

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# Kohászat

Köszöntjük az alapításának 50. évfordulóját  
ünneplő TÜKI Tüzeléstechnikai Kutató és  
Fejlesztő Zrt.-t!

141. évfolyam  
2008/6. szám (különszám)



Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület lapja.

Alapította Péch Antal 1868-ban.

## Kohászat

- 2** **Bíró Attila**  
A Tüzeléstechnikai Kutató Intézet első 25 éve
- 6** **Palotás Árpád**  
A TÜKI kutató-fejlesztő tevékenysége az 1980–200 közötti években
- 13** **Dr. Sevcsik Mónika**  
A TÜKI Zrt. kutatás-fejlesztési eredményei 2000–2008 között
- 17** **Beszámoló a Tüzeléstechnika 2008 42. ipari szemináriumról**
- 19** **Mikó József – Woperáné Serédi Ágnes – Sándor Péter – Sevcsik Mónika**  
Levegőtisztosító gázalkotók képződése fűtőolaj vizes keverékeinek elégetésekor
- 23** **Sevcsik Mónika – Kapros Tibor**  
A földgázétől eltérő összetételű gázok tüzeléstechnikai hasznosítása
- 29** **Sevcsik Mónika – Kerek István – Nemes László**  
Termikus hulladékmegsemmisítők fejlesztése a TÜKI-ben
- 34** **Kapros Tibor**  
Szakaszos üzemű kemencék instacioner folyamatainak számítása egyszerűsített matematikai modell segítségével
- Egyesületi hírmondó**
- 42** **Szent Hubertus és Szent Borbála emlékülés az akasztói Halászcserében**
- 42** **Emlékeztető az OMBKE Választmányának 2008. október 15-i üléséről**
- 45** **A Fém szövetség taggyűlése Győrben**
- 46** **Egyetemi hírek**
- 49** **150 éve született Edvi Illés Aladár, a kohászat történet első kutatója**
- 51** **Köszöntések**
- 54** **Nekrológok**

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

### First 25 years of Research Institute for Combustion Technology ... .. 2

The article deals in details with the circumstances of the foundation and targets of the Thermal Engineering Research Station established 50 years ago as legal predecessor of the present TÜKI Research and Development Closed Joint Stock Company for Combustion Technology. In the framework of this article the complex activity of TÜKI in the field of industrial combustion technology will be described as well as the industrial background of the R&D will be presented. The current work shows the R&D results of TÜKI achieved in the first 25 years of its activity.

### Research and development activities of TÜKI in the period between 1980 and 2000 ... .. 6

The article deals with the research and development activity of TÜKI Research and Development Closed Joint Stock Company for Combustion Technology accomplished between the years 1980 and 2000. At the beginning of this phase, in addition to the burner development, the Company was carrying out intensively a lot of research work related with burner fittings, flame detectors, combustion monitoring and controlling appliances, and as a result of these activities, the short run production of these products, and from the second half of 1980s on the base of custom-designed furnace and firing equipment production as well as the contracting activity of TÜKI has been significantly enhanced.

### Research and development achievements of TÜKI Closed Joint Stock Company during the period between 2000 and 2008 ... .. 13

This article is based on the lecture presented during the 42nd Industrial Seminar under the title COMBUSTION TECHNOLOGY 2008, organised by Research and Development Closed Joint Stock Company for Combustion Technology (TÜKI Zrt. for short) on the 15-16th October 2008 at Dunaújváros on the occasion of 50th anniversary of TÜKI's foundation. The article describes the results of research and development activities of TÜKI Co. over the period from 2000 to 2008 in using reference works related with the development of industrial furnaces and firing appliances, specifying in details the applied research activities realised by application sources.

### Formation of air polluting gases in the course of burning watery mixtures of fuel oil ... .. 19

The energetic utilisation of 60/130 type fuel oils poses a lot of combustion engineering and clean-air protection problems. During our research activities, beyond the well known advantageous effects of water and steam additions on the burning process, we investigated the changes in the rates of the

most significant emitted air-polluting materials (CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CnHm) when using fuel oil – water mixtures of different compositions.

### Utilization of gases of compositions differing from that of natural gas in combustion technology ... .. 23

The natural gas as fuel is of particular importance in the world's energy consumption, however its sources are limited. The value of byproducts and natural gases of high inert content sometimes having been flared earlier is now increasing. The production and utilization of biogases is increasing dynamically. The paper summarizes the technical points of view referring to the combustion technological utilization of non-conventional gases in comparison with the ones of natural gas combustion. There are analyzed the combustion technological characters, the features referring to the utilization of heat content of the flue gases, the corrosion and environmental effects. Focused on the metallurgical and chemical applications have been shown the mean points of view considered by TÜKI at the development of combustion system and equipment applied to the well operating burning processes of non-conventional gaseous fuels.

### Development of thermal waste annihilators in TÜKI ... .. 29

In our present work, focusing on practical points of view, we are providing a short survey of TÜKI activities in the field of industrial waste management. We are also dealing with the burning of by-products of metallurgical processes as having similar aspects of disposing. Some facilities already realised in the practice and applied in various fields will be also shown.

### Calculation of non-stationary processes of batch furnaces with a reduced mathematic model ... .. 34

The paper demonstrates different applications of a mathematical model developed by TÜKI Co., suitable for approximate calculation of heat transfer phenomena at industrial furnaces. The method is based on the close connection between the temperature of the charge and the heat flux directed on its surface. The calculation starts from the heat transfer circumstances of symmetrically heated plate. The model of asymmetrical heating considering the impact of the bottom of furnace can be deduced from the earlier one.

