.** A hatodik próbaolvasztás vasbucájának metszete

nem nevezhető teljesen korhűnek a próbaolvasztások során alkalmazott modernkori technológiák (pl. elektromos fűjtás) miatt.

A magyar kora középkori vasipar kutatása anyagtudományi és mérnöki oldalról, valamint az őskohászat során lezajló folyamatok természettudományos értelmezése sok megválaszolatlan régészeti kérdést is megoldhat. Ezen felül segít feltárni a magyar ipartörténet és kultúra egy jelentős szeletét, és egy elveszett ismeretanyag újrafelfedezéséhez is hozzájárul.

1. A bucavaskohászat elhelyezése a vasgyártás történetében

Az ember mintegy hatezer éve használja a vasat [1]. Az első vastárgyak alapanyagát azonban nem kohászati eljárással, hanem meteorvasból nyerték. A vasat érceiből, kohászati úton eleinte olvasztógödörökben állíthatták elő az időszámítás előtti évezredekben. Az olvasztógödör a talajszintbe mélyített egy-két méter átmérőjű tányérszerű mélyedés volt, amelybe faszén és vasérc meghatározott arányú keverékét helyezték. Tüzet többnyire természetes légáram szította [2]. Intenzívebb levegőbefúvás és nagyobb hőmérséklet elérése volt lehetséges az olvasztópályókban. Ezek domboldalba ásott mélyedések voltak, amelyeket faszénnel és ércel töltöttek fel, majd az elegyoszlopot vékony agyagréteggel borították be. Az agyagréteget alul és felül lyuksorral látták el, alul a levegő jutott be, felül az égéstermékek távozhattak. A tüzet szító légáram olvasztópályák esetén is legtöbbször természetes lehetett. A kezdetleges kohászati technológia termékei feltehetően mindössze vasrögök voltak. A néhány centiméteres vasrögökből kovácstűzi hegesztéssel állíthattak elő tömbi vasat, amelyből már nagyobb vastárgyakat készíthettek.

A vizsgálatunk tárgyát képező kora középkori vasgyártás a bucakemencéket az ókortól örökölte [3]. Magyarországon az első bucakemencék kis belső térfogatú aknás kemencék voltak, melyekbe az ércet és a faszenet váltakozó rétegekben (vagy keverve) halmozták fel, s a tüzet izomerővel működtetett fűjtatókkal szították. A bucakemencék szabadon állók és részlegesen vagy teljesen a földre süllyesztettek is lehettek. Feltételezhetően az olvasztópályók közvetlen leszármazottai a teljesen földre süllyesztett magyarországi ún. imolai és fajszi típusú kohók [2]. Néha tucatszám voltak a műhelygödörök oldalfalába bemélyítve, ahogyan pl. Somogyfajszon az Őskohó Múzeumban látható. A műhelygödörök kiásott munkagödörök voltak, ezek jelentették a kora középkori Magyarországon a vaskohászat termelési egységeit. A munka szakaszos üzemben folyt, az 5-8 órás fűjtás után a kohó mellfalazatának megbontásával húzták ki az izzó vasbucát, amit ezután kovácsolással szabadítottak meg a salak nagyobb részétől. A bucakemence helyreállítását minden újabb adag előtt el kellett végezni.

A középkor folyamán a kis – kb. 1 méter magasságú – bucakemencék méreteit a termelékenység javítása céljából növelni kezdték. Az igazi előrelépést, minőségi változást a vízikerekek vasgyártásban történő alkalmazása indította el. A vasipar volt az egyik legfontosabb európai ipar, amelyet a vízikerek és a bütyköstengely segítségével részben gépesítettek [4]. Az izomerő helyett immáron vízikerekkel hajtották meg a kohók tüzeinek szítására szolgáló fűjtatókat. A kohók méretei így még tovább nőhettek, a poha átmérője és a kohó magassága is nagyobb lett, kezdetben 3-4 méteres. Megjelentek a vashamorok, amelyekben bütyköstengelyek mozgatta farkaskalapácsokkal, képlékeny megalakítással előbb előgyártmányt, majd késztermékké dolgozták fel a bucakemencékből kikerülő nagyméretű vascipókat. A vasipar ilyen formán egészen a 18. századig működött Magyarországon [5].

Nyugat-Európában a középkor végén, Magyarországon az újkor elején jelentek meg az első nagyolvasztók, ezzel az addigi direkt vasgyártásról – amikor az ércből közvetlenül redukálódott a vas – áttértek az indirekt vasgyártásra. A korábban elérhető kisebb hőmérséklettel szemben,

amelyen a bucavas a folyamat során végig javarészt szilárd halmazállapotú maradt, immár a vas olvadáspontját meghaladták. Így a megnövekedett karbonoldó-képesség következtében nyersvas keletkezett, amit a kohóból időnként kicsapoltak. A munka folyamatos volt, addig lehetett a torkon át a faszenet és az ércet adagolni, amíg a kohó falazata tönkre nem ment.

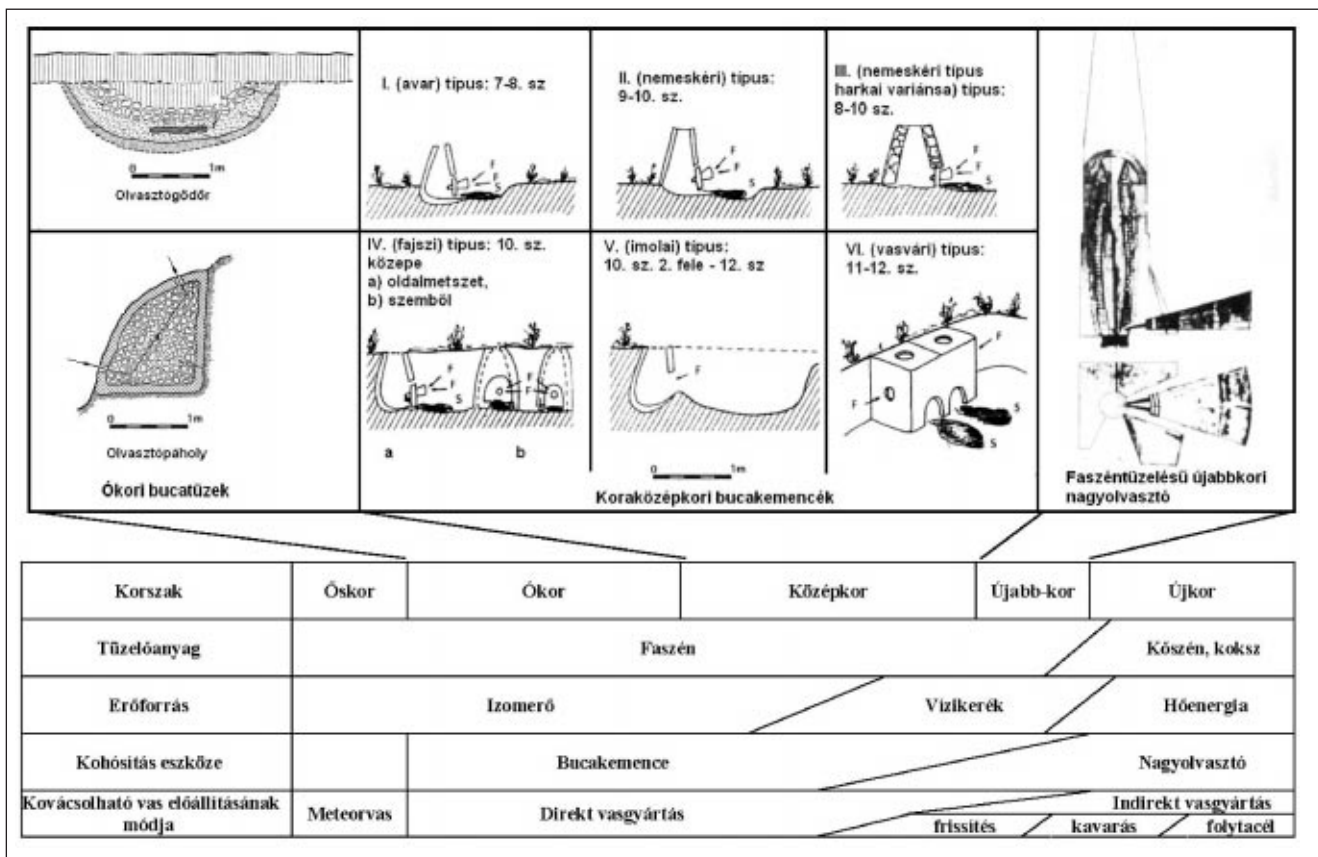
A nyersvas a korábbi bucavaskohászati technológia mellett is létrejöhetett alkalmoszerűen, ezt nevezték „disznóvasnak” (pig iron). Keletkezését kerülni kellett, hiszen ez kovácsolással nem munkálható meg. Mivel a lehetséges feldolgozási módja még ismeretlen volt, vagy ércel keverték és újból kohósították, vagy pedig egyszerűen eldobták.

Kezdetben készüléssel készítették kovácsolható vasat, acélt. Ennek során a nyersvasat frissítő tűzhelyen újból megolvasztották, majd fűjtató szél hatásának tették ki, így kiegészve belőle a karbont. Esetenként apró vasércrögöket is hozzákeverték. A készülést a kavarasos acélgyártó eljárás követte. A nyersvasat olvadt állapotban egy hosszú vasrúddal kavarták, így az olvadt nyersvas oxigénnel való érintkezése nagyobb felületen történhetett meg, ezért a karbontartalom fokozatosan csökkenhetett. A likviduszgömbének megfelelő karbontartalmat elérve ausztenitszemcsék kezdtek kiválni a kavarrásra használt vasrúdon, amely a kristályosodásnak kiindulópontot szolgáltatott. A technikai fejlődés következő foka a koks megjelenése volt a nyersvasgyártásban, valamint a Bessemer-, a Siemens-Martin- és a Thomas-eljárás terjedése az acélgyártásban.

A fentiek alapján látható, hogy a bucakohászati technológia meghatározó jelentőségű és igen hosszan jelenlévő vasipari eljárás volt. Ma a természeti népeknél még mindig megfigyelhető vaskohászati technológia a bucavasgyártás. Az általuk végzett munka nagyon hasznos forrása lehet a kísérleti céllal végzett próbaolvasztásoknak is [6]. A 2. ábrán az elmondottak táblázatos összefoglalása és a bemutatott kemencetípusok láthatók.

2. Egy próbaolvasztás előkészületei

A kora középkori bucavaskohászati technológia megismerése, rekonstruálása érdekében eddig összesen kilenc próbaolvasztást végeztünk, amelyek közül az



■ 2. ábra. Történelmi vaskohászati technológiák és kohók [1, 2, 7, 8]

utolsó három sikeres volt, kisebb-nagyobb vasbucákat eredményezett. A kísérletek során elsődleges szempont volt a korhúség, a régi eljárások felelevenítése. Minden próbaolvasztás azonos előkészületeket igényelt.

2.1 A gyevasérc fejtése

A gyevasérc olyan felszíni vagy felszín közeli vasérc, melyeket a legkorábbi kohászati eljárásokhoz hasznítottak. Egy próbaolvasztás előkészületei a gyevasérc-lelőhely felkeresésével kezdődnek. Több történelmi érclelőhely közül a nyírségi és a somogyi gyevasérc előfordulások bejárása során jó minőségű gyevasércet lehetett viszonylag könnyen kifejteni. A nyírségben Fancsikán, a Bodzás-ér mentén többnyire csak kisméretű babérc, borsóérc található, ezzel szemben Somogy-szobon a Kócsmóna-patak medrének oldalában néhol fél méter vastag réteget alkot a kifejthető gyevasérc.

A gyevasérc összetételük szerint lehetnek

- hematitos (Fe_2O_3);
- hematit-limonitos (Fe_2O_3 és $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$),

– hematit-geotites (Fe_2O_3 és $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) ércek, amelyek több-kevesebb kísérő vegyületet, meddő anyagot tartalmaznak. A hematittartalmuk általában 40–70% közötti, így vastartalmuk jóval elmarad a ma hasznosított vasérckéhez képest.

A lelőhelyen törekedni kell a megfelelő minőségű gyevasérc összegyűjtésére. A próbaolvasztások során szerzett ismeretek felhasználásával vált lehetővé a kohósítás szempontjából kedvező tulajdonságok felismerése, szisztematikus keresése. A tapasztalatok szerint a porózus, szürkés-kék töretű, akár kézzel is törhető rögök a legalkalmasabbak a bucavaskohászati technológiához. A később elvégzett vegyelemzések és próbaolvasztások alapján elmondható, hogy a somogy-szobi lelőhely érce nagyobb vastartalmánál és kisebb olvadáspontú salakot adó meddőjénél fogva bucavaskohászatra alkalmasabb, mint a fancsikai.

2.2 Az érc dúsítása

Az érc dúsítása a korhúség szem előtt tartásával három lépésben végezhető. Az első lépés az érc mosása, amelyre még a helyszínen sor került. Ezzel a művelettel a

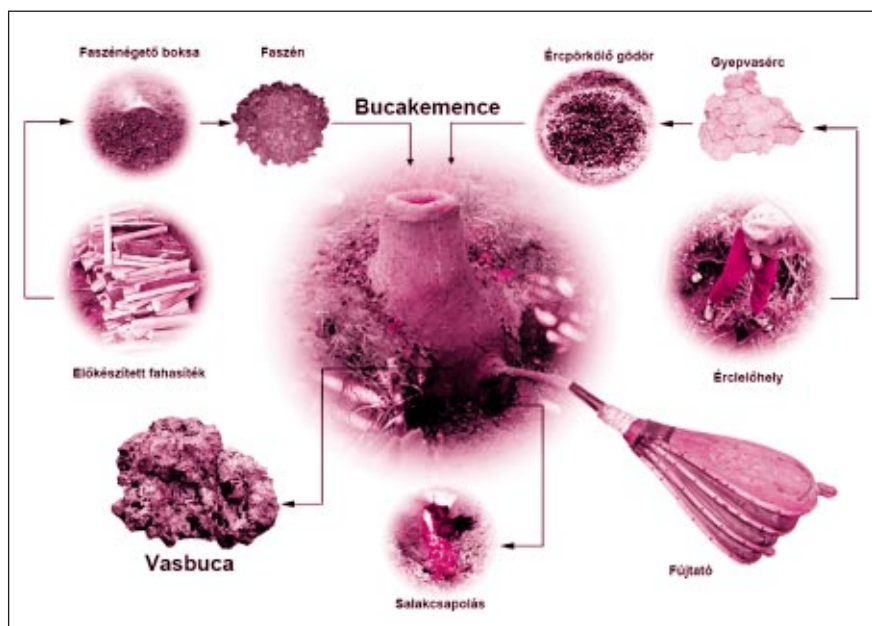
rátapadt meddő anyag nagy részét (agyagot, homokot, sarat) el lehetett távolítani a felületről.

A következő lépés az aprítás volt. Az aprítás fokát illetően a természeti népek-nél megfigyelhető 2–3 cm-es méret volt az irányadó [6]. Az aprítás közben az érc tapasztalati úton történő válogatása is elvégezhető. Általában az összegyűjtött érc harmada bizonyult megfelelőnek, amiből mintegy 10–12 kg fogyott el egy-egy próbaolvasztás során.

A harmadik, befejező művelet az aprított érc pörkölése. Az ércpörkölő gödörben faszénparázson hevül az érc, így a kémiailag kötött hidrátvíz-tartalom (esetlegesen a tapadó nedvesség) nagy része még a kohóba helyezés előtt eltávozik. Arra, hogy a régiek is végeztek pörkölést, bizonyítékot nyújtanak a feltárt kora középkori kohótelepeken talált ércpörkölő gödörök [1].

2.3 Faszénégetés

A kohászat jelentős faszénigényét a régiek faszénégető boksákból fedezték. Ezek nyomait néhány kohótelep körül szintén megtalálták [1]. A hagyományos módon,



■ **3. ábra.** A bucavaskohászat előkészületeinek és lefolytatásának folyamatábrája

boksában végzett faszénégetéssel kezdetben fedezhető volt a szükséges tüzelőanyag mennyiség. A kísérletek során a bucakemence „fogyasztása” óránként 7–8 kg, egy próbaolvasztás igénye 25–30 kg faszén volt. Idő- és munkamegtakarítás céljából a későbbiekben már kereskedelmi forgalomban kapható bükkfaszénre kellett áttérni.

2.4 Kemenceépítés, fűvókakészítés, fűjtatás

A kezdeti nemeskéri (szabadon álló) típusú bucakemencében végzett sikertelen próbaolvasztások rávilágítottak a kemencetípus egyik hátrányos tulajdonságára, nevezetesen a vékony falazat miatt a hőszigeteléssel elvesztett jelentős hőmennyiségre. Ezt csökkentendő, fajszi (földbe vajt) típusú bucakemencével folytatódtk a kísérletek, amelyben ugyanannyi befűjt levegőmennyiség és faszénfogyasztás mellett nagyobb hőmérséklet érhető el. Ez a bucakemence 5–10 cm vastag mellfalal elzárt mellnyílással üzemel. A fűjtatóból a levegő a mellfalazatba tapasztott fűvókán keresztül jut be a kemencébe (3. ábra). Természetesen nem volt szükség minden egyes próbaolvasztás alkalmával új bucakemence építésére, többnyire elegendő volt a mellfalazat helyreállítása.

A somogyfajszi műhely egyik szeglete nyújtott mintát a bucakemence korhú, a műhelygödör oldalfalában történő kialakításához. A nagy hőterhelésnek kitett belső falazatra fővényel és apró kavicsal soványított agyagtapasztás került. A

fűvóka samottból készült a tüztérbe nyúló orrszéneke gyakori meglágyulása miatt.

A bucakemence tüzeinek szítására egy, a múlt század elejéről származó kovácsfűjtató szolgált. A levegő nagy térfogatárama gyakran túl nagyra emelte a fűvósík hőmérsékletét, ezért többször keletkeztek a bucavas mellett nyersvas (pig iron) jellegű, fűrtösen megfolyt vaszcseppek. A későbbiekben elvégzendő próbaolvasztások során már egy kisebb teljesítményű fűjtató is alkalmas lehet a kísérleti tapasztalatok alapján szükséges kb. 200–400 liter/min térfogatáramú levegő befűvására.

3. Egy sikeres próbaolvasztás bemutatása

A hatodik, a nyolcadik és a kilencedik próbaolvasztás volt a legeredményesebb, de a nyolcadik során csak egy kisebb buca és sok vasrög keletkezett. A kilencedik alkalmával pedig már túl nagy volt a befűjt levegő mennyisége, így bár a legnagyobb (1,2 kg-os) vasbuca ekkor keletkezett, mellette jelentős mennyiségben nyersvas is megjelent. Ezért ideális folyamatként a hatodik próbaolvasztás mutatható be.

A kísérlet tűzifa parázsra égetésével kezdődött az ércpörkölés előkészítéséhez. Ezzel párhuzamosan a kemence két óráig tartó előmelegítése és a faszén előkészítése zajlott, amely annak 2–3 cm-es darabokra törését jelentette. Az előmelegített, parázzsal telt medencéjű kemence

már feltölthető volt faszénnel, amely a már meglévő parázs és fűjtatás segítségével át tudott izzani. A fűjtatás hatására a fűvósíkban emelkedett a hőmérséklet, a faszénoszlop javarészt átizzott és süllyedni kezdett. Ekkor az ércpörkölő gödörből kikerülő, izzó parázzsal keveredett pörkölt gyepvasércet az elegyoszlopra lehetett teríteni, hozzávetőlegesen 0,5 kg mennyiségben. Az első ércadagolást számítjuk a bucavaskohászat kezdő időpontjának.

Ezt követően a gyepvasércre egyenletes, 2–3 mm vastag rétegben fahamu került. Ennek CaO-tartalma a meddéből keletkező salak olvadáspontját lecsökkenti (feltéve, hogy annak CaO-tartalma kicsi). Ezután további 0,5 kg faszén került a torokba annak megakadályozására, hogy a felfelé áramló torokgáz szétfújja a fahamut, majd az elegyoszlop süllyedésekor ismét 0,5 kg faszénet lehetett adagolni. Összességében tehát nagyjából fél kg érchez egy kg faszén hozzáadása szükséges. A ciklus az elegyoszlop süllyedésével ismétlődhet, kezdetben kb. 6–7 perces ciklusidővel. Ez a kohászat negyedik órájában már kb. 10 percesre nyúlt, a fűvókába befagyott salak okozta fojtás következtében. A befűvott levegő csökkenő térfogatárama miatt az elegyoszlop süllyedési sebessége is lecsökkent.

A bucavaskohászat második órájában a salak teljesen feltöltötte a medencét és elérte a fűvóka szintjét, ezért szükségessé vált a kicsapolása. A mellnyíláson, a fűvóka alatt kb. 10 cm-re ütött lyukon a sárgás-fehéren izzó salak kifolyhatott. A salakot ezután negyedóránként csapolni kellett.

A salak kezelése a folyamat során végig nehéznek bizonyult, annak ellenére, hogy megfelelően híg folyós állagú volt. Az utolsó ércréteg terítése után végül nem lehetett megvárni, míg az elegyoszlop a fűvósíkgig leég. A fűvókába befagyó salak és a lehűlő fűvósík miatt a műveletet a hatodik órájában be kellett fejezni.

A mellfalazat szétverésével kihúzhatóvá vált a még izzó bucavas, amely a fűvóka előtt, de valamivel annak síkja alatt, a salakban helyezkedett el. Vízbe merítés után a salak nagyobb részét le lehetett kapálni róla (a régiek nem így jártak el, hanem a még izzó bucavasat az újraizzító tűzhelyben felhevítették, majd átkovácsolták). A vasbuca tömege 1,05 kg volt. A felső része jóval több vasat tartalmazott

mint az alsó, ahol már csak salakba ágyazott, fémesen nem összefüggő vasrögök voltak. A vasbuca félbevágása lehetővé tette szerkezetének jobb megismerését.

A próbaolvasztások tapasztalatait egybevetve összességében kijelenthető, hogy egy próbaolvasztás sikerét leginkább a salakkezelés befolyásolja. Mindegyik idő előtt befejezett kísérlet oka a fúvókába fagyott salak fojtó hatása következtében kihűlő fúvósík volt.

4. A bucvaskohászat során lejátszódó folyamatok

A bucakemecében zajló folyamatok értelmezéséhez – már az eddigiek alapján is látható – nem elegendő annyit kijelentünk, hogy ugyanaz történik, mint a modern nagyolvasztóban, csak éppen kisebb léptékben. A jelentős eltérés abban mutatkozik, hogy egyrészt a vas a bucakemecében elérhető kis hőmérsékleten nem olvad meg, másrészt a redukációs folyamatok nagy mennyiségű olvadt salakban mennek végbe. Kövessük végig a betétanyagok útját egészen a vasbuca kialakulásáig, és vizsgáljuk meg a feltételezhetően lejátszó kémiai és fizikai folyamatokat!

A jellemzően hematit-limonitos (Fe_2O_3 és $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$), nagy meddőtartalmú (SiO_2 , kisebb mennyiségben CaO és Al_2O_3)

gyepvasérc az ércpörkölő gödörben elveszti hidrátvíztartalmát, és néhol már magnetitté (Fe_3O_4) redukálódása is megtörténik. A kemence torkába adagolt előredukált gyepvasérc és faszén rétegek süllyedésük közben keverednek. A fújtatóval befújt levegő oxigéntartalma a szénrel szén-monoxiddá (CO) és szén-dioxiddá (CO_2) ég el, amelyek aránya a fúvósíkban uralkodó hőmérséklettől függően a Boudouard-reakció szerint módosulhat (a CO/CO_2 arány kb. $700\text{ }^\circ\text{C}$ -on egy, felette nő, alatta csökken). A gyepvasérc hematittartalmát a felfelé áramló nagy CO -tartalmú gáz magnetitté redukálja. Az elegyoszlop tovább süllyed, a magnetit wüstitté (FeO) redukálódik, amely a gyepvasérc meddőjének nagy SiO_2 -tartalmával $1170\text{ }^\circ\text{C}$ olvadáspontú fayalitos ($2FeO \cdot SiO_2$) salakot képez. A gyepvasérchez adott fahamu és a meddő CaO -tartalma a salak olvadáspontját tovább csökkenti, a meddő Al_2O_3 -tartalma kis mennyiségben szintén olvadáspontot csökkent.

A vas atomos formában, feltételezhetően direkt redukcióval (a faszén karbonja redukál), az olvadt fayalitos salakfázis izzó faszénnel érintkező határfelületén alakul ki, majd gyors olvadékfázisú diffúzióval a salak belsejébe vándorol. Itt ausztenites állapotú vaskristály keletkezik, amely növekszik, így a salak belsejében sok kis vasgolyó alakul ki (ld. 4. ábra jobb alsó mellékábrája). A salakfázis belsejében a vasgolyó növekedésének hajtóereje a felületi feszültség csökkenése. Ezért csak ritkán fordul elő, hogy a salak-faszén fázishatáron válik ki a színvas. Ilyenkor ún. vashártya keletkezik, de a bucvas fő tömegét a vasgolyók adják.

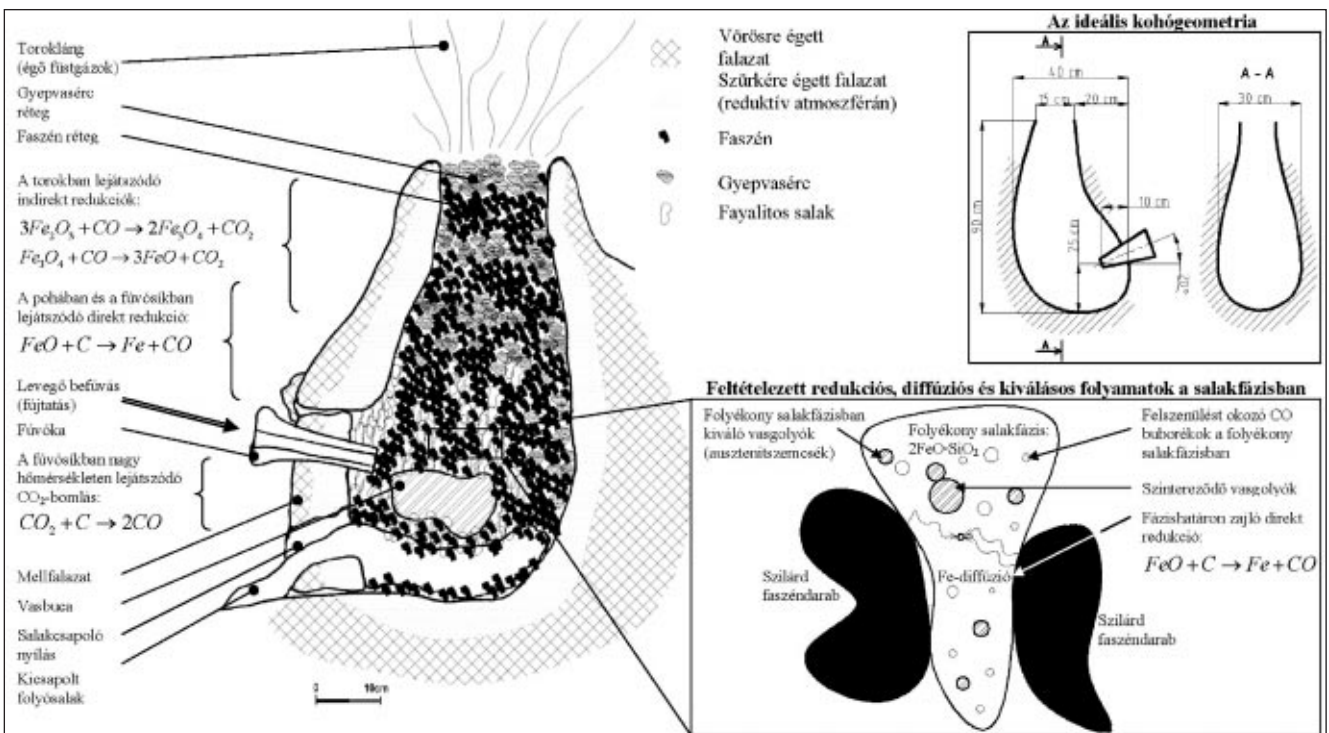
ben sok kis vasgolyó alakul ki (ld. 4. ábra jobb alsó mellékábrája). A salakfázis belsejében a vasgolyó növekedésének hajtóereje a felületi feszültség csökkenése. Ezért csak ritkán fordul elő, hogy a salak-faszén fázishatáron válik ki a színvas. Ilyenkor ún. vashártya keletkezik, de a bucvas fő tömegét a vasgolyók adják.

A növekvő vasgolyókat tartalmazó olvadt, salakos részek egyesülnek, tovább süllyednek és eléri a fúvósíkot. Az egymáshoz közel került és érintkező vasgolyók a diffúzió révén „összeszintereződnek”. Az összehegedő vasgolyók így néhány cm-es vasrögöket alkotnak, amelyek szintén összehegednek, és közülük a híg folyós salak kiolvad. Így jön létre a bucvas.

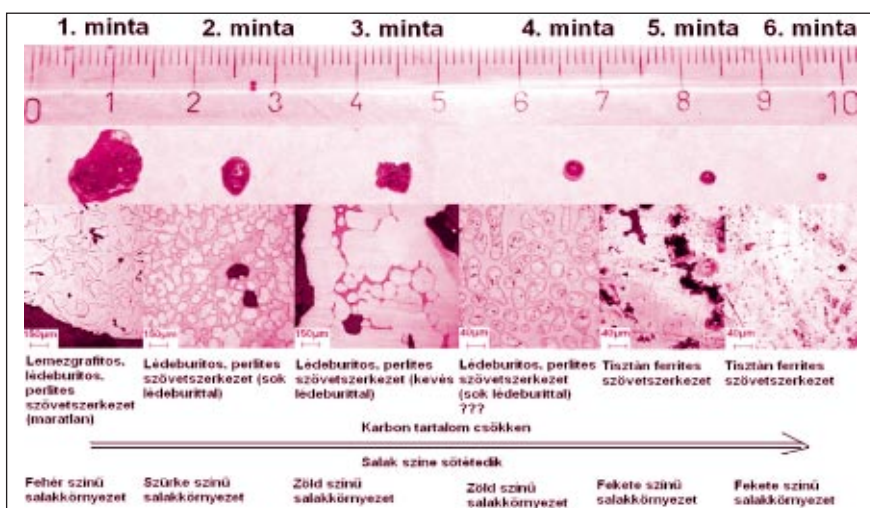
A bucvas tehát vasgolyókból és vasrögökből salakfázisban szintereződött vaszivacs. A vasgolyókat és a vasrögöket feltételezhetően a salakfázisban feloldódott és néhol buborékokat is képző szén-monoxidban gazdag kemenceatmoszféra a CO/CO_2 arányának megfelelő mértékben felszeníti. A kialakult bucvas a kemence redukív atmoszféráján tovább cementálódik.

A fent leírt folyamatok követhetők végig a 4. ábrán.

A történelmi bucvas jól kovácsolható, karbon tartalma általában kicsi, többnyire ferrites vagy ferrit-perlites szövetszerke-



■ 4. ábra. A bucakemecében lejátszódó metallurgiai és kinetikai folyamatok



■ 5. ábra. Összefüggés a vasrög karbontartalma és a környezetében levő salak színe között, feltüntetve a minták szövetszerkezeti képét és a feltételezett szövetelemeket

zetű. A próbaolvasztások során nyert bucavas egy része viszont helyenként lédeburitos-perlités szövetszerkezetű volt. Az ilyen bucat valószínűleg nem lehet átkovácsolni. A túlzott felszenülés oka feltételezhetően a nagy faszén-érc arányban és a túl intenzív fűjtetés következtében a fúvósíkban kialakult nagy hőmérsékletben keresendő. Ezek miatt ugyanis a kohó atmoszférája erősen redukív volt, azaz nagy lehetett a CO/CO₂ arány, amely a bucavas karbontartalmának növekedését okozta [9].

A kísérleteket követő vizsgálatok alapján összefüggés figyelhető meg a vasrög karbontartalma és salakkörnyezetének színe között. Hat ismert salakkörnyezetű vasrögminta szövetszerkezeti vizsgálatát és az ezekből levont következtetést foglalja össze az 5. ábra, feltüntetve a feltételezett szövetelemeket. Valószínűsíthető, hogy minél nagyobb a fúvósíkbeli hőmérséklet, és minél nagyobb az atmoszféra CO/CO₂ aránya, annál inkább elszegényedik a fayalitos salak FeO-ban, és ezzel párhuzamosan egyre jobban felszenül a vasrög. Ez a változás a salak fakulását okozza. A nagy FeO-tartalmú salak fekete, míg kevés FeO mellett szürkés, majd fehér színű. (A 4. minta karbontartalma túl nagy, nem illik a sorba.)

Összefoglalás

Az elvégzett próbaolvasztások során nyert tapasztalatok segítségével nagy vonalakban sikerült tisztázni a bucavas kora középkori gyártástechnológiáját. Akadnak azonban még megoldandó problémák a

salakkezelés terén, illetve a kovácsolhatóság érdekében nem engedhető meg a bucavas túlzott felszenülése sem. A problémákra még modern műszerek nélkül is megoldást nyújthat a bucakemence üzemi tulajdonságainak csupán tapasztalati megfigyelése. Így például a torokláng színéből következtethetünk az atmoszféra CO/CO₂ arányára, a kicsapolt és megdermedt salak töretének színéből a növekvő vasbuca karbontartalmára, a kohó hangjából a salakcsapolás szükségességére stb. A nyert információ visszacsatolásával pedig változtathatjuk a beadagolt faszén-érc arányt, a fűjtetés intenzitását, és salakösszetételt módosító anyagokat használhatunk. Mindezt az őskohász, sokkal nagyobb tapasztalatának felhasználásával, szintén megtehetette. Modern műszerekkel viszont lehetséges lenne az üzemi paraméterek mérése (pl. a fúvóöv hőmérséklete, a torokgáz összetételének vizsgálata stb.). Ezek értékelésével tapasztalatok hiányában is sikeres kohászat folytatható.

A salakban lezajló szilárd fázisú folyamatok fenti értelmezése azonban pontosítást igényel. Ehhez kapcsolódóan fontos lenne a bemutatott szövetelemek azonosítása (mikrovizsgálattal, továbbá kéménységméréssel), valamint a salakminták további vizsgálata.

Noha ez a munka a kora középkori vasgyártás reprodukálását tűzte ki elsődleges céljának, mégis modernkori technológiák kidolgozását alapozhatja meg. A direkt acélgártás előnye az indirekt eljárással szemben az, hogy lehetőséget adhat több technológiai lépés kihagyására (frissítési eljárás, hengerlés) így gazdaságosabbá

téve az acélból készült alkatrészek gyártását. A modern porkohászati eljárások megteremtették ennek lehetőségét: a direkt acélgártás termékét (a bucavasat) porrá őrölve lehetőség nyílik az alapanyag mechanikai tisztítására és ötvöztetésére, amely porkohászati eljárással késztermékké alakítható. Mindeközben egyszer sem léptük túl az alapanyag olvadáspontját. Természetesen ennek kihasználása további vizsgálatokat igényel.

Köszönetemet fejezem ki *dr. Grega Oszkár*nak (ME) a vegyelemzésekben nyújtott segítségével, *dr. Solyom Jenő*nek (MTA-ME Anyagtudományi Kutatócsoport) röntgendiffrakciós vizsgálataiért, *Márkus Róbert*nek (ME Metallurgiai és Öntészeti Tanszék) a vegyelemzésekben és a röntgendiffrakciós vizsgálatokban nyújtott segítségével, *Bartha Lászlónak* gyakorlati tanácsaiért, tapasztalatainak átadásáért és *Farkas Gábornak*, a próbaolvasztásoknak helyet adó földterület tulajdonosának.

Irodalom

- [1] *Gömöri J.*: Az avar kori és Árpád-kori vaskohászat régészeti emlékei Pannóniában. Sopron, 2000. Kiadja a Soproni Múzeum Régészeti Gyűjteménye és az MTA VEAB Iparrégészeti és Archeometriai Munkabizottsága
- [2] *Heckenast G. – Nováki Gy. – Vastagh G. – Zoltay E.*: A magyarországi vaskohászat története a korai középkorban (A honfoglalástól a XIII. század közepéig). Akadémia Kiadó, Bp. 1968
- [3] *Kerpely A.*: Adatok a vas történetéhez Magyarországon. Bp. 1898
- [4] *Terry S. Reynolds*: Az ipari forradalom középkori gyökerei. Tudomány, 1985/2.
- [5] *Dr. Török B.*: A Magyar Királyság vaskohászata a Rákóczi-szabadságharc előestéjén és idején. Oktatási segédlet, Miskolc, 2005
- [6] *Wolf, G.*: Bau eines Rennofens und Verhütten von Eisenerz, Göttingen, 1971
- [7] *Heckenast G.*: A magyarországi vaskohászat története a feudalizmus korában. Akadémia Kiadó, Bp. 1991
- [8] *Johannsen, O.*: Geschichte des Eisens, Düsseldorf, 1953
- [9] *Thiele Á.*: A bucavas kora középkori előállításának korhű gyártástechnológiája a korszerű anyagtudomány tükrében. TDK dolgozat, 2009

BUZÁS GERGELY

Konrád mester visegrádi nagy harangja 1357-ből

1357-ben I. Lajos király Konrád harangöntő mesternek és testvéreinek kiváltságokat adományozott a visegrádi nagy harang öntéséért. Szőke Máttyás 1968–69-ben a visegrádi alsóvár udvarán feltárta e harang öntőgödörét és öntőforma-töredékeit, így rekonstruálni lehet az öntés folyamatát, valamint a 280 cm átmérőjű harangot, amely a középkori Európa ma ismert legnagyobb méretű harangja lehetett. Konrád mester és testvérei a visegrádi harang elkészítése után Iglón telepedtek meg, és ott a 16. század első feléig működő műhelyt alapítottak.



1. ábra. A visegrádi harangöntő gödör ásatási fényképe (Fotó: Szőke Máttyás)

Lajos király 1357-ben a visegrádi nagy harang öntéséért és felszereléséért különleges kiváltságokban részesítette Konrád harangöntőt és testvéreit, Hanust és Nicelt. 1968–69-ben Szőke Máttyás a visegrádi alsóvár udvarán megtalálta Konrád mester 1357-es harangöntő műhelyét (1. ábra), benne a harang öntőformájának töredékeivel. A feltáráson végzett megfigyelések, valamint a töredékeknek Grósz Zsuzsa által a közelmúltban elvégzett restaurálása lehetővé tették a visegrádi nagy harang elméleti rekonstrukcióját.

A harang valóban hatalmas méretű volt: átmérője 280 cm, magassága nagyjából 300 cm, tömege csaknem 13 tonna lehetett. Ez az ismert legnagyobb méretű középkori harang Európában. Az öntőforma töredékei között előkerült a harangkorona néhány díszített fültöredéke is. Ezek mintái teszik lehetővé a harang mesterének biztos azonosítását, ugyanis ezek a díszek megtalálhatók a később Iglón megtelepedő Konrád mester és leszármazottai által öntött szepességi keresztelomedencéken is. A vi-

segrádi harangöntő műhely nemcsak mint régészeti és művészettörténeti lelet különleges, de a középkori ipartörténetnek is kiemelkedő jelentőségű emléke, hiszen egy olyan másfél évszázadon keresztül működő bronzöntő műhely életébe nyújt betekintést, amely kiemelkedő kvalitású alkotásokat hozott létre, az élükön egy, a maga korában egyedülálló méretű öntvényvel, melynek kivitelezése egészen különleges felkészültséget kívánt meg készítőitől.

A harangöntő gödör feltárása, és az onnan előkerült formatöredékek lehetőséget adnak az öntés folyamatának és a harangnak az elméleti rekonstrukciójára. Az öntés helyszíne, a visegrádi alsóvár udvarának felső terasza, két szintre tagolódott. Az északi, mélyebb szinten állt egy Károly Róbert-kori pénzverőház, ez azonban a harang készítésekor már elpusztult. Az udvar keleti fele magasabb volt, innen vezetett át egy híd a Salamon-torony második emeleti bejáratához. Ebbe a magasabb teraszba mélyítették bele az öntőgödört úgy, hogy lejtős lejárata az alacsonyabb teraszszint-

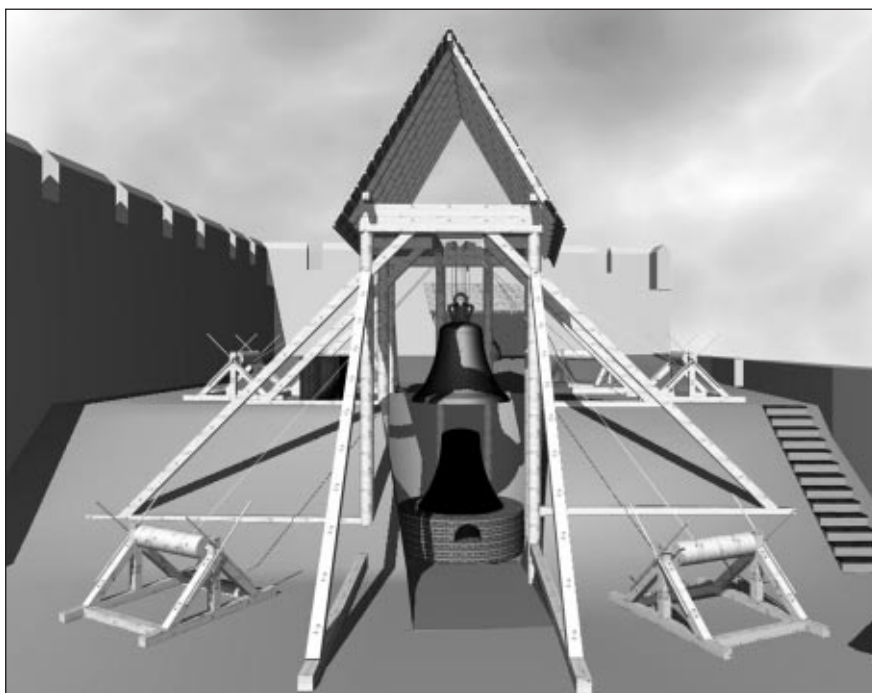
ről nyílt (2. ábra). A gödör aljára négy gerendából összecsapolt alaprácsot helyeztek, hogy öntés közben megakadályozzák az öntőforma elmozdulását. Erre a rácsra építhették rá a harang magját, belsőjében a forma kiégetésére szolgáló téglakemencével. A kemence szolgált a teljes öntőforma alapzatául is. Kitűzéséhez karókat használtak, amelyeknek a lenyomata fennmaradt az öntőgödör falában, így lehetővé tette az öntőforma 360 cm-es külső átmérőjének pontos meghatározását. Sajnos a magból és a benne lévő kemencéből semmi sem maradt ránk, mert ezeket az öntés végeztével elbontották.

Az agyagból készült magra egy faggyúréteg került, majd a szintén agyagból formázott álharang, amit újabb faggyúréteggel vontak be. Erre helyezték rá a harang viaszból készült díszeit: a feliratot és a díszítő gyűrűket.

