

2023. IV. SZÁM  
156. ÉVFOLYAM

# BKL

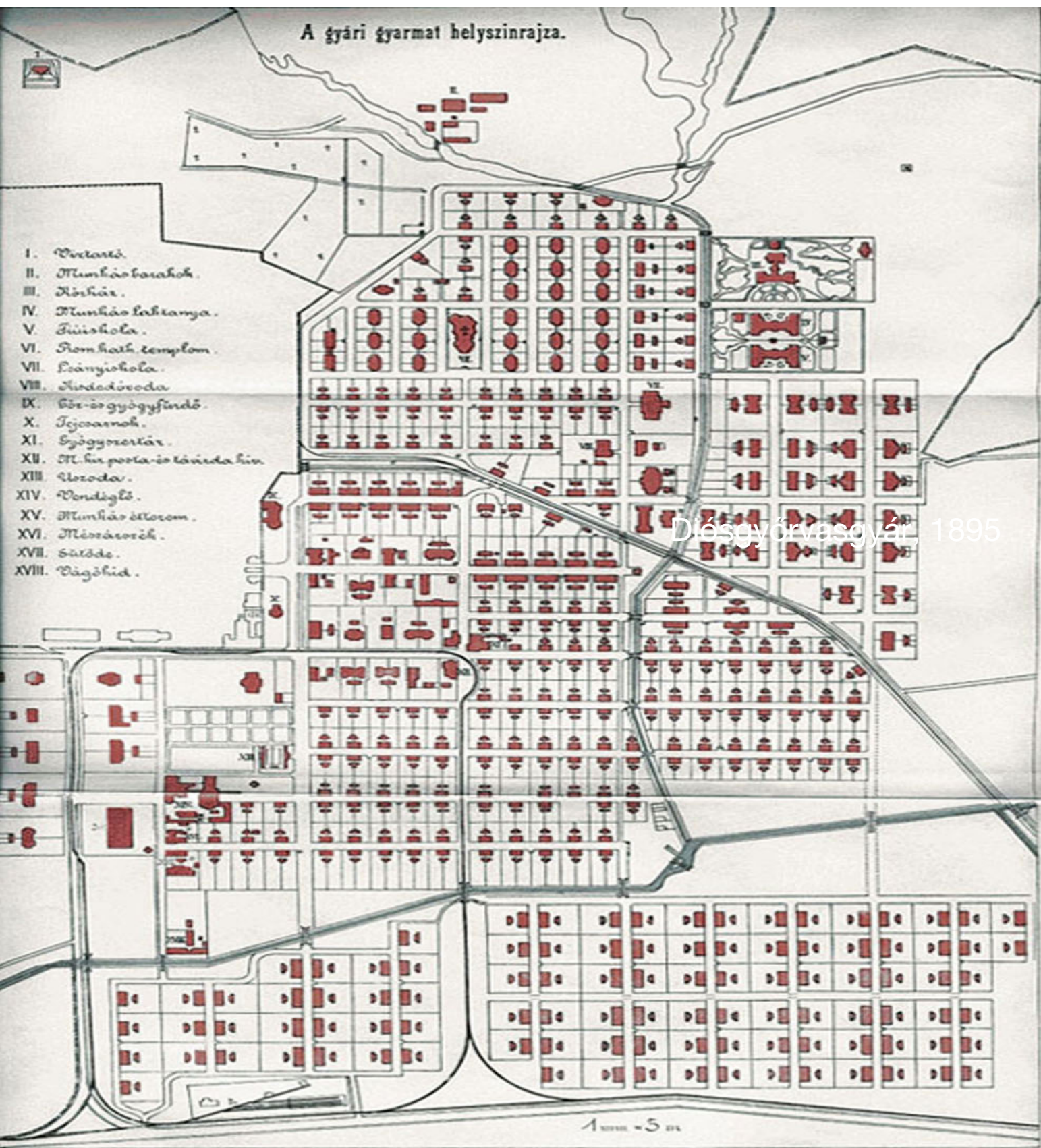
JÓ SZERENCSEÁT!



## BÁNYÁSZATI és KOHÁSZATI

### LAPOK

AZ ORSZÁGOS MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI  
EGYESÜLET LAPJA ALAPÍTOTTA PÉCH ANTAL 1868-BAN



A gyári gyarmat helyszínrajza.

- I. Vektató.
- II. Munkásokbarakok.
- III. Kórház.
- IV. Munkásoklakotya.
- V. Süsítőház.
- VI. Romkath. templom.
- VII. Szanyitoló.
- VIII. Szabadterület.
- IX. Bőr-és gyógyfürdő.
- X. Tejcsarnok.
- XI. Szőgyőrtár.
- XII. M. lin. posta-és távírda lin.
- XIII. Utca.
- XIV. Vondógló.
- XV. Munkásokétterem.
- XVI. Mészárosok.
- XVII. Sütőde.
- XVIII. Vágóhid.

Döcsy-vasgyár, 1895

## FROM THE CONTENTS

<b>JÁNOS ENDRE MARÓTI, IMRE NORBERT ORBULOV:</b> Mechanical properties of particle-reinforced, aluminium matrix syntactic foams ... .. 2	<b>BÉLA HARCSIK:</b> Development of the Diósgyőrvasgyár housing estate 1868–1945 ... .. 32
<b>ZITA MOLNÁR:</b> MRisks arising from the mixing of hydrogen in the distribution, transport and storage system of natural gas ... .. 10	<b>JÓZSEF HAJNAL:</b> Lectori salutem – or the renewal efforts of BKL following the spirit of Antal Péch ... .. 43
<b>NÉMETH CSABA:</b> Continuous hot-dip coating technologies . 17	* * *
<b>JÁNOS FÖLDESSY, FERENC MÁDAI:</b> Introduction to a new series: Critical and strategic raw materials in the European Union and Hungary – building a multimedia data collection at the University of Miskolc ... .. 25	<b>3B Hungária Ltd.</b> ... .. 16

### Felelős szerkesztő:

**Hajnal József**

E-mail:  
hirfor2000@gmail.com

### A Szerkesztőbizottság tagjai:

Bariczáné Szabó Szilvia, Bíró Nóra,  
Dr. Dovrtel Gusztáv, Fisch Iván,  
Dr. Földessy János,  
Dr. Harcsik Béla, Dr. Kóródi István,  
Dr. Ladányi Gábor, Livó László,  
Lois László, Molnár József,  
Molnár Zsolt, Pali Sándor,  
Schudich Anna, Dr. Szabó Tibor,  
Székács Annamária,  
Dr. Szunyogh István, Dr. Tardy Pál,  
Dr. Török Tamás, Dr. Vojuczki Péter

### Kiadja:

Országos Magyar Bányászati és  
Kohászati Egyesület (OMBKE),  
1107 Budapest, Hizláló tér 1.  
Telefon/Fax: 1-201-7337  
www.ombke.hu

### A kiadásért felel:

Dr. Hatala Pál

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

A BKL lapszámait az OMBKE  
honlapján – www.ombke.hu –  
érhetők el.

**HU ISSN 2498-9322**

## TARTALOM

### MARÓTI JÁNOS ENDRE, ORBULOV IMRE NORBERT:

Részecskeerősítésű, alumíniumötvözet mátrixú szintaktikus  
fémhabok mechanikai tulajdonságai ..... 2

### MOLNÁR ZITA:

A hidrogén bekeverésével felmerülő kockázatok a földgázelosztói,  
-szállítói és -tároló rendszerben ..... 10

### NÉMETH CSABA:

Folyamatos tűzihorganyozási technológiák ..... 17

### FÖLDESSY JÁNOS, MÁDAI FERENC:

Bevezető egy új sorozathoz: Kritikus és stratégiai nyersanyagok  
az Európai Unióban és Magyarországon – multimédia-  
adatgyűjtemény építése a Miskolci Egyetemen ..... 25

### HARCSIK BÉLA:

A diósgyőrvasgyári lakótelep kialakulása 1868–1945 ..... 32

### HAJNAL JÓZSEF:

Lectori salutem – avagy a BKL megújítási törekvései Péch Antal  
szellemisége nyomán ..... 43

*(for English titles see B2 page)*

*Inzert:* Bányaterv Mérnökiroda Zrt.  
WEIR Minerals Sand Wash Plant

3B Hungária Kft. .... 16

*Címlapon:* A diósgyőrvasgyári „gyarmat” helyszínrajza  
(Publikáció a 32. oldalon)

*Borító:* SPINTO Hungária Kft.  
FÉMALK Zrt.

*A kiadvány a FÉMALK és a Magyar Tudományos Akadémia  
támogatásával jelenik meg.*



# Részecskeerősítésű, alumíniumötvözet mátrixú szintaktikus fémhabok mechanikai tulajdonságai

## Mechanical properties of particle-reinforced aluminium matrix syntactic foams

MARÓTI JÁNOS ENDRE<sup>1,2</sup> – ORBULOV IMRE NORBERT<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup> Anyagtudomány és Technológia Tanszék, Gépészmérnöki Kar, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 1111 Budapest, Műegyetem rakpart 3.

<sup>2</sup> MTA–BME Lendület Nagyteljesítményű Kompozit Fémhabok Kutatócsoport, 1111 Budapest, Műegyetem rakpart 3.

\*E-mail: orbulov.imre.norbert@gpk.bme.hu, Telefon: +36 1 463 2386, Fax: +36 1 463 1366



*Kisnyomásos infiltrálással állítottunk elő mátrixanyagában erősített szintaktikus fémhabokat (SzF-okat). Mátrixanyagként AlSi7Mg ötvözetet alkalmaztunk, míg töltőanyagként kerámia gömbhéjat (KG) vagy duzzasztott agyagkavicsot (DA) használtunk. A mátrixot Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0,6 mm vagy 1,2 mm névleges méretű) vagy SiC (0,4 mm névleges méretű) részecskékkel erősítettük. Az előállított mintákat szerkezetileg (mikroszerkezet) és mechanikailag (szabványos nyomóvizsgálat) vizsgáltuk. A mikroszkópos vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a kisnyomásos infiltráció alkalmasnak bizonyult a mátrixanyagában erősített SzF-ok gyártására. A mérnöki feszültség – mérnöki alakváltozás görbéinek alakját főleg a töltőanyag határozta meg. A KG-at tartalmazó SzF-ok nagyfeszültségi csúcsot mutattak, míg a DA töltőanyag használata simább átmenetet biztosított az egyenes, rugalmas szakasz és a platós régió között. Az SzF-ok nyomószilárdsága jelentősen növekedett az erősítés hatására. Lineáris kapcsolatokat találtunk a nyomó szilárdság és az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> részecskék névleges mérete között. Az SzF-ok platószilárdsága, és így az elnyelt mechanikai energia csökkent az erősítés jelenléte miatt. A csökkenést a feszültséggyűjtő részecskék okozták, amit csak az nagyobb keménységű SiC részecskékkel lehetett kompenzálni. Elmondhatjuk, hogy a SzF-ok meghibásodási módjai a töltőanyagtól függték.*

**Kulcsszavak:** szintaktikus fémhab, kompozitok, erősített fémhab

*Metal matrix syntactic foams (MMSFs) were produced by low-pressure liquid-state infiltration. AlSi7Mg alloy was used as matrix material, while the filler was a set of ceramic hollow spheres (CHSs) or light-expanded clay agglomerate particles (LECAPs). The matrix was reinforced by Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.6 mm or 1.2 mm nominal size) or SiC (0.4 mm nominal size) particles. The produced samples were investigated structurally (microstructure) and mechanically (standardised compressive tests). According to the microscopic investigations, liquid-state low-pressure infiltration was found to be a suitable method to produce MMSFs with a reinforced matrix. The shape of the engineering stress – strain curves was mainly influenced by the filler. CHS filled MMSFs showed a high stress peak, while LECAP filling ensured a smoother transition from the linear elastic part to the plateau region. The compressive strength of the MMSFs was significantly increased by the reinforcing particles in the matrix. Linear connections were found in the compressive strength and the nominal size of the Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> particle relationships. The plateau strength of the MMSFs and thus the absorbed mechanical energy was decreased by the presence of the reinforcement. The decrement was caused by the stress-concentrating particles and could only be equalised by the stronger SiC particles. The failure modes of the MMSFs were dependent on the filler material.*

**Keywords:** syntactic metal foam, composites, particle reinforced metal foam

## 1. Bevezetés

A hagyományos fémhabokat kezdetben a természet ihlette [1], és polimer habokból fejlesztették ki, hogy nagyobb fajlagos szilárdságot és energiaelnyelést érjenek el a fémhabot alkotó tömbi anyagéhoz képest. A fémhabokat három fő csoportba lehet sorolni: i) nyílt cellás fémhabok, ii) zárt cellás fémhabok és iii) egy második, üreges vagy porózus fázissal előállított fémhabok. Az utóbbi csoport tagjait szintaktikus fémhaboknak (SzF-oknak) nevezzük. A SzF-ok egyedi kompozitanyagok, amelyek fém mátrixanyagból és egy második töltőanyagfázisból állnak, amely vagy üreges (például kerámia gömbhéj (KG)), vagy folytonos felülettel ellátott pórusok (például duzzasztott perlit, agyag vagy üveg). A SzF-ok legfontosabb tulajdonságai a nagy mechanikai energiaelnyelő képességük és a kiváló fajlagos (sűrűség szerinti) mechanikai tulajdonságaik. A nagy energiaelnyelés hasznos az autóiparban/közlekedésben (ütközéscsillapítás) [2] és a védelmi technológiákban (például golyóálló vagy robbanásálló alkatrészek) [3]. A nagy fajlagos mechanikai tulajdonságok hasznosak a közlekedés iparban (a tömegcsökkentés kisebb üzemanyagfogyasztást vagy több helyet eredményez nagyobb kapacitású akkumulátoroknak). A SzF-ok mátrixanyagai általában könnyűfémek. Az Al a leggyakrabban használt [4, 5] a kis sűrűsége, elfogadható ára, jó önthetősége, kiváló megmunkálhatósága és kedvező mechanikai tulajdonságai miatt, amelyek megfelelő hőkezelésekkel változtathatók.

A SzF-ok kis sűrűségét és kedvező fajlagos mechanikai tulajdonságait üreges vagy porózus töltőanyagok beépítésével lehet elérni. Az üreges gömbhéjak kerámiából vagy fémekből készülhetnek, mint például  $\text{Al}_2\text{O}_3$  [6], üveg [7] vagy acél [8]. A porózus testek általában duzzasztott közetek, például duzzasz-

tott perlit [9], duzzasztott üveg [10] vagy duzzasztott agyagkavics (DA) [11].

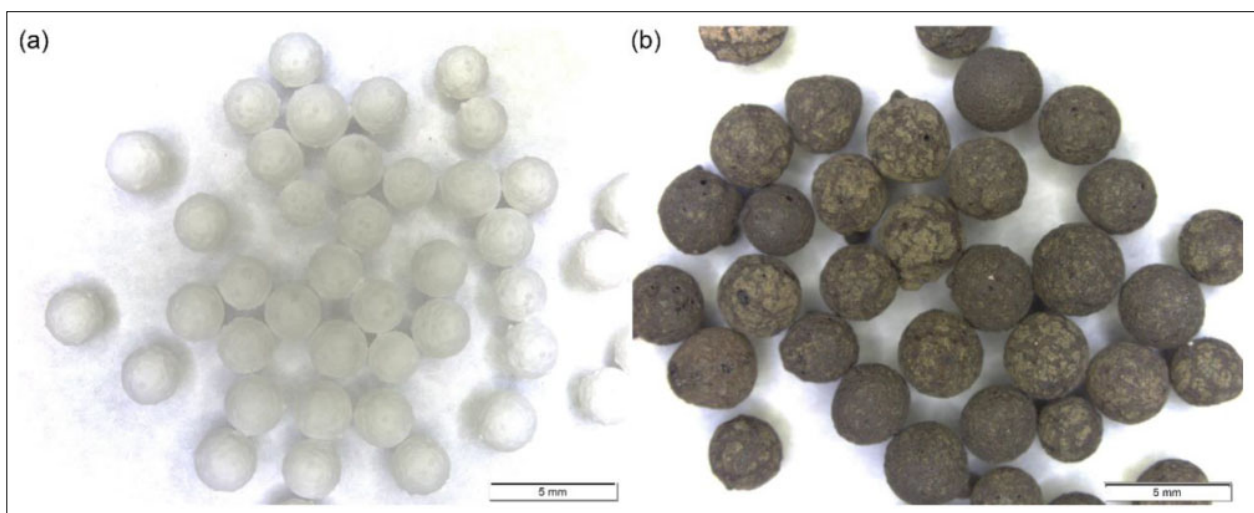
A kutatásunkban kisnyomásos infiltrálással gyártottunk mátrixanyagában erősített SzF-okat, és vizsgáltuk szerkezeti és mechanikai tulajdonságaikat. A mátrixot a kompozitoknál előszeretettel használt  $\text{Al}_2\text{O}_3$  és SiC szemcsékkel erősítettük. A szakirodalomban nem találhatók adatok olyan fémhabokról, amelyek mátrixanyagként kompozitot használtak, így teljesen újszerű és érdekes tématerületet feszegettünk.

## 2. Anyagok és vizsgálati módszerek

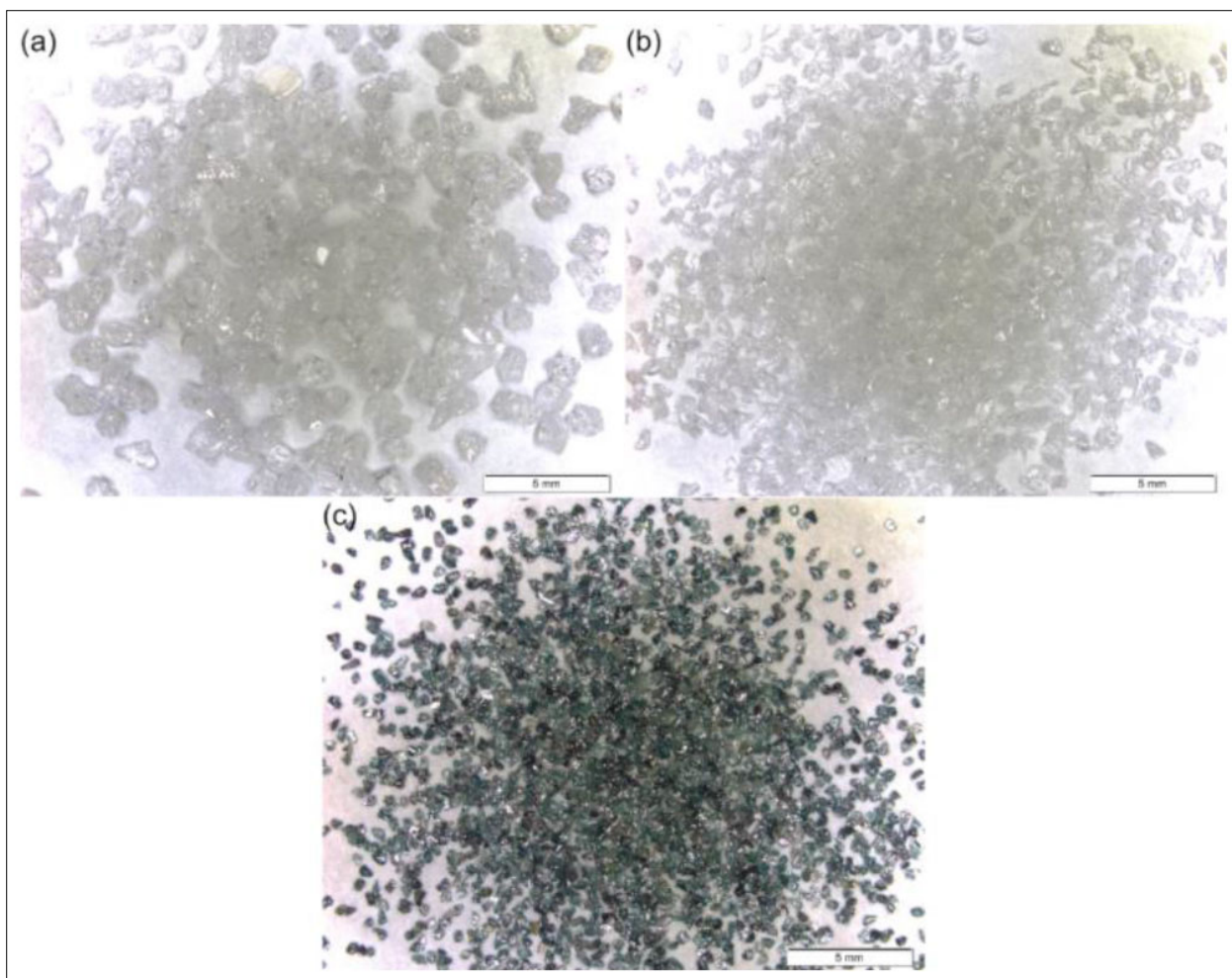
### 2.1. Felhasznált anyagok

A kutatásunkban vizsgált SzF-okhoz mátrixanyagként  $\text{AlSi7Mg}$  (A356, névleges összetétele: 92 t% Al, 7 t% Si, 0,3 t% Mg, 0,2 t% Fe, 0,2 t% Cu, 0,1 t% Mn, 0,1 t% Zn, 0,1 t% egyéb) alumíniumötvözetet használtunk. Ez az alumíniumötvözet ideális mátrixanyag kis sűrűsége, viszonylag nagy szilárdsága és jó korrózióállósága miatt. A szilícium ötvözésével növeli az ötvözet önthetőségét.

A porózus fázist biztosító töltőanyagként KG-t vagy DA-t alkalmaztunk. A KG-ak nagy szilárdságú, mérnöki tervezésű üreges testek, míg a DA olcsó, porózus töltőanyag. A KG-ak átmérője  $\varnothing 2,29 \pm 0,16$  mm volt, pásztázó elektronmikroszkópi (SEM) méréseken alapuló (500 véletlenszerűen kiválasztott töltőanyagszemcse) eredmények alapján, sűrűségük (a gömbhéj tömegének és térfogatának hányadosa) pedig  $0,92 \pm 0,05$  g/cm<sup>3</sup>. A KG-ak anyaga tiszta  $\text{Al}_2\text{O}_3$  volt. A DA részecskék átmérője  $\varnothing 3,24 \pm 0,65$  mm volt, a sűrűségük pedig  $0,76 \pm 0,20$  g/cm<sup>3</sup>. A DA kémiai összetétele  $60 \pm 5$  t%  $\text{SiO}_2$ ,  $17 \pm 3$  t%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $14 \pm 2$  t%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  és kb. 9 t% egyéb oxidok (CaO, MgO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O). A töltőanyagok sztereomikroszkó-



1. ábra. A töltőanyagokról készült sztereomikroszkópos képek (a) KG és (b) DA



2. ábra. Az alkalmazott erősítőanyagokról készült mikroszkópi képek (a) 1,2 mm névleges méretű  $Al_2O_3$ , (b) 0,6 mm névleges méretű  $Al_2O_3$  és (c) 0,4 mm névleges méretű SiC

képe az 1. ábrán látható. A töltőanyag fő szerepe az, hogy csökkentse az alkatrész sűrűségét és megadja a fémhabokra jellemző porózus szerkezetet. A fajlagos tulajdonságok (pl. energiaelnyelés, nyomószilárdság) a sűrűség csökkentésével növekednek, ezért a töl-

tőanyag térfogataránya viszonylag nagy értékre volt beállítva, nevezetesen 60%-ra.

Erősítőanyagként három különböző részecskét alkalmaztunk: két különböző méretű  $Al_2O_3$  (1,2 mm és 0,6 mm névleges mérettel) és egy méretű SiC-ot (0,4 mm

1. táblázat. A minták elnevezése, valamint a töltő- és erősítőanyagok összefoglalása

Elnevezés	Töltőanyag		Erősítőrészecske			Sűrűség $\rho$ (gcm <sup>-3</sup> )
	Típus	Átmérő $D$ (mm)	Összetétel	Névleges méret $d$ (mm)	Mért méret $d$ (mm)	
UR-DA	DA	3,24 ± 0,65	–	–	–	1,58 ± 0,01
A-1,2-DA			$Al_2O_3$	1,2	1,20 ± 0,22	1,71 ± 0,05
A-0,6-DA			$Al_2O_3$	0,6	0,63 ± 0,10	1,69 ± 0,11
S-0,4-DA			SiC	0,4	0,44 ± 0,06	1,71 ± 0,06
UR-KG	KG	2,29 ± 0,16	–	–	–	1,66 ± 0,02
A-1,2-KG			$Al_2O_3$	1,2	1,20 ± 0,22	1,90 ± 0,07
A-0,6-KG			$Al_2O_3$	0,6	0,63 ± 0,10	1,82 ± 0,06
S-0,4-KG			SiC	0,4	0,44 ± 0,06	1,80 ± 0,04



névleges mérettel). Az erősítőanyagokat elérhetőségük és az általuk már bizonyított alkalmazhatóságuk alapján választottuk ki. Minden esetben a mátrixanyag térfogatához képest 20 tf%-ban alkalmaztunk erősítőanyagokat (megfelel a teljes SzF 9 tf%-ának). Az erősítőanyagokat a Gránit Csiszolószerszám Kft. szállította. Az ezekről készült mikroszkópi képek a 2. ábrán láthatók.

Kutatásunk során az erősítőanyagok tf%-át nem változtattuk, mivel a vizsgálatok fő céljai azok voltak, hogy i) az előállítás megvalósíthatóságát vizsgáljuk, ii) először közöljünk a részecskeerősítés hatásának szilárdság- és energiaelnyelés-változásáról, valamint iii) összehasonlítsunk különböző méretű és anyagú erősítő részecskéket az azonos tf%-os értékűekkel. Az 1. táblázatban foglaltuk össze az alkalmazott töltő- és erősítőanyagok méreteit és fajtáit, valamint hogy az egyes próbatetekhez milyen kombinációkban használtuk azokat. Az 1. táblázat továbbá tartalmazza az elkészült SzF-ok sűrűségét (a SzF-ok tömegének és térfogatának hányadosa) is. Az egyes próbatetek elnevezésében az első rész leírja az alkalmazott erősítést (UR az erősítés nélküli SzF-ot jelöli, A az  $Al_2O_3$  részecskeerősítést, míg az S a SiC részecskét), ezt követi a részecskék névleges méretének megadása. Az utolsó rész az alkalmazott töltőanyagra utal, például, az A-0,6-DA jelölés egy olyan SzF-ot jelöl, amelynek a töltőanyaga DA és mátrixanyagát 0,6 mm névleges méretű  $Al_2O_3$  részecskékkel erősítettünk.

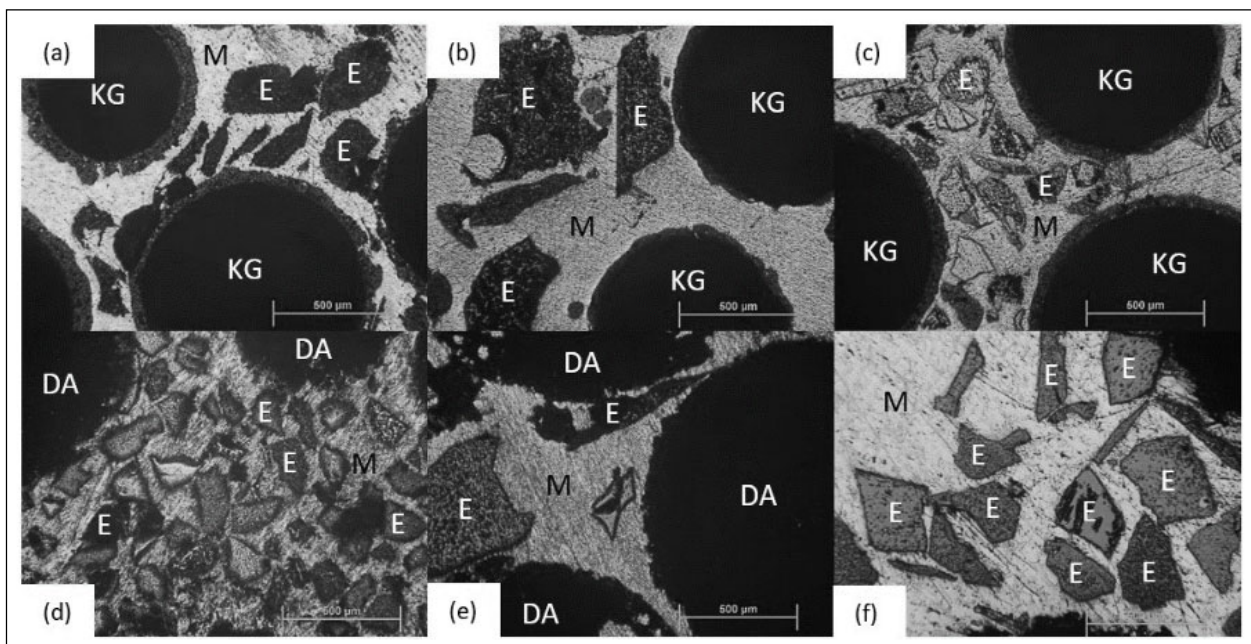
## 2.2. Gyártási módszer

A mintákat kisnyomásos infiltrálással gyártottuk. A töltő- és erősítőanyagokat mechanikusan kevertük

addig, amíg homogén keveréket nem kaptunk. Az öntőforma belsejét a fémhabok könnyebb eltávolítása érdekében grafitral vontuk be (N-77 grafit spray, a DUE-CI ELECTRONIC s.n.c. terméke). A keverék tetejére rozsdamentes acélhálót helyeztünk, hogy megakadályozzuk az erősítő- és töltőanyag felúszását a folyékony mátrixanyagba, mivel ez inhomogenitási problémákat okozhatna. Az előkészített öntőgelyeket 30 percig 600 °C-on előmelegítettük, majd a 840 °C-on megolvastott és túlhevített AlSi7Mg mátrixanyagot a formába öntöttük. A gyártás utolsó lépéseként, inert argon-gáz segítségével juttattuk a mátrixanyagot az erősítő- és töltőanyag közé, a nyomás 500 kPa volt, és 5 s-ig tartottuk fent. A tégelyben lévő gáz a beáramló mátrixanyag elől a forma alján található furaton távozott. A próbatetekhez használt AlSi7Mg ötvözet kiválóan keményíthető, ezért minden mintán egy T6-os hőkezelést alkalmaztunk. A T6-os hőkezelés első lépése egy 535 °C-os, 4 órán át tartó homogenizáció, a második egy 150 °C-os, 15 órás mesterséges öregítésből áll.