There are introduced the possibilities of approximate defining of heat flux by using the data on the temperature of charge respectively that of the furnace chamber. The paper finally includes a new developed method for the rapid calculation of charge temperature field resulted by chamber temperature changing along the length of the furnace.

**Szerkesztőség:** 1027 Budapest, Fő utca 68., IV. em. 413. • **Telefon:** 201-7337 • **Telefax:** 201-2011 • **Levélcím:** 1371 Budapest, Pf. 433. vagy kohaszat@mtesz.hu • **Felelős szerkesztő:** dr. Lengyel Károly • **A szerkesztőség tagjai:** dr. Buzáné dr. Dénes Margit, dr. Klug Ottó, dr. Kórodi István, Lengyelné Kiss Katalin, Szende György, dr. Takács István, dr. Tardy Pál, dr. Török Tamás • **A szerkesztőbizottság elnöke:** dr. Sándor József. **A szerkesztőbizottság tagjai:** dr. Bakó Károly, dr. Csurbakova Tatjana, dr. Dül Jenő, dr. Hatala Pál, dr. Károly Gyula, dr. Kékesi Tamás, dr. Kórodi István, dr. Láda Balázs, dr. Réger Mihály, dr. Roósz András, dr. Takács István, dr. Tardy Pál • **Kiadó:** Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület • **Felelős kiadó:** dr. Tolnay Lajos • **Nyomja:** Press+Print Kft. 2340 Kiskunlacháza, Gábor Áron u. 2/a • **HU ISSN 0005-5670** *Belső tájékoztatásra, kereskedelmi forgalomba nem kerül.* • A közölt cikkek fordítása, utánnyomása, sokszorosítása és adatrendszerekben való tárolása kizárólag a kiadó engedélyével történhet. • **Internetcím:** www.ombkenet.hu/bkl/kohaszat.html

# Tisztelt OMBKE Tagok!

A TÜKI Tüzeléstechnikai Kutató és Fejlesztő Zrt. 2008-ban ünnepelte fennállásának 50. éves évfordulóját. 1958-ban Hőtechnikai Kutatóállomásként az akkori Kohó- és Gépipari Minisztérium hozta létre Miskolcon a TÜKI Zrt. jogelődjét. A kutatási központ 1963-tól KGM Tüzeléstechnikai Kutatóintézet (TÜKI) néven a magyarországi ipari szénhidrogén tüzelés kutatás-fejlesztésének központja, bázisintézménye lett. Az 1960-as évek első felében Magyarországon meginduló földgázprogram keretében a TÜKI szakemberei meghatározó tevékenységet folytattak a piaci igények kielégítésére. Ekkor több, mint 600 ipari kemence és egyéb hőtechnikai berendezés földgáztüzelésre történő átállítását irányította és végezte a TÜKI.

Az ezt követően kifejlesztett tüzelőberendezések különböző típusaiból több, mint 20 000 db került értékesítésre Magyarországon és külföldön. A tüzelőberendezések kifejlesztésére irányuló tevékenység a partneri elvárásoknak megfelelően a 70-es és 80-as években hőenergetikai berendezések és rendszerek komplett megvalósítási folyamatára szélesedett ki. A TÜKI Zrt. tevékenységét azóta is közvetlenül a piaci igények által irányított kutatás-fejlesztési feladatok megoldása jellemezi.

A TÜKI által kifejlesztett és gyártott, valamint licencei alapján partnerei által kivitelezett nagy számú tüzelőberendezés, hőcserélő, kemence, tüzeléstechnikai szerelvény, automatika és készülék többsége Magyarországon üzemel, de egyre több berendezés kerül sikerrel alkalmazásra európai, amerikai és ázsiai országok megrendelőinél is.

A TÜKI Zrt., mint az ipari szénhidrogén-tüzelés egyik hazai kutatási és fejlesztési bázisintézménye, a következő tevékenységi területeken dolgozik: alkalmazott kutatások végzése (égés- és lángelméleti, hő- és tömegáramlási, energetikai, energiagazdálkodási és környezetvédelmi kutatások), tüzeléstechnikai berendezések és rendszerek fejlesztése (ipari

kemencék, technológiai tüzelőberendezések, ipari és erőműi kazántüzelési rendszerek, tüzelő- és hőátadó berendezések, ipari olaj- és gázégők, tüzelőberendezések biztonsági szerelvényeinek, tüzelőberendezések és kemencék folyamatirányító rendszereinek fejlesztése, kivitelezése), vizsgálatok és szakvélemények készítése (energiaracionalizálási és veszteségfeltáró vizsgálatok, hőtechnikai mérések, tüzelőanyag vizsgálatok, biztonságtechnikai minősítések, CO<sub>2</sub>-kibocsátás hitelesítő tevékenység végzése, egyéb szakvélemények, tanulmánytervek készítése), tüzeléstechnikai berendezések szervizelése és sorozatgyártmányok kivitelezése (ipari olaj- és gázégők, tüzelésszabályozók, gáz-mágnesszelepek, pneumatikus működtetésű gyorslezáró szelepek gyártása). Társaságunk célja, hogy az ipar egyedi tüzeléstechnikai igényeinek kielégítésére környezetkímélő, gazdaságos energiafelhasználású tüzelési és hőtechnikai rendszerekkel álljon rendelkezésre.