Ezt követően tapasztották fel agyagból az öntőforma külső részét, az ún. köpenyt. Ezt vaspántokkal erősítették meg, hogy a forma kiégetése után fel lehessen emelni. A harangkorona számára több darabból álló, szétszedhető öntőformát készítettek, amelyet aztán beleépítettek a köpenybe. A korona öntőformájához is agyagból készült, faggyúval bevont és viaszdíszekkel ellátott pozitív mintát készítettek.

Ezt követte a teljes forma kiégetése. A kiégetés után emelték fel a köpenyt, hogy

Buzás Gergely régész-művészettörténész, 1984–1989 között végezte tanulmányait az ELTE BTK Művészettörténet-Régészet szakán. 1989-től a Magyar Nemzeti Múzeum visegrádi Máttyás Király Múzeumában dolgozik régészként a középkori királyi palota és a középkori város épületeinek feltárássán. 1990–2005 között Budapesten az ELTE BTK Középkori és koraújkorai Régészeti tanszékén, majd 2006–2007 között a Pécsi Tudományegyetem Bölcsészettudományi Karjának régészeti szemináriumán középkori építészettörténetet és régészetet tanított. Szakterülete a középkori kőfaragás és építészettörténet kutatása.



■ **2. ábra.** A visegrádi harangöntőműhely rekonstrukciója (Rajz: Buzás Gergely)

az álharangot lefejtsék és így kialakítsák a formában azt a harangformájú üreget, ahová majd a bronzot öntik. Ehhez egy erős emelőszerkezetre volt szükség. Az emelőszerkezetet úgy tervezték, hogy alkalmas legyen a kész harang kiemelésére is. Ehhez az öntőgödör körül nagyméretű cölöpöket ástak le. A gerendaszerkezet kétoldalt három-három, hátul pedig két cölöpre támaszkodott. A terep lepusztulása miatt a nyugati oldal feltételezhető egykori három cölöpének helye közül kettő sajnos nem maradt fenn. Az oldalsó három cölöpre helyezett keresztgerendákon két, sínként funkcionáló hosszanti gerenda feküdhett, amelyek keleti végét támasztotta meg a két keleti cölöp. Ezek arra szolgáltak, hogy a csigát tartó gerendát nyugat felé kicsúszathassák a gödör fölé, így majd a kész

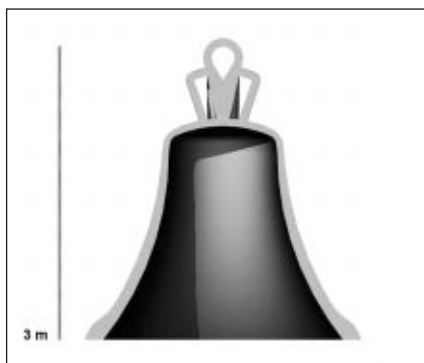
harangot kihozhassák az öntőgödörből.

Az álharang leverése és a köpeny visszahengedése után a formát földdel betemették, és a közelében, a magasabban fekvő teraszrészén megépítették a fémolvasztó kemencét. A kemence az előkerült töredékei alapján nagyjából 200 cm átmérőjű volt, így alkalmas lehetett a haranghoz szükséges több mint 1,5 m³-nyi, az óhatatlanul fellépő veszteségek miatt legalább 13 tonna bronz megolvasztásához. A kemencéből az olvadt fémet csatornán át folytatták az öntőforma korona részén kialakított öntőnyílásba. A koronán szellőzőnyílás is volt – egy elő is került –, amelyeken át a levegő és a gázok eltávozhattak öntés közben a forma belsejéből.

A fém megdermedése és kihűlése után – ami vélhetően több napig is eltarthatott –

a harangot kiásták, s az öntőforma köpenyrésztét leverték, lefejtették róla. A forma széttörése közben a fölüli lévő koronaforma és a köpeny felső részének töredékeit az öntőgödör bejáratába szórták, itt kerültek elő a feltárás során. A köpeny középső részének töredékei magasabbra kerültek, így a későbbi szintüllesztések miatt elpusztultak. A köpeny aljának darabjait valószínűleg már nem lapátolták ki az öntőgödörből, ezért ezek egy része szintén ránk maradt. A harang kiemelése és elszállítása után az öntőforma magját képező kemence nagy részét elbontották és elszállították, hiszen ennek téglái újra felhasználhatóak voltak. Végül az öntőgödört betemették. Ekkor bontották el az olvasztókemencét is, aminek törmelékét szintén az öntőgödörbe szórták.

A visegrádi harang formája és mérete jól rekonstruálható az előkerült öntőformátöredékek alapján (3. ábra). A legnagyobb töredék – egy 70 cm széles darab – a köpeny alsó perméből maradt fenn. Az ezen mérhető görbület 280 cm körüli értékben adja meg a harang alsó átmérőjét. A töredék profilja megadja a harang ütőkörének külső profilját, egy hozzá csatlakozó másik töredék pedig a harangfal alsó részének profilját. Egy másik nagyobb – 30 cm széles – töredék a váll feliratos sávjából maradt fenn. Ennek 61 cm-es görbületi sugara támpontot nyújt a váll átmérőjére. A feliratrészleten a mondatot lezáró kereszt egyik szára és a ...MO szövegződés olvasható, ami alighanem egy sorszámnév vége, mégpedig *I. Lajos* oklevelének dátumát figyelembe véve feltehetően SEPTIMO-nak egészíthető ki. A koronából két nagyobb darab az L-alakú, díszített fülek hajlatából maradt fenn (4-5. ábra). Egy másik darab pedig – a rajta fennmaradt szellőzőnyílás alapján – a korona gyűrű alakú középső fülének formá-



■ **3. ábra.** A visegrádi nagy harang elméleti rekonstrukciója (Rajz: Buzás Gergely)



■ **4. ábra.** A visegrádi harang öntőformájának töredéke (Fotó: Buzás Gergely)



■ **5. ábra.** A visegrádi harang öntőformájának töredéke (Fotó: Buzás Gergely)



■ **6. ábra.** A visegrádiakkal azonos díszítőmotívumok a podolini keresztelőmedencéről (Fotók: Buzás Gergely)



■ **7. ábra.** János evangélista szimbóluma az eberswalde-i keresztelőkútról



■ **8. ábra.** János evangélista szimbóluma a podolini keresztelőmedencéről



■ **9. ábra.** Máté evangélista szimbólumát ábrázoló XIV. századi veret a visegrádi Rév u. 4-ből



■ **10. ábra.** Máté evangélista szimbóluma a podolini keresztelőmedencéről

jaként azonosítható, amelynek így 41 cm-es külső átmérője is meghatározható.

Konrád mester későbbi, iglói műhelyben készült különböző méretű harangok magassági és szélességi arányai mind azonosak, így feltételezhetjük, hogy a visegrádi harang is ugyanezt az arányrendszert követte. Ezek szerint a 280 cm-es átmérőjű visegrádi harang magassága 240 cm (koronával együtt kb. 300 cm) lehetett, súlya pedig megközelíthette a 13 tonnát. Ez a méret fölülmúlja a legnagyobb fennmaradt középkori harang: az erfurti dóm 1497-ben öntött Gloriosa nevű harangjának 254 cm-es átmérőjét, a koronával együtt mért 257 cm-es magasságát és 11,45 tonna tömeget. Érthető, hogy Lajos király az egyedülállóan nagy méretű visegrádi harang öntőmesterét, Konrádot és testvéreit különleges kiváltságokkal jutalmazta.

A harangöntő Konrád mester és testvérei, Hanus és Nicel bizonyosan külföldről érkeztek Magyarországra, ugyanis Lajos király 1357-es kiváltságlevele külön biztosította számukra a jogot a király országában való letelepedésre. Származási helyükről nincsen adatunk, de nevük mindenestre német eredetre vall. Az általuk készített kehely alakú bronz keresztelőmedence-típus elsősorban északi területeken, Szászországban, Brandenburgban, Lengyelországban terjedt el. A brandenburgi Eberswalde Mária Magdolna-temploma őriz egy XIII. század végére vagy a XIV. század elejére keltezhető ilyen típusú keresztelőmedencét, amelynek díszei között a Konrád-műhely által gyakran használt egyik motívum, János evangélista jelképe, a sást ábrázoló medallion pontos mása is megjeleNIK (7. ábra). Mivel a Konrád által használt medallion bizonyosan az eberswaldeivel azonos negatívból származik, így azt kell feltételeznünk, hogy Konrád kapcsolatban állt azzal a műhellyel, amely egy-két nemezedékkel korábban az eberswalde-i keresztelőkutat öntötte, így valószínűleg maga is Brandenburg környékén tanulhatta mesteriségét.

Konrád mester és két testvére – akikről egy 1397-es oklevél szintén mint harangöntő mesterekről emlékezik meg – az I. Lajostól 1357-ben elnyert kiváltságaik birtokában a szepességi Iglón (Neudorf, ma Spišská Nová Ves), az 1358-ban királyi bányavárosi kiváltságokat elnyert, rézbányáról nevezetes városban telepedtek meg és alapítottak harangöntő műhelyt. 1369-ben Konrád már Igló tekintélyes polgára, városi esküdt volt, aki ekkor adományt tett a város plébániatemploma számára. Ebből az alkalomból készült az az oklevél, amelynek egy részletét a XX. század elején hibásan olvasva, a kutatók Konrád mester családnévét tévesen Gaal-nak vélték. Valójában ebben a korban a magyarországi városokban még nem terjedt el a családnév használata, ez csak a XV. században vált jellemzővé. Konrád mester leszármazottait akkor már a források, szakmájukra utalva, Glockengiesser (Harangöntő) néven említik. Az egyiküket, Mátyást – először 1427-ben – latin szövegkörnyezetben is ezzel a német szóval illették, ami arra vall, hogy ekkor már e nevet családnévként használhatták. Szintén ebben a korban (1426) jelenik meg a műhely első keltezett és szignált öntvénye, egy szepeshelyi harang, az iglói Glockengiesser János műve. Az okleveles és felírt forrásokból a családnak legalább négy generációját és további kilenc vagy tíz tagját ismerjük. A műhely egyik utolsó ismert, a XVI. század második évtizedéig működő vezetőjét néha Wágner Jánosként is említették.

A műhely tagjai által szignált harangokon és bronz keresztelőmedencéken használt díszek megtalálhatóak más, szignálatlan műveken is, igazolva ezeknek is az iglói műhelyből való származását. A műhely tevékenységének több mint másfél évszázada alatt formakincsük többször is jelentősen felfrissült, mindig megmaradt azonban néhány régi motívum, amelyet tovább használtak. Az iglói műhely ilyen módon összeállítható, díszítő formakincsében több emléken is (a podolini (6., 8. és 10. ábra),

gölnicbányai, szepesbélei, strázsai és iglói keresztelőmedencéken) megtalálhatóak a visegrádi nagy harangon használt, a visegrádival azonos negatívból származó díszítő motívumok, igazolva a visegrádi harang és az iglói műhely összefüggését.

Más kapcsolat is kimutatható az iglói öntvények és Visegrád között. A visegrádi Rév u. 4-ben, Kováts István 2006-os ásatása során egy Anjou-kori ötvös-műhelyt tártak fel, ahol egy – Máté evangélista jelképét, az angyalt ábrázoló – préselt bronzveret is előkerült (9. ábra). Ugyanennek a veretnek a préselő mintájából előállított díszítőelem az iglói harangöntő műhely egyik legkedveltebb díszítőmotívumává vált, a műhely számos különböző művén megtalálható. Ez arra vall, hogy a műhely által használt díszítőformáknak egy részét Konrád mester még visegrádi ötvösöktől szerezhetete be a nagy harang öntésének idején.

Irodalom

- [1] Pajdussák M.: Szepesmegye középkori ércöntvényei és azok mesterei. Lőcse, 1909.
- [2] Spiritza, J.: Spišské zvony. Bratislava, 1972.
- [3] Szőke M.: Harang öntőformájának töredékei Visegrádról. In: Művészet I. Lajos király korában 1342-1382, katalógus. Szerk. Marosi E.-Tóth M.-Varga L. Budapest, 1982. 317-318, 320-321. oldalak, 29-30. rajzok
- [4] Verő M.: Spätmittelalterliche Erztaufbecken in Nordungarn in der Zips und Bartfeld. In: Acta Historiae Artium 43. (2002.)
- [5] Buzás G. – Kováts I.: Az Anjou-kori Visegrád kutatása. In: Örökség XI. (2007. október) 10. 13-14.
- [6] Szőke M. – Buzás G. – Grósz Zs.: Konrád mester visegrádi nagy harangja és a középkori iglói harangöntő műhelye. In: Omnis creatura significans. Tanulmányok Prokopp Mária 70. születésnapjára. Szerk.: Tüskés A., hn. 2009. 111-116.

Öntészeti kutató-oktató labor és innovációs centrum

„A Miskolci Egyetem Technológia- és Tudástransfer Centrumának kialakítása és működtetése” című, TÁMOP-4.2.1-08/1-2008-0006 számú projekt keretében megvalósuló „ÖKOLIC” mintaprojekt célja, hogy az egyetem Metallurgiai és Öntészeti Tanszéke továbbfejlessze kapcsolatrendszerét az öntvénygyártó és öntvényfelhasználó társaságokkal, a Magyar Öntészeti Szövetség tagvállalataival együttműködve bővítse szellemi kapacitását, eszközeinek körét és hatékonyságát, hogy az öntészeti kutatási témák műveléséhez, a partnerek kutatási-fejlesztési feladatainak megoldásához biztosítsa a feltételeket. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

1. Előzmények

A magyarországi öntőipar egyetlen hazai kutatóbázisa a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán működő Metallurgiai és Öntészeti Tanszék, mely egyben egyedüli központja az öntészeti felsőfokú szakemberképzésnek is.

A karon 2004–2009 között a diplomát adó kohómérnöki képzés öntészeti szakirányán 64 fő, az anyagmérnöki BSc-alapképzésben 2009-ben hét fő, 2010-ben öt fő végzett. A kohómérnöki MSc-mesterképzésben öntészet szakirányon 2010 nyarán végez először nyolc fő levelező tagozaton, míg 2011 januárjában ugyancsak nyolc fő nappali tagozaton. Reményeink szerint a továbbiakban az anyagmérnöki BSc-alapképzésben évente 10–15 fő, a kohómérnök mesterképzésben pedig évente 5–8 fő tanul az öntészet szakirányon.

A tanszék, oktatási tevékenysége mellett, széleskörű szakmai-oktatási kapcsolatrendszert épített ki a hazai öntődékkal. Ennek is köszönhető az oktatásfejlesztés

területén az a kiemelkedő mértékű szakképzési fejlesztési támogatás, mely az elmúlt években pótolta a korábbi időszakban hiányzó műszerberuházásokat. Az öntészeti szakképzési fejlesztési támogatás összege 2004–2009 között 151 847 E Ft volt.

A tanszék a Miskolci Egyetem Felnőttképzési Regionális Központja szervezésében öntészeti tanfolyami szakmai oktatást végez az öntődei vállalatoknak és öntvényfelhasználó társaságoknak a legkülönbözőbb témákban, pl. formázóanyagok és formázási technológiák, öntészeti vasmetallurgiai ismeretek, öntészeti könnyűfém-metallurgiai ismeretek, nyomásos öntészeti technológiai ismeretek stb. Az öntészeti tanfolyami oktatás nettó árbevétele 2004–2009 között 6 715 E Ft-ot tett ki.

A fentiekből kiindulva abban határoztuk meg a projekt célját, hogy a megvalósítása során kialakítsuk egy országos tevékenységi körű öntészeti innovációs transzfercentrum működési feltételeit, megalapozzuk az öntészeti K+F szolgáltatásainkat, hosszú távú együttműködést hozunk létre a hazai

öntvénygyártó és öntvényfelhasználó iparág K+F igényeinek kielégítésére, az öntészeti szakirányú felnőttképzés és a kutatási-fejlesztési együttműködés új struktúrájának kialakítására.

A projekt eredménye egy öntészeti kutató-fejlesztő, technológiai vizsgálatokat végző, hazai és nemzetközi oktatási és kutatási projekteken részvételre alkalmas, önálló jogi személyiségű szakmai információs centrum létrehozása lesz, amely részben a magyarországi öntődéknek és öntvényfelhasználóknak nyújtott szolgáltatások ellenértékéből, részben hazai és nemzetközi pályázati projektek bevételeiből tartja fenn magát.

A fenti célok megvalósítását a projekt keretében az országosan egyedülálló, jelenleg is működő öntészeti oktató-kutató labor továbbfejlesztése és az ipari igények szerinti működtetésének kialakítása biztosíthatja.

1.1 Hazai kutatási együttműködés

A hazai öntőipar fejlesztést igénylő társaságai az elmúlt évek során szoros együttműködést alakítottak ki a Metallurgiai és Öntészeti Tanszékkel. A kutatási együttműködések fő szervezeti keretét a Mechatronikai és Anyagtudományi Kooperációs Kutató Központ (MeAKKK) biztosította. A MeAKKK második ciklusában, 2005–2007 között az öntészeti kutatásokat két témacsoportban 11 öntészeti gazdasági társasági konzorciumi tag közreműködésével végeztük.

Az „Alumínium nyomásos és kokillaöntvények gyártástechnológiájának fejlesztése” című témacsoportban az olvadátkulajdonságok és a gyártási paraméterek vizsgálatával foglalkoztunk a kedvező mechanikai tulajdonságok elérése céljából.

„A forma-fém határfelületi jelenségek kutatása” című témacsoportban a gömbszilikon vasöntvények megszilárdulása és lehűlése közben lejátszódó folyamatok végeeselemes szimulációjával, a formázókeverékek tulajdonságainak és regenerálási jellemzőinek, valamint a lemezgrafitos

Dr. Dúl Jenő a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen 1971-ben szerzett kohómérnöki oklevelet. 1987-ben a műszaki tudomány kandidátusa lett. Az Nehézipari Műszaki Egyetem (ma Miskolci Egyetem) Kohómérnöki Kar Öntészeti Tanszék ösztöndíjasa (1971–1973), tud. segédmunkatársa (1973–1981), adjunktusa (1981–1987), 1988-tól egyetemi docense. 2006 és 2009 között a Metallurgiai és Öntészeti Tanszék vezetője. 2003-ban Mestertanár kinevezést kapott. 2009-től az Öntészeti Kutató-Okotató Labor vezetője. 1970-től tagja az OMBKE-nek, 2000–2007 között az Egyetemi Osztály elnöke. 2000-től az MTA Műszaki Tudományok Osztály Metallurgiai Bizottságának tagja.

Kutatási területei: az öntészeti tulajdonságok vizsgálata, ritkaföldfémek hatása, mesterséges intelligencia-módszerek öntészeti alkalmazása, öntészeti szimuláció, nyomásos öntés technológiája.

vasöntvény megszilárdulása és lehülése közben lejátszódó folyamatoknak a vizsgálatával foglalkoztunk. A kooperációs kutatás vállalati önrésze meghaladta az 50 M Ft-ot.

1.2 Nemzetközi kutatási együttműködési projektek

A Metallurgiai és Öntészeti Tanszék kutatói a magdeburgi Otto von Guericke Egyetem Minőségbiztosítási és Öntészeti Intézetével együttműködve a „Progresszív számítástechnikai módszerek felhasználása az öntészeti alkalmazott- és ipari kutatásokban” című, a DAAD és a Magyar Ösztöndíj Bizottság által támogatott pályázati projektben a neurális háló alkalmazása, az öntvények azonosítási rendszerének fejlesztése, és a számítógépes szimuláció alkalmazása témakörökben végeztek közös kutatómunkát. Az öntészeti kutatási együttműködés célja a rendelkezésre álló neurális háló alkalmazásának fejlesztése az autópárizi beszállítók és az öntészeti kutatások speciális elvárásainak megfelelően.

A tanszék kutatói 2005–2007 között a magyar-cseh kormányközi TÉT együttműködés keretében, a brnói Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Kar Anyagmérnöki Intézet Öntészeti Tanszékével együttműködve, az „Alumíniumöntvények minőségének javítása” című projektben a járműipari alumíniumöntvények gyártástechnológiájának fejlesztésében végeztek közös kutatómunkát. Az öntészeti kutatási együttműködés célja az alumíniumolvadékok tisztítása, kezelése, hibajelenségek kiküszöbölése volt.

A Fémalk Zrt. és a ME Öntészeti Tanszék munkatársai, 2004–2007 között, konzorciumi együttműködésben a KMÜFA-AGE projekt keretében; a „Magnézium nyomásos öntészeti technológiájának kutatás-fejlesztése” című, az OMF által támogatott, az EU 6. keretprogram részeként futó IDEA-projekthez kapcsolódó magnézium nyomásos öntészeti kutatás-fejlesztési feladatokat végeztek járműipari magnézium nyomásos öntvények szerszámozási, öntészeti és gyártási technológiájának kidolgozására és alkalmazására.

1.3 Nemzetközi együttműködés a doktoranduszképzésben

A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kara és a Jönköping University keretében működő Mérnöki Kar (School of Engineering, <http://www.jth.hj.se/>) együttműködési megállapodást kötött a

miskolci karon működő Kerpely Antal Anyagtudományi és Technológiai Doktori Iskola (www.kerpely.uni-miskolc.hu) öntészeti témacsoportjához tartozó doktoranduszhallgatók külföldi vendégkutatói munkájának biztosítására, melynek keretében a 2008–2010 között három doktorandusz egy-egy évet tölt Svédországban vendégkutatóként.

A doktoranduszok a doktori képzési feladataikat tudományos vezetőjük útmutatása szerint a Kerpely Antal Anyagtudományi és Technológiai Doktori Iskola előírásai szerint teljesítik. Kutatási tevékenységüket a Jönköpingsi Egyetemen *dr. Diószegi Attila* irányítja, aki a doktori iskola testületének tagjaként a doktoranduszokkal szemben támasztott követelmények teljesítését is elősegíti.

2. Az oktatási - kutatási infrastruktúra

A Műszaki Anyagtudományi Kar Metallurgiai és Öntészeti Tanszékének fontos kutatási infrastrukturális egységét képezi az öntészeti laboratórium, ezen belül a formázóanyag-laboratórium, az öntészeti anyagvizsgáló és környezettechnikai laboratórium, továbbá a műhelycsarnokban a vas- és acélöntészeti, a nyomásos öntészeti és könnyűfémkezelési és vizsgáló egység, valamint a kapcsolódó öntészeti szimulációs labor és a multimédiás oktatóterem. A laboratórium és műhelycsarnok felszereltsége lehetővé teszi az öntészeti technológiák minden részfolyamatának, anyagának és termékének vizsgálatát.

Az öntödei formázóanyagok legkülönbözőbb vizsgálataira országosan is egyedülálló homoklaboratórium áll rendelkezésre, ahol megtalálhatók azok a speciális eszközök, pl. az öntés közben képződő gázok mennyiségének és nyomásának vizsgálatára, a gázáteresztő-képesség, a hideg- és melegszilárdsági tulajdonságok, továbbá a melegdeformációs tulajdonságok mérésére és kiértékelésére szolgáló berendezések és számítógépes adatgyűjtő rendszerek, amelyekkel az egyáltalán felmerülő feladatok megoldhatók.

Az öntészeti formázóanyag kutatási feladataihoz kapcsolódik a felhasznált anyagok újrahasznosításának (homokregenerálás), a képződő hulladékok ártalmatlanításának és más technológiáknál történő hasznosításának vizsgálata.

Az öntvénygyártási technológiák fejlesztésének fő iránya az anyagtudományi

és gyártástechnológiai kutatások összekapcsolása, melynek célja a kiváló minőségi követelményeknek megfelelő öntészeti ötvözetek kifejlesztése, az olvasztási és olvadékezelési technológiák optimalizálása, a szükséges öntvénytulajdonságokat biztosító lehülési viszonyok és utókezelési technikák kidolgozása.

Az öntödei olvasztási és olvadékezelési folyamatok vizsgálatához rendelkezésre állnak a szükséges berendezések, pl. az alumíniumolvadék oldott gáztartalmának vizsgálatára, továbbá az öntvények megszilárdulása és lehülése, az öntőformák (kokillák, nyomásos öntőszerszámok) lehülése közben lejátszódó folyamatok vizsgálatára szolgáló termikus elemző berendezések, valamint a fizikai paraméterek (méretváltozás, erő, hőmérséklet) mérésére és kiértékelésére szolgáló számítógépes adatgyűjtő rendszerek. Az öntészeti technológiai kutatási feladatokhoz kapcsolódik a hőtechnikai és öntéstechnikai paraméterek meghatározása, az öntéstechnológiai és hőtechnikai tervezés és méretezés, továbbá a gyártási paraméterek és az öntvénytulajdonságok meghatározására irányuló üzemi mérések.

Az öntészeti folyamatok és technológiák fejlesztésének korszerű számítástechnikai megoldási módszere a dermedési, a hűlési és öntészeti technológiai viszonyok szimulációja. A szimuláció a modern öntvénygyártásban az öntvénygyártók és öntvényfelhasználók fontos eszköze. A szimulációs feladatok megfogalmazása, a peremfeltételek megadása és a szimuláció eredményeinek kiértékelése és a gyártás-tervezési folyamatba való átvezetése speciális öntészeti, hőtani, mechanikai és számítástechnikai ismereteket igényel, melyekre a kutatóhelyeken együttesen megvan a megfelelő felkészültség. A hazai öntödek többsége a szimulációs feladatok elvégzésére nincs felkészülve, de önállóan történő alkalmazása nem is gazdaságos.

A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán a kutatási és fejlesztési feladatok megoldásában az öntészeti szimulációt 1991-óta folyamatosan bővülő igénybevétel mellett alkalmazzuk. A speciális szoftvereket fejlesztő és forgalmazó cégek közül az RWP GmbH (Németország) "WinCast", és a NOVACAST AB (Svédország) "NovaFlow & Solid" programját térítés ellenében, megállapodásban rögzített együttműködés szerint használjuk kutatási-fejlesztési feladatok megoldásához és

megbízásos munkák végzéséhez az öntvénygyártó és az öntvényfelhasználó partnerek részére.

A szimulációs feladatokhoz, a kutatási feladat részeként, gyakran kapcsolódnak a hő- és öntéstechnikai paraméterek meghatározására, öntéstechnológiai és hőtechnikai tervezésre és méretezésre, továbbá a szimulációhoz tartozó paraméterek és az öntvénytulajdonságok meghatározására irányuló üzemi mérések.

Az öntészeti szimulációs kutatások iránti igények főként a kooperációs kutatások előző ciklusában, a könnyűfém öntvények nyomásos és kokillaöntési technológiájához kapcsolódtak. Jelentős az igény a nyomásos öntés formatöltésére jellemző nagysebességű áramlási folyamatok és a megszilárdulási és lehülési viszonyok szimulációjára.

3. Tudományos eredmények az utóbbi évekből

3.1 PhD-értekezések

Varga László: Lemezgrafitos öntöttvas olvadék csíraállapota és a mechanikai tulajdonságok közötti összefüggések vizsgálata. 2004. (<http://www.doktori.hu/index.php?menuid=193&vid=2656>). Tudományos vezető: dr. Dúl Jenő

Lukács Sándor: A szerszám hőegyensúlyának vizsgálata alumínium és magnézium nyomásos öntésnél. 2007. Tudományos vezető: dr. Tóth Levente

Fegyverneki György: Alumínium hengerfeji öntvények repedésérzékenysége. 2007. (<http://www.doktori.hu/index.php?menuid=193&vid=2675>). Tudományos vezető: dr. Dúl Jenő

Détári Anikó: Forma-fém kölcsönhatásainak vizsgálata, különös tekintettel a formázóanyagok újrahaznosíthatóságára. 2009. (<http://www.doktori.hu/index.php?menuid=193&vid=3726>). Tudományos vezető: dr. Tóth Levente

3.3 Tudományos tehetség gondozás (TDK)

Juhász Borbála (V. kmh.): Nyomásos öntőszerszám hőtechnikai folyamatainak vizsgálata. 2008. Konzulens: dr. Dúl Jenő. OTDK (Országos Tudományos Diákköri Konferencia) 1. díj, Pro Scientia Aranyéremmel 2009-ben kitüntetett hallgató.

Tokár Mónika (MAK, BSc 7.): A lehülési sebesség hatása a folyékony állapotban tartósan nemesített Al-Si öntészeti ötvözet szövetszerkezetére. 2008. Konzulens: dr.

Jónás Pál. Intézményi 1. díj.

Tóth Judit (MAK BSc 7.): Műgyantakötésű homokmagok termikus deformációjának vizsgálata. 2008. Konzulens: dr. Tóth Levente. Intézményi 1. díj, OTDK különdíj.

Szombatfalvy Anna (MAK V.): Stronciumos nemesítés bevezetésének üzemi vizsgálata Al-Si ötvözetnél. 2006. Konzulens: dr. Dúl Jenő, Gyurán László. Intézményi 1. díj, OTDK 3. díj.

Svidró József Tamás (MAK IV): Vasöntvények felületi minőségét befolyásoló tényezők vizsgálata. 2006. Konzulens: dr. Jónás Pál. Intézményi 1. díj, OTDK-án előadott dolgozat.

Bartók Csaba (MAK V.): Magnézium nyomásos öntvény hőtechnikai viszonyainak vizsgálata. 2006. Konzulens: dr. Dúl Jenő, Lukács Sándor. Intézményi 1. díj, OTDK 2. díj.

4. Publikációk

Dr. Dúl Jenő publikációs listája: http://publikacio.uni-miskolc.hu/user/creat_list.phtml?cid=1895

Kivonat az utóbbi évek publikációiból:

Dúl, J. – Szabó, R. – Simcsák, A.: Effect of temperature on the properties of high pressure die casting. *Materials Science Forum* 2010, vol. 649, pp. 473-479.

<http://www.scientific.net/MSF.649.473>

Molnár, D. – Dul, J.: The influence of the solidification process to the dimensional accuracy of castings. *Materials Science Forum* 2010, vol. 649, pp. 431-436.

<http://www.scientific.net/MSF.649.431>
Détári, A. – Tóth, L. – Juhász V.: Untersuchungen zum thermischen Deformationsverhalten von Kernen aus thermisch regeneriertem Sand. *Giesserei-Praxis*, 2009/05. S. 171-176.

Jónás P. – Détári A. – Svidró J.: Az öntvények felületminőségét befolyásoló tényezők vizsgálata. *BKL Kohászat*, 140. évf., 2007. 2. sz. 17-26. old.

http://www.ombkenet.hu/bkl/kohaszat/2007/bklkohaszat2007_2_04.pdf

5. Folyamatban levő fejlesztések és projektek

A Gazdaságfejlesztési Operatív Program GOP1.1.2-08/1 Kutatás-fejlesztési központok fejlesztése, megerősítése című alprogramja keretében a „Mechatronikai és Anyagtudományi Kooperációs Kutatási Központ jövőbeli működésének fejlesztése és megerősítése” című projekt részeként, a

Miskolci Egyetem UNI-FLEXYS Egyetemi Innovációs Kutató és Fejlesztő Közhasznú Nonprofit Kft. kedvezményezett irányításával, 2000 M Ft összegű kutatási-fejlesztési tevékenység valósul meg. Az öntészeti témák költségkerete a partnerek igényeitől függően mintegy 60 M Ft.

Az „Öntészeti technológiák fejlesztése” című részprojekt keretében magas minőségi követelményeknek megfelelő öntészeti eljárások fejlesztésével, olvasztási és olvadákezelési technológiák optimalizálásával, a szükséges öntvénytulajdonságokat biztosító lehülési viszonyok és utókezelési technikák kidolgozásával és számítógépes öntészeti szimuláció alkalmazásával foglalkozunk.

Az „Öntödei formázóanyagok kutatása” című részprojekt keretében pedig az öntödei forma- és magkészítés anyagainak és technológiájának kutatása, a környezetbarát anyagok és technológiák fejlesztése, a forma- és maghomok keverékek hideg- és meleg tulajdonságainak vizsgálata, a felhasznált kötőanyagok mennyiségének optimalizálása, a regenerálási technológiák kidolgozása, valamint az emisszió, a szaghatás és a hulladékkibocsátás csökkentése témákban dolgozunk az öntödei partnerek igényei szerint. A projektben főállású fiatal öntész szakembereket foglalkoztatunk, és növeljük az öntészeti kutatások személyi és tárgyi feltételeit.

A Miskolci Egyetem az Új Magyarország Fejlesztési Terv Társadalmi Infrastruktúra Operatív Program támogatási rendszerében benyújtott, „A Miskolci Egyetem hazai és nemzetközi versenyképességének komplex megújítása” című, TIOP-1.3.1-07/1-2F-2008-0005 jelű, 6500 M Ft összegű pályázati projektjének keretében a korszerű és versenyképes képzés tanulási és oktatási infrastruktúrájának fejlesztése valósul meg. A projekt közvetlen és közvetett célcsoportokra irányul, várt eredménye az intézmény komplex értelemben versenyképességének, működési stabilitásának, hazai és nemzetközi szerepvállalásának növekedése. A projektben 2010-2011-ben az öntészeti oktatói helyiségek és az oktatólaboratórium teljes felújítására kerül sor, továbbá a műhelycarnokban öntészeti környezettechnikai laboratórium épül, és a meglévő oktatási-kutatási egységekhez tartozó infrastruktúra (energia, zártrendszerezű hűtővíz, elszívás, világítás) teljes felújítása valósul meg 180 M Ft értékben, melyhez 30 M Ft eszközbeszerzés is tartozik.

A TÁMOP 4.1.2-08/1/A Tananyagfejlesztés és tartalomfejlesztés, különös tekintettel a matematikai, természettudományi, műszaki és informatikai (MTMI) képzésekre című pályázati projektnek a „Korszerű anyag-, nano- és gépészeti technológiákhoz kapcsolódó műszaki képzési területeken kompetencia alapú, komplex digitális tananyag modulok létrehozása és on-line hozzáférésük megvalósítása” című témacsoportjában 2010–2011-ben, öntészeti szakterületen négy szakkönyv kiadását készítjük elő, melyek témái:

- Környezetvédelem az öntészetben, öntődei hulladékok
- Öntészeti szimuláció, elméleti alapok és megoldások
- Könnyűfémöntészeti ismeretek
- Nyomásos öntészeti ismeretek

6. Az Öntészeti Kutató-Oktató Labor Innovációs Centrum mintaprojekt tevékenységi területei

6.1 Együtműködési megállapodások

A technológia- és tudástranszfer tevékenység nélkülözhetetlen eleme a partnerkapcsolatok kiépítése és fejlesztése. Ebből kiindulva a Magyar Öntészeti Szövetség, és az oktatás-kutatás területén korábban az Öntészeti Tanszékkel szoros kapcsolatot kialakító tíz partner a Miskolci Egyetem TÁMOP P-4.2.1-08/1 pályázatát együttműködési megállapodás aláírásával segítette.

Az Öntészeti Kutató-Oktató Labor Innovációs Centrum kialakításának és működtetésének elengedhetetlen feltétele az együttműködés az öntvénygyártó és öntvényfelhasználó társaságokkal. A korábban kialakított együttműködési megállapodások (1. melléklet) szakmai tartalmának bővítésével és további együttműködési megállapodások megkötésével fejlesztjük a szakmai oktatási és kutatási kapcsolatokat. Ez azért fontos, mert a mintaprojekt megvalósításának egyik indikátora az együttműködési megállapodások száma és hasznosulása.

6.2 Öntészeti kutatások

Az öntészeti kutatási együttműködés fejlesztése a mintaprojekt fontos eleme. Az üzemi feladatok megoldását a GOP-1.1.2-08/1 projekt keretében az UNI-FLEXYS Kft.-vel együttműködve végzzük az „Öntészeti technológiák fejlesztése, öntődei formázóanyagok kutatása, öntészeti szimuláció” részprojekt keretében megvalósuló témák-

ban (2009. évi adatok a 2. mellékletben). A mintaprojekt megvalósításának indikátora a kutatási együttműködés keretében teljesített kutatások árbevétele.

6.3 Öntészeti szimulációs labor kialakítása és működtetése

A projekt egyetlen beruházási tétele a NovaFlow & Solid szimulációs szoftver teljes jogkörű változatának beszerzése, mely 2010 januárjában megtörtént. A nagy értékű szoftver működtetése nagy teljesítményű számítógépen történik, ezáltal bonyolult geometriájú öntvények nagy elemszámmal, kis elemmérettel történő szimulációját tudjuk megoldani.

A partnerek szimulációs vizsgálatokra vonatkozó igényeinek kielégítését az UNIFLEXYS Kft. GOP1.1.2-08/1 projektje keretében végzzük. A szimulációs feladatok megoldásához a megrendelő szolgáltatja a szükséges CAD geometriát és a szimulációhoz tartozó technológiai adatokat.

Az öntészeti szimulációs labort Molnár Dániel vezeti. A labor működtetését segíti a szimulációs fejlesztőközpontokkal való kapcsolattartás, az öntészeti szimulációs ismereteink fejlesztése, a felhasználói képzéseken és találkozókön részvétel, és az alkalmazói technológiai támogatás igénybevétele. A szimulációs labor működését segítő partnerek:

- RWP GmbH (Roetgen, Németország): a WinCast végeselemes program fejlesztője (<http://www.rwp-simtec.de/>);
- NOVACAST AB (Ronneby, Svédország): a NovaFlow & Solid program fejlesztője (<http://www.novacastfoundry.se/>);
- ARGE Metallguss GmbH (Aalen, Németország): a NovaFlow & Solid program terjesztője (<http://www.arge-metallguss.de/am/>).

6.4 Öntészeti felnőttképzési tanfolyamok

Az öntészeti szakmai oktatás fejlesztése érdekében bővítjük az öntészeti felnőttképzés tanfolyami oktatásának feltételeit és szakmai színvonalát. A projekt keretében öt tanfolyami oktatási anyagot állítunk össze, és a képzési programot akkreditáltjuk. A tananyagfejlesztés területei:

- Jónás Pál: Öntészeti fémmetallurgiai ismeretek
- Dr. Tóth Levente: Forma- és magkészítési ismeretek
- Molnár Dániel: Öntészeti szimuláció
- Dr. Jónás Pál: Homok- és kokillaöntészeti ismeretek

– Dr. Tóth Levente: Öntődei berendezések

A projekthez kapcsolódóan tanfolyami oktatást tartunk a Miskolci Egyetem Felnőttképzési Regionális Központja szervezésében az együttműködő partnerek igényei szerint. Az oktatás finanszírozása a vállalkozások szakképzési befizetési kötelezettségéből, a saját dolgozó képzésére fordítható keret terhére történik. A mintaprojekt megvalósításának indikátora a tanfolyami oktatások száma és a tananyagok akkreditálása.

6.5 Az Öntészeti Kutató-Oktató Labor fejlesztése

Az öntészeti felsőoktatás és kutatás tárgyi és személyi feltételeinek fejlesztése a projekt egyik kiemelt feladata. A mintaprojektrel egy időben jelentős laborfejlesztés valósul meg „A Miskolci Egyetem hazai és nemzetközi versenyképességének komplex megújítása” című, TIOP-1.3.1-07/1-2F-2008-0005 jelű, 6500 M Ft összegű pályázati projektjében. Az Öntészeti Kutató-Oktató Labor munkatársai a laborfejlesztéshez kapcsolódóan közreműködnek az elmúlt évtizedek maradandó értékeinek és eredményeinek megőrzésében és az új oktatási helyiségek, műhelyek és laborok kialakításában. (3. melléklet, a 2009. évi szakképzési fejlesztési megállapodások)

A laborfejlesztés önrészét az öntészeti szakképzési fejlesztési támogatás keretéből kell biztosítani, melynek összege a mintaprojekt megvalósításának indikátora.

A mintaprojekt támogatása biztosítja egy főállású projektmenedzser foglalkoztatását közalkalmazotti munkakörben. A projektben fontos szervezői és irányítói feladatokat ellátó munkatársnak egyben lehetősége lesz bekapcsolódni az oktató- és kutatómunkába, és ezen keresztül felkészülni egy vezető oktatási tevékenységre, nevezetesen az Öntészeti Kutató-Oktató Labor vezetésére.

6.6 Öntészeti Kutató-Oktató Labor szervezeti és működtetési kereteinek a kialakítása

A mintaprojektben megvalósuló fejlesztések a partnerek kutatási-fejlesztési igényeire épülnek, melyek felmérését és az alapján egy összefoglaló tanulmány elkészítését a MÖSZ a projekt költségkerete terhére végzi el. Öntészeti szakmai közreműködés eredményeként kerül sor az ÖKOLIC működési rendszerének kialakítására, a működ-

tetésére vonatkozó javaslatok összesítésére, szervezeti kereteinek véglegesítésére.

6.7 Öntészeti innovációs fórum szervezése

Az Öntészeti Kutató-Oktató Labor munkatársai a projekt keretében összeállítják a Miskolcon öntészet szakirányon végzetek adatbázisát. Ennek első elemeként összeállítottuk az öntészet szakirányon végzett kohómérnökök listáját és az erről készült tablót az Öntödei Múzeumban helyeztük el.

A projekt keretében évente egy alkal-

lommal öntészeti innovációs fórumot szervezünk, melynek kiadványában jelentetjük meg az Öntészeti Kutató-Oktató Labor eredményeit. A rendezvényt az öntészet szakirányon, Miskolcon végzetek rendszer találkozójának is tekintjük.

6.8 Az Öntészeti Kutató-Oktató Labor mintaprojekt támogatása

TÁMOP-4.2.1-08/1-2008-0006 számú projekt keretében megvalósuló Öntészeti Kutató-Oktató Labor mintaprojekt kerete 38,4 M Ft, ennek 15%-a az önrész, ami ösz-

szesen 5,75 M Ft, melyből a szimulációs szoftver beszerzésének önrészét szakképzési fejlesztési támogatásból, a többit saját öntészeti kutatási tevékenységünk eredményéből kell teljesíteni.

Az Öntészeti Kutató-Oktató Labor munkatársai a mintaprojekt megvalósítását a hazai öntészeti felsőoktatás és kutatás jövőjének megteremtését biztosító fontos feladatuknak tekintik, és ezúton is kéri a partnerek csatlakozását és együttműködését a tervezett feladatok megoldásához.

1. melléklet

Együttműködési megállapodás a Miskolci Egyetem és a Magyar Öntészeti Szövetség tagvállalatai között

Az együttműködési megállapodások célja

Hosszú távú együttműködés kialakítása „A Miskolci Egyetem Technológia- és Tudástranszfer Centrumának kialakítása és működése” című, TÁMOP-4.2.1-08/1-2008-0006 számú projekt PP5 Öntészet projekteleme keretében az Öntészeti Kutató-Oktató Labor országos tevékenységi körű öntészeti innovációs transzfercentrum működési feltételeinek kialakítására, a K+F szolgáltatások megalapozására, a hazai öntvénygyártó és öntvényfelhasználó iparágak igényeinek biztosítására, az öntészeti szakirányú felnőttképzés és a kutatási-fejlesztési együttműködés új struktúrájának kialakítására.

A Miskolci Egyetem TÁMOP pályázatának öntészeti mintaprojektjében a fejlesztés célcsoportja a hazai öntvénygyártó ipar, melynek elvárt szintű működéséhez és fejlődéséhez nélkülözhetetlen a korszerű szakmai oktatás és kutatás, a technológiai tudástranszfer szolgáltatások igénybevétele.