## 2.3. Mérési módszerek

A kutatásunk során készített mátrixanyagában erősített SzF-ok mikroszerkezeti vizsgálatát egy Olympus PMG3 optikai mikroszkóppal, egy Olympus SZX16 sztereomikroszkóppal és egy Zeiss EVO MA10 pásztázó elektronmikroszkóppal végeztük. A minták előkészítése három lépésből állt: i) P320-as SiC szemcséket tartalmazó csiszolópapíron való csiszolás (5 perc, 20 N-os terhelés, 220 1/min), ii) 6 µm-es és 3 µm-es gyémánt szuszpenzióval történő polírozás



3. ábra. A kutatásunk során vizsgált fémhabok mikroszerkezetéről készült felvételek (a) A-0,6-KG, (b) A-1,2-KG, (c) S-0,4-KG (d) A-0,6-DA, (e) A-1,2-DA, (f) S-0,4-DA (M a mátrixot, E az erősítőanyagot jelöli)

2. táblázat. Mátrixanyagában erősített SzF-ok mechanikai tulajdonságainak (nyomószilárdság, platószilárdság és energiaelnyelés) abszolút és fajlagos értékei

Elnevezés	$\sigma_C$ (MPa)	$\sigma_C/\rho$ (MPa/(gcm <sup>-3</sup> ))	$\sigma_{PLT}$ (MPa)	$\sigma_{PLT}/\rho$ (MPa/(gcm <sup>-3</sup> ))	$W_{50}$ (Jcm <sup>-3</sup> )	$W_{50}/\rho$ ((Jcm <sup>-3</sup> )/(gcm <sup>-3</sup> ))
UR-DA	60,8 ± 0,30	36,5 ± 0,19	53,8 ± 0,47	34,1 ± 0,29	21,23 ± 0,083	13,5 ± 0,05
A-1.2-DA	66,1 ± 2,11	38,7 ± 1,23	50,2 ± 0,61	29,4 ± 0,36	20,80 ± 0,386	12,2 ± 0,23
A-0.6-DA	63,1 ± 0,65	37,3 ± 0,38	41,7 ± 1,23	24,7 ± 0,73	21,93 ± 0,249	13,0 ± 0,15
S-0.4-DA	79,3 ± 0,59	46,4 ± 0,35	54,7 ± 1,09	32,0 ± 0,64	22,33 ± 0,213	13,1 ± 0,12
UR-KG	101,8 ± 0,37	61,3 ± 0,22	87,9 ± 0,12	53,0 ± 0,07	45,09 ± 0,183	27,2 ± 0,11
A-1.2-KG	130,2 ± 0,92	68,5 ± 0,48	81,5 ± 1,05	42,9 ± 0,55	41,04 ± 0,431	21,6 ± 0,23
A-0.6-KG	118,4 ± 1,55	65,1 ± 0,85	74,3 ± 1,67	40,8 ± 0,92	35,48 ± 0,321	19,5 ± 0,18
S-0.4-KG	137,3 ± 1,13	76,3 ± 0,63	87,6 ± 0,58	48,7 ± 0,32	46,57 ± 0,465	25,9 ± 0,26

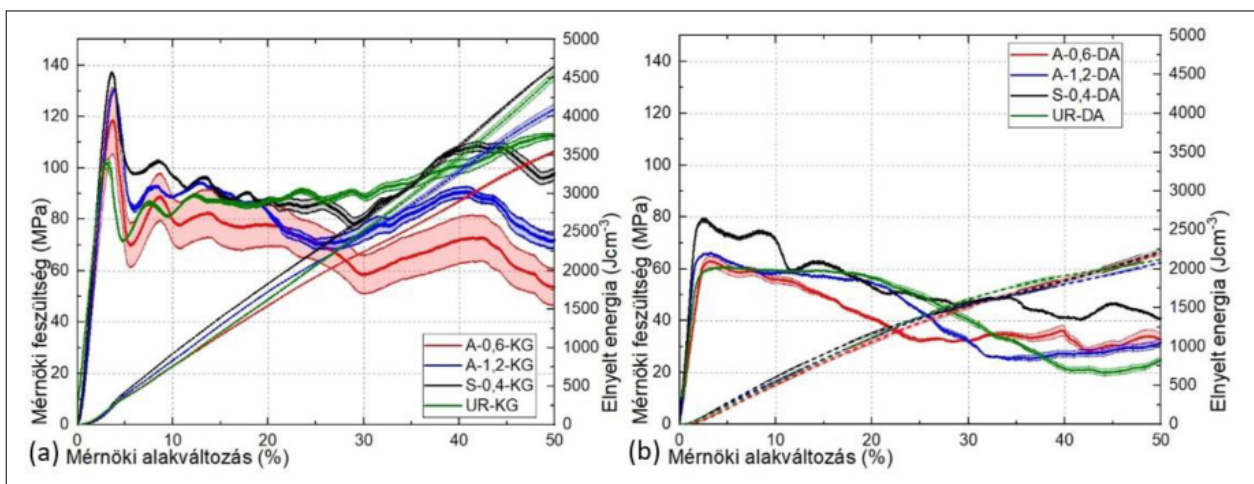
(15-15 perc, 20 N-os terhelés, 150 l/min), végezetül iii) 0,05 SiO<sub>2</sub> szuszpenziós polírozás (10 perc, 15 N terhelés, 150 l/min). A minták mechanikai tulajdonságait egy MTS810 hidraulikus univerzális anyagvizsgáló géppel vizsgáltuk. Az eszköz 250 kN-os mérés határral rendelkezik, a mintákat legalább 50%-os mérnöki alakváltozásig terheltek 4 mm/perc keresztfejjel, az ISO13310:2011 szabvány alapján. A nyomólapok és a minták közé Kolofol teflonfóliát helyeztünk a fellépő súrlódási erők csökkentése érdekében. A tömbökből típusonként négy darab 30 mm átmérőjű és 40 mm magasságú, henger alakú próbatesteket munkáltunk ki. Az eredményekből az alábbi mechanikai tulajdonságokat számítottuk ki: i) nyomószilárdság ( $\sigma_c$  a görbe első maximuma a rugalmas alakváltozási szakaszt követően), ii) platószilárdság ( $\sigma_{PLT}$  az átlagos feszültség a 10% és 40%-os deformációs tartományban), iii) energiaelnyelés ( $W_{50}$  a mérnöki alakváltozás – mérnöki feszültség görbéinek az integrálja 50%-os alakváltozásig).

### 3. Eredmények és következtetések

#### 3.1. A mátrixanyagában erősített fémhabok mikroszerkezete

Először a gyártás jóságát és a minták mikroszerkezetét vizsgáltuk. A mintákról készült mikroszkópi képeket mutat a 3. ábra. Az első sorban a KG, míg a második sorban a DA töltőanyagú szintaktikus fémhabok láthatóak. Vízszintesen az ábra három oszlopra van bontva, jobbról balra: 1,2 mm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,6 mm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és a 0,4 mm SiC részecskékkel erősített mintákat jelenítettük meg.

A mikroszerkezeti képek azt mutatják, hogy a mátrixanyag teljesen kitöltötte a teret a DA, vagy KG, valamint az erősítő részecskék között is. Ráadásul nem tapasztaltuk a töltő- vagy erősítőanyag dúsulását, csoportosulását. Ezek alapján elmondható, hogy a kisnyomásos infiltráció a mátrixanyagában erősített szintaktikus fémhabok hatékony gyártási módja.



4. ábra. A vizsgált próbatestek mérnöki feszültség – mérnök alakváltozás görbéi és az elnyelt energia az alakváltozás függvényében, KG (a) és DA (b) töltőanyagok esetében



### 3.2. A mátrixanyagában erősített SzF-ok mechanikai tulajdonságai

A mikroszerkezeti vizsgálatokat követően nyomóvizsgálatot végeztünk a próbatesteken. Az eredményeket négy szempont alapján hasonlítottuk össze: i) erősítőanyag mérete és ii) anyaga, iii) a töltőanyagok anyaga és iv) az erősített minták tulajdonságainak változása az erősítetlen referenciamintákhoz képest. A 4. ábrán láthatóak a KG és DA töltőanyagú erősített és erősítetlen próbatesteken mért mérnöki feszültség – mérnöki alakváltozás görbék, valamint az elnyelt energia az alakváltozás függvényében. Minden görbe négy próbatest mérésének átlaga, az árnyékolt terület pedig a szórásáv.

A mérnöki feszültség – mérnöki alakváltozás diagramok követik a SzF-ok klasszikus viselkedését. A KG töltőanyagú SzF-ok görbéi a rugalmas alakváltozás szakaszával kezdődnek, majd első lokális maximumot követően egy jelentős feszültségcsökkenés következik be (erősített esetben megközelítőleg  $44,7 \pm 4,2$  MPa, erősítetlen esetben  $30,0$  MPa  $\pm 1,1$  MPa). Ennek a feszültségcsökkenésnek az oka az első nyírási sáv működése. Ezt követi a plató szakasz, ahol a görbe majdnem állandó feszültséget mutat. A platós régió egészen 30%-os alakváltozásig figyelhető meg, ahol ismétlenül elkezd növekedni a feszültség, az erősített minták esetében a második nyírási sáv megjelenését követően egy újabb feszültségcsökkenés figyelhető meg. Ez a feszültségcsökkenés, valamint a második nyírási sáv erősítetlen minták esetében nem figyelhető meg. A DA töltőanyagú minták viselkedése jelentősen eltér ettől. A rugalmas alakváltozást követően eléri a görbe globális maximumát, és ezt követően a feszültség értéke folyamatosan csökken, amit a töltőanyag tönkremenetele okozza. Az ISO13314:2011 szabvány alapján a fémhabok nyomóvizsgálata során néhány jellemző tulajdonság kinyerhető a diagramokból. A SzF-oknak nemcsak az abszolút mechanikai tulajdonságai, hanem a fajlagosított (sűrűséggel normált) értékeik is nagyon fontosak. A mérnöki feszültség – mérnöki alakváltozás görbékből kapott abszolút és fajlagos eredményeket foglaltuk össze a 2. táblázatban.

A KG töltőanyagú SzF-ok esetén a nyomószilárdság átlagosan 20%-kal növekedett az erősítetlen mintákhoz képest. Az 1,2 mm és 0,6 mm névleges méretű  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -al erősített minták esetében rendre 16,6 MPa (16,3%) és 28,4 MPa (27,9%) növekedést okoztak az erősítő részecskék. A SiC erősítéssel értük el a legnagyobb 35,5 MPa erősítést, amely 34,9%-os növekedést jelent. A DA töltőanyag esetében átlagosan 10%-al sikerült növelnünk a nyomószilárdság értékét. A kisebb  $\text{Al}_2\text{O}_3$  szemcsék esetében 2,3 MPa (3,8%), a nagyobb névleges méretű  $\text{Al}_2\text{O}_3$  használatával 5,3 MPa (8,7%), míg SiC alkalmazásával 18,5 MPa (30,4%) növekedést értünk el.

Fontos hangsúlyozni, hogy a két különböző névleges méretű  $\text{Al}_2\text{O}_3$  erősítőanyag csupán a méretükben különböztek, minden másban megegyeztek. Így lehetséges összefüggést felállítani az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  erősítőanyag mérete és a nyomószilárdság között. Az adatokra (4 adatpont) egyenest illesztve (rendre 0,981  $R^2$  és 0,988  $R^2$  értékkel) kaptuk az alábbi összefüggéseket:

$$\sigma_C = 102,6 + 23,7d, \quad (1)$$

$$\sigma_C = 60,7 + 4,4d, \quad (2)$$

$$\sigma_C/\rho = 61,4 + 6,0d, \quad (3)$$

$$\sigma_C/\rho = 36,4 + 1,8d, \quad (4)$$

ahol  $d$  az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  erősítőanyag méretét jelöli. Így megállapítottuk, hogy lineáris összefüggés van a nyomószilárdság és a erősítőanyagok névleges mérete között.

A töltőanyag hatását vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a KG töltőanyagú SzF-okkal nagyobb szilárdságnövekedést értünk el (átlagosan 20%), mint DA töltőanyagú társaikkal (átlagosan 10%). Érdekes, hogy ez a hatás SiC-nal erősített esetekben kevésbé érvényesül, itt 34,9% és 30,4%-os növekedést értünk el.

A következő, általunk vizsgált mechanikai tulajdonság a platószilárdság. Ennek értéke nagyon fontos, hiszen ez felelős a fémhabok energiaelnyeléséért: minél nagyobb feszültség szinten minél egyenletesebb a görbének ez a szakasza, annál nagyobb lesz az energiaelnyelés is. Az erősítetlen minták nagyon jól teljesítettek ebből az aspektusból. Az erősített minták esetében két folyamat játszott fontos szerepet: i) az erősítő részecskék mint feszültséggyűjtő helyek működtek a minták rugalmas tönkremenetele közben, így csökkentve a platószilárdságot, ii) a másik folyamatnál mint erősítés jelennek meg, és a platószilárdság növekedését okozzák. Az erősítetlen mintákhoz képest mindkét típusú töltőanyag és mindkét névleges méretű  $\text{Al}_2\text{O}_3$  erősítőanyag esetében csökkent a platószilárdság. Az 1,2 mm nominális méretű  $\text{Al}_2\text{O}_3$  esetén 6,4 MPa (7,3%) és 3,6 MPa (6,7%) volt KG és DA töltőanyagok használatkor. A csökkenés nagyobb mértékű volt a kisebb méretű  $\text{Al}_2\text{O}_3$  részecskék alkalmazásakor, KG és DA esetén rendre 13,6 MPa (15,5%) és 12,1 MPa (22,5%) volt. A platószilárdság terén az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  részecskék nem tudták betölteni erősítő szerepüket, a deformáció során lejátszódó folyamatok közül a feszültséggyűjtő helyek negatív hatása érződött inkább. A helyzett sokkal jobb volt a SiC-nal erősített mintáknál, itt az erősítő hatás tudta egyensúlyozni a feszültséggyűjtő helyek által okozott csökkenést, így a platószilárdság az erősítetlen minták szintjén mozgott.

A harmadik és egyben utolsó vizsgált paraméter a SzF-ok energiaelnyelése volt. Ez az egyik legfontosabb paraméter az ipar számára. Az energiaelnyelés és

a platószilárdság között erős kapcsolat áll fenn, mivel az energiaelnyelést a mérnöki feszültség – mérnöki alakváltozás görbe integráljaként kapjuk meg. A KG töltőanyagú, erősített SzF-ok követték a platószilárdságnál megállapított trendet. Az erősítés csupán SiC esetén tudta kompenzálni az energiaelnyelés veszteségét. Általánosságban elmondható, hogy az energiaelnyelési képesség főleg a KG töltőanyagtól függött. A DA esetében is hasonló megállapításokat tehattünk, mint az előzőekben, ezzel is bizonyítva, hogy az energiaelnyelés töltőanyagfüggő tulajdonság.

#### 4. Következtetések

Összefoglalva, kisnyomásos infiltrációval sikeresen állítottunk elő AlSi7Mg mátrixú részecskeerősítésű szintaktikus fémhabokat. Kétféle töltőanyagot használtunk: nagy szilárdságú kerámia gömbhéjakat és kisebb szilárdságú duzzasztott anyagkavicsot. A töltőanyag mennyiségét 60 t%-ra állítottuk be. Újdonságként a szintaktikus fémhabok mátrixanyagát Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1,2 mm és 0,6 mm névleges méretű) és SiC (0,4 mm névleges méretű) részecskékkel erősítettünk (9 t%). Vizsgáltuk a minták mikroszerkezetét, valamint nyomóvizsgálattal a mechanikai tulajdonságait. Az elvégzett mérések alapján a következő megállapításokat tehetjük:

- A minták mikroszerkezeti vizsgálata azt mutatja, hogy a mátrix teljesen kitöltötte a kerámia gömbhéjak, a duzzasztott agyagkavicsok, valamint az erősítőanyagok közötti teret, nem kívánt porozítások és üregek nem figyelhetők meg. Ennek alapján a kisnyomásos infiltrálást alkalmas gyártási módszernek tartjuk.
- A mérnöki feszültség – mérnöki alakváltozás görbék alakját elsősorban a töltőanyagok határozták meg. A kerámia gömbhéjakkal töltött szintaktikus fémhabok nagyobb feszültségcsúcsot értek el a lineáris, rugalmas alakváltozás szakaszában. A görbék kezdeti szakaszát követően nagy platófeszültséget figyelhetünk meg. A duzzasztott agyagkavics töltőanyag esetében kisebb feszültségi csúcs figyelhető meg a rugalmas alakváltozást követően, és a plató régióban is folyamatosan csökken a feszültség az alakváltozás növekedésével.
- Lineáris kapcsolatot találtunk az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> részecskék névleges mérete és a nyomószilárdság között. Ezek az összefüggések abszolút és fajlagos esetben is fennállnak.
- Az erősítés jelenléte az Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> részecskék esetében csökkentette a platószilárdság értékét, mivel feszültséggyűjtő helyekként viselkedtek, így negatív hatást gyakoroltak a platószilárdság értékére. Ezt a hatást csak a nagyobb szilárdságú SiC részecskék tudták kiegyenlíteni.

- Az elnyelt energia változása az erősített szintaktikus fémhabok esetén követte a platószilárdság trendjét (az energiaelnyelés és a platószilárdság között erős kapcsolat van).

#### Köszönetnyilvánítás

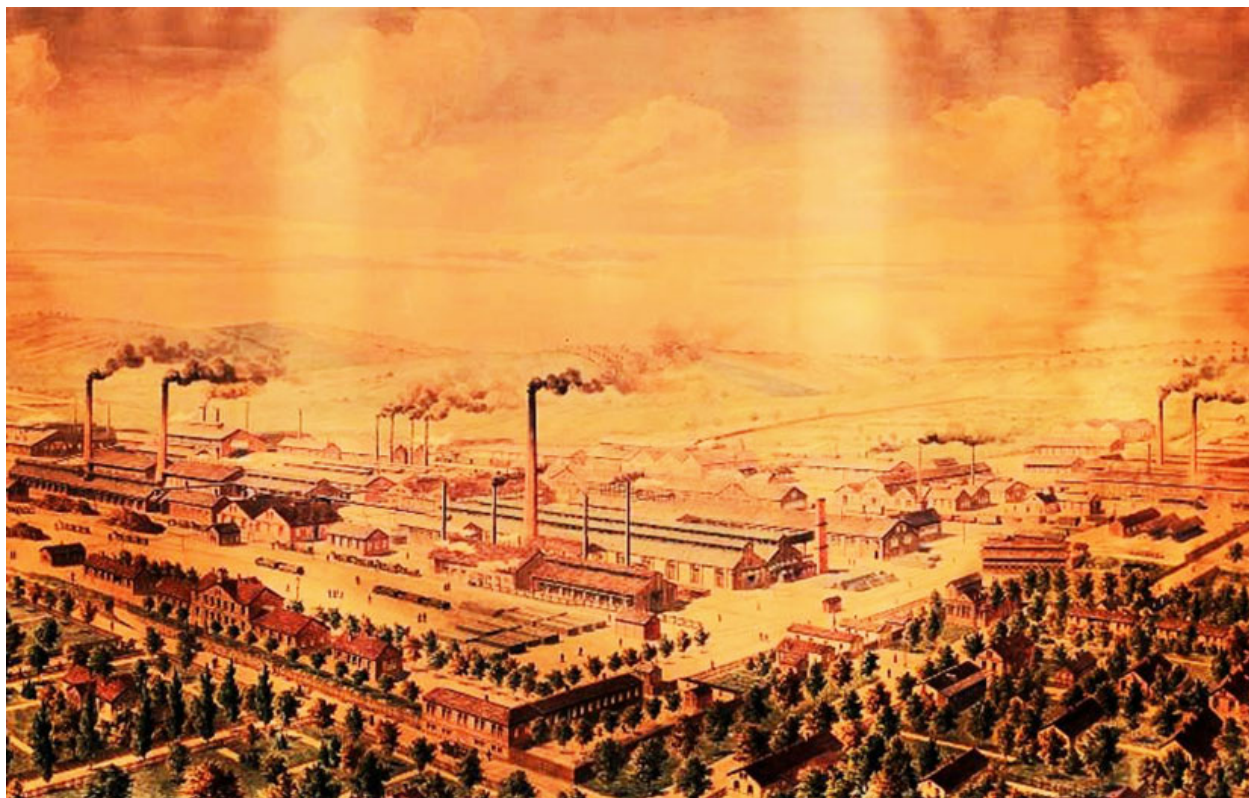
Ezt a munkát a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) támogatta az OTKA-FK\_21 138505 támogatási szerződés keretében.

#### IRODALOM

- [1] Ashby MF: Chapter 3 – Engineering Materials and Their Properties. In: Ashby MFBT-MS in MD (Fourth E, ed., Oxford: Butterworth-Heinemann; 2011, p. 31–56. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-1-85617-663-7.00003-5>
- [2] Song J, Xu S, Xu L, Zhou J, Zou M: Experimental study on the crashworthiness of bio-inspired aluminum foam-filled tubes under axial compression loading. *Thin-Walled Struct* 2020; 155: 106937. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tws.2020.106937>
- [3] Rabiei A, Portanova M, Marx J, Scott C, Schwant J: A study on puncture resistance of composite metal foam core sandwich panels. *Adv. Eng. Mater.* 2020; n/a. <https://doi.org/10.1002/adem.202000693>
- [4] Alteneji M, Krishnan K, Guan ZW, Cantwell WJ, Zhao Y, Langdon G: Dynamic response of aluminium matrix syntactic foams subjected to high strain-rate loadings. *Compos. Struct.* 2023; 303: 116289. <https://doi.org/10.1016/J.COMPSTRUCT.2022.116289>
- [5] Thalmaier G, Sechel NA, Csapai A, Popa CO, Batin G, Gábora A, et al.: Aluminum perlite syntactic foams. *Materials (Basel)* 2022; 15. <https://doi.org/10.3390/ma15155446>
- [6] Ferguson JB, Santa Maria JA, Schultz BF, Rohatgi PK: Al–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> syntactic foams – Part II: Predicting mechanical properties of metal matrix syntactic foams reinforced with ceramic spheres. *Mater. Sci. Eng. A* 2013; 582: 423–32. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2013.06.065>
- [7] Son YG, Lee YC, Jung SS, Kwon HS, Lee W, Park Y: Synthesis and characterization of hollow glass sphere containing aluminum syntactic foam by spark plasma sintering and hot pressing. *Metals (Basel)* 2019; 9. <https://doi.org/10.3390/met9121266>
- [8] Vendra LJ, Rabiei A: A study on aluminum–steel composite metal foam processed by casting. *Mater. Sci. Eng. A* 2007; 465: 59–67. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2007.04.037>
- [9] Wiener C, Chmelik F, Ugi D, Máthis K, Knapke M: Damage characterization during compression in a perlite-aluminum syntactic foam. *Materials (Basel)* 2019; 12. <https://doi.org/10.3390/ma12203342>
- [10] Wright A, Kennedy A: The processing and properties of syntactic al foams containing low cost expanded glass particles. *Adv. Eng. Mater.* 2017; 19: 1–6. <https://doi.org/10.1002/adem.201600467>
- [11] Kemény A, Leveles B, Károly D: Functional aluminium matrix syntactic foams filled with lightweight expanded clay aggregate particles. *Mater. Today Proc.* 2021. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.164>

## FÜGGELÉK

Rövidítések és mennyiségek	Értelmezésük
SzF	Szintaktikus Fémhab
KG	Kerámia gömbhéj
DA	Duzzasztott agyagkavics
t%	Tömegszázalék
tf%	Térfogatszázalék
UR	Erősítetlen minta
A	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> részecskékkel erősített minta
S	SiC részecskékkel erősített minta
Töltőanyag sűrűsége ( $\rho_B$ )	A töltőanyag tömegének és térfogatának hányadosa
Szintaktikus fémhab sűrűsége ( $\rho$ )	A szintaktikus fémhab tömegének és térfogatának hányadosa
Nyomószilárdság ( $\sigma_C$ )	A görbe első maximuma a rugalmas alakváltozási szakaszt követően
Platószilárdság ( $\sigma_{PLT}$ )	Az átlagos feszültség a 10% és 40%-os deformációs tartományban
Energiaelnyelés ( $W_{50}$ )	A mérnöki alakváltozás – mérnöki feszültség görbék integrálja 50%-os alakváltozásig



Diósgyőrvasgyár látképe, 1895 (lásd Harscsik Béla: „A diósgyőrvasgyári lakótelep kialakulása, 1868–1945” c. írása ebben a számban, a 32. oldalon)



# A hidrogén bekeverésével felmerülő kockázatok a földgázelosztói, -szállítói, és -tároló rendszerben

## Risks arising from the mixing of hydrogen in the distribution, transport and storage system of natural gas

MOLNÁR ZITA

MVM Főgáz Földgázhálózati Kft., junior hálózatfejlesztési mérnök



*A népesség növekedésével az emberiség energiafelhasználása is ugrásszerűen megnövekedett. Ezzel párhuzamosan a földgáz (és/vagy más egyéb fosszilis tüzelőanyagok) felhasználásával, az üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátása is ugrásszerűen növekszik. Manapság már számos törekvés irányul az ÜHG megfékezésére. Többek között az Európai Unió célul tűzte ki, hogy 2050-re klímasegélyessé váljon, ami azt jelenti, hogy gazdasági tevékenységeivel nem idéz elő üvegházhatású gázkibocsátást (amennyi ÜHG-t kibocsát, ugyanannyit le is köt, ezáltal tekinthető „zérónak”). A hidrogén mint „új” alternatív tüzelőgáz lehetősége már évek óta jelen van a köztudatban. Az Európai Unió Bizottsága 2020. július 8-án kihirdette a „Hidrogénstratégia a klímasegélyes Európáért” c. stratégiát, melynek fő célja, hogy a fejlesztések, kutatások, beruházások és innovációk révén a gazdaság képes legyen a dekarbonizáció megvalósításában hatásos eredményeket elérni a hidrogén segítségével [1]. Ennek kapcsán indult útjára az a felvetés, hogy a meglévő földgázhálózatokat használják fel a különböző arányokban hidrogént tartalmazó földgáz betáplálására. Megemlítendő néhány EU-s projekt, melyek a fentebb említett felvetést igyekeznek vizsgálni: NaturalHy, HIPS-NET, GRHYD, HyDeploy@Keele.*

**Kulcsszavak:** hidrogén bekeverése, kockázat, elosztó-, szállító-, tárolórendszer

*With the growth of the population, humanity's energy consumption has increased dramatically. In parallel, the use of natural gas (and/or other fossil fuels) has led to a significant increase in the emission of greenhouse gases (GHGs). Nowadays, there are numerous efforts aimed at mitigating GHGs. Among these, the European Union has set a goal to become climate-neutral by 2050, which means that it will not produce greenhouse gas emissions through its economic activities (it will offset the emissions it produces, making it 'net-zero'). The potential of hydrogen as a 'new' alternative fuel has been in the public consciousness for years. On July 8, 2020, the European Commission announced the 'Hydrogen Strategy for a Climate-Neutral Europe', whose main objective is to achieve decarbonization through developments, research, investments, and innovations utilizing hydrogen [1]. In this context, the idea of using existing natural gas networks for injecting natural gas with varying proportions of hydrogen has been proposed. It is worth mentioning some EU projects that aim at investigating the aforementioned proposal: NaturalHy, HIPS-NET, GRHYD, HyDeploy@Keele.*

*There has not yet been a unified European stance regarding the injectable hydrogen content in natural gas networks, which would serve as the basis for transportation and trade between individual countries [4]. Hungary's National Hydrogen Strategy has a key objective for the distribution network, aiming at a minimum 2% H<sub>2</sub> volume ratio blend into the natural gas system by 2030.*

*It is clear that numerous efforts and research are focused on integrating hydrogen into the natural gas network. Hydrogen has significant differences compared to natural gas, raising various technical, economic, and safety questions in both distribution, transportation, storage, and utilization processes. Current regulations and standards only partially or do not address hydrogen and its associated specific conditions at all. Therefore, it is necessary to review and amend the regulations to meet the challenges associated with any use of hydrogen and ensure the mutual safety of people and the environment. In this article, we examine the expected operational and technical issues that may arise concerning domestic distribution and transportation pipelines, as well as gas storage, assuming the injection of hydrogen-rich natural gas. Due to the constraints of this publication, it is not possible to provide a comprehensive, detailed description of the risks related to the mentioned areas, so we aim to capture only some of the more significant aspects and present them. To obtain a comprehensive view of the risks in different areas, we consulted with experts from OPUS Tígáz Zrt., Földgázszállító Zrt., and Magyar Földgáztároló Zrt., who greatly contributed their professional knowledge.*

**Keywords:** mixing of hydrogen, risk, transport and storage system

## Prognosztizálható hidrogénrészarány

A ThyGA projekt keretében workshopot rendeztek, melyen mintegy 100 résztvevőt kérdeztek meg arról, hogy szerintük milyen hidrogénrészarány prognosztizálható a gázelosztó-hálózatban 2030-ban és 2050-ben. A válaszokat az 1. ábra grafikonjai mutatják [3].

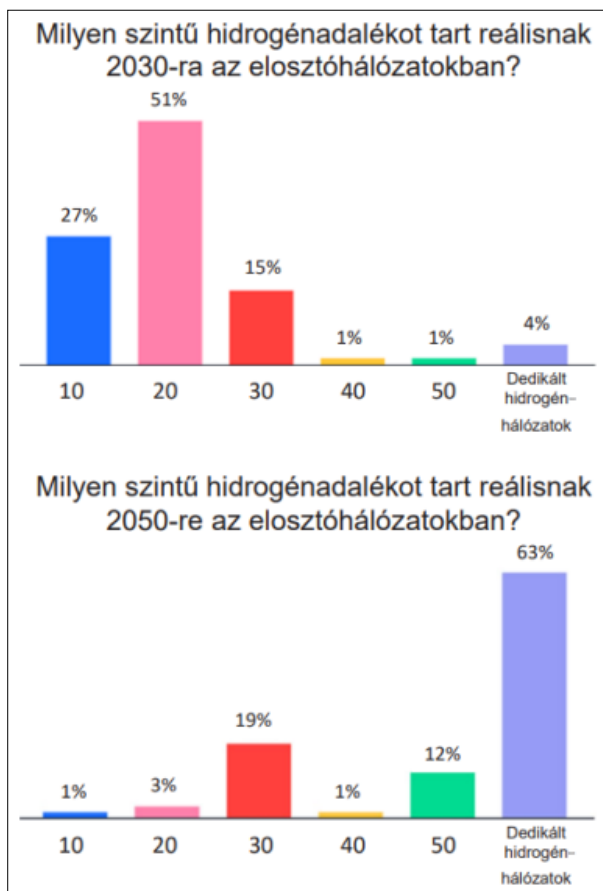
A földgáz-hálózatba injektálható hidrogéntartalomra vonatkozóan még nem alakult ki egységes állásfoglalás európai szinten, amely az egyes országok közötti szállítást, illetve a kereskedelmet alapozná meg [4]. A hazai Nemzeti Hidrogénstratégia elosztóhálózatot érintő kiemelt cél 2030-ig minimum 2% H<sub>2</sub>-térfigatarányos bekeverés a földgázrendszerbe.

Látható, hogy számos törekvés és kutatás irányul a hidrogén földgázrendszerbe történő integrálására. A hidrogén a földgázhoz képest jelentősen eltérő tulajdonságokkal rendelkezik, ezért számos technikai, gazdasági és biztonsági kérdést vet fel mind az elosztási, szállítási, tárolási, mind a felhasználási folyamatok során. A jelenlegi jogszabályok és szabványok csak részben vagy egyáltalán nem tartalmazzák a hidrogén-összetételt és a hidrogénnel kapcsolatos speciális körülményeket. Ezért szükséges a jogszabályok felülvizsgálata és ennek módosítása annak érdekében,

hogy megfeleljenek a hidrogén bármilyen nemű felhasználásával kapcsolatos kihívásoknak, és biztosítsák az emberek, a környezet kölcsönös biztonságát. Jelen cikkben azt vizsgáljuk, hogy a hazai elosztói, szállítóvezetékekre, illetve gáztárolókra vonatkozóan, milyen várható üzemeltetési/műszaki problémák adódhatnak, amennyiben hidrogéntartalmú földgáz betáplálását feltételezzük. A publikáció terjedelmi korlátjai miatt az említett területeket érintő kockázatok teljes körű, részletes ismertetése nem lehetséges, így csupán a kérdés néhány fontosabb részletét tudjuk kiemelni és azokat ismertetni.

## Általánosságban felvetődő problémák a hidrogén földgáz-hálózati betáplálása kapcsán

Először is célszerű pár szót ejteni a hidrogén fizikai és kémia tulajdonságairól, viselkedéséről csővezetési környezetben. A hidrogénmolekula kis mérete miatt a szivárgásból eredő veszteség nagyobb, mint a metán esetén. Általánosságban elmondható, hogy a polimer csövekben a szivárgás a hidrogén esetében körülbelül 4-5-ször nagyobb, mint a metán esetében. Az acél- és lágúvas vezetékekben hidrogénbetáplálást feltételezve a szivárgási térfogati ráta körülbelül háromszorosa a földgázénak, és a szivárgás többnyire a csavarmenteknél, tömítéseknél vagy mechanikai kötéseknel fordul elő. Polietilén csővezetékek a hidrogén szállítására alacsony nyomáson alkalmasak lehetnek jelentős szivárgás nélkül, valamint ezek esetén nem érvényesül a hidrogén elridegítő hatása szemben az acélvezetékekkel. Ebből következik a másik általános probléma: a hidrogén acélszövetekre gyakorolt káros hatása, mint például a hólyagosodás, a magas hőmérsékletű „hidrogéntámadás” vagy az elridegedés (melyen belül további csoportokat különböztetünk meg). A hidrogénmolekula kis mérete mellett megemlítendő még, hogy egységnyi térfogatra vetített energiatartalma kb. harmada a földgázénak, így ennek következtében, amennyiben 100% hidrogénnel lenne kiváltva a földgáz, úgy azonos energiatartalom-szolgáltatáshoz kb. 3-3,5-szer akkora mennyiségre lenne belőle szükség, ami többletkapacitás-terhelést jelent a rendszeren [2]. Ezenfelül a földgázba történő hidrogéninjektálás esetén a keverékgáz mind égési, mind fizikai jellemzői megváltoznak, amelyek jelentősen befolyásolhatják az együttműködő földgázrendszer üzemeltetését és karbantartását. A gázkeverék gázminőségének változása a megszokottól eltérő műszaki-biztonsági követelményeket eredményezhet. A földgáz-hidrogén elegy alsó és felső robbanási határértéke megváltozik. (A H<sub>2</sub>-koncentráció növelésével egyre szélesebb robbanási tartomány alakul ki.) Ennek eredményeképpen a jelenleg használatos gázszivárgás-érzékelők és -kereső műszerek riasztási szintjeit a H<sub>2</sub>-földgáz keverékhez kell hangolni (ARH20%, ARH40%). A gáz-



1. ábra. Felmérés a ThyGa projekt részéről, hogy a résztvevők szerint milyen arányban prognosztizálható a hidrogén aránya a gázelosztó-hálózatokban 2030-ra és 2050-re [3]

keverék érzékelésére a H<sub>2</sub>-szenzorok alkalmazása is szükségessé válik [2].