A TÜKI Zrt. 1998 óta működteti a TÜV Rheinland InterCert nemzetközi minősítéstanúsító szervezet által elfogadott ISO 9001 minőségirányítási, valamint 2004 óta az ISO 14001 környezetirányítási rendszerét. Termékeit és szolgáltatásait folyamatosan felülvizsgálja, s tapasztalatait beépíti tevékenységébe.

A TÜKI Zrt. több hazai és külföldi egyetemi és főiskolai szaktanszékkal áll kapcsolatban. A Miskolci Egyetemmel való szoros oktatási és tudományos együttműködést a TÜKI kutatási és demonstrációs lehetőségeire épülő Energiahasznosítási Kihelyezett Tanszék koordinálja. A számos hazai és nemzetközi szakmai-tudományos szervezet munkájában való részvétel mellett kiemelkedik az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesületben való szerepvállalás.

Fennállásunk jubileuma alkalmából „50 év a tüzeléstechnikai K+F szolgálatában” témában 2008. október 15-16-án Dunaújvárosban rendeztük meg a TÜZELÉSTECHNIKA 2008 című 42. Ipari Szemináriumot, melyen méltóképpen bemutattuk és meg-



■ 1. kép. Dr. Sevcsik Mónika

ünnepeltük a társaság félszáz éves tevékenységét. A 42-es szám fémjelzi, hogy a TÜKI Zrt. tradicionális feladatának tekintette és tekinti a tüzeléstechnikai és a kapcsolódó környezetvédelmi K+F eredmények szakmai körben való ismertetését, és ezen szakmai kör hagyományainak ápolását.

A szeminárium keretében visszaemlékeztünk az elmúlt 50 év főbb eseményeire, a sikeres együttműködésre a volt és jelenlegi pályatársakkal, társintézményekkel, ipari partnerekkel és egyetemekkel. A jubileumi rendezvény programjában – kapcsolódva a TÜKI alapításának vezérgondolatához és a tevékenységét jellemző meghatározó szakterülethez – kiemelt hangsúllyal szerepeltek a szénhidrogén-tüzelés elméleti és gyakorlati kérdései, valamint bemutattuk a tüzeléstechnikától ma már elválaszthatatlan legújabb levegőtisztaság-védelmi eredményeket és intézkedéseket.

AZ ISD DUNAFERR Zrt. üzemében szervezett látogatás alkalmat adott arra, hogy a résztvevők közvetlenül is megismerhessék a megvalósított berendezéseket.

Ezúton is szeretnénk köszönetet mondani a sikeres kutatásokat és fejlesztéseket elősegítő együttműködésükért ipari partnereinknek, a társintézményeknek és a velünk kapcsolatban levő egyetemeknek, felsőoktatási intézményeknek.

Jó szerencsét!

*Dr. Sevcsik Mónika*  
vezérgazdátó

## A Tüzeléstechnikai Kutató Intézet első 25 éve

**A cikk részletesen leírja a TÜKI Tüzeléstechnikai Kutató és Fejlesztő Zrt. jogelődje, a Hőtechnikai Kutató Állomás 50 évvel ezelőtti alapításának körülményeit és céljait. Áttekintésre kerül a TÜKI ipari tüzeléstechnika területén végzett szerteágazó tevékenysége és a sikeres K+F eredmények ipari háttere. A cikk bemutatja a TÜKI működésének első 25 éve során végzett kutatás-fejlesztési eredményeket.**

### 1. Az intézet alapítása

A múlt század ötvenes éveinek végén több megfontolásból felmerült annak a szükségessége, hogy a hazai energiaforrásokkal való takarékoskodás javítása érdekében a kohászatban ezzel a problémával foglalkozó bázist kellene létrehozni.

Francia József, (1. ábra) a KGM Energiaosztály vezetője 1957-ben másfél oldalas feljegyzést írt erről Csergő János kohó- és gépipari miniszternek. A miniszter részletesebb előterjesztést kért, ezért Francia József megbízta dr. Diószeghy Dánielt, a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem tanszékvezető professzorát és Mátrai Lászlót, a Gyárkémi és Kazánépítő Vállalat főmérnökét, hogy készítsenek egy szakmai tanulmányt és előterjesztést a kutatóbázis tevékenységéről és optimális elhelyezéséről.

Dr. Diószeghy Dániel felkereste dr. Sályi István rektort és dr. Simon Sándor professzort, a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem vezetőit, hogy támogatásukat elnyerje a tervezett kutatóhely egyetemre való telepítéséhez, amit a gyár is támogatott, mivel a Lenin Kohászati Művekben problémák voltak a barnaszén-generátorgáz előállításával és felhasználásával, va-

lamint a technológiai üzemekben a másodmelegítő kemencéknél a kohógáz+karburált pakura tüzeléssel.

Az elkészült tanulmány szerint az új kutatóhelyet, a Hőtechnikai Kutató Állomást (HKÁ), az egyetemi kazánházban, a még meg nem épített kazánok helyén kellett volna elhelyezni.

A helyszín alkalmatlannak bizonyult a HKÁ elhelyezésére. Dr. Simon Sándor felajánlotta, hogy az általa vezetett Vaskohászati Tanszék befogadja a HKÁ kutatóit, elhelyezésükre két laborhelyiséget és egy irodai szobát ad át a C épület 2. emeletén. A HKÁ műhelye a kazánház emeletére települhetett. A dr. Diószeghy Dániel igazgató által vezetett intézmény ipari kutatásainak irányítására az LKM a generátorüzem vezetőjét, Dojcsák Jánost helyezte át a céghez igazgatóhelyettesi rangban.