A projekteleme vezetője:

Dr. Dúl Jenő szakirány-vezető, egyetemi docens

ME Metallurgiai és Öntészeti Tanszék

Az együttműködés támogatója: Magyar Öntészeti Szövetség, Budapest

Dr. Sohajda József elnök

Dr. Hatala Pál ügyvezető igazgató

Az együttműködő partnerek és képviselőik:

FÉMALK Fémöntészeti Alkatrészgyártó Zrt., Budapest

Dr. Sándor József vezérigazgató, az OMBKE Öntészeti Szakosztály elnöke;

PREC-CAST Kft., Sátoraljaújhely

Dr. Bokodi Béla ügyvezető igazgató;

Diósgyőri Öntöde Kft., Miskolc

Mezei Sándor ügyvezető igazgató,

Dr. Sziklavári István ügyvezető igazgató;

CERTA Zárgyártó, Présöntő és Szerszámkészítő Kft., Sátoraljaújhely

Farkas János ügyvezető igazgató;

NEMAK Győr Alumíniumöntöde Kft., Győr

David Toth ügyvezető igazgató,

Dr. Fegyvernek György fejlesztési vezető;

Csepel Metall Vasöntöde Kft., Budapest

Dr. Sohajda József ügyvezető igazgató;

LE BELIER Magyarország Formaöntöde Rt., Ajka

† Dekovits András gyárigazgató

Skobrak Tibor gazdasági igazgató;

Nova Hungária Kft., Petőfibánya

Dr. Vigh László ügyvezető igazgató;

Busch-Rába Öntöde Kft., Győr

Hegedűs István ügyvezető igazgató;

Szegedi Öntöde Kft., Szeged

Kovács Sándor ügyvezető igazgató

EGYÜTTMŰKÖDÉSI MEGÁLLAPODÁS

a Miskolci Egyetem és a _____
mint partner (a Magyar Öntészeti Szövetség tagvállalata) között az öntészeti K+F tevékenység, valamint a szakmai gyakorlati oktatás fejlesztésére, az Öntészeti Kutató-Oktató Labor Innovációs Centrum kialakítására és működtetésére

1. Együttműködő felek: a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar Metallurgiai és Öntészeti Tanszék, 3515 Miskolc-Egyetemváros, OM azonosító F187515 (továbbiakban Egyetem), valamint a _____ (továbbiakban Társaság).

2. A megállapodás tárgya és célja:

Hosszú távú együttműködés kialakítása „A Miskolci Egyetem Technológia- és Tudástranszfer Centrumának kialakítása és működése” című, TÁMOP-4.2.1-08/1-2008-0006 számú projekt PP5 Öntészet projekteleme keretében az **Öntészeti Kutató-Oktató Labor** országos tevékenységi körű öntészeti innovációs transzfercentrum működési feltételeinek kialakítására, a K+F szolgáltatások megalapozására, a hazai öntvénygyártó és öntvényfelhasználó iparág igényeinek biztosítására, az öntészeti szakirányú felnőttképzés és a kutatási-fejlesztési együttműködés új struktúrájának kialakítására. <http://www.uni-miskolc.hu/tudasprofit>

A világ öntvénytermelése 2008-ban, t

Ország	Lemezgrafitos vasöntvény	Gömbgrafitos vasöntvény	Temperöntvény	Acélöntvény	Rézalapú öntvények	Alumínium-öntvény	Magnézium-öntvény	Cink-öntvény	Egyéb nemvasfém öntvény	Összes
Ausztria	48,400	153,000 ^A	n.a.	20,800	n.a.	112,155	8,039	12,740	n.a.	355,134
Belgium	61,100	8,900 ^A	n.a.	45,800	n.a.	n.a.	n.a.	742	n.a.	116,542
Brazília	1,589,886	677,611	509,596	323,818	19,888	224,966	6,005	3,462	n.a.	3,355,232
Kanada	458,850	n.a.	n.a.	111,720	17,656	268,090	n.a.	n.a.	n.a.	856,316
Kína	16,400,000	8,200,000	500,000	4,600,000	600,000	3,000,000 ^B	n.a.	n.a.	200,000	33,500,000
Horvátország	29,528	21,849	27	2,517	465	16,715	n.a.	420	927 ^C	72,448
Csehország	252,964	52,150	11,644	97,863	2,662	114,973 ^B	n.a.	4,101	432	536,789
Dánia	32,367	48,020	n.a.	n.a.	1,433	n.a.	n.a.	6	5,778 ^D	87,604
Finnország	42,852	77,423	n.a.	20,371	4,589	7,406	n.a.	247	n.a.	152,888
Franciaország	861,488	1,089,555	n.a.	109,642	24,685	274,902	n.a.	24,518	3,248	2,388,038
Németország	2,677,674	1,846,793	40,838	220,132	94,588	802,202	31,532	67,908	2,024	5,783,691
Nagy Britannia	192,000	215,000	3,200	72,000	12,000	110,000	3,500	9,500	1,000	618,200
Magyarország	31,133	15,750	16	7,638	1,407	90,342	46	2,950	490	149,772
India	4,532,000	785,000	60,500	916,000	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	547,000 ^E	6,840,500
Olaszország	915,811	646,778 ^A	n.a.	93,122	81,000	820,000	10,000	70,000	1,300	2,638,011
Japán	2,753,476	1,995,349	48,082	298,720	98,782	414,002	9,268	30,207	5,912	5,653,798
Korea	1,010,500	595,700	40,300	152,000	24,100	232,500	n.a. ^F	n.a.	10,800 ^{B,F}	2,065,900
Litvánia**	14,300	200	n.a.	30	5	56	n.a.	n.a.	n.a.	14,591
Mexikó	801,210	59,740	n.a.	77,650	202,407	680,958	171	1,264	4,295	1,827,665
Hollandia****	78,241	6,209	438	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	84,888
Norvégia	19,115	55,639	n.a.	3,255	4,517	13,466	n.a.	n.a.	17,983	113,975
Lengyelország	513,800	167,100 ^A	n.a.	3,300	8,200	236,800 ^B	n.a.	6,000	1,400	936,600
Portugália	22,324	57,305	n.a.	7,859	11,400	19,800	n.a.	500	60	119,249
Románia	46,718	4,574	836	31,596	3,509	33,651	2,500	558	4	123,946
Oroszország*	3,320,000	1,800,000	180,000	1,300,000	200,000	840,000	80,000	30,000	50,000	7,800,000
Szlovénia	76,820	33,353	n.a.	38,114 ^B	n.a.	26,472	n.a.	n.a.	7,645	182,404
Szlovákia***	8,760	n.a.	4,300	2,160	2,160	26,260	n.a.	1,800	5	45,445
Spanyolország	493,600	641,400 ^A	n.a.	86,600	9,472	115,155	n.a.	11,674	1,212	1,359,113
Dél-Afrika**	14,700	86,000	n.a.	184,000	3,000	77,000	n.a.	4,000	n.a.	368,700
Svédország	170,700	66,300	n.a.	22,000	12,500	43,300	2,000	5,400	n.a.	322,200
Svájc	28,000	49,800 ^A	n.a.	2,421	2,315	21,919 ^B	n.a.	1,696	n.a.	106,151
Tajvan	780,175	211,052	n.a.	77,945	35,588	309,503	5,845	63,968	2,934	1,487,010
Thaiföld**	70,000	30,000	30,000	28,600	28,600	100,000	n.a.	16,900	n.a.	304,100
Törökország	565,000	400,000	5,000	140,000	16,000	122,080	n.a.	17,000	n.a.	1,265,080
Ukrajna****	626,610	40,000	10,000	266,060	11,000	20,500	n.a.	n.a.	n.a.	974,170
USA	3,502,640	3,597,894	60,000	1,172,082	274,877	1,739,980	109,769	273,970	52,617	10,783,829
Összes	42,958,542	23,841,444	1,504,777	10,538,385	1,808,580	10,932,434	268,675	664,136	916,997	93,449,270

n.a.: nincs adat *****2002. évi termelés ****2004. évi termelés *** 2005. évi termelés **2006. évi termelés *2007. évi termelés

Jelmagyarázat:

A – temperöntvényvel együtt
B – magnéziumöntvényvel együtt
C – ólomöntvények

D – főként alumíniumöntvények
E – nemvasfém öntvényekkel együtt
F – cinköntvényvel együtt

Összeállította dr. Lengyel Károly a Modern Casting 2009 decemberi száma alapján

Kitüntetés

Március 15-e alkalmából **dr. Sándor Józsefnek**, a Fémalk Zrt. elnök-vezérigazgatójának, az OMBKE Öntészeti Szakosztály elnökének, kiemelkedően eredményes szakmai tevékenysége elismeréséül Magyar Gazdaságért Díjat adományozott Varga István fejlesztési és gazdasági miniszter.

Valamennyi tagtársunk nevében szívből gratulálunk a kitüntetéshez, további eredményes munkát és jó egészséget kívánunk!

Szerkesztőség

ANTAL ÁRPÁD

A csepeli csőhorganyzás története és technológiái

Tűzhorganyzó iparunk fejlődése szorosan összekapcsolódott a mindenkor magyar acéliparral és acélfeldolgozással. A tűzhorganyzó iparon belül külön iparágak alakultak ki az egyes acéltermék-féleségek korrózió elleni védelmére. Magyarországon valamennyi ilyen iparágban megvoltak és részben megvannak a bázisai. Az acélcsövek tűzhorganyzásának mára már megszűnt hazai bázisa az egykori Csepel Művek területén volt; megerősödése, fénykora, majd megszűnése híven tükrözi a gazdasági-politikai változások következményeit.

1. A csepeli iparvállalatról

1.1 Alapítás, előzmények

Weiss Manfréd és fivére, Berthold bérbe vették Csepelen az egykori Duna-parti János-legelőt, és 1892. december 10-én benyújtották „telep és építési engedély” iránti kérelmüket a hatóságokhoz. A ráckevei főszolgabíró 1893-ban adta ki a telephely engedélyt „fegyvertöltény hüvely felszerelési gyár” létesítésére [1]. Ettől kezdve a gyár nagy léptékű fejlődésnek indult, és több mint negyedszázadra az osztrák-magyar hadiipar egyik vezető vállalatává vált.

1.2 Az első évtizedek

1896-tól már csak Weiss Manfréd irányította a vállalatot. Az I. világháború előtt korszerű acélművel és öntödével is felszerelték. A háború elvesztését követően az akkorra már közel harmincezer főt foglalkoztató nagyvállalat összeomlott, dolgozói létszáma a proletárdiktatúra, majd a román megszállás idején alig ér-

te el az ezer főt. A konszolidáció után a WM Lőszér-, Acél- és Fémművek Rt., még az alapító tervei alapján, sikeresen áttért a különféle lakossági termékek gyártására.

Weiss Manfréd 1922-ben bekövetkezett halála után a vállalat sikeresen átvészelte a nagy gazdasági világválságot, és 1945-ig repülőgépek, motorok, traktorok, sőt kerékpárok gyártásával is foglalkozott. A húszas évektől kezdve jelentős technológiai fejlesztések történtek. A fentebb említett fő termékek mellett mezőgazdasági gépeket, edényeket, háztartási gépeket, huzalokat, a 30-as évektől szerszámgépeket gyártott az akkor már Weiss Manfréd Acél- és Fémművei Rt. A II. világháború közeledtével a vállalatiórás ismét ráállt hadiipari eszközök (páncélozott járművek, harckocsik, repülőgépek stb.) gyártására, s a háború alatt teljes kapacitásával hadiipari célokat szolgált. Ezek a termékek fejlett technikával készített alapanyagok és féltermékek beépítésévé tették szükségessé.

Antal Árpád 1956-ban Csurgón született. 1978-ban gépészmérnöki oklevelet, 1993-ban korróziós szaküzem mérnöki oklevelet, majd a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen MBA fokozatot szerzett. Szakmai tevékenysége során a DUNAFERR Dunai Vasmű-nél eltöltött évtizedek alatt egyik szakterülete a tűzhorganyzás volt.

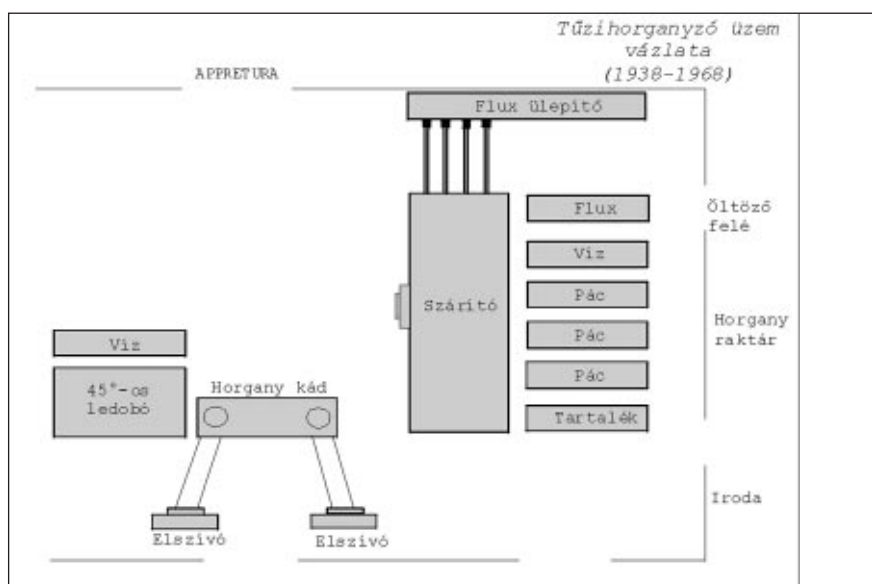
1996-os alapításától kezdve a Magyar Tűzhorganyzók Szövetsége elnöke. Közel 20 éve folyamatosan publikál acélszerkezet-gyártással, -tervezéssel és korrózióvédelemmel foglalkozó szaklapokban, közel száz, elsősorban tűzhorganyzással foglalkozó szakmai cikk szerzője, szakkönyvek társszerzője vagy szerkesztője. Rendszeres meghívott oktatója hazai egyetemeknek és főiskoláknak, címzetes egyetemi docens. 2000 óta foglalkozik ipartörténeti kutatással. Jelenleg a NAGÉV cégcsoport fejlesztési igazgatója.

1.3 1945-től a felszámolásig

Hazánk német megszállását követően arra kényszerítették a Weiss Manfréd családot, hogy a teljes gyárat 25 évre bérbe adja a németeknek. Így a háború végén a cég dolgozóinak aktív ellenállása ellenére mintegy 2800 szerszámgépet és sok ezer tonna alapanyagot hurcoltak nyugatra, melyek nagy része soha nem került vissza. A megszálló szovjet hadsereg – hivatkozva a németekkel kötött megállapodásra – további pusztítást végezve a vadonatúj kazánegységeket, az acélgyártó elektrokemencét, sőt az új acélmű épületének acélszerkezetét is elhurcolta, melyek szintén soha nem kerültek vissza.

Az újjáépítést követően megváltozott a termékstruktúra, a korábbi tömegcikkek gyártása visszaszorult. A gyárat 1948-ban államosították. Jelentős fejlesztések után termelésének súlypontjait már a fémkohászat, az acélgyártás, a csőgyártás, a kovácsolás, az öntészet és a szerszámgyártás jelentette. A korábbi üzemi és szellemi bázisokra épülve még évtizedekig folyt a kerékpárok, a varrógépek és a konfekcióipari termékek gyártása. Az ötvenes-hatvanas években mintegy 25 000 embernek adott munkát a gyár, akiknek többsége a közelben épített lakótelepen élt.

Számos átszervezés után a hatvanas években megalakult a Csepel Művek Tröszt, mely mintegy 15 tagvállalatot fogott össze. A trösztöt 1983-ban megszüntették, az egyre inkább veszteségesen működő vállalatok önállóvá váltak, közülük a nyolcvanas évek végén, a kilencvenes évek elején számos átalakult, illetve megszűnt. Az 1980-as évek végén megindult a privatizáció, külföldi és magyar tulajdonú vállalatok jöttek létre. Amerikai többséggel alakult meg 1988-ban a Schwinn-Csepel Kerékpárgyártó Kft., amely – a Schwinn amerikai csődje után – többszöri tulajdonosváltáson ment keresztül, míg 1994-ben részvénytársasággá alakult. 2000 óta a Tandem-Szol-



■ 1. ábra. A korabeli üzem technológiai elrendezése (Valázsik I. rajza alapján)

nok Kft. a tulajdonosa, mely Magyarországon továbbra is Schwinn márkaneven hoz forgalomba kerékpárokat.

A csepeli nagyüzem egykori területén üresen maradt csarnokokat és irodákat ma számos cég bérl. Az egyik fő „alaptevékenységet” jogutódként az 1993-ban létesített, 100%-ban magyar magánszemélyek tulajdonában lévő Csepeli Fémmű Rt. vitte tovább. A Vasmű csőgyártását előbb a Csepeli Csőgyár Rt., majd ebből kiválva a Precíziós Csőgyártó Kft. és az 1996-ban megalakult Csepeli Acélcső Kft. folytatta [2]. A csövek tűzhorganyzása, melyet egészen a felszámolásáig végeztek, az utóbbi vállalathoz kapcsolódott.

2. A csőhorganyzás és a technológia

Az I. világháborút követően a hadiipari termelés helyett a polgári célú felhasználásra szánt termékek gyártása került előtérbe. Weiss Manfréd egy korábbi, 1915-ből származó levelezéséből kiderült, hogy erősen foglalkoztatta egy csőgyár létrehozásának gondolata. 1919-ben a Magyar Állami Királyi Vasgyár zólyombrézói csőgyárát leszerelték és Budapestre szállították. Így került az a Weiss család birtokába. A csőgyártás Csepelen végül is 1920 novemberében valósult meg, és ez jelentette az alapot a tűzhorganyzó sor kialakítására.

Maga az építkezés 1921-ben kezdődött, majd a csőhorganyzó üzem 1922-ben indították be. A berendezés 8–10 tonna/nap tervezett kapacitással rendelkezett. Az egykori technológiáról csak keveset tudunk. A

csövek különféle kezelő folyadékokba és a horganyzókádba történő berakása, majd az azokból történő kihúzása kézi erővel történt. Ez a technológia másfél évtizeden keresztül működött. Az 1930-as években a gyárban elindították a görgős tolópad csőgyártást, mellyel lehetőség nyílt 1"-os csövek gyártására, melyek tűzhorganyzott kivitelben is készültek. Ez már lakossági igényeket is kielégített [3].

Mivel a régi technológia időközben elavult, 1938–39-ben a gyárban új helyen egy teljesen új csőhorganyzó berendezést építettek, melynek kapacitása mintegy kétszerese volt az előző üzemének. Ekkor a horganyzó napi termelése már 16–20 tonna között mozgott. A horganyzás kéziszerszámok segítségével történt. A csöveket ferdén emelték ki a horganyfürdőből, így a cső felső végéről a horgany szabadon folyt vissza a horganyzókádba. A felesleges horganyt a csövek külső felületéről rájuk hurkolt azbesztszinórral törölték le, miközben egy 10°-os emelkedésű végtelenített láncpályán kihúzták a csövet az olvadékból. A kihúzást egy csápos kocsiszerkezet segítette. A kihúzás után a csövet hűtővizes kádba dobták, majd lehűlés után egy célszer számmal kiemelték, ellenőrizték, kötegeltek. A technikáról korabeli dokumentumok sajnos már nem állnak rendelkezésre. Azonban az egykori gyár még élő idősebb dolgozói és vezetői, akik még dolgoztak a korabeli eszközökkel, a cikk írójával szívesen megosztották emlékeiket.

Valázsik István, aki 1958. február 2-ától

a mű felszámolásáig művezetőként dolgozott a csőhorganyzóban, visszaemlékezésében az alábbiak szerint foglalta össze az '50-es és '60-as évek technológiáját.

2.1 A régi horganyzási technológia [4]

Akkoriban az üzem három műszakban, műszakonként egy csoportvezetővel, két pácolóval, egy adagolóval, három betoló és lenyomóval, három kiemelő fogóssal, egy zsinórossal, egy csővégtörővel, két ledobóval és váltójával, két csőátvevővel dolgozott, kiegészítve hat fűtővel. A felsorolt beosztások beszédesek, elárulják a technológiai lépéseket. A horganyzókáda a padlószint alá volt süllyesztve, két végén két-két égőfejjel, amiket először generátorgázzal, 1961-től földgázzal tápláltak. A műhely felépítését az 1. ábrán mutatjuk be. Az egyes technológiai lépések az alábbiak voltak.

1. A csöveket a „pácolás” (oxidmentesítés) során szűrt Duna-vízzel hígított sósavban maratták. A sósavas kádat a melléjük elhelyezett ballonokból gumicső segítségével töltötték fel, ami kellemetlen és árvalmas feladat volt.

2. A pácolást a sósav kicsurgatása után hideg vízben történő „öblítés” követte. A csövek mozgatását a pácolónál dolgozók kötegekben, daruval végezték.

3. Az öblítést egy következő kádban a „fluxolás” követte. A művelet során a csöveket cink-klorid vizes oldatát tartalmazó kádba merítették. Az ebből történő kiemelés után a só befedte a fémfelületet. Ennek elsődleges célja az volt, hogy a horganyolvadékban aktiválja és nedvesítse a vasfelületet. Ezt követően a kezelt csöveket kicsurgatták, majd daruval a „szárítóbakra” helyezték.

A flux anyagának elkészítése a következőképpen történt: a gyárudvar hátsó részében volt egy kb. 5–6 m³-es négyszögletes betonmedence. Miután ezt sósavval feltöltötték (25 ballon volt a befogadóképessége), horganylapokat raktak egy deszkapallóra és becsúszatták azokat a sósavba (a művelet során cink-klorid keletkezett). A folyamat alatt keletkező hidrogént egy szalmacsóvával meggyújtották. A flux „főzése”, míg el nem érték a megfelelő sűrűséget, napokig tartott. Minden műszakban többször, kézi erővel, perforált lapáttal kellett mozgatni a fürdőt az iszaplerakódás miatt („evezés”). Ezt követően az üres ballonokba visszafejtették, majd az üzembe szállították a fluxot.

4. A szárítóbakokon megszáradt csöve-

ket fogaslécet továbbították a „szárítóba”. A csöveket egy hosszúszerű villával segítették a fogasléc közé. Ez volt az „adagolás” művelete.

5. A szárító másik oldalán kiguruló csöveket a „betoló” dolgozó – egy, a csövek végébe akasztott S-alakú fogó segítségével – a védőburkolaton erre a célra kiképzett kis ajtón keresztül betolta a horganyolvadékba.

6. A betolt csöveket a „lenyomó” egy hosszú szárú, fordított U-alakú szerszámmal a fémolvadékban levő villa alá terelte úgy, hogy azok egymás mellé kerüljenek. A kádban levő csövek számát azok mérete és az olvadék hőmérséklete határozta meg. Ez a kisebb méreteknél 8–12 db volt. Ügyelni kellett arra a gyors kihúzás érdekében, hogy túl sok cső ne legyen egyszerre az olvadékban, mert akkor túl vastag bevonat képződik, és az esetleg lepattogzik.

7. A kádban levő csöveket a „kiemelő” a csőméreteknek megfelelő U-alakú szerszámmal a „fogós” elé emelte.

8. Ezt követően a „csővégtörő” egy azbesztzinórból készített hurk segítségével kb. 30 cm hosszon lehúzta a felesleges horganyt a cső végéről.

9. A „zsinóros” egy azbesztzinórt teker a tüzes csőre, hurkot készített, és egy villával lenyomva feszesen tartotta, míg a „fogós” egy, a cső méretének megfelelő fogóval a csővéget megfogta és ráakasztotta a „kihúzóra”.

10. Ezután egy gép kihúzta a csövet a horganyzókádból. Ez a gép egy végtelenített drótkötélre szerelt, s egy csapókar segítségével kétirányú mozgásra alkalmas berendezés volt, melynek mozgását a „ledobó váltótársa” egy kenderkötél segítségével váltotta. A kihúzott csövet ott ejtette le a ledobó elé, ahol az a legoptimálisabb volt.

11. A még forró csövet egy emelvény felső részén elhelyezkedő „ledobó” fogó segítségével a hűtővízes kádba ejtette.

12. Lehűlést követően egy szerkezet a hűtővízes kádból az átvételi bakra dobta ki a csöveket, ahol ketten számolták és minősítették azokat, majd kötegeltek és kocsi rakták. Ezt követően áttolták az ún. apréturába (appretura: kikészítés, csínózás), vagy azonnal elszállították.

2.2 Karbantartás és munkavédelem

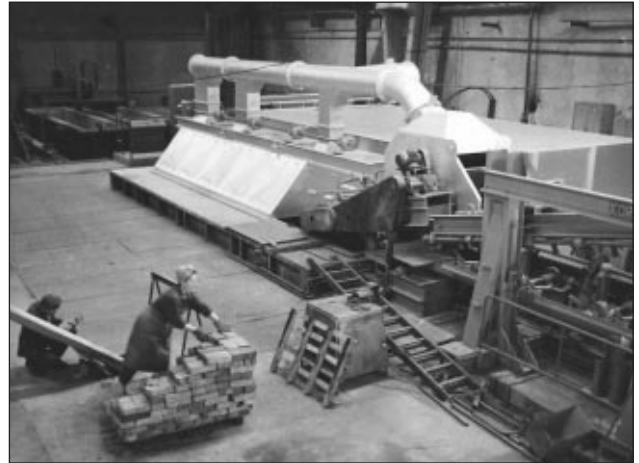
A termelés folyamatos biztosításához szükséges kiegészítő tevékenység volt a „keményhorgany szedés” és a „hamuzás”. Ezeket a műveleteket műszak közben hajtották végre.

A horganyzási folyamat során, elsősorban a horganyolvadék alján, a felületelőképzésből (fluxból) származóan és a horganyzási folyamatból adódóan kristályos formában felszaporodik az ún. keményhorgany (Zn-Fe ötvözet). A kanalakkal kiszedett keményhorganyt kokillákba öntötték, s karbantartási időben visszaolvasztották. A horganyolvadék tetejéről folyamatosan el kellett húzni, majd kanalakkal le kellett szedni a horganyzó hamut. Ez is tartalmazott fémcseppeket, ezért az anyagtakarékosság érdekében átrostálták.

Amikor a kádban a horgany szint túl mélyre süllyedt, a horganyt pótolni kellett. Mivel ennél a korabeli technikánál a horganyzó kád nagy részében ólom volt, és csak mintegy 20–25 cm mély volt a megolvadt horgany, ezért többször kellett keményhorganyt szedni és a hiányzó horganyt laphorgannyal pótolni.

Az üzemelés során több esetben megtörtént, hogy az acélból készült horganyzó kád kilyukadt. A kádlyukadás első jele volt, hogy a kemence füstgázkéményéből kiáramló füst fehér színűvé vált a horgany elége miatt. Ekkor a horganyolvadékot kanalakkal ki kellett merni addig, amíg a lyukat meg nem találták, s meg nem szüntették. Ehhez a tűztér samott-tégla falazatát a szükséges mértékig le kellett bontani. A forró téglák kiszédése nehéz fizikai munka volt. Nem termelőmunka esetén a dolgozók bére is jóval kevesebb volt, tehát ösztönözve voltak a mielőbbi hibaelhárításra és üzemindulásra. Horganyzó kádcseré esetén a fenti munkák megismétlődtek, de kiterjedtek a teljes kemencére.

Az egyes műszakok felénél 30 perces étkezési szünetet tartottak. A dolgozók naponta fél liter tejet és fél kg friss gyümölcsöt kaptak, negyedévente kötelező orvosi vizsgálatokon vettek részt. Ezen túl védőruhát kaptak (elhasználódáskor csere volt), egyujjas zsákvázon védőkesztyűt, ugyancsak zsákvázon védőkötényt és faltalpú bakancsot használtak [2]. A leírt technika lényegében 1968-ig, az új, korszerű üzem építésének kezdetéig fennmaradt.



1. kép. Korabeli felvétel az új csőhorganyzó berendezésről

A II. világháborút követő konszolidáció után, az 1960-as évek elején jelentősen megnőtt a különféle csőtermékek iránti kereslet. A piaci igények hatására 1962-ben a Csepeli Csőgyárban az Inconetti gépsoron üzemszerűen beindították a hosszvarratos acélcsövek gyártását, majd 1970-ben a Perkins gépsoron a 1"-os és a 3"-os csövek gyártását [2].

A lakásépítések növekvő száma indukálta a csőtermékek iránt megnyilvánuló, rohamosan növekvő piaci igényeket. A horganyzott csövek iránt is tömeges igény jelent meg, elkerülhetetlenné vált a gyártás fejlesztése. A Csőgyár vezetése több korszerű nyugat-európai csőhorganyzó megtekintése után 1967-ben úgy döntött, hogy a német Walter Körner cég által ajánlott félautomata csőhorganyzó berendezést vásárolja meg. A vegyi előkészítő technológiát az osztrák ÖSKO cég szállította. Az üzem 1968-ban kezdte építeni, a termelés 1970. március 30-án indult meg [2]. Kapacitását 30 000 tonna/évre tervezték, így ettől kezdve Magyarország nem importőr, hanem horganyzott cső exportőr lett [3]. Maga a bevonó berendezés lényegében egy speciális (7,8 m hosszú, 1,3 m széles és 1,8 m mély) horganyzó kádból, a hozzá tartozó kemencéből, védőburkolatból és elszívóból, illetve a rá- és mellé telepített berendezésekből állt (1. kép).

A tervezett termelési mennyiséget többször jelentősen túlteljesítette az üzem, termékei Európán kívül Ázsiába és Afrikába is eljutottak. Az üzembe 1991-ben kiegészítésként csővizsgáló-jelölő-kötegelő berendezést telepítettek.

2.3 Az alkalmazott technológia [5, 6]

A nagy darabszámot és a megfelelő minő-



■ 2. kép. Laurits Raymond (a kép közepén, baloldalon)



■ 3. kép. Kicsurgatás pácolás után

seget nagyfokú gépesítettséggel és csak félautomata és automata horganyzóberendezésekkel lehet biztosítani. Az alkalmazott technika a tűzihorganyzás száraz eljárása volt. A technológia részleteinek ismeretében elsősorban *Maróti Imre* későbbi üzemvezető és *Kovács Zoltán* karbantartó üzemvezető szakmai leírásaira támaszkodtunk, visszaemlékezéseikből állt össze az egykori technológia lényege.

Az új csőhorganyzó üzem 1968–1970 között, mintegy 6000 m²-es területen, a Dunához közel épült. A beruházást az akkori üzemvezető, *Laurits Raymond* (2. kép) vezényelte le, aki ezt követően egészen 1982-ig vezette is az üzemet.

Évekig tartó előkészítést követően a vegyi blokkot (felületelőkészítés, savregenerálás) az osztrák ÖSKO cég, a horganyzóberendezést a német Walter Körner cég szállította le és üzemelte be. Az új horganyzó a Csepeli Csőgyárban önálló üzemként működött, annak 12. üzeme lett. Ennek a számnak azután sajnos nagy jelentősége lett a horganyzó további fejlesztései, karbantartása szempontjából. Abban az időben már a legkorszerűbbnek tartott oxidmentesítési technika a sósavas pácolás volt, azonban a helyi adottságok miatt a vezetés mégis a kénsavas pácolás mellett döntött. Az üzem nem csak a horganyzás-hoz, hanem a Csőhidegvonás társüzem részére is – évi 18–22 000 tonna mennyiségben – végzett pácolást. Ez 1990-től évi 4–8000 tonnára esett vissza.

A horganyzás kb. 90%-ban a Csőhidegvonás üzem részére történt, a horganyzandó csövek mérete 3/8" és 3" között változott. Egy-egy beérkező csőköteg tömege 4–4500 kg között mozgott. A meleg hengerelt csöveket traktor vontatta rakoncás csőszállító kocsival vagy teher-

autóval szállították az üzembe, míg a hegesztett csövek 10 t teherbírású kocsikon, sínpályán érkeztek az 50 m-re levő üzemből a zsírtalanító csarnokba. Az egyes technológiai lépések a következők voltak.

1. A „zsírtalanítás” során az emulzióval, grafit szemcsékkel stb. szennyezett csőkötegek felületét 3–5% töménységű, 70–80 °C hőmérsékletű lúgos oldatban lefőzték. A kádak 5 mm vastag kazánlemezről U-szelvény merevítésekkel készültek, a fűtést gőzfűtéses radiátorok biztosították. A folyadék felszínére felúszott zsírt időnkénti túltöltéssel egy zsírfogó aknába úsztatták, majd további kezelés céljából elszállították. A zsírtalanító csarnokban két 8x1,2x1,5m-es kád volt, felettük két-két, 2x3 t teherbírású emelőmacskás hídvaru mozgott. A kádakon kívül még három csőtároló villa volt ebben az épületrészben, melyeken villánként 4–5 csőköteget lehetett tárolni.

2. Ezt a műveletet egy „melegvízes öblítés” követte, melyet szűrt és kb. 80 °C-ra melegített Duna-vízben végeztek. A kádak fenekén, a kezelőfolyadékban, két-két 300 mm magas, 5 t teherbírású tartóbak volt. Ezekre daruval rakták rá a csőkötegeket. Az öblítővízes kád átfolyó rendszerű volt. A melegen hengerelt csőkötegekből zsírtalanítás előtt még az öblítővízben kimosták a bennük maradt oxidot (revét).

3. A „pácolás” 8x2,35x1,4 m méretű, kerámiabélésű lemez ikerkádokban történt, melyek gőzzel történő fűtése eleinte grafit-tömbös hőcserélőn, később ólomcsöves csőhígyon keresztül történt. A páclé töménysége 8–23 °Be, hőmérséklete 70–80 °C volt. A jobb és gyorsabb pácolódás érdekében a kádakon elhelyezett hidraulikus mozgatóberendezéssel mozgatták a páclében levő kötegeket. A két ikerpácoló kád

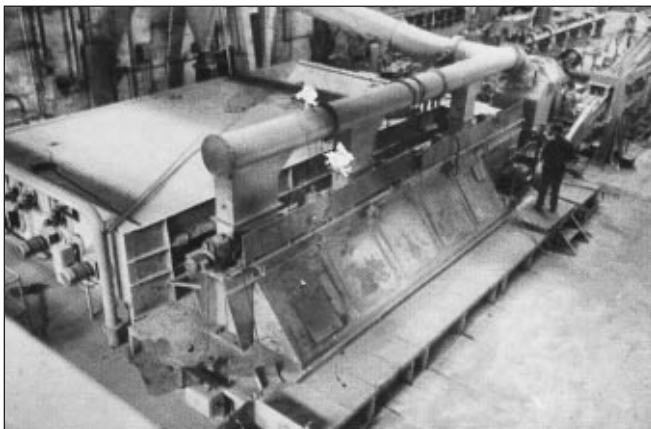
(4 db kád) peremelszívással volt ellátva. Az elszívott savas levegőből kimosatták a savtartalom nagy részét, míg a megtisztított levegő egy kürtön keresztül a szabadba távozott (savtartalma max. 0,1 mg/m³ lehetett). A fáradt savat és a savas szennyvizet egy semlegesítőben 20%-os mésztejjel semlegesítették, majd egy 300 m³-es ülepítőben ülepítették. A kiüledett iszapot hulladéktárolóba szállították. A pácolócsarnokban a savas kádakon túlmenően még egy foszfátzó és két forróvízes kád is volt a Hidegvonó üzem részére. Megjegyzendő, hogy a foszfátiszap folyamatosan nagy gondot jelentett a horganyzó üzemnek.

A csarnokban az anyagmozgatást két 3 t teherbírású hídvaruval végezték. Az 1970-es évek közepéig még működött az eredeti hőcserélős pácfűtés, azonban devizaproblémák miatt a berendezés alkatrész-utánpótlása megszűnt, ezért azt ki kellett iktatni. Helyére ólomcsöves csőhígyos fűtés lépett.

4. A pácolást követő kicsurgatás után (3. kép) következett a „hidegvízes öblítés” egy kerámiabélésű lemez kádban.

5. A pácolt csöveket ezt követően – és ez külön érdekessége a technológiának –, még a fluxolás előtt, 80 °C-os „forró vízzel leöblítették”. Az öblítőkádnak eredetileg saját fűtése volt, azonban később, takarékossági okokból, a horganyzókádnál levő gőzágú kondenzvízének idevezetésével oldották meg a fűtését.

6. A „fluxolás” az előző kádakkal megegyező méretű, kerámiabélésű lemez kádban történt. A fluxoldat kémiai jellemzői a következők voltak: cink-klorid 48–52%, ammónium-klorid 37–41%, kálium-karbonát 4–6%, cézium-karbonát 4–6%, lítium-karbonát 0,5–1,5%. Az oldat hőmérséklete kb. 60 °C volt, fűtését eredetileg grafit-tömbös hőcserélő biztosította. A fürdő el-



■ **4. kép.** Előtérben a horganyzókáda a kámzsával, balra a szárítókemence, mögötte a csókihúzó gép



■ **5. kép.** Lépegető gerenda és a mértőspirál hajtása

készítéséhez előregyártott flux anyagot (Desoxon) használtak. A folyadék folyamatos tisztítást igényelt, mert vastartalma nem haladhatta meg az 5 g/l értéket. E felett ugyanis az a horganyolvadékban jelentős horganyvesztéget (keményhorgany képződést) okozott. Az oldat kezeléséhez eredetileg egy fluxszűrő berendezés is tartozott, mely 1974-ig működött és igen gazdaságossá tette az anyagfelhasználást. Mivel az üzemnek nem tudtak az alkatrészelátáshoz devizát juttatni, ezért ez a berendezés is tönkrement. Ezt követően jelentősen megnőtt a horganyfelhasználás, így a gyártási költség is. A vasmentesítést vegyileg oldották meg szalmiákszesz és hidrogén-peroxid segítségével.

7. A fluxolás és az azt követő kicsurgatás után a csőkötegeket acélgerendákból készített „adagolóbakra” helyezték. Az adagolóbaktól kezdődően már félautomata rendszerben működött a technológia.

8. „Csőadagolás a szárításhoz” volt a következő lépés. A fluxolt csöveket ráhelyezték az adagolóbakra, amelyen a csövek egyenként legurultak az adagoló helyre. Az adagolóbakhoz egy 20 m hosszú, villanymotorral meghajtott csőtovábbító görgősor csatlakozott. A görgőket egymással kardántengely kötötte össze. Az egyenkénti adagolást egy léghengerrel működtetett elektro-pneumatikus szeleprendszerrel lehetett vezérelni, minek eredményeképp mindig egy-egy cső dobódott a görgősorra. A bedobási távolságot egy kézi mozgatású áttétellel lehetett változtatni. Az 1970-es évek folyamán az eredeti alkatrészek egy részét ki kellett cserélni, bizonyos egységeket meg kellett változtatni. A görgősor végén egy állítható, rugós csillapítású ütőköző volt, melyen a bedobott cső felütköz-

ve egy elektromos kapcsolót hozott működésbe. Ez aztán elindított egy csőbedobó rendszert, amely a szárítóberendezéshez csatlakozott.

9. A „szárítás” a szárítókemencében történt, melynek hossza 5,6 m, szélessége 8,7 m, magassága 0,3 m volt, és lépegető rendszerű fenékkerendázattal rendelkezett. Egy-egy cső áthaladása 4–20 percig tartott. A kemencében a levegő hőmérséklete 80–100 °C volt. A szárítóban négy fogazott fogadószerkezet volt, darabonként 42 foggal. A négyből kettő álló és kettő mozgó fogazat volt. A fogak közé gurultak be a tiszta felületű és fluxolt csövek, majd az excenteres fenékkerendához csatlakozó mozgó fogasléc az elektromos idővezérlés minden kapcsolása után az álló fogaslécen egy foggal előre tette a csövet. Így haladtak előre a csövek egymás után a horganyzókáda irányába. Az excenteres léptetést egy mágneses tengelykapcsolóval ellátott villanymotor biztosította. A kemence önálló fűtéssel is rendelkezett, de később azt már nem használták különféle, elsősorban a termékekre és termelési problémákra visszavezethető okok miatt.

10. A „tűzhorganyzás” magában a tűzhorganyzó kádban történt, amely egy, a földfelszín alatt kialakított 10 m hosszú, 8 m széles és 2,5 m mély horganyzókemencében volt elhelyezve. Ennek anyaga saválló samott-tégla volt, külső páncélzata pedig 140 mm-es U-szelvény vázon 8 mm vastag kazánlemez borításból állt. A falazat és a páncélzat között hőszigetelő anyag volt. A kemencében a horganyzókáda két hosszanti oldalán 6-6 db földgáz-levegő égő biztosította a kívánt hőmérsékletet. A láng az égőköveken keresztül érkezett a lángterelő pajzsokra, ezzel biztosítva az egyenletes

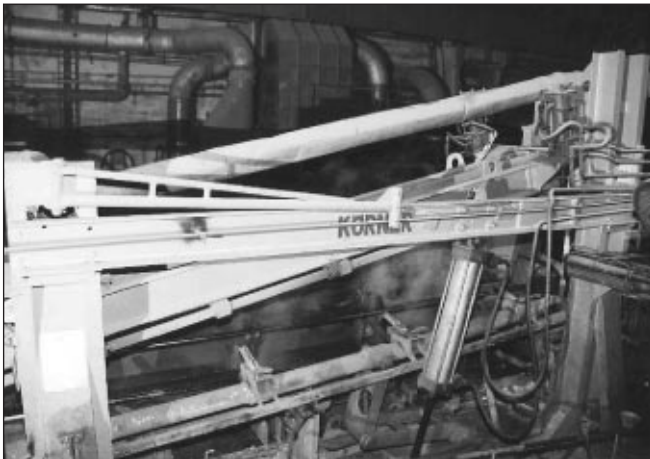
hőeloszlást az égőtérben. A horganyzókáda esetleges kilyukadása során kifolyó fém öszszegűjtésére a kemence alján 20 m³ űrtartalmú sülllesztett kármentők szolgálták.

A tűzhorganyzó kád anyaga 50 mm vastag, nagy tisztaságú, ún. ARMCO-acél volt (az American Rolling Mill Co. névből rövidítve). A 7,8 m hosszú, 1,3 m széles, 1,8 m mély kád 18,252 m³ űrtartalommal rendelkezett. Az olvadáskor 125 t horganyt és 6,5 t ólmot tartalmazott. A fémfürdő alumíniumtartalmát 0,2%-on, hőmérsékletét kb. 448 °C-on tartották. A kádban négy darab ún. csőtartó kengyel volt elhelyezve, melyek az olvadékba sülllesztett csöveket tartották.

Fontos eleme volt a berendezésnek a 8 mm-es kazánlemezről készített, féltrapéz kialakítású, merevítésekkel ellátott kádburkolat (kámzsa), melynek két – 7,8 m hosszú, 300 mm gerincmagasságú – U-szelvény adta a főtartóját. Ez technológiai és egészségvédelmi célokat szolgált. Négy csapon illeszkedett a vele pontosan megegyező méretű horganyzókádra, melynél egy méterrel magasabb volt. A ferde szerkezet a kiemelés felőli oldalon öt nyitható ajtóval volt ellátva, melyek a hamuzást és a hibaelhárítást szolgálták (4. kép).