Általánosságban elmondható, hogy egy tipikus 2H minőségű földgázösszetételének gyújtási koncentrációhatárai 4–15% közé tehetők. Nézzük, hogyan változik ez a határérték különböző arányú hidrogén injektálásával! A számításhoz az alábbi képletet használtam:

$$z_{\text{kev.,alsó/felső}} = z_{\text{kev.,égh.alsó/felső}} \times \frac{1 + \frac{B}{1-B}}{1 + z_{\text{kev.,égh.alsó/felső}} \cdot \frac{B}{1-B}},$$

ahol:

$B$  – a keverék inerttartalma,

$z_{\text{kev.,égh.alsó/felső}}$  – az éghető rész alsó/felső gyújtási koncentrációhatára.

Az alsó/felső gyújtási koncentrációhatárok különböző hidrogéntartalmú földgázelegyek esetén:

- 2% H<sub>2</sub>-tartalom esetén (2% H<sub>2</sub> – 98% CH<sub>4</sub>)  
4,35–15,78%,
- 5% H<sub>2</sub>-tartalom esetén (5% H<sub>2</sub> – 95% CH<sub>4</sub>)  
4,34–16,18%,
- 10% H<sub>2</sub>-tartalom esetén (10% H<sub>2</sub> – 90% CH<sub>4</sub>)  
4,32–16,89%,
- 23% H<sub>2</sub>-tartalom esetén (23% H<sub>2</sub> – 77% CH<sub>4</sub>)  
4,27–19,06%,
- 100% H<sub>2</sub>-tartalom esetén 4–80%.

### A hidrogén megjelenése az földgáz-elosztó-hálózaton és a vele járó kockázatok

A földgáz–hidrogén elegy a nyílt és zárt téri robbanásveszélyes zónákat módosíthatja: a gyulladási hőmérséklet csökkenése, a robbanás áterjedési képesség növekedése, a legkisebb gyújtóáram (MIC) csökkenése és a láng égési sebességének növekedése miatt.

A gázelosztó vezetékek ellenőrzési kategóriái gyakoriság alapján öt csoportba oszthatók, polietilén és acélvezetékre megkülönböztetve. Mivel a biztonsági övezetek határának módosítása/növelése csak olyan vezetékek esetében lehetséges, amelyeknél más nyomvonalas létesítmények nem helyezkednek el, így az olyan a hidrogén–földgáz elegytartalmú vezetékek esetén, ahol a biztonsági övezetek nem módosíthatók, érdemes szigorúbb/gyakoribb ellenőrzési kategóriákba sorolni azokat.

A hidrogén elosztóhálózatban történő megjelenése kérdést vet fel az acélra és polietilénre gyakorolt hatása szempontjából. Az acélszerkezet esetében a hidrogén számos probléma forrását képezi, többek között ridegedést (ezeknek több mechanizmusa meg-

különböztethető), hólyagosodást, korróziót. Ezek a mechanizmusok a vezetékek törésére, élettartamára jelentős befolyással vannak. Elosztói oldalról azt lehet mondani, hogy mivel a vezetékek kisebb részarányban tartalmaznak acélt, mint szállítói oldalról, valamint kisebb nyomáson is üzemelnek, így elsősorban és főleg a 2 tf% H<sub>2</sub>-tartalmú földgázelegy valószínűleg nem jelent problémát az üzemeltetés során.

A polietilén vezetékek esetén nem jelentkezik anyagkárosodás, viszont az áteresztőképességéről elmondható, hogy a hidrogén a polietilén vezetékre vonatkoztatva kb. 4-5-ször nagyobb szivárgási rátával rendelkezik, mint a földgáz. Ezért az egyik gázelosztó engedélyes belső laboratóriumi vizsgálatot végzett PE vezetékre vonatkozóan, mely bár alátámasztotta a 4-5-ször nagyobb szivárgási tényezőt, ugyanakkor azt a megállapítást is tette, hogy ezzel együtt is elhanyagolható a szivárgás mértéke, különösen a 2 tf% hidrogénbetáplálásánál.

Az eddig alkalmazott tömítések legfontosabb feladata, hogy metánra nézve ne legyenek áteresztő képességük, így az a kérdés merül fel, hogy a hidrogén megjelenésével a rendszerben, tapasztalható-e hidrogén áteresztés. Ez érvényes lehet az egyéb alkatrészek funkcionális megfelelőségére, mint például az elzárószerelvényekre, vagy arra, hogy nyomásszabályozók esetén, lezáráskor, történik-e gázátáramlás, a hidrogénmolekula rendkívül kis méretéből fakadóan. Ezenfelül elmondható, hogy az oldható kötések jelentős része nem ellenőrzött, így azon túl, hogy hidrogén–földgáz elegyre is tömörök-e, másik kérdést vet fel, hogy rétegződéstől függetlenül, szükséges-e hidrogénérzékelő műszerek telepítése?

A rétegződés jelenségéről a fentiekben már szó esett, viszont kérdésként merülnek fel azoknak fogyasztóknak az esetében, melyeknél a vételezés huzamos ideig (több hónapon keresztül) szünetel, és így nem állnak rendelkezésre a gázelegy diffúziójához szükséges feltételek. Esetükben vizsgálat szükséges, hogy a koncentráció függvényében mennyi idő elteltével alakul ki a rétegződés jelensége, és annak milyen hatásai/következményei lehetnek.

Gázmérők esetében megkülönböztetünk térfogat-kiszorításos, illetve áramlási sebességre visszavezethető gázmérőket. Mindkét típus esetében, a hidrogén megjelenésével, a rendelkezésre álló hibagörbék módosulhatnak. A térfogat-kiszorításos mérők esetében a hangsúly a tömítések hidrogénállóságára irányul. Az áramlási sebességre visszavezethető mérők, mint például a turbinás gáz mennyiségmérők esetében, a gázelegy sűrűségének a csökkenéséből adódhatnak problémák, habár a 2 tf% H<sub>2</sub> megjelenésével a földgázban várhatóan a mérések a hibagörbén belül maradnának.



## Hidrogén megjelenése a földgázszállító rendszerben és a vele járó lehetséges kockázatok

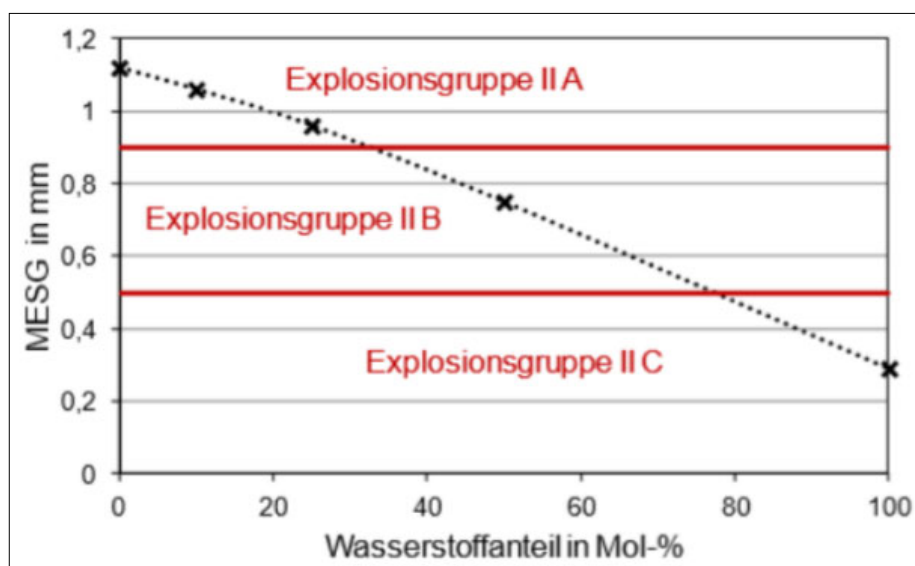
A szállítórendszert érintő, a hidrogén megjelenése kapcsán felmerülő problémák feltárására 2 mol% H<sub>2</sub>-tartalmú földgáz esetén készültek kutatások, melyek az alábbiak.

Első körben a fizikai-kémiai tulajdonságok vizsgálatánál megállapítható, hogy 2 mol% hidrogén bekeverésével a tüzeléstechnikai paraméterek egyaránt csak kis mértékben változnak 2H és 2S gázcsoport esetén. A kompresszibilitási tényező, az állandó nyomáson mért fajhő, a gyulladási koncentrációhatár tartománya, a lángterjedési sebesség és az égési hőmérséklet értékei esetén elhanyagolható mértékben növekednek a tiszta földgázhoz képest. Ezzel szemben a gázkeverék sűrűsége, dinamikai viszkozitása, Wobbe-indexe, relatív sűrűsége, égéshője, fűtőértéke, gyulladási hőmérséklete és Joule–Thomson-együtthatójának értéke kismértékben csökken a 100%-os földgázhoz képest. (Ezek az eltérések jellemzően 0,5–1,5% közé tehetők.) Kérdésként merül fel, hogy a szállítórendszerbe beadagolt hidrogén a gázelegy részeként fog-e viselkedni, vagyis hogy mennyiben változtatja meg a gázkeverék jellemző tulajdonságait, amelyet pl. azelőtt a döntő többségben jelen lévő metán tulajdonságaival jellemeztek a robbanásveszélyes térségek besorolása esetén. Amennyiben szivárog a gázelegy és robbanásveszélyes közeget hoz létre, akkor a metánérzékelő hamarabb fog érzékelni. A metánérzékelő mellé megfelelő számú hidrogénérzékelőt is telepíteni kell, azonban RB-s szempontból a 2 mol% H<sub>2</sub> mellett elhanyagolhatónak tekinthető a vészhelyzet növekedése. Megjegyzendő azonban, hogy nagyobb H<sub>2</sub>-arány esetén már módosulhat az előbbi kijelentés, és további vizsgálatok szükségesek e témakörben [7].

Az áramlástanban végzett szimulációk eredményeként elmondható, hogy a kezdetben egyenletes összetételű gázkeverékekből csak akkor kezdenek kiválni az alkotók, ha a különválaszt elősegítő erők meghaladják a keveredést elősegítő erőket. (Kiválást elősegítő erőnek tekinthető például az egyes alkotók sűrűségkülönbsége.) Tartályos vizsgálatot végeztek homogén és inhomogén metán–hidrogén gázkeverékekkel is. A homogén elegy esetén nem volt kimutatható koncentrációváltozás, ezzel szemben az inhomogén gázkeveréken végzett vizsgálat eredménye azt mutatta, hogy a tartályban lévő koncentrációkülönbség a diffúzió következtében fokozatosan kiegyenlítődik, míg nem egy homogén gázelegy alakul ki. A kiegyenlítődéshez szükséges időt a nyomás, a hőmérséklet, a koncentrációkülönbség és a tartály térfogata is befolyásolja. A nyomás növekedése, a koncentrációkülönbség növekedése és a tartály térfogatának növekedése emeli, a hőmérséklet növekedése csökkenti a kiegyenlítődéshez szükséges időt, de a végeredményt nem befolyásolja. További kérdést vet fel a hidrogén gázáramba való betáplálásának feltétele. A szimuláció alapján az is megállapítható volt, hogy az ún. felső injektálás esetén a metán és hidrogén nem keveredik megfelelően, így ez a mód nem javasolt. Alsó bekeverési mód esetén, amennyiben a metán sebessége 1 m/s, a gázkeveredés megfelelő lehet.

Összegezve tehát a földgázszállító rendszerben a 2 tf% H<sub>2</sub> jelenlétekor rétegződés, szeparáció nem várható, azonban nagyobb mértékű betáplálásnál további vizsgálatok szükségesek [7].

Robbanás elleni védelem esetén 2% H<sub>2</sub> földgázba történő injektálása esetén megállapítható, hogy a gázkeverék robbanásveszélyt okozó gázcsoportja nem változik a 100%-os földgázhoz képest. Így en-



2. ábra. Robbanásveszélyes csoportok különböző hidrogénkoncentráció függvényében [7]

nek következtében a robbanásvédelmi intézkedéseket nem szükséges módosítani, illetve a rendszerbe épített robbanásbiztos kialakítású berendezések továbbra is megfelelnek a gázcsoport támasztotta követelményeknek [7]. A 2. ábrán látható, hogy robbanásveszélyt okozó csoportbesorolás változása kb. 35 mol% H<sub>2</sub>-tartalomnál valósul meg (II A csoportból II B csoportba történő sorolás.)

Anyagszerkezeti szempontból az acélokba diffundáló hidrogén hólyagosodást, ridegedést és egyéb szerkezeti problémákat okozhat. A hidrogén szállítóvezetési elemekre gyakorolt hatásáról hazai viszonylatban azonban nem áll rendelkezésre egyértelmű és megalapozott információ. A fellelhető szakirodalmi adatok ugyanis kísérleti körülmények között általában 100%-os hidrogénközegben, teljesen ép szerkezetű és ép felületű fémeken végzett vizsgálatok, melyekből csak következtetni lehet, a már évtizedek óta a rendszerben működő anyagok és a hidrogén közötti kölcsönhatásokra. További problémát jelent, hogy a teljes rendszer vizsgálatához szükséges információk (szállítóvezetékek állapota, anyagminősége stb.) a korai építések esetében hiányosan állnak rendelkezésre. Ugyanakkor kijelenthető, hogy az ASTM szabványhoz tartozó egyes A jelű anyagminőségek (A35B, A38B, A40B, A44B) ridegedése hidrogén hatására jelentős mértékben megnő, így az ebből az anyagminőségből készült elemek fokozott vizsgálata és szükség szerinti cseréje javasolt. Továbbá az egyes inhomogén összetételű, főleg régebbi, valamint a nagyobb szilárdságú (DX52, L485, P460) anyagok nyúlása akár jelentősen csökkenhet, ridegedés lép fel, ami rezgések és dinamikus hatások következtében töréshez vezethet [7].

Szivárgás szempontjából érdekes kérdést vet fel a hidrogén megjelenése a rendszerben. A földgázhoz viszonyított jóval kisebb méretéből és viszkozitásából adódóan a kis átmérőjű réseken, a molekuláris szinten porózus szerkezetüként jellemezhető fémes tömítéseken a hidrogénmolekula könnyebben áthatol. Szakirodalmi megállapítások alapján 2% H<sub>2</sub> megjelenése a rendszerben valószínűleg csak csekély mértékben befolyásolná a rendszer jelenlegi tömörségének állapotát, továbbá ez a szivárgási veszteség elsősorban inkább gazdasági jelentőségű. Műszaki-biztonsági kockázata a szabadtéri technológiánál nincs, mivel a légkörbe lépve a H<sub>2</sub> gyorsan elillan. További vizsgálatokat igényel azonban a zárt terekben szivárgó hidrogén robbanóképes gázelegy kialakulására vezethet. Megjegyzendő az is, hogy nagyobb hidrogénkoncentráció tartalmú földgáz esetén újabb vizsgálatok szükségesek a szivárgást érintően [7].

A H<sub>2</sub> egységnyi térfogatra vetített energiatartalma megközelítőleg harmada a földgázhoz képest, így azonos üzemeltetési feltételek mellett változik a szállított

energia mennyisége a fölgázálózatban. Amennyiben a földgázt kizárólag 100% hidrogénnel helyettesítjük a hálózatban, akkor kb. 3,0–3,5-szer nagyobb mennyiségre lenne belőle szükséges azonos energia-közléséhez. Ugyanakkor azonos indítónyomás mellett a hidrogén nyomásvesztése 6-szor kisebb. Ebből fakadóan nemcsak az energia továbbításából adódna üzemeltetési probléma, hanem az egyes szerelvények esetén is. Így a szerelvények használhatóságát szükséges ellenőrizni mind az anyagminőség, mind kapacitás szempontjából. Továbbá javasolt a hegesztési varratok ellenőrzése, mivel ezek esetében a H<sub>2</sub> hatása eltérhet a cső anyagára gyakorolt hatástól [2, 7].

A gázösszetétel mérése szempontjából elmondható, hogy a földgázkezeléssel kalibrált gázmennyiségmérő eszközök alkalmasak a 2 tff% H<sub>2</sub>-tartalmú földgázelegy mérésére, a mérés eltérése ugyanakkor feltételezhetően elhanyagolható mértékű. (Az üzemeltető ütemezetten tervezi beépíteni az új, hidrogén mérésre is alkalmas kromatográfokat.)

A szagosítás tárgyát illetően a szagosítóanyag gyártója belső kutatások alapján megerősítette, hogy az FGSZ Zrt. által alkalmazott ún. Spotleak 1039 megfelel a különböző arányban hidrogént tartalmazó – vagy akár 100% hidrogén esetén is – a szaghatás és szagjelleg megváltozása nélkül. Továbbá az FGSZ Zrt. által felkutatott nemzetközi szakirodalom szerint a kéntartalmú földgáz szagosítóanyagok (mint a THT és a TBM) nem mutattak a hidrogén jelenlétéhez köthető, szagintenzitási és szagjellegben bekövetkező eltéréseket, így a földgáz szagosítására továbbra is megfelelőek. Ennek kapcsán a konklúzió, hogy az alkalmazott Spotleak 1039 (50% THT – 50% TBM) megfelel a 2% hidrogént tartalmazó földgáz szagosítására [7].

### **Gáztárolók alkalmassága hidrogén és hidrogén–földgáz tárolására**

A föld alatti gáztárolás során felmerülő problémákat az alábbiakban fejtjük ki.

Az Európai Unió Net Zero kezdeményezése szerint 2050-re, mintegy 2500 TWh hidrogénigény a kitűzött cél, mely hidrogén és hidrogén–földgáz elegy együttesét jelenti. Ezt a hatalmas mennyiséget egyszerre csak a föld alatti gáztárolókban lehetséges tárolni, mely több problémát is hordoz magában. Egyrészt a hidrogén egységnyi térfogatra vetített energiatartalma mintegy harmada a földgázénak, így azonos energiakitermeléséhez nagyságrendileg 3-szor akkora mennyiségre lenne belőle szükség. Ebből következik a másik probléma, miszerint a rendelkezésre álló föld alatti gáztároló kapacitások nem elegendőek a célkitűzésekhez. Ezekon felül pedig a föld alatti gáztárolóban megjelenő hidrogén egyéb geokémiai és mikrobiológiai kérdéseket is felvet a tárolás és üzemeltetés kapcsán.

Az MFGT Zrt. az ún. HyUsPre konzorcium tagja, mely projekt a megújuló hidrogén porózus eredetű geológiai tárolókban való nagyszabású európai tárolásának a megvalósíthatóságát és lehetőségeit kutatja [8]. Rezervoár körülmények között a hidrogén és kőzetegyüttes, valamint a tárolóban található közeg között számos reakció mehet végbe, melyeknek hosszú távú kihatásai lehetnek az üzemeltethetőségre, illetve a tároló műszaki biztonságára. A legfontosabb prioritási vizsgálattal azok a reakciók rendelkeznek, melyeknek a hatására hidrogénvesztés, valamint egyéb nem kívánatos gázok megjelenése áll fenn (pl. inert gázok, kén-hidrogén). Továbbá nem szabad figyelmen kívül hagyni azokat a folyamatokat sem, melyeknek a hatására a tárolói életciklus rövidül, romlik, vagy ellehetetlenül a kapacitás kihasználása.

A geokémiai folyamatok általában az idővel megszűnő reakciótipusok csoportjába tartoznak, és három fő probléma köthető hozzájuk a hidrogén megjelenésével. Egyrészt a hidrogén hatására a környezet pH-értéke megváltozik, melynek következtében erős redoxidfolyamatok indulhatnak be. Ez rövid távon kedvező lehet, mert ezáltal nőhet a pórusterfogás és az átteresztőképesség. Hosszú távon azonban csökken a kőzet állékonysága, így tárolói szinten ez homoktermelés beindulását idézheti elő, vagy a későbbiekben, mivel elveszíti a mátrixot összefogó cementet, ezáltal tömörödés következhet be. Hazai viszonylatban azt lehet mondani, hogy a karbonátos kőzetek hidrogénnel való reakciója mérsékelt, ezért nem lehet jelentős átalakulásokra számítani. Másrészt problémát jelenthet az agyagásványokban történő hidrogénadszorpció, amely hidrogénvesztéshez vezethet. Az agyagásványokban ugyanis „megakad” a hidrogén a kis molekulamérete miatt, és megkötődik. Kimutatása rendkívül nehéz, mivel nincs még olyan vizsgálati eljárás (legalábbis a szakirodalomkutatásban egyelőre nem találni), amely egyértelműen megmutatná, hogy mely agyagásványok esetében kell erre a jelenségre különös figyelmet fordítani. Harmadrészt jelentős kockázati tényező a pirit jelenléte a gáztárolóban. Adott nyomás és hőmérsékleti tartomány között a pirit hidrogénmolekulával érintkezve prikotinná alakul, miközben kén-hidrogén szabadul fel. A kén-hidrogén mindamelllett, hogy a H<sub>2</sub>-t fogyasztja, rendkívül mérgező és korrozív tulajdonságú. Magyarországon, a Zsanán található föld alatti gáztároló ebből a szempontból kockázatnak van kitéve, ugyanis záróképződménye magas pirittartalommal rendelkezik [9].

A mikrobiológiai folyamatok döntően az úgynevezett idővel nem megszűnő folyamatok csoportjába tartoznak. A rétegvizekben élő anaerob baktériumok (melyek oxigén jelenléte nélkül is képesek fennmaradni a földkéregben) szerves táplálékát képezi a hidrogén. A baktériumok legnagyobb aktivitása

a földgáztárolók vagy földgáztelepek esetén mindig az aktuális víz-gáz határán van, így ennél a „mozgó” határnál folyamatos biológiai aktivitást mutatnak. Földgáztároló üzemeltetése esetében ez a víz-gáz határ állandóan változik, hiszen a gáz kitermelése során emelkedik, míg a besajtolás során csökken. Ennek következtében viszonylag nagy felületen képesek ezek a baktériumok problémát okozni. Az életképességüket/aktivitásukat meghatározza a hőmérséklet és rezervoár sótartalma is. A hőmérsékleti maximum 80–90 °C körüli, de a baktériumok számára a 35–60 °C közötti hőmérséklet az optimális. Sótartalom szempontjából a felső limit 55 mg/l-re tehető. Problémát jelent azonban, hogy hiába emelkedik a hőmérsékleti vagy sótartalomérték az optimum fölé, a baktériumok nem pusztulnak el, csupán inaktívvá válnak. Azonban a tárolói körülményekhez képest hidegebb hőmérsékletű gáz besajtolása, majd a hőmérséklet-optimum körüli tartományba történő kiegyenlítődésként követően, ismét aktívak lesznek a baktériumok, egészen addig, amíg a számukra kedvező körülmények fennállnak. Hazánkban a négy kereskedelmi földgáztároló közül a zsanai ebből a szempontból kevésbé van fenyegetettségnek kitéve, ugyanis mind hőmérséklete, mind sótartalma magasabban van, mint az optimum. Ezzel szemben a kardoskúti, pusztadericsi és hajdúszoboszlói gáztárolók már jelentősebb kockázattal bírnak, mivel vagy a sótartalom vagy a hőmérséklet vagy mindkét tényező tekintetében a biológiailag aktív zónába tartoznak [10].

## Összefoglalás

Jelen cikkben azt foglaltuk össze, hogy hidrogén megjelenésével a földgázellátó rendszeren (elosztói, szállítói és tárolói megközelítésben) milyen jellegű üzemeltetési, műszaki-biztonsági problémák merülhetnek fel. Szakirodalmi kutatások, valamint a segítségünkre lévő szakmai megbeszélések alapján elmondható, hogy a földgázrendszerbe betáplált hidrogén kis molekulamérete és sűrűsége, egységnyi térfogatra vetített kis energiatartalma, illetve a levegővel alkotott fokozottan robbanóképes elegye okozza a legnagyobb kihívást. Az elosztórendszer szempontjából az acél- és polietilén vezetéseken, illetve az egyéb tömítéseken, szerelvényeken fellépő szivárgások, a védőzónák, a biztonsági övezetek felülvizsgálata, a rétegződés jelenségének, valamint a gázmenynyiséget mérő berendezések üzemeltethetőségének a vizsgálata alapvető fontosságú. A földgázszállítás esetében a szivárgás és rétegződés kérdése mellett, kiemelten fontos a hidrogén acélananyagokra gyakorolt hatásának elemzése, az alkalmazott szagosítási technológia, a kromatográfok megfelelősége. A föld alatti gáztárolás szempontjából pedig az egyéb geokémiai és mikrobiológiai folyamatok vizsgálata



kulcsfontosságú, a tároló hosszú távú és kapacitásvesztés nélküli működése szempontjából.

Ahhoz, hogy elosztói, szállítói és tárolói oldalról is átfogó képet kapjunk az egyes területeket érintő kockázatokról, egyeztetünk az OPUS Tigáz Zrt., a Földgázz szállító Zrt. és a Magyar Földgáztároló Zrt. szakembereivel, akik szakmai tudásukkal nagymértékben járultak hozzá a cikk létrejöttéhez.

### Köszönetnyilvánítás

A publikációnak

- ❑ az elosztóhálózattal foglalkozó fejezete Bán Zoltánnal, az OPUS Tigáz Zrt. (4200 Hajdúszoboszló, Rákóczi u. 184.) eszközmenedzser igazgatójával,
- ❑ a szállítórendszerrel foglalkozó fejezete Chován Péterrel, az FGSZ Zrt. (8600 Siófok, Tanácsház utca 5.) csővezeték-integritás vezetőjével,
- ❑ a gáztárolókkal foglalkozó fejezete Lemberkovich Viktorral, a Magyar Földgáztároló Zrt. (1138 Budapest, Váci út 144-150.) geológusával

folytatott konzultáció alapján született. Ezúton fejezi ki köszönetét számukra a szerző.

### IRODALOM

- [1] Molnár Zita, Lékó Csaba, Galyas Anna Bella, Szunyog István: A hidrogéntartalmú földgáz hatása az expanziós gázelőkészítő technológiára
- [2] Fehér Könyv – Stratégiai megalapozó tanulmány a hazai hidrogén és hidrogéntechnológiai szektor fejlesztéséhez (2021)
- [3] Tóth László, Guy Pluvinage, Capelle Julien: A hidrogén szerepe a földgázhálózatok tervezésében, üzemeltetésében és karbantartásában
- [4] Galyas Anna Bella, Kis László, Tihanyi László, Szunyog István: A víztelítettség vizsgálata a földgáz hidrogéntartalmának függvényében
- [5] 18/2022. (I. 28.) SZTFH rendelet a gázelosztó vezetékek biztonsági követelményeiről és a Gázelosztó Vezetékek Biztonsági Szabályzatáról
- [6] 26/2022. (I.31.) SZTFH rendelet a szénhidrogén szállítóvezetékek biztonsági követelményeiről és a Szénhidrogén Szállítóvezetékek Biztonsági Szabályzatáról
- [7] FGSZ Zrt.: 2 MOL% arányú hidrogén–földgáz keverék betáplálása. Döntéselőkészítő dokumentáció (Belső dokumentáció, 2022)
- [8] <http://www.hyspre.eu>
- [9] <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acscenergylett.1c00845>
- [10] [https://www.hyspre.eu/wp-content/uploads/2022/10/HyUSPre\\_D3.1\\_Viability-of-microbial-metabolisms-relevant-for-UHS\\_2022.10.01.pdf](https://www.hyspre.eu/wp-content/uploads/2022/10/HyUSPre_D3.1_Viability-of-microbial-metabolisms-relevant-for-UHS_2022.10.01.pdf)



**3B** | **3B Hungária Kft.**  
H-8900 Zalaegerszeg, Wlassics Gyula u. 13. • Tel.: +36 92/549-033  
info@3bh.hu • www.3bh.hu

HIVATALOS MAGYARORSZÁGI **metso** KÉPVISELET



# Folyamatos tűzihorganyozási technológiák

## Continuous hot-dip coating technologies

NÉMETH CSABA

minőségügyi vezető, Wuppermann Hungary Kft.

9071 Gönyű, 098/2

E-mail: Csaba.Nemeth@Wuppermann.com, Tel.: 0036 30 368 4414



*A tűzihorganyzott acél ipari gyártása 1854-ben indult meg haditengerészeti alkatrészekkel Franciaországban, a jelentős iparosítás azonban 1938-ban indult be, amikor Tadeusz Sendzimir szabadalmaztatta folyamatos tűzihorganyozó gyártósorát. Azóta az ipar „galvanizált” állapotba került abban az értelemben, hogy az új ipari igényeket magasabb minőséggel, alacsonyabb energiafogyasztással és alacsonyabb CO<sub>2</sub>-kibocsátással kívánja kielégíteni.*

*A legtöbb gyártósort alapvetően a megmunkálandó acél típusához igazítva alakítják ki, vagyis a folyamatos tűzihorganyozó sor a lapos acélszalagok gyártási és feldolgozottsági szintjétől függ. Tehát a gyártósor ezért a melegen hengerelt és a hidegen hengerelt lapos acélszalagokra más és más. A hidegen és melegen hengerelt acélszalagok gyártóművei főleg a bemeneti, a kemence előtti tisztító-pácoló és az áthúzó izzítókemencék kialakításban térnek el egymástól. A hidegen hengerelt és melegen hengerelt lapos acéltekercseknél különböző pácolási, passziválási, zsirtalanítási, hevítési és redukciós eljárások szükségesek. Ezért a horganyozó sorok fő típusait az acél kémiai, metallográfiai adottságai, feldolgozottsági szintje, valamint az alkalmazott bevonat típusa határozza meg.*

*Az 1. táblázat a késztermékek különböző kereskedelmi megnevezéseit, valamint az átlagos technológiai jellemzőket mutatja be, amelyekre a vonatkozó gyártástechnológiát kialakítják. A többkomponensű olvadék egy nanoméretű intermetallidot és általában egy szilárdoldat-bevonatot képez az acél hordozófelületén. A fedőréteg többnyire Zn-Al szilárd oldat, de képezhet további intermetallikus vegyületeket, valamint binér és ternér eutektikus fedőréteget is, a technológiai és az olvadék koncentrációja alapján.*

*Kijelenthetjük, hogy a technológiának nanoméretű folyamatokat kell közben tartania, hogy biztosítsa a gigaméterű skálán mozgó konzisztens termékkibocsátást.*

*Ebben a cikkben a fő tűzihorganyozó sorok általános felépítését tárgyaljuk, csak a különböző szekciók funkcióinak általános bemutatására összpontosítva.*

**Kulcsszavak:** folyamatos tűzihorganyozás, hidegen hengerelt laposacélszalag, melegen hengerelt laposacélszalag, intermetallikus vegyület

*The industrial production of hot dip galvanized steel started with naval parts in France in 1854, however, significant industrialization started only in 1938 when Tadeusz Sendzimir patented his continuous hot dip coating line. Since then, the industry is “galvanized” in the sense of fulfilling new industrial needs with higher quality products produced with less energy consumption and lower CO<sub>2</sub> emission.*

*Most production lines are fundamentally designed for the incoming material group, meaning the structure of the continuous hot-dip galvanizing line depends on the production and processing technology of flat steel strips. Manufacturing lines therefore process hot-rolled and cold-rolled flat steel strips. These lines significantly differ from each other in the entry sections together with the cleaning sections in front of the furnace and in the through-pass heating furnaces. Different pickling, passivation, degreasing, heating, and reduction processes are required for cold-rolled and hot-rolled flat steel coils. Therefore, the main types of galvanizing lines are driven by the microstructural givens of the steel and the level of the upstream processing as well as the applied coating type. Table1 shows the different commercial groups of finished products for which the relevant production technology is determined. The composition of melting will develop a multi-strata coating based on a nanostructure of the intermetallic compound in between the substrate steel and the overlay formed in less than a second. The overlay is mostly a solid solution of Zn-Al, yet we can create even an intermetallic compound, binary and ternary eutectic-based overlay as well.*

*We can say that the hot-dip coating technology controls nano-scale processes so that to ensure a Giga-scale consistent product output. In this article, the structure of the main hot dip galvanizing lines will be discussed focusing only on the general introduction of the function of different machine sections.*

**Keywords:** continuous hot-dip coating, cold rolled flat steel strip, hot-rolled flat steel strip, intermetallic compounds



## 1. Bevezetés, történelmi áttekintés

Becslések szerint éves szinten több trillió dolláros (a világ összes GDP-jének ~2-3%-a) korróziós kár keletkezik különböző acélszerkezetekben világszerte. Az acélszerkezetek megóvására az utóbbi 200 évben kialakult, de napjainkban is folyamatosan fejlődő, egyik leggazdaságosabb és leginkább környezetkímélőbb technológia a tűzihorganyozás. A világ nyersacéltermelése 2021-ben mintegy 1951 millió t volt (ld. worldsteel.org), ebből becslésem szerint 100 millió t körül mozog nagyságrendileg a horganyozott acél részaránya. Ide vág a világ cinktermeléséről néhány adat is, amely ugyanabban az évben mintegy 12,8 millió t volt, és ennek megközelítőleg felét használják fel acélok horganyozására. Nyilvánvaló, hogy a cink újrahasznosítása %-osan alacsonyabb az acéléhoz képest, viszont nem lebecsülendő, nagyjából a 11%-os szintet fogja elérni 2025-re.