A HKÁ 1958-ban kezdett működni, főként félállásos kutatókkal, mint Bacsinzky Tibor fizikus, Szoboszlai Gábor és Lerch Róbert kivitelezők. Első munkáik az ipari kemencék áramlási modellezései voltak. A kezdeti sikerek láttán, 1959 második felében a minisztérium elhatározta, hogy a cégnél két osztályt alapít és létszámát 20 főre emeli. Ekkor helyezték át a már Tüzeléstechnikai Kutató Intézetbe Bíró Attila



■ 1. ábra. Dr. Diószeghy Dániel (ül) és Francia József (áll) egy konferencián



■ 2. ábra. Végh Endre, Péntek István és Bíró Attila 1960 tavaszán

**Dr. Bíró Attila** 1931-ben Püspökladányban született. A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen szerzett kohómérnöki oklevelet 1953-ban. Első munkahelye a diósgyőri Lenin Kohászati Művek Durvahengerműve, majd 1959-ben került a TÜKI Zrt. jogelődjéhez a Hőtechnikai Kutatóállomáshoz. 1960-ban nevezik ki a Hőtechnikai Kutatóállomásból megalakuló KGM Tüzeléstechnikai Kutatóintézet műszaki igazgatóhelyettesévé. 1962-ben műszaki doktori címet szerez. Oktató tevékenységet folytat a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen és a Budapesti Műszaki Egyetemen. 1974-ben elnyeri a műszaki tudományok doktora címet.

1979-ben a Kohászati Gyárépítő Vállalat tervező irodájának tanácsadója, majd marketingigazgatóként a Külkereskedelmi iroda vezetője. E munkakörén belül két évig vezeti a cég külképviseletét az USA-ban. 1982-től tagja a Magyar Tudományos Akadémia energetikai bizottságának. 1988-tól egyetemi tanár a Miskolci Egyetemen, ahol két évig a Tüzeléstan Tanszék vezetői, illetve a Kohómérnöki Kar dékáni beosztását is betöltötte.

kohómérnököt a technológiai osztály, és Péntek István kohómérnököt a metallurgiai osztály vezetésére. Végh Endre könyvelő a gazdasági részleget vezette (2. ábra).

Dojcsák Jánost 1959 végén más beosztásba helyezték, ezért 1960 őszén Bíró Attila műszaki igazgatóhelyettesi kinevezést kapott és átvette a TÜKI műszaki irányítását.

A minisztérium kinevezte az intézet Igazgató Tanácsát, melybe kohászati üzemek és főként budapesti gépipari üzemek főenergetikusai kaptak helyet. Az igazga-

tótanács évente kétszer vizsgálta az intézet kutatási és gazdasági tevékenységét (3. ábra). Elnöke dr. Diószeghy Dániel volt, de helyet kapott benne a KGM Energetikai osztály képviselője is.

1961–62-ben a magyar üzemekben működő kemencék pleximodelljeit készítette el az intézet, és azokban vizsgálta a kemencék hatékonyságát és a hőcsere minőségét. Az általában 1:5 arányban készített modellek nagyolvasztói léghevítők, téglaiipari alagút-kemencék, mélykemencék, toló- és gurítókemencék, valamint különböző célú kamrás kemencék vizsgálatát tették lehetővé (4. ábra). A modellkísérletek alapján javaslatokat tettek a kemencék átalakítására, az égők cseréjére, és közben megismerték a hő- és tömegátadás szabályait, ami megalapozta új égőfajták tervezését.

1962-ben feltárták az algyői földgázmezőt. Az ország nehéz energiaellátási helyzetben volt. A gyárak energiaellátását barnaszénrel és olajjal biztosították, melynek mindig szűkében voltak, mert a gyorsan fejlődő ipar mellett a lakossági fogyasztás is gyorsan nőtt. A földgáztüzelés gyerekcipőben járt. Csak évi 250 millió m<sup>3</sup> földgáz érkezett importból, román forrásból, amit az épülő Tiszai Vegyi Kombinátnak és az LKM acélműnek biztosítottak, melyek először tudtak rákapcsolódni a Románia felől épülő vezetékre.

A vezeték Budapest irányába vezető leágazása egy év múlva érte el Csepelt, ahol az acélmű és a csőgyár kapott csatlakozási lehetőséget. A csőgyári gurítókemencékhez Németországból importáltak egyszerű kivitelű égőket, melyekért darabonként 1 200 dollárt, nagyságrendileg egy mérnöknek az akkori havi bérért kellett fizetni.

A Kohó- és Gépipari Minisztérium felismerte a hazai földgáz felhasználásának

előnyeit, és Francia József lehetőséget teremtett az intézeti létszám gyors növeléséhez (5. ábra), a földgázprogramhoz szükséges eszközök és létesítmények beszerzéséhez. Rövid idő alatt világszínvonalú lángvizsgáló üzem létesült az LKM-ben az új égők kifejlesztésére és vizsgálatára (6. ábra). Az égők fejlesztését *Bikics Zoltán* és *Palotás Árpád* kohómérnökök irányították.