A főtartóra volt ráépítve a füstelszívó cső, valamint a négy, lánccal meghajtott függesztett „spirál”, melyek kardántengellyel csatlakoztak egymáshoz (5. kép). E spirálok folyamatos forgás közben kényszerítették a fémolvadékba a bennük levő csöveket.

A csigakerekekkel ellátott mértőberendezés a csöveket egyenként, kissé ferde helyzetben a horganyolvadékba merítette úgy, hogy a csőben felfelé áramló olvadék a cső belsejéből a levegőt kiszorítsa. A beme- rített csőszál mozgása a terelővillától a



■ 6. kép. A csőkifúvató gép

kiszedőoldal felé a kád aljában levő kengyeleken megtámaszkodva történt. Innen a kiemelését végző dolgozó a csövet egy megfelelő kéziszerszámmal, emelőhorog segítségével a „kihúzógép” első elemére, a mágnesgörgőkre segítette, amelyek a csövet a meredek lejtésű felvonópályára juttatták. A felvonópályára történő feljutás közben a cső külső felületén levő horganyfelesleget sűrített levegővel egyenletesen le kellett fúvatni. Ez a művelet a csőméretnek megfelelő perforált, ún. lefúvógóru segítségével 500–700 kPa levegőnyomás mellett történt. A lefúvatott horganycseppek visszaestek a fémolvadékba. A felvonópályát a csőszálak vezérelték. Ha a cső elérte a lejtős pálya szélső helyzetét, akkor a pálya vízszintes helyzetbe süllyedt (csőlift), és a cső a kifúvató berendezés görgősorára került. A kifúvató egy ún. gőzgyúval, a cső átmérőjétől függő nyomású, túlhevített, 196–198 °C-os szárzógőzzel történt. A kifúvató célja a cső belső felületén levő horganyfelesleg eltávolítása volt (6. kép). A kifúvott szemcséket ún. haranggal fogták fel. A technológia vázlatrajzát a 2. ábra mutatja.

1972-ben kiiktatták, helyébe egy másik, cellás porleválasztó került. A nagy horganytartalmú port további feldolgozásra szállították. Az üzemben kis mennyiségben szabadkifolyással (kalodában) is horganyoztak csöveket, de ennek teljesítménye meg sem közelítette a félautomata berendezését.

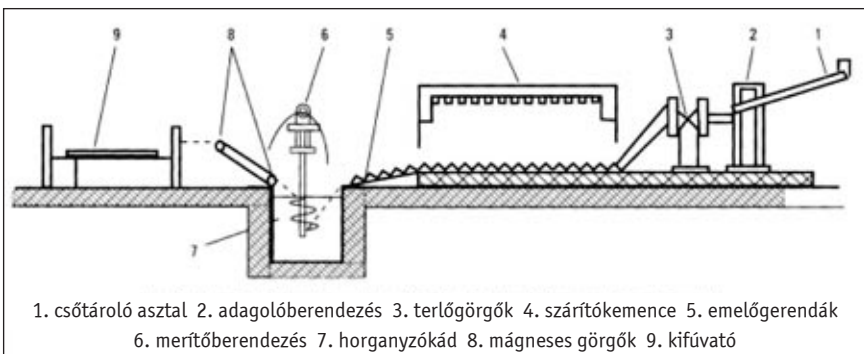
11. A kifúvató után, „hűtés” céljából, a csövek egy csőtovábbító elevátor segítségével a hűtővályúba kerültek, ahol 40–60 °C hőmérsékletű vízbe merültek. Az elektromos impulzusokkal vezérelt berendezés szállítóeleme négy körmöslánc volt, azon maradtak fenn a csövek, majd lehűlés után egy másik elevátor hordta ki őket az egyengetőgép csurgató bakjára.

12. A horganyozást követő hűtés során a csövek alakváltozást szenvedtek, ezért egyengetni kellett őket. A „csőegyengető” gép egy Kisserling-gyártmányú berendezés volt, melyet a Csepeli Egyedi Gépgyár a nyugat-német céggel kooperációban gyártott le. A lehűtött csöveket egyenként egy egyengető görgőpáron vezették át, ahol az egyengető erő elérte a 25 tonnát. A szokásos egyengetési sebesség – normál csőát-

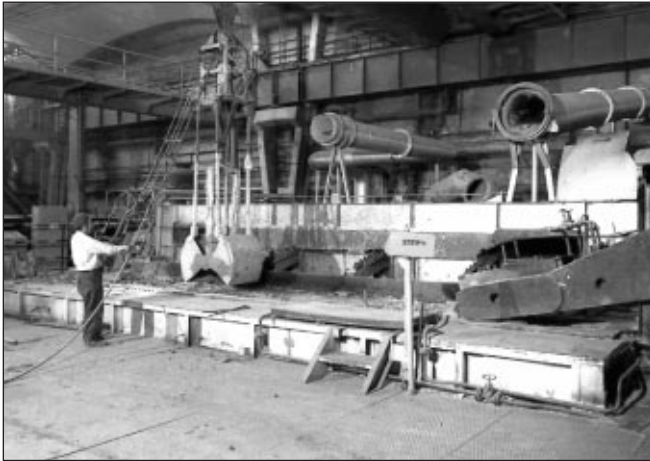
mérő és falvastagság esetén, a méretek függvényében – 37–150 m/perc volt. A berendezéssel 17–115 mm átmérőjű csövek voltak egyengethetők. A szálak egyenestől való eltérése a csőszakasz bármely 1 m-es hosszán legfeljebb 1,5 mm lehetett. A művelet egyben minőségellenőrzés is volt, ugyanis amelyik kiegyengetett csőről az egyengetés következtében levált a horganyréteg, azt félre kellett tenni. A kiegyengetett csövek ún. kifutóvályúba kerültek, melynek eredeti hossza 11 550 mm volt annak ellenére, hogy két cső maximális hossza elérte a 12 100 mm-t. Emiatt a kiszedő dolgozóknak nagyon kellett ügykezni a cső kiszedésével, hogy a balesetveszélyes „csőkarambolt” elkerüljék. Később a kifutó hosszát megnövelték. A kiegyengetett csöveket a kifutó mellett levő ún. csőgyűjtő villákba helyezték, melyekben 4–5000 kg csövet is lehetett tárolni. Innen 5 t teherbírású híddaruval szállították tovább a csöveket minőségellenőrzésre és csomagolásra vagy menetvágásra, illetve közbenső tárolásra.

13. A „menetvágás” során a már kiegyengetett csövek végeit két Kasfeld–Laudis-féle félautomata menetvágógépen látták el menettel (3/8"–2"-ig). E méretek felett a Fúrócső üzemben végezték a menetvágást, hagyományos módon. A két gép teljesítménye nagy volt, 1"-os csőből például 8 óra alatt 35 tonna, 2"-osból pedig 60 tonna csőre voltak képesek menetet vágni. A menetvágott részt a korrózió elleni védelem érdekében lefestették. Vevői igények esetén a csővégeket karmantyúval is ellátták (a hegesztett belföldi zöld, a hegesztett export sárga, a melegen hengerelt belföldi piros, a melegen hengerelt export karmantyú pedig szürke színű volt). Erre egy festékező berendezés szolgált. A kész csöveket elszállítási és kötegelési gyűjtővillában tárolták. Az exportra kerülő csöveket kötegelés előtt darabonként kék vagy fekete festékekkel feliratozták (DIN 2444, majd DIN EN 10240 szerint). De 100 karakterig a vevők igényeinek megfelelően egyedi jelöléseket is kaphattak.

14. A „minőség-ellenőrzés és kötegelés” során minden csőköteg egyedi azonosítót kapott (műszak, méret, tömeg, sorszám, csőgyártási technológia). A csőgyártási technológiát pl. ELHS (elektromosan hegesztett, horganyzott, simavégű) vagy MHS (melegen hengerelt, horganyzott, simavégű) jelekkel rövidítették. A termékek átvétele előzetes programnak megfelelően



■ 2. ábra. A csőhorganyzó berendezés metszete (sematikus ábra) [7]



■ 7. kép. A keményhorgany kiszedése a kádból



■ 8. kép. Néhány minta az egykori csőtermékekből

történt. A minőségellenőrzés során először szemrevételezéssel a csőfelületet ellenőrizték (foltok, repedések, horganyzás, dugulás, görbeség, hegesztés). Ehhez a művelethez a csőköteget a válogatóasztalon egysorosán szétterítették, majd a MEO-s segítségével válogatták. Az itt megfelelő minőségűnek bizonyult csöveket lámpával „belső vizsgálatnak” is alávetették. A megfelelő minőségű csöveket eleinte számolták és úgy kötegeltek, később a hatszög alakú „rakásolás” bevezetésével már nem kellett számolni. A kész kötegeket rozsdamentes pántolószalaggal pántolták, címkézték. A fenti vizsgálatokon túlmenően minden egyes kötegből hajlító- és lapítópróbara mintákat is vettek, amiket sorsszámmal láttak el.

A fentiekben túlmenően a horganyolva-dék kémiai összetételét hetente vizsgálták, később egy független analitikai laboratóriumban (AGMI) is ellenőrizték. A késztermékeken folyamatosan (naponta négy-szer) horganyréteg-vastagság ellenőrzés volt [6, 7].

A keményhorganyt időnként itt is el kellett távolítani az olvadékból. Ez a művelet eleinte kimondottan balesetveszélyes munkavégzést jelentett. Rendszerint hét-

főnként végezték, ami azzal kezdődött, hogy a horganyzókádon levő kámszát el kellett távolítani. Egy dolgozó a fémolva-dékkal telt kád szárítókemence felőli oldalán mozgott, biztonsági övvel biztosítva, míg másikkal a kád túlsó oldalán a daruhorogra felkötött tolólapát két szarvát fogva dolgozott. A daru segítségével a kád alján levő keményhorganyt hosszirányba tolván emelték ki a kád végénél. Nehéz munka volt, a 460 °C-os fémfürdő kb. 1 m-ről sugárzó hője komoly fizikai megterhelést

jelentett. Az ott dolgozók gyakran váltották egymást [5]. Később egy erre a célra speciálisan kialakított pneumatikus markolószerszámmal szedték ki a horganyvas ötvözetet, majd kokillákba öntötték és visszanyerésre elszállították. Ez már lényegesen egyszerűbb és kényelmesebb művelet volt (7. kép).

A művelet végrehajthatósága érdekében a csőhorganyzó berendezés nagy részét el kellett távolítani az olvadékot tartalmazó kád tetejéről.

3. Termelési és értékesítési adatok

Az adatok összeállításánál nem törekedhettünk a teljes és részletes adatfeltáráásra, erre talán nincs is szükség. Ám a rendelkezésünkre álló és felkutatott információk – reményeink szerint – jól példázzák a technológia egykori képességeit.

3.1 A kezdeti lépések

Az 1922-ben átadott első, kézi technológiával működő tűzhorganyzóban napi 8–10 tonna volt a tervezett horganyzókapacitás. A termelés 800–1000 t/év szinten mozgott. Az 1929-es nagy gazdasági világválság idején az üzem 700–800 ton-

na csövet kezelte [3]. A csövek mellett lemeztermékek tűzhorganyzását is végezték, ugyanis korabeli adatok árulkodnak kisebb horganyzott termékek, így kannák, vedrek stb. kezeléséről. Egykori hivatkozások szerint a csőhorganyzás mellett 1922-ben egy lemezhorganyzót is beüzemelttek [8]. Ez biztosította a használati eszközök alapanyagát. Erre vonatkozóan pontosabb adatok nem állnak rendelkezésre.

3.2 A felfutás időszaka

Az 1935–1941 közötti időszakban a termelés töretlen ívben futott fel. Az összes mennyiség mintegy 55–65%-a exportra került. 1938-ban átadták a napi 15–20 tonna kapacitással rendelkező új üzemet. A mű 1925–29 között 4172 tonna, 1930–34 között 19 007 tonna, 1935–39 között pedig 73 928 tonna melegen hengerelt horganyzott csövet exportált. Ez azt jelenti, hogy ötéves ciklusokat nézve 834 tonna/év-ről a II. világháború kezdetéig 14 786 tonna/év-re, azaz 18-szorosára nőtt a melegen hengerelt horganyzott csövek exportja [3]. Megjegyezzük, hogy a csövek mellett más, kisebb horganyzott áruk is készültek. Erre tanúbizonyság egy 1945. október 15-i üzemi megbeszélés fennmaradt jegyzőkönyve, melyben arról írnak, hogy a termelés a horganyzott veder, kútveder, mosófazék, füstcső termékekből naponta kb. 1500 kg szinten mozgott [9]. Ezeket a gyártmányokat az egykori „lemezhangerműben és lemezhorganyzóban” készítették.

3.3 A csőhorganyzás „aranykora”

1970-ben adták át az új csőhorganyzó üzemet, 30 000 tonna/év tervezett kapacitással. A horganyzott cső termeléséről a KSH nem tett közzé adatokat, így a gyár még megmaradt adattöredékeiből lehet következtetni a termelésre. Az 1970–80-as években csak a hosszvarratos vízvezeték csőből évente 28 000–32 000 tonnát horganyzott az üzem (8. kép).

Itt érdemes felidézni Füredi Lajosnak, az akkori Dunai Vasmű acélszerkezeti tűzhorganyzója vezetőjének emlékeit, ő így mesélt az üzembről. „Amikor látogatóban voltam a csepeli csőhorganyzó üzemben, olyan teljesítménnyel működött, hogy a horganyzókádnak valóságosan dohogott az igénybevételről.” Mi, akkori kezdő, fiatal „vasműs” szakemberek tátott szájjal hallgattuk elbeszélését (a cikkíró megjegyzése).

Az 1980-as évek jellemzője volt még,

Időszak	Készáru, t	Éves átlag, t/év
1991-1995*	36 946	7389,2
1996-2004**	87 446	9716,2

Forrás:

*Antal Zoltán: A csepeli csőgyártás 75 éve (1920-1995). Budapest, 1995. 1995-ben csak 1-10 havi termelés.

**Üzemi termelési adatok

hogy a KGST keretein belül ún. csőcsere is volt az egyes tagországok között. Ennek megfelelően az egykori NDK-val 1984–89 között évente 4000–5000 tonna hosszvarratos horganyzott csövet, míg Bulgáriával 875 tonnát cserélt a Csepeli Csőgyár [3].

3.4 A hanyatlás kora és a horganyzás befejezése

A csepeli csőhorganyzó működésének utolsó 15 éve termelési adatairól a fenti táblázat ad információkat.

Az adatokból kitűnik, hogy évente jellemzően 8–10 000 tonna horganyzott termék hagyta el az üzemet. Ezen időszak kiemelkedő éve a 2003-as esztendő volt, amikor 13 897 tonna késztermék készült, de ez még a felét sem tette ki a csőhorganyzó fénykorában gyártott mennyiségeknek. Ennek ellenére a tűzhorganyzott csövek gyártása szinte átmenet nélkül ért véget.

A csőhorganyzás már a Csepeli Acélcső Kft. keretein belül fejeződött be. A horganyzó működése 2005 májusában szűnt meg. Az üzemben 2003-ban még 13 897 tonna horganyzott készáru került ki a sorról, s 2004-ben is még 8120 tonna volt a termelés [10]. A vállalat lényegében csak a

horganyzott csövek piacvesztése, hogy a gyár a felszámolás útjára került. Ennek okai összetettek, és nem csak az üzem egyre inkább elavuló technológiájára volt visszavezethető. Az építőipar, mint a horganyzott vízcső hagyományos piaca, egyre kisebb mennyiségben használta fel ezeket a termékeket a réz és a műanyag csövek előtérbe kerülése miatt, aminek következtében a horganyzott csöveket csak nagyon nyomott áron lehetett értékesíteni. Az akkori vezetők elmondása szerint a 2004/2005-ben importált, már horganyzott cső ára azonos volt, vagy alig volt magasabb a hazai csőgyártáshoz használt, a csőgyártó üzem által vásárolt alapanyag, az acélszalag áránál. Így a csőgyártás és horganyzás költségeivel is számolva már versenyképtelen lett a termelés. Az ilyen speciális termékeket gyártó vállalatok nagyfokú kiszolgáltatottsága jellemző modellje volt a hazai iparvállalatok tönkremenetelének.

A csőhorganyzó üzem utolsó munkanapja 2005 májusában volt. Ebben a hónapban az üzemet leállították [5], befejeződött a csepeli csőhorganyzás története. Megkezdődött a vállalat és egy ipari technológia felszámolása.

Csepelen gyártott csövek bevonatolásával foglalkozott. 2004-ben és 2005-ben olyan mértékű lett az itt gyártott horganyzott csövek piacvesztése,

A Fővárosi Bíróság 01 09 677352 sz. határozatával 2009. 08. 28-án a Csepeli Acélcső Gyártó és Forgalmazó Kft. felszámolása befejeződött, a vállalatot törölték a cégjegyzékből [11].

A csőhorganyzó üzem helyén 2008-ban a még álló csarnokokban már csak romok, málló falak, szétdobált papírlapok, por és sötétség volt. A még működőképes cső tűzhorganyzó berendezést a felszámolás alatt (előtt?) leszerelték és – a helyiek elmondása szerint – állítólag Olaszországba szállították. A horganyzókáád és kemence helyét betonnal töltötték fel, az egykori felületelőkészítő kádak romjai és helyei még láthatók voltak. Egy technológia vált semmivé, tűnt el több mint nyolcvan év után. A még élő vezetők és dolgozók könnyes szemmel csak rázzák és csóválják fejüket. Nem értik, hogy hogyan történhetett meg a nem oly régen még tízezer embert foglalkoztató gyáróriás, a magyar nehéz- és gépipar egykor meghatározó vállalatának megszűnése. Kérdéseikre senki sem fog választ adni, akik nem ügyeltek eléggé a magyar ipar, a nemzeti kincsek megőrzésére, azok most is, mint mindig, hallgatnak, s ahogy lenni szokott, itt sincsenek felelősök. A csőgyártás és a csőhorganyzás felszámolásával nem csak maguk az eszközök és munkahelyek semmisültek meg, hanem az a tudás is, amelyet hosszú évtizedek alatt építettek fel az egykori alapítók és a későbbi szakemberek.

4. Akik cikkünk elkészítéséhez munkájukkal önzetlenül hozzájárultak

Az írásban szereplő képek és technológiai leírások szerzői az egykori Csepeli Acélcső Kft. alkalmazottai voltak.

Valázsik István (9. kép) 1958-tól 1996-ig dolgozott a horganyzóban. Az üzem egykori művezetője. Elkészítette a korabeli üzemből használt késziszerszámok rajzait is. Neki köszönhetjük, hogy az 1970 előtti tűzhorganyzó technológiáját megismerhettük.

Kovács Zoltán (10. kép) 1961 és 2005 között közel 45 évet töltött el a Csepeli Csőgyárban, a tűzhorganyzó egykori karbantartási üzem-



■ 9. kép. Valázsik István

vezetője részletes leírásában ismertette az üzem működését a karbantartás szempontjából. Részes volt a legutolsó technológia kivitelezésének is.

Maróti Imre (11. kép), az üzem egykori vezetője, 1970-től 2000-ig dolgozott az üzemből. 1985-től 2000-ig volt a



■ 10. kép. Kovács Zoltán

horganyzóüzem irányítója. Részletes technológiai leírásokkal és dokumentumokkal segítette a szakmai anyag összeállítását, visszaemlékezésében idézett történetekkel életlenül illusztrálta az akkori üzemi életet.

Köszönettel tartozunk nekik, hogy a jövőnek megőriz-



■ 11. kép. Maróti Imre

hettük a horganyzó technikák emlékeit. Munkájukért külön köszönetünket fejezzük ki az egykori vezetőknek és az alkalmazottaknak a magyar tűzhorganyzó-ipar és a Magyar Tűzhorganyzók Szövetsége nevében, amelynek a Csepeli Acélcső Kft. 1996-tól felszámolásáig tagvállalata volt.

Irodalom

- [1] 100 éves a Csepel Művek (1892-1992). Jubileumi Kiadvány, Csepel Művek, 1992
- [2] *Simon Béla*: A csepeli csőhorganyzás története. Kézirat, 1997
- [3] *Antal Zoltán*: A csepeli csőgyártás 75 éve (1920-1975). Budapest, 1995
- [4] *Valánszki István*: Emlékezés egy meg-

- szűnt, elavult technológiával és technikával működő üzemre. Kézirat, 2008
- [5] *Kovács Zoltán*: Emlékeim a csepeli csőhorganyzásról. Kézirat, 2008
- [6] *Maróti Imre*: A csőhorganyzóról. Kézirat, 2008
- [7] Szakmai ismeretek. Magyar Tűzhorganyzók Szövetsége, Dunatáj Kiadó Kft., Dunaújváros, 1997

- [8] *Adamovics Jenő*: Csepel Vas- és Fémművek 40 éve. Gazdaságtörténeti monográfia 1945-1985., Csepel, 2002
- [9] *Iratok a Csepel Vas- és Fémművek történetéhez 1872-1977*. Csepel Vas- és Fémművek, 1977
- [10] Üzemi termelési adatok (visszaemlékezők feljegyzései)
- [11] Céglap 38. szám (2009. szept. 17.)

A Székesfehérvári helyi szervezet 2009. évi tevékenysége

Nem lehet minden év olyan eseménygazdag és megtisztelő számunkra, mint a 2008-as év volt, amikor az OMBKE városunkban tartotta 97. küldöttgyűlését, és itt rendezték meg a 7. Bányász-Kohász-Erdész Találkozót is. A 2009-es év ehhez képest csendesebb, de ugyanúgy tartalmas esztendeje volt a helyi szervezetünknek.

A szokásos „utolsó szerda”-i összejöveteleink sorát ez évben február 25-én kezdtük *Rábaközi István* tagtársunk (a Metálszervíz tulajdonosa) „Élet a vállalaton (Alcoa-Köfém) túl” címmel tartott igen figyelemre méltó, telt házas előadásával. Március 25-én *dr. Matyi-Szabó Ferenc* (tiszteltbeli) tagtársunk érdeklődéssel hallgatott előadásának címe: „Igazságok és hazugságok földgázellátásunk körül”. Április 29-én *Csonka László* meghívott előadóként a „Lean Management és a minőségbiztosítás fontossága” címmel tartott érdekes előadást. A tavasz utolsó szokásos szerdáján, azaz május 27-én *Kapros Tibor dr.* tanszékvezető volt a meghívott, és „A TÜKI Zrt. tevékenysége és a nem szabványos tüzelőanyagok termikus hasznosításának területei” című előadása valamennyi érdeklődőnek sok újdonságot tartogatott.

A nyári szünetet követően szeptember 30-án *Sebestyén János* tagtársunk „Alumínium félgáztartmánygyártás a SAPA Profiles Kft.-ben” c. előadását hallgattuk meg. Október 28-ai előadónk *Fehér Jánosné dr.* tagtársnőnk volt „Alu félgáztartmánygyártás az Alcoa-Köfém Hengerművében” című előadásával. Egy korábbi előadáshoz kapcsolódóan hangzott el november 25-én hatalmas, minden előzetes várakozást felülmúló érdeklődés és részvétel mellett *id. Ősz Árpád* bányamérnök előadása, melynek címe „Mi a helyzet a makói gázmezőkön?” volt.

Március 13-án volt a Fémkohászati Szakosztály ünnepi, hagyományos vezetőségi ülése. A már bevált gyakorlat alapján *Puza Ferenc* tagtársunk tartott színvonalas ünnepi megemlékezést az Akadémia életéről az 1848-49-es forradalom és sza-



■ 1. kép. A solti rendezvény résztvevőinek egy csoportja

badságharc idején, és a magyar diákok kiállításáról a március 15-ei eszmék mellett. Az első, március 15-ére emlékező vezetőségi ülést 1995-ben tartotta a szakosztály, és az akkori jelenléti ív megörökítette csoportunk ott lévő tagjainak nevét: *Egerszegi János, Csák József, Csömöz Ferenc, Puza Ferenc, Tárkány-Szűcs József*.

A „Jó szerencsét” köszöntés elfogadásának 115. évfordulója alkalmából április 7-én, Várpalotán rendezett emlékülésen csoportunk néhány tagja is jelen volt.

Az OMBKE április 23-i választmányi ülésén a 98. küldöttgyűlés tisztségviselőinek megválasztására került sor. *Csurgó Lajos* elnökünk a Mandátumvizsgáló és Szavazatszámoló bizottságnak lett tagja, míg *dr. Csák József* tagtársunkat a Tiszletli tagok és szeniorok tanácsába delegálták a küldöttek.

Az V. Szent György-napi Bauxit Találkozót az Alcoa-Köfém Kft. Művelődési Házában tartották április 28-án, a rendezvény társrendezője az Alumíniumipari Múzeum (*Kovács Istvánné*) volt. A színvonalas előadásokon megjelent csoportunk számos tagja is. A rendezvényhez kapcsolódott az Alumíniumipari Múzeumban „60 watt – a háztartási gépek nagy generációja” című, a '60-as évek

háztartási berendezéseit bemutató kiállítás megnyitója is.

Május 7-én az Inotai helyi csoport szakmai napot és üzemi látogatást rendezett, ahol „A huzalüzemi tekercsforgató kemence működési tapasztalatai” címmel tartott előadást *Friedrich Zoltán* volt kollégánk, csoporttársunk. *Simon László, Puza Ferenc, Horváth Csaba, Vas Péter* és *Csömöz Ferenc* képviselték a helyi szervezetünket. Az üzemi látogatáson *Németh Endre* (szintén volt kollégánk) tagtársunk kalauzolt bennünket.

A Magyar Értelmiség Napja alkalmából május 14-én szakmai napot rendezett a Fejér Megyei Mérnöki Kamara és a MTESZ Fejér Megyei Szervezete, amelyen meghívás alapján részt vett *Papp Péter* és *Csömöz Ferenc*.

Az OMBKE 98. küldöttgyűlését május 22-én Budapesten tartották meg. *Tárkány-Szűcs József* tagtársunk kiváló egyesületi munkájáért Debreczeni Márton-emlékérem kitüntetésben, *Limpár István* és *dr. Matyi-Szabó Ferenc* 50 éves tagságáért, *Czupi Gyula, Czupiné Fejes Katalin, dr. Oláh Zoltán* és *Oláhné Hornyák Veronika* 40 éves tagságáért Soltz Vilmos-emlékérem kitüntetésben részesült. Gratulálunk tagtársainknak!

Az Egyesület salgótarjáni osztálya a nyári kiránduláson a Dunántúl középső részén található szakmatörténeti emlékhelyeket kereste fel. Többek között meglátogatták Gánton a Balás Jenő Bauxitbánya Múzeumot és Székesfehérváron az Alumíniumipari Múzeumot. Örömmel fogadtuk tagtársainkat látogatásuk során.

Az Alcoa-Köfém Kft. a svájci VON-ROLL cég által 1969-ben szállított, kutatási célra tervezett hengerállványát a Miskolci Egyetem Fémtani és Képlékenyalakítástani Intézetének adományozta. Az egyetemen az üzembe helyezés vezetője dr. Oláh Zoltán tagtársunk volt.

A Miskolci Egyetem tanévzáró ülésén, június 27-én az Egyetem Szenátusa nevében dr. Patkó Gyula rektor és dr. Gács Zoltán dékán adta át a „Miskolci Egyetem Kiemelt Támogatója” díjakat. Az Alcoa-Köfém Kft. a képlékenyalakítási oktatás és kutatás feltételeinek javításában nyújtott segítségért kapott díjat, amit a vállalatvezetés megbízásából Maár Gyula és Maár Gyuláné tagtársaink vettek át.

Részt vettünk a Fémkohászati Szakosztály november 26-i vezetőségi ülésén az Öntödei Múzeumban.

2009-ben sem felejtettük el Kunoss Endre, a Bányászhimnusz költője sírjának megkoszorúzását Kálozon, november 4-én. A megemlékezést ebben az évben Csömöz Ferenc tartotta.

130 éve született Bory Jenő székesfehérvári építész, szobrász, vérépítő. A megemlékezésén, november 9-én, a Bory-vár Alapítvány által alapított „Bory Jenő és Bory Jenőné-emlékérmet” Rábaközi István tagtársunk kapta „az életművük gondozásában nyújtott segítségért”. Jóvoltából jelenhetett meg 2001-ben a fotókkal illusztrált hiánypótló album Bory Jenőről. Rábaközi István az ország minden könyvtárának eljuttatott egy-egy példányt a műből.

Csömöz Ferenc megküldte dr. Emőd Gyula „Holttá nyilvánítva” című önéletrajzi regényének két példányát a szolnoki Versey Ferenc Gimnáziumnak, ahol Emőd Gyula érettségizett. A gimnázium igazgatója köszönőlevélben azt írja „számunkra fontos, hogy valamikori – később nevéssé vált – diákjainkról minden fontos információt összegyűjtsünk. Az Ön által írt levélből és az elküldött anyagokból (önéletrajzi regény, nekrológ) egyértelműen kiderül, hogy dr. Emőd Gyula igen tehetséges, iskolánk hírnevét gyarapító kutató volt, ... életútja számunkra is tanulságos lesz.”

2009-ben is rendeztünk – elsősorban saját örömeinkre és hagyományaink ápolására – szakestélyeket (március 20-án és október 22-én), november 6-án részt vettünk Mórton az Autóiparos Firmák Ligájának hagyományos szakestélyén, és december 5-én megrendeztük immár 40. hagyományörző Mikulás-bálunkat.

További szakmai és kulturális programok 2009-ben, amelyeken képviseltük a helyi szervezetet:

- Mosonmagyaróvári Szakmai Napok;
- A Miskolci Fémkohászati Napok szakmai rendezvényén *Fehér Jánosné dr.* tagtársnőnk előadást tartott, és a szakmai rendezvényt követő szakestélyen is aktívan közreműködtek a fehérvári helyi szervezet tagjai;
- A solti erdész-bányász-kohász rendezvény előkészítésében, lebonyolításában is aktívan részt vettünk (1. kép);
- A Selmecbányai Szalamanderre sikerült a hagyományos különbuszt megszerveznünk, és mindannyiunk meglegedésére, feledhetetlen hangulatban zajlott a kirándulás.

Csoportunk bányász tagjai december 3-án részt vettek Kincsesbányán a Szent Borbála-napi megemlékezésen, a koszorúzáson és a baráti összejövetelen is. Nagy örömeinkre, egyesületi munkája elismeréséül „Szent Borbála-érem” miniszeri kitüntetésben részesült Csurgó Lajos elnökünk, gratulálunk!

Végül kegyelettel fejet hajtunk 2009-ben elhunyt egykori tagjaink, *Molnár András, Lencsés József, Borbás Sándor, dr. Milosevics Ákos* emléke előtt. Nyugodjanak békében!

☞ Csömöz Ferenc – Simon László

Csepeli fémműsök baráti találkozója az Öntödei Múzeumban

A több mint 110 éves Csepeli Fémmű 2008-ban végleg befejezte működését, dolgozói más munkahelyet kerestek vagy nyugdíjba mentek. Majdnem a megszűnés sorsára jutott az OMBKE Fémkohászati Szakosztály csepeli csoportja is. Néhány régi fémműs összefogásával azonban mégis sikerült életre kelteni a csoportot Fémmű Baráti Kör néven, a meglévő egyesületi tagságot kibővíve érdeklődő régi kollégákkal.

Az első összejövetelt 2009 áprilisában a Fémmű területén, a Schmelzmetall Kft. tanácstermében tartottuk. Ennek sikerén felbuzdulva 2010. január 26-án az Öntödei Múzeumban találkoztunk, a baráti beszélgetést a múzeum megtekintésével bővítve. A találkozó fő szervezője Varga Mária, a csepeli csoport titkára és Balázs László, az OMBKE Fémkohászati Szakosztály titkárhelyettese volt.

A húsz megjelent régi fémműs nagy örömmel üdvözölte egymást, és a gyülekezés ideje alatt érdeklődéssel nézte meg a felújított múzeumot és kiállításait. A ta-

nácsteremben Lengyelne Kiss Katalin igazgató üdvözölte a megjelenteket, és elmondta, hogy a múzeum szívesen fogadja és megőrzi a Fémműre vonatkozó képeket, tárgyakat.

Ezután jó hangulatban, hosszan elbeszélgettünk a hagymás, házizsiros kenyér és a bor mellett. Meglepetésként megnézhetjük a Fémmű üzeméről, felszámolás előtti és alatti állapotáról készült albumot, melyet *Bagi János*, a Fémmű volt műszaki vezérigazgató-helyettese állított össze. A találkozóról *Varga Tamás* kollégánk készített fotókat (1. kép).

Gyorsan eltelt az együtt töltött néhány óra, amelynek végén megállapodtunk abban, hogy folytatjuk az összejöveteleket, s

évente egy-két alkalommal találkozunk, a beszélgetést esetleg üzemlátogatással vagy egyéb hasznos programmal összekötvé.

Minden további érdeklődőt szeretettel várunk a baráti körbe, a kapcsolatfelvételhez Varga Máriaat maria.varga@schmelzmetall.com vagy Balázs Lászlót daruhaz@t-online.hu kérjük megkeresni.

☞ Schudich Anna



■ 1. kép. A találkozó résztvevőinek egy csoportja

BUZA GÁBOR

A lézersugaras anyagmegmunkálás energiaviszonyai II.

Avagy: mire megy el az energia?

A lézersugaras anyagmegmunkáló technológiákkal kapcsolatos ismeretek sokrétűsége zavarba ejtően nagy. A szakterülettel csak érintőlegesen foglalkozóknak az ismeretanyagban nehéz eligazodni. A szakcikkek jellemzően csak speciális kérdésekkel foglalkoznak, a szakkönyvek pedig többnyire sok szempont egyidejű tárgyalásával hozzák zavarba az olvasót. Ez a cikksorozat azt a célt kívánja elérni, hogy a felhasználó egy gondolatmenet mentén kaphasson áttekintő képet a lézersugaras anyagmegmunkáló technológiákról. A gondolatmenet vezérfonala a lézersugár energiája. Vizsgáljuk azt, hogy ennek nagysága hogyan és mitől függ, illetve mire fordítódik.

A cikksorozat első részében a nagy átlagteljesítményű, esetenként nagy impulzus-
teljesítményű lézersugaras anyagmegmunkálások sajátosságairól volt szó. Példákon keresztül mutattam be, hogy a lézersugaras technológiák alkalmazása során mindig más konkrét céllal közlünk energiát a megmunkálendő anyaggal. Az eltérő célok közös vonása, hogy minden esetben az anyag célzott felhevülését kívánjuk elérni.

A lézerberendezések teljesítményét a rezonátorból kilépő sugárral jellemzik, és mint láttuk, ennek csak töredéke hasznosul, ezért szükséges számba venni, mire megy el az az energia, ami nem hasznosult. Ezt azért is célszerű alaposan megvizsgálni, mert esetenként lehetőségünk van a veszteségek jelentős csökkentésére, a berendezés hatékonyságának, termelékenységének, alkalmazhatóságai körének növelésére.

Érdemes azt is tudni, hogy a szakmai cikkekben, a kísérleti körülmények vagy

technológiák leírása során nem a hasznosult lézersugár teljesítményt adják meg, hanem a berendezésen beállítottat, vagyis a sugárforrásból kilépőt, ami jelentősen különbözik a hasznosulttól.

A lézersugaras anyagmegmunkálások energiaviszonyainak helyes értékelése érdekében tehát meg kell ismerkedni a lézersugaras berendezések jellemző energiavesztéseivel, illetve a hasznosult energia értelmezésével. Az alapján, hogy hol és miért veszítünk a rezonátorból kilépő sugárzás energiájából, nyolc területet határozhatunk meg:

- szóródásból és elnyelésből adódó energiavesztés a rezonátor és a darab között;
- a darabról reflektált és a darabon átjutott lézersugár energia;
- távozó anyaggal elvitt energia;
- a darab sugárzásos hővesztése;
- hőátadásos veszteség a darab felületén;
- párolgásos hővesztés;

- hővezetés a darabon belül;
- technológiai indokolatlan túlhevítés.

Szóródásból és elnyelésből adódó energiavesztés a rezonátor és a darab között

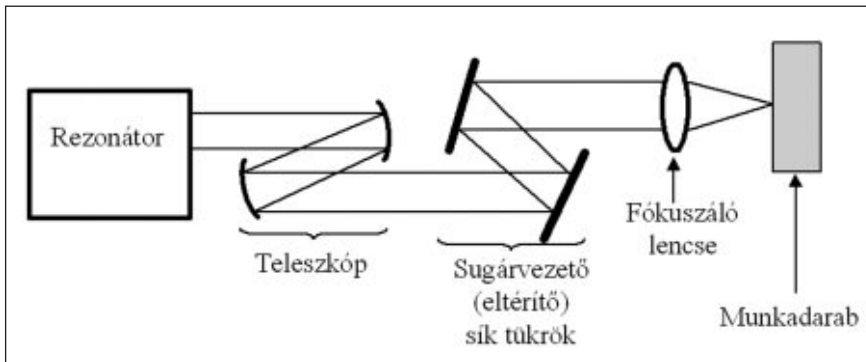
A rezonátor nyitótükreknél kilépő lézersugár egyszerű sík és speciális (parabola, fazettált, fázistoló stb.) tükrökön, lencséken, valamint a levegőn keresztül jut a próbatest felületére. Ezek mindegyikét, a levegőt is optikai elemnek kell tekintenünk, mert bármelyikkel is lép kölcsönhatásba a lézersugár, energiája csökken. A veszteség mértéke függ az optikai elemekkel történő kölcsönhatás jellegétől (tükröződés, elnyelődés vagy áteresztés), az optikai elem anyagától és mennyiségétől, valamint a lézerberendezés alapvető fizikai sajátosságaitól (hullámhosszúság, energiaelosztás a nyalábon belül, üzemmód stb.).

A CO₂ sugárforrásokra jellemző veszteségek

A CO₂ sugárforrásokra jellemző, szóródásból és elnyelésből adódó veszteségek áttekintését a 1. ábrán látható vázlat segíti.

A stabil rezonátoroknak legalább egy konkáv tükröt kell tartalmaznia, aminek következtében minden lézernyalábnak van a rezonátor belső optikai geometriájára jellemző divergenciája, ebből következően rá jellemző helyzetű, legkisebb átmérőjű része. Fizikailag ez a rezonátorból kilépő (nyers vagy primer) sugárnyaláb fókusza, amit a lézertechnikában nyalábdéréknak neveznek. A nyalábdérék helyén a nyalábban haladó fotonok fázisfrontja a terjedési irányra merőleges egyetlen síkban van. Itt tökéletes a koherencia, amit általában a lézersugárzás alapvető jellegzetességének tartanak. A nyalábdérék előtt és mögött a fázisfrontok görbültek.

Dr. Buza Gábor 1975-ben szerzett kohómérnöki oklevelet a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen. 1975-től 1988-ig a Vaskut, 1988-tól a BME dolgozója. Jelenleg a BME Közlekedésmérnöki Kar Járműgyártás és -javítás Tanszékének docense és a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közalapítvány Anyagtudományi és Technológiai Intézet igazgatója. Egyetemi doktori értekezését 1986-ban védte meg. 1990 óta a műszaki tudomány kandidátusa, 2008-tól a Miskolci Egyetem címzetes egyetemi tanára. Fő érdeklődési területe: acélok fázisátalakulásának vizsgálata, nagy energiasűrűségű eljárások. Több mint 10 éve intenzíven foglalkozik a nagy teljesítményű lézerek anyagmegmunkálási lehetőségeinek kutatásával.



■ 1. ábra. Jellemző optikai elemek a CO₂ rezonátor és a munkadarab között

A teleszkóp

A lézersugaras anyagmegmunkálás minősége szempontjából leginkább a nyalábderek közvetlen környezete, ahol a koherencia leginkább érvényesül, alkalmas a fókuszáló lencse elhelyezésére. A rezonátorok belső optikai elemeit ezért úgy választják meg, hogy a nyalábderek a rezonátoron kívülre, az anyagmegmunkáló tér középső részére essen.

Abban az esetben, ha a nyitótükör és a fókuszáló lencse közötti távolság a megmunkálás során változik, optikai eszközökkel annyira kell megnyújtani a nyalábdereket, hogy a fókuszáló lencse mozgástartományában minél nagyobb távolságon teljesüljön a koherencia feltétel. Természetesen a koherencia csak egy pontban lehet tökéletes, de a gyakorlatban 1–2 rel% eltérés még megengedett. A technikai szempontból elfogadható nyalábderek hosszúsága akár 10 m is lehet. A nyalábderek megnyújtásához ún. teleszkópra van szükség.

A teleszkóp általában két tükrőlencséből áll. Hatására a nyalábderek jelentősen megnyúlik. A rezonátor és a teleszkóp optikai elemeinek görbületét úgy kell összehangolni, hogy a sugarat a darabra fókuszáló lencse a megnyújtott nyalábderek közepének környezetében legyen. Minél nagyobb mozgásteret akarunk biztosítani a fókuszáló lencsének, annál jobban meg kell nyújtunk a nyalábdereket.

A nagyteljesítményű lézerberendezések döntő többsége tartalmaz teleszkópot. Alkalmazásától akkor lehet eltekinteni, ha a lézersugaras megmunkálás a munkadarab mozgásával is megvalósítható, ill. kompromisszumos megoldásként akkor, ha a fókuszáló lencse mozgási tartománya kicsi és a rezonátorból kilépő sugárzás jó minőségű, vagyis kicsi a lézernyaláb sugárparaméter-szorzata.

A lézersugár teljesítményvesztése tehát a tükrölencsék és a közöttük lévő levegő tulajdonságaitól függ. A veszteség csökkenhet, ha a tükrök minősége jó, ill. a közöttük lévő távolság kicsi, a levegő pedig tiszta, portól és az optikai tulajdonságokat befolyásoló gőzöktől, gázoktól mentes.

Tükrök

A nagyteljesítményű CO₂ sugárforrásokat leggyakrabban lézersugaras vágásra használják. Akár két-, akár háromdimenziós vágásról van szó, csaknem minden esetben a megmunkáló fejben elhelyezett fókuszáló lencsét mozgatják. (Régi konstrukciók megoldásai esetén a munkadarabot (is) mozgatták. Manapság ez már csak speciális esetekben fordul elő.) A teleszkóptól a lencsés vezetési optikai úton álló és mozgó síktükrök végzik a sugáreltérítést. A tükrök száma a megmunkáló fej lehetséges mozgásának bonyolultságától függ.

A CO₂ lézersugár eltérítésére és fókuszálására szolgáló tükrök, akár sík, akár fókuszáló, vörösréz-ből készülnek, esetenként védőbevonattal. A tükrök, felületi bevonatuktól (dielektromos, keményarany, molibdén stb.) függően, a lézersugár 0,1...2,5%-át nyelik el (a tükrök műbizonylatán a reflexiós képességet adják meg, ami 99,9...97,5% között változik). A nagyteljesítményű berendezések esetén már ekkora abszorpció is elegendő ahhoz, hogy erősen melegedjenek, ezért vízzel hűtik őket. Egy berendezésben összesen 4–10 db teleszkóp és sugárvezető tükrök van. Az ezek által elnyelt és vízűtéssel elvezetett energia (vesztés a tükrökön) becsült mértékét az 1. táblázat mutatja [1]. A táblázat adatainak számítása azzal a feltételezéssel készült, hogy egy rendszeren belül a tükrök reflexiós képessége azonos. A valóságban ez a feltétel persze nem minden esetben teljesül.