A cink a 24. leggyakoribb elem a földkéregben, csak helyileg koncentráltan, egyes régiókban fordul úgy elő, hogy gazdaságos legyen a kitermelése. Tömmött hexagonális térrácsú (HCP) elektronegativitása a vashoz képest kisebb és standardpotenciálja negatívabb, ezért katódos védelemmel látja el az acél hordozót. A természetben kötött állapotban található meg szfalerit-, wurtzit- és cinkpátércekben. A görögök és a rómaiak mint ötvözt ismerték, és i.e. 300-tól használták. Először Zawarban, Indiában állították elő nagyobb mennyiségben mint fémeket a 12. századtól egészen 1830-ig. Kínában a 16. századtól terjedt el használata. Európába egészen a 17. század elejéig főleg Indiából hozták be a cinket. Európában először Bristolban William Champion 1738-ban retortás kemencében állította elő kalaminnal ( $\text{Fe}_2\text{O}_4\text{Zn}$ ), míg Andreas Marggraf és Anton von Swab 1746-körül kalaminn és faszén keverékéből ezt a fémeket [1].

Az első tűzihorganyozás Paul-Jacques Malouin nevéhez fűződik, aki 1742-ben cinkfürdőbe mártott egy ónozott lemezt. Az első pácolt acélfelület horganyozására 1802-ben került sor Karl Friedrich Buschendorf javaslatára alapján. A cink előnye az ónnal szemben az, hogy a kisebb felületi karcok esetén is katódos védelemmel látja el az acél hordozófelületet [1].

1800-körül Alessandro Volta kémiai úton egyenáramot állít elő galvánelemmel, és sorba rendezi a fémeket elektromos tulajdonságaik szerint. Acélok modern tűzihorganyozását Humphry Davy és Michael Faraday kutatásait is felhasználva Stanislas Sorel 1837-ben szabadalmaztatta. Sorel használta először a galvanizálást mint kifejezést – Luigi Galvani tiszteletére vezette be erre a technológiai folyamatra. Először így nem elektrokémiai horganyozásra használták a kifejezést, hanem tűzihorganyozásra. Az iparban nagyobb mennyiségben a francia haditengerészet megrendelésére hajószerkezetek galvanizálásával kezdett

terjedni a technológia, mivel 1838 után acélból kezdtek a hadihajókat építeni. Érdekes, hogy Sorel 1840-ben szabadalmaztatta az elektrokémiai galvanizálást is, melyet T. O. Tapp fejlesztett tovább 1936-ban. 1891-ben J. W. Richards professzor szabadalmaztatta az Al- ötvözt a Zn-fürdőbe (Lehigh Egyetem). A laposacélszalagok folyamatos elektrokémiai galvanizálását az 1990-es évekre kiszorította a folyamatos tűzihorganyozás, elsősorban a minőség jelentős javulása miatt. Több szabadalom született az alaptermék javítására már a XIX. századtól pl. Morewood & Rogers gőzgéppel hajtott szerkezete 1843-ból, illetve a bevonatréteg-vastagság szabályozására a légkés szabadalma 1883-ban H. A. Young révén, de igazi technológiai áttörést csak Tadeusz Sendzimir (1894–1989) találmányai hoztak 1938 után [1].

A lemeztáblák egyenkénti tűzi mártóhorganyozási technológiáját váltotta fel a hengerelt laposacélszalagok folyamatos galvanizálásával, ami megteremtette a ma is használatos technológiák alapját. Bevezette a hevítőkemencében a redukáló hidrogén összetevőjű atmoszférát, amivel leegyszerűsítette a horganyozás előtti pácolási folyamatot, eltávolítva számos olyan sóoldat használatát, ami ma környezetvédelmi és balesetvédelmi problémát okozna. A cinkfürdő Al-tartalmát optimalizálta 0,1–0,2 tömeg% környékére, az optimális felületi minőség elérése érdekében. Ugyanakkor 1958-ban elterjedt egy „kemény” gyártási folyamat is N. A. Cook és S. L. Northemann tervei alapján, miszerint a kemence hőfoka nem haladta meg a 250 °C fokot, így a gyártósor termelékenysége a duplájára nőtt, ugyanakkor kiegészült a folyamat a sóoldatos kémiai felületkezelési technológiával. A folyamatban képződő káros gőzök kezelése igen megnehezíti a gyártást, ennek ellenére mind a mai napig használják.

Az autóiipari jóval magasabb minőségi és bevonatrétegvastagság egyenletességi követelményei a légkés fejlesztését (J. T. Mayhew 1960) mozdították elő. A technológiát már az 1920-as évektől a horganyozás utókezelésével is kibővítették, megjelent a „Galvanneal” technológia, melyet elsőként J. I. Herman szabadalmaztatott. Ennek lényege, hogy a horganyozás után közvetlenül egy hőkezelő kemencében lehetőség adódik a felületen kialakult Zn-Fe-Al szilárd oldat szerkezetének átalakítására, akár vastagabb rétegek kialakításával is. A 80-as évektől felleltek a kutatások a már horganyozott felülettel ellátott acél hőkezelésére [1].

A horganyozási technológiában a cinkfürdő összetételét az alumínium mellett még jó néhány más komponenssel is megpróbálták módosítani. Ide tartozik a réz, ólom, antimon, magnézium és az ón. Különlegesebb ötvözeteknél használták még a báriumot, stronciumot, szilíciumot és berilliumot is. 1960-as évektől



kezdődően az alumínium koncentrációváltoztatásának hatását az inhibíciós rétegre vonatkozóan részletesen kidolgozták. Borzillo és Horton 1967-ben szabadalmaztatta a magasabb, 25–70% (tömeg%) Al-tartalmú tűzihorganyozott bevonatokat. A legjobban elterjedt 55%-os Al-tartalmú ötvözettel horganyozott termékeket Galvalume-bevonatoknak, míg az 5%-os Al- (H. H. Lee 1978) tartalmúakat Galfan márkanéven hozzák forgalomba. Az utóbbi években a napelemes piac erősödésével megnőtt Mg-mal ötvözött bevonatok használata. Az ún. „ZM”-bevonatokkal, jelentős élettartam-növekedést érnek el, vagy ugyanarra az alkalmazásra már vékonyabb bevonattal is biztosítják a standard „Z”-bevonatokra jellemző korróziós élettartamot. 1983-ban Berke és Townsend szabadalmaztatta a Al-Zn-Mg-Si-tartalmú ötvözeteket horganyozásra [1].

Napjainkra tehát a mártó és a folyamatos tűzihorganyozási technológiák terjedtek el. A folyamatos tűzihorganyozás Sendzimir által megalkotott vázra épül fel, amelyet ma már modulárisan több technológiai lépéssel is ki lehet egészíteni. Két fontosabb gyártósortípus terjedt el: a melegen hengerelt acélszalagra, valamint a hidegen hengerelt acélszalagra. Ezek a modern rendszerek és az egyes technológia modulok felépítése könnyen áttekinthető az egyik legnagyobb gyártó, az SMS Csoport honlapján is: <https://www.sms-group.com/> [6].

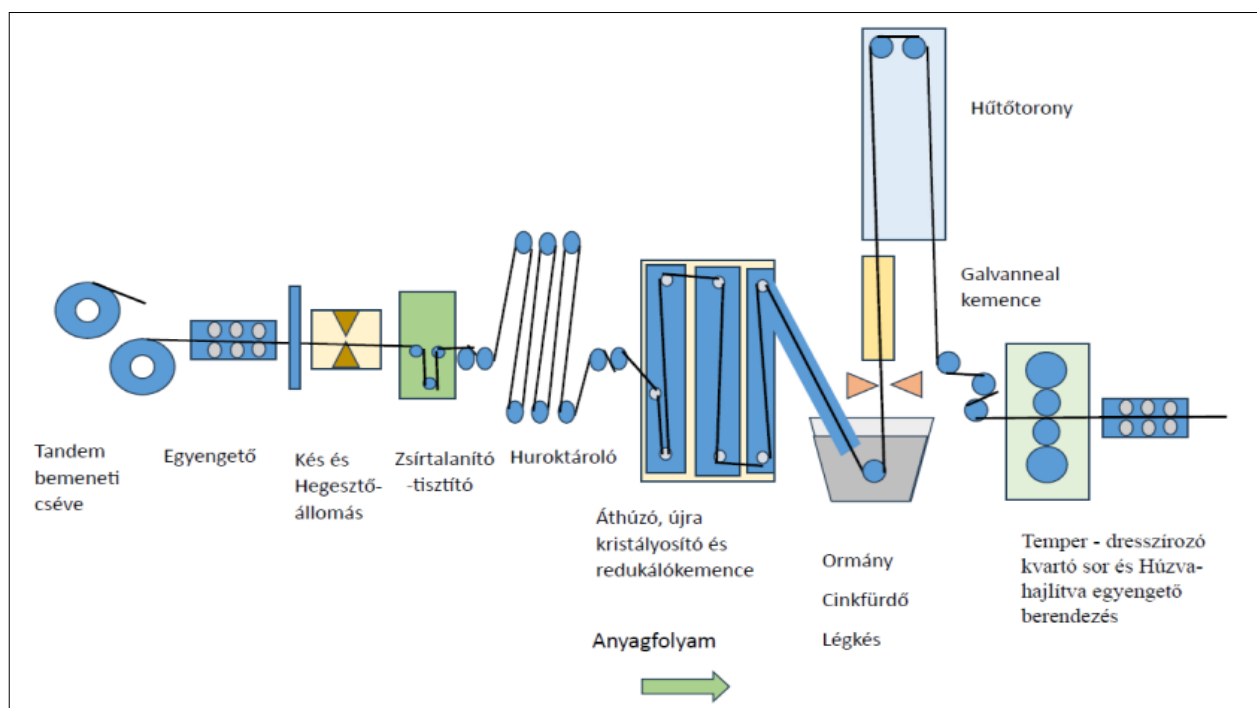
## 2. Technológiai áttekintés

Acélok tűzi mártóhorganyozása mellett a legjobb felületi minőséget és termelékenységet a folyamatos tűzi-

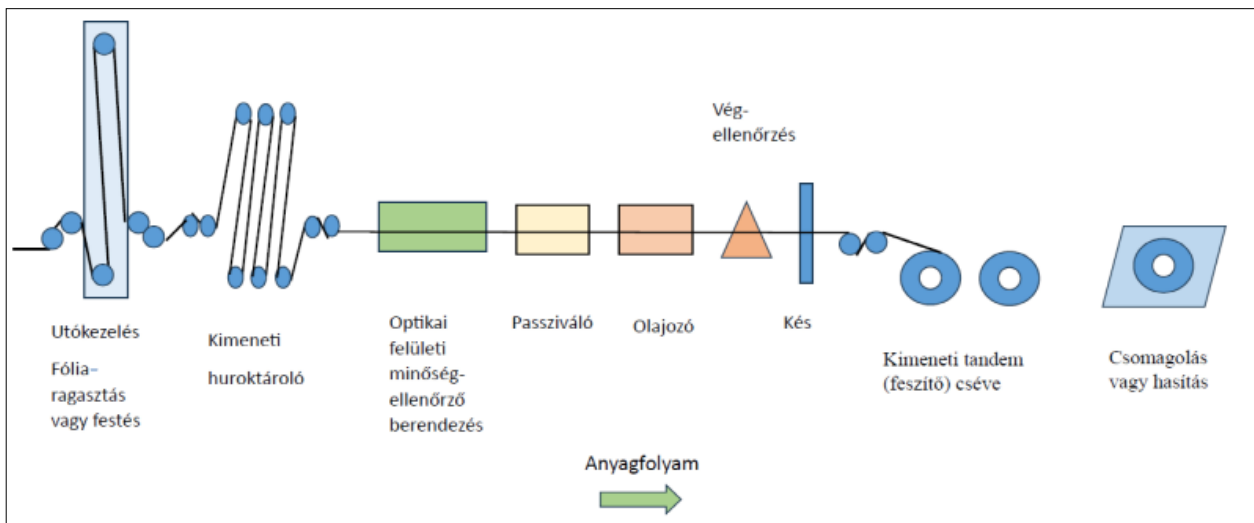
horganyozással lehet elérni. A folyamat kialakítását a vevő előírásai határozzák meg, elsősorban az adott ipari szektor sajátos követelményei miatt. Ugyanakkor egyre több univerzális gyártósort is telepítenek, amelyek többféle alapanyagcsoport megmunkálására is alkalmasak. A legtöbb gyártósort alapvetően a bejövő anyagcsoportra alakítanak ki, vagyis a laposacélszalag gyártási és feldolgozási technológiájától függ a folyamatos tűzihorganyozó sor felépítése. A melegen vagy hidegen hengerelt acélszalagot megmunkáló gyártósorok, a bemeneti szekciókban és az áthúzó hevítőkemencében jelentősen eltérnek egymástól. A hidegen hengerelt és a melegen hengerelt laposacéltekercsre más és más revéltlenítési, pácolási, zsírtalanítási, hevítési és redukálási folyamatot kell használni. A technológia alapvetően egyszerű felépítésű. Az 1. ábrán egy olyan horganyozó sor bemeneti szekcióinak elvi felépítése látható, amely hidegen hengerelt acélszalagot horganyoz. Általában ezeket a sorokat évi 500 ezer t körüli kapacitásra tervezik [6].

A kimeneti szekciók felépítése függ az ipari szektortól, ez nagyon változatos lehet, például a 2. ábrán a hidegen hengerelt acélszalagot folyamatos tűzihorganyozó sor egyszerűsített kimeneti szekciónak ábrája látható. Itt húzva egyengető berendezés után lehetőség van további fólia- vagy festett bevonatok képzésére is. A kimeneti szakasz végén természetesen megtalálhatók az olajozási, passziválási és 100% minőségellenőrzési és csomagolóállomások is (2. ábra).

A laposacélszalagok vastagsága tipikusan 0,15–6 mm-es tartományban mozoghat, míg a szélessége elérheti akár a 2100 mm-t is. A hidegen hengerelt



1. ábra. Folyamatos tűzihorganyozó sor hidegen hengerelt laposacélra, bemeneti szekciók, hevítőkemence és dresszírozó sor



2. ábra. Folyamatos tűzihorganyozó sor hidegen hengerelt laposacélra, kimeneti szekciók: utókezelés – olajozás – vég-ellenőrzés – csomagolás

laposacélszalag vastagsága általában nem haladja meg a 2 mm-t, míg a melegen hengerelt laposacélt használó sorok ennél vastagabb szalagot is gyártanak, egészen 6 mm-es vastagságig [6].

A gyártósorba befűzött, különböző megmunkálási fázisban lévő anyagfolyam teljes hossza meghaladhatja technológiától függően a 3 km-t is. A gyártósor hossza meghaladhatja a 400 m-t, míg a gyártócsarnok belmagassága elérheti a 80 m-t is. Gyakran telepítik ezeket a gyártókapacitásokat nagyolvasztó – konverter – folyamatos brammaöntőde közelébe. Térségünkben is található néhány, a hidegen hengerelt laposacél szalag folyamatos tűzihorganyozására alkalmas gyártómű, jellemzően a teljes acélgyártási technológiai láncolat végén.

A 3. ábrán a galvanizálás szempontjából legfontosabb szekció fő részeit láthatjuk. Az 1. és 2. ábrán bemutatott hidegen hengerelt laposacélt feldolgozó gyártósoroktól egyszerűbb felépítésűek elsősorban a bemeneti szekcióikban különböznek a melegen hengerelt laposacélt feldolgozó soroktól. A hőkezelés és a tisztítási/pácolási szekcióik térnek el jelentősebben.

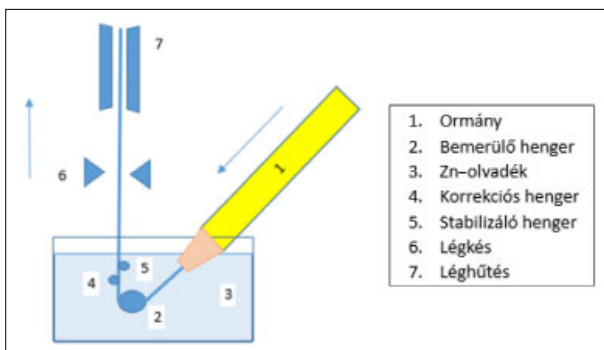
A Wuppermann Csoport befektetésével egy új és korszerű, melegen hengerelt szalagacélból évi

500 000 tonna acél feldolgozására alkalmas horganyozott és pácolt lapos termékeket gyártó sorral bővült hazánkban a folyamatos tűzihorganyozás technológiai palettája 2016-ban Gönyűn. A Wuppermann Hungary a mindkét oldalon cink- vagy cink-magnézium bevonattal ellátott tűzihorganyzott szalagacél mellett, a nagyfokú korrózióvédelemmel, úgynevezett WProtect fóliával ellátott horganyozott laposacélterméket is gyárt. A magyarországi telephelyen 2021 végén nap-elemes erőműrendszert is telepítettek a csarnok tetéjére, amely évente mintegy 775 t CO<sub>2</sub>-kibocsátással csökkenti a környezeti terhelést: <https://www.wuppermann.com/hu/locations/wuppermann-hungary-kft/>.

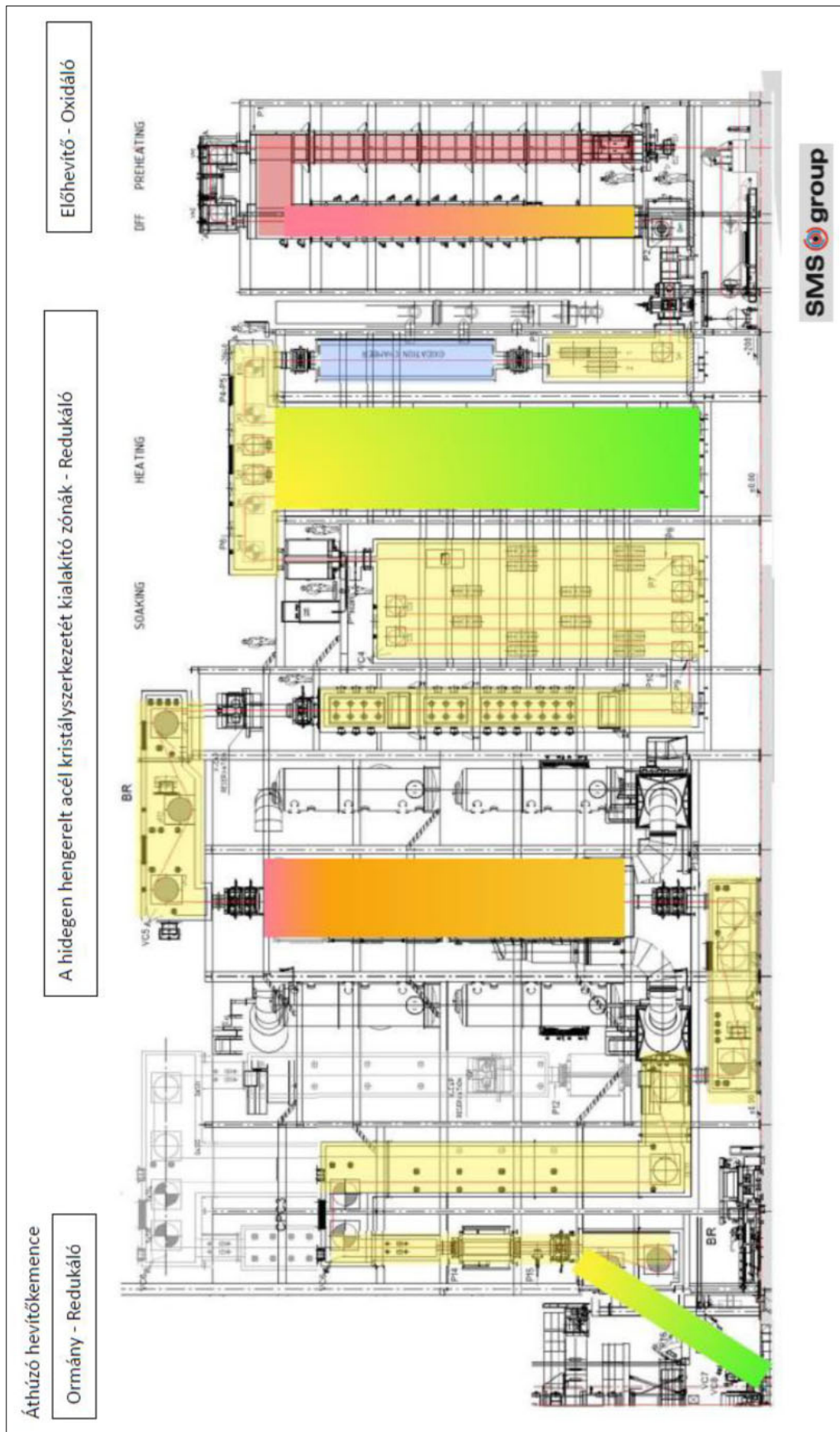
Különleges gyártósorok is készülnek, komplex fázisú, valamint magas szakítószilárdságú acélokra is. Az így kialakított univerzális folyamatos horganyozó-sor alapvetően megegyezik az 1., 2. ábrán bemutatott hidegen hengerelt acélok folyamatos tűzihorganyozására kialakított gyártósorral. Itt a magas minőségi követelményeket az áthúzó hevítőkemence, a hűtőtorony és a kimeneti szekciók járulékos technológiai és folyamatos roncsolásmentes vizsgálatával érik el. Különböző acéltípusokhoz opcionálisan, sínen lehet ki-be mozgatni, illetve feszítőorsó-rendszerekkel befűzni különböző technológiai fázisokat [6].

### 3. A hidegen hengerelt laposacélszalagot feldolgozó technológia

A folyamat első szekciója 2 db bemeneti tandem elrendezésű csévéből, repülő vagy „indító-lezáró” késből, egy hegesztőállomásból, nedves zsirtalanító-felülettisztító berendezésből áll. A mintegy 100–200 g/m<sup>2</sup> felületi olajszennyeződés eltávolítása érdekében, előbb lúgos maratással, valamint elektrolitos és mechanikai (kefehengeres) tisztítással készítik elő hőkezelésre az acél felületét. A folyamat végén öblítés



3. ábra. A folyamatos tűzihorganyozó szekció fő részei



4. ábra. SMS intelligens kemencrendsere nagy szilárdságú hidegen hengerelt lemezre



és szárítás következik, valamint egy laposacélszalag huroktároló-(akkumulátor)-rendszer a végtelenített beadagolási folyamat fenntartása, azaz a bemeneten darabolás és a hegesztés érdekében.

A következő lépés a hidegen hengerelt lemez lágyító hőkezelése egy általában 4–16 különböző technológiai szakaszra osztott, megközelítőleg egy 10 emeletes ház méretű kemencerendszerben (4. ábra).

Az elvárt szövetszerkezetet általában újrakristályosítással érik el (850–1200 °C), majd a felület redukálása következik (565–675 °C) [6].

A hőkezelő szekció több műveleti lépésből is felépülhet. Ilyen például a CAL vagy CALP felület-előhevítő zónával ellátott folyamatos hevítőkemence (*Continuous Annealing Line with Pre-treatment*) [2]. A legegyszerűbb kialakítású kemencék is több zónából állnak: hevítő, hõn tartó, megeresztõ-hûtõ és öregítõ szekciók. Attól függõen, hogy milyen acélt dolgoznak fel éppen, a hidegen hengerelt acél bejövõ mechanikai adatai (szakítószilárdság és rugalmassági határ) alapján a rendszer szabályozza a technológiai paramétereket a kívánt metallográfiai és mechanikai tulajdonságok elérése érdekében.

A magas minõségi követelményeknek megfelelõ, nagy szilárdságú hidegen hengerelt acél feldolgozására tervezett áthúzó kemencerendszer akár 16 különbözõ kontrollált atmoszférára felosztott zónából is állhat. Az elõhevítõje lehet direkt égõfejvel ellátott és indukciós is. Fontos az acél felületérõl minden maradékszenyezõdést oxidálni mielõtt a hevítõkemence redukáló atmoszférájába kerül. Ezután a technológus több lépcsõben beállíthatja az acél szövetszerkezetét, a maradék ausztenit-ferrit-martenzit arányát alkalmazva, akár az ultragyors hûtést a hevítõ, lágyító-megeresztõ-öregítõ kemenceszakaszokban.

Folyamatos roncsolásmentes méréssel – az SMS Csoport ún. X-CAP röntgensugaras rendszerével – pedig *in situ* folyamatosan nyomon lehet követni (jelenleg csak a nagy szilárdságú DP, QP) acélok különbözõ fázisait a hőkezelés alatt. A technológiai folyamat ezeknek az adatoknak a birtokában visszacsatolva szabályozza a gyártási paramétereket a kívánt metallográfiai és mechanikai tulajdonságok biztosítása érdekében [6].

A következõ fõ megmunkálási lépcsõ a tûzihorganyozás. Néhány másodperc alatt áthúzzák a hidegen hengerelt laposacélszalagot a cinkfürdõn, majd az olvadékból kilépõ acéllemezen légkessel (gázzal) beállítják a bevonat vastagságát. A mintegy ~200 t cinkolvadék hőmérséklete Zn-Al rendszerekben 460 °C, míg más rendszerekben (pl. Zn-Al-Mg) ettõl természetesen eltérõ.

Ezután két lehetõség van: vagy még további hőkezeléssel (Galvanneal folyamat) szilárd állapotban alakítják át a horgany (szilárd oldat) szerkezetét, vagy

csak egy hûtõtornyban hûtik le azt 100 °C alá, de nem egészen a környezeti hőmérséklet közelébe. Ez utóbbit hívják Galvanize folyamatnak.

Az alkalmazott hőmérsékletek és hõn tartási idõk itt már a hordozó acél szövetszerkezetét nem befolyásolják jelentõsen, csak a felületre tapadt intermetallid rétegben hoznak létre (határfelületi és felületi diffúziók útján) változást, és az ehhez kapcsolódó cink szilárd oldatban végezhetnek további fázisátalakulásokat [1, 6].

A horganyozás után elsõsorban az autõipar számára van lehetõség további gyors és precíz hőkezeléssel ún. Galvanneal termékeket elõállítani, melynél fontos a jó hegeszthetõség, kopásállóság, alakíthatóság és további festékrétegek megtartása. Közvetlenül a cinkkád felett helyezkedik el egy, az áthúzókemencétõl jóval kisebb hevítõ-hõntartó-hûtõ megeresztõ kemence, melynek fõ funkciója a frissen kristályosodott szilárd oldatot intermetalliddá alakítani Fe diffundáltatásával a hordozó acélból. Jellemzõen igen rövid idõ alatt (15–20 s) zajlik le ez az ún. Galvanneal folyamat. Két kemencén áthúzzák az anyagot 460 °C hőmérsékletre, majd 505 °C-ra hevítik, majd hõntartás (10 s) után a hûtõtorny szekcióin mintegy további 15–20 s alatt már 300 °C alá hûtik [1] (5. ábra).

Itt fontos különbség van a melegben hengerelt alapanyag és a Galvanneal technológiával készült késztermék között. A Galvanneal esetében kifejezetten azt szeretnénk, hogy a teljes bevonat intermetallidokból



5. ábra. Galvanneal lágyító kemence (2 zónás, sínen ki-be mozgatható a horganyozó kád felett)

álljon, míg ez utóbbinál szép Zn-Al vagy Zn-Al-Mg szilárd oldatra van szükségünk, amely egy optimális tapadást és jó nedvesítést biztosít, mintegy 100 nm vastagságú intermetallid rétegre épül fel.

Kilépve a hűtőtoronyból a köztes huroktárolóba kerül az anyag, ahol az tovább hűl. A köztes huroktároló teszi lehetővé a munkahengerek cseréjét a kvartó hideg hengerson.

Az utókezelő szekció nagyon hasonlít mindkét típusú hordozó esetében, mivel először egy kvartó hengerson opcionálisan rendelhető dresszírozás vagy minimális egalizálás (hideghengerlés), majd egy húzva-hajlítva egyengető soron fut át az anyag. A kész lemez vastagságát százmilliméter pontossággal állítható be, és a kész anyag mechanikai ( $R_m$ ,  $R_{EH}$ ) tulajdonságait is itt módosíthatják a vevői követelményeknek megfelelően. A húzva-hajlítva egyengetők minimalizálják a lemez hullámosságát, profilalakját, hogy a teljes hossz mentén megfelelő geometriával rendelkező lapos végterméket hozzanak létre. A nagyobb anyagszilárdság iránti piaci igények a horganyozósor, a hordozó acél, a Zn-ötvözet és a technológia folyamatos fejlesztését vonja maga után. Az egyik fejlesztési szempont a nagyobb szilárdságú és magasabb ötvöztartalmú acélok feldolgozása [6].

A készterméken – amíg az a teljes felületével a környezeti levegővel kölcsönhatásba nem kerül – a felületi kémiai átalakulás nem hozza létre a cinkpatinát (cink-karbonát  $Zn_5(CO_3)_2(OH)_6$ ), amely megóvjá a szerkezetet a további korróziótól. Ezt ellensúlyozandó a kémiai passziválás és festés következik az utókezelő toronyban. A cinkpatina kialakulásáig tehát érdemes a kész tekercset korrózió (pl.  $Zn(OH)_2$  fehérrozsda) ellen olajjal és/vagy passziválószerezrel is bevonni, ami ideiglenes védelmet biztosít a kész szalagok felületén, amíg a rendeltetési helyükön nem tudnak teljes felülettel a környezeti levegővel kölcsönhatásba lépni.

A kimeneti huroktároló után következik az utolsó fő gépcsoport, amely szélezőből, minőségellenőrző állomásból, majd egy szintén opcionális korrózió elleni vagy mélyhúzó olajozóból, darabolóból és a tandem elrendezésű kimeneti feszítőcsévékből áll.

A csomagolósorokon a pántolás és címkézés után különböző minőségű csomagolóanyagokkal lehet további védelmet biztosítani a vevői előírásoknak megfelelően, amíg a készáru a rendeltetési helyére nem ér.

#### 4. A melegen hengerelt laposacélszalagot feldolgozó technológia

A melegen hengerelt lemeznél szükségünk van egy bemeneti egyengetőre, revetőrőre is a pácoló sor előtt. A melegen hengerelt laposacélszalag már megfelelő szemcsemérettel kerül be a gyártósorra, viszont a külső felületén még vastag reveréteg található, ezért

melegen hengerelt laposacélszalagnál a kémiai szekció pácolókádakból, valamint öblítő-szárító egységekből áll. A hegesztéssel már az egymásba toldott végtelenített acélszalag felületéről kémiai módszerrel, meleg sósavval maratjuk le az oxidokat, vagyis a tercier revét, amely wüstite- ( $FeO$ ), magnetit- ( $Fe_3O_4$ ) és hematit- ( $Fe_2O_3$ ) rétegekből áll. A meleghengermű technológiája optimalizálni tudja ezt a reveréteget, hogy minél könnyebb, gyorsabb és alaposabb lehessen a pácolás. A melegen hengerelt rendszerben a lemez a környezeti levegőn részben visszaoxidálódik a szárítás után, mielőtt az anyag belép az indukciós áthűző hevítő kemencébe, ahol a lemez további redukálás után (direkt égőfejes vagy redukáló atmoszférás  $N_2-H_2$ ) megérkezik egy ún. ormányon keresztül a cinkkádba. A nem fémes felületre nem tapad az olvadt Zn, ezért különösen fontos az acélszalag pácolása a felület redukálása [6].

A melegen hengerelt laposacélszalag esetében homogén, jól tapadó 20–80 mikron vastag Zn szilárd oldat bevonat létrehozása a cél. A technológiai előkészítés annak van alárendelve, hogy a pácolás és redukálás után a Zn-olvadékkal találkozó acéllemez fémes legyen, azaz oxidmentes, szulfidmentes és foszfidmentes, illetve ezeknek a felületi nem fémes fázisoknak a vastagsága ne haladjon meg az 1 nm-t. Ebben az esetben ugyanis a Zn/acél határfelületen jellemzően egy Fe-Al intermetallid alakul ki (jellemző vastagsága 100 nm körüli vagy valamivel ez alatti nanofázis), amely fémes, ezért a Zn-olvadék jól nedvesíti, és így ezen jól tapad és megszilárdul a horgany.

A horganyozó szekció után az utókezelő szekció a melegen hengerelt acélszalagot feldolgozó technológiában hasonló az autóiipari sorokéhoz, de annál jóval egyszerűbb kialakítású. Mindkét típusú hordozó esetében megtalálható egy kvartó hengerson opcionálisan rendelhető dresszírozás vagy minimális egalizálás, majd egy húzva hajlítva egyengető soron (*tension leveller*) fut át az anyag a kimeneti szekcióhoz.

Amint láttuk, az autóiipari (járműipari) hidegen hengerelt laposacélszalagra dolgozó gépsorok felépítése bonyolultabb, több gyártási technológiai lépést fognak át a melegen hengerelt laposacél szalagokéhoz képest, ugyanakkor a modern folyamatos tűzihorganyozás alapvetően Sendzimir által felvázolt áthűző-redukáló kemencés kialakításával a mai napig meghatározza a tűzihorganyozó technológia alapját.