## 2. A földgázprogram időszaka

A TÜKI felmérte az ország olyan kemencéit, ahol a földgázra való átállás kifizetődött és jelentős eredményeket hozott. A felmérés eredményeit „Kemencekataszterben” rögzítették. A felmérésben jelentős szerepet játszottak a kemenceépítő és tervező vállalatok szakemberei, akik bekapcsolódtak a felmérésekbe és a tervezésbe. (Pl. a minisztérium tervezőirodája, a KGMTI tervezte az üzemi fogadóállomásokat.) Ezalatt az intézet dolgozóinak létszáma 79-re emelkedett.

Az ipari földgáztüzelés gyors hazai elterjesztéséhez nem lehetett felhasználni külföldi tapasztalatokat, mert Európában még ilyenek nem álltak rendelkezésre. A műszerek és szabályozók beszerzését egyfajta embargó nehezítette. Mindent csak német és osztrák közvetítőkön keresztül, jelentős felárral lehetett megkapni. A problémák megoldására forradalmian új módszereket vezetett be a TÜKI, mint például a kis átmérőjű, közép- és nagynyomású üzemi gázvezetékek bevezetése a régi városi gázvezetékek tetejére szerelve. (Az ilyeneket a DIN tiltotta abban az időben.)

A laboratóriumok elhelyezésére és a tervező-üzemeltető feladatok ellátására sem volt elegendő hely az egyetemen, bár a lángvizsgáló osztály kiköltözött az LKM-be. Elindult a saját kutatóbázis kiépítése. Az

egyetemi műhelycsarnokok sorába, annak déli végén egy hatodik csarnokot épített a TÜKI, mely befogadta a kísérleti eszközök kivitelező műhelyeket és a műszeres fejlesztő és gyártó részleget. A KGM anyagi támogatásának köszönhetően székház is épült, melyben minden főosztály elhelyezhette kutatóit, tervezőit és laboratóriumait.

A metallurgiai osztályból alakult főosztály nem csak a nagyolvasztóba való földgázbefújást és az acélműben való földgázátállást oldotta meg, hanem a szilikátipari kemencék (pl. cement- és téglagyárakban) földgáztüzelésre való átalakításához szükséges tüzelőrendszereket is kifejlesztette.

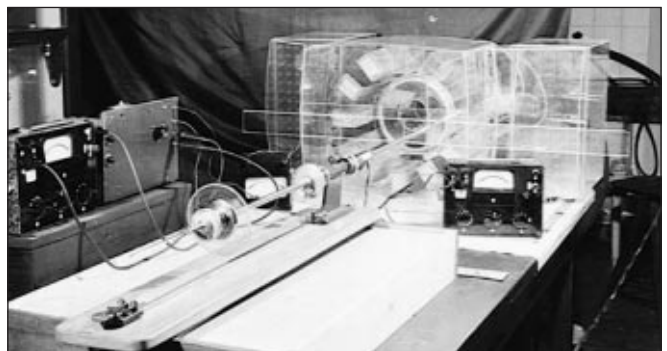
## 3. A TÜKI fejlesztések nagy évtizede, 1970-1980

A hetvenes évekre a szovjet földgázimportnak köszönhetően a földgázvezetékek a lakossági fogyasztókat is elérték. A TÜKI ipari földgázégőit a Kohászati Gyárépítő Vállalat gyártotta és exportálta. A Palotás Árpád és *Krompaszky Csilla* szabadalma alapján fejlesztett "D"-típusú kazánégőket a Láng Gépgyár kazánjaira szerelték. Ezek jelentős bevételt biztosítottak az intézetnek. A saját fejlesztésű szelepekkel és szabályozókkal felszerelt blokk földgáz- és olajégők a központi fűtések és a mezőgazdasági szárítók kedvelt berendezéseivé váltak. A TÜKI megépítette második, 40x40 méteres kivitelező csarnokát, ahol ezeket a berendezéseket sorozatban gyártották. A szervizcsoport megalakulásával a TÜKI termékek garanciális háttere is biztosítottá vált.

A technológiai főosztály által szabadalmaztatott RADIBLOKK hőkezelő kemencéket és védőgáz-generátorokat Salgótarjánban, Csepelen és Székesfehérváron állították üzembe. A nagy kivitelező csarnok is teljes terheléssel dolgozott a



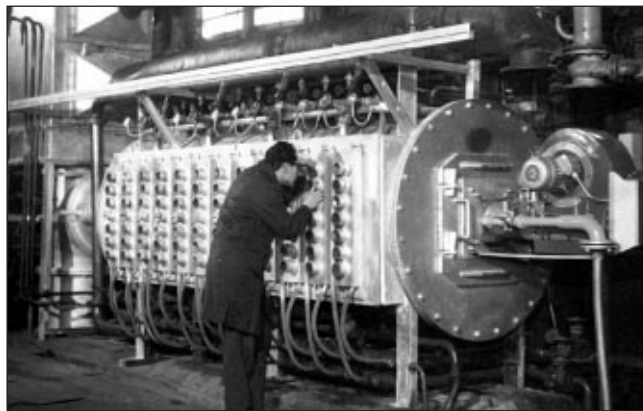
■ 3. ábra. Igazgatótanács ülés. A résztvevők egy része



■ 4. ábra. A dunaújvárosi alsótüzelésű mélykemencék áramlástanai vizsgálata. A TÜKI-ben tervezett és készített manipulátor a mérések pontos és tervszerű elvégzését eredményezte



■ 5. ábra. TŰKI munkatársak a Lángvizsgáló Üzem bejárata előtt (1963)



■ 6. ábra. Kísérleti kemence a Lángvizsgáló Üzemben

nagy kazánégők, füstgázgenerátorok, RB kemencék és szilikátipari tüzelőberendezések szállítására adott megrendelések teljesítésén. A TŰKI akkori földgáztüzelési palettáját a 7. ábra foglalja össze.