1. táblázat. Veszteség az optikai rendszerben

Tükrök száma, db	Tükrök reflexiós képessége, %		
	99,9	99,0	97,5
4	0,40	3,94	9,63
6	0,60	5,85	14,09
8	0,80	7,73	18,33
10	1,00	9,56	22,37

A 99,9% reflexiós képességgel rendelkező tükröket csak a rezonátortéren belül (pormentes, ellenőrzött atmoszféra) használnak, mert ezek nagyon sérülékenyek. Laboratóriumi körülmények között alkalmazhatók a még mindig nagyon sérülékeny, 99,8% reflexiós képességűek. Ipari környezetben a leggyakoribb a 99,0 ... 99,2% reflexiójú tükrök. A sérüléseket (felfröccsenés, por, füst stb. lecsapódás tisztítása) legjobban viselő tükrök molibdénbevonattal készül, de ezen a legnagyobb a lézersugár teljesítményvesztése, ezért csak a sérülés szempontjából legveszélyeztetettebb helyekre építik be. Az adatok alapján becsülhető, hogy a gyakorlatban a tükrökön a rezonátorból kibocsátott sugárzás energiájának 5...10%-a elvész, mire eléri a munkadarabot.

Meg kell jegyezni, hogy ez csak akkor igaz, ha a tükrök optikai szempontból tökéletes állapotban vannak. Enyhe, szabad szemmel nem, vagy alig látható szennyeződés (pl.: benzingőz, oldószer vagy páralecsapódás, apró felfröccsenés) a tükrök felületén az abszorpció ugrásszerű növekedését eredményezi. Ez a tükrök ellenőrzetlen, lokális túlmelegedését eredményezi, ami többek között geometriatorzuláshoz vezet. Ebben az esetben már nem ismerjük a tükrön reflektált sugárnyaláb geometriáját, az energia eloszlását a nyalábon belül.

Egy nagyobb porszem (5...10 μm) megtapadása a tükrök felületén szinte azonnali helyi beégéssel, beolvadással jár. Ennek a tükrök megnövekedett üzemi hőmérséklete, nagyobb oxidációs sebessége, végül „megvakulása” az eredménye. A tönkremenetel sebessége többnyire exponenciálisan növekvő. Szélsőséges esetben (apró porfelhő elszórása a tükrök felületén) akár 1 sec alatt is bekövetkezhet a tükrök teljes tönkremenetel (megolvad a felülete, felforr a hűtővíze, szétduzzan a vízvezető cső stb.).

Azért, hogy az előzőekben vázolt hibák kialakulásának veszélyét csökkentésük, a

tükrök és lencsék közötti teret, vagyis a sugárcsatornát folyamatosan szellőztetik olaj-, oldószer-, vízgőz- és pormentes levegővel. A sugárcsatorna tehát egy enyhén túlnyomásos tér. Ez csökkenti a lézersugár szóródási veszteségét is a levegőben.

Lencse

A CO₂ lézerberendezésekben az ún. lézerfejben lévő lencse fókuszálja az 5...15 mm sugarú nyers lézernyalábot a megmunkálendő felületre, ahol 0,1...0,2 mm sugarú fókuszolt jön létre. A fókuszáló lencse lehet reflexiós és transzmissziós.

A reflexiósak, vagyis tükrölencsék anyaga megegyezik a síktükrökével, az intenzív igénybevétel (reflektált sugárzás, gőz, szikra stb.) elviselésére minden esetben védőbevonattal készülnek. Reflektáló felületük geometriája sokféle lehet: parabola, integráló, fazettált. Az ilyen lencsére jellemző reflexiós hatások a síktükrök esetében tárgyalttal azonos.

Különösen a lézersugaras vágás esetében van szükség a transzmissziós lencsék alkalmazására (vágógáz nyomás és áramlás létrehozása). Ezek anyaga ZnSe (cinkszelenid: enyhén sárgás színű átlátszó anyag) többrétegű bevonattal. A bevonatok egy része az antireflexiós képesség, másik része a sérülésekkel szembeni ellenálló-képesség javítását szolgálja. Ezeket a lencsét is kell hűteni, de csak a palástjuk felől lehet. A lencséken megvalósuló teljesítményvesztésnek két oka van. Egyrészt a levegő-ZnSe vagy a levegő-lencsebevonat határfelület reflexiója, másrészt a lencse bevonatainak és a lencse ZnSe anyagának abszorpciója. Összeségében 0,5...1%-nyi veszteséggel kell számolnunk, aminek kb. a fele a lencse által elnyelt energia.

A szilárdtest sugárforrásokra jellemző veszteségek

A szilárdtest médiumú rezonátorokból kilépő sugárzás hullámhossza kb. tíze a CO₂-jének, ami lehetőséget nyújt arra, hogy üveg-, ill. kvarcszámban vezetve juttassák el a sugárforrásból kilépő sugárzást a megmunkáló helyre. Az optikai szálak szokásos átmérője 30 és 800 μm között van. A szála jellemző kritikus rádiusznál nagyobb ívű hajlítás során az optikai szál nem törik. A levegőhöz képesti törésmutatója, ill. a totálreflexió következtében a sugárzás nem tud kilépni a szál palástján (2. ábra).

Mivel a vékony üvegszál mozgatása egyszerűbb (és olcsóbb) megoldás, mint a tükrök precíz, összehangolt mozgatásával eltéríteni a sugáryalábot (CO₂ lézersugár), ezért ezt a lehetőséget csaknem minden esetben ki is használják. Mindezek következtében a rezonátor és a munkadarab közötti veszteségek más tételből állnak, mint a CO₂ lézersugár esetén (3. ábra).

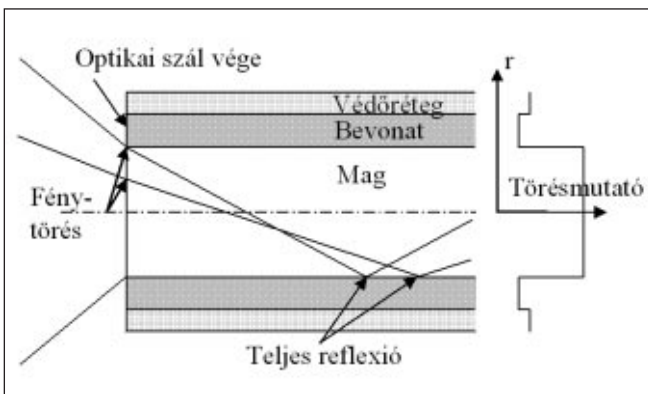
Az akár 20 m hosszú optikai szál a lézersugarat a rezonátorból a lézersugaras megmunkáló fejbe juttatja. A rezonátorból kilépő lézersugarat több optikai szálba is be lehet csatolni. A becsatolás lehet vagylagos, de lehet egyidejű is, a teljesítménymegosztás révén. A lehetőséget a sugárostóba épített optikai elemek tulajdonságai határozzák meg.

A sugárostóban át nem eresztő (mozgatható) és/vagy részben átteresztő (nem mozgatható) síktükrök ill. prizmak vannak. A sugárostó optikai elemeit fókuszáló lencsék követik. Az osztott vagy osztatlan sugáryalábot egy fókuszáló lencse egy optikai szál végére fókuszálja (2. ábra), ahonnan a szál másik végén, kb. 0,4-

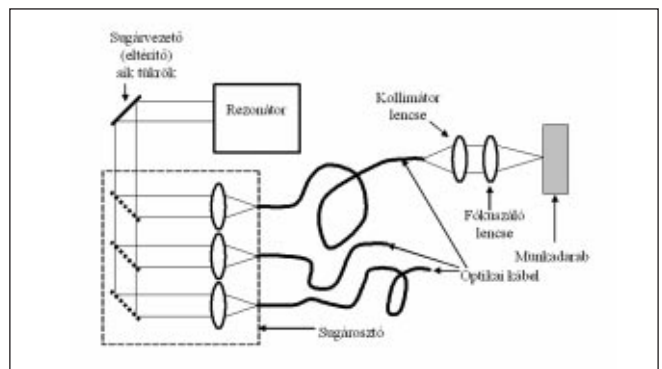
es numerikus apertúrával lép ki. A 40°...50° közötti kúpszögű nyalábot kollimátor lencse formálja, majd egy, a megmunkáláshoz kiválasztott fókuszávolságú lencse a darabra fókuszálja.

A lézersugár törvényszerűen veszít teljesítményéből minden optikai elemen. A teljesítményvesztés okai:

- Elnyelődés (Az atom/molekula, ill. ezek halmaza a fotonokat elnyeli, magasabb energiaszintre kerülnek, felmelegszenek. A veszteség mértéke az anyagtól és a hullámhosszától függ.)
 - Diszperzió (Impulzus üzemmódban eredményez sávszélesedést; az impulzuscsúcscsökkenése jelentős is lehet, noha ez nem feltétlenül jár az impulzus energiájának veszteséssel.)
 - Szóródás (Az anyagban lévő, a lézersugár hullámhosszágnál lényegesen kisebb inhomogenitások okozzák: Rayleigh-szórás, mértéke a fény hullámhosszágnak negyedik hatványával fordítottan arányos. A hullámhosszág felénél nagyobb inhomogenitások esetén: Mie-szórás. Nagy teljesítménysűrűség esetén még: Raman- és Brillouin-szórás.)
 - Tükröződés (Fresnel reflexió: mértéke a $\rho = (n_0 - n_1)/(n_0 + n_1)$ reflexiós együttható négyzetével arányos; ahol n_0 és n_1 az optikai határ két oldalán lévő anyagok törésmutatója. Diffúz visszaverődés: a hullámhosszág tizedénél, kb. 100 nm-nél nagyobb felületi egyenetlenségek következménye.)
 - Szórt visszaverődés. (A hullámhosszág tizedénél, kb. 100 nm-nél nagyobb felületi egyenetlenségek következménye.)
- Az optikai elemek anyaguktól, méretüktől (pl.: szál hossza), mennyiségüktől, antireflexiós rétegek alkalmazásától füg-



■ 2. ábra. Lézersugár becsatolása az optikai szál végébe



■ 3. ábra. Jellemző optikai elemek a szilárdtest rezonátor és a munkadarab között

gően mintegy 5...10% teljesítményvesztést eredményeznek.

Nagyteljesítményű lézersugár száoptikás vezetésekor különösen nagy gondot kell fordítani a munkadarabról reflektáló lézersugárra, mert a rezonátorból és a munkadarabról érkező sugárzás teljesítménye együttesen már nagyobb lehet a tervezett kritikus értéknél. Ennek eredményeként a szálvégeken a túl nagy hővé alakult veszteség termikus túlterhelést, repedéses csorbulást, azonnali tönkremenetelt eredményezhet. Ennek elkerülése érdekében ajánlott, hogy a lézersugár a munkadarab felületi normálisától legalább 6°-os eltéréssel irányuljon a felszínre. Ebben az esetben ugyanis a munkadarabról reflektált sugárzás nem jut vissza az optikai szálba.

Reflektált és a darabon átjutott lézersugár-energia

A munkadarabban elnyelt és a visszavert energia

Az anyag és az elektromágneses sugárzás kölcsönhatásai közül, különösen a fémek anyagok lézersugaras megmunkálásának tárgyalása során, a reflexió a leginkább vizsgált jelenség. Ennek ismerete nem csak az anyagmegmunkálás szempontjából fontos, hanem a munkavédelem miatt is, hiszen a reflektált sugárzás súlyosan károsító, életveszélyes körülményeket teremthet.

Mivel a fémek anyagokat a lézersugárzások hullámhosszúság tartományában nem tekinthetjük transzoptikusnak, átláthatónak, ezért egyszerűsítve az elméleti állapotot, úgy szokás tekinteni, hogy a

darab felületét érő sugárzás egy része elnyelődik, abszorbalódik, a fennmaradó pedig reflektálódik. Ilyen körülmények között ezt a két jelenséget egymás komplementereként kezelik, együtt ill. felváltva tárgyalják.

A lézersugár–anyag kölcsönhatásra általában jellemző a nem lineáris viszony. Ennek egyik látványos megnyilvánulása a teljesítménysűrűség és az abszorpció kapcsolata.

Ritkán veszik számításba a lézersugár teljesítménysűrűségének az abszorpció mértékére gyakorolt hatását, pedig az rendkívül markáns, határesetben áttörésszerű jelenséget mutat (4. ábra) [2].

A 4. ábrát értékelve az látszik, hogy az egyébként nagyon rossz abszorpciós tulajdonsággal rendelkező rezet a $8-10 \cdot 10^7$ W/cm² teljesítménysűrűségű Nd:YAG (Neodimiummal ötvözött ittrium – alumínium gránát) lézersugárral könnyű vágni vagy hegeszteni. Konkrét esetben: a rezet akkor lehet folyamatos üzemmódú Nd:YAG lézersugárral jól vágni, ha a fókusztávolság kb. 0,1 mm és teljesítménye legalább 6 kW, ami egyébként ma már nem illúzió (1,07 μm hullámhosszúságú, 20 kW teljesítményű, kiváló sugárminőségű Yb-szállézereket is forgalmaznak).

A lézersugár reflexiójának ugrásszerű változását már a nagyteljesítményű ipari lézerek korszakának kezdetén felismerték [3]. Ezzel kapcsolatban azt is kimutatták, hogy a reflexió hirtelen változása a plazmaképződéssel van szoros összefüggésben (5. ábra).

A munkadarab reflexiójának csökkentésére gazdasági és munkavédelmi okokból számos megoldást dolgoztak ki, hi-

szén ezzel csökkenthető a sugárforrás szükséges teljesítménye (olcsóbb berendezés, olcsóbb üzemeltetés) és csökken a balesetveszély is. A megoldások közül sok általános gyakorlattá vált a lézersugaras technológiák alkalmazásában.

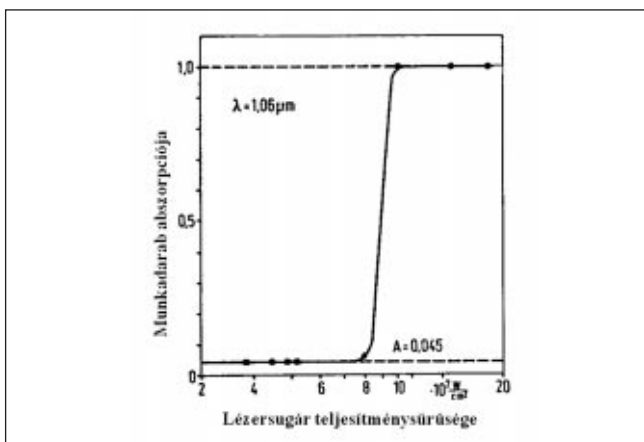
A reflexió komplementerének, az abszorpció mértékének hullámhosszúság függőségét néhány anyagra már a cikksorozat első része bemutatta. Az abszorpció azonban egyéb jellemzőktől is függ, mint pl.: felületi érdesség (annak topográfiáját is beleértve), a sugárnyaláb beesési szöge, a sugár polarizáltsága, a hőmérséklet stb.

A reflexió mértékének csökkentésére kidolgozott módszereket fizikai hatások szerint három csoportba lehet sorolni:

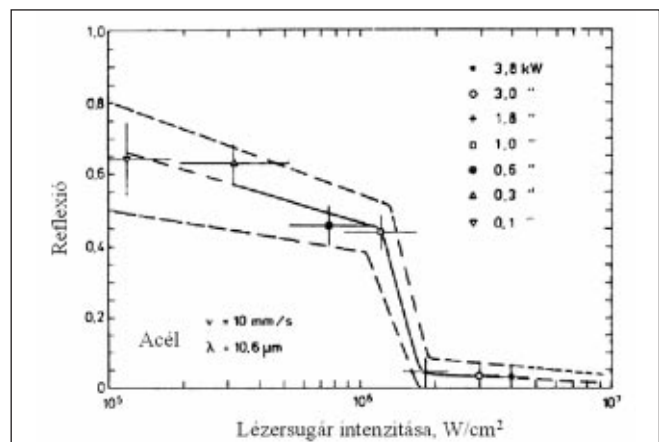
1. a polarizált lézersugár abszorpciójának erős szögfüggése;
2. az abszorpció függése a felületi érdeségtől;
3. abszorbaló bevonat létrehozása a munkadarab felületén.

Ad 1.: A p-polarizált lézersugár 70–85°-os beesési szög esetén 35–80%-os abszorpciós fokot eredményez acél felületén [4]. Ezt a kedvező effektust gyakran kihasználják az acél alkatrészekben lévő nűtök felületedzésénél, különösen a tömegtermelésben. Általános alkalmazása a szokásos lézersugaras megmunkáló fejek geometriai adottságai miatt nem jellemző.

Ad 2.: A felületi érdesség növekedtével az abszorpció mértéke általában növekszik. Nem lehet viszont egyértelmű függvénykapcsolatot találni pl. az átlagos felületi érdesség R_a értéke és az abszorpció mértéke között [5], ahogyan az a 2. táblázat adataiból is látszik. A tendencia azonban felismerhető: az érdesített felület na-



■ 4. ábra. A Cu abszorpciós fokának változása a lézersugár teljesítménysűrűségének függvényében [2]



■ 5. ábra. A lézersugár reflexiójának változása az acél felületén a lézersugár teljesítménysűrűségének függvényében [3]

2. táblázat. 20 °C-on a felületi érdesség és a lézersugár abszorpciója közötti kapcsolat [5]

35NCD 16 acél felület-előkészítésének módja	R _a érdesség, μm	CO ₂ lézersugár abszorpciós foka, %
Polírozott	0,02	5,15–5,25
Csiszolt	0,21	7,45–7,55
Csiszolt	0,28	7,70–7,80
Mart	0,87	5,95–6,05
Mart	1,1	6,35–6,45
Mart	2,05	8,10–8,25
Mart	2,93	11,60–12,10
Mart	3,35	12,55–12,65
Homokolt	10,65	33,85–34,30

3. táblázat. A felületi állapot és a hullámhosszúság hatása az abszorpciós fok nagyságára

Felület állapota	Abszorpciós fok, %	
	CO ₂ lézersugár, 10,6 μm	Nd:YAG lézersugár, 1,06 μm
Polírozott	4	30
Csiszolt	5–7	33–37
Esztergált	6–8	36–43
Homokolt	21–23	46–51
Oxidált	60–80	60–80
Grafitozott	70–80	70–80

gyobb abszorpciót eredményez, mint a finoman megmunkált. Mivel homokfúvással még bonyolult görbült felületen is könnyű és olcsó egyenletes felületi minőséget létrehozni, a kívánt érdesség biztosítására ez a módszer vált általánosan elterjedté.

Ad 3.: A munkadarab lézersugár hatására bekövetkező felhevülését, az abszorpció javulását gyakran bevonat létrehozásával segítik. A bevonatokkal szemben támasztott legfontosabb követelmények:

- nagy abszorpciós fok az alkalmazott lézersugár hullámhosszúságán;
- nagy hőátadási együttható a bevonat és az alapanyag között;
- jó hővezető képesség;
- kémiai stabilitás a technológiai körülmények között (ne lépjen reakcióba pl. a környezeti atmoszférával);
- alapanyaghoz közeli hőátadási együttható;
- homogenitás a bevonaton belül;
- ne lépjen kölcsönhatásba a munkadarab anyagával;
- szabadba kerülve még bomlásterméke se legyen egészség- és környezetkárosító;
- a bevonatképzés automatizálhatósága és reprodukálhatósága;
- könnyű bevonatképzés és eltávolítás.

A követelmények többsége szempontjából megfelelő bevonatokat két csoportba lehet sorolni:

- konverziós bevonatok (a bevonatképzésben a munkadarab anyaga is részt vesz);
- felhordott bevonatok.

A konverziós bevonatok létrehozásának jellemző módszerei az oxidálás, a nitrálás, a nitrálás, a foszfátózás és a galvanizálás. Ezeket a módszereket azonban ritkán alkalmazzák, mert a bevo-

tokkal szemben támasztott követelmények közül a g)-t és a j)-t nem, vagy csak kis mértékben képesek kielégíteni (reakcióba lép a munkadarab anyagával, általában bonyolult a létrehozása, nehéz a maradék eltávolítása). Mégis van létjogosultságuk, amennyiben a bevonat anyagának keveredése az alapanyaggal az alkatrész szempontjából nem jelent feltétlenül hátrányos következményt (esetleg ellenkezőleg, pl. felületötöztetés), ill. a bevonatot nem kell minden esetben eltávolítani (pl. az alkatrész korrózióállóságát növeli, kedvező optikai tulajdonság alakul ki stb.).

A felületi minőség és a bevonat anyagának abszorpciós fokra gyakorolt hatását jól érzékeltetik a 3. táblázat adatai. Az értékek Ck 45 minőségű acél alapanyagra vonatkoznak folyamatos üzemmódú, cirkulár-polarizált lézersugár alkalmazása esetén [6].

Az abszorpciós bevonatok hatékonyságának értékelése szempontjából tisztában kell lennünk a bevonatba hatolási úttal a fény intenzitásának csökkenésével, amit a Lambert-féle abszorpciós törvény ír le:

$$\phi = \phi_0 \cdot \exp(-\beta x)$$

ahol:

ϕ fényáram a közegben megtett x út után;

ϕ_0 fényáram a közeg felszínén;

β extinció modulus (annak a rétegvastagságnak a reciprokéval egyenlő, amelyen áthaladva a fényintenzitás az eredeti tizedére csökken);

x a közegbe hatolás mélysége.

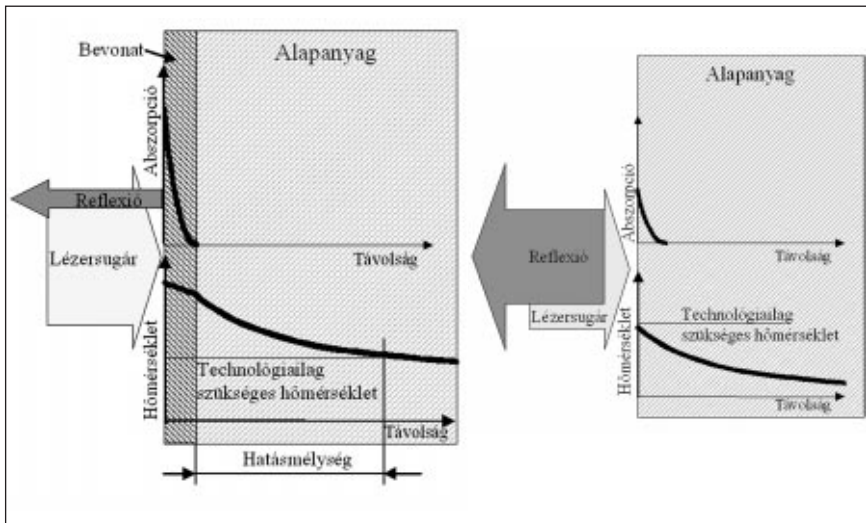
A fémek esetében a lézersugár behatolási mélysége az infravörös sugárzás hullámhosszúságának tartományában 10^{-8} ... 10^{-10} m, tehát a fémek rácsparaméteréhez közeli nagyságrendű (6. ábra). Az abszorpciós bevonatok anyaga esetén

ugyanaz legfeljebb egy nagyságrenddel mélyebb behatolást jelent. E szerint a fókuszált lézersugár energiája nem transzoptikus anyagok esetén csak rendkívül kis vastagságú rétegben fog elnyelődni. Ha a kis behatolási mélység erős reflexióval párosul, akkor az edzés, a felületátolvasztás, a felületötöztetés stb. nem valósítható meg, hiszen még nagy teljesítménysűrűség (W/cm^2) esetén sem nyelődik el kellő mennyiségű energia ahhoz, hogy az általában elvárt, kb. 1 mm vastag anyagréteg a kívánt hőmérsékletre hevüljön.

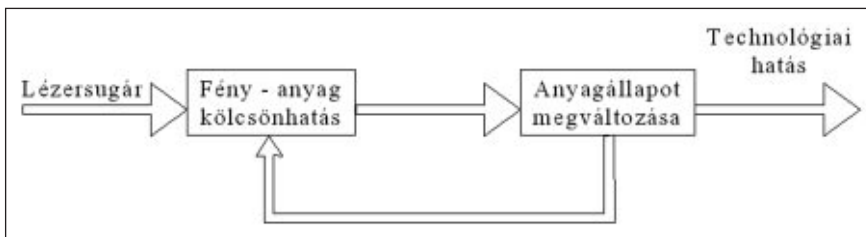
A lézersugár teljesítményének növelése egyébként logikus reakciója lehet annak, akinek még van tartaléka a rezonátorában (a hegesztési kísérletet a sugárforrás csúcsteljesítményénél kisebb teljesítménnyel hajtotta végre). A problémát azonban az jelenti, hogy a sugárzás–anyag kölcsönhatásban a teljesítménysűrűség növekedése gyakran ugrásszerű változást eredményez az abszorpciós képességben, ahogyan azt a 4. ábra is szemléltette.

A lézersugár abszorpciójának növelésére szolgáló bevonatok szokásos vastagsága erősen függ a bevonat anyagától, a felvitel módjától (konverziós bevonatok akár 1 μm-nél vékonyabbak is lehetnek), de semmiképp nem célszerű 10 μm-nél vastagabbra választani, mert a bevonatok anyagának hővezető képessége jellemzően rosszabb mint a fémeké, ill. nő a termikus feszültségre visszavezethető lepatogzás veszélye.

A darab lézersugár hatására bekövetkező felhevülésének, így az abszorpciónak a kézbe tartása nem egyszerű feladat. A darab felületi hőmérsékletének változása ugyanis jelentősen befolyásolja az abszorpciós képességét, ami visszahat a hőmérsékletváltozás sebességére (7. ábra). A hőmérsékletnövekedés, és különösen a



■ 6. ábra. Bevonat hatása a reflexióra, ill. a kialakuló hőmérséklet változása



■ 7. ábra. A lézersugár és technológiai hatásának kapcsolatát magyarázó folyamatára

halmazállapot-változások során az abszorpciós viszonyok többnyire ugrásszerűen változnak.

A hőmérsékletnövekedés az abszorpciós viszonyokat több okból is befolyásolja. Ezek közül a legfontosabbak:

- a tárgy felületének változatlan vegyi összetétele esetén az anyagszerkezet megváltozása (fázisátalakulás, halmazállapot-változás);
- a felületi érdesség megváltozása (fázisátalakulás térfogatváltozási hatása, szelektív olvadás, párolgás stb.);
- az abszorbaló felület vegyi összetételének változása (pl.: oxidáció, oxidfilm felszakadása olvadáskor, szelektív párolgás stb.);
- az elektromágneses sugárzás irányának és a munkadarab felületi normálisának iránya közötti szög változása (jellemzően az olvadás során a fajlagos felületi feszültség, a védőgázáram, illetve a gravitáció következtében).

A helyesen megválasztott technológiai paraméterek esetén az állandó vagy a szabályozottan változó teljesítményű lézersugárzás hatására mindezek ellenére gyorsan elérhető az állandósult állapot, a stabil technológiai hatás (hőkezelés, felü-

letolvasztás, hegesztés stb.). A helyes lézersugaras megmunkálások során a termikus viszonyoknak néhány ms-on belül stabilizálódniuk kell. Erre mutat egy példát a 8. ábrához tartozó kísérlet.

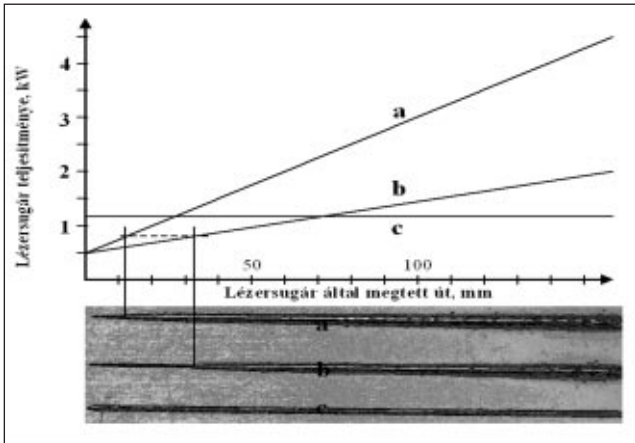
A 8 mm vastag ausztenites saválló acél felületén a képen balról jobbra egyenesen sebességgel halad a lézersugár fókuszfoltja, miközben teljesítménye az első két esetben folyamatosan nő, a harmadikban állandó értékű. A varratokról felülnézetben készített fotón látható, hogy a folyamatosan növekvő lézerteljesítmény hatására egy meghatározott teljesítmény értéknél (mivel minden egyéb körülmény azonos volt, ezért úgy is fogalmazhatunk, hogy teljesítménysűrűség és energiasűrűség nagyságnál) a fény-anyag kölcsönhatás eredményében ugrásszerű változás következett be. Ahogyan azt korábban már láttuk, ez a teljesítmény, teljesítménysűrűség és energiasűrűség érték több tényezőtől is függ, mint pl. a lézersugár energiaeloszlása a nyalábon belül, abszorpciós viszonyok a darab felületén stb. Kezdetben, a határérték alatt, hővezetési vakvarrat keletkezett, fölötte pedig plazmaképződéssel együtt járó úgynevezett mélyvarrat (angol szakirodalom szerint keyhole effect =

kulcslyuk effektus). A fémgőzből és plazmából álló anyagréz kialakulásának hatására a lézersugár elnyelődésének mértéke ugrásszerűen megnőtt. A mélyvarratos hegesztés körülményei között a reflexió mértéke akár 10% alá is eshet! A harmadik kísérletben a határérték fölött +400 W teljesítménnyel haladó lézersugár már az első mm-nél az állandósult állapotnak megfelelő hatást eredményezett.

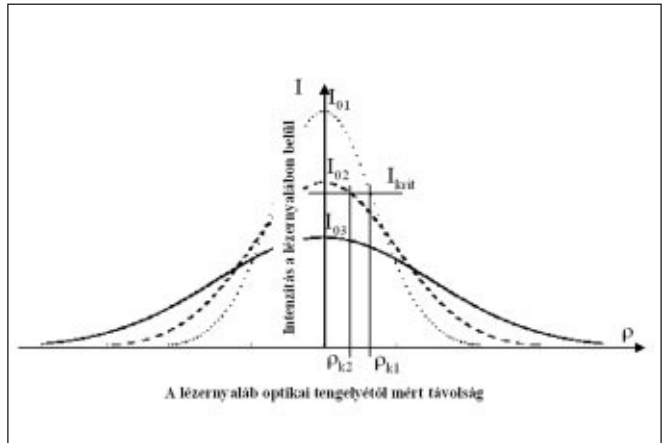
Az, hogy a példa szerinti határérték mekkora lézerteljesítménnyel adódik, számos körülménytől függ. Az egyszerűség érdekében ezek közül ragadjuk ki a lézersugár intenzitását. Fogadjuk el, hogy egy-egy körülmények azonossága esetén egy I_{krit} kritikus lézersugár intenzitásnál nagyobbra van szükség a fémgőz-plazma állapot kialakulásához (lásd: 5. ábra). Tételizzük fel továbbá, hogy az előbb vázolt kísérletünket most három azonos teljesítményű lézersugárral megismételjük úgy, hogy a lézersugár fókusza továbbra is a darab felszínén maradjon. A három lézersugár közötti különbség most a sugárparaméter-szorzatban legyen, vagyis különböző sugárminőségű nyalábokkal kísérletezzünk.

A 9. ábra diagramja szerint az I_{krit} értéket csak két esetben érzjük el: a pontozott és a szaggatott vonallal jelzett intenzitáseloszlás esetén. A harmadik esetben olyan nagy a sugárparaméter-szorzat, ill. az M^2 érték, hogy a darab felszínén nem tud kialakulni a plazmaállapot, ezért nagy lesz a reflektált energia. A reflektált energia nagyságát vizsgálva a két kedvező eset között is van különbség. A jobb sugárminőségű nyalábnak (pontozott vonal) nagyobb sugarú része van az I_{krit} érték fölött ($\rho_{k1} > \rho_{k2}$), mint a rosszabbé (szaggatott vonal), így a nyaláb energiájának nagyobb része nyelődik el hatékonyan. A három esetben tehát különböző lesz a lézersugár energiájának hasznosuló része.

Legjobb lézersugár energiaelnyelődési eredményt a pontozott vonallal, legrosszabbat a folytonos vonallal jellemzett intenzitáseloszlás esetén kapunk. Technológiai hatásukat vizsgálva azt fogjuk tapasztalni, hogy azonos sugár teljesítmény esetén a folytonos vonallal jellemzett lézersugárral legfeljebb hővezetési hegesztést valósíthatunk meg (legkisebb beolvadási mélység), míg a másik két esetben mélyvarratos hegesztést. A legmélyebb varratot és annak legkisebb hőhatásövezetét a pontozott vonallal jellemzett lézersugár esetén érhetjük el.



■ **8. ábra.** A lézersugár teljesítménysűrűségének hatása a kialakuló varrat típusára



■ **9. ábra.** Intenzitáseloszlás az azonos teljesítményű, de eltérő sugárméretű lézernyalábokon belül

Legyünk figyelemmel arra is, hogy a lézersugár teljesítményének hasznosuló része függ a technológiai céltól is. Az acél lézersugaras edzéséhez például nem kell a plazmaállapotot elérnünk, vagyis a 9. ábrán jelzett I_{krit} -nél kisebb intenzitás érték is elegendő. A kisebb sugárparaméter szorzatú, ill. M^2 értékű sugárral munkadarabunk egy részét indokolatlanul hevítjük túl, rossz esetben, szándékunktól eltérően, a darab felülete meg is olvadhat. Edzés esetén tehát jobban járunk, ha a folytonos vonallal jellemzett lézersugarat alkalmazzuk.

Az abszorpciós bevonatok alkalmazásakor azt is figyelembe kell venni, hogy a bevonat a lézersugaras kezelés közben könnyen elveszítheti hatását. Ez bekövetkezhet azért, mert a hő hatására bom-

lik, oxidálódik, elpárolog, vagy azért, mert a réteg anyaga eltávozik, például azért, mert az alapanyag megolvad, felszakadozik a réteg, esetleg belekeveredik a keletkezett olvadékba. Lézersugaras vágás során a vágandó anyaggal együtt távozik a bevonat. Ennél a technológiánál az abszorpciós bevonat léte vagy hiánya gyakorlatilag nem befolyásolja a vágás termikus viszonyait. Az acélok lézersugaras edzése viszont lényegesen kedvezőbb feltételek között játszódik le a bevonat alkalmazása esetén, mint anélkül.

Irodalom

- [1] www.kugler-precision.com
- [2] Beyer, E. – Wissenbach, K.: Oberflä-

chenbehandlung mit Laserstrahlung, Springer-Verlag, 1998.

- [3] Beyer, E.: Einfluß des laserinduzierten Plasmas beim Schweißen mit CO₂-Lasern, TH Darmstadt, Dissertation, 1985.
- [4] Stern, D.: Absorptivity of cw CO₂-, CO- and Nd:YAG-Laser Beams by Different Metallic Alloys, Institutsbericht ISL Co 233/90, Saint Louis, 1990.
- [5] Rudlaff, R.: Arbeiten zur Optimierung des Umwandlungshärten mit Laserstrahlen, G.Taubner Verlag, Stuttgart, 1993.
- [6] Geiger, M. – Hutfless, J.: Laserstrahlbearbeitung, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, LFT, Umdruck zur Vorlesung, Stand WS 93/94.

■ MŰSZAKI-GAZDASÁGI HÍREK

A fény hullámhosszának huszadrésze, a plazmonlézer. A Kaliforniai Egyetem Berkeleyben működő kampuszának kutatói (University of California, Berkeley) olyan lézert hoztak létre, amelynek a mérete körülbelül a huszada a fény hullámhosszának. Erre a plazmonok felhasználása adott módot. A plazmonok a fémek felületén együtt mozgó elektronok csoportjai. Azért kaptak részecskeszerű nevet, mert részecskeszerűen viselkednek. Csakhogy nem elég hosszú élettartamúak a lézerjelenség beindulásához. Ezen a fejlesztők úgy segítettek, hogy a plazmonokat nagyon kicsi üregrezonátorba zárták, a rezonátort egy ezüst felület és a felette mindössze öt nanométerrel elhelyezett kadmi-

um-szulfid félvezető nanoszál vége képezi. A fém és a kadmium-szulfid között a plazmonok csapdába esnek, ettől már elég hosszúra növekszik az élettartamuk a lézerműködéshez.

☞ www.berkeley.edu

Lítium-levegő akkukkal váltanak fel a benzint. A lítium-levegő akkumulátorok egy katalitikus levegő katódot használnak, ami oxigénnel táplál egy lítium anódot. Sokan tekintik a fémalapú akkumulátorok csúcának. Mivel a lítium hevesen reagál a vízzel, egy nemvízes elektrolitot alkalmaznak egy szerves polimer elválasztóhártyával a levegőből történő oxigénelvitel elősegítéséhez.

A technológia elvileg majdnem annyira energia tárolására képes mint egy tank benzín, kapacitása öt-tízszere lehet a lítium-ion akkuknak, amik hamarosan felváltják az eddigi a hibrid járművekben alkalmazott nikkell-kadmium akkumulátorokat.

Az USA Energiaügyi Minisztériumának (DOE) Argonne Nemzeti Laboratóriuma a biztonságos, nagy energiájú és hosszú élettartamú lítium-ion technológiában szerzett tapasztalataikkal próbál megbirkózni a kereskedelmileg is életképes lítium-levegő akkumulátorok által támasztott igen komoly akadályokkal. Az Argonne számos akkumulátor technika kutatásában és fejlesztésében vett részt az elmúlt négy évtizedben, így van mire alapozniuk. A laboratórium

több területen is vezető szerephez jutott, különösen ami az új technikákhoz szükséges új anyagokat illeti. De: „Ez nem egy rövid távon megvalósuló technológia” – figyelmeztet *Jeff Chamberlain*, az Argonne műszaki hivatalának egyik vezetője.

☞ www.sg.hu

Megvalósítható Leonardo da Vinci hatalmas lovasszobra. Az itáliai reneszánsz géniusza 1482-ben nyerte el Milánóban *Lodovico Sforza* herceg udvari tudósának és művészének állását. A hatalmas lovasszobrot a herceg rendelte meg édesapja, *Francesco Sforza* emlékére. Leonardo a bronzszoborba 17 év munkáját fektette. Amikor a reneszánsz mester 1499-ben végre elkészült a szobor teljes méretű agyagmodelljével, a bronzból, amelyet a szobor elkészítésére szántak, végül ágyúkat öntöttek a franciákkal vívott háborúhoz. Az öntőformák odatesztek, az agyagmodellt pedig a Milánót megszálló francia katonák pusztították el.

Leonardo da Vinci élete végéig bábkódot, hogy nem sikerült megvalósítania a grandiózus alkotást. A mérnökök mindig is azt tartották, hogy a valaha készített legnagyobb, egyetlen tömbben öntött szobor merész terve műszaki problémák miatt nem valósulhatott meg. „Hogyan kezelhetek volna ekkora mennyiségű forró bronzot, és hogyan egyensúlyozták volna ki azt a hatalmas, több tonnát nyomó szerkezetet mindössze három lábon? A fejlett számítástechnika és Leonardo kéziratának pontos adatai most megadják a választ” – nyilatkozta *Paolo Galluzzi*, a firenzei Tudományos Történelmi Intézet és Múzeum igazgatója.

Paolo Galuzzi csoportja Leonardo feljegyzéseit és az áramlástannal kapcsolatos problémák megoldására szolgáló Computational Fluid Dynamics (CFD)/áramlástan numerikus szimuláció) informatikai módszerrel ötvözve kiszámították, hogy a közel 7,5 méter magas, 70 tonnás szobrot valóban meg lehetett volna valósítani egyetlen öntéssel, az egész művelet pedig mindössze 165 másodpercet vett volna igénybe.

A ló megalkotásához Leonardo egy úgynevezett közvetett öntési technikát használt, ami lehetővé teszi a mag elkészítéséhez előállított negatívok újra felhasználását. Ezt a módszert már az i.e. 7. században alkalmazták a görögök, azonban a reneszánsz művészeknek újra fel kellett találniuk, mivel semmilyen emlék nem maradt fenn erről a technikáról. A szobor egyszerű volt művészi és műszaki kihívás Leonar-

do zsenijének, melynek eredményeként egy időzített olvasztókemence-rendszer is született. Az olvasztókemencét meghatározott sorrendben nyitották meg. A vezérlést pirotechnikai érzékelőkkel oldották meg, amelyek begyulladtak, amikor az olvadt bronz elérte őket, jelt adva a következő kemence megnyitására.

A reneszánsz mester figyelembe vette a szobor öntés szempontjából kritikus pontjait is. „A modell bebizonyította, hogy mindent gondosan megtervezett. Az öntés szempontjából legkritikusabb részek, ahol a bronz gyorsabban hűl le, a ló egyensúlya szempontjából a legkevésbé fontosak” – tette hozzá *Alessandro Incognito*, az öntési szimulációt végrehajtó XC Engineering cég vezetője.

A háromdimenziós modellek szerint az olvadt bronz kevesebb mint 165 másodperc alatt töltötte volna fel az öntőformát, amihez 70 tonna fémre lenne szükség, pontosan annyira, amennyit Leonardo da Vinci kiszámított.

A kutatások eredményeit a firenzei múzeumban rendezett tárlaton mutatják be, a 2015-ös Milánói Világkiállításra viszont a szobor megvalósítását tervezik.

☞ www.sg.hu

Rugalmas, emlékező vasötvözet. Japán kutatók olyan különlegesen rugalmas vasötvözetet hoztak létre, melyet reményeik szerint bonyolult szív- és agyműtételnél alkalmazhatnak, illetve földrengésveszélyes helyeken megerősíthetik vele az épületeket.

Az új vasötvözet feszültség szintje mintegy kétszer nagyobb, mint a jelenleg legjobb tulajdonságúnak tartott nikkel-titán ötvözeté, a nitinolé, ezért széles körben használható lehet a sebészetben alkalmazott sztentek (az erek falát kítámasztó csövecskék) szállítására. Annyira vékony huzal készíthető belőle, amellyel elérhető testen belül az agy is, így sztentet szállíthatnak oda.

A rendkívül rugalmas vasötvözetet a földrengés által veszélyeztetett térségek épületeinél is alkalmazhatják, a földrengés által deformált épületeket a szuperelasztikus ötvözet visszatérítheti eredeti szerkezetébe.

☞ www.hirextra.hu

Először repült a világ legfurább repülőgépe. Végrehajtotta első nagyobb tesztrepülését a Solar Impulse elnevezésű, teljes egészében napenergiával hajtott repülőgép prototípusa.

A svájci léghajós, *Bertrand Piccard* sikeres próbarepülést végzett napelemekkel működő gépével, amellyel a tervek szerint 2012-ben repülik körbe a Földet.

A Solar Impulse prototípusa kompozitból készült, 61 méter szárnyfesztávolságú, tömege mindössze 1500 kg. Szárnyait napelemcellák borítják, ezek látják el energiával a négy villanymotort. A cél az, hogy a napelemek nappal beszívják az energiát a repülőgép üzemeltetéséhez, sőt lítium-polimer elemekben el is raktározzák azt a motor éjszakai működtetéséhez.