A gyártósorok fejlesztői rugalmasan, az ipari szektor igényeinek megfelelően tervezik meg a gyártósorokat, hogy az alkalmas legyen a különböző acéltípusok folyamatos horganyozására is. A legutolsó technológiai fejlesztéseknél 150 °C/másodperc/anyag-mm gázhűtési sebességgel, illetve 1000 °C/másodperc/anyag-mm vízpermetes hűtési sebességgel képes a

nagy szilárdságú, akár 1550 MPa szakítószilárdságú anyagokat is megmunkálni.

## 5. Összefoglalás

Ahogy a bevezetésben részleteztük, egy adott gyártómű kiválasztása elsősorban az alapanyagtól és másodsorban az olvadék típusától függ. Igaz, a mai modern galvanizáló sorokat immár több évtizedes fejlesztéssel egy adott ipari szektorra jellemző termékcsoportok minőségi követelményeinek megfelelően alakították ki.

A tűzi horganyozott laposacél késztermékcsoportok az ipari szektor szerint is megkülönböztethetők, úgymint autóipar, építőipar, bútortartási-gépipar. Léteznek nagyobb mennyiségben gyártott speciális alkalmazásra. pl. műanyag filmmel bevont extrém korrózióálló termékek is. Gyakori a galvanizált felületek további több rétegű festése is.

Mint láttuk, a hidegen hengerelt acélszalag technológiai felépítése jelentősen eltér a melegen hengerelt acélszalagétól. Ezek a gyártósorok jóval nagyobb befektetést igényelnek.

Ahhoz, hogy megfelelő minőségű tűzihorganyozott laposacél terméket állítsunk elő, a gyártási technológiát optimalizálni kell, elsősorban a hordozó laposacélszalag kémiai összetételének és feldolgozottsági fokának (hidegen vagy melegen hengerelt), valamint az olvadék összetételének megfelelően.

A technológia beállítása és megfelelő felügyelete alapvetően nanorendszerek egyensúlyi és kinetikai viszonyainak tanulmányozásán keresztül érhető el [3–5]. A rendszer független állapothatározóinak száma igen magas, ezért az alkalmas munkapont beállítása nem könnyű feladat, főleg a magasabban ötvözött többfázisú laposacélcsoport terén.

Szakértők és laboratóriumi kapacitások bevonása mellett hangsúlyt kell fektetni a gépcsoportokat folyamatosan fejlesztő OEM-ek (eredeti készülégyártók) technológiai fejlesztéseinek nyomán követésére is. Alapvetően meghatározó a hazai nehézipari ágazatok és képességek folyamatos fejlesztése, mivel az egyéb feldolgozó iparágak minél magasabb színvonalú kiszolgálásának képessége révén jelentősen kihatnak a gazdaság további fejlődésének előmozdítására.

## IRODALOM

- [1] Marder: The Metallurgy of Zinc Coated Steels, Elsevier, 2023
- [2] Gulyás József, Horváth Ákos, Illés Péter, Farkas Péter: Acélok Hengerlése. Miskolci Egyetem, 2013
- [3] Kaptay György: Anyagegyensúlyok/ Makro-, mikro és nanoméretű rendszerekben. Miskolc 2011
- [4] Gácsi Zoltán, Mertinger Valéria: Fémtan. Műszaki Könyvkiadó, 2000
- [5] Zorkóczy Béla: Metallográfia és anyagvizsgálat. Tankönyvkiadó, 1996
- [6] SMS: <https://www.sms-group.com/>

## MELLÉKLET

**1. táblázat.** Tipikus folyamatos tűzi horganyozási termékek kereskedelmi jelölése és jellemzői  
**Table 1.** Typical Continuously hot-dip coated steel strip commercial designations and its main attributes

Termék jelölése és megnevezése*		Változat g/m <sup>2</sup>	Bevonatvastagság összesen (mindkét oldal összege)**		Olvadék összetétele	Bevonat összetétele
			μm			
Z GI	Galvanized Galvanizált		60–275	9–40	Zn + 0,2% Al	Zn + max. 0,2% Al
ZF GA	Galvannealed		60–140	9–40	Zn + 0,1% Al	Zn + max. 0,13% Fe + 0,4% Al
ZA	Galfan		95–300	14–46	Zn + 5% Al, Ce, La	Zn + 5% Al
AZ	Galvalume		100–185	26–50	55% Al + 43,5% Zn + 1,5 Si	Olvadék összetétele + Fe
AS	Aluminized (AlSi)	1. típus	50–120	16–40	Al + 10% Si	Olvadék összetétele + Fe
		2. típus	50–120	16–40	Al	
ZM	Zn-Mg-Coating*** Cink-Magnézium		70–200	3–15	Zn + 1,5% Mg + Al	Zn + 1,5% Mg + Al

\* A fentiekén kívül létezik még ZF-cink-vas bevonat is.

\*\* A létrehozható bevonatvastagság jelentősen eltérhet az egyes üzemek és gyártók között.

\*\*\* A ZM-termékek nagy változatosságot mutatnak az olvadék komponenseit, illetve koncentrációját tekintve.

\* There is also ZF, Zn-Fe coating. (But not relevant to continuous hot-dip coating.)

\*\* The achievable coating thickness can be different pending on the suppliers.

\*\*\* A ZM products showing big variance in terms of components and concentrations applied.

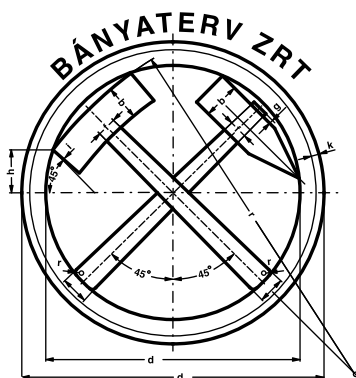




## BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

Az Országos Magyar Bányászati és  
Kohászati Egyesület lapja  
ALAPÍTOTTA PÉCH ANTAL 1868-BAN

„Lektorált lap” – MTA Magyar Tudományos Művek Tára  
Indexeli az EBSCO Publishing, Inc.



## Bányaterv Mérnökiroda Zrt.

- Bányászati tervezés
- Földtani szakértői,  
hites bányamérői,  
felelős műszaki  
vezetői szolgáltatás

Cím: 1054 Budapest,  
Honvéd utca 8. I. em. 2.  
Telefon: +36-20-4897781  
E-mail: [drvigh@banyaterv.hu](mailto:drvigh@banyaterv.hu)

HIVATALOS MAGYARORSZÁGI  **metso** KÉPVISELET



3B Hungária Kft.

H-8900 Zalaegerszeg, Wlassics Gyula u. 13. • Tel.: +36 92/549-033  
[info@3bh.hu](mailto:info@3bh.hu) • [www.3bh.hu](http://www.3bh.hu)

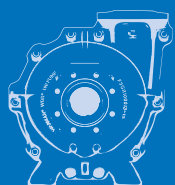


## WEIR Minerals Sand Wash Plant

A global market leader providing trusted technology and services  
which make your operations more productive and profitable



# Hat vezető iparági termék.



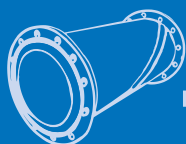
Warman®  
zagszivattyúk

+



Cavex®  
hidrociklonok

+



Linatex®  
tömlők

+



Enduron®  
rosták

+



Linatex®  
gumi

+



Isogate®  
szelepek

=



## Egy Megbízható Forrás.

A Weir nagy szakértelemmel megtervezett homokmosó berendezései kis helyigényűek és a Weir saját világszínvonalú gépegységeiből épülnek fel melyek igen magas kopásállóságú anyagokból készülnek ezért hosszú élettartam mellett maximális kinyert hasznos homok mennyiséget garantálnak.

Mindez kiegészül a Weir elkötelezett terméktámogatás csapatával, projekt mérnökeivel, szervízálózatával, egyszerű kopóalkatrész hozzáféréssel nem csak Magyarországon, de a világ 170 pontján...

**A döntés az Ön kezében van.**

Tudjon meg többet weboldalunkon: [sandwashplant.weir](http://sandwashplant.weir)

Copyright © 2020, Weir Minerals Australia Limited. All rights reserved. 202003/AU1114

**WEHR**  
Minerals

# Bevezető egy új sorozathoz: Kritikus és stratégiai nyersanyagok az Európai Unióban és Magyarországon – multimédia-adatgyűjtemény építése a Miskolci Egyetemen

## Introduction to a new series: Critical and strategic raw materials in the European Union and Hungary – building a multimedia data collection at the University of Miskolc

FÖLDESSY JÁNOS

okl. geológus, professzor emeritusz

MÁDAI FERENC

okl. geológus mérnök, PhD, intézetigazgató

Miskolci Egyetem



*Az Európai Unió 2008 óta különféle szinteken és szervezetekben fogja össze, és költségvetési forrásokkal támogatja azokat a kutatási, fejlesztési, oktatási tevékenységeket, amelyek a feldolgozó ipara számára különösen fontos nyersanyagok ellátásának biztonságát emelhetik. 2011-ben közzölt először listát ezekről az anyagokról. Az akkor 14 tagú lista mára 34 tagúvá bővült. 2023-ban született arról döntés az EU legfelső kormányzati szerveiben, hogy törvénybe iktassák a stratégiai és kritikus nyersanyagokra vonatkozó irányelveket.*

*A Miskolci Egyetem 2012 óta végez kiterjedt kutatásokat és adatgyűjtést a kritikus nyersanyagok hazai helyzetével kapcsolatban. Akkori eredményeit egy 10 kötetes monográfiatorozatban adta közre. A Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar TEKH szakkollégiuma az itt vázolt kezdeményezéssel egy információs hiányt kíván megszüntetni az akkori 14 kritikus elemet feldolgozó értékelés kibővítésével. Ezt a KEM Kritikus Elemek Maraton program megvalósításával tervezi elérni. Egyúttal olyan képzésként is használni akarja a projekt részfeladatait, amelyek a magyar és külföldi hallgatók írásos és szóbeli megjelenítési készségeit javítják magyar és angol nyelven. A program végrehajtásában jelenleg a Kar diákjai vesznek részt oktatók vezetésével.*

**Kulcsszavak:** kritikus nyersanyagok, Európai Unió, felsőoktatás

*Since 2008, the European Union has assembled research, development, and educational activities at various levels together with organizations and budgetary resources to increase the security of the supply of raw materials being particularly important for the manufacturing industry. In 2011, it published a list of these materials for the first time. The then 14-member list has now expanded to 34 members. In 2023, a decision was made in the EU's highest government bodies to enact the directives on strategic and critical raw materials.*

*Since 2012, the University of Miskolc has been conducting extensive research and data collection into the domestic situation of critical raw materials. It has published its results in a 10-volume monograph series. With the initiative outlined here, the TEKH technical college of the Faculty of Earth and Environmental Sciences intends to eliminate an information gap by expanding the evaluations having processed the 14 critical elements at the time. KEM plans to achieve this goal by implementing the Critical Elements Marathon program. It also wants to use the partial tasks of the project as a kind of training to improve the written and oral presentation skills of Hungarian and foreign students in Hungarian and English. Our students specialised in earth and environmental sciences are currently involved in the implementation of the program, led by the university instructors.*

**Keywords:** critical raw materials, European Union, higher education



## Bevezetés

A Természeti Erőforrások Kutatása és Hasznosítása Szakkollégium a Műszaki Föld- és Környezettudományi Kar 2017-ben alapított tehetséggondozó szervezete. Jelenleg 41 tagja van, javarészt a Kar magyar és külföldi BSc-, MSc- és PhD-hallgatóiból. Rajtuk kívül a korábban végzett szakkollégiumi tagok öregdiákcsoportja említendő. A hagyomány szerint a szakkollégium minden évben valamilyen átfogó téma köré építette tevékenységét, rövid kurzusokkal, terepgyakorlatokkal, szakmai vendégek előadásaival. A 2023–24. egyetemi év témájaként – az EU törvényjavaslata fényében – a kritikus elemek hazai adatbázisának frissítését választotta, Kritikus Nyersanyagok Maraton (KEM) címen.

A téma aktualitása a legutóbbi idők fejleményeit ismerve nem kétséges. Az EU-ban külön ágazat foglalkozik az energiahordozókkal és külön az ipar, a mezőgazdaság igényelte nyersanyagokkal. Az Unió 2008 óta építi nyersanyag-stratégiáját, amely a társadalom számos szférájára kiterjed: az oktatásra, a társadalmi elfogadtatásra, a technológiai fejlesztésre, a környezetgazdálkodásra, újrahasznosításra. A változó gazdasági és geopolitikai helyzet hatására az EU törvényjavaslatot vitat meg (és várhatóan fogad el) 2023-ban a nyersanyagellátás terén mutatkozó kockázatokról, kihívásokról és ezek kezeléséről [1].

Magyarországnak jelenleg nincs kritikus nyersanyag-stratégiája, és nincsenek olyan nyilvános adatok sem, amelyekkel akár az ilyen anyagokra vonatkoztatott import függősége akár a hazai erőforrások bevonásának lehetősége becsülhető lenne.

A Miskolci Egyetem koordinálta korábban a TÁMOP operatív program keretében a Criticel nevű alapkutató programot (2012–2014), amely sokoldalú megközelítésben foglalkozott a kritikus nyersanya-

gokkal [2]. Az eredményeket, az adatok kiértékelését a kutatók egy 10 kötetes monográfiatorozatban foglalták össze, a 10. összefoglaló kötet angol nyelven készült [3].

Az akkori munkák részben összefoglalását adták a szakmai adattárakban a nyersanyagokra vonatkozó világméretű, a hazai információknak, részben új mintavételek, kémiai elemzések, technológiai kísérletek, gazdaságossági számítások elkészítésével bővítették a korábbi ismereteket. A Karon folyó több kutatási program máig használja a Criticel eddig feldolgozatlan adatait, mintáit, értékeléseit.

A programot nyitottnak képzeljük el, munkával, adatokkal, feldolgozásokkal lehet csatlakozni, és együtt tovább építeni ezt az új, szükséges, jövőbe mutató információs piramist.

## Kritikus és stratégiai nyersanyagok

2011 óta tartanak nyilván olyan kritikus nyersanyagokat, amelyek időleges hiánya jelentős gazdasági és társadalmi kockázatot jelentene az EU országainak a feldolgozó iparágai számára. Az akkor 14 tagú lista mára 34 nyersanyagfajtává bővült, de valójában ennél több kémiai elemet tartalmaz, mert a listán a ritka fémek két tételt, a platinafémek is egy tételt képviselnek. Hasonló nyilvántartást vezet több más ország és szervezet, többek között az Egyesült Államok is, listájuk legutolsó változata 2022-ben vált nyilvánossá [4].

Az idézett EU törvényjavaslatban megkülönböztetnek stratégiai és kritikus fontosságú nyersanyagokat. Stratégiainak nevezték azokat, amelyek az EU jelenlegi gazdaságában stratégiai fontosságú ágazatok ellátásában kapnak kulcsszerepet. Ezen belül kritikus nyersanyagként jelölték meg azokat, amelyekhez jelentős ellátási kockázat kapcsolódik. A nyersanyagok listáját az 1. ábra foglalja össze. Itt bekeretezve jelöltük azokat az anyagfajtákat, ame-

Antimon		Földpát		Magnézium	Stroncium
	Bizmut		Hélium		Foszfát
Arzén		Fluorit		Mangán	Tantál
	Bór		Nehéz REE		Foszfor
Barit		Gallium		Term grafit	Titán fém
	Kobalt		Könnyű REE		Platina fémek
Bauxit		Germánium		Nikkel, akku	Volfrám
	Kokszolható szén		Lítium		Szkandium
Berillium		Hafnium		Niobium	Vanádium
	Réz				Szilícium fém

1. ábra. Az EU 2023-as stratégiai és kritikus nyersanyag listája. (A bekeretezett nyersanyagfajták az EU-ban kritikus minősítésűek. A többi nyersanyag nem kritikus, de stratégiai fontosságú.)

lyek kritikusnak minősülnek. A stratégia több irányú, hiszen lehet nyersanyagellátást importra, saját elsődleges nyersanyagok termelésére, illetve újrahasznosításra is alapozni.

A TEKH most indított KEM projektje az elsődleges – ásványi – nyersanyagokra összpontosít, tervezve az adatok további kiegészítését a másodlagos eredetű (maradványanyagokból hasznosított) nyersanyagokkal egy későbbi második lépcsőben. Az ábrán szürke árnyalással emeltük ki a hazai becsült ásványvagyonnal rendelkező nyersanyagokat.

A listán szereplő három nyersanyaggal (foszfor, kokszolható szén és szilícium fém) nem foglalkozunk, mivel ezek minőségi minősítése túlnyomórészt technológiai és nem földtani tulajdonságokon alapul.

### A Kritikus Elemek Maraton projekt felépítése

Azt a célt tűztük magunk elé, hogy részben újítsuk fel a korábbi kritikus elemlistához gyűjtött információkat, részben hozzunk létre egy olyan, magyar vonatkozásokat tartalmazó adatgyűjteményt, amely

- ❑ tájékoztatja a hazai szakembereket a stratégiai és kritikus ásványi nyersanyagokkal kapcsolatos nemzetközi információkról, értékelésekről,
- ❑ a kritikus elemek hazai előfordulásaival kapcsolatos információkat egy rendszerbe foglalva archiválja és
- ❑ sokféle csoportosításban megjeleníthető módon biztosít háttérrel műszaki és gazdasági elemzésekhez, közleményekhez.

A projekt jelenleg 100%-ban önkéntes munkával, anyagi források nélkül indul. A terveink szerint az első készülségi állapotot és üzembe helyezést 2024. április 22-ére, a Föld Napjára érjük el.

A munka elvégzésére a TEKH kutatócsoportot alapított. A csoportba önkéntes jelentkezéssel lehetett bekerülni, s így 22 tagja lett, 6 magyar és 16 külföldi ösztöndíjas hallgató, két vezető oktató irányítása alatt. A csoportban a feladat szétosztása érdekében három munkacsapatot hoztak létre doktoranduszok vezetésével.

A 31 nyersanyagfajta közül kettőt a vezető oktatók dolgoznak ki példaként, a többit a két csapat egyenlő arányban kapja feladatul. A csapatvezetők kétfős munkacsoportokban egy alkalommal 1-1 nyersanyagfajta adatgyűjtését végzik el. A magyar hallgatók külön munkacsoportban mindegyik nyersanyag magyar adatait (mintegy 50 lelőhely) összegzik, dolgozzák fel lelőhelyenként és kapcsolják hozzá a nemzetközi ismeretekhez. Ezek között vannak igen jelentős információ halmazzal rendelkezők (pl. Recsk), és vannak olyanok, ahol az ismeretek három mondatban összefoglalhatók.

Az adatgyűjtéssel kapott információk első lépcsőben közös adatgyűjteménybe kerülnek. Ebben külön szerepelnek az egyes nyersanyagfajtákra és külön az egyes hazai lelőhelyekre vonatkozó forrásadatok. Egyféle nyersanyag ugyanis több hazai lelőhelyen megjelenhet (pl. réz – Recsk, Rudabánya, Nagybörzsöny, Gyöngyösoroszi, Pécs) és egy-egy hazai lelőhelyen többféle kritikus nyersanyag előfordulását tarthatjuk számon (pl. Pécs – feketeszén-lelőhelyeken ritkaföldek, Nb, Ta, Be, Zr, Hf, Ga, Ge).

### Az adatgyűjtemény elemei

#### Adatlapgyűjtemény

Az adattárba az első ajtót a honlapunkon [5] állandóan kitűzött adatlapok jelentik. Az egyes nyersanyagokról a legismertebb földtani, bányászati adatbázisok anyagából állítunk össze adatlap formában rövid információt. Portálként célja, hogy kaput nyisson a látogatónak a további részletes feldolgozásokhoz, és kapcsolja hozzá az általános ismeretekhez a speciális magyar vonatkozású információforrásokat, elsősorban a lelőhelyi adatlapokat.

Lelőhelyi adatlapot olyan előfordulásokról készítünk, amelyeknek az információforrásaiban stratégiai és kritikus elemek jelentős dúsulására vonatkozó geokémiai adatok vannak. Olyan adatokat tekintünk jelentős dúsulásnak, amelyben az összetevőként szereplő stratégiai vagy kritikus kémiai elem, ásvány a jelenlegi piacon elérhető árak szerint a 10 USD/tonna kőzet/érc telepbeli értéket eléri. A telepbeli értéken az érc nyers koncentrációadatát, illetve ezek átlagértékét értjük, veszteségek, kihozatal, kitermelési, dúsítási és egyéb költségek figyelembevétele nélkül. Ezeket a határértékeket az 1. táblázat foglalja össze. A 10 USD/tonna telepbeli érték meglehetősen hozzávetőleges, mivel az árak és árfolyamok folyamatosan változnak. A táblázat a 2023. októberi állapotot tükrözi. Nem jelentenek értelmezhető információt a telepbeli dúsulási értékek az adott dúsulás gazdasági értékéről, mivel ezt tömeg, mélység, technológia, és számos egyéb tényező befolyásolhatja. Több becslés szerint a nyers ércek telepbeli alsó gazdaságossági határértéke ma valahol 50 USD/tonna körül lehet. Két elemre nem találtunk elfogadható értéket (Ti fém, Mg), a többi esetben a napi piaci árakat vettük számítási alapul.

A két adatlapsorozat az adatgyűjteményünk teljesen nyilvános, interneten korlátlanul elérhető része. Az adatlapok tartalmazzák azokat a belépési információkat, amelyek szükségesek a további részletes adatokhoz való hozzáféréshez.

#### Papíralapú adattár

A legrégebbi kutatási adatokból az egyetem számos, a kritikus és stratégiai nyersanyagok információit tar-

1. táblázat. Anomália-küszöbértékek kritikus elemekre

		Érték	Egység	Adatforrás
1	Sb	900	mg/kg	7
2	Be	10	mg/kg	7
3	Co	300	mg/kg	6
4	F	3	%fluorit	9
5	Ga	30	mg/kg	7
6	Ge	6	mg/kg	7
7	Hf	2	mg/kg	10
8	Könnyű ritkaföldfémek			
9	Nehéz ritkaföldfémek			
10	Mg	20	%MgO	xx
11	Term. grafit	1.5	amorf graf.	11
12	Nb	100	mg/kg	7
13	PGE			
14	Ta	25	mg/kg	7
15	W	200	mg/kg	7
16	As	0.8	% As	11
17	Barit	5	% barit	11
18	Bauxit	30	%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6
19	B	4	% borax	11
20	Cu	0.15	%Cu	6
21	He	3.6	USD/m <sup>3</sup>	11
22	Li	50	mg/kg	6
23	Mn	2	%MnO	7
24	Ni-akku min.	60	mg/kg	6
25	Foszfát	10	%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	12
26	Sc	3	mg/kg	7
27	Sr	2000	mg/kg	8
28	V	800	mg/kg	8
29	Titán fém	1	%TiO <sub>2</sub>	xx
30	Földpát	20	%földpát	13
31	Bizmut	1200	mg/kg	7



1. táblázat. (folyt.)

		Érték	Egység	Adatforrás
Platina fémek	Pd	0.3	mg/kg	6
	Pt	0.4	mg/kg	6
	Rh	0.08	mg/kg	6
	Ru	0.8	mg/kg	6
Könnnyű és nehéz ritkaföldfémek	Nd	120	mg/kg	9
	La	2800	mg/kg	9
	Ce	2500	mg/kg	9
	Pr	100	mg/kg	9
	Sm	800	mg/kg	9
	Tb	8	mg/kg	9
	Dy	20	mg/kg	9
	Y	300	mg/kg	9
	Sc	3	mg/kg	9

talmazó archív anyagot őriz, részben diplomatervek, kutatási jelentések, részben idős szakemberek hagyatéka formájában. Ennek feldolgozása már a 2010-es évek elején megkezdődött, és jelenleg is tart, mintegy

50 irattári folyóméter anyag rendszerezésével, köztük több unikális, egyetlen példányban létező, pótolhatatlan munka van. Ugyanebben az adattárban szerepelnek a grafikus anyagok, térképek, szelvények, amelyek sok esetben nem kapcsolódnak jelentésekhez. A hazai előfordulások papíralapú dokumentációinak osztályozási alapja a postai irányítószám. Sok olyan adat nyerhető ki ezekből a jelentésekből, amelyeket keletkezésük után nem értékelték. Egy ilyen példa a Borsodi medence germániumvizsgálati programjának jelentése [14], amelynek adatai papíralapúak (ld. 2. ábra). Ennek modern térképi összegzése (itt egy földi mágneses térképi alapon, ld. 3. ábra) jóval későbbi időben készült el [15].

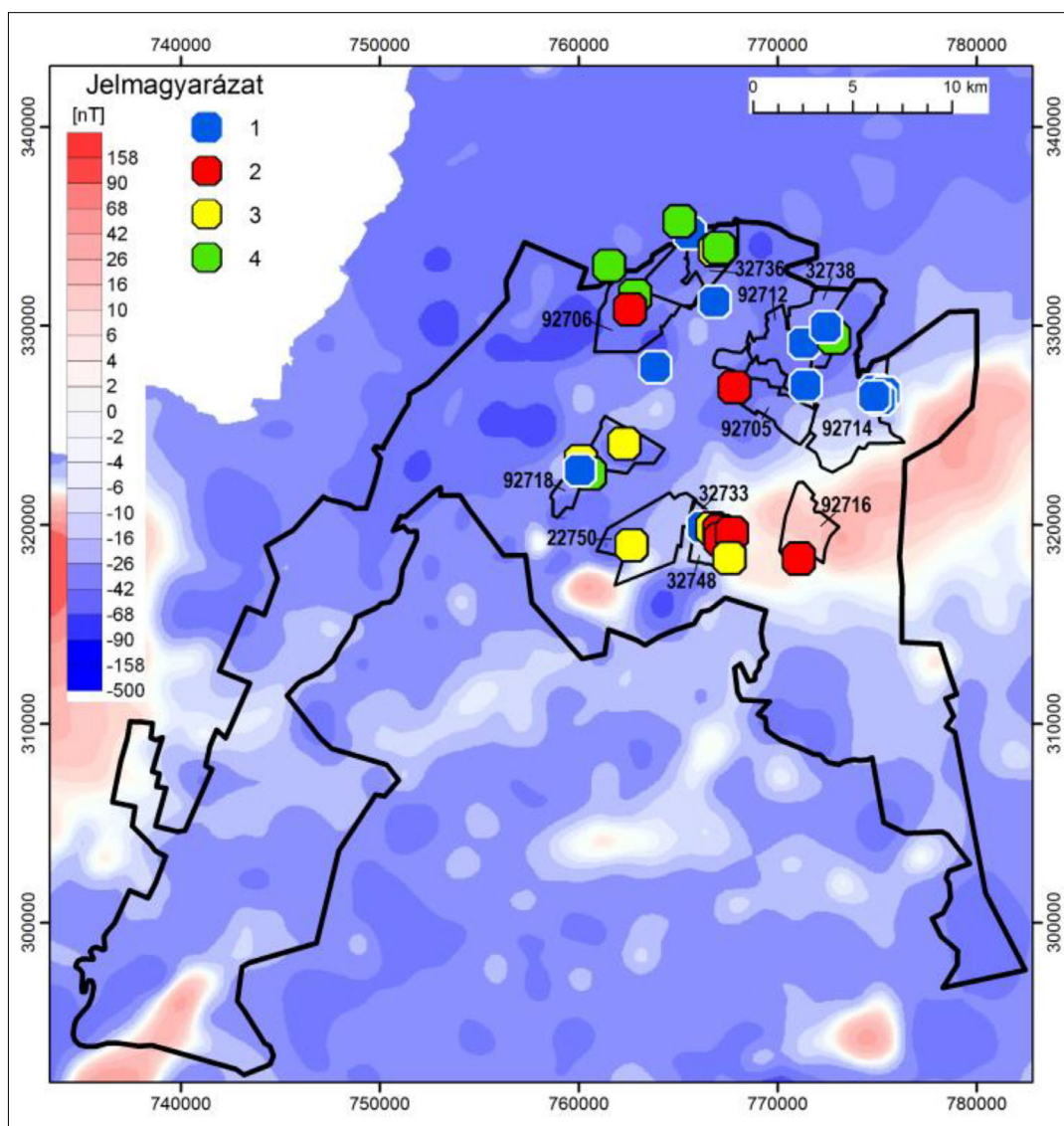
Borsodi szenek germániumtartalma

Minta száma	Mélység m	Rétegvastagság m	Telep megjelölés	N <sub>v</sub> %	N <sub>v</sub> /Geo <sub>2</sub> %	v <sub>v</sub> %
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
<b>Sajókaza 192.sz. furás</b>						
1714	166,5-167,5	1,00	IV.	7,9	62,3	11,2
1720	219,0-220,2	1,20		13,6	21,7	7,2
1721	220,0-221,5	1,30		21,1	24,0	2,6
1715	221,0-222,7	0,50		12,0	50,0	5,5
1716	222,7-223,7	1,00	V.	7,7	58,2	9,1
1717	223,7-224,5	0,80		7,2	73,6	4,6
1718	224,5-225,4	0,90		6,5	74,9	10,1
1719	226,0-226,1	0,10		8,3	56,0	65,0
<b>Belény 305. sz. furás</b>						
1748	24,0-25,0	0,20	III.	17,3	17,1	1,5
1749	31,4-31,9	0,50	III/a.	20,1	11,4	3,4
1750	117,4-118,6	1,20		16,3	18,4	17,2
1751	120,2-120,6	0,40	IV.	11,3	50,7	9,2
1752	158,8-159,2	0,40		15,0	22,9	1,3
1753	160,2-160,7	0,50	V.	16,3	38,2	1,5
1754	167,05-167,25	0,20		6,1	81,9	2,8
<b>Belény I. /Mucsony 132.sz. furás/</b>						
1755	32,4-34,0	1,60	II.	15,0	13,1	0,9
1756	59,1-59,7	0,60	III.	11,9	37,2	9,2
1757	62,8-63,15	0,35	III/a	19,7	10,4	6,2
1758	143,4-144,5	1,10	IV.	11,0	51,6	3,1
1759	144,5-145,7	1,20		13,0	21,2	13,6
1760	177,1-177,6	0,50	V.	12,3	12,1	2,2
<b>Parasznya 57.sz. furás /Harica/</b>						
1761	34,2-35,2	1,00		12,7	25,2	2,9
1762	35,2-36,2	1,00	IV.	12,4	20,1	5,9
<b>Diósgyőr 254.sz. furás</b>						
1763	109,7-109,95	1,25	I.	12,1	44,0	3,8
1764	106,4-107,0	0,60	II.	12,3	36,7	1,4
1765	187,0-189,0	0,90	II.	16,4	17,0	1,8
1766	207,3-208,5	1,00	III.	17,9	19,7	3,1
1767	208,3-212,0	3,70	III.	9,0	82,0	0
1768	266,3-267,3	1,00	IV.	14,1	45,7	2,2
1769	267,3-268,6	1,30	IV.	16,5	22,2	2,5

2. ábra.

### Elektronikus adattár

Az adatlapokon keresztül a további út az elektronikus adattárba vezet. Tapasztalataink szerint az adatkere-  
sések elsődrendű forrásai ma az elektronikusan elérhető szervereken tárolt anyagok. A gyűjteményünkbe jelenleg az internetről költségmentesen elérhető dokumentációk kerülnek. Itt szerepelnek az olyan anyagok internetes hozzáférési linkjei is, amelyek az egyetemi előfizetéssel elérhető folyóiratok, egyéb adatforrásokból töltöttünk le. A rendszerezés mellett erőforrásaink függvényében folyik ezeknek a papíralapú dokumentációs anyagoknak a digitalizálása, pillanatnyilag pdf formátumban. Jelenlegi állapotában a papíralapú dokumentumoknak mintegy 10–15%-a került át már szkennelt elektronikus formába.



3. ábra

### *Kémiai elemzések gyűjteménye*

A korábbi dokumentációkban szereplő elemzéseket egységesítve, mintaazonosítókkal ellátva, kontrollmintáikkal párosítva rendezzük összefoglaló adatbázisba, illetve táblázatokba. Ezekből a továbbiakban számos különféle csoportosításban, illetve szűrést alkalmazva lehet kinyerni információt a végleges értékelésekhez.

### *Mintatár*

Mintatárunk alapját azok az elemzett minták alkotják, amelyekből duplikátumokkal rendelkezünk a 2012–2014 között futott Criticel programból. Az Intézet korlátozott tárolókapacitással rendelkezik, de így is több ezer, többségében már katalogizált mintát (kézi minta, fűrési magminta, porminta) tárolunk, amelyek szintén pótolhatatlan dokumentumai legtöbb bezárt bányának, megkutatott előfordulásunknak, rétegtani és teleptani típusmintákkal. Az Intézet őrzi

a recski ércelőfordulások teljes vékonycsiszolati és felületi csiszolati mintagyűjteményét is. Ezek a minták a kritikus elemek további vizsgálatának minden további fázisában szerepet kaphatnak, hiszen szinte mindegyikükhöz jelentős egyéb (kémiai, ásványtani, földtani stb.) információ kapcsolódik.