Az intézet az ipari kutatásokkal párhuzamosan – a csökkenő állami támogatás ellenére 1980-ig folyamatosan – a tervszám 20%-ában tudományos és alapvetési munkákon dolgozott. Minden évben megrendezte a hagyományosan háromnapos ipari szemináriumot, mely a tudományos kutatási eredmények és az új berendezések bemutatását szolgálta. Az előadások délutánig tartottak. A második nap délutánján és estjén a program közös kirándulás és vacsora volt Tokajban, Egerben vagy a Bükkben. Minden ötödik ipari szeminárium nemzetközi volt, háromnyelvű szinkrontolmácsolással. Ezek az Energia-gazdálkodási Tudományos Egyesülettel közösen szervezett rendezvények a szakma vezetőinek fontos találkozóhelyei voltak.

A TŰKI nemzetközi szemináriumain olyan tudósok tartottak előadást, mint *Thring* professzor a londoni Queen Mary kollégiumból, *Glinkov* professzor a moszkvai Institut Stali-ból, *Collins* professzor Svédországból, *Gerd Walter* professzor Freibergből vagy *Roman Weber* professzor Clusathból.

A TŰKI fejlesztésű termékek színvonalát általánosan elismerték. Termékeink több évben nagydíjasok lettek a BNV-n.

Az intézetnek saját szabadalmi ügyvivője volt annak biztosítására, hogy az új termékek bel- és külföldi értékesítése biztonságos, eredményes és gazdaságos legyen. A NIKEX Külkereskedelmi Vállalat külföldi kiállításokon mutatta be a szabadalmaztatott termékeket vagy makettjeiket. Szabadalmakat adott el az IC

Kleinewefers, a Gesellschaft für Industrie-Wärme és más nyugati cégeknek.

1969 decemberében dr. Diószeghy Dániel igazgató, akinek nagy szerepe volt az intézet sikereiben, elhalálozott. Helyére a minisztérium *Csirmaz István* kohómérnököt nevezte ki.

1979-ben a Kohó- és Gépipari Minisztérium és a Magyar Tudományos Akadémia határozatot hozott az ország kutatói hálózatának újraszabályozásáról. A minisztériumi kutatóintézetekből csak azok maradhattak tudományos státuszban, melyben költségeiket az állam fedezte, melyeknél a tudományos beosztású főosztályvezetők és osztályvezetők több mint 50%-a tudományos minősítéssel (akadémia doktora, kandidátus) rendelkezett. A megyei pártbizottság beavatkozása miatt a TŰKI nem hajtotta végre a feltétel teljesítéséhez szükséges személyi változtatásokat, ezért az intézményt 1980. január elseje után műszaki kutató intézetté sorolták át. Ez lényegesen csökkentette az állami forrásokból kapott költségvetési összeg hányadát.

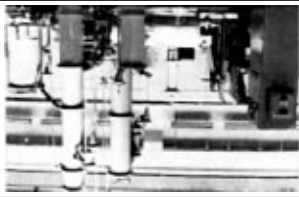
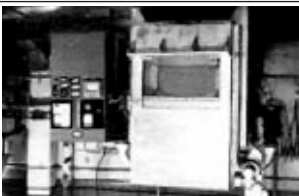

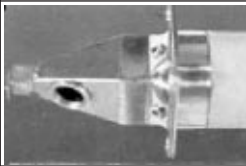
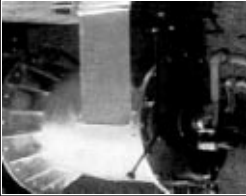
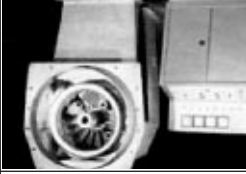
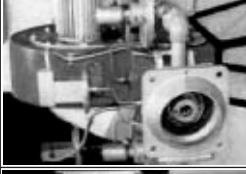




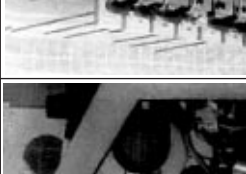
#### 4. Összefoglalás

A TŰKI az első 25 évében a legeredményesebb magyar kutatóintézetek közé tartozott. Ennek okait a következőkben foglalhatjuk össze:

1. Az intézetet jó időben és jó helyen alapították. A miskolci egyetem új szervezete volt, bővében a kiváló, ott végzett fiatal szakembereknek. Az ipari környezet fejlődésben volt, a folyamatos beruházások keresletet támasztottak az ipari fejlesztésekre.
2. Az alapító minisztériumot túlterhelték az új ipari igények. Felismerte, hogy ezeket csak új fejlesztőbázisok csökkenthetik. A

minisztérium támogatta az újonnan létrejött intézetek terjeszkedését.