☞ <http://origo.hu>

Autóbuszgyártó klaszter alakult. Megalakult a Magyar Autóbuszgyártó Klaszter 19 buszgyártó vállalat részvételével – jelentette be *Fórián István*, az Autóbusz Rekonstrukciós Program miniszterelnöki megbízottja a klaszter ünnepélyes megalakulása kapcsán 2010. április 7-én tartott sajtótájékoztatón Budapesten.

Fórián István kifejtette: a kormányzati támogatással létrejött, alulról szerveződő hazai szakmai együttműködés célja, hogy életet leheljen a hajdan nagy múltú magyar autóbuszgyártásba. A klaszter típusú összefogás jelentősen növeli a magyar cégek esélyeit a kiélezett nemzetközi versenyben.

A „virtuális vállalat”, a klaszter segítségével a hazai közlekedési vállalatok igényeit Magyarországon gyártott autóbuszokkal lehet kielégíteni, legyen szó újfejlesztésű vagy felújított járművekről. A szakmai és piaci együttműködés az autóbuszgyártó és beszállító ipart is jelentősen megerősíti, valamint érezhetően javítja, fejleszti az iparág munkahelymegtartó képességét, és a gyártás modern piaci igényekhez történő alkalmazkodását is – mondta Fórián István.

Hozzátette: a klaszter stratégiai feladata, hogy a magyar autóbusz- és alkatrészgyártást újra versenyképesé tegye a nemzetközi piacon. Ezért a most aláírt együttműködési megállapodás kiemelten fókuszál a K + F tevékenység és kapacitások összehangolására.

A Magyar Autóbuszgyártó Klaszter alapítói: Alfa Busz Projekt Kft., Auto Rad Controlle Kft., Autó Univerzál Kft., I-Cell Kft., IK Fémtechnika Kft., IK Járműtechnika Kft., Ikarusbus Kft., Jászi-Autóklub Kft., Kti Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft., Liberatus Hungary Kft., Magyar Autóbuszgyártó Kft., Nor-Service Kft., Omnex Kft., Orosházaglas Kft., Rába Jármű Kft., Silex Kft., Trezor-Liktor Zrt., Tüv Nord Kft., Vill-Cad Kkt.

☞ <http://autohirek.hu>

TARTALOM ÉS TÁRGYMUTATÓ – 2009

■ BKL KOHÁSZAT

Cikkek szerzők szerinti csoportosítása

Felsőoktatás

Gácsi Zoltán: A többciklusú képzés tapasztalatai a Műszaki Anyagtudományi Karon ... 3/1

Vaskohászat

Illés Péter: Gazdasági előnyökkel járó műszaki megoldások az ISD Dunafer Zrt. Meleghengermű hengerforgalmazásában ... 6/1

Móger Róbert – Cseh Ferenc – Kvárik Sándor: Környezetvédelmi beruházások az ISD Dunafer Zrt. Nagyolvasztóműnél ... 5/5

Mucsi András: Átalakulási folyamatok modellezése új módszerrel ... 5/1

Sándor Péter: Az ISD DUNAFERR társaságcsoporthoz tartozó energiazöldgazdálkodásának értékelése a fenntartható fejlődés szempontjából ... 3/5

Tardy Pál – Stefán Mária – Zámbo József: A globális gazdaság, a hazai gazdaság és az acélpálya helyzete, kilátásai a válság első évében ... 2/1

Öntészet

Bacsikai Antal: Szénőrlő malmok verőlapjainak törésvizsgálata ... 5/11

Bán Attila: Középkori és kora újkori bronzágyúk öntéstechnológiájának vizsgálata ... 1/6

Bast, J. – Kadauw, A. – Malaschkin, A.: Nyersformázó keverék optimális tömörítési paramétereinek beállítása és egy új, tömörítést mérő készülék ... 3/11

Hajo, Dieringa – Kainer, Karl Ulrich: Magnéziumötvözetek technológiai tulajdonságai és lehetőségei ... 6/9

Juhász Borbála – Dúl Jenő – Szabó Richárd: Nyomásos öntőszerszám hűtéstechnikai viszonyainak vizsgálata ... 5/16

Vízvárdy Endre: Pontosöntészeti anyagok és módszerek ... 2/11

Fémkohászat

Demeter Dániel – Kokas Péter: A Linde szerepe a fémkohászatban, az „Alacsony hőmérsékletű 'lángnélküli' oxigénes tüzelés” bemutatása ... 6/23

Fogarasi Béla – Pilissy Lajos: Ötven évvel ezelőtt indult a kísérleti magyar magnéziumkohó ... 3/23

Ligeti Gábor: Oerlikon Balzers PVD-bevonatok Magyarországon ... 5/30

Szarka János – Szabó Lajos: Hengerhűtés lapos szórásképű fúvókákkal ... 2/27

Tóth Pál – Török Tamás: Anódos titán-dioxid vékonyrétegek: vizsgálat, modellezés, fejlesztés ... 5/23

Jövőnk anyagai, technológiái

Balázs Tibor – Dobránszky János: Az implantátumok fémes bioanyagai ... 5/37

Buza Gábor: A lézersugaras anyagmegmunkálás energiaviszonyai I. ... 6/31

Gergely Gréta – Makszimus Andrea – Pázmán Judit – Gácsi Zoltán: Különleges anyagok és korszerű technológiák ... 4/31

Kaptay György: Határfelületi jelenségek a fémesanyaggyártásban. 1. rész. A határfelületi erők osztályozása ... 3/39

Kaptay György: Határfelületi jelenségek a fémesanyaggyártásban. 2. rész. A határfelületi összehúzó erő ... 6/37

Májlínger Kornél – Szabó Péter János: Robbanómotor-hengerek futófelületének lézersugaras kezelése ... 2/41

Svédai Mária – Kálazi Zoltán – Buza Gábor – Roósz András: Lézersugaras felületkezeléssel létrehozott monotektikus felületi rétegek geometriai jellemzői ... 3/33

Egyesületi hírmondó

Árpási Miklós: A geotermálisenergia-hasznosítás jogi szabályozása Magyarországon ... 4/49

Pethő Szilveszter: Splény Béla bányamérnök emlékiratairól ... 1/57

Pilissy Lajos: Érdekességek a régi magyar öntészeti irodalomról ... 1/20

Réthy Károly: Emlékezzünk Szellemy Gézára (1849-1909)... 4/46

Szabó Imre: 50 éves az OMBKE Mátraaljai Szervezete ... 4/40

Varga József: A mátraaljai lignitbányászat kialakulásának történeti áttekintése ... 4/37



Közlemények

Vaskohászat

Acélipari vállalatok intézkedései a válság kezelésére 2/11
Az acélipar véleménye az „EU 2020” stratégia tervezetéről 6/8
Az EU acéliparának felhívása az Európai Parlament 2009-2014 közötti időszakra megválasztott tagjaihoz 3/9
Az Európai Akadémiák Tudományos Tanácsadó Testületének Memoranduma az újonnan megválasztott európai parlamenti képviselők és biztosok számára 5/4, 5/10
Steeluniversity: kohásztképzés az interneten 2/12

Öntészet

„Megér egy misét” avagy áttekintés a magyar öntőnapokról kettős jubileuma alkalmából 6/17
160 éves jubileum Törökszentmiklóson 2/26
Átadták a Magyar Öntészeti Szövetség 2009. évi díjait 3/20
Az Öntészeti Tanszék dísztárgyai, keletkezésük története. A TEMPUS-tál 3/21
Fémöntészeti technológiai ismeretek honlapja. Az Európai Unió Leonardo-projektje: CAE DS 2/19
Fennállásának 60. évfordulóját ünnepelte az AKG Alföldi Kohászati és Gépipari Zrt. 5/22
Testvérlapjaink tartalmából 3/17
Üzemi hírek 5/21
Visszaállították egyik legrégebbi öntöttvas síremlékünket 3/22
XX. magyar öntőnapok, 2009. október 11-13., Tapolca 6/15

Fémkohászat

A VON ROLL kísérleti hengerállvány telepítése a Miskolci Egyetemen 2/36
Székesfehérvár 2008 2/39

Újabb híradás egy szlovákiai konferenciáról 3/32
X. fémkohászati szakmai nap a Miskolci Egyetemen 6/30

Jövők anyagai, technológiai

Laser World of Photonics 2009 3/37
Szegeden épül az uniós szuperlézer ... 6/36

Egyesületi hírmondó

40 éves az apci helyi szervezet 2/53
A dunaújvárosi alma mater előtt tisztelgő szakestély 6/50
A Fém szövetség taggyűlése az Öntödei Múzeumban 2/56
A III. Magyar Műszaki Értelmiség Napja 4/64
A X. jubileumi Luca-napi szakestély ... 1/54
Az Erdőmérnöki Kar 200 éves jubileumi díszünnepsége 1/34
Az MTA Metallurgiai Bizottságának ülése az Öntödei Múzeumban 3/50
Az OMBKE 98. Küldöttgyűlése 4/2
Az OMBKE Öntészeti Szakosztályának vezetői ülése 6/49
Az OMBKE Választmányának 2009. április 23-i ülése 3/47
Az Öntészeti Szakosztály 2008. évi tevékenysége 2/48
Az öntésztörténeti és múzeumi szakcsoport kibővített vezetői ülése 2/55
Bányászat nélkül nincs esély a fejlődésre és a felzárkózásra (Ladányi András interjúja dr. Vojuczki Péterrel) 1/1
Beszámoló az ágyú történeti konferenciáról 3/52
Borbála-napi ünnepségek megszervezte 1/39-1/47
Egyetemi hírek 1/52, 3/54, 4/62, 5/46, 5/50, 6/51
Évzáró választmányi ülés 2/47
Felhívás végzett fiatal mérnökeinkhez 1/60
Gratulálunk kitüntetettjeinknek ... 1/38

Hazai hírek 4/52, 4/55
Hírek 1/18, 1/19, 1/37, 1/41, 1/46, 1/50, 1/51, 1/53, 4/48, 4/53, 5/51, 6/56
Hozzászólás 1/59, 4/36, 4/48, 5/43
II. Fazola Napok – Miskolc, 2008. szeptember 12-14. 1/55
Jubiláltak a fémkohászok 3/49
Kitüntetések 4/45, 6/51
Könyvismertetés 4/22, 5/51
Köszöntés:

Altnéder János 6/53
Buczkó János 5/52
Bucsi László 6/55
Czeke Aristid 2/58
Dr. Dworák József 2/58
Fogarasi Béla 6/53
Gönczi Pál 3/58
Haller János 5/53
Dr. Hanák János 2/60
Harrach Walter 5/51
Hédai Lajos 3/58
Héjjas Mátyás 5/53
Horváth György 5/52
Imre Gyula 6/55
Kalmár Elemér 5/52
Dr. Klug Ottó 6/55
Koltayné Tátrai Ildikó 2/BIII
Kotán László 2/58
Kovács László 2/58
Majkut Albert 2/59
Márkus László 3/58
Mészáros József 5/53
Dr. Mihalik Árpád 2/59
Molnár Nándor 2/59
Örkényi Kálmán 3/56
Dr. Patay Pál 6/52
Proszt Ervin 3/56
Sütő Zoltán 2/60
Dr. Szabó Lajos 2/59
Szalay Géza 6/54
Dr. Szegedi József 3/59
Dr. Szeghegyi Árpád 6/54
Szj Zoltán 3/59
Tokár István 2/60
Várhelyi Rezső 3/57
Várszegi Zoltán 6/53



Központi Borbála-napi ünnepség 1/36	<i>Dekovics András</i> (1950-2009) 3/60	Összevont vezetőségi ülés Dunaújvárosban 2/52
Krakkói nyilatkozat 1/18	<i>Kotán László</i> (1924-2009) 6/56	Szalamander – 2008 1/54
Lehetőségek és teendők a XXI. Bányászati Világkongresszus tükrében 1/13	<i>Dr. Kun Béla</i> (1919-2009) 4/60	Szoboravatás a Miskolci Egyetemen ... 5/48
Megemlékezés és szakmai nap Mindszenten 5/45	<i>Osztatni Mihály</i> (1926-2009) 5/55	Tartalom és tárgymutató – 2008 2009/2. sz.
Múzeumi hírek ... 2/56, 3/51, 5/44, 6/51	<i>Selmeczi Béla</i> (1915-2009) 4/61	Választmányi ülés 6/47
Nekrológ:	<i>Sinkovits György</i> (1931-2008) 3/59	XI. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia, Máramarossziget 4/27
<i>Cseh Miklós</i> (1926-2009) 3/60	<i>Stefán Mihály</i> (1932-2009) 5/54	
	<i>Vass Sándor</i> (1944-2009) 5/56	
	<i>Vingli Károly</i> (1947-2009) 2/BIII	

Betűrendes névmutató

Felsőoktatás

Gácsi Zoltán 3/1

Vaskohászat

Cseh Ferenc 5/5
 Illés Péter 6/1
 Kvárik Sándor 5/5
 Móger Róbert 5/5
 Mucsi András 5/1
 Sándor Péter 3/5
 Stefán Mária 2/1
 Tardy Pál 2/1
 Zámbo József 2/1

Öntészet

Bacskai Antal 5/11
 Bán Attila 1/6
 Bast, J. 3/11
 Dúl Jenő 5/16
 Hajo, Dieringa 6/9

Juhász Borbála 5/16
 Kadauw, A 3/11
 Kainer, Karl Ulrich 6/9
 Malaschkin, A. 3/11
 Szabó Richárd 5/16
 Vízvárdy Endre 2/11

Fémkohászat

Demeter Dániel 6/23
 Fogarasi Béla 6/23
 Kokas Péter 6/23
 Ligeti Gábor 5/30
 Pilissy Lajos 3/23
 Szabó Lajos 2/27
 Szarka János 2/27
 Tóth Pál 5/23
 Török Tamás 5/23

Jövők anyagai, technológiai

Balázs Tibor 5/37

Buza Gábor 3/33, 6/31
 Dobránszky János 5/37
 Gácsi Zoltán 4/31
 Gergely Gréta 4/31
 Kálazi Zoltán 3/33
 Kaptay György 3/39, 6/37
 Májlinger Kornél 2/41
 Makszimus Andrea 4/31
 Pázmán Judit 4/31
 Roósz András 3/33
 Svéda Mária 3/33
 Szabó Péter János 2/41

Egyesületi hírmondó

Árpási Miklós 4/49
 Pethő Szilveszter 1/57
 Pilissy Lajos 1/20
 Réthy Károly 4/46
 Szabó Imre 4/40
 Varga József 4/37



Tárgymutató

A, Á

acél
– hőkezelése ... 5/1
ágyúöntés ... 1/6
alumíniumöntvény ... 5/11
alumíniumötvözet
– tulajdonságai ... 4/31
anyagvizsgálat ... 5/11

B

bányászat
– története ... 4/46
bevonatok ... 5/30
biokompatibilitás ... 5/23, 5/37
bronz ... 1/6

E, É

energiafelhasználás ... 6/31
energiaigazdálkodás ... 3/5, 4/49

F

felsőoktatás ... 3/1
felületkezelés ... 5/30
felületminőség ... 2/41
fémkohászat
– Magyarországon ... 3/23
fémöntészet ... 1/6
fémötvözetek ... 5/37
formázóanyagok ... 2/13, 3/11

H

határfelületi jelenségek ... 3/39, 6/37
hengerlés ... 2/27
– gazdaságossága ... 6/1
hengerművi
– hengerek ... 2/27, 6/1

hűtés ... 2/27

I, Í

ipari gázok ... 6/23

K

kohászat(i)
– kemencék ... 6/23
– története ... 1/57, 3/23
kompozitok
–, fémmátrixú ... 4/31
környezetvédelem
– kohászatban ... 5/5
kupolókemence ... 1/20

L

lézersugaras
– felületkezelés ... 2/41, 3/33
– technológiák ... 6/31

M

magnézium
– kohászata ... 3/23, 6/9
magnéziumöntvény ... 6/9
Magyarország
– acélipara ... 2/1
– bányászata ... 4/37, 4/40
– energiagazdálkodása ... 4/49
– kohászata ... 1/57, 3/5
– öntészete ... 1/20
meleghengerlés ... 6/1
mérnökképzés ... 3/1
modellezés ... 3/11, 5/1

N

nagyolvasztó ... 5/5

O, Ó

oktatás
– Magyarországon ... 3/1
oxidáció
–, anódos ... 5/23

Ö, Ő

öntészet(i)
– Magyarországon ... 1/20
–, nyomásos ... 5/16
–, precíziós ... 2/13
– segédanyagok ... 3/11
öntöttvas ... 1/20, 2/41
öntvények
– minősége ... 5/16
öntvénygyártás ... 6/9
örlőmalom ... 5/11
ötvözetek
–, monotektikus ... 3/33

P

PVD ... 5/30

SZ

számítógépes
– modellezés ... 3/11, 5/1
szénbányászat ... 4/37

T

termodinamika ... 3/39, 6/37
titán
– felületkezelése ... 5/23
tűzeléstechnika ... 6/23

V

világgazdaság ... 2/1

Emlékeztető a választmány 2010. március 1-jei üléséről

A 2010. március 1-jén 13.30-kor tartott választmányi ülés helyszíne az OMBKE Mikoviny-tanácsterme volt (1027 Budapest, Fő u. 68.). Az ülésen a jelenléti ív szerint szavazati joggal 20 fő, tanácskozási joggal 10 fő vett részt. Az ülést dr. Tolnay Lajos elnök nyitotta meg, köszöntötte a megjelenteket és megállapította a határozatképességet. Megszavazta a napirendet, melyet a választmány egyhangúlag elfogadott. A továbbiakban a megszavazott napirend szerint folyt az ülés.

1. Elnöki tájékoztató

Dr. Tolnay Lajos emlékeztetett, hogy 2010-ben ez az első választmányi ülés. A tervek szerint még két ülést tartunk, egyet a pécsi 99. küldöttgyűlés előtt, egyet pedig a selmecbányai 100. küldöttgyűlés előtt.

Az előző, decemberi választmányi ülés óta a választmány által elhatározott ütemterv szerint folynak a tisztújítással kapcsolatos teendők. A helyi szervezetek megkezdték a vezetőségválasztást, jó és hasznos dolog, hogy az összejöveteleket rendszerint összekötik szakmai előadással.

Az elmúlt időszak legjelentősebb rendezvénye a már hagyományossá vált egyesületi bál volt Lillafüreden, február 20-án. Öröndetes, hogy itt is, de más egyesületi rendezvényen is egyre több fiatal tagtársat lehet látni.

Az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT) február 20-án Kolozsvárott ünnepelte alapításának 20. évfordulóját, ahol számos magyarországi szakmai egyesület és egyetem képviseltette magát. Egyesületünket az ünnepségen dr. Gagyi Pálffy András ügyvezető igazgató képviselte, aki az OMBKE vezetősége és választmánya üdvözlését tolmácsolva köszöntötte az ünneplőket, külön is kiemelve a sikeres együttműködést *Wanek Ferenc* úrral.

Az április 8-a és 11-e között Nagyenyen-

den, az EMT által rendezendő XII. Bányászati, Kohászati és Földtani Konferencia szervezésében az OMBKE is részt vállalt. Egyesületünkől mintegy 90 fő részvételre lehet számítani.

Nagy erővel folynak az idei év legnagyobb egyesületi rendezvénye, a 13. Európai Bányász-Kohász Találkozó előkészületi munkái. Megkötöttük a támogatási szerződést azzal a szervezettel, amelyet az Európa Kulturális Fővárosa rendezvénysorozat bonyolítására és finanszírozására az Oktatási és Kulturális Minisztérium kijelölt. A szerződés alapján bruttó 20 M Ft támogatást használhatunk fel szigorú feltételek és elszámolás mellett. Több, a rendezvénnyel kapcsolatos dologban megállapodásra jutottunk a Pécsi Önkormányzat városüzemeltető cégével is, amelynek új igazgatója egyesületünk tagja.

2. Beszámoló az OMBKE 2009. évi gazdálkodásáról

Az ülés előtt írásban megküldött anyaghoz dr. Gagyi Pálffy András fűzött szóbeli kiegészítést. Elmondta, az OMBKE a 2009-re szóló pénzügyi tervében az előző évekhez hasonlóan azt irányozta elő, hogy az éves költségek ne haladják meg az árbevételt. A pénzügyi válság kiszámíthatatlan hatásainak kivédése céljából az év elején külön felhívtuk a szakosztályok és a területi szervezetek figyelmét arra, hogy csak olyan rendezvényt tartsanak, amelynek költségére a pénzügyi fedezet rendelkezésre áll.

A fenti elvek szerinti költséggazdálkodásnak, valamint az egyesület és a pártoló és jogi tag vállalatok vezetői között folytatott eredményes tárgyalásoknak köszönhetően az éves tervben előirányozott célkitűzés teljesült, az egyesület 2009-ben 792 E Ft eredményt ért el.

Az elmúlt évben a taglétszám 3286-ról 3080-ra, 206 fővel (6,27%-kal) csökkent. Ennek is köszönhető, hogy a 2009. január

1-jei taglétszám alapján tervezett egyéni tagdíjbevételek az év során csak 90,33%-ban teljesültek.

A 2009. évi terv készítése során a jogi tagdíjakat illetően óvatosan számoltunk. Az egyesület és a szakosztályok vezetői erőfeszítéseinek eredményeként azonban sikerült 3,3%-kal nagyobb támogatást szerezni, mint az előző évben.

Az szeptemberi egyeztetés feljárnálásából az előző évek szintjén teljesült a bevételünk. A pályázatokkal elnyert bevétel a nehezebb pályázati körülmények mellett is az előző évek szintjén maradt, az elnyert pályázatok összege 3050 E Ft volt.

2009-ban a BKL Bányászat és a BKL Kohászat négy-négy önálló és két közös száma jelent meg 14 586 E Ft költséggel.

Örömmel említette, hogy egyik szakosztály közvetlen költsége sem haladta meg a bevételeket, de a közös költséghez való hozzájárulás aránya a szakosztályi adottságok miatt különböző volt. A 2009. évi gazdálkodás is mutatja, hogy az egyesület csak a szakosztályok együttműködésével, a szolidaritás elvének érvényesítésével tud hosszú távon eredményesen működni és fennmaradni.

A könyvvizsgáló által is ellenőrzött, auditált mérlegbeszámolót és közhasznúsági jelentést a választmány következő ülésén tárgyaljuk.

A részletekre vonatkozó kérdések után a napirendhez hozzászólt *Petrusz Béla*, aki a Kincsesbányai helyi szervezet átszervezését kérte a Székesfehérvári helyi szervezethez; *Katkó Károly*, aki a kétévenként rendezett öntőnap eredményének elhatárolását kérte; valamint *dr. Dúl Jenő*, aki a hallgatói struktúra megváltozásával indokolta az Egyetemi Osztály létszámának csökkenését.

A hozzászólásokat követően a választmány tagjai egyhangúlag, ellenszavazat és tartózkodás nélkül elfogadták a 2009. évi gazdálkodásról szóló beszámolót (V. 29./2010. 03. 01. sz. határozat).

3. Az OMBKE 2010. évi gazdálkodási terve

Dr. Gagy Pálffy András szóbeli kiegészítésében elmondta, hogy az OMBKE 2010-re szóló pénzügyi tervének készítése során is az előző évihez hasonló bizonytalansági tényezővel kell számolnunk. Az ország gazdasági helyzete nehezen becsülhető

it és költségeit. A rendezvényre az Oktatási és Kulturális Minisztérium bruttó 20 M Ft támogatást hagyott jóvá. A találkozó részvételi díját a tagság minél nagyobb arányú részvétele érdekében minimálisra csökkentettük. A cél a rendezvény veszteségmentes megszervezése.

A szakosztályok közvetlen működési

nyamérnök felkérésével. A jelölőbizottság tagjai pedig a szakosztályoktól beérkezett javaslatok alapján *dr. Esztó Péter, Müllék János, Józsa Róbert, Molnár István, Pordán Zsigmond, dr. Böhm József* és *Vajda István* legyenek. A szakosztályok jelölőbizottságait az alábbi táblázat tartalmazza:

Tisztség	Bányászati Szakosztály	KFV Szakosztály	Vaskohászati Szakosztály	Fémkohászati Szakosztály	Öntészeti Szakosztály	Egyetemi Osztály	Salgótarjáni Osztály
Elnök	Dr. Esztó Péter	Müllék János	Józsa Róbert	Molnár István	Pordán Zsigmond	Dr. Böhm József	Vajda István
Tagok	Hamza Jenő Bariczáné Szabó Szilvia Dr. Káldi Zoltán Varga Mihály	Ördögh Balázs Tótván Zoltán	Dr. Tardy Pál Pallag János Dani Bálint	Széll Pál Tárkány Szűcs József	Szombatfalvy Rudolf Dr. Sziklavári István	Dr. Dúl Jenő Vass László Kulcsár Viktor	Dr. Kúti István Adorján Gizella

mértékben befolyásolhatja az egyesület bevételi forrásait, így a pártoló és jogi tag vállalatok támogatását, a pályázatokat, az egyéni tagok tagdíjfizetési képességét és a MTESZ-től várt forrásokat.

Az előző évhez hasonlóan ez évben is felhívjuk helyi szervezeteink figyelmét, hogy az egyesületi élet folyamatosságának megőrzése érdekében továbbra is szükséges a takarékos és előre kiszámítható költséggazdálkodás, ami annyit jelent, hogy a területi szervezetek és szakosztályok csak olyan, az egyesületi költségeket terhelő rendezvényeket szervezzenek, melyek forrásai előre tisztázottak és rendelkezésre állnak.

A korábbi évekhez hasonlóan a 2010. évi tervünkben is azt irányoztuk elő, hogy az éves költségek ne haladják meg az árbevételt. A tervben azt tételeztük fel, hogy az egyesületet 2009-ben támogató pártoló és jogi tagok segítségére 2010-ben is többnyire számíthatunk, de óvatosságból számolni kell néhány gazdálkodó szervezet pénzügyi nehézségével. Az OMBKE vezetése a legnagyobb támogató vállalatok vezetőit személyesen is megkeresi.

A tagdíj befizetésére szolgáló csekket és tájékoztató levelet minden egyesületi tag lakáscímére megküldtük.

Az előző évhez hasonlóan 2010-ben is azt tervezzük, hogy a BKL Bányászat és Kohászat négy-négy önálló és két közös számát jelentessük meg. A lapok példányszámát folyamatosan a tagság létszámához igazítjuk.

A terv tartalmazza a 2010. május 27-e és 30-a között Pécsen rendezendő 13. Európai Bányász-Kohász Találkozó bevétele-

költségeit a korábbi évekhez hasonlóan az egyéni tagdíjak 30%-ában határoztuk meg.

A szakosztályok egyesületi közös költségekhez való hozzájárulási képessége különböző mértékű. Ezért a közel nullszaldós egyesületi költségvetés teljesítése, a korábbi évekhez hasonlóan, csak a szakosztályok együttműködésével, az egységes egyesületi szellem megtartásával lehetséges. A bemutatott terv teljesítése csak szigorú költséggazdálkodással érhető el, betartva az óvatosság elvét is, tehát mindig csak a ténylegesen rendelkezésre álló pénzügyi keret terhére lehet kötelezettségeket vállalni.

A választmány tagjai egyhangúlag, ellenszavazat és tartózkodás nélkül elfogadták a 2010. évi gazdálkodási tervet (V. 30./2010. 03. 01. sz. határozat).

4. A 2010. évi küldöttgyűlések előkészületi munkái, a jelölőbizottság jóváhagyása

Az előterjesztő *Kovacsics Árpád* főtítkárismertette a választmány előtt álló feladatokat a pécsi 99. és a selmechányai 100. küldöttgyűlésig. Ezek a feladatok részben meghatározzák a következő választmányi ülések időpontjait is, a tervek szerint az április 26-ával kezdődő hét első felében, és az augusztus 23-ával kezdődő hét második felében tartunk választmányi ülést.

A főtítkári a továbbiakban a jelölőbizottság felállítását ismertette. Mivel a jelölőbizottság elnökét a választmány bízza meg, kérte, hogy a Bányászati Szakosztály vezetőségének javaslatára a választmány értsen egyet *Törő György* okl. bá-

nyamérnök felkérésével. A jelölőbizottság tagjai pedig a szakosztályoktól beérkezett javaslatok alapján *dr. Esztó Péter, Müllék János, Józsa Róbert, Molnár István, Pordán Zsigmond, dr. Böhm József* és *Vajda István* legyenek. A szakosztályok jelölőbizottságait az alábbi táblázat tartalmazza:

5. A „Memorandum készítő bizottság” tájékoztatója

Dr. Tardy Pál, a bizottság elnöke előljáróban arról tájékoztatta a választmány tagjait, hogy a Memorandum készítő bizottság az Egyetemi Osztály és a Kőolaj-, Földgáz- és Vízbányászati Szakosztály bizottságba delegált tagjától nem kapott anyagot. A többiek által összeállított memorandumot a választmány tagjai írásban megkapták. *Dr. Gagy Pálffy András* javaslata szerint a memorandum képezhetné a pécsi találkozó keretében megtartandó tudományos konferencia zárodokumentumát is, amit közzétennénk sajtótájékoztatón, és eljuttatnánk a parlamenti és az uniós képviselőkhöz.

A témához hozzászólt *Ősz Árpád*, aki a hatóságok megnevezésének pontosítását kérte. *Hajnal János* kérte, ügyeljünk arra, hogy a bizottságba delegált személy ne önállóan alkosson véleményt, hanem a szakosztály vezetőségével egyeztetve. Javasolta, hogy a kohászat fejlődésével, ill. visszafejlődésével kapcsolatos megállapítások differenciáltan legyenek megemlít-

ve. *Dr. Gál István* a magyar állam tulajdonában lévő ásványvagony nagyobb mértékű kihasználását, ebből adódóan az import csökkentésének lehetőségét és szükségességét hangsúlyozta. *Dr. Tolnay Lajos* az import versenyszabályozó szerepére hívta fel a figyelmet.

Dr. Tardy Pál az elhangzottak alapján a memorandum átdolgozását magára vállalta és kérte, hogy a szénhidrogén-bányászat szakemberei is küldjék el véleményüket.

A választmány a vitában elhangzott módosításokkal, kiegészítésekkel jóváhagyta a Memorandum készítő bizottság előterjesztését. Egyúttal megbízta a bizottságot, hogy az elhangzottak alapján dolgozza át a memorandumot és készítsen egy nyilatkozattervezetet, amelyet a 13. Európai Bányász-Kohász Találkozó alkalmával tartandó szakmai konferencia állásfoglalásaként is kiadunk (V. 31./2010. 03. 01. sz. határozat). *(Az átdolgozott memorandum szövegét jelen emlékeztető után közöljük. Szerk.)*

6. Tájékoztatás a 13. Európai Bányász-Kohász Találkozó szervezéséről

Dr. Gagy Pálffy András ügyvezető igazgató elmondta, hogy a közismert nevén Knappentagra való jelentkezés lezárult, majdnem minden helyi szervezetből jelentkeztek tagtársak. A magyar jelentkezők száma 550 fő, a külföldieké (Németországból, Hollandiából, Ausztriából, Olaszországból, Csehországból, Lengyelországból, Szlovákiából és Erdélyből) 480 fő. A találkozó idején rendezik az Év erdésze

versenyt, melynek eredményhirdetését a felvonulást követően tartják. Ennek következtében kb. 50 erdész résztvevővel is számolunk.

A szervezésbe mintegy 70 egyetemistát és főiskolást vonunk be. Előzetesen tíz hazai és négy külföldi zenekar jelezte részvételi szándékát. Azt mondhatjuk, hogy összességében kb. 1500 főre lehet számítani.

A találkozóra meghívjuk azoknak a városoknak a polgármestereit, akik aláírták a bányász-kohász hagyományok ápolásával kapcsolatos együttműködési megállapodást Székesfehérváron, ill. ahol korábban BKE találkozót tartottunk. Meghívjuk továbbá a szakmáinkkal kapcsolatos egyesütemek, állami és társadalmi szervezetek vezetőit és országgyűlési képviselőket.

Május 29-én reggel autóbust indítunk Pécsre az MTESZ székház elől (Bp. II. ker., Fő u. 68.) a küldöttgyűlésre. A díszfelvonulás után a busz a résztvevőket visszaszállítja Budapestre. Erre a titkárságon lehet jelentkezni a (06-1)201-7337-es telefonszámon vagy az ombke@mtesz.hu e-mail címen.

Tóth János, a Történelmi Bizottság elnöke, a Magyar Olajipari Múzeum igazgatója fogja össze a szakmáinkat bemutató kiállítás elkészítését. A szakosztályok a megjelenési kéréseikkel hozzá fordulhatnak, de ne feledkezzenek el a költségeket viselő szponzorokról gondoskodni.

A találkozóra ásványkiállítás és -börze csatlakozik, amelyet a résztvevők a találkozó jelvényével ingyenesen látogathatnak. A találkozó idején tudományos és technikatörténelmi konferencia is lesz, melynek

nyitó előadását *dr. Kovács Ferenc* akadémikus tartja a 375 éves selmeci oktatásról.

Május 29-én, pénteken 20.00 órától a Benkó Dixieland Band ad koncertet. 30-án, vasárnap 11.00 órakor az Ágoston téren bányász emléktábla-avatás és koszorúzás lesz a Mecseki helyi szervezet rendezésében.

A találkozó idejére elkészülnek a megrendelt új zöld, bordó és fekete színű nyakkendők, amit ott át is lehet venni azoknak, akik megrendelték.

A Knappentagnak magyar és német nyelvű programfüzete készül, ezt a résztvevők a helyszínen kapják kézhez.

A jelentkezők visszaigazolást kapnak a számlájuk mellé a szállásuk pontos adataival. Kérjük, hogy a találkozón lehetőség szerint mindenki egyenruhában vegyen részt.

7. Egyebek

Ősz Árpád arról adott tájékoztatást, hogy a Montan-Press Kft.-nél a bányászat iparművészeti alkotásait bemutató 2010-es naptár, faksimile kiadásban Selmecebánya középkori jogkönyve és bányászati témájú miniatűrkönyvek kaphatók. A kft. elérhetősége: tel.: (06-1)201-8083, fax: (06-1)225-1328, e-mail: montanpress@t-online.hu

Az ügyvezető igazgató kérte, hogy a szakosztályok 2010. március 31-ig a kitüntetésekre vonatkozó összes személyi javaslatot küldjék meg elektronikus formában az OMBKE titkárság ombke@mtesz.hu címére.

Több hozzászólás nem lévén, az elnök bezárta a választmány ülését.

Dr. Gagy Pálffy András

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület memoranduma az Európai Parlament és a Magyar Országgyűlés képviselőihez

Szakmáink, a bányászat és a kohászat versenyképességét, életképességét a természeti és földrajzi adottságok mellett az a gazdasági-társadalmi-politikai feltételrendszer is igen nagy mértékben befolyásolja, amelyben működnek. Az Európai Unióban az Európai Parlament, hazánkban a Magyar Országgyűlés hozza meg azokat a döntéseket (törvények, rendeletek, direktívák formájában), amelyek alapvetően meghatározzák az említett feltételrendszert. Érthető és szükségszerű ezért, hogy a mértékadó szakmai szervezetek külön-

böző módszerekkel megpróbálják számukra kedvező irányba befolyásolni a döntéshozókat. Az Európai Parlament tavaly megválasztott tagjainak több európai szakmai szervezet memorandumban hívta fel a figyelmét azokra a problémákra, amelyek megoldására, enyhítésére elsősorban a törvényhozóknak van lehetőségük.

Az OMBKE novemberi választmányi ülésén *dr. Tardy Pál* elnök javasolta, hogy – különös tekintettel a közelgő parlamenti választásokra – egyesületünk dolgozzon ki egy olyan dokumentumot, amely felhívja

az Országgyűlés és az Európai Parlament magyar tagjainak figyelmét a hazai bányászat és kohászat életképességét, versenyképességét befolyásoló, érvényben lévő vagy előkészítés alatt álló törvényi szabályozási előírásokra. A cél az, hogy a képviselőket objektív, szakszerű információk megadásával a szakmák képviselői az ország érdekeit szolgáló döntések irányába befolyásolják.

A választmány a javaslatot támogatva kérte a szakosztályokat, hogy kijelölendő delegáltjaik aktív közreműködésével ve-

gyenek részt a memorandum összeállításában. Az exelnök által vezetett csoport munkájában a Bányászati Szakosztály részéről dr. Vojuczki Péter és dr. Gál István, a Vaskohászati Szakosztály részéről Solt László, a Fémkohászati Szakosztály részéről Molnár István, az Őntészeti Szakosztály részéről dr. Sohajda József vett részt.

A memorandum tervezetét a választmány március 1-jei ülésén megtárgyalta és kisebb módosításokkal elfogadta; a dokumentumot alkalmasnak tartotta arra, hogy az OMBKE a választásra készülő pártok képviselőinek rendelkezésére bocsássa. A 13. Európai Bányász-Kohász Találkozót övező széles sajtónyilvánosságot kihasználva a memorandumot, megfelelő kivitelben, terjeszteni fogjuk. Ősztől kezdve az új parlament illetékes bizottságaival, tagjaival tárgyalásokat kezdeményezünk a memorandumban leírt javaslatok realizálásának feltételeiről, lehetőségeiről.

A memorandum szövegét az alábbiakban tesszük közzé.

Mottó: „...az energia, a természeti erőforrások és a nyersanyagok megőrzése és hatékonyabb felhasználása, valamint a termelékenység növelése jelenti iparunk és gazdaságaink jövőbeni versenyképességének hajtóerejét.”

(Konzultáció a jövőbeni „EU 2020” stratégiáról, Bizottsági Munkadokumentum, 2009. november)

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület a hazai bányász és kohász társadalom 1892-ben megalakult szakmai tudományos érdekképviseleti szervezete, amelynek alapszabályban rögzített feladata, hogy tagjai szakértelmével hozzájáruljon e szakmák fejlődéséhez.

Memorandumunk célja a hazai és az EU törvényhozás képviselőinek figyelmét felhívni arra, hogy a hazai bányászat és kohászat stabilitását és működését mennyire alapvetően befolyásolja a folyamatos változásban lévő gazdaságpolitikai és törvénykezési feltételrendszer, és segítsük szakmailag megalapozott döntések meghozatalát. Felajánljuk egyúttal a magyar bányász és kohász társadalom közreműködését a döntések meghozatalához szükséges szakmai vélemények kialakításában.

Javaslatok a hazai bányászat és kohászat életképességének és stabilitásának javítására

Az Európai Bizottság és az EU szakmai szervezeteinek dokumentumait, valamint a bányászat és kohászat hazai működésére vo-

natkozó információkat figyelembe véve az alábbiak szerint határoztuk meg az ágazatok stabilizálására és fejlesztésére vonatkozó javaslatainkat.

Bányászat:

- növelni kell a hazai nyersanyag és energiahordozó források kiaknázását és hasznosítását (ásványvagyonunk állami tulajdonban van, a kihasználtsági mutatók ugyanakkor gyengék);
- el kell hátrítani a bányászati és kitermelési jogok megszerzését súlyosan fékező akadályokat;
- az állam teremtsen meg az ásványvagyon-gazdálkodás felelős rendszerét;
- a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal legyen aktívabb a potenciális bányaterületek azonosításában és az ezzel kapcsolatos hosszú távú földhasználati tervek kialakításában;
- a nemzeti földtani szolgálatok alakítsanak ki nemzetközi hálózatot az információk jobb terítése és egy integrált adatbank kiépítése céljából ("Europa beneath our feet" knowledge network);
- a földgázzal kapcsolatos egyoldalú importfüggőség mérséklése érdekében támogatni kell a reménybeli hazai földgázvagyon (hagyományos és nem hagyományos) felkutatását és kitermelését;
- növelni kell a hazai szénvagyon használatát a villamosenergia-termelésben. Folytatni kell a bányászat és a tüzeléstechnika műszaki fejlesztését, szükség szerint a legújabb technikai megoldások figyelembe vételével (a keletkező CO₂ leválasztása, a szén föld alatti elgázosítása), ezekre jó geológiai adottságaink vannak;
- a hazai földalatti vízkészleteket és vízbázisokat meg kell óvni és olyan állapotban megtartani, hogy használatuk hosszú távon fenntartható legyen;
- az USA és Japán mintájára azonosítani kell az EU, ill. hazánk szempontjából legfontosabb stratégiai nyersanyagokat, azok beszerzési lehetőségeit, és ezek alapján gondoskodni kell beszerzésük megfelelő biztonságáról, amihez a külpolitika és a nemzetközi kereskedelem-politika eszközeit is fel kell használni. Ez a kohászat szempontjából is létfontosságú;
- indokolt a geotermiai kutatások, beruházások és áramtápvétel támogatása.

Kohászat:

- a klímapolitika célkitűzéseinél figyelembe kell venni, hogy az európai kohászat technikailag egyike a legfejlettebbeknek, ahol a fajlagos anyag- és energiafelhasználás lényegesen kisebb az átlagosnál, és hagyományos eszközökkel már

- csak kis mértékben csökkenthető;
- az áttörést hozó megoldások kifejlesztése és bevezetése rendkívül költségigényes, ezért amennyiben az EU továbbra is a CO₂-emisszió drasztikus csökkentését vállalja, az Uniónak jelentős támogatást kell biztosítani az ilyen projektekhez;
- a klímapolitika csak akkor lehet hatékony, ha a többi nagy CO₂ kibocsátó is az EU-hoz hasonló klímapolitikát vállal. Ennek hiányában felül kell vizsgálni a célkitűzéseket;
- a CO₂-kereskedelem növeli a villamos energia árakat, ami rontja az EU területén működő vállalatok versenyképességét. Ezt megfelelő módon kompenzálni kell;
- a környezetvédelmi szabályozást egyszerűbbé és átláthatóbbá kell tenni. El kell kerülni a módosítások, új rendeletek számának rohamos növekedését, csökkenteni kell a túldimenzionált jelentési kötelezettségeket, a szabályozók kidolgozásába és a döntések meghozatalába jobban be kell vonni az ágazatok képviselőit;
- a fém- és acélhulladékok nemzetközi piacon tisztességtelen eszközöket is alkalmaznak. A fémhulladékok exportját korlátozó eszközökkel szemben fel kell lépni, ill. végső esetben hasonlókat kell bevezetni;
- a piacpolitikának biztosítani kell, hogy az EU-ba szállító országok eleget tegyenek az EU követelményeinek. Az EU a világ legnyitottabb piaca, ugyanakkor az EU-n kívüli országok gyakran kereskedelmi korlátozásokkal és támogatásokkal hozzák kedvező helyzetbe saját iparukat. Az EU piacvédelmi eszközeinek teljes tárházát ki kell használni a támogatott, ill. dömpingtermékek beszállítása ellen;
- a hazai kohászat számára nemzetközileg versenyképes energiaárakat kell biztosítani, a villamos energia tényleges termelési költségeire ráterhelt további költségelemeket ennek figyelembevételével kell meghatározni;
- az acélipar állami támogatásának ellenőrzésére és tiltására vonatkozó, az 1990-es évek elején hozott EU szabályok sokkal szigorúbbak, mint a többi ágazatra vonatkozó előírások. Ezek a szabályok betöltötték szerepüket. Ma azonban, amikor Közép-Európa országainak zöme évek óta EU-tag, indokolatlan a további fenntartásuk. Emiatt az acélipar számos pályázati lehetőségéből eleve ki van zárva, ami rontja fejlesztési lehetőségeit.