### **Az adatgyűjtemény további tervezett szolgáltatásai**

A projekt hangsúlyos célja a hallgatók képzése is, írásos, beszédbeli előadási és megjelenítési készségeinek javítása. Ezért az adatgyűjtemény és az ahhoz kapcsolódó szolgáltatások e cél érdekében is alakultak.

### *Magyar stratégiai nyersanyagok – virtuális látogatóközpont*

A jelenleg tervezett ideiglenes tárhelyekből az adatokat egy önálló szerverre költöztetjük, amelynek belépési helye egy virtuális látogatóközpont. Ide

csoportosítunk minden szükséges tájékoztatást, linket, kapcsolati lehetőséget, amelyek segítségével az adatgyűjteményeket, terveinket külső látogatók számára is hozzáférhetővé tesszük. A korlátlan nyilvánosságot legalább a metaadatok szintjéig biztosítjuk, a gyűjteményt az internetes felületekről kereshetővé tesszük.

#### *Youtube-csatona*

Minden kritikus és stratégiai elemről és hazai előfordulásról készül egy kb. 10 perces anyag (hanggal, képpel, videóval), amelyben a szóban forgó elem vagy lelőhely globális és hazai helyzetét mutatjuk be néhány adattal, s megadjuk a kapcsolatot a virtuális látogatóközponthoz. Az előadásokat tároljuk, ezek visszanezhetők lesznek.

#### *Hazai kritikus és stratégiai nyersanyag bibliográfia és egyéb katalógusok*

A látogatóközpontból korlátozott belépést teszünk lehetővé a tematikus Bibliográfiai adatbázis, a Minta adatbázis és a Kémiai elemzések gyűjteménye tárhelyeire, katalógusok és keresők kiépítésével.

#### *Együttműködés nyersanyagkutatói programokkal*

A látogatók számára innen ismét továbblépési lehetőséget kínálunk, ahol megkaphatják a helyazonosítókat, a szerzői és egyéb jogokkal nem védett dokumentumok másolatait, illetve dolgozhatnak a mintagyűjtemény anyagával. A hozzáférés anyagi, műszaki, adatbiztonsági feltételeit, a gyűjtemény anyagainak külső szakemberek és szervezetek általi felhasználását költségtérítéses formában tesszük lehetővé. Részleteit a majdani egyetemi vezetéssel egyetértésben fogjuk kidolgozni.

#### *Ismertetők, tananyagsegédletek, versenyek középiskolák és a nagyközönség számára*

A fenti, főleg szakmai felhasználókat megcélzó változatokon túl tervezzük olyan egyszerű, közérthető anyagok elkészítését, amelyekkel könnyen emészthető, közérthető ismereteket adunk át ásványi nyersanyagokról középiskolásoknak.

#### *Folyóirat-publikációk*

Az adatlapgyűjtemény tömörített formában sorozatként megjelenik a *Bányászati és Kohászati Lapok* következő lapszámaiban. Ez azok számára nyújt információt, akik a papíralapú értékeléseket az elektronikussal szemben előnyben részesítik. Terveink szerint a 2024. év összes lapszámban megjelennek majd a KEM áttekintések. Szakmai összefoglalók kidolgozását tervezzük más folyóiratokban, például a *Föld-*

*tani Közönyben*. Az elektronikus megjelenéseket az [asvanykincs.hu](http://asvanykincs.hu) portál is támogatja.

## **Összefoglalás**

A Miskolci Egyetem Műszaki Föld- és Környezet-tudományi Kar TEKH szakkollégiuma egy hazai információs hiányt kíván megszüntetni a KEM Kritikus Elemek Maraton program megvalósításával. Egyúttal olyan képzésként is használni akarja a projekt részfeladatait, amelyek javítják a magyar és külföldi hallgatók írásos és szóbeli megjelenítési készségeit magyar és angol nyelven. A program végrehajtásában jelenleg a Kar diákjai vesznek részt oktatók vezetésével. A program során a hallgatók egyrészt speciális ismereteket szereznek az adatgyűjtés, -feldolgozás, -értékelés és előadás területein, másrészt olyan összetett „terméket” állítanak elő, amely mind a Kar hallgatói és oktatói, mind a külső szakmai és nem szakmai érdeklődők számára megkönnyíti a stratégiai és kritikus nyersanyagok területén való tájékozódást, adatfeldolgozást.

A projekt terveink szerint nyitott lesz egyéb intézményekkel, egyetemekkel, kutatócsoportokkal való aktív együttműködésre.

## **IRODALOM**

- [1] EUCOM (2023): [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan/european-critical-raw-materials-act\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan/european-critical-raw-materials-act_en)
- [2] Criticel (2012): <https://kritikuselemek.uni-miskolc.hu/>
- [3] Földessy J. (szerk.) (2014): Basic research of the critical raw materials of Hungary. Milagrossa, Miskolc. 159 p.
- [4] USGS (2022): <https://www.usgs.gov/news/national-news-release/us-geological-survey-releases-2022-list-critical-minerals>
- [5] TEKH (2023): <https://tekh.uni-miskolc.hu/>
- [6] <https://www.dailymetalprice.com/>
- [7] <https://www.metal.com/>
- [8] <https://www.scrapmonster.com/>
- [9] <https://www.metal.com/Rare-Earth-Metals/>
- [10] <https://www.kitco.com/strategic-metals/>
- [11] <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/>
- [12] <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=rock-phosphate&months=120>
- [13] <https://www.globenewswire.com/en/news-release/2022/>
- [14] Szávané Benőcs K. (1965): Észak-magyarországi széntelepek ritkafém katasztere. BKI kutatási jelentés, 51 p. ME ÁFI Adattár.
- [15] Püspöki Z. (szerk.) (2018): A hazai szénvagyron és hasznosítási lehetőségei. MBFSZ. Budapest. 289 p.



# A diósgyőrvasgyári lakótelep kialakulása, 1868–1945

## Development of the Diósgyőrvasgyár housing estate, 1868–1945

HARCSIK BÉLA

adjunktus, Miskolci Egyetem



*A Fazola Henrik alapította Diósgyőr Hámori (vagy Szentléleki) Vasmű kezdetben Ómassa, majd Újmassa, illetve Hámori telephelyeken működött az első száz évében, majd 1868-at követően Péch Antal javaslatára, a mai helyére költözött az állami tulajdonban álló gyár. Az új gyártelep mellé lakótelep is épült, amit az állami tulajdonos nagy gondossággal fejlesztett és működtetett. A gyarmat a bölcsőtől a sírig gondoskodott a lakóiról testi és lelki felüdülést is biztosított. Példaértékű volt a társadalmi gondoskodás, amelyet a dolgozók a hűségükkel háláltak meg, generációk egész sora volt a Diósgyőrvasgyár dolgozója, illetve lakója úgy, hogy az életük során alig kellett elhagyniuk a kolóniát.*

**Kulcsszavak:** Diósgyőr, vasgyár, alapítás

*WFounded by Henrik Fazola, Diósgyőr Hámor (Szentlélek) Steelworks initially operated at Ómassa, then Újmassa, and Hámor sites during its first hundred years, and after 1868, at the suggestion of Antal Péch, the state-owned factory moved to its current location. A residential complex was also built next to the new factory, which the state owner developed and operated with great care. The colony took care of its inhabitants from the cradle to the grave, providing both physical and mental refreshment. The social care was exemplary, which the workers thanked with their loyalty, entire generations were workers and residents of the Diósgyőrvasgyár, so that during their lives they hardly had to leave the colony.*

**Keywords:** Diósgyőr, ironworks, factory housing estate, workers' housing estate

### A gyáralapítás – az első száz év

A Diósgyőri Kohászatot Fazola Henrik würzburgi születésű egri kovácmester alapította a mai Miskolc-Ómassa és Miskolc-Hámor területén, az alapítás hivatalos dátumának, a Mária Terézia magyar királynő engedélyének kiadási időpontját 1770. július 28-át tekintjük. A gyáralapító élete amilyen fényesen indult, olyan szomorúan végződött, mert bár a bécsi udvar szóban támogatta, anyagilag már kevésbé. Hiába voltak kisebbségi tulajdonostársai, az addig felhalmozott vagyona nemcsak elolvadt a gyár építésének és működtetésének magas költségei miatt, hanem alaposan el is adósodott. A gyár indulása után öt évvel átadta a tulajdonrészét a Kincstárnak, a továbbiakban faktorként vezethette a művét, de a korábbi költségeit nem térítették meg. 1779-ben betegen, adóságokkal gyötörve 49 évesen halt meg, özvegyet és két kisgyermeket hagyva maga után.

Frigyes fia mindössze ötéves volt édesapja halálakor, és csak az édesanyjának juttatott özvegyi ellátásnak köszönhette a neveltetését. Már tizennégy éves korában írnokként beállt a gyárba, majd tekintettel az édesapja érdemeire, ösztöndíjasként beiratkozhatott a selmecbányai Bányászati Akadémiára, ahol bányatiszti oklevelet szerzett. Ekkor még nem különült el a bányász- és kohászképzés, ezért mind a bányászat, mind a kohászat szakterületén magas szintű ismereteket szerzett. Ez igen jó alapot adott neki ahhoz a feladathoz, amelyet Diósgyőrbe visszatérve kapott, majd felnőve a Fazola névhez gyárfejlesztőként vonuljon be a neve a történelembe. Egy évet töltött kiküldetésben ausztriai vasművekben, majd az akadémián szerzett ismereteit és a külhoni tapasztalatait hasznosítva új pályára állította a diósgyőri gyárat. Felismerte édesapja tanácsadóinak hibás javaslatait, meglovagolva a napóleoni háborúk konjunktúráját,

és új helyen épített nagyolvasztót (Újmassa), illetve a megnövekedett nyersvasmennyiség biztonságos feldolgozásához javasolta egy új víztározó létrehozását (a mai Hámori-tó). Hasznosítva a bányászati ismereteit jelentős mennyiségű barnaköszéntelegeket talált Diósgyőrben, ami sorsdöntő jelentőségű fordulatot jelentett a Diósgyőri Kohászat jövőjében.

### A diósgyőri kezdetek

Az 1867-ben felállt új felelős magyar kormány nagyarányú vasútfejlesztést határozott el. Ismerve a hazai adottságokat, szakítva korábbi gyakorlattal, már nem importált gépekkel és eszközökkel akarták felépíteni a vasúthálózatot, hanem tisztán hazai forrásra hagyatkozva. „Amint aztán a múlt század ’60-as éveiben fogantba vett nagymérvű magyar vasútépítkezések sünszükségletét a hazai gyárak fedezni nem tudták s a kormány szerfölött drága és többször igen rossz minőségű síneket külföldről volt kénytelen hozatni, 1867. év végével a pénzügyminisztériumban azon terv érlelődött meg, miszerint egy kizárólag vassínek és hozzá való kapcsolószerkezetek gyártására berendezett vasgyár létesíttessék. Ennek folytán a Borsodmegyében feltárt barnaszén és vasérczelepek, továbbá a vidéken lévő nagy kiterjedésű erdőségek értékesíthetése céljából, tekintettel arra, hogy a hákori völgygát a gyárüzemhez szükséges vízmennyiséget biztosítja és a kincstár a hákori vasműveknél némi tisztviselő- és munkásszemélyezettel is rendelkezett, elhatároztatott, hogy Diósgyőr és Miskolcz között a Szinva völgyében fekvő kincstári földbirtokon egy vasgyár létesíttessék, amelyben egyelőre 50 ezer bécsi mázsa nyersvas és 200 ezer bécsi mázsa vassín gyártható lesz.” [1]

Bár léteztek nagyméretű hazai vasművek (pl. Rimamurány-Salgótarjáni Vasmű, Resiczai Vasmű), de ezek jórészt magántulajdonban voltak, a kormány viszont saját kezben akarta tudni a beszállítói kört, ezért állami vasművet szeretett volna megbízni. Péch Antal pénzügyminisztériumi titkár kapta feladatul az új vasmű helyszínének kiválasztását, így jutott el Diósgyőrbe. Ismerte az – addigra már elavult – újmassai nagyolvasztót és a hákori vasverő hámorokat magában foglaló gyárban meglévő szakmai kultúrát, és figyelembe vette a Fazola Frigyes által feltárt jó minőségű,

bőséges barnaköszéntelegeket. Kihhasználva, a közeli Miskolcot addigra már elért vasutat, 1868-ban Diósgyőr mellett döntött. Az elvárt termelési szintet (évi kétszázezer bécsimázsa = 11 200 tonna vassín) nem lehetett a régi gyár telephelyein (Újmassa, Hámor) teljesíteni, ezért a közelben új helyszínt keresett Péch Antal. Erre a célra a diósgyőri koronauradalom területén, a Miskolc és Diósgyőri között sík területen jelölt ki százharminc hektárnyi területet [2].

A kiválasztott helyszín megfelelőnek bizonyult, mert bár jó minőségű vasérczelepek nem voltak a közelben, sokkal fontosabb volt – ismerve a technológiát – hogy a többi segédanyag (barnaköszén, mészkő, dolomit, tűzálló homok, folyóvíz, fa) megfelelő minőségben és mennyiségben álljon rendelkezésre. Gyárvezetőnek Glanzer Miksát nevezték ki, aki korábban a rhóniczi gyárat vezette. Ez a döntés nem bizonyult szerencsésnek, mert bár szakember volt, mégsem ismerte fel az akkor zajló ipari forradalom nagy jelentőségű újításait a vaskohászat területén. Faszenes nagyolvasztó építését javasolta, kavárókemencés vasfinomítással és forrasztott síngyártással kiegészítve. Ez a technológia zsákutcának bizonyult, ami pár éven belül be is bizonyosodott. Szerencsére Péch Antal nem hagyott fel a gyár támogatásával, és új, tehetséges kohómérnököket hozott a gyárba, akik ismerve a modern technológiákat, a vasfinomítás helyett az acélgyártás bevezetését javasolták. Hamerák Mihály és Técsey (Teutschl) Ferenc javaslatai alapján bevezették a folytacélgyártás két modern technológiáját (Siemens–Martin-eljárás, Bessemer-konverter), ami felívelő pályára állította a gyárat.

A gyár a nagy volumenű vasútépítés mérséklődése ellenére tovább fejlődött, mert mint az egyik legjelentősebb hazai üzem, mindig újabb és újabb feladatokat kapott (pl. löveggyártás, hídépítés, acélöntvények, kovácsolt termékek, hadipar), ami a gyári dolgozók számának növekedésében (1. táblázat) is megmutatkozott, ezért gondoskodni kellett az ellátásukról. Mivel a gyár messze esett mind a korábbi telephelyektől (Újmassa, Hámor), mind a két településközponttól (Diósgyőr, Miskolc), ezért ez különösen fontos volt, hiszen a napi tizenkét órás műszak előtti és utáni sok kilométeres gyaloglás – a tömegközlekedés csak később indult meg a villamosvonal kiépülésével – a

1. táblázat. A gyári dolgozók létszámának változása 1870–1944 között

1870	1880	1885	1890	1895	1900
300	684	1773	2060	4404	4836
1905	1910	1913	1915	1919	1920
4358	5520	8150	7914	9006	5731
1920/21	1925/26	1930/31	1935/36	1940	1944
5504	4817	2693	2647	5800	10937

munkateljesítményt is hátrányosan befolyásolta volna.

A gyár vezetői – állami vállalatként minisztériumi engedéllyel bírva – már a kezdetektől nemcsak kizárólag a munkavállalókra, hanem – a mai időkben már teljesen megszűnt magas szociális érzékenységre mutatva jó példát – azok családjára is gondoltak. Ez főleg a gyorsan többezésre nőtt munkáslétszámnál igényelt nagy figyelmet, hiszen ebben az időszakban még az egykeresős családmodell volt az elsődleges, azaz 4000 dolgozó, közel négyezer családot is jelentett! Természetesen ez nem kizárólag a gyárat és a lakótelepet magában foglaló Diósgyőrvasgyárat jelentette, hanem a bányák mellett felépült egyéb településeket, illetve településrészeket is (pl. Pereces, Ormospuszta, Tornaszentandrás, Múcsony).

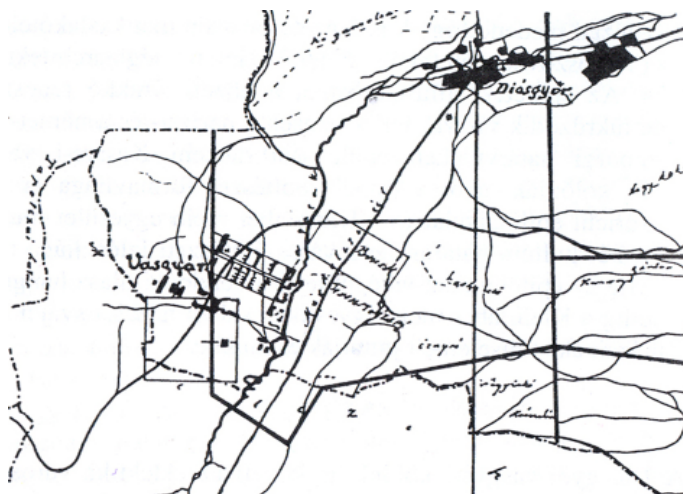
A létszám – a különböző válságok okozta kisebb-nagyobb kilengéseket leszámítva – folyamatosan nőtt, ami a gyár vezetését is arra sarkallta, hogy folyamatosan fejlessze a gyár mellett felépült lakótelepet is.

### Gyári gyarmat tervezése

A gyártelepítők már az első tervek kidolgozásakor szükségesnek látták megoldani a dolgozók gyárhoz közeli lakhatását. A tervek elkészítésekor a régi telephez viszonyítva a tervezett sokszoros kapacitás pedig még nagyobb figyelmet követelt. A kor elvárásainak megfelelően már nemcsak a lakóépületek, hanem a szociális intézményrendszer kiépítését is a kezdetektől tervbe vették. A lakótelep elrendezését tudatosan alakították ki, hogy a funkciójának megfelelően, a dolgozók és családjuk mindennapjait a lehető legnagyobb mértékben segítse. A gyár tevékenységét megalapozó munkás- és tisztviselői réteg részére az iparterület szomszédságában a kor jellegét figyelembe véve egy igényes és differenciált intézményi és lakás-komplexumot terveztek.

A lakótelepet az egykori leírások kolóniának vagy gyarmatnak nevezik. A kolónia kialakítását nagyban befolyásolta az 1867-es párizsi világkiállítás és annak egyik attrakciója a munkáslakás, amely nagy publicitást kapott a hazai szakirodalomban is.

A diósgyőri vas- és acélgyár mellett a 19. század utolsó negyedében a Monarchia másik jelentős vas-kohászati beruházása a morvaországi, ostravai Vitkoveci Vasüzem volt. A gyárhoz ismert bécsi építészek közreműködésével 1876–1914 között lakótelep és intézményhálózat épült. A lakótelep kialakításánál itt is a komplexitás volt a fő cél a munkáslaktanyáktól, a szállodáig, a lakóépületek különböző típusáig (angol kolónia, I és U alakú házak, sorházak stb.). A lakótelep főtere nagystílusúan van kialakítva, amely-



1. ábra. Péch Antal vázlata Diósgyőrvasgyár telepítéséről

nek fő tengelyét a templom és az iskola alkotja. Az anyaghasználatban itt is a téglarchitektúra dominál. A Monarchia területén jellegzetes munkástelepek épültek még Fiumében, Triesztben, valamint a boszniai Dolnja-Tuzlában. Fiumében figyelemre méltóak a Whitehead-féle torpedógyár, valamint a Societa per la Construzione di Case lakótelepének, Triesztben pedig a Lloyd-arszénál munkáskolóniájának lakóházai, ahol a délvidék stíluselemei a jellemzőek. Ezzel szemben a fiumei vasúti kolóniánál és a Dolnja-Tuzla só- és kőszén-bányakolónia építészetében a kincstári stíluselemek a dominánsak. A körültekintő tervezésnek és kivitelezésnek köszönhetően a diósgyőri kolóniát 1900-ban a Monarchia legmintaszerűbb telepeként tartották nyilván [3].

A vasgyár és kolónia első telepítési rajzát (tervét) Péch Antal 1867. május 26-án készítette (1. ábra). A rajzból megállapítható, hogy a későbbi telepítés a vázlat terv alapján történt. A terület kiválasztásában meghatározó, hogy a gyár a feltárt bányák közelében állami területre (koronauradalom) települjön, és ne kelljen fizetni a területért. A fő vasútvonalról és a bányák felől is jól meg lehessen közelíteni vasúton, megfelelő vízellátást lehessen biztosítani (Szinva, Hámmori-tó). A kolónia szempontjából fontos volt még az uralkodó szélirány figyelembevétele is.

Ahogy már szó volt róla, a gyár által épített lakó- és középületek nem koncentrálták kizárólag a Vasgyár köré, hanem a bányák köré is építettek mind lakóépületet, mind iskolát, mind pedig orvosi rendelőt, így alakult ki a perecesi és ormospusztai kolónia is.

### A kolónia építési korszakai

1868–1877: Az ideiglenes illetve első épületek építési korszaka

Ebben a terminusban épültek az első épületek, amelyekről már a kezdetektől az volt elhatározás, hogy a



következő időszakokban különféle funkciót töltenek majd be. „Pl. az építési kunyhó az építkezés teljes tartama alatt mint irodaépület áll használatban, az építkezés befejezése után pedig vagy iskolának és papilaknak vagy kórháznak lesz berendezhető.” [3]

Az építés folyamatáról, problémáiról az 1868. július 20-án Glanzer aláírással kiadott jelentésből lehet következtetni. A jelentés alapján megismerhetjük az építkezés menetét és a problémákat is. „A lakótelep szempontjából egyik legnagyobb akadályozó tényező a téglahiány volt. Az épületfa beszerzése eddig részint saját erdészetünkből, részint a Szepper és Szartori tokaji cégtől történt. Az építéshez szükséges víz megszerzéséhez 3 kutat ástak, egyet a téglagyártáshoz, a másodikat nem messze az építőkunyhótól. Az építési kunyhónak, amely az építkezés teljes tartama alatt a felügyelőszemélyzet irodáit és lakásait fogja szolgáltatni, vályogkészítők hiánya miatt építési kőből és téglából kellene megépülnie, ez elkészült ugyancsak annyira, hogy 8 nap alatt beköltözhető. Az építési kunyhó az építkezés teljes tartama alatt mint iroda üzemelt. Munkásállomány f. é. június végéig állt 11 felügyelőből és mesterből, 51 kőművesből, 68 ácsból, 4 kovácsból, 4 asztalosból, 208 napszámosból és téglaverőből, 48 kötőrőből, összesen 396 főből. Megjegyzendő végül, hogy ennek a nyárnak a folyamán még legalább 20 telepi ház 4 kevésbé jó minőségű szolgál és 2 tisztviselői lakás fog megépülni.” [3]

Az első téglagyár a Szinva mellett, a Kalló-rét és a Rózsa-szög közötti területen létesült. A térképeken Téglaveremként jelzik, ami utal a kezdetleges voltára. A Selmecbányán őrzött, 1871-ből származó nyilvánosság szerint a téglagyár a következő tárgyakból áll. Egy nagy pajta egészen faanyagból készült, ezen pajtában egy téglasajtológép. Tégláégető kemence kőből, pajta, melyben 3 tábori tégláégető kemence el volt helyezve, valamint hat téglaszáritó pajta. Új és korszerű, a közönséges és tűzálló téglák gyártására szolgáló téglagyár csak 1885-ben épült a jelenlegi gyár területén, (ez – igaz, már részben romos állapotban – ma is áll). Ekkor építették a Hoffmann-rendszerű körkemencét, amelyben vörös falitéglat, tetőcserepeket, s tűzálló anyagokat is égettek. Így két téglagyár biztosította az építkezéshez szükséges téglát.

A program eredményeként 1871-ben 841 épület állott. A Pénzügyminisztérium még ebben az évben engedélyezte egy Nagyvendéglő (Lovarda) építését.

#### *1878–1908: A kolónia intézményhálózatának és a lakásállományának kiépítése a Szinvaig*

A vas- és acélgymárnál, valamint a szénbányánál az építkezésen alkalmazott munkásokon kívül 1230 személy talált állandó foglalkozást. „A gyár üzemének rendezésével a munkásszemélyzet állandósításának

szüksége is beállott. Ezen fontos kérdés megoldása azonban a Diósgyőrött uralkodó lakásviszonyok gyökeres megváltoztatását követeli, és ezen oknál fogva a gyár jövő évi programjába nagyobb mérvű építkezések keresztülvitelét is felvette.”

„A diósgyőri vas- és acélgymár nagyobbítására és tökéletesbítésére a képviselőház megszavazván a szükséges pénz erőt, a kormány a nyíló tavasszal nagymérvű építkezéseket fog ott eszközölni. Nevezetesen új szerkezetű vashengerde, igazgatói lak, munkástelepek és egyéb mellékhelyiségek fognak emeltetni az iskola a munkás telepen teljesen felszereltetik.” – fogalmazott egy újsághír 1884-ben. 1886-ban Perczesen pedig egy elemi iskola építettett [1].

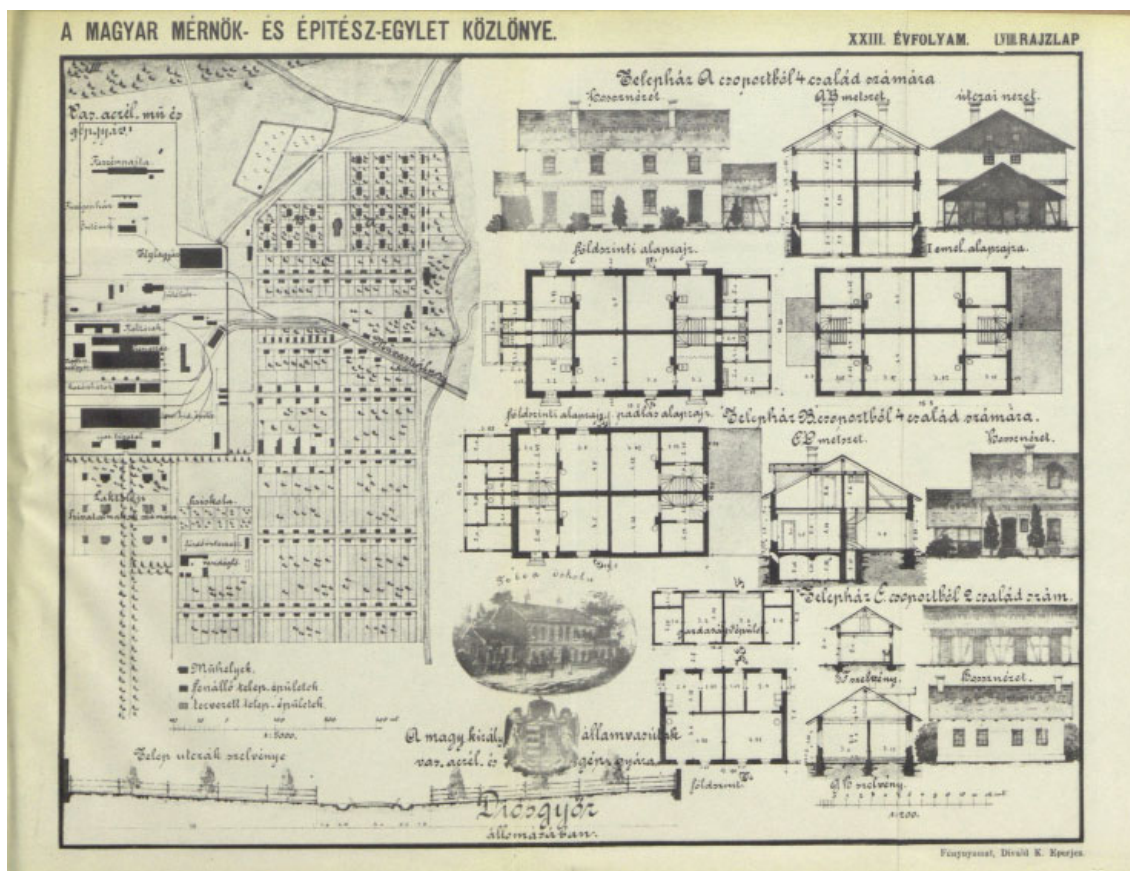
1887-ben, miután az eddigi iskolaépület is szűknek bizonyult, egy új fiúiskola és egy kisdudóvó építettett, a régi iskolaépületben pedig csak a leányiskola maradt meg. 1888-ban elkészült a kórház első építési terveze. 1895-ben kibővítik a vendéglőt, és ezerszemélyes munkáséterem létesül. Új leányiskola épült a mai Kabar utca – Mester utca délnyugati sarkán, a régi leányiskola épületét pedig egy kettős tiszt lakóházzá alakították át. 1896-ban a mai Gózon Lajos utcában a Mester utcával szemközt gőz- és kádfürdő is épült.

1897-ben hat nős és három nőtlen tisztviselő részére, egy emeletes lakóház (ez volt az idősebb munkások körében ma is Angyalvárként ismert zeneiskola épülete), valamint két munkáslaktanya létesült. 1898-ban a vendéglőt bővítették és a kertjében nyári ebédlő, továbbá új mézszárszék is épült, 1899-ben épült a kórház, a gyógyszertár, a posta és távirda a szolgálati lakásokkal.

1898 végén a diósgyőrvasgyári lakótelepen már 219 munkáslakóház adott otthont 498 munkáscsaládnak, 28 munkáslakóház épült 56 munkavezetőnek és családjának, 28 munkáslakóház pedig 44 hivatalnok-családnak adott otthont, és további két munkáslakóház pedig nőtlen munkások részére épült. Az alkalmazásban álló munkásoknak azonban még ekkor is csak a fele lakik a felépült házakban, a másik része még mindig a szomszéd falvakból jár be, nap mint nap.

1899-ben a vízvezetési hálózat, továbbá az elektromos világítási berendezés és a telefonhálózat tetemesen meghosszabbított s emellett a perczesi új aknatelep és a gyári telefonközpont között távbeszélő-összeköttetés létesült. Ugyanezen évben érzékeny hiányt pótoltak azáltal, hogy a súlyosabb betegek, kik állapotuknál fogva nem voltak házi ápolásban hagyhatók, valamint a nőtlen betegek részére, kiket eddig távoli idegen kórházakban kellett elhelyezni, a gyártelepen egy 36 betegnek helyt adó és a legújabb gyógyászati berendezésekkel teljesen felszerelt megfelelő emeletes kórház épült.

Hasonlóképpen az eddig egy lakházban elhelyezett gyógyszertár részére is ebben az évben egy, a modern



2. ábra. Diósgyőrvasgyár: Magyar Mérnök- és Építész Egylet Közlönye, 1889

követelményeket minden tekintetben kielégítő, külön épület, a gyógyszerész lakásával és gazdasági épülettel létesült. A gyártelepi posta- és táviráda hivatal részére, mely eddig egy munkáslakházban volt elhelyezve, szintén egy a célnak teljesen megfelelő, a postamester lakhelyiségeit is magában foglaló új épület létesült, különálló melléképülettel. A perczesi gyarmatban egy új mészárszék és egy jégpincze készült el [1].

A XIX. század végén a két, összesen 320 nőtlen munkás elhelyezésére szolgáló gyártelepi munkáslaktanyán és a két, egyenkint 40 nőtlen munkás részére való pálinkási munkásbarakkon kívül a gyári gyarmatban 219 munkáslakház épült 498 lakással. A perczesi gyarmatban 54 munkáslakház 152 lakással, Pálinkáson egy munkáslakház két lakással, Diósgyőr községben nyolc munkáslakház 52 lakással, Hámor községben három munkáslakház 11 lakással, Parasznyán egy munkáslakház hat lakással, Barossaknán három munkáslakház három lakással. Összesen tehát 289 munkáslakház 729 lakással állott rendelkezésre.

1900-ban a kórház részére egy halottas kamra létesült, 1901-ban a két munkáslaktanya egyikét fiúiskolává alakították, a régi fiúiskolába a lányiskolát helyezték. Még ebben az évben megfogalmazták az ún. száz ház építésének igényét: „A diósgyőri vasgyár terjeszkedik. A diósgyőri vasgyárban sok alkalmazott van, akik Miskolcra, vagy Diós-Győrben laknak.

Miután a naponkénti ide-oda utazás sok kellemetlenséggel jár, oda törekszenek, hogy a gyár közelében kapjanak lakást. E végből a Jó koma közelében mintegy 25 holdnyi területet megvásároltak s ide fognak építkezni. Összesen mintegy 102 földszintes ház épül, amihez már e tavaszon hozzá kezdenek.” – adta hírül a sajtó [4] (2. ábra).