3. Az intézet magjának kialakulása után azonnal nagy lehetőséget jelentett a hazai földgázprogram, mely színvonalas megrendeléseket, korlátlan létszámnövekedést és ösztönző bérezést biztosított.
4. A TŰKI mérnökei nem tehernek, hanem természetes kihívásnak tekintették a feladatok megoldását, és készek voltak szabadidejüket is annak szentelni.
5. Az intézetben komolyan vették a tudósképzést, ami a bonyolult ismeretek megszerzését is biztosította. A vizsgált időszakban egy akadémiai doktor és nyolc kandidátus szerzett tudományos fokozatot.
6. Csak a közvetlenül nem hasznosítható alapvetéseket tették közkinccsé folyóiratokban és konferenciákon. Az ipari eredmények hasznosítása természetesen történt.
7. A dolgozók száma a mindenkor tényleges terheléshez igazodott. A technikusokat folyamatosan továbbképezték. Azok terveztek, rajzoltak, és ha kellett, képesek voltak mérnöki szintű feladatok megoldására is.
8. A nyugatról való beszerzések bonyolult és drága volta miatt a műszaki személyzet dicsőségnek tekintette, ha maguk oldották meg a hiányzó szerkezetek helyettesítését. Az intézeti légkör baráti volt, a dolgozók jól érezték magukat munkahelyükön. Rókafarmon, nagyrészt társadalmi munkában, üdülőt építettek az intézetben belüli baráti kapcsolatok elősegítésére. Zavartalan körülmények között havonta ott tartották a műszaki megbeszéléseket is.

		A F Ü T Ő B E R E N D E Z É S M E G N E V E Z É S E										K Ö Z V E T T		H Ó Á T A D Á S					
		K Ö Z V E T L E N					H Ó Á T A D Á S												
		K. Gy. V. Bp. XIII. Révész 9.		TÜKI Miskolc Egyetemváros		MALOMGÉPGYÁR Bp. X. Sziáky 20/30.		MALOMGÉPGYÁR Bp. X. Sziáky 20/30.		K. Gy. V. Bp. XIII. Révész 9.		TÜKI Miskolc Egyetemváros		K. Gy. V. Bp. XIII. Révész 9.		TÜKI Miskolc Egyetemváros			
		ABC ipari földgázégők		D ipari földgázégők		D Automat		DO Blokkégő család		D00 Blokkégő család		RADILOCK		SUGÁRZÓCSŐ		VÉDŐ ÉS AKTÍVGÁZGENERÁTOR			
IPARÁG	KÖZHÁSZAT	Ércmű- Mély- Toló- Léptető- Kovács- Gyorsított- Rész- Hőkezelő- Téglav- Tűzálló-ipari- Olvasztóemencék		Fémolvasztó művek Hőhaszn. ber.				Telj: 80-200 Nm <sup>3</sup> /6 120 Nm <sup>3</sup> ellenltnál Telj: 8-50 Nm <sup>3</sup> /6 30-90 Nm <sup>3</sup> ellenltnál		Szenhidrogén póttüzelésű kupolo Ércmű. gyjító és redukáló ber. Hőkezelő és szárító Dolomit-égető ber.		Cementálás Normalizálás Lágyítás Feszültségmentesítés Nemvasfém hők. Édzés Zománccégetés Infraégetés		Nitridesztés Nitrocementálás Cementálás Hőkezelés 900-1050 °C-on		Fényes - edzés - lágyítás - norm. Cementálás Nitrocementálás			
		ERŐMŰI ÉS IPARI KAZÁNOK		Erőmű- G05/12, G0 10/12, IP0 25 G0 10/25, 3H03-5/12, BW, 3H0 10/14, PAX 10/16, GARBE, Magas- és Imporkazán		SLT-1, -2, -3, MA -500, -760, -1000, 3H0 1,5/10, 3H0 3/12, CK 26, 36, -1, -2, UNIPAX 2/16 stb. Imp. kazán		AKO 25/1, VBS 350 KLT-1, CK 1G KOMFORT II. III. MA 315/6 stb.		Falazott égésterű kazán									
IPARI LÉGTEREK FŰTÉSE	IPARI LÉGTEREK FŰTÉSE					Hőlégfűvő 0,5-2 10 <sup>3</sup> kcal/ó		Hőlégfűvő 50-400 10 <sup>3</sup> kcal/ó				Csökemence Csővez. fűtése		BLOKK FŰSTGÁZGENERÁTOR MALOMGÉPGYÁR		PULZÁLÓ TŰZ BER. BTCST Békéscsaba			
VEGYIPAR	VEGYIPAR	Timföldipar		Timföldipar								Csökemence Csővez. fűtése		Szártóber.					
KÖNNYŰ- IPAR	KÖNNYŰ- IPAR	Pékemence Gőzfűtészto		Pékemence Gőzfűtészto				Sütdőipari kem. Gőztermelés		Cukorgyári ber.		Infra		BLOKK FŰSTGÁZGENERÁTOR MALOMGÉPGYÁR		PULZÁLÓ TŰZ BER. BTCST Békéscsaba			
MEZŐGAZ- DASÁG	MEZŐGAZ- DASÁG	Melegház		Melegház		Melegház Szártás								Szártóber.					
ÉPÍTŐ- IPAR	ÉPÍTŐ- IPAR	Alagút- Üveg olv. és hőkezelő- Kerámiaipari-kem. Szártóber.		Cementipar		Cementipar		Fűtés		Mészégető aknás Porcelán - Kerámiaégetés Bitumen olv. Impregnáló ber.		Porcelán festékbeégetés		Mozgó ütéptő ber.		Vöröstéglaegető alagút és körkemence			
Bi Injektoros égő család 5-80 Nm <sup>3</sup> /6 K. Gy. V.	Bi Injektoros égő család 5-80 Nm <sup>3</sup> /6 K. Gy. V.																		