A javaslatok jelentős részének megvalósításához a hazai és az EU-szintű szabályozás felülvizsgálatára, ill. módosítására van szükség, ehhez kérjük a képviselők támogatását.



Javaslatunkat a következő rövid háttéranyaggal támasztjuk alá.

1. A bányászat és kohászat helye a magyar gazdaságban

A hazai bányászat (szénbányászat, szilárdásvány-bányászat, kőolaj-, földgáz- és vízbányászat) és kohászat (acélipar, fémipar, öntészet) jelenleg mintegy 30 000 főt foglalkoztat közvetlenül, a hozzá kapcsolódó tevékenységeket figyelembe véve 100 000-re tehető a két iparág működésétől függő emberek száma. Az ágazatok termelési értéke meghaladja a 3000 Mrd Ft-ot, ami az ipar teljesítményének kb. 17%-a. Az ágazatoknak a termelésük visszaesése ellenére meghatározó szerepe van a hazai gazdaság megbízható nyersanyag- és alapanyag-ellátásában, szállításaik nélkül az ország gazdasága és lakossága kiszolgáltatottá válna a külpiacok esetenként váratlan és irracionális változásainak, importot váltanak ki, és különösen a kohászatnak jelentős az exportteljesítménye.

2. A nyersanyagok és alapanyagok stratégiai szerepe a gazdaságban

A nyersanyagok, energiahordozók és alapanyagok a társadalmak fenntartása és fejlődése szempontjából meghatározó fontosságúak. A társadalom léte a megfelelő minőségű és mennyiségű alapanyag és energia folyamatos, biztonságos rendelkezésre állása nélkül elképzelhetetlen. Évtizedek tapasztalata, hogy a világpolitikában és a világgazdaságban a nagy nyersanyag és energiahordozó bázisokkal és alapanyaggyártó/feldolgozó kapacitással rendelkező országok, régiók érdekei uralják a nemzetközi politikát, amelyhez a szállításaiktól függő országok kénytelenek igazodni.

A nyersanyagok, energiahordozók és alapanyagok kitermelésével és feldolgozásával foglalkozó bányászat és kohászat az elmúlt két évtizedben mind az Európai Unióban, mind Magyarországon vesztese volt a nyersanyagpiac fejleményeinek. Költségszintjüket, ezáltal versenyképességüket több uniós kezdeményezés is rontotta, ami hozzájárult korábbi stratégiai szerepük elvesztéséhez, társadalmi és gazdasági megítélésük lényeges romlásához. Nem tekinthető véletlennek, hogy az Európai Unió egész iparában – kisebb vagy nagyobb mértékben ugyan – hasonló folyamat zajlott le. A Lisszaboni Szerződés célkitűzéseitől való lemaradás, majd a Koppenhágai Klímakonferencia kudarca, a kialakult globális válság pedig különösen bizonyítja, hogy az eddigi és a tervezett út nem vezet eredményre.

Számos jel utal arra, hogy az Európai Unió a nyersanyagokkal és alapanyagokkal kapcsolatos politikáját felül kívánja vizsgálni. Az Európai Bizottság „EU 2020” stratégiáról készített munkadokumentuma erre külön felhívja a figyelmet (*l. előbb*). Hasonló szemléletre van szükség a hazai kormányzat és iparpolitika esetében is.

3. A hazai bányászat és kohászat működését befolyásoló gazdaságpolitikai tényezők

A hazánkban működő bánya- és kohóvállalatok, öntödék működését és versenyképességét jelentősen befolyásolja az EU közösségi jogi feltételrendszere. A hazai szabályozók egy része az uniós rendeletek változatlan formában való átvételeként alakul ki, a gazdaság földrajzi és geopolitikai sajátosságainak kellő mérlegelése nélkül. A magyar kormányzatnak és törvényhozásnak a jogrendszer nem elhanyagolható mozgásterében több figyelmet célszerű fordítani a szabályozás nyersanyag-energetikai blokkot érintő részeinek, részleteinek hazánk sajátosságait tekintetbe vevő alakítására. Ezt a lehetőséget számos tagország eredményesen használja ki gazdasága működési feltételeinek javítása érdekében.

A két ágazatnak több olyan közös jellemzője van, amely az alapvetően szolgáltatási rendszerekre szabott szabályozás viszonyai között veszélyeztetni stabilitásukat, ill. külső megítélésüket. Ilyenek például a következők:

- mindkét ágazat beruházás- és tőkeintenzív, így a tőke megtérülése csak hosszabb távon lehetséges, ezért helytelen gazdaságpolitikai, ill. stratégiai megítélésüket a konjunktúra rövid távú változásaira alapozni;
- az EU bánya- és kohóipara az elmúlt évtizedekben erősen sorvadt, a nyersanyagok és kohászati termékek nagy része importból származik. A szénhidrogén energiahordozók, a kokszolható szén és a kohászat egyéb nyersanyagainak forrásai jelentős részben politikailag és/vagy gazdaságilag instabil régiókban vannak. A szállítások biztonsága ezért még rövidebb távon is veszélybe kerülhet;
- Európa és hazánk egyaránt jelentős kiaknázatlan készletekkel rendelkezik mind szilárd energiahordozókból, mind ásványkincsekből; kohászatának teljesítő-képessége pedig a nemzetgazdasági szempontból indokolatlan, kényszerű leépítések ellenére sincs kihasználva;
- ha az EU, ill. hazánk importfüggése az energetikában és az iparban a jelenlegi szinten marad vagy tovább nő, akkor el-

kerülhetetlen a szállítóktól való politikai és gazdasági függőség növekedése;

- a környezetvédelem, különösen pedig a klímavédelem vulgáris, gyakran irracionális, egyoldalú túlhangsúlyozása veszélyezteti a nemzetközi versenyképességet, és nagy mértékben hozzájárul mindkét ágazat társadalmi megítélésének romlásához;
- ezzel is összefügg, hogy sem EU-s, sem hazai szinten nincs deklarált stratégia ennek a két ágazatnak a jövőbeni szerepéről a gazdaságban; a szénbányászat tekintetében pedig, a világon egyedül Európában, eluralkodott a politikában egy káros vízió a gazdaságos, szénmentes energetika kialakításáról;
- az ezeréves múlttal rendelkező magyar bányászat és kohászat sok értékes történelmi emlékkel, emlékhellyel rendelkezik. Fenntartásuk egyre nehezebb, és féltendő, hogy jelentős részüik előbb-utóbb veszendőbe megy.

A következőkben javaslatunk alátámasztására, teljességre való törekvés nélkül, felsorolunk néhány, a hazai bányászat és kohászat működése szempontjából különösen kritikus gazdaságpolitikai tényezőt.

3.1. Bányászat

Hazai helyzet

Magyarország, az elmúlt évtizedekben kialakult közfelfogással ellentétben, a szén- és ásványi nyersanyagokkal közepesen ellátott országok közé tartozik. Gazdaságosan kiaknázható szénvagyunk a jelenleginek többszörösét kitevő kitermelést figyelembe véve is több mint 100 évre elegendő; a Mecsekben megkutatott uránérc vagyonból a Paksi Atomerőmű részére még 40 évnyi üzemanyagot lehetne előállítani. Világviszonylatban is jelentősnek mondható a réz-, cink- és ólomtartalmú polimetallikus ércvagyunk. Az ismert bauxitkészleteket kiaknázva mind a speciális tíföldgyártás, mind egy ésszerűen, versenyképes árú villamos energiával működtetett alumíniumipar igényei kielégíthetők lennének. Az elmúlt 40 év elhibázott döntései miatt azonban ezek a lehetőségek kihasználatlanok. Miközben nyersanyagkészleteink a földben maradnak, a kincstár nem kap bányajáradékot, az önkormányzatok adókat, a bányavidékeken nincsenek munkalehetőségek. Szénvagyunkból egyedül a lignit kitermelése folyik elfogadható, de a gazdaságilag indokoltat messze el nem érő szinten, és sok, jelentős részben gerjesztett ellenérzés kíséretében.

Az elhibázott nyersanyag-politikát alapvetően csak a kő, a kavics, a homok és az egyéb építőanyagok bányászata tudta

sikeresen átvészelné az építőipar és az útfelújítás felhasználásának köszönhetően.

A felszín alatti vizek tekintetében hazánk jó helyzetben van. Az ivóvízellátás több mint 90%-a földalatti készletekből származik, gondot okoz azonban, hogy nagy részük a szennyezés szempontjából sérülékeny környezetben található. Jelentős ásványvíz és termásvíz készleteink kitermelése az elmúlt évtizedben rohamosan nőtt, ami esetenként a készletek nagymértékű csökkenését eredményezte. A kitermelés jogi feltételrendszerét ennek tükrében célszerű felülvizsgálni.

Geotermikus adottságaink jobb kihasználására fejlesztendő a hő- és a villamosenergia-termelése.

EU-fejlemények

Az EU villamosenergia-termelésének kb. 30%-a szénbázisú. A földrajzilag hozzánk közeli országok egész sorában ez az arány meghaladja az 50%-ot, Lengyelországban pedig a 90%-ot. Az erőművekben felhasznált szén döntő többségét az Unió területén bányásszák ki, ami igen nagy ellátási biztonságot jelent. Az elmúlt évtized erőltetett és egyoldalú klíma- és környezetvédelmi intézkedései azonban mind a közvélemény, mind a politika szemében gyanúsá tettek a szénbányászatot és a szénfűtésű erőműveket, ami a szénalapú villamosenergia termelését drágító költséges választásokat igényelt az ágazat részéről. Ezek között vannak biztató technikai-technológiai válaszok. Kialakult a „clean coal concept” (tisza szén koncepció), technikailag bizonyítást nyert, hogy a szénbázisú villamosáram-termelés CO₂ emissziója megfelelő módszerekkel minimálisra csökkenthető, akár meg is szüntethető. A módszerek széleskörű ipari bevezetése azonban a tudomány mai állása, a gazdaság teljesítőképessége következtében még várat magára.

Az új eljárások alkalmazása ugyanis hatalmas költségnövekedéssel jár. A klímaváltozás és az emberi tevékenységek által kibocsátott CO₂ mennyisége közötti összefüggés tudományos bizonyítása ugyanakkor még távolról sem teljes, ma legfeljebb egy erősen valószínűsíthető hipotézisként fogható fel. A tudomány és a technika állása szerint a belátható jövőben az emberiség nem mondhat le a fosszilis energiahordozók használatáról, villamos energiát legolcsóbban a helyben kitermelt szénből lehet előállítani, a kohászatban a kokszt nélkülözhetetlen. A lemondás ezen létfontosságú anyagok termeléséről ott, ahol adottak a természeti adottságok, több mint könnyelműség. A helyes választ a kérdésre éssze-

rűbb a politika helyett a tudománytól várni.

Az ásványbányászat területén az Unió országaiban a 20. század utolsó évtizedeiben hasonló folyamatok zajlottak le mint hazánkban. Az Európában erősen elsovvadt bányászat, kohászat és feldolgozóipar elsősorban importból szerzi be a nyersanyagokat. A gazdaság azonban az elmúlt évtizedekben több alkalommal is megtapasztalta az importfüggőség súlyos veszélyeit. Ennek ismeretében üdvözöljük a „Raw Materials Initiative” (Nyersanyag iniciatíva) és az olyan egyéb programok, dokumentumok kidolgozását, amelyek hozzájárulhatnak a nyersanyag-energetikai blokk valós helyzetének és értékének megvitatásához.

3.2. Kohászat

Hazai helyzet

A hazai vas- és fémkohászat, öntészet súlya a gazdaságban a közhiedelmekkel ellentétben mindig kisebb volt a környező országokénál. A rendszerváltást megelőzően azonban az ország méretéhez képest átlagosnak volt mondható a vaskohászatunk és az öntészetünk, erős volt a hazai nyersanyag-ralapozott alumíniumiparunk, és specializálódott, korszerűnek mondható a rézfeldolgozásunk. 1990 után vaskohászatunk a felére zsugorodott, a primer alumínium termelése és a rézkohászat megszűnt. Az általában kisebb méretű, rugalmasabb vállalatokból álló alumínium- és vasöntészet megfelelően tudott igazodni az új piaci követelményekhez, többek között jól kihasználva a járműipar látványos fejlődését. A vas- és fémipari feldolgozó üzemek nagy része – többnyire külföldi kezekben – életképes maradt és működik.

A vasipar és a primer alumínium termelés leépülését az örökölt szerkezeti problémák mellett az iparpolitika hibái idézték elő: nem vették figyelembe, hogy a feldolgozó vertikumtól elszakított, anyag- és energaintenzív primer kohászat önmagában hazánkban nem lehet versenyképes, különösen az egyéb tevékenységek számára esetleg még elfogadható, dráguló import energiahordozókra alapozott magas energiaárak mellett. A meglévő bauxitvagyon kitermelését politikai indíttatású jogi lépések akadályozták meg, kizárva az alumíniumipar hazai nyersanyaggal való ellátásának lehetőségét. A vaskohászati vállalatok egy részének rövid távú érdekek mentén történt privatizációja esetenként többszöri külföldi tulajdonosváltáshoz vezetett, ami a piacok elvesztését, a dolgozói morál és a szakértelem csökkenését eredményezte.

Az uniós tagság további nehézségeket hozott: a régi tagországok féltették saját kohászatukat az új belépőktől, és az állami támogatások tiltásával (amit korábban a régi tagok messzemenően kihasználtak saját kohászatuk stabilizálására), továbbá a környezet- és klímavédelmi szabályozók folyamatos szigorításával, a belső piacról származó (de esetenként máshonnan importált) termékek elleni piacvédelem kizárásával súlyos problémák elé állították a hazai vállalatokat. A 2008 végén kialakult globális válság az átlagnál jobban sújtotta az ágazatot: legnagyobb felhasználói, a járműipar és az építőipar termelése esett vissza legjobban.

EU-fejlemények

Az EU kohászata a termékek és a technológiák színvonalát illetően a nemzetközi élvonalba tartozik. Az ezredfordulóig ez általában elegendő is volt stabilitásának biztosításához: az időszakos válsághelyzeteket kezelni tudta, és folyamatos innovációs tevékenységének eredményei versenyképessé tették a világpiacon. Az ezredfordulót követően Kína hirtelen és rendkívül gyorsan növekvő termelése és felhasználása felborította a látszólagos piaci egyensúlyt: az alapanyagok ára néhány év alatt többszörösére nőtt, majd Kína – amely hosszú ideig a legnagyobb importőr volt – 2008-ra acélból a legnagyobb nettó exportőrré vált.

A globális piaci nehézségek mellett az Európai Bizottság további terheket rakott az energaintenzív termelőágazatok vállalataira: élenjáró szerepet vállalt a környezetvédelemben és a klímavédelemben.

Ennek eredményeként a környezetvédelmi szabályozás folyamatos szigorítása van folyamatban (az új rendeleteknek, ill. a régiék revíziójának a száma évente meghaladja a százát), ami nem csak műszaki, hanem adminisztrációs feladatokkal és költségekkel is túlterheli a vállalatokat.

Az emissziókereskedelem bevezetése jelentősen növelte a villamos energia árát, és egyelőre nem világos, hogy a kohászat mennyi kvótavásárlásra fog kényszerülni 2012 után.

A növekvő nyersanyagárak, valamint a klíma- és környezetvédelem többletköltségei súlyosan veszélyeztetik az Unióban működő kohászati vállalatok nemzetközi versenyképességét. Az Európai Bizottság ebben a helyzetben sem tesz sokat az ágazat érdekében: az EU piacvédelme gyenge, és közismert tény, hogy az EU piaca ma a legnyitottabb a világon.



Források

Konzultáció a jövőbeni „EU 2020” stratégiáról. (Bizottsági dokumentum, 2009. november 24.)

European Industry in a changing world – updated sectoral overview, 2009. (Commission staff working document, 30 July 2009)

The raw materials initiative – meeting our critical needs for growth and jobs in Europe (Communication from the Commission to the European Parliament and Council, 2008)

The Lulea Declaration – a response to the raw materials initiative (October 2009)

A European Eco-Efficient Economy – governing climate, energy and competitiveness (Report for the 2009 Swedish Presidency of the EU)

Számos egyéb EU-s és hazai dokumentum a környezetvédelemről, klímavédelemről és a tárgyalat iparágakról.

■ EGYETEMI HÍREK

A 80 éves dr. Farkas Ottó professor emeritus köszöntése

A Miskolci Egyetem, annak Műszaki Anyagtudományi Kara, valamint Metallurgiai és Öntészeti Tanszéke a szakmai és tudományos közélet jeles képviselőivel együtt „Vaskohászati konferencia” keretében köszöntötte dr. Farkas Ottó professor emeritust 80. születésnapja alkalmából (1. kép). A Miskolci Akadémiai Bizottság székházában 2010. február 26-án tartott ünnepséget Lakatos István egyetemi tanár, akadémikus, a MAB elnöke nyitotta meg, és elsőként ő köszöntötte Farkas professzort. A megnyitó után az alábbi szakmai előadások hangzottak el:

Lukács Péter: A világ acéltermelésének fejlődése, és abban az ISD Dunaferri Zrt. szerepének lehetőségei

Farkas Ottó: Fejlesztési irányelvek a nyersvasgyártásban

Tóth László: A nyersvasgyártás létjogosultsága az ISD Dunaferri Zrt.-ben, magyar vasércbázis nélkül

Az előadások utáni első köszöntés dr. Patkó Gyula rektor részéről hangzott el, aki Farkas professor életútját ismertette, kiemelve az egyetem életében meghatározó eredményeket hozó feladatait. Dr. Gácsai Zoltán dékán az ünnepelt egykori, a Kohómérnöki Kar érdekében kifejtett dékáni munkáját, dr. Török Tamás tanszékvezető pedig a Vaskohászati Tanszék életében betöltött szerepét méltatta.

A megjelent vállalati vezetők közül Lukács Péter műszaki stratégiai vezérigazgató-helyettes és Cseh Ferenc nagyolvasztómű gyárvezető Farkas professzort mint a Dunai Vasmű, jelenleg ISD Dunaferri Zrt. nyersvasgyártás-fejlesztésének egyik meghatározó közreműködőjét mutatta be. Egyidejűleg Lukács Péter átadta részére a Dunaferri Főtanácsosa cím adományozásáról szóló oklevelet (2. kép). A diósgyőri vaskohászattal kialakult termékeny kap-



■ 1. kép. A konferencia és ünnepség elnöksége

csolatáról Drótos László nyugalmazott vezérigazgató, az Ózdi Kohászati Üzemek nyersvasgyártásában betöltött szerepéről Póczos József, az utódvállalat OAM Ózdi Acélművek Kft. műszaki igazgatója számolt be.

Dr. Dúl Jenő, az OMBKE Egyetemi Osztály exelnöke köszöntésében az OMBKE szakmai közössége és elnöke, dr. Tolnay Lajos nevében Farkas professor tevékenységének hatását méltatta a szakmai közösségeink életében. A professor úr hallgatóinak képviselőjeként Máté Csilla doktorandusz köszöntötte az ünnepeltet, virágcsokor kíséretében.

Az ünnepséget és a konferenciát a jelen-

lévők hosszas, baráti beszélgetése zárta.

A köszöntések és dr. Farkas Ottó professor emeritus munkásságára utaló információk, valamint publikációs jegyzéke megjelent a Miskolci Egyetem Közleménye B sorozat, Kohászati, 36. köteteként (2010) az Egyetemi Kiadó, Miskolc gondozásában.

✍️ L.K.



■ 2. kép. Farkas professor átveszi az ISD Dunaferri Zrt. kitüntetését

Dr. Jónás Pál 70 éves

Dr. Jónás Pál egyetemi adjunktus 2009. november 19-én töltötte be 70. életévét. Barátai, kollégái, tanítványai és tisztelői 2009. november 27-én az MTA Miskolci Akadémiai Bizottság pinceszobájában köszöntötték.

A Metallurgiai és Öntészeti Tanszék szervezésében tartott bensőséges ünnepségen elsőként dr. Gácsai Zoltán, a Műszaki Anyagtudományi Kar dékánja köszöntötte Jónás Pált. Beszédében méltatta oktatási és kutatási tevékenységét, külön kiemelte, hogy szinte megszámlálhatatlan diplomamunka és tudományos diákköri dolgozat konzulense volt. A kar nevében Verő József-érdeméremben, a Műszaki Anyagtudományi Kar kitüntetésében részesítette az ünnepeltet az oktatásban végzett kiemelkedő munkájáért. Az átadott díjjal járt egy gyönyörű hollóházi porcelánváza is.

A Metallurgiai és Öntészeti Tanszék részéről dr. Tóth Levente méltatta dr. Jónás Pál munkásságát, különös tekintettel arra, hogy Jónás tanár úr a tanszék megalapítása óta aktív oktató és kutató munkát végzett. Szinte hihetetlen, de aki ma Magyarországon öntőmérnökként dolgozik, majdnem mindenki dr. Jónás Pál tanítványa is. A tanszék dolgozói nevében ajándékként egy hollóházi kávékészletet adott át és emlékeztette a jelenlévőket, hogy őt magát is Jónás tanár úr szoktatta rá a kávézásra a közös konzultációik alkalmával.



1. kép. Dr. Jónás Pál az ünneplők körében

A méltatás után dr. Bakó Károly, a Műszaki Anyagtudományi Kar egyetemi magántanára két tortával lepté meg az ünnepeltet. Az egyik torta az Öntészeti Tanszék emblémáját utánozta, a másik egy hengerfejet, utalva az ünnepeltnek az öntészet, azon belül a könnyűfémöntészet területén kifejtett sokoldalú tudományos munkájára.

A Csepelen dolgozó volt tanítványok megalapították a Jónás Tanár Urat Bálványozók Körének Csepeli Helyi Szervezetét. Ennek dokumentációját egy oklevél formájában nyújtotta át az ünnepeltnek dr. Sohajda József, a Magyar Öntészeti Szö-

vetség elnöke. Az oklevél mellé egy virágot öntöző kislányt ábrázoló bronzszobrot adott még át, utalva ezzel is az öntészetre.

A köszöntések sora folytatódott, a jelenlévők (1. kép) néhány kedves mondat, anekdotával emlékeztek az együtt töltött évtizedekre. A végén az ünnepelt megilletődötten köszöntötte meg az ünnepelést, a méltató szavakat és az ajándékokat. Az ünnepség a hivatalos rész után büfébédéllel, kötetlen és kedélyes beszélgetéssel és kávézással folytatódott.

Svidró Józsefné
– Molnár Dániel

Beszámoló egy freibergi tanulmányútról

A Borsodi Tranzit Foglalkoztatási Kht. által meghirdetett „Tudáshidak Borsodból Európába” pályázat révén a Műszaki Anyagtudományi Kar öntész és metallurgus hallgatói, valamint doktoranduszai számára lehetőség nyílt egy egyhónapos külföldi tanulmányúton való részvétellel. A pályázók számára a lehetőséget dr. Török Béla címzetes egyetemi docens biztosította, és a szervezést is ő bonyolította.

Maga a projekt tíz hónapos volt, s mivel komplexitásra törekedett, ezért személyre szabott speciális szakmai feladatokat, szakmai és a helyszíneket tekintve aktualizált EU-ismereteket és humánjellegű felkészítést is tartalmazott. A felkészítő elő-

adásokat vizsga követte, ahol a pályázók bizonyíthatták sikeres felkészültségüket.

A metallurgusoknak Ausztriában, a Leobeni Egyetem Metallurgiai Intézet Fémkohászati Tanszék-csoportjánál volt lehetőségük eltölteni az egy hónapot, míg az öntészek a Freibergi



1. kép. Tóth Márta, Tokár Monika, Szombatfalvy Anna

Egyetem Öntészeti Intézetével ismerkedhettek meg. A projekt alapvető célja az volt, hogy növelje és bővítse az észak-magyarországi régióban képzett és itt elhelyezkedni kívánó műszaki szakemberek szakmai és általános tudásalapját, valamint megkönnyítse számukra a régió iparában, illetve felsőoktatásában, kutatóhelyein való tartós elhelyezkedést és az EU-kompatibilis szakmai és tudományos ismeretek alkalmazását.

A németországi tanulmányúton hárman vettünk részt, mégpedig *Szombatfalvy Anna* 3. évfolyamos doktorandusz hallgató, *Tokár Monika* 1. évfolyamos MSc hallgató és *Tóth Márta* 3. évfolyamos BSc hallgató (1. kép). Szombatfalvy Anna az öntészeti Al-Si olvadékok zárványtartalmának olvadékezeléssel történő csökkentési lehetőségei témában kutatott, amely doktori témája is, Tokár Monika az alumínium nyomásos öntéssel kapcsolatosan szerzett hasznos ismereteket, míg Tóth Márta a közel eutektikus AlSi12 ötvözet forgó mágneses térben való kristályosodásának vizsgálatával foglalkozott. A Freibergben eltöltött idő alatt *Prof. Dr. Eigenfeld*, az Intézet igazgatója, *Prof. Dr. W. Tilch*, illetve két doktorandusz hallgató, *Tobias Schubert* és *Thomas Hentrich* voltak segítségünkre. Az egyhónapos program az Öntészeti Intézet által 2009. október 29–30-án szervezett Ledebur-Kolloquium elnevezésű szakmai rendez-

vénnyel kezdődött. A rendezvényen lehetőségünk volt számos, a kutatási terüleinkhez kapcsolódó hasznos és érdekes előadást meghallgatni, természetesen német nyelven. A nyelvtanulás szempontjából nagyon fontosnak tartottuk, hogy német nyelvtanfolyamon is részt vegyünk, ezért heti két alkalommal a német nyelv rejtelmivel ismerkedtünk. Az egy hónap alatt módunk volt részletesebben is megismerkedni az egyetemmel és magával az intézettel. Betekintést nyertünk abba, hogyan is dolgoznak, milyen kutatásokat végeznek együttes munkával nap mint nap a hallgatók és az oktatók a nagyon jól felszerelt műhelysarnokban. Volt szerencsénk részletes beszámólót kapni Európa egyik legmodernebb öntészeti homoklaborjáról, ami nagyban segíti az ottani hallgatókat is munkájukban. Nagyon sok szóbeli és írásbeli szakmai információt kaptunk kutatási témáinkhoz kapcsolódóan, amelyeket a jövőben minden bizonynyal eredményesen tudunk majd felhasználni. Mártának lehetősége volt megismerkedni az ottani kutatócsoport által használt mágneses keverőberendezéssel, valamint kutatásaik eredményeivel. Az ott található gép maximális teljesítménye ugyan kisebb, mint a miskolcié (mindössze 50 mT), de ezzel a berendezéssel is jelentős kutatásokat folytattak és terveznek a jövőben is folytatni.

A velünk foglalkozó doktorandu-

szokkal, akik hozzánk hasonlóan kokilla-ill. nyomásos öntéssel foglalkoznak, a kutatómunka sok érdekes kérdésével vitattuk meg, amelyek hasznosak és építő jellegűek voltak számunkra.

A tanulmányút alatt lehetőségünk nyílt arra, hogy Chemnitzben a Flender Guss vasöntödében, Annabergben a Handtmann nyomásos öntödében üzemlátogatáson vegyünk részt. Ezen a két üzemen keresztül némi betekintést nyertünk a Németországban alkalmazott öntészeti technológiákba és az ott folyó termelésbe. Mindkét helyen segítőkészen fogadtak bennünket és lelkesen beszéltek az ott folyó munkákról. Habár a válság őket is elérte valamilyen szinten, de bizakodóak, mert folyamatosan javul a helyzetük.

Természetesen nem csak szakmai jellegű programokat szerveztek számunkra. Szabadidőnkben megnézhattuk a csodás augustusburgi kastélyt, illetve elvegyülhettünk Chemnitz és Drezda belvárosának forgatagában. A Freibergben eltöltött négy hét alatt megismerkedtünk egy barátságos német kisváros kultúrájával és lehetőségeivel. Nagyon jól éreztük magunkat mindvégig, és elmondhatjuk, hogy nagyon hasznos és eredményes volt a nemzetközi tapasztalatszerzés úgy szakmailag, mint a kapcsolatépítés szempontjából.

 Szombatfalvy Anna – Tokár Monika – Tóth Márta

■ MÚZEUMI HÍREK

In memoriam Kiszely Gyula*

„Ámde könnyelműen ne ítéljen senki. Külön világ honol a gyárkapun belül a kemencék tövében hol levesként forr a vas az emberekről veríték szakad és gyűrött ingükön a sókéreg kiül.”
(*N. Lakatos Zoltán: Emlékmű Őzdnak*)

Az 1980-as éveket írtuk, Romániában többnyire a „se ki, se be” állapot uralkodott, már ami a tudományos kutatók szabad utazgatását illeti. Persze mindez szép rejtett módon történt. A levéltárak azért nyitva tartottak, akárcsak a múzeumok, de csak azt tekinthette meg bárki, amit „kikészítettek” számára. Így volt ez a marosvásárhelyi Bolyai Múzeumban is, aminek igen nagy volt nyaranta a látogatottsága. A tárlatvezető néhány mondat után a kedves lá-

tozatóra bízta a tárlat megtekintését.

Jómagam ebben az időben éppen a disszertációmát írtam Bolyai Farkas kemenceszerkezeteiről, és szinte minden időmet a múzeum fölötti Teleki–Bolyai könyvtár olvasótermében töltöttem.

Egy napon magyarországi csoport érkezett a múzeumba, egy műszaki intézet munkatársai. Kérdéseket tettek fel a tárlatvezetőnek az ott található Bolyai-kemencékkel kapcsolatosan (1. kép). A kérdések annyira szakmainak tűntek, hogy a bölcsész szakos tárlatvezető nem tudott megbirkózni vele, ezért igen nagy kockázatot vállalva azzal, hogy egy olvasót hív segítségül, értem küldött az olvasóterembe. Én pedig hosszabb ideig válaszoltam a vendégek kérdéseire. A szokatlan tárlatve-

zetés után az egyik turista házaspár azt kérdezte, hogy tudnának-e nekem valamilyen segíteni a kutatásaimban? Én elmondtam, hogy számomra az egyik legizgalmasabb kérdés az, hogy a Bolyai-féle kemencék (többszintes, hosszú füstjártú öntöttvas kályhák), amiket többnyire Vajdahunyadon vagy Ruszkcán sorozatban öntöttek az 1840-es évektől kezdődően, vajon milyen körben terjedtek el Erdélyen túl. Sajnos nem áll módomban ezeknek az adatoknak utánajárni, mert külföldre csak korlátozott mértékben utazhatunk, többnyire váltópénz nélkül. Levelezést sem igen folytathatunk, mert a levelek gyakran elvesznek, azok is, amiket küldünk, de még inkább azok, amiket kapunk. Ily módon kapcsolatba sem tudok kerülni sem intézmény-



■ 1. kép. A Bolyai-émlékszoba, jobbra a Bolyai-kemence

nyel, sem magánszeméllyel például Magyarországon, akik kályhák foglalkoznak. A kedves házaspár megígérte, hogy hazautaznak és keresnek valakit, aki segítségre lesz.

Egy nap a postás – láss csodát – egy nagy borítéknyi fénymásolt anyagot hozott, amit egy számomra ismeretlen férfi – *Kiszely Gyula* – küldött az Öntödei Múzeumból. Volt abban minden! Hajdani munkácsi öntödei terméklistán, egész sor szakcikk fénymásolata, és nem utolsósorban az Öntödei Múzeum kiállított darabjairól készült fotók, melyek között felfedeztem egy Bolyai-féle Dániel-kályhát. Azért Dániel, mert Bolyai a saját kemencéit a bibliai Dániel prófétáról nevezte el. Ezután több levelet váltottunk, további küldemények érkeztek a címre, majd érkezett egy meghívólevél egy hónapi kutatómunkára Budapestre. Így kaphattam meg azon a nyáron az útlevelet.

Egy csodálatos nyári délelőtt érkeztem meg a Nyugati pályaudvarra. A sínek elején várt a két drága ember, Kiszely Gyula, az Országos Műszaki Múzeum főmunkatársa és *Tatár Sándor*, az Öntödei Múzeum igazgatója. Fiatalos külsőm láttán nem akarták elhinni, hogy ilyen „férfias”, nyugdíjasoknak való kutatási területtel foglalkozom, mint az öntöttvas kályhák. Még ott a pályaudvaron becsúszttak a táskámba egy akkora összeget – zsebpénzt –, ami akkor egy havi fizetésemnek felelt meg. Ettől zokogni kezdtem, nem akartam elfogadni, de ez csak a kezdet volt. Onnan a Csepelen lévő Kossuth szállóba vittek, ahol két hetet, majd egy IBUSZ-lakásban újabb két hetet tölthettem. Ellátásomról és utaztatásomról is gondoskodtak. Ennyi idő távlatából is meszerűnek tűnik minden.

Egyik héten egy olyan szakmai kirándulást szerveztek, melynek során végigjártuk a magyar öntésettörténet kiemelt helyszíneit, találkozhattam neves kutatókkal, *Vas-tag Gáborral*, *Mikus Erzsébettel*, Hámorban *Nyírsnyánszky Tiborral* és másokkal, akiktől elnézést kérek, ha már nem emlékszem a

nevükre. Én, mint Alice Csodaországban, vártam, hogy felébredjek.

Gyula bácsi – ahogy mindenki szólította – még érkezésem előtt megkereste a magyarországi neves Bolyai-kutatókat, s megszervezte, hogy találkozhassam velük. Megismerhettem *Vekerdi Lászlót*, aki végtelenül szolgálatkész konzultánsam mind a

mai napig, ha Bolyairól van szó. Folyamatosan lelkesít, és gyakran kapok tőle újabb kutatási ötleteket. De találkoztam *Sarlóska Ernővel*, *Szénássy Barnával*, *Nagy Ferencsel*, *Nagy Dénessel*, *Cserey Évával*, akik a 80-as években már meghatározó személyiségek voltak a Bolyai- vagy éppen a kemencekutatásnak. Így ismertem meg az azóta is egyik legfontosabb munkatársamat, barátomat, *Gazda István* tudománytörténészt. Neki köszönhetem, hogy 2002-ben az Akadémiai Kiadó megjelentette közel 25 éves kutatómunkám eredményét. Az Egy halhatatlan erdélyi tudós – Bolyai Farkas című tanulmánykötet 2003-ban elnyerte a kiadó nívódíját.

Egy kora délutánra meghívót kaptam az Öntödei Múzeumba egy „munkamegbeszélésre”. Én nem is figyeltem a dátumra, éppen Anna napja volt, július 26-a. És ahogy ma az amerikai filmekben látni, amikor beléptem az ajtón, elém tárult egy ünneplő társaság. Ünnepelesen tiszteletbeli öntésszé avattak, s ajándékok sokasága várt. Ma is kézikönyvként használom például *Pusztai László*: Magyar öntöttvasművésesség c. hihetetlenül művészi munkáját. (A könyvtáryi szakkönyv, amit akkor kaptam, a román határátkelések nem kis gondot okozott.)

Részem volt csodálatos élményekben, mint például a Rozsnyói Bányászati Múzeum budapesti vendégkiállításának megnyitója az Öntödei Múzeumban. Ehhez egy kedves-szomorú történet kapcsolódik. Kiszely Gyula bácsi szinte ünnepelesen gesztussal hozzám vezet a rozsnyói múzeum igazgatóját, és ezeket mondja neki: „Ismerd meg egy kedves erdélyi barátnőnket, Annát.” Mire ő: „Annácska, jaj, de örvendek, maga az első erdélyi ember, akivel életben találkozom! *Labanc Istvánnak* hívnak, de kuruc vagyok.” Erre szinte sírva azt válaszoltam: „Maga is az első felvidéki magyar ember, akivel életben találkozom. *Oláh Anna* vagyok, de székely vagyok.” Az 1980-as évek közepét írtuk. Egy ilyen történet a mai fiatalok számára szinte hihetetlen.

Ma – immáron 20 éve – budapesti lakos vagyok. Tiszteletbeli öntész, barátja, ismerőse sok-sok magángyűjtőnek. Jó barátom az a *Bardi János* is, akinek Hajdúsámszonban látható öntöttvas kályhagyűjteménye, benne egy szép emeletes, Bolyai-féle kályha (2. kép), világhírűvé tette szülőfaluját. Végezetül álljon itt egy idézet Bolyai Farkastól, amit akár Kiszely Gyuláról is írhatott volna: „Kit-kit odatenni, ahol az ő a maximuma mind magára, mind pedig az egészre nézve a leginkább kijön.” Kiszely Gyulát a sors, az élet vagy a Teremtő a legjobb helyre tette. Az ő életének szinte minden perce az egész, a közösséget, a jó ügyet szolgálta.

Talán egy kicsit az ő támogatása is benne van abban, hogy avatott Bolyai-kutató válhasson belőlem, hogy elnyerhessem a magyar UNESCO Bizottság bizalmát, és felkérjenek Bolyai János: Appendix c. munkájának jelölésére az UNESCO Memory of the World (Világemlékezet) listára. Az Öntödei Múzeummal kötött 25 éves barátságom évfordulóján, 2009 tavaszán az UNESCO elfogadta a jelölést, és az összmagyarság számára szinte felbecsülhetetlen elismerést nyert a Bolyai mű ott, ahol előtte mindössze három magyar szellemi termék kaphatott helyet.

✍ **Oláh Anna**

*Az Öntészeti szakosztály Öntésettörténeti és múzeumi szakcsoportjának 2009. októberi ülésén elhangzott visszaemlékezés szerkesztett változata, ahol az Öntödei Múzeum megnyitásának 40. évfordulója alkalmából a múzeumalapító Kiszely Gyula (1911-1997) munkásságára emlékeztek.



■ 2. kép. Emeletes hazukályha Bardi János gyűjteményéből

85. születésnapját ünnepelte

Dr. Berecz Endre 1925. január 10-én Csornán született. Középiskolai tanulmányait a pápai Bencés Gimnáziumban, az egyetemet a Pázmány Péter (ma Eötvös Loránd) Tudományegyetemen végezte. 1949-től okl. vegyész, tanársegéd ugyanezen egyetem Fizikai-kémiai Tanszékén. 1951–54 között aspiráns a Leningrádi (ma Szentpétervári) Egyetemen, ahol kandidátusi fokozatot szerez. Visszatérve a tanszékre adjunktus, majd docens, közben 1960–1962 között már a Nehézipari Műszaki (ma Miskolci) Egyetem meghívott előadója is.



1963-ban nevezték ki docensként az NME Általános és Fizikai-kémiai Tanszékének élére, ezt vezette 1965-től egyetemi tanárként, ill. 1987-től 1991-ig a Kémiai Intézet igazgatójaként nyugdíjba vonulásáig. Itt végezte oktató, tudományos és a kohászati-bányászati ipari környezet és a tanszék kapcsolatainak mind közvetlenebbé tételére irányuló munkáját. Gondja volt az idő követelte felmerülő új problémák (környezetvédelem, korrózió, technológiák korszerűsítése stb.) megoldására, ill. az oktatásba történő bevitelére és a tananyag korszerűsítésére. Közben 1965 és 1968 között a Kohómérnöki Kar dékánja is.

Oktatási munkája három tankönyvben (Általános kémia I-II., Fizikai kémia, Kémia műszakiaknak), 13 egyetemi és szakmérnöki jegyzetben, nyolc szakmai könyvfejezetben került összegzésre.

Tudományos munkásságának fő területe a folyékony elegyfázisok – vizes elektrolitoldatok, só- és fémolvadékok, micelláris oldatrendszerek – szerkezetének és fizikai-kémiai sajátságainak főként elektrokémiai és termodinamikai jellegű vizsgálata volt. Ennek eredményei egy magyar és angol nyelven megjelent monográfiában (Gáz-hidrátok [1980], Gas Hydrates [1983]), mintegy 230 tudományos és szakmai közleményben, s 200 körüli, hazai és nemzetközi konferenciákon tartott előadásban öltött testet. A 29 év alatt, a tanszék és az ipar közvetlen kapcsolatára jellemzően, mint-

egy 100 megbízásos munkát irányított vagy vett benne részt. 1974-ben elnyerte a kémiai tudomány doktora fokozatot.

Szakmai társadalmi tevékenységének főbb területei: a TMB szakbizottságának (1970–84), majd plénumának (1985–95) tagja, az MTA Elektrokémiai Munkabizottságának elnöke (1979–90), Kémiai Osztályának tanácskozó tagja (1973–84), Közgyűlésének doktor tagja (1993–97), Miskolci Bizottságának tagja (1988–1992), Vegyészeti Szakbizottságának elnöke (1988–92), a HUNKOR Magyar Korróziós Szövetség alapító (1992–2004), majd örökös elnöke (2004–), a Magyar Kémikusok Egyesülete Elnökségének (1984–1992), majd örökös tagja (2003–), Borsod-Abaúj-Zemplén megyei elnöke (1985–91), a European Federation of Corrosion technológiai bizottságának (1983–95), majd vezetőségének tagja (1995–2002).

Főbb kitüntetései: az Oktatásügy (1965), majd a Kohászat Kiváló Dolgozója (1972), Munka Érdemrend ezüst fokozata (1976), Emberi környezetért kitüntetés (1982, 1989), Szent-Györgyi Albert-díj (1995), az MKE Kiváló Munkáért érme (1992), a Miskolci Egyetem tiszteletbeli doktora (1995), professor emeritus (1997), Verő József-emlékérem (ME, 1997), Kitaibel Pál-emlékérem (Magyar Környezetvédelmi Egyesület, 2004), Környezetvédelmi Műszaki Felsőoktatásért kitüntetési oklevél (Magyar Mérnöki Kamara, 2004), az Orosz Természettudományi Akadémia szekciójának külső tagja (2005), Gyémántoklevél (2009). 1967 óta tagja az OMBKE-nek.

Dr. Pilissy Lajos gyémántokleveles kohómérnök, tiszteleti tag Érseksanádon született 1925. január 11-én. 85. születésnapja alkalmából, rendhagyó módon, saját gondolatait adjuk közre.

A Jubiláns úgy gondolja, unja már a t. Olvasó a hasonló Pilissy-életrajzokat, ezért csak villanásokat, számára kedves momentumokat idéz fel életéből.

Először is köszönet a Mindenhatónak és családjának, hogy ezt a matuzsáleminek mondható kort megélte. Így részese lehe-

tett annak a felemelő ünnepségnek, amelyen átvehette gyémántoklevelét, s azt megköszönhette a ma már nem élő társai nevében is, akik 1949 októberében, soppni létükre, először kaptak a Nehézipari Műszaki Egyetemtől oklevelet. Az ünnepség felidézte azt a felejthetetlenül szép napot is, amikor kandidaturája után 1962-ben Miskolcon doktorrá avatták.

Jubiláns vallja, igazán boldog ember csak az lehet, aki nem csak a határkönek számító nagy eseményeknek, hanem az élet apró dolgainak is tud örülni. Boldog volt akkor, amikor az akkumulátor-keményítmok raffinálására kidolgozott eljárását az angolszász irodalom hol Pilissy-, hol Fémkut-eljárásnak nevezte; amikor hazánkban elsőként vizsgálhatta ultrahanggal az alumíniumelektrolizáló kádak katód-széntömbjeit; amikor munkatársaival hazánkban először próbálták az alumínium és a bizmut zónás olvasztását úgy, hogy a Fémkut első zónázó berendezésének fűtőspirálját egy ébresztőóra rugója mozgatta.