„1902-ben a fogyasztási szövetkezet épületét bővítették és közelében új várócsarnok épült. 1903-ban a kórház részére melléképület létesült, a vendéglő részére egy gazdasági épület és egy vágóhid létesített. 1904-ben két kettős tiszt lakóház és két kettős altiszt lakóház épült. 1905-ben elkezdődött a római katolikus templom építése, Perczesen az alkalmazottak és munkások részére, egy jól berendezett gőzfürdő épült és ugyanitt az iskola, melynek helyiségei, a tanulók nagy számára való tekintettel, kicsinyeknek bizonyultak, egy emelet ráépítése által bővült. 1906-ban elkezdődött a Miskolc-Diósgyőr villamosvasút kiépítése. Tervezés alatt állt a járványkórház, aminek felépítését 1907-re tervezték négy hálóteremmel összesen 16 ágygal. Ekkor: Miskolc és Diósgyőr között villamosvasút közvetíti a forgalmat.

1909-ben a gyártelepi gyarmat utcái legnagyobb részének, továbbá az iskolának és a lakházaknak elektromos világításával a miskolczi villamosági



részvénytársaság megbízott, mely az ahhoz szükséges áramot miskolczi központjából szolgáltatja” [1].

A helyi sajtó 1913-ban szemléletesen mutatja be a lakótelepet: „Legnagyobb büszkesége Miskolcznak és Borsodmegyének a diósgyőri vas- és aczélgyár, mely az egyedüli része Magyarországnak, hol igazi amerikai gyorsasággal, úgyszólván a szemünk láttára nő és fejlődik minden hatalmassá. Utcái száz évvel előzték meg rendezettség és tisztaság tekintetében Miskolcz utcáit, úgy, hogy minden miskolczi ember irigységgel vegyes reményekkel gondol arra: mikor lesznek Miskolcz utcái ilyen rendezettek. Amikor a Vasgyártelep rendezett utcáin elhalad az ember, önkéntelen is az a megelégedettség hatja át lelkét, hogy a gyár tüzes kohói mellett, idegölő és testet sorvasztó műhelyekben dolgozó munkászereknek olyan valamiben van részük, amiért nemcsak a kisvárosi, de még a nagyvárosi ember is méltán megirigyli őket: van rendesen épített, egészséges lakásuk, kis kertjük, ahol munka után igazán édes a pihenés.”



3. ábra. A Diósgyőri M. Kir. Vas- és Aczélgyár gyarmatának helyrajza (1910)

A Diósgyőrvasgyári kolónia is követi az eklektika városépítészeti szerkesztési szabályait. Jellemző a derékszögű utcarendszer és a kertvárosi jellegű lakóház beépítés. Kialakítását a terület feltárhatósága, a Szinva, a gyári technológiai adottságok (az üzemi épületek helye és a perecsesi kisvasút nyomvonala) valamint az Ördög- és Tatárárok vízének elvezetésére és kiváltására szolgáló új árok nyomvonala befolyásolták. Az országút (ma Vasgyári út) a feltárás mellett határvonalat is jelent: a kolónia keleti határát. Ettől keletre és délre található ma is a törzsgyár, nyugatra pedig a kolónia (3. ábra). Kezdeti időkből a Szinva alkotta a kolónia északi természetes határát, a nyugati határt az Ördögárok átmetszése, valamint a Tatár-árok vizét levezető árok adta, csak a századforduló után terjeszkedett ki a lakótelep egészen az országútig. A csapadékcsatorna 1924. évi kiépítése után az Ágyúgyár (a későbbi DIGÉP) megépítésével összhangban a lakóterület a DIGÉP-ig épült ki. A terület rendezése nem egységes, együttemű koncepció alapján készült.

A gyár építésével kapcsolatos bizonytalanságok, a gazdasági helyzet nagyban befolyásolta a koncepciót, a kolónia építési ütemét is.

### A diósgyőri gyár 1910-ben

- „1. a gyártelepi gyarmatban [1] 436 lakházzal és körülbelül 5700 lakóval bir. A diósgyőri gyártelep jó karban tartott házaival és utczaival és szépen művelt kertjeivel és távolról látható nagy rom. kath. templomával párhuz. mintatelep;
2. a perecsesi gyarmat 137 lakházból áll s lakóinak száma 2250;
3. Diósgyőr községben 12 lakházzal, illetve 59 lakással bir, a lakók száma 255;
4. Alsó-Hámor községben 3 lakházzal, illetve 12 lakással bir, a lakók száma 44;
5. a nagybáttonyi telepen 12 lakházzal, illetve 44 lakással bir, a lakók száma 180;
6. az ormospusztai telepen 13 lakházzal, illetve 73 lakással bir, a lakók száma eddig 74;

Miután úgy a gyártelepi, mint a perecsesi kutak rossz ivóvizet szolgáltatnak, e bajon segítő, a Bükkhegységben 10 kilométer távolságban és a gyár fölött 180 méter magasságban fekvő víz-dús Felsőforrásnak a gyártelepre, a körülbelül 5 kilométer távolságban fekvő



vő Gallya-forrásnak pedig a perezcesi gyarmatba való bevezetése van tervbe véve.

A gyarmatok lakószámának folytonos emelkedése a meglévő, különösen pedig a gyártelepi iskolák bővítését fogja szükségessé tenni.”

A gyár eddig a következő iskolákkal rendelkezik:

1. a gyártelepen egy hat osztályú különválasztott fiú- és leányiskolával, egy tanoncziskolával és egy kisdédóvóintézettel összesen körülbelül 1600 tanulóval, melyek egy iskolagondnok és 26 tanerő vezetése alatt állanak;
2. Peczesen egy 6 osztályú vegyes iskolával és körülbelül 360 tanulóval, mely 6 tanerő vezetése alatt áll;
3. Nagybátonyban egy egyesített vegyes iskola 40 tanulóval, mely egy tanerő vezetése alatt áll;

A minden tekintetben legújabb rendszer szerint, de csak 36 beteg elhelyezésére berendezett gyártelepi kórháznak a legközelebbi időben való kibővítése is kilátásba van véve.

A gyártelepi kórházon kívül Peczesen egy 5 ágyval ellátott szükségkórház áll rendelkezésre.

A diósgyőri gyár jóléti intézményei között a fürdők is említendők meg és pedig a gyártelepi – legújabb rendszer szerint berendezett – gőz- és kádfürdő,

mely meleg és hideg tükörfürdővel, gőzkamrával, zuhanyhelyiséggel, négy munkás márványkáddal, négy tisztí márványkáddal, továbbá hidegvízgyógymóddhoz való két fürdőkamrával, valamint iszapfürdőkhoz való két fürdőkamrával alkalmazottak és egy két káddal és 10 nyugágyval berendezett fürdőhelyiséggel munkások részére, végül egy különféle készülékekkel bíró villanyfényfürdővel van ellátva. A gyártelepen ezenkívül férfiak és nők részére egy-egy elkülönített nyári fürdő áll rendelkezésre. A peczési gyarmat egy jól berendezett s tükörfürdővel és 4 fürdőkamarával ellátott fürdővel rendelkezik.

A diósgyőri gyárnak fontos tényezője a társpszéntár, mely bérkeresetük 6%-át fizető 2000 állandó és bérkeresetük 3%-át fizető közel 6000 ideiglenes taggal bír. Az összes társpszéntári tagok és családtagjaik ingyenes orvosi kezelésben és gyógyszerellátásban részesülnek, ezenkívül a tüdőbeteg tagok ápolás és orvosi gyógykezelés céljából a társpszéntár költségén az állami vasgyárak algyógyi szanatóriumába vétetnek fel. A társpszéntár állandó tagjai nyugellátást, elhalálozásuk esetén özvegyeik nyugbért és az árvák nevelési pótlékot kapnak. A társpszéntár jelenlegi vagyona több mint 5 000 000 korona.

A diósgyőri gyár összes alkalmazottainak és munkásainak gyógykezelését a gyártelepen 6, Peczesen 1, Miskolczon 2, Diósgyőrben, Nagybátonyban és Ormospusztán 1-1 orvos látja el.



4. ábra. Kórház. Tíz orvos állt a betegek rendelkezésére

Nagy jótétemény a diósgyőri gyár alkalmazottainak és munkásainak a megfelelő élelmi cikkek, ruhák stb. olcsó beszerzése céljából létesített. «Alkalmazottak és munkások fogyasztási szövetkezete», melynek részvénytőkéje ez idő szerint 740,000 korona, évi forgalma 3.000,000 K s részvényei 6%-ot kamatoznak. Ezen szövetkezetnek Perczesen, Nagybátonyban és Ormospusztán fiók-árudái vannak; a gyártelepen egy nagy árucarnokkal rendelkezik, melynek pinczehelyiségeiben egy szikvíz- és jéggyár van elhelyezve, ezenkívül egy tejszarnokkal, egy pékműhelylyel, egy mézszárszékkal és egy vendéglővel bir. A szövetkezet jelenlegi nagy árucarnoka közelében a gyár jelenleg még egy árucarnokot épített, melyben hideg és meleg tej, valamint vegyes áruk és ezenkívül II-od rendű olcsó hús lesz kimérve.

Perczesen a szövetkezet egy árucarnokkal, egy szikvízgyárral, egy pékműhelylyel, egy vendéglővel, egy vágóhíddal és egy mézszárszékkal rendelkezik. Nagybátonyban és Ormospusztán a szövetkezet szintén egy-egy árucarnokkal bir. A szövetkezet forgalmának rendkívüli emelkedése következtében a helybeli nagy árucarnoknak egy emelet ráépítésével való bővítése még ez évben okvetlenül szükséges.

Az év hideg szakában a gyár munkásainak a gyárterén belül forró teát rummal és czukorral olcsó árban (1/4 liter 4 fillér) szolgáltat ki.

A gyár ezenkívül egy alkalmazottakból és munkásokból álló, teljesen felszerelt tűzoltósággal rendelkezik; a tűzország állománya a gyártelepen 110, a perczesi gyarmatban és Barossaknán 70 ember.

Az egyenruhával ellátott gyári zenekar 24 zenészből és egy karmesterből áll. A zenészek valamenynyien alkalmazottai, illetve munkásai a gyárnak. A hangszerek, hangjegyek és egyenruhák beszerzése és fenntartása, valamint a zenészek zene közreműködésének díjazása az alkalmazottak és munkások terhére lesz elszámolva, – kiktől is e célra fizetésük, illetve bérkeresetük 1/4 százaléka vonatik le.

Az alkalmazottak és munkások szórakoztatására és segélyezésére több egylet és pedig: az alkalmazottak olvasóköre, az alkalmazottak dal- és műkedvelő egylete, a gyári munkások dal- és önképzőköre, a perczesi alkalmazottak és munkások dalköre, a tenisz-klub és a gyári alkalmazottak kerékpáregylete áll fenn. A vendéglő nagytermében az alkalmazottak, a munkáséteremben pedig a munkások részére egy-egy színpad áll rendelkezésre.

Miután a jelenlegi gyári vendéglő helyiségei az alkalmazottak és munkások számának rendkívüli növekedése következtében minden tekintetben elégtelennek bizonyultak, azok megfelelő bővítése már hosszabb ideig szintén nem lesz elodázható. A fent felsorolt egyleteken kívül elsősorban az alkalmazottak és munkások segélyezése s másodsorban azok szórakoztatása céljából

a gyártelepen még a következők léteznek. «Művezetők egylete» mint a művezetők országos szövetségének fiókja, a »Rokkant munkások segélyegylete« mint a »Magyarországi munkások rokkant- és nyugdíjgyeletének fiókja« és végül a »Kétfilés asztaltársaság« című munkásegylet, mely tagjainak, illetve elhalálozásuk esetén azok hozzátartozóinak segélyt nyújt.

A vasgyár, Miskolcz város és Diósgyőr község között az 1906-7. évben épített Miskolc-diósgyőri helyi érdekű villamos vasút közvetíti a forgalmat. A m. kir. pénzügyminisztérium a Miskolczon és Diósgyőrött lakó gyári munkások érdekében az ezen vasút építéséhez szükségelt tőkéhez (ennek majdnem felével) való hozzájárulása által annak megvalósítását nagyban előmozdította s egyidejűleg a szükséges befolyást biztosította arra nézve, hogy a gyári munkásoknak ezen közlekedési eszköz olcsó áron leendő igénybevétele s így a gyárba és innét vissza való fásztzó gyaloglás elkerülése lehetővé tétessék.

A diósgyőri m. kir. vas- és aczélgyár a perczesi bányateleppel együtt Diósgyőr nagyközséghez tartozik. E kapcsolat nem bizonyult áldásosnak, mert a gyár amellet, hogy a saját nyilvános épületei építésének és fentartásának költségeit sajátjából fedezi, továbbá iskoláit, fürdőit, a kórházat és a világitást, valamint a vagyonsbiztonsági szolgálatot stb. sajátjából tartja fenn, mégis a községi terhekben teljes mértékben osztozik. Minthogy továbbá Diósgyőr község túlnyomólag földművelő lakosságának érdekei a vas- és aczélgyár alkalmazott és munkás-lakó elemének érdekeivel igen gyakran összeütközésbe kerülnek. S végül azon körülményre való tekintettel, hogy a gyártelepen lakó s körülbelül 6000 lélekszámot kitevő munkásosztály ügyeinek elintézését és érdekeinek megvédését a gyárnak Diósgyőr községtől való távol-sága igen megnehezíti s minden egyes alkalommal az elvesztett munkaidő folytán elesett bérkereset miatt igen megdrágítja, régi óhaja a diósgyőri gyárnak s az ezzel határos telepek lakóinak a Diósgyőr községtől való különválást és egy külön községgé való alakulást megvalósítani.

Az ehhez szükséges intézkedés a minisztériumban és a vármegyénél megtétettek s remélhető, hogy a különválás még ez évben keresztül is vitetik és a vasgyár a mellette fekvő Újdiósgyőr, Poczogó, Nyirjes és Szarka-hegy telepekkel, valamint a perczesi bányateleppel közösen, az előre haladó fejlődésben többé nem akadályozott« Diósgyőrvasgyár« községet fogja alkotni.” [1]

#### *1914–1944: A két világháború közötti időszak építkezései*

1914–1915-ben ismét bővítették a vendéglőt. 1936–1937-ben a gyár a tüdőbeteg dolgozók családjai részé-

re öt kétlakásos iker lakóépületet épített a kórháztól délre.

1942-ben épültek a sportpálya helyén a Sétány utcai, a Szinva és a villamos vasút által határolt területen a tisztviselő lakások, négy épületben, összesen 28 lakás.

### Közüemek

A színes helyzetrajz szemléletesen ábrázolja a kiépült kolóniát. A térkép érdekessége, hogy nemcsak az utcarendszert, a villamos vasutat és a megvalósult épületeket ábrázolja, hanem az infrastruktúrahálózatot is a vízellátó hálózatot, amely külön vezetéken biztosítja az ivóvizet és külön vezetéken a mosáshoz, locsoláshoz szükséges nem tisztított Szinva-vizet, valamint az első ütemben megépült kutakat, a betoncsatornát, az elektromos hálózatot (jelezve az utcai lámpák helyét) és a beton szemétködröket. Kijelöli a zöldterületeket, a sportpályát, a tenispályát, a vadoncstelepet, a faiskolát. Külön színárnyalattal jelöli a lakóépületeket és az intézményeket. Számozással jelzi az egyes fontosabb létesítményeket. Így a munkásbarakkokat a temető mellett, a római katolikus plébániát a Templom utca és a Baross Gábor utca sarkán, a kenyérsütő kemencéket, a kórházat, a két halottaskamrát és a fertőtlenítőkocsi fészert, a munkáslaktanyát, a fiúiskolát, a leányiskolát és az óvodát, az őrházakat, a gőz- és kádfürdőt, nyári fürdőt a Fürdő utcában. Későbbi rárajzolás lehet a strandfürdő. Feltünteteti a tűzoltóságot, a Fogyasztási Szövetkezet épületeit, az árucsarnokot, tejsarnokot, ruhatárat és az ételmezési árudát, a posta- és távírdahivatalt, a gyógyszerteret, a vendéglőt, a munkáséttermet, a mézár-széket, a pékműhelyt, a vágóhidat, a csendőrlaktanyát a Lónyai u. 21. szám alatt. Mind a három templomot ábrázolja, holott ebben az időben még csak a római katolikus templom áll. A református és evangélikus templom ábrázolása későbbi rárajzolás lehet.

### Jóléti intézmények [5]

#### *Társpénztár*

Már 1779-ben megalakult a bányász-kohász közösségekben nagy hagyománnyal bíró társzláda, a hámosi Társzláda (Bruderlade) az államkincstár által nyújtott támogatás kiegészítésére. 1868-ban új néven, Ez „Diósgyőri Bányatárspénztár”-ként működött tovább. A bevétele a tagok járulékaiból és a gyár hozzájárulásából állt. Tagja volt a gyár és hozzá tartozó telepeinek minden 45 éven aluli és 15 éven felüli munkása. Önkormányzati szervei a közgyűlés, a választmány és az igazgatóság voltak.

Feladatai a betegsegélyezés, baleseti sérültek ellátása, rokkantbiztosítás, a tagok és családtagjaik ingyenes gyógykezelése, a Vasgyár kinevezett orvosai és

megbízott orvosspecialistái által. Minden egyes telepen működtek orvosi rendelők, a miskolci rendelőben belgyógyászat, sebészet, szem-, orr-, gége-, fül-, bőr-, veneriás és nőgyógyászati szakorvosok, fogorvosok és bakteriológusok fogadták a betegeket.

#### *A kórház*

Fekvőbetegek részére 33 ágyas teljes modern műtőteremmel, röntgenszobával és vegyi laboratóriummal felszerelt kórház épült, 30 fős járványkórházzal és tüdőbeteg-gondozó intézettel kiegészülve. A budapesti németvölgyi állami tüdőbeteg-gyógyintézetben külön fenntartottak nyolc ágyat. A kórház orvosállománya tíz orvosból, négy szakorvosból és két segédorvosból állt.

#### *Élelmezési üzemek*

Folyamatosan emelkedett az ellátandók száma, az 1868-ban létesült telepen 1882-ben már ezerkétszázán voltak. Az első világháború után a hatalmas visszaesést követő talpra állás eredményeként, 1928-ra már tizenötezer emberről kellett gondoskodni.

A vasgyári és bányatelepi pékműhelyek a fogyasztási szövetkezet üzleteiben, illetve kenyereskocsiról szolgálták ki pékáruval a lakókat. Hússal a mézár-szék különböző egységei szolgálták: vágómarha-feljavító, sertéshizlaló, vágóhid, hentesműhely és három hűtőkamra. A szegények részére lóhúsüzem: hizlaló, vágóhid, hentesáru-feldolgozó üzem, hűtő, húsmérő-üzlet. Létezett baromfitelep, tojásellátásra, vasgyári kertészet és bolgárkertészet. A szórakozást is megoldották kulturált körülmények között: vasgyári vendéglő árnyas kerthelyiséggel és zenepavilonnal.

#### *Diósgyőri m. kir. Állami Vas- és Acélgyár és Kőszénbánya Alkalmazottai Fogyasztási Szövetkezet*

Az alapítás 1884-es évében már négyszáztizennyolc tagja volt, ami 1928-ra 7200-ra növekedett. Célja az alkalmazottaknak, munkásoknak, nyugdíjasoknak és nyugbéréseknek méltányos árú ételkészítés és ruházati kellékek biztosítása volt. Az árak mérséklésére az árukat közvetlenül a termelőktől és gyárhozól szereztek be. Főáruda és különálló papír- és iskolászerület az Ógyár téren volt (Konzum), továbbá működtek kávé- és tejsarnokot és szódavízüzemet. Voltak fióküzletek a bányatelepeken és Diósgyőr községben.

#### *A Közhasznú Kiskert Egyesület*

A zöldség- és gyümölcsellátás biztosítására nemcsak a házakhoz tartozó kiskertekben biztosítottak lehetőséget, hanem 1916-ban a vasgyár közvetlen szomszéd-





5. ábra. A Fogyasztási Szövetkezet és a tejszarnok

ságában földterületet béreltek a helyi földbirtokosoktól, amelyeket 300–500 m<sup>2</sup>-es parcellákban, mérséklet áron adták bérbe konyhakerti és kapásnövények termesztésére. 1921-ben már kétezerkétszáz gyári alkalmazott bérelt „kiskert”-et, ezek egy részén családi házakat építettek az alkalmazottak és munkások. A gyár erdőrészt is bérelt, amelyet kirándulóhelynek rendeztek be „Herrmann Miksa-telep” néven.

### Templomok

A hitélet gyakorlásáról is gondoskodott a gyár: az első (római katolikus) templom (1500 hívő részére) 1908-

ban épült, protestánsok részére 1909-ben imaterem létesült a leányiskola emeleti dísztermében. 1912-ben a önálló római katolikus plébánia, majd 1928-ban nyolcszázötven fő részére felépült a református templom. Végül 1938-ben felszentelték harmadikként az evangélikus templomot is.

### Iskolák

Az első elemi iskola a vasgyári lakótelepen már 1868-ban megalakult, Perecesen pedig 1884-ben. Kisdédővő a vasgyári lakótelepen 1886-tól működött. 1896-ban a gyárigazgatóság átvette az iskolák kezelését, a



6. ábra. Iskolai tanterem

tanárok a gyár tisztviselői lettek. Oktatási célra emeletes épületek készültek. A tantestületi létszám 1928-ban: a vasgyári telepen: három óvónő, 22 tanító és tanítónő, öt hitoktató; Perecesen: tíz tanerő, két hitoktató; Ormospusztán: három tanerő; Múcsonyban: két tanerő. Utánpótlás képzésére működött Ipari előkészítőiskola (elemi iskola VII–VIII. osztálya) és Szakírányú iparostanonciskola.

Fontosnak tartották az ifjúság iskolán kívüli nevelését is: zenetanfolyam, Nagy Lajos király cserkészcsapat (120 tag), Levente Egyesület is működött.

### *Sportegyesületek*

A gyár vezetése fontosnak tartotta a foglalkoztatottak testi egészségét is, ezért támogatták a megalakult sportegyesületeket:

- ❑ Diósgyőrvasgyári Atlétikai Club (DAC): Vasgyári tisztviselők 1913-ban alakult sportegyesülete. Szakosztályok: labdarúgás, atlétika, úszás, tenisz, vívás. DVTK-val közös sportpálya. Teniszterén hat pálya, amelyet télen jégpályává alakítanak. 50×25 m-es uszoda.
- ❑ Diósgyőrvasgyári Torna-Klub (DVTK): Vasgyári munkásság 1910-ben alakult sportegyesülete. Szakosztályok: labdarúgás, birkózás, atlétika, korcsolya, rúdli. Északmagyarországi Labdarúgó Kerület bajnoka évek óta. 1926/27 „Magyarország legjobb vidéki csapata”
- ❑ Perecesi Torna-Klub: 1922 – megalakulás 400 taggal.

### *Fürdő*

Különálló épületben helyezték el a vasgyári fürdőt, amely nem csak pótolta a telepi lakások fürdőszobáit, hanem egyéb szolgáltatásokat is nyújtott. Az épület a könnyű megközelítés végett a gyár kolónia felőli szélén működött. Épült egy nagy melegvízű és egy kisebb hidegvízű medence, három tiszti és öt munkáskád-fürdő, gőzfürdő, villamos fényfürdő, hideg- és iszapgyógyfürdő, nyári időszakban lakótelepen épült uszoda és strand. Ezek a szolgáltatások nem kis irigységet keltettek a kívülállóknak, hiszen a fürdés ebben az időszakban még ritka kiváltságnak számított,

### *Egyéb szervezetek*

- ❑ Stefánia-Szövetség Anyák és Csecsemők Védelmére
- ❑ A Magyar Asszonyok Nemzeti Szövetsége

- ❑ Vasgyári és bányatelepi zenekarok
- ❑ A Diósgyőri m. kir. Vas- és Acélgyári Alkalmazottak Olvasóköre
- ❑ A Diósgyőri m. kir. Vas- és Acélgyári Tisztviselők Dal- és Műkedvelő-Egylete
- ❑ Diósgyőrvasgyári „Turán” Egyesület
- ❑ A Diósgyőri m. kir. Vas- és Acélgyári „Jószerencse” Dal- és Önképzőkör
- ❑ A Perecesi „Bányamécs” Dal- és Műkedvelő Egyesület
- ❑ Vasgyári Tisztviselők Temetkezési Egylete
- ❑ Diósgyőri és Vidéke „Vöröskereszt” Fiókegylet
- ❑ A Diósgyőri m. kir. Vas- és Acélgyári „Kétfilletes Asztaltársaság
- ❑ A „HADRÖA” Diósgyőrvasgyári fiókja
- ❑ A Magyarországi Művezetők Szövetségének XI. kerülete
- ❑ A Diósgyőri m. kir. Vas- és Acélgyári Tűzoltó Testület Temetkezési és Önszegélyező Egylete

### **Önállósodási törekvések**

A kolónia 1868-ban Diósgyőr közigazgatási területén annak egyéb lakóterületeként alakult ki. A kolónia igazgatását a gyárhoz tartozó egyéb településrészekkel, a Pocogóval, Perecessel együtt a helyettes bíró irányította. Már 1874-ben, hat évvel a kolónia kialakulása után, mozgalom indult az önálló községgé alakulás érdekében. Borsod vármegye közgyűlése 1874. február 13-i ülésén foglalkozott először több Diósgyőr-Újvasgyári lakos kérvényével, „melyben községi eljáróság »megválaszthatása« illetőleg rendszeres községgé »alakulhatás« végett folyamodnak”. Az első önállósodási kísérlet 1874-ben nem járt sikerrel, de a mozgalom tovább erősödött, és mind a lakosság, mind a vasgyár részéről előkészítő lépésekben, intézkedésekben nyilvánult meg. Még több ízben történtek kísérletek – amelyeket a gyár vezetése is támogatott – amelyek azonban elbuktak, végül Diósgyőr Nagy-Miskolchoz csatolása végleg eldöntötte a kérdést.

### **IRODALOM**

- [1] A Diósgyőri Magy. Kir. Vas- és Acélgyár története 1765–1910. Miskolc, 1910.
- [2] Kiszely Gyula: A Diósgyőri Magyar Állami Vas- és Acélgyártás története 1867–1945. (Tanulmányok Diósgyőr történetéhez 1.) Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Levéltár kiadványa, Miskolc, 1997.
- [3] Olajos Csaba: A Diósgyőr-vasgyári kolónia. (Tanulmányok Diósgyőr történetéhez 4.) Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Levéltár kiadványa, Miskolc, 1998.
- [4] Magyar Mémök- és Építész-Egylet Közlönye. XXIII. évfolyam, 1889., Budapest
- [5] A Diósgyőri M. Kir. Vas- és Acélgyár Munkásjóléti és Kulturális Intézményei. Budapest, 1928



# Lectori salutem – avagy a BKL megújítási törekvései Péché Antal szellemisége nyomán

## Lectori salutem – or the renewal efforts of BKL following the spirit of Antal Péché

HAJNAL JÓZSEF

újságíró, a BKL felelős szerkesztője  
OMBKE, 1107 Budapest Hízlaló tér 1.  
E-mail: hirlevel@ombke.hu



*Furcsa esztendőzt zárunk ezzel a decemberrel azáltal, hogy 2023-ban egyesült újra a Bányászati és Kohászati Lapok 156. évfolyamában a három szakmai ágazat. Immáron mintegy történelmi momentumként elmondhatjuk: ebben az évben ismét egy közös sajtóorgánumban jelentették meg publikációikat a bányászat, a kohászat, a gáz- és olajbányászat kutatásának hazai tudósai. Éppen ezért – érdemes immár az esztendő tapasztalatainak tükrében – arról beszélni, hogyan kíván megújulni e rangos hagyománnyal rendelkező médium.*

**Kulcsszavak:** OMBKE, BKL, megújítás, Péché Antal

*If we think about the future of BKL (journal Bányászati és Kohászati Lapok), our situation is easy, since we only have to open the first issue of the first year of Mining and Metallurgical Papers and read Antal Péché's welcome letter. The writing was dated 156 years ago, which also means that the medium we call BKL for short, is now in its 156th year. Few Hungarian newspapers can take pride in this, and even fewer of them contribute as a fundamental document to the cohesion of a professional community, that is the professional community of miners and metallurgists. The intellectual, but also, one might say, professional and emotional capital which our ancestors accumulated over centuries, and which facilitated to experience the feeling of being down and up – as there were both dark and bright days for all three professional sectors –, it is our duty to preserve the accumulated value, bring it to life in our own way and pass it on.*

*When the presidency of the OMBKE (Hungarian National Mining and Metallurgical Association) decided to reunite the media presenting the work of the scientific actors of the three professions – mining – metallurgy – gas and oil mining – in the BKL, containing the scientific publications of the three professions, it returned to the world nominated by Antal Péché.*

*It is the duty of BKL to give space to research communities, to showcase their performance, and strengthen the recognition of the respective scientific workshop with its special tools, even on an international level. And here the focus is on the word workshop.*

*The management of OMBKE has set the goal of obtaining the possibility of communicating and assigning the so-called DOI number from the competent bodies and authorities. The main goal of the editor-in-chief of BKL and the members of the editorial board is to rejuvenate the group of authors. This is the intention when the editors invite young researchers to approach each topic and to present the partial results achieved there. Moreover, students without an academic degree yet but who proved their talent coming to the first and second place, together with their supervisor, of course in the national Science Student Circle contests are presented in BKL, so that we can see and read about the background of their success and learn about their achievements. Following in the footsteps of Antal Péché, the journal does not aim at serving a narrow readership. On the contrary, it wants to keep up with the latest results of science. BKL relies heavily on the actors working in scientific institutions in the mining and metallurgical professions, the high-quality actors of corporates, one might say, the industrial segment, but also on the representatives of related sciences.*

**Keywords:** OMBKE, BKL, renewal efforts, Antal Péché



Ha a *Bányászati és Kohászati Lapok* (BKL) jövőjéről gondolkodunk, persze könnyű a helyzetünk, hiszen csak fel kell ütni a BKL első évfolyamának első számát, s beleolvasni Péch Antal köszöntő levelébe.

Az írás 156 évvel ezelőtt kelteződött, ami egyben azt is jelenti, hogy a médium, amelyet mi röviden csak BKL-nek nevezünk, most jár a 156. évfolyamában. Kevés hazai lap mondhatja el ezt magáról, és közöttük is még kevesebb az, amelyik egy szakmai közösség – a bányászok és a kohászok szakmai közösségének – összetartozásához alapvető dokumentumként járul hozzá. Köszönhető ez annak a szellemiségnek, amelyet az említett, Péch által írott vezércikk fejez ki. Azt írja:

„Midőn a »bányászati és kohászati lapok« első évfolyamát megkezdve először van szerencsém tisztelt olvasóinkat e téren üdvözölhetni, sajtóságos érzés fogja el keblemet, vegyülete az örömmek és az aggodalomnak. Öröm afelett, hogy sikerült végre e lapot létre hozni, mely a köztünk lévő szellemi kapcsolatot szorosabbra fűzni és megerősíteni hivatva leend, de egyzersmind aggodalom lapunk jövőjére nézve.

Ha lapunk múltjára lehetne hivatkoznom, ha fel-  
említhetném mennyire törekedtünk, s emlékeztethetném a tisztelt olvasóinkat azon eredményekre, melyeket már kivívtunk, ha megjelölhetnénk itt egy fénypontot, melynek első szikrája lapunk hasábjain keletkezett, ha utalhatnék egy üdvös eszmére, melynek terjesztése lapunk által sikerült – akkor sokkal biztosabban és bátrabban köszönhetném olvasóinkat ez évi pályánk kezdetén!”

Mi ez, ha nem sorvezető egy XXI. századi cikkíró számára? Hiszen nem egy fénypont, de akár egy egész sugárnyaláb is rendelkezésünkre áll a viszonyításhoz, hogy a lap teljesítette legfontosabb küldetését: szolgálta erőteljes megjelenésével a bányász és kohász társadalmat, mindig, mindenkor, a legzordabb gazdasági és társadalmi körülmények között, és nem csupán a szakmai közösség szellemiségét tartotta fenn, tartotta szem előtt, hanem hasznos tudásanyagával, érzelmi kvalitásaival képes volt hozzászólni a szakmák ügyeihez, szakmai ügyekhez. Képes volt együttműködési előrelépéshez szükséges mondanivalóval akár jelezni is a világ bányászatra és kohászatra nézve bekövetkező változásait.

Ekképpen meg is fogalmazódott az az alapvető törekvése a BKL szerkesztőjének és szerkesztőbizottságának, hogy ezt a szellemiséget mint irányítót kövesse és képletesen szólva: fényének melegét őrizze.

Péch Antal azt mondja: midőn az első lépést tesszük e pálya kezdetén, tisztelt olvasóink jóakarátára csak akkor számíthatunk, ha őszinte bizalommal viseltetnek reményteljes vállalatunk jövője iránt.

S nincs ez másképpen ma sem. Azt a szellemi, de mondhatnánk úgy is, szakmai és érzelmi tőkét, ame-

lyet eleink évszázadokon keresztül felhalmoztak, s ami elősegítette azt, hogy a lenn és fenn érzést megtagasztalva – hiszen voltak egyaránt sötét és fényes napjai mindhárom szakmai ágazatnak – ezt a felhalmozott értéket kötelességünk megőrizni, a magunk módján éltetni és továbbadni.

Mindezek általános érvényű kötelezvények, ám mielőtt a részletekről beszélünk, még egy bekezdés Péch Antaltól, amely olyan, mintha tegnap vetette volna azokat papírra.

„A lapok célja: a bányászat és ezek segéd tudományai körében fekvő eszmék megvitatása – a hazai érdekes jelenségek tapasztalatok kísérletek ismertetése, egyes vidékeink földtani leírása, bányászati és kohászati üzletünk jellemzésének, s az ezeknél alkalmazott gépek és épületek rajzainak közlése, továbbá nevezetesebb külföldi bányák, kohók találmányok, tapasztalások, s minden érdeklélő jelenségek ismertetése és ezeken kívül bányaterményeink kelandóságának mozzanatai, és szakunkat érdeklő irodalmi termékek jelzése – mindezeket tekintetbe véve úgy hiszem, hogy tisztelt olvasóinkkal egyet értve bátran elmondhatom miszerint lapunk célja üdvös és ha feladatát teljesíteni vállalatunk hasznos is leend.”

Amikor az OMBKE elnöksége úgy döntött, hogy a három szakma tudományos publikációit tartalmazó BKL-ben egyesíti a bányászat – a kohászat – a gáz és olajbányászat tudományos szereplőinek munkáját bemutató médiumokat, akkor visszatért a Péch Antal jelölte világhoz, már csak azért is, mert abban minden napvilágot látott, minden magyar nyelvű publikáció ezt a szándékot erősíti. Márpedig erre kimondhatatlanul nagy szükség van.

Láthatjuk az elmúlt évtizedek munkaiból, hogy mind több a csapatban – manapság úgy fogalmazunk teamekben – készülő munka, ami a kutatói lét sajátosságához tartozik, hiszen egy-egy személyiség a vertikális ismeretek világában mélyül el, segítségül hívja a munka sikerességét biztosító egyéb kutatók ismereteit. Ki a műszerek, ki az elméleti tudás, más a gyakorlati tapasztalatok felől közelíti meg a témát, s már adott a közösség, amely eredményeket produkál. A BKL kötelessége, hogy teret adjon ezeknek a kutatói közösségeknek, felmutassa teljesítményüket, és sajátos eszközeivel, lehetőleg nemzetközi szinten is erősítse az illető tudományos műhely ismertségét. És itt a *műhely* szóra esik a hangsúly, s azok irányítóira. Így jutunk el a DOI-szám bevezetésének szükségességéhez.

Hiszen az impresszumban olvasható, hogy nem véletlenül támogatja a Magyar Tudományos Akadémia a lap megjelenését. Ennek feltétele, hogy egy dolgozat csak úgy kerülhet a lapba, hogy azt előzetesen szakértő lektorok minősítik és adják áldásukat a megjelenésre. Hasonlóképp látható, hogy minden cikk előtt a szerző vagy a szerzők hosszadalmas –

viszonylag hosszú, hiszen 1000–3000 karakterről van szó – angol nyelvű absztrakttal kötelesek közreadni publikációjukat, ellátva azokat kulcsszavak felsorolásával, az érdeklődő számára megkönnyítendő a további tallózást. Mindez szükséges, de nem elégséges. Ezért tűzte ki az OMBKE vezetése célul, hogy megszerzi az illetékes szervektől, hatóságoktól a DOI-szám alatti közlésnek, hozzárendelésnek a lehetőségét. A DOI (*Digital Object Identifier*) segítségével létrejön az online megjelenő közlemények egyértelmű azonosítása és nemzetközi elérésük hosszú távú biztosítása. Ennek érdekében a közleményekhez egy azonosítót rendelünk, mely egy központi adatbázisban kapcsolódik össze a webes elérhetőséggel, a közlemény URL-címével, ahol annak – teljes vagy részleges – szövege érhető el, együtt a vizuális bemutatását jelentő PDF formátumú fájlal. Mindez egyben biztosítja a mindenkori online elérést.

A fenti elhatározásból kitűnik az is, hogy a BKL felelős szerkesztőjének és szerkesztőbizottsága tagjainak alapvető célja a szerzői gárda fiatalítása. Szándékuk, hogy legyen ez az a hely, ahol bemutatathatják a tudományos közösség és a szakma iránt érdeklődő, megfelelő tudással rendelkező képviselői előtt kutatási területüket és teljesítményüket. Nem mellesleg, a BKL így kívánja népszerűsíteni teljesítményük alapján a doktori iskolákat, az adott témák vezetőit, a műhelyek kiválóbbnál kiválóbb szellemiségét.

Ezzel a szándékkal hív meg a szerkesztőség fiatal kutatókat egy-egy témakörben való részvételre, az ott elért részeredmények bemutatására. Sőt, tudományos fokozattal még nem rendelkező, ám szellemi erényeiket a Tudományos Diákköri pályázatokon országosan elért, első és második helyezéssel bizonyított hallgatókat is meghív munkájuk közlésére, természetesen témavezetőjükkel együtt, hogy megláthassuk, olvashassuk sikereik hátterét, tudhassunk elért eredményeikről a lap hasábjain. Vonatkozik ez a Miskolci Egyetemtől a Győri Széchenyi Egyetemen át a Dunaújvárosi Egyetemig, sőt a Szegedi vagy a Budapesti felsőoktatási intézmények diákjait is megkeressük lehetőségeinkkel. A szerkesztőbizottság javasolja az elnökségnek – hiszen kívánatos volna a legjobbak elismerése –, hogy évente oklevéllel jutalmazza a legkiválóbb fiatal szerző teljesítményét, illetve a legaktívabb szerző tevékenységét. Ezzel a szándékkal hív meg a szerkesztőség fiatal kutatókat egy-egy témakörben elért eredményeik bemutatására.

A BKL természetesen számít azokra az akadémikusokra, professzorokra, tudósokra is, akik már nevet szereztek a szakmában, hiszen az általuk rögzített út alapjai erősek, sok-sok éven át bebizonyosodott, hogy meghatározó szereplői, szűkebb és tágabb értelemben vett hazai és nemzetközi tudományos életünknek.

Megjelenésük a lapban kívánatos – az újság online változata hirdeti kimagasló teljesítményüket, miáltal nagyobb hírnévre tehetnek szert.

A lap éppen Péch Antal nyomdokain járva nem akar a tudomány elefántcsonttornyába visszavonulni, egy szűkebb olvasóréteget kiszolgálni. Éppen ellenkezőleg, lépést akar tartani a tudomány legfrissebb eredményeivel, akár a publikációkon keresztül, de úgy is, hogy megszólaltatja az adott kutatási ág főbb szereplőjét, szereplőit, a beszélgetésekben visszahozva azt a jelent, ami a legelső sorban, az úgynevezett fronton zajló eredményekről, metodikákról szól, meghatározva ebben a szituációban a hazai kutatók, vállalatok helyét.

S ha már a vállalatok szóba kerültek. Péch Antal kimondottan szükségszerűnek tartotta, hogy az ott dolgozó, kvalitásos szakemberek mondják el, írják le szakmai tapasztalataikat mások okulására, esetleg bizonyítására annak, hogy bizonyos cégeknél a tudományos életünk legjobbjai vállán nyugszik a termelés fejlesztése.

Többször említettük a hazai, helyi kifejezést. A hazai, helyi lét alapja a magyar nyelv. A magyar szakmai nyelv, amelynek megőrzése, fejlesztése, olykor változtatása vagy éppen a világ más országaiban kelteződött és átvett kifejezések magyarrá tétele érdekében is lépéseket kell tennünk.

Kiviláglik tehát a törekvésekből, hogy mily jelentős mértékben számít a BKL a bányász-kohász szakma a tudományos intézményekben foglalkozást űző kutatókra, a vállalati – mondhatnánk úgy is –, ipari szegmens kvalitásos szereplőire, de ugyanígy a társtudományok képviselőire is, hiszen egy-egy tudománytörténeti írás ugyanígy ide illik, mint egy bányamérési vagy öntészeti, mondjuk, a kerámiahéj viselkedését elemző publikáció.

Péch Antal írja: „Kimutatván, hogy lapunk célja üdvös, hasznos, hiányt pótol, s hogy saját erőnkkel létesíthető, merem reményleni, miszerint tisztelt olvasóink bizodalommal fognak viseltetni lapunk iránt s azt nem csak anyagilag, de szellemi tevékenységük gyümölcseinek közlése által is buzgón pártolni fogják, fogadják ezért előre őszinte hálánk nyilvánítását. ha lapunk a kezdet nehézségei szerencsésen legyőzheti és teljesen megoldhatja feladatát, ez minden esetben azon lelkes hazafiak érdeme leend, kik szellemi és anyagi adományaikkal pártolták. Adja Isten, hogy minden működéseiket áldás és szerencse kísérje!”

A lényegről csak ugyanezekkel a szavakkal beszélhetünk, kívánva sikeres, békés, boldog új esztendőt 2024-re minden szerzőnknek és olvasónknak!

Jó szerencsét!

## Szerzői életrajzok

**FÖLDESSY JÁNOS** professzor emeritus, az ELTE TTK geológus szakán szerezte oklevelét 1970-ben. Első munkahelyén mint nyersanyagkutató és bányageológus Recskén, az OÉÁ Rézérc Műveinél dolgozott. Itt a nagy mélységű ércelőfordulás kutatócsoportjának tagja, majd egyik vezetője volt. Itteni munkahelye 1991-ig folyamatos volt, de közben több hosszabb megszakítást jelentett két tartós külföldi tartózkodás, 1974–1975-ben Ausztráliában, 1984–1989-ben Kubában. 1991-től hazai aranyérckutató végző vegyesvállalat ügyvezetője lett, majd 1997-ig az ausztrál Rhodes Mining kutatócég magyar, szlovák és kubai területeken folyó kutatásait vezette. 1998–2000 között az angol Kazminco telkibányai aranyérckutatókat irányította. 2000-től a Miskolci Egyetemen oktat, először docens, majd egyetemi tanári beosztásban. 2017-től a Természeti Erőforrások Kutatása és Hasznosítása Szakkollégium elnöke. 2023-ban oktatói munkásságáért a Magyar Érdemrend tisztikeresztjével tüntették ki.

**HAJNAL JÓZSEF** kohómérnök 1974-ben szerzett diplomát a Nehézipari Műszaki Egyetemen. Több évtizeden át dolgozott a nyomtatott sajtóban, főszerkesztője volt a Szolnokon megjelenő *Új Néplap* című megyei lapnak, majd a Magyar Rádió miskolci szerkesztőségének stúdióvezetője lett. Tanított a Miskolci Egyetemen, több alkalommal publikált a BKL-ben, amelynek 2023-ban lett felelős szerkesztője.

**HARCSIK BÉLA** Miskolcon született 1974-ben, 1998-ban szerzett kohómérnöki oklevelet a Dunaújvárosi Főiskolai Karon, majd 2000-ben okleveles kohómérnöki végzettséget a Miskolci Egyetemen. Ezt követően acélöntőkben (Diósgyőrben, Kiszpesten, Jászberényben) dolgozott hat éven át, majd az Ózdi Acélművekben és a Csavar és Húzottárú Zrt.-nél Alsószolcán. 2007-ben tért vissza az Alma Materbe, ahol 2012 szerezte meg PhD-fokozatát, majd tíz év után mint adjunktus váltott pályát és a Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum Kohászati Gyűjteményének lett muzeológus intézményvezetője. Az OMBKE-nek 1996–2005 között, majd 2008-tól tagja, a BKL Kohászat rovatvezetője 2016-tól, Diósgyőri Helyi Szervezet titkára 2018-tól.

**MÁDAI FERENC** intézetigazgató, egyetemi docens a Miskolci Egyetem Nyersanyagkutató Földtudományi Intézetben. Oktatási feladatai kőzettan, geokémiai kutatómódszerek, nyersanyagkutatás és ásványvagyongazdálkodás tématerületekre terjednek ki. Részt vett több hazai és nemzetközi projektben, melyek a kritikus nyersanyagok potenciálfelmérésére (pl. REEBAUX), a hasznosítási feltételek javítására (pl. MINLEX, Robominers) irányultak. Több nemzetközi oktatási projekt résztvevője, a TIMREX nyersanyagkutatói nemzetközi képzési program koordinátora.

**MARÓTI JÁNOS ENDRE** 2015-ben szerzett fizikus diplomát az ELTE Természettudományi Karán, majd 2019-ben egészségügyi mérnöki diplomát a BME Villamosmérnöki Karán. 2019 óta az Anyagtudomány és Technológia Tanszék doktorandusza. Kutatási területe a mátrixanyagában erősített szintaktikus fémhabok előállítási lehetőségeinek és mechanikai tulajdonságainak vizsgálata.

**MOLNÁR ZITA** junior hálózatfejlesztési mérnök. Tanulmányait 2017 szeptemberében kezdte el alapszakra a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karán, melyet 2021-ben végzett el mint földtudományi mérnök. Ezt követően jelentkezett ugyancsak a Műszaki Földtudományi Karon az olaj- és gázmérnöki mesterképzésre, majd 2023-ban kiegészítő oklevelet szerzett. Szakdolgozata és diplomamunkája megírása során is a hidrogéntartalmú földgáz témakörével foglalkozott. Jelenleg az MVM Főgáz Földgázhálózati Kft. junior hálózatfejlesztési mérnökként dolgozik.

**NÉMETH CSABA** 1993-ban végzett a BME-n járműgépészként, hajóépítő ágazaton. Különböző minőségügyi mérnöki és vezetői beosztásban dolgozott, majd 2001–2008 között Olaszországban vállalatcsoport minőségbiztosítási vezető volt, ahol precíziós csapágykomponensekkel foglalkozott, majd 8 évet dolgozott hőkezelésben. Ebben az időben egyéves anyagmérnöki továbbképzésben is részt vett a Miskolci Egyetemen. 2021-től a Wuppermann gönyüi 500 ezer tonnás kapacitású, folyamatos tűzihorganyozó sor minőségügyi vezetőjeként dolgozik. 2022-ben lehetőséget kapott a Miskolci Egyetem Kerpely Antal Doktori Iskolájában a Fémteni, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézetben az intermetallikus réteg hatásának kutatására az acélok tűzihorganyozás alatti bevonatára vonatkozóan.

**ORBULOV IMRE NORBERT** 2009-ben szerzett PhD-fokozatot a BME Gépészmérnöki Karán, majd 2018-ban szerezte meg az MTA doktora címét. Jelenleg az Anyagtudomány és Technológia Tanszék egyetemi tanára és az MTA–BME Lendület Nagyteljesítményű Kompozit Fémhabok Kutatócsoport vezetője. Kutatási területe a fém-mátrixú kompozitok és fémhabok előállítása és tulajdonságaik vizsgálata.



## HÍRLEVÉL

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület (OMBKE) azzal a céllal indította el a *Hírlevélét*, hogy gyorsan és frissen reagáljon a tagságát érintő eseményekre. Adjon hírt, hétről hétre a bányász-kohász társadalom életét érintő történésekről. Prezentálja a jövő eseményeinek meghívóját, felhívja a figyelmet olyan műszaki, tudományos fejleményekre, esetekre, megoldásokra, amelyek feltehetően érdeklik a két szakma képviselőit. Számoljon be a tagsághoz közel álló cégek, vállalatok különleges, közérdeklődésre számot tartó fejlesztéseiről, az ott zajló, tagsággal összefüggő rendezvényekről.

A *Hírlevél* pontosan értesít az OMBKE szervezeti életéről. Tudósít a szakosztályok életéről, rendezvényeiről, kezdeményezéseiről. Hírt ad az Elnökség, illetve a Küldöttgyűlés munkájáról, a megválasztott bizottságok döntéseiről az Egyesületünk gazdálkodásáról, évenkénti céljairól, azok megvalósításának módjáról.

Fontos funkciója a *Hírlevélnek*, hogy népszerűsítse az OMBKE eseményeit. Egyrészt invitáljon azokra, másrészt beszámoljon a lezajlott konferenciákról, találkozókról, megemlékezésekről.

A *Hírlevél* további feladata, hogy éltesse az OMBKE hagyományait. Felhívja a figyelmet a nagy elődök életére, munkásságára, s helyt adjon azoknak a búcsúszavaknak, amelyek a tagságunk köréből, földi létükből eltávozottakról szólnak. Feladata, hogy beszámoljon az ifjú tagjaink kezdeményezéseiről, a selmeci diák-hagyományok éltetéséről, s vigye tovább azt az örökséget, amelyet Péch Antal és az Egyesület valamikori tagjai másfél évszázaddal ezelőtt ránk hagyományoztak.

### Mit nyújt Önnek hétről hétre a *Hírlevél*?

- Tájékoztat
- Emlékeztet
- Meghívót nyújt át
- Hagyományt őriz

\* \* \* \* \*

## NEWSLETTER

The Hungarian National Mining and Metallurgical Association (OMBKE) has launched its *Newsletter* with the aim of reacting quickly and freshly to events that affect its members. It informs week by week about the events affecting the life of the Mining and Metallurgical Society. It presents the invitation to future events, draws attention to technical and scientific developments, cases and solutions that are likely to be of interest to the representatives of the two professions. It reports on the special developments of companies close to the members and of public interest, as well as on the member-related events held there.

The *Newsletter* provides accurate information about the organizational life of OMBKE. It reports on the life, events and initiatives of the departments. It informs about the work of the Board of Directors and the Assembly of Delegates, about the decisions of the elected committees for the management of our association, about its annual goals and how to achieve them.

An important function of the *Newsletter* is to promote OMBKE events. On the one hand, to invite you to them, and on the other hand, to report on the conferences, meetings, and commemorations that have taken place.

Another task of the *Newsletter* is to keep the traditions of OMBKE alive. It draws attention to the lives and work of our great predecessors and honors the words of farewell spoken by those who have taken leave of our membership and their earthly existence. His task is to report on the initiatives of our young members, on the life of the student traditions in Selmec and on the continuation of the legacy that Antal Péch and former members of the Association left us a century and a half ago.

### What does the *Newsletter* offer you week by week?

- Informs
- Remembers
- Invites
- Keeps the tradition alive

# Útmutató a *Bányászati és Kohászati Lapok* szerzői számára

## – az együttműködés jegyében –

**A folyóirat célja.** A *Bányászati és Kohászati Lapok* az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület (OMBKE) hivatalos tudományos szakfolyóirata. Célja eredeti tudományos munkák, áttekintő szemlék, rövid közlemények, vitairatok megjelentetése a bányászat és kohászat területéről, magyar és/vagy angol nyelven.

A folyóirat egyben lehetőséget biztosít az Egyesület társadalmi és szakmai eseményeivel foglalkozó hírek közlésére, rendezvényeinek, konferenciáinak, valamint szakmai iránymutatásainak, ill. szakkönyvek ismertetésére. A folyóirat a társszakmák képviselőinek is biztosít publikálási lehetőséget. Alkalmat ad arra érdemes (PhD, MSc) disszertációk, továbbá (szakmai, akadémiai stb.) előadások közlésére.

A kéziratok elbírálásának és elfogadásának joga a Szerkesztőséget illeti meg. A dolgozatok elbírálása szakmai lektorálás után történik. A közlemények végső elfogadásának feltétele, hogy azok formailag megfeleljenek a jelen Útmutatóban foglalt ajánlásoknak.

**A kéziratok beküldése.** A közleményeket az OMBKE, 1107 Budapest Hízlaló tér 1. címen vagy *Hajnal József* felelős szerkesztő részére, e-mail: [hirfor2000@gmail.com](mailto:hirfor2000@gmail.com) keresztül lehet benyújtani.

A kézirat készüljön közismert szövegszerkesztő(v/kk)el (Word, (La)TeX stb.) vagy egyértelműen strukturált, egyszerű szövegfájlként, különleges formátumok mellőzésével. A kéziratból készült PDF-formátumú másolatot elsősorban a lektorálás megkönnyítése céljából kérjük mellékelni.

**A kéziratok szerkezete.** A kéziratokkal kapcsolatos általános követelményként az alábbiak szem előtt tartását kérjük a Szerzőktől. A kézirat benyújtásának feltétele, hogy

1. a dolgozatot korábban még nem publikálták (kivéve előadás-kivonat vagy PhD-tézis formájában),
2. a kéziratot valamennyi szerző jóváhagyta,
3. a dolgozat nem sérti a Helsinkii Deklaráció (1975, revízió 2008) előírásait.

A kéziratnak a következőket kell tartalmaznia: 1. címloldal; 2. magyar összefoglalás, kulcsszavak; 3. angol összefoglalás (angol címmel), keywords; 4. szöveg; 5. irodalomjegyzék; 6. táblázatok; 7. ábrajegyzék; 8. ábrák. Az oldalszámozást a címloldaltól kezdve folyamatosan kell megadni.

1. A **címloldalon** sorrendben a következők szerepeljenek:
  - a kézirat címe magyar és angol nyelven, amely rövidítést nem tartalmazhat;
  - a szerzők neve (fényképpel, titullussal együtt), valamint a szerzők munkahelyének pontos, hivatalos megnevezése, a helységnevével együtt (és ha van ORCID azonosítója);
  - a levelező szerző megjelölésével együtt a postai és e-mail címe.

2–3. Az **összefoglalások és kulcsszavak** megadása:

- *magyar nyelvű* cikk esetén rövid magyar nyelvű tartalmi kivonat (összefoglalás) és a témát jellemző kulcsszavak, ehhez csatlakozó hosszabb, egy oldalt lehetőleg nem meghaladó terjedelmű, részletes angol nyelvű tartalmi kivonat („abstract”) és kulcsszavak („keywords”);
- *angol nyelvű* cikk esetén rövid angol nyelvű tartalmi kivonat és a témát jellemző kulcsszavak, valamint ezt követő hosszabb magyar nyelvű kivonat és kulcsszavak;

4. A kézirat világos szerkesztése különösen fontos az olvasó számára.

**Bevezetés, előzmények:** A munkához kapcsolódó azon legfontosabb korábbi szakirodalmi kutatási eredmények összefoglalása, melyekhez szorosan kapcsolódik a tanulmány egyértelműen megfogalmazott célja.

**Anyag és módszerek** (opcionális): A vizsgált anyag, esetleg korábbról származó adatok, azok forrása, az alkalmazott mérési, kiértékelési eszközök és módszerek ismertetése, a kapcsolódó hivatkozásokkal együtt. Standard eljárások esetén csak a hivatkozott módszertől való eltérést kell megfogalmazni.

**Eredmények:** A téma kifejtése, az új adatok és elért kutatási eredmények ismertetése, dokumentációja jól áttekinthető ábrákkal és táblázatokkal, ha szükséges megfelelő alcímekkel tagoltan.

**Diskusszió:** A kapott eredményeknek a saját korábbi eredményekkel és a szakirodalmi ismeretekkel való összevetése, értékelése, beágyazása a tágabb tudományos környezetbe, az új eredmények kiemelésé. Indokolt esetben az eredményekkel összevonható.

**Következtetések:** A tanulmány következtetéseihez tézisszerű, rövid ismertetése az eredmények és a diskusszió ismétlése nélkül.

A szerzői **Köszönetnyilvánítást** a kézirat végén kérjük feltüntetni. A köszönetnyilvánítás opcionális.

### 5. Hivatkozott irodalom:

A hivatkozásokat a szövegbeli megjelenés sorrendjében kell megadni. A hivatkozás történhet számozott (pl. [1, 2], ..., [12]) megjelöléssel vagy szerzői névre való hivatkozás (pl. (Andersen 1988); (Frank N., et al. 2017); stb.) formájában.

*Számozott hivatkozások esetén pl.:*

[1] Kleiber M., Havasi I., Konkoly Á. (2015): Bányamérési munkák a Mátrai Erőmű Zrt. Bükksábrányi Bányászati és Kohászati Lapok, 148/2, 7–14.

[2] Hári L. (2021): Nyersvasgyártás példatár. Magánkiadás. Dunaujváros, p. 26.

*Szerzői névre történő hivatkozások esetén pl.:*

Andersen T. (1988): Evolution of peralkaline calcite carbonate magma in the Fen complex, southeast Norway. Lithos, 22, 99–112.

Frank N., et al. (2017): Sulphur removal in ironmaking and oxygen steelmaking. Ironmaking & Steelmaking, 44/5, 333–343. DOI: 10.1080/03019233.2017.1303914.

6. A **táblázatokat** word dokumentumként kell beküldeni, címmel kell ellátni. A címben és a táblázatban szereplő esetleges rövidítések magyarázata a táblázattal együtt szerepeljen.

7. **Ábrajegyzék:** Valamennyi ábra címét és a hozzájuk tartozó esetleges rövidítések magyarázatát egy közös lapon kérjük megadni.

8. Az **ábrák** mérete lehetőleg 8,5 vagy 17,5 cm széles legyen. Korábban már közölt ábra csak a szerzője és a kiadója engedélyével közölhető. A beküldött képfájlok grafikai minősége: szöveges ábrákat Power Point/Excel stb., egyéb ábrákat min. 300 dpi felbontású jpg, tif, külön fájlban, tömörítve (\*.zip) és nem a kézirat szövegbe másolva kérjük mellékelni.



## Kontúrkövető hűtésinnováció az alumínium nyomásos öntőszerszámokban

Az elektromos autók bevezetésének köszönhetően a következő évtizedben várhatóan emelkedni fog az autógyártásban használt, nyomásos öntészeti technológiával előállított alkatrészek iránti igény. Ami ennél is fontosabb, hogy a funkció-összevonások és a gépjárművek súlycsökkentése miatt az öntvények mérete és komplexitása folyamatosan növekedni fog, melyek előállítására alkalmas bonyolult szerszámok hibamentes gyártása gyakran csak kontúrkövető hűtés alkalmazásával biztosítható. Ilyen típusú szerszámok csak additív technológiával (3D fémnyomtatással) állíthatók elő. Ezen új típusú termékek előállításában a hazai öntődék is jelentős részt vállalnak. Az elkövetkező időkben ez a hazai piacon még csak kis mértékben elterjedt kompetencia a következő években egyre nagyobb teret nyer, egyre inkább versenyképességi tényezővé válik.

A kontúrkövető hűtés egy olyan technológiai újítás, amely által jelentősen javítható az alumínium nyomásos öntőszerszámok hőelvonási képessége, tehát az így készült szerszámok a termelési erőforrások tekintetében jelentős megterhelést jelentenek két szempontból is:

1. Alacsonyabb ciklusidő: egységnyi gépidőre jutó több termék. Százazres darabszámok esetén akár néhány másodperc ciklusidő-csökkentés is óriási kapacitásnövekedést és versenyképesség-növekedést eredményezhet.
2. Hosszabb szerszámélettartam: alacsonyabb szerszámköltség a termék önköltségében.

**A Spinto Hungária Kft. sikeresen pályázott a Pénzügyminisztérium által meghirdetett GINOP Plusz-2.1.1-21 felhívásra „Komplett tervezési és gyártási technológia kidolgozása és tesztelése öntészeti szerszámokra” című projektjével.** A fejlesztésben partnerünk a Csaba Metál Zrt. békéscsabai üzeme és a Miskolci Egyetem Öntészeti Intézete. A pályázatban vállaltuk, hogy valós termelési körülmények között igazoljuk a kontúrkövető hűtés technológiai és gazdasági előnyeit az öntődék számára. Fő projektcélunk, hogy az ehhez szükséges tervezői és gyártói kompetencia bevezetésre kerüljön a Spinto Hungária Kft.-nél, ezáltal megteremtve a hazai tudásbázist.

A projekt indulását követően kiválasztásra került egy megfelelő, nagy szériában futó öntvény: egy komplex nagy motor olajteknője. Az öntéstechnológiai szempontból legtöbb kihívást jelentő öntvényrész hűtésére két szerszámot is elkészült: egy hagyományos és egy kontúrkövető hűtőcsatornát használó, mindkettő független hűtőkörön. Szeptember utolsó napjaiban a kész szerszámkészlet átadásra került a Csaba Metál öntöde részére. A következő hónapokban a termelési adatok gyűjtése és kiértékelése következik. Emellett az Öntészeti Intézet az additív betét gyártására felhasznált és egyéb lehetséges szerszámacél 3D fémnyomtató por alapanyagok hőtechnikai és mechanikai vizsgálatait végzi a legalkalmasabb nyomtatástechnikai paraméterek meghatározása érdekében.

Terveink szerint az eredményeket a *BKL Kohászat* hasábjain és a 2023-as 27. Magyar Öntőnapokon mutatjuk be.

\*\*\* \*\*

## Contour-following cooling innovation in aluminium die casting tools

With the rise of electric cars, the demand for parts produced with HPDC technology used in the automotive industry is expected to grow in the next decade. What is even more important is that the size and complexity of castings will continue to increase due to the combination of functions and the weight reduction of vehicles. The defect-free production of such parts can often only be ensured by the use of complex tools with near-contour cooling. Tool inserts of this type can only be produced using additive technology (3D metal printing). Hungarian foundries also take a significant part in the production of these new types of products. In the years come this competency – which is still only slightly widespread in the domestic market – will gain more and more importance becoming a factor of competitiveness.

Near contour cooling is a technological innovation that can significantly improve the heat removal ability of aluminium die-casting tools. Tools designed with this method imply significant savings in terms of production resources in two respects:

1. Faster cycle time: more products per machine working hours. In case of hundreds of thousands of pieces, a cycle time reduction of even a few seconds can result in a huge increase in capacity and competitiveness.
2. Longer tool life: lower tool costs in the cost of the product.

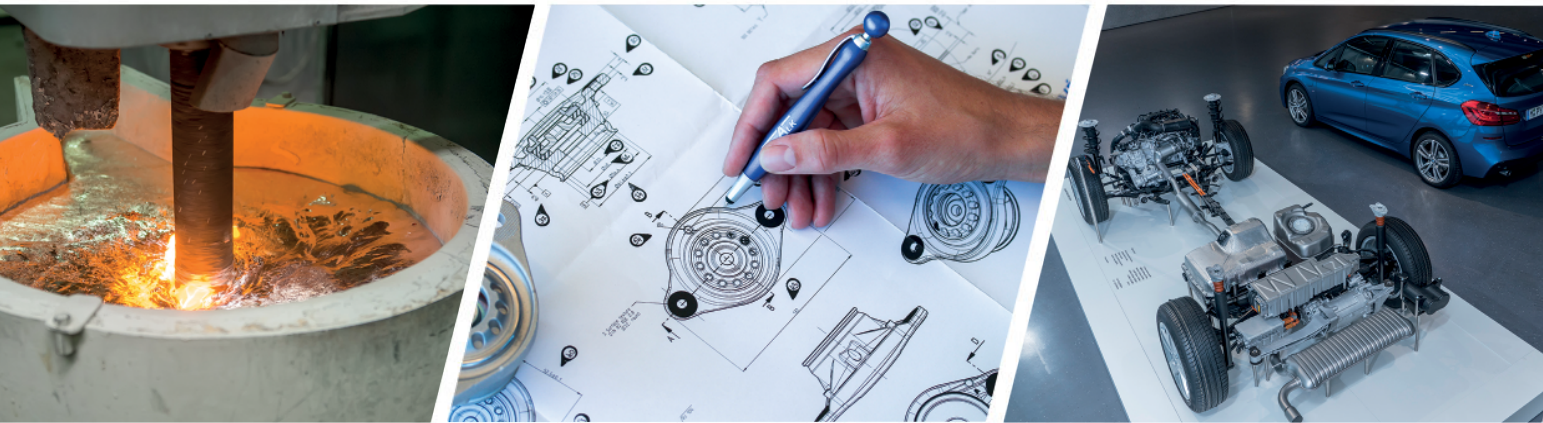
**Spinto Hungária Ltd. successfully applied for the GINOP Plusz-2.1.1-21 tender announced by the Ministry of Finance with the project “Development and testing of complete design and production technology for casting tools”.** Our partners in the development are the plant of Csaba Metál Zrt. in Békéscsaba and the Institute of Foundry at the University of Miskolc. In the tender, we undertook to prove the technological and economic advantages of near contour cooling for foundries in between real production conditions. Our main project goal is to introduce the essential design and manufacturing competence at Spinto Hungária Ltd. thus creating a domestic knowledge base.

After the start of the project, a suitable large series casting was selected: the oil pan of a complex large size engine. To temper the most challenging zone of the casting two tool inserts have been made: a traditional one and one using near contour cooling channel, both on independent cooling circuits. In the last days of September, the finished tool set was delivered to the Csaba Metál foundry. In the following months, production data will be collected and evaluated. In addition, the Institute of Foundry conducts thermal and mechanical tests of the metal printing powder used for the production of the additive insert and other possible materials in order to determine the most suitable printing parameters.

According to our plans, the results can be presented in the *BKL Metallurgy* and at the 27th Hungarian Foundry Days in 2023.



# FÉMALK



A FÉMALK ZRT. MÁR  
**TÖBB MINT HARMINC ÉVE**  
MEGHATÁROZÓ SZEREPLŐJE  
AZ AUTÓIPARNAK.

**CSATLAKOZZ  
CSAPATUNKHOZ!**

**[WWW.FEMALK.HU/KARRIER](http://WWW.FEMALK.HU/KARRIER)**