Boldog volt akkor, amikor a Vaskutban egy Bühler nyomásos öntőgéppel és a hozzá tartozó mérőműszerek teljes körével Közép-Európa legkorszerűbb nyomásos öntészeti laboratóriumát hozta létre; amikor munkatársai közül számosan technikus oklevelet, diplomát vagy doktori fokozatot szereztek; s amikor látja, hogy veszprémi és budapesti tanítványai szép sikereket érnek el választott szakmájukban és az egyesületi társadalmi életben.

Nem felejtí el volt munkatársai köszöntését 80. és 85. születésnapján, jeléül annak a baráti, közösségi szellemnek, amely még el nyugdíjba menetele után 25 évvel is.

Az életben persze vannak szomorú pillanatok is. Jubiláns mellől sok kedves barát, kolléga eltávozott már, nálánál sokkal fiatalabbak is. Többüknek búcsúztatóját elszoruló szívvel és elcsukló hanggal mondta el, miközben hallotta: „Már megint ez a Pilissy!” Igen, már megint, mert akkor és ott a megrázó mondanivalót, az utolsó Jó szerencsét! senki más nem akarta elmondani.

De mivel is foglalkozik most a Jubiláns? Mióta szakértést nem vállal, minden idejét a szakmatörténeti kutatásnak szenteli. Erdész szerzőtársaival együtt megírta, lektorálta és szerkesztette az 1943-ban kezdett bányász, kohász és erdész évfolyamtársak



kalandos történetét „Mint oldott kéve...” címen. Büszke arra, hogy ezzel iskolát teremtetek, azóta négy-öt soproni, sőt miskolci évfolyam is megjelentette saját történetét. Megírta az Öntészeti (Öntödei) Szakosztály és a Fémöntő Szakcsoport történetét. Az előbbi kivonatosan megjelent, az utóbbi megjelentetésre vár. A közelmúltban jelent meg az öntőnapok történetének összefoglalója. Közel másfél évnyi munkájába került a magyar nyelvű öntészeti irodalom kialakulásával foglalkozó dolgozata. *Fogarasi Béla* barátjával együtt megírta a kísérleti magnéziumkohó történetét. Jelenleg levéltári kutatásokat folytat, hogy a hazai magnéziumöntés történetét is közreadhassa. Most állítja össze a bányászattal, kohászattal és erdészettel foglalkozó akadémikusok, akadémiai doktorok és kandidátusok arcképcsarnokát. De foglalkoztatja az ón műtárgy- és szoboröntés, az ágyúöntés, az alumíniumharang-öntés és az öntőtechnikus képzés története is. Mindezek mellett nem feledkezik meg *Pacz Aladár* munkásságának kiegészítéséről, ugyanígy a Szent Borbála-kultuszról sem. Nem véletlen, hogy ritkán fekszik le éjfél előtt.

Ürmössy László 1925. január 27-én született Salgótarjában, bányász-kohász család sarjaként. Gyermekkorát a RIMA különböző gyártelepein élte, Salgótarjában, Borsodnádason, Ózdon.



Középiskolai tanulmányait a miskolci Református Gimnáziumban végezte, érettségi bizonyítványát 1943-ban szerezte meg. Még az év őszén megkezdte egyetemi tanulmányait a József nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Karán, amit a háborús események miatt 1944 őszén meg kellett szakítania. 1949-ben lehetősége nyílt a tanulmányai folytatására az akkor induló miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán. Itt szerzett 1952-ben technológus kohómérnöki oklevelet.

Rövid diósgyőri munkálkodás után az ózdi kohászatban a durvahengermű termelésvezető mérnöke lett. 1961-ben miniszteri áthelyezéssel került Salgótarjába, ahol előbb termelési főmérnök, majd műszaki igazgató. 1977-től 1986-ig a Salgótarjáni Kohászati Üzemek vezérigazgatójaként dolgozik. Ekkor nyugdíjazását kérte,

de egészen a rendszerváltásig tovább dolgozott az illetékes miniszter tanácsadó tevéletében.

Irányítása mellett kezdődött el a Salgótarjáni Kohászati Üzemek teljes körű rekonstrukciója. Korszerű technológiákat honosítottak meg, aminek következtében gazdaságos termékszerkezet alakult ki. Ebben az időszakban kezdődött el számos feldolgozott termék (hegesztett csövek, raktári állványok, görgős szállítópályák stb.) gyártása. A korábban közepes nagyságú vállalatból nagyvállalat lett, dolgozóinak létszáma megközelítette az 5000 főt. Termelési értéke meghaladta az 5000 M Ft-ot, tőkés exportja a 20 M USD-t. Kovácsolt termékeit Európa szinte minden autógyára kereste. A termelékenység megötszöröződött, a hazai kohászat talán legeredményesebb vállalata lett. Nyereségéből jelentős összegeket fordított szociális és kulturális célokra, valamint a sportra.

Tagja volt az MTA miskolci regionális szervezetének, míg két cikluson keresztül elnöke a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés igazgatótanácsának.

Szakmai tevékenységét számos kitüntetéssel ismerték el, az elsők között kapta meg az Eötvös Loránd-díjat.

Az OMBKE-nek 1950-től tagja, vezetői tisztségeket töltött be a helyi és országos szervezetekben. Kezdeményezője volt a salgótarjáni bányászokat és kohászokat összefogó Salgótarjáni Osztály megalakításának. Ma is részt vesz az egyesület hagyományörző tevékenységében.

Volt az MTESZ Nógrád megyei szervezetének titkára, majd elnöke, jelenleg tiszteletbeli örökös elnöke. Egy ciklusban az MTESZ alelnöke volt. Munkásságát MTESZ-díjjal ismerték el.

80. születésnapját ünnepelte

Dr. Farkas Ottó Ungváron született 1930-ban. Gimnáziumi tanulmányait 1940–1948 között Miskolcon, a Lévy József Református Gimnáziumban végezte. 1948-tól kohómérnök-hallgató volt a József nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Sopronban működő Bánya-, Kohó- és Erdémérnöki Karán. A Sopronban diplomázott utol-



só évfolyam egyik tagjaként 1952-ben szerzett vaskohómérnöki oklevelet, de már a Rákosi Mátyás Nehézipari Műszaki Egyetem Bánya- és Kohómérnöki Karának még Sopronban maradt intézményrészében.

Diplomájának megszerzését követően, a Miskolcra költözését egyidejűleg befejező Kohómérnöki Osztály Vaskohászattani Tanszékére kapott meghívást, ahol napjainkig megszakítás nélkül dolgozva, mind egyetemi oktatói, mind pedig a tudományos és vezetői pálya valamennyi lépcsőfokát végigjárta.

Demonstrátor (1951–1952), egyetemi tanársegéd (1952–1957), egyetemi adjunktus (1957–1966), egyetemi docens (1966–1975) volt, majd 1975 óta egyetemi tanári beosztásban dolgozott 2000. június 30-ig. Azóta professor emeritusként tevékenykedik, oktat és kutat.

1963-ban műszaki doktor, 1970-ben a műszaki tudomány kandidátusa, 1979-ben a műszaki tudomány doktora, 1996-ban pedig az Orosz Természettudományi Akadémia külföldi tagja lett.

1987–1995 között tanszékvezető volt a Vaskohászattani Tanszéken, s egyidejűleg alapítója és igazgatója (1987–1995) a Metallurgiai Intézetnek. A Kohómérnöki Kar dékáni tisztségét töltötte be két éven át (1984–1986), majd az egyetem oktatási, később általános rektorhelyetteseként is dolgozott nyolc éven (1986–1994) keresztül. Az egyetem rektora volt 1994. július 1-je és 1997. november 14-e között.

Pályafutása első éveiben a miskolci Lenin Kohászati Művek Nagyolvasztó Gyár részlegében is dolgozott (1955–1957) félállású mérnöként.

A világ 17 országában vett részt országonként egy vagy több alkalommal szakmai tanulmányúton, amelyek együttes időtartama elérte az egy évet.

Jelentős szerepet töltött be a szakmai-tudományos közéletben is. Többek között elnöke volt az MTA Metallurgiai Bizottságának (1990–1996) és a MAB Metallurgiai Munkabizottságának; tagja a Tudományos Minősítő Bizottság Plénumának (1988–1995), a Kosuth- és Széchenyi-díj Bizottság Kohászati Albizottságának (1990–1995), az OTKA Gépész-Kohász Szakszűrinek, társelnöke a Borsodi Vaskohászati Tröszt Felügyelő Bizottságának (1989–1990), a „Szakemberek a Kohászatért Alapítvány” kuratóriumának elnöke (1996–), s folyamatosan dolgozott az OMBKE Vaskohászati Szakosztály Nyersvasgyártó Szakbizottságában.

Két könyvet (egyiket társszerzővel), hét egyetemi jegyzetet, három értekezést, 95 szak- (és kapcsolódó) cikket írt, 83 konferencia (ill. ünnepi) előadást tartott.

Eddigi munkásságának eredményeit a következő kitüntetésekkel ismerték el: az Oktatásügy Kiváló Dolgozója (1965), a Kohászat Kiváló Dolgozója (1972), Akadémiai Díj (1981), Munka Érdemrend bronz fokozata (1982), Kiváló Munkáért (1985, 1986), Pro Universitate (1993), Gábor Dénes-díj (1994), a Nemzetközi Természet- és Társadalomtudományi Akadémia Szent György-kereszt Érdemrendje (1996), Mikoviny Sámuel-érem (1997), Sóltz Vilmos-érem (1997), Vaskohászatért Emlékérem (1997), Köztársasági Érdemrend Középkeresztje (1997), ME Jubileumi Aranyérem (1999), a DUNAFERR Kiváló Dolgozója (2000), Aranyoklevél (2002 ME), a Tudomány és a Művészet Lovagja (2003, Orosz Természettudományi Akadémia), Doctor honoris causa (2003, ME), a Dunaferr Főtanácsosa.

75. születésnapját ünnepelte

Dr. Kiss László 1935. január 15-én született Miskolcon. Az általános iskolát 1949-ben, a kohó- és öntőipari technikumot 1953-ban, a Nehézipari Műszaki Egyetemet 1967-ben végezte el, 1984-ben védte meg doktori disszertációját a vákuummetallurgia témakörében. 2008-ban címzetes egyetemi docens címet kapott.



Egyetlen munkahelye a diósgyőri kohászat volt, ahol szinte az összes ranglépcsőt végigjárva különböző beosztásokban (acélgyártó, üzemvezető, főmérnök, főosztályvezető és igazgató) dolgozott.

A szakmában eltöltött fél évszázados tevékenysége alatt jelentős eredményeket ért el az új elektroacélmű és a kombinált acélmű felépítésénél, beüzemelésénél és működtetésénél. Munkájában rendszeresen foglalkozott kutatással, fejlesztéssel és új gyártmányok bevezetésével, melyek közül kiemelhetők a következők:

– vákuumozó berendezések üzembe helyezése, technológiájuk megtervezése és bevezetése;

– atomipari célú turbinák és forgattyús tengelyek gyártásának kifejlesztése;

– az injektálásos mikroötvözés és komplex dezoxidálás technológiájának kikísérletezése, bevezetése;

– az LD-acélgyártáshoz, az ASEA-SKF üstmetallurgiához és az UHP ívkemencében történő acélgyártáshoz kapcsolódó technológiák kidolgozása, betanítása és alkalmazása;

– a VOD-eljárás továbbfejlesztése;

– kiemelt minőségű acélok folyamatos öntésének bevezetése.

Mindezekon túlmenően több vállalatnál tevékenyen részt vállalt az ISO 9001, ISO 17025 és ISO 14001 szabványok szerinti integrált minőségirányítási rendszer kidolgozásában és a tanúsítás előkészítésében.

A Miskolci Egyetem külső munkatársaként több évtizeden keresztül folyamatosan segítette a hallgatók oktatását, doktoranduszok felkészítését, K + F munkák megvalósítását.

Munkájáért többször kapott vállalati és miniszteri kitüntetést. Szakcikkei, publikációi több országban ismertek. Szakkönyveivel, előadásaival rendszeresen segítette, ill. segíti az egyetemi hallgatók és a kohászati üzemekben dolgozók szakmai képzését. Az OMBKE-nek, melyben vezetőségi tisztségeket is ellátott, 1969-től tagja.

Dr. Vörös Árpádné dr. Faragó Elza aranyokleveles kohómérnök 1935. január 26-án Debrecenben született. Egyetemi tanulmányait a Donyeckéi Nehézipari Egyetemen és a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen folytatta, és szerzett kohómérnöki oklevelet 1958-ban.

A Vasipari Kutató Intézet Öntődei Osztályán, ahol 1958 májusától 1983 decemberéig dolgozott, tudományos gyakoronokként kezdte pályáját. Ezt követően volt tudományos segédmunkatárs, munkatárs, főmunkatárs, osztályvezető-helyettes, majd az osztály vezetője. Fő kutatási területe a vasöntészet volt, ezen belül többek között a betétanyag szerepe, az olvasztás technológiája, az olvadáék kezelése és a szilárdságnövelés lehetőségei. 1963–67 között levelező aspiráns a moszkvai Acél és Ötvözetek Egyetemén. Kandidátusi értekezését, amelyben a nyomelemek hatását vizsgálta az öntöttvas



tulajdonságaira, 1967-ben védte meg. 1968-ban műszaki doktori, és ez alapján 1997-ben PhD fokozatot kapott. Fontosnak tartotta a fiatal szakemberek továbbképzését, munkatársait ösztönözte és segítette a továbbtanulásban, nyelvtanulásban, több aspiráns tudományos vezetője vagy konzulense, számos egyetemi diplomamunka, egyetemi doktori, kandidátusi, akadémiai doktori értekezés opponense. Több cikluson át tagja volt az MTA Tudományos Minősítő Bizottság Gépész-kohász Szakbizottságának.

Kutatási eredményeiről több mint 100 közleményben számolt be magyar és idegen nyelvű szaklapokban, vagy különböző hazai és külföldi szemináriumok előadásain, egyetemeken vagy egyesületek rendezvényein, nemzetközi öntőkongresszusokon. 1985-ben jelent meg „Nagyszilárdságú öntöttvasak” című könyve, ezenkívül négy könyv társszerzője vagy fordítója, többnek lektora.

1984 januárjától a Gépipari Technológiai Intézet Öntészeti Főosztályán folytatta munkáját a vasöntészeti osztály vezetőjeként 1990 januárjában történt nyugdíjba vonulásáig. Ezt megelőzően azonban megalapította a REDEX Szolgáltató, Fejlesztő és Kúlerkereskedelmi Kft.-t. Nyugdíjasként itt dolgozott tovább és tevékenykedik jelenleg is a kft. jogutódjánál, az RDX-REDEX Szolgáltató és Kereskedelmi Kft.-ben.

Az OMBKE Öntészeti Szakosztályának 1958 óta tagja. Aktívan közreműködött a vasöntő szakcsoport megalapításában, amelynek éveken át elnöke volt. Tevékenyen részt vett az Öntéstechnikai Egyesületek Nemzetközi Szövetsége (CIATF) „7.1. Lemezgrafitos öntöttvas” és „7.4. Gömbszgrafitos öntöttvas” nemzetközi munkabizottságaiban. 1980-ban a 7.1. munkabizottság alelnökévé választották, ezt a munkáját nyugdíjba vonulásáig végezte.

Munkájáért többször részesült elismerésben: többszörös Kiváló Dolgozó, a Kohászat Kiváló Dolgozója és Kiváló Kohász kitüntetések, Péch Antal-, Sóltz Vilmos-éremek és OMBKE Nagyplakett az általa vezetett kft. részére.

Barták Imre aranyokleveles kohómérnök 1935. február 19-én született Devecserben. Középkisiskolai tanulmányait a Pápai Általános Türr István Általános Gimnáziumban végezte (1949–1953), majd 1958-ban a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen vas- és fémkohómérnöki diplomát szerzett.

Mérnöki pályafutását az Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohóban kezdte. Mint üzemmérnök vett részt először a kohógépesítési munkálatokban: kéregbetörő és timföldadagoló gépek beüzemelésében, az öntödében vízszintes tuskóöntési rendszer kifejlesztésében.

1963-ban áthelyezéssel került az Inotai Alumíniumkohóba az akkor alakulóban levő műszaki fejlesztési és beruházási osztályra, ahol csoportvezetőként, majd osztályvezetőként dolgozott.



Részt vett a kohó hosszú távú fejlesztési tervének megvalósításában, amelynek eredményeként az addig kohófém alapanyagot gyártó vállalat jelentős félgyártmánygyártóvá lett. Főbb fejlesztési és beruházási tevékenységek, amelyekben részt vett:

- durvahuzal öntvehengerlő (Properzi-) eljárás bevezetése;
- keskenyszalag öntvehengerlő eljárás kifejlesztése, bevezetése;
- SNIF rendszerű folyamatos fémtisztító berendezések létesítése az öntvehengerlő gépsorokhoz (injektoros klórgázadagoló rendszer kifejlesztése és bevezetése);
- földgázrendszer kiépítése, kemencék tüzelőberendezéseinek átállítása földgázra;
- Waagner-Biro öntődei salakfeldolgozó rendszer telepítése;
- huzalüzem létesítése, továbbfejlesztése (Ripoche-kemencék, Henrich-féle gyors húzó, huzalpácoló, huzalszírtalanítók, hegesztőanyagok gyártásának kifejlesztése, sodratgyártás bevezetése);
- hidegfolyató-tárcsa üzem létesítése, később kapacitásnövelő rekonstrukciók, gyártástechnológia továbbfejlesztése, Skoda-gyártmányú kvartó hengerállvány telepítése vékonyzalag gyártáshoz, szalagkikészítő berendezések üzembe helyezése.

43 évi munkaviszony után, 1996-ban került nyugállományba. Pályafutása alatt mindvégig az alumíniumkohókban és azok öntödéiben, fémfeldolgozó üzemekben tevékenykedett, lényegében változatlan munkakörben.

1996 és 2002 között nyugdíjasként tovább dolgozott az Inotai Alumíniumkohónál mint fejlesztési főmunkatárs, a MAL Rt.-nél mint terméktanácsadó. Aktív pályafutását 2002. június 30-án fejezte be.

Szakmai munkájáért Kiváló Ifjú Mérnök, háromszor Kiváló Dolgozó és egyszer Kiváló Munkáért kitüntetést kapott. Ötven éven át kifejtett értékes szakmai tevékenységét a Miskolci Egyetem aranyoklevéllel ismerte el 2008-ban.

Az OMBKE-nek 1958 óta tagja. Egy cikluson keresztül tagja volt a BKL Kohászat szerkesztőségének, több cikket írt a Kohászati Lapokba és a Magyar Alumíniumba. A helyi szervezet rendezvényein számos szakmai előadást tartott. Az egyesület 1977-ben OMBKE Egyesületi Munkáért plakettel, 1998-ban 40 éves egyesületi tagságáért Sóltz Vilmos-émlékéremmel tüntette ki.

70. születésnapját ünnepelte

Dénes Imre okl. gépészmérnök 1940. január 4-én született a Békés megyei Kiscsákon. 1958-ban a csepeli Kossuth Lajos Gépipari és Öntőipari Technikumban érettségizett, azt követően 1963-ban a Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Kara Gépgyártás-technológiai szakán szerzett mérnöki diplomát.

1963. szeptember 9-én a Kohó- és Gépipari Minisztérium Tervező Irodájában helyezkedett el és beosztott mérnök-ként kezdte meg tervezőmérnöki tevékenységét. A KGMTI-nél és jogutódjainál több mint 46 éven át a gépipar és kohászat gyárainak, üzemének generáltervezésén dolgozott és dolgozik még ma is nyugdíjasként.

A KGMTI-ben egy tervezőcsoport tagjaként a „Gépipari gyártervező iroda” Járműipari Osztályán a Traktorgyártás fejlesztése programjának és kiviteli terveinek generáltervezése volt az első feladata. Pályafutása alatt végigjárta a tervezési munka minden lépcsőfokát a beosztott mérnöktől a tervezési főmérnökön át a szakigazgatóig, megtanulva a generáltervezés nehézségeit és szépségeit. Dolgozott a „Járműgyártás fejlesztés” beruházási programjaiban (Ikarus, Csepel Autó, Győri Rába, Magyar Suzuki Autógyár stb.) és azok kiviteli terveinek készítésén, valamint a kivitelezés tervezői művezetésén. A tervezési feladatok megoldásához elsők között alkalmazta a szá-



mítógépes tervezési módszereket a rugalmas gyártósorok kialakításánál, a technológiai folyamatok meghatározásánál, a robotizált munkahelyek tervezésénél és az automata vezérlésű raktárak létrehozásánál.

Közreműködött a kohászati üzemek egyes részlegeibe kerülő berendezések telepítéséhez szükséges kiviteli tervek elkészítésében (LKM UHP ívkemence telepítése, DAM Nemesacél hengermű korszerűsítése, FÖRSTER III kikészítősor telepítése, Ózdi Miniacélmű telepítése, DV háromállásos üstmetallurgiai állomás, ISD DUNAFERR hideghengermű folytatógas pácoló sor, meleghengermű új előnyújtó berendezés telepítése stb.).

1974-ben elvégezte a BME Gépészmérnöki Kar Gazdasági mérnök szakát, 1970-ben és 1975-ben vállalati Kiváló Dolgozó, 1985-ben Kiváló Munkáért kitüntetésben részesült.

Dr. Tardy Pál 1964-ben kitüntetéssel szerzte meg Miskolcon vas- és fémkohómérnöki oklevelét. Ezt követően közel 30 éven keresztül a Vasipari Kutató Intézetben dolgozott. Tudományos tevékenysége elsősorban az anyagtudomány és a metallurgia területére terjedt ki: az anyagszerkezet, a gyártástechnológia és az acélok hasznos tulajdonságai közötti összefüggéseket kutatta. Kutatómunkája során elsősorban a diósgyőri és a dunaújvárosi acélipari nagyvállalatokkal alakított ki szoros együttműködést, ahol egyebek között a golyóscsapágyacélok minőségének fejlesztésével, ill. az üstmetallurgiai kezelések bevezetésével kapcsolatos kutatások köthetők a nevéhez. Intézeti pályafutását 1993-ban tudományos igazgatóként fejezte be.

Tudományos eredményeit számos közleményben, előadásban tette közzé, jelentős részük külföldön jelent meg ill. hangzott el. 1968-ban egyetemi doktori, 1975-ben kandidátusi, 1992-ben akadémiai doktori címet szerzett. 2000-ben a Miskolci Egyetemen habilitált, majd egyetemi magántanári címet szerzett.

1994 és 2008 között a Magyar Vas- és Acélipar Egyesülés műszaki igazgatója volt, azóta – nyugdíjasként – a szervezet



szaktanácsadója. Hozzá tartozik a hazai acélipari vállalatok energetikájának, környezetvédelmének, műszaki fejlesztéseinek áttekintése és értékelése. Az MVAE nemzetközi kapcsolatainak alakításában jelentős szerepe volt; az Európai Bizottság, az EUROFER, a Nemzetközi Vas és Acél Intézet, az OECD, az ENSZ Európai Gazdasági Bizottsága különböző rendezvényein, testületeiben képviselte a hazai

acélipart. A 90-es évek közepén a Brüsszel által kezdeményezett Global Study on Steel in Europe projektet irányította.

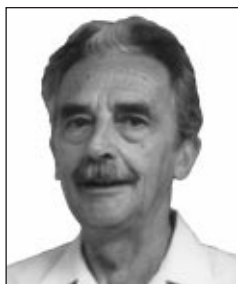
Az OMBKE Vaskohászati Szakosztályának munkájába 1964-ben kapcsolódott be. 1970–82 között több ciklusban a szakosztály titkára volt. 1990–97 között két ciklusban az egyesület főtitkára, 1997–2000 között elnöke volt. Kapcsolatait kihasználva számos nemzetközi acél-

ipari nagyrendezvényt hozott Magyarországra és irányította szervezésüket (pl. a Clean Steel konferenciasorozat).

Közéleti tevékenysége során 1998–2006 között két ciklusban az MTESZ alelnöke, 2003–2006 között a felsőoktatás minőségéért felelős Magyar Akkreditációs Bizottság alelnöke volt; megalakulása óta tagja a Gazdasági és Szociális Tanácsnak.

BENEDEK ATTILA

(1921–2010)



Homo ludens volt. Dum spiro, spero életfilozófiája is beigazolódott: bekapcsolt laptopja mellett érte a halál.

1921. március 4-én született Esztergomban. A soproni Evangélikus Líceumban érettségizett, majd 1939 őszén beiratkozott a Magyar Kir. József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem soproni Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Karának kohómérnöki tagozatára. Diplomájának megszerzése után 1944. április 1-jétől október 1-jéig az Iparügyi Minisztériumhoz tartozó M. Kir. Ásványolaj Bányászati Üzem felsődermai telepén dolgozott. A front közeledtével visszarendelték az Iparügyi Minisztériumba, amelynek 1946 szeptemberéig állományában volt. Ezután az Anyag- és Árhivatalban Magyarország rézgazdálkodásával foglalkozott.

1948 júniusától nyugállományba vonulásáig, 1981 végéig az Országos Tervhivatalban dolgozott. A vaskohászati vállalatok tervezési, termelési, fejlesztési és beruházási ügyeinek intézéséért volt felelős. Kiemelt területe volt a hengerelt acélok és a kohászati másodtermékek problémaköre.

Megszerezte a mérnök-közgazdász képesítést is. Ennek a képzettségének is hasznát vette, amikor 1953-ban országos pályázaton első díjat nyert a vaskohászati termelőfolyamattal, anyaggazdálkodással és normakérdésekkel foglalkozó pályaművel, melynek több javaslatát vaskohászati vállalataink eredményesen hasznosították.

Kivette részét a KGST hengereltáru-szekció munkájában, néhány évig vezette is a magyar hengereltáru-albizottságot. 1963–64-ben élén állt annak a magyar delegációnak, amely csehszlovák és lengyel szakértőkkel

előkészítette az INTERMETALL megalakítását. Névadója ennek a szervezetnek.

Irodalom, matematika, zene voltak a kedvencei. A soproni Frankenburg Irodalmi Kör is felfigyelt egyetemistaként írt verseire. Matematika-logikai rejtvényeket készített. Gyorsan népszerűvé váló dala, a „Visszavárlak hős honvédem, visszavárlak hű katonám...” sok százezer anya, feleség, menyasszony és családtag mély érzelmeit fejezte ki. A néptánc, az amatőr színjátszás is érdekelte. Negyvenéves korában fogott bele sakkfeladvány-fejtésbe és -szerzésbe. 800 publikált feladványa van, közülük sok díjnyertes. A magyar és a nemzetközi sakkélet elismert szakembere lett, és a terület külföldi kongresszusain is képviselte hazánkat. „That's all...” címen 2007-ben jelentette meg – szeretett felesége emlékének ajánlva – válogatott sakkszerzeményeit.

Többször kapott Kiváló Dolgozó és Kiváló Munkáért kitüntetést. Az OMBKE 1991-ben 40 éves, 2001-ben 50 éves tagságáért Soltz Vilmos-emlékérmet adományozott neki.

Minden évfolyam-találkozónkon részt vett Tíla, így tavaly a 66 éves, Egerben megtartott találkozókon is. Utána három nappal, augusztus 29-én vehette át vasdiplomáját szeretett alma materének jogutódjánál, a Miskolci Egyetemen.

2010. február 26-án temettük el a soproni evangélikus temetőben, időközben exhumált és elhamvasztott feleségével együtt. Az évfolyamtársak koszorúján a nemzeti színű szalagon a búcsú: „Emlékedet megőrzik bányász, kohász és erdész valétatársaid.”

 Dr. Szőke László

DR. FAUSZT ANNA

(1947–2010)



Szomorúan értesültünk, hogy dr. Fauszt Anna okl. kohómérnök, szerkesztőségünk volt tagja, 2010. január 30-án elhunyt. Temetése február 26-án a miskolci Szentpéteri kapui temetőben volt, ravatalánál dr. Lengyel Károly felelős szerkesztő búcsúztatta:

„Néhány héttel ezelőtt még reménykedtünk, hogy Anna megnyer egy újabb csatát. Bizakodtunk, hogy még velünk marad egy kicsit. Szorítottunk érte, hogy a kezelések kegyetlen, testet és lelket romboló hatását átvészelve. Nem így történt, legyőzte Őt a gyilkos kór. Sokunk barátját, kedves kollégáját, jó ismerősét veszítettük el.

Dr. Fauszt Anna 1947-ben Miskolcon született. A kohóipari technikum elvégzése után a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen 1970-ben kohómérnöki oklevelet, majd 1987-ben egyetemi doktori fokozatot szerzett. Disszertációjának témája a szulfidzárványoknak az acél korróziós folyamatára gyakorolt hatása volt. A mérésekhez kifejlesztett mikropotenciálmérő berendezés teljesen újszerű megoldást képviselt. 1973-ig az egyetem Fizikai-Kémiai Tanszékén ösztöndíjasként dolgozott, majd hűs éven keresztül a Vasipari Kutató Intézet, későbbi nevén Vasipari Kutató és Fejlesztő Vállalat tudományos munkatársa volt. A termoanalitikai labor vezetőjeként elsősorban termoanalitikai vizsgálatokkal és fémtani kutatásokkal foglalkozott. Közben, 1987-ben, kitüntetéses korróziós szakmérnöki oklevelet kapott a Budapesti Műszaki Egyetem Vegyészmérnöki Karán. Kiemelkedő munkáját Kiváló Dolgozó kitüntetéssel, eredményeit vállalati nívódíjjal ismerték el.

1992-ben a Vaskut felszámolásával egy időben megalakult Vaskut-Agenda, majd későbbi nevén Agenda-Editor Kft. ügyvezetője volt. A kft. sikeresen oldotta meg a korábbi vaskutas eredményekre támaszkodva a hagyományos és az új összetételű kohászati amalgám ötvözet kifejlesztését. A HOMODENT-1 márkanévű amalgám elnyerte a Kiváló Áruk Fóruma kitüntető címet, míg az új összetételű amalgámötvözet Innovációs Díjban részesült. A kft. hosszú időn át felelős kiadója volt a BKL Kohászatnak. Ez idő alatt a lap új arculatot kapott, és a lap nyomdai előkészítését a kor igényének megfelelően számítógépes technikára váltották át.

1993-tól 2004-ig a Budapesti Műszaki Egyetem Járműgyártás és -javítás Tanszékén, fémtani és korróziós szakismereteit felhasználva, egyetemi adjunktusként vett részt az oktatásban, a tananyag fejlesztésében, korszerűsítésében és a kutatómunkában, elsősorban a felületvédelem és a felületkezelés területén. Szakmai munkáját, kutatásának eredményeit mintegy 50 tudományos publikációban dolgozta fel szerzőként vagy társszerzőként. Ezek nagy része Egyesületünk szakmai folyóiratában jelent meg.

Az egyetemi munkássága mellett szinte állandó közreműködője volt a Bay Zoltán Anyagtudományi és Technológiai Intézet Fémtani és Szimulációs Osztályán folyó kutató-fejlesztő munkának. Ez a tevékenysége különösen akkor vált aktívvá, amikor az intézetben üzembe helyezték az új termoanalitikai berendezést. A berendezés üzembe helyezésében, hitelesítésében és az újszerű vizsgálati módszerek kidolgozásában meghatározó szerepe volt.

35 évig volt egyesületünk, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület tagja. 1988-tól szerkesztőként, 1990-től rovatvezetőként élévülhetetlen érdeme volt abban, hogy a Bányászati Kohászati Lapok Kohászat című szakfolyóirata fennmaradt és megjelenhetett. Az Egyesületi hírmondó rovat létrehozásával, arculatának kialakításával, gondozásával erősítette az egyesület és a tagság kapcsolatát. Szelíd erőszakkal gyűjtötte az egyesületi híreket s gondozta jubiláns tagtársaink anyagát. A felelős szerkesztő helyetteseként az utolsó években már ő felelt az egyes lapszámok végső formájáért és a nyelvhelyességért. Néhányszor alkalmam volt részt venni a szerkesztőségi üléseken, s jól emlékszem azok ma már vissza nem térő, alkotó hangulatára. A BKL Kohászat szerkesztőségében kifejtett munkájáért Egyesületünk 2008-ban Péch Antal-emlékéremmel tüntette ki.

Sokunk ismeretsége Annával a vaskutas időkből származik. A 70-es évek elején sok fiatal került az intézetbe, s ő jókedvvel, aktívan vett részt a közösségi és szakmai programokban amellet, hogy komoly tudományos tevékenységet is folytatott. Nem törte meg, bár biztosan nyomot hagyott benne testvérének, majd legjobb barátjának tragikus halála. Ismertük és tiszteltük azokat az erőfeszítéseit, amit Miskolcon hagyott szülei rendszeres látogatásában, későbbi gondozásában, ápolásában kifejtett. Utolsó erejével még sikerült gondoskodnia édesapja méltó elhelyezéséről.

Annában jószívű, önzetlen, segítőkész lélegát veszítettünk el. Mindig volt ereje, figyelem és türelme másokon segíteni. Nem volt olyan közös ünneplés, ahová ő üres kézzel érkezett volna. Süteményeinek ízére, a finom ételekre, az általa készített különleges forralt borokra mindannyian emlékezünk. Ezért is szerettek mindegyik munkahelyén, s tisztelték tanítványai.

Szerette a természetet, a vadvirágokat, a madarakat, lepkéket és az ásványokat. Kedves, derűs lényre hiányozni fog.

Anna, nyugodj békében! Mindannyiunk nevében kívánok neked utolsó jó szerencsét!”

✍ Dr. Lengyel Károly – Dr. Verő Balázs

ÓVÁRI LÁSZLÓ (1930–2009)



A Pápai Piarista Gimnáziumban tett érettségije után az akkor még M. kir. József nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem soproni karának kohómérnöki tagozatára iratkozott be. Egyetemi tanulmányai közben – az akkori politikai helyzet miatt titokban – megismerkedett a selmeci hagyományokkal is, melyeknek lelkes híve és támogatója volt.

Kohómérnöki oklevelének megszerzése után a Salgótarjáni Acélárugyárhoz irányították, ahol kezdetben metallográfus, majd hamarosan a vasöntöde üzemvezetője lett. Nagy részt vállalt a Vasipari Kutató Intézet szakemberei által irányított gömbgrafitos öntöttvasgyártási kísérletekben.

1958-tól Budapesten, a Rézhengerművekben üzemvezető, majd műszaki osztályvezető. 1972-től a Kohászati Gyárépítő Vállalat fővállalkozási főmérnökségén kapott megbízást az export fővállalkozási osztály megszervezésére és vezetésére, mely az öntödék, miniacélművek, ötvözetgyárak export fővállalkozási tevékenységét végezte. 1982-től az Energiagazdálkodási Intézetben is export fővállalkozási feladatokat látott el a légkondenzációs hűtőberendezések területén.

1969-ben a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen kohóipari gazdasági mérnöki diplomát szerez.

1993-ban ment nyugdíjba. Aranyoklevelét 2002-ben vette át a Miskolci Egyetemen.

Szakmai tudása, fáradhatatlan munkabírása, közvetlensége miatt főnökei, munkatársai egyaránt becsülték és tisztelték. Munkája elismeréséül több, köztük a Kohászat Kiváló Dolgozója kitüntetést kapott.

Az OMBKE-nek egyetemista korától tagja volt. 1963-tól 1974-ig a fémöntő szakcsoport titkára, de más időszakban is aktívan vett részt az egyesületi életben.

Örömmel tartott kapcsolatot volt diáktársával. A „Pápai öregdiákok” baráti körének egyik szervezője volt. Mindig szívesen és aktívan vett részt a Sopronban utolsóként végzett kohász évfolyamtársak rendszeres összejövetelein. A legutolsón sajnos már nem, 2009. október 31-én meghalt.

Hamvait a Szent Gellért Plébánia urnatemetőjében családja, barátai és tisztelői mély részvétellel, a Bányászhimnusz harangjáték hangjai mellett helyezték végső nyughelyére.

F. L.

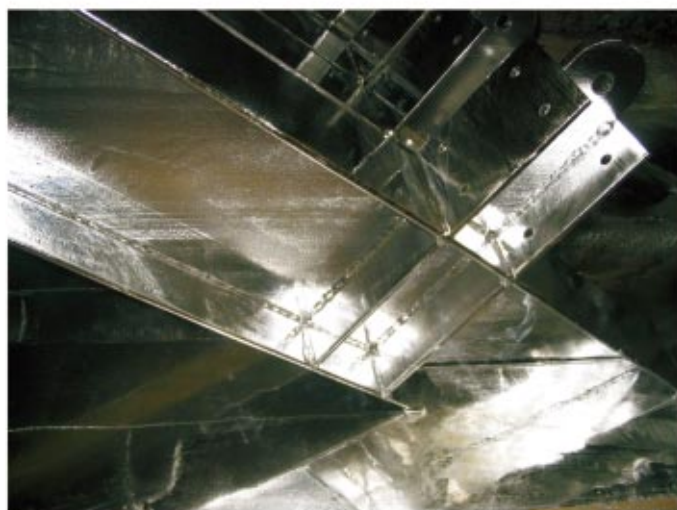


MAGYAR
TŰZHORGANYOZÓK
SZÖVETSÉGE



EGGA

Az Európai Általános Tűzhorganyozók Szövetsége (EGGA) tagvállalata.



A védelem értizenedekre

Ingyenes kiadványok térítésmentesen megrendelhetők a Magyar Tűzhorganyozók Szövetségénél:
2401 Dunaújváros, Pf. 237. - info@hhga.hu - www.hhga.hu

Szemelvények kohászatunk múltjából

Pohorella (Koháryháza, szlovákul Pohorelá)

A Garam Gömör vármegyéhez tartozó felső szakasza mentén létesült hámoroknak már a 16. századból vannak írásos nyomai. A Besztercebányai Kamara sokáig tiltotta itt a hámorok létesítését, mivel ezek a rhónici kincstári vasmű versenyтарыai lehettek. Pohorellán legálisan 1783-ban kezdett működni egy massa (kisebb nagyolvasztó) és két hámor. 1792-ben *Sturman Márton* (a Murányi Unió későbbi létrehozója) hat társával, valamint *gr. Koháry Ferencnek*, a murányi uradalom földesurának bevonásával részvénytársaságot alapított, és a Sumjáchoz tartozó Verekőn felépítettek egy faszenes nagyolvasztót, és két frisstüzes hámort is működtettek. A hat év múlva csődbe ment létesítményt Koháry magához váltotta, 1807-ben megvette a pohorellai telep kétharmad részét is, és uradalmi vasműként működtette őket. Polomkán 1821-ben helyeztek üzembe frisstüzes hámort.



Frissítőüzem és hengermű a pohorellai Ágosthután (Vasárnapi Újság, 1861)

Koháry Ferenc 1826-ban bekövetkezett halálával a családnak magva szakadt. Lányát *Ferdinánd* szász-coburg-gothai herceg vette feleségül, így a Koháry-uradalmak Ferdinándra szálltak, aki magyar honfiúsítást kapott.

A hercegi vasgyár a következő évtizedekben több telephellyel bővült, és az ország egyik jelentős kohászati vállalatává fejlődött. 1834-ben Felsősvábolkán (Ferdinandstal, Nándorvölgy, ma Val'kovna) lemezhengsorsort telepítettek, amelyet vízikerek hajtott. Ez volt – a rhónici után – a második legkorábbi lemezhengermű Magyarországon. Öt évre rá épült meg az előbbi-től nem messze egy faszenes nagyolvasztó és ércelőkészítő (Ferdinandshütte, Nándorhuta). A herceg vasbányái a Gölnic völgyében (Dobsina, Hollópatak) és a Szirk melletti Vas-hegyen voltak. Nándorhután később vasöntödét is létesítettek kupolós és lángkemencével; többek között kéreghengereket öntöttek a hengersorok részére. A pohorellai nagyolvasztót megszüntették. Megvásárolták viszont a Szepes vármegyében fekvő sztracenai nagyolvasztót és a káposztafalvi (Hrabusice) frissítőművet. Bérelték a dobsinai felső kohót és frissítőművet (1858-1869), valamint a podhorai nagyolvasztót (1868-1877). Zlatnón frissítőmű, durva- és középsor létesült.

A lebontott pohorellai kohó helyén 1847-ben kavarókemencéket és rúdhengerművet hoztak létre. Ezt a telepet Ferdinánd fiáról – aki négy év múlva apjától megörökölte a hitbizományt – Ágosthutának nevezték el, később hivatalos neve Pohorellavasgyár lett. A hercegi bányák és vasművek központja is itt volt, kastéllyal egyetemben. 1853-ban Alsósvábolkán lemezhengerművet helyeztek üzembe.

A 19. sz. közepén a hercegi vasművek összesen mintegy évi 4500 t nyersvasat termeltek, ehhez a felső-garami nagyolvasztók 2800 tonnával járultak hozzá. A kb. 300 t öntvényen felüli részt acéllá alakítva lemezzé és rúddá dolgozták fel.

1880 után a korszerűtlenné, feleslegessé vált telephelyeket megszüntették. Először a vereskői nagyolvasztó, majd Zlatnón, Nándorvölgyben és Alsósvábolkán a hengermű, továbbá a káposztafalvi frissítőmű állt le. 1893-ban a nándorhutai, 1901-ben pedig a nyolc évvel korábban vásárolt vörösvágási nagyolvasztó üzemét szüntették meg. Ezt követően csak Sztracenán gyártottak nyersvasat, ahol 1854 óta már két nagyolvasztó működött. A zlatnói felső hámort tűzállótégla-gyárrá alakították át. A megmaradt üzemszekben korszerűsítést végeztek. Ágosthután megszüntették a frissítést, Nándorhután martinkemencéket építettek és hengerművet létesítettek. Polomkán lemezhengsorsort helyeztek üzembe. Ezt a telephelyet Lujzahutának nevezték el az 1881 óta hitbizomány-tulajdonos *Fülöp* herceg feleségéről. Az 1904-ben megépült Breznóbánya-Vereskő vasútvonal gyökeres változást hozott a szállításban, melyet eddig lovas kocsival, télen szánon végeztek. A hercegi vasgyár évi termelése a 20. sz. elején 6 kt nyersvas, 7 kt acél és 12 kt hengerelt termék volt.

1912 végén a hitbizomány eladta bányáit és vasipari telepeit a Coburg Fülöp herceg-féle Bánya- és Kohóművek Rt.-nek. A részvénytársasághoz tartozó üzemek működését éppen a hercegi vasgyár fennállásának századik évében, 1926-ban szüntették meg.

Források: Schröder Gy.: A Coburg hercegi bányaösszlet vasércbányáinak és vasgyárainak rövid történelmi ismertetése. BKL, 1913. 17. sz., Edvi Illés A. (szerk.): A magyar korona országainak gyáripara az 1906. évben. II. k. 1. rész. Vasipar. Bp. 1911., Heckenast G.: A magyarországi vaskohászat története a feudalizmus korában. Bp. 1991.