7. ábra. Mit-mivel az ipari földgáztüzelésben. A táblázat segít a megfelelő TÜKI termék kiválasztásában (1967)

# A TÜKI kutató-fejlesztő tevékenysége az 1980–2000 közötti években

**A cikk bemutatja a TÜKI Tüzeléstechnikai Kutató és Fejlesztő Zrt. 1980 és 2000 között végzett kutatás-fejlesztési tevékenységét. Az időszak elején még nagy volumenben folyt az égők mellett azok szerelvényeire és lángőrző-, vezérlő készülékeire is kiterjedő kutatás-fejlesztés révén létrejött konstrukciók kissorozatú gyártása és e mellett meg többszöröződött az 1980-as évek második felétől a TÜKI egyedi konstrukciókon alapuló kemence és tüzelőberendezés fejlesztő és vállalkozó tevékenysége.**

## A TÜKI fejlesztő tevékenységének körülményei

Ezen húsz év történelmi időszak volt nemcsak az ország számára, de jelentősen eltérő tulajdonosi és piaci igényekkel, működési feltételekkel járt a TÜKI részére is.

Ebben az időszakban a TÜKI fejlesztő tevékenységét irányító vezetők az alábbiak voltak:

Igazgatók-vezérigazgatók:

1958–1969	Dr. Diószeghy Dániel
1970–1989	Csirmaz István
1990–2000. nov.	Dr. Palotás Árpád
2000. nov. –	Dr. Sevcsik Mónika

Műszaki felső vezetők:

1. Dr. Bíró Attila	műsz. igh.
Dr. Énekes Sándor	tud. igh.
Dr. Palotás Árpád	műsz. igh.
Dr. Kapros Tibor	műsz. ig.
Kerek István	vállalkozási. ig.
Varga Tihamér	termékszerkezeti. ig.
Borics József	műsz. ig.

## A TÜKI vállalati formái és felügyeletei

1958. 07. 01. –1963. 01. 01.

KGM Hőtechnikai Kutatóállomás

1963. 01. 01.–1982. 12. 31.

KGM Tüzeléstechnikai Kutató Intézet  
Ipari kutatóintézet KGM felügyelettel

1983. 01. 01.–1985. 06. 30.

Tüzeléstechnikai Kutató és Fejlesztő Vállalat. Kutató-fejlesztő vállalat ipari minisztériumi felügyelettel

1983. 05. 01.–1993. 12. 31.

Tüzeléstechnikai Kutató és Fejlesztő Vállalat. Kutató-fejlesztő vállalat vállalati tanács irányítású vállalatvezetési formában, ipari és kereskedelmi minisztériumi felügyelettel

1994. 01. 01.–2000. 06. 30.

Tüzeléstechnikai Kutató és Fejlesztő Rt. Részvénytársaság kinevezett igazgatósággal és felügyelőbizottsággal, ÁPV Rt. felügyelettel

1998. első felév

A privatizáció első fordulója, amely megfelelő ajánlat hiányában eredménytelen.

2000. 06. 25.

A privatizáció második fordulója eredménnyel jár. Új többségi tulajdonos a Dunaferri Energiaszolgáltató Kft.

Az intézkedések többségükben nem csak egyszerű névváltoztatást, levélfejlécszerét jelentettek, hanem jelentősen változtak a működési feltételek és a tulajdonosi elvárások is.

1980-ban a tulajdonos által irányított felülvizsgálat kifogásolta a TÜKI-ben, mint

kutatóintézetben folytatott kivitelezési tevékenység arányát. Igényelték a K+F tevékenységen belül – a műszaki-fejlesztési tevékenység rovására – a kutatási tevékenység fejlesztését, bár ehhez a finanszírozási forrást nem jelölték meg. 1983-tól a kutató-fejlesztő vállalatok létrehozása a tulajdonosnál ismét előtérbe helyezte a fejlesztések gyorsított ipari alkalmazásba vételét elősegítő, rövid távon realizálható komplex K+F tevékenységet.

## A TÜKI kutató-fejlesztő tevékenységének eredményei 1980-2000-ben

### Sorozatjelleggel gyártott termékek

Az invenciózus és szinte teljes körű, a főbe rendezésként szereplő égők mellett azok szerelvényeire, lángőrző- és vezérlőkészülékeire is kiterjedő kutatás-fejlesztés révén létrejött konstrukciók kissorozatú gyártása 1968-tól kezdődött a TÜKI-ben (1. ábra).

A sorozatban értékesített intézeti fejlesztésű termékek bázisgyártmányokként finanszírozták az új termékek fejlesztését, az egyedi fejlesztések bevezetési költségeit, nem utolsósorban az intézeti infrastruktúra kiépítését, majd bővítését. Lehetővé tette a vállalatszerűen gazdálkodó és – a kutatóintézetek között egyedülállóan – állami támogatás nélkül működő intézet folyamatos bevételeinek biztosítását, és így az egyedi megrendelésekből rapzodikus befolyó bevételek kiegyenlítésével a gazdálkodás stabilitását.

A TÜKI piaci helyzetét ezen termékek területén több tényező együttesen segítette: – a hazai ipar és építőipar viszonylag gyors fejlődése;

– a tőkés devizahiány miatti importkorlátozások;

– az 1972-es olajválság miatt gyorsított hazai gázfelhasználási program;

– a kifejlesztett készülékek kedvező műszaki paraméterei és árai;

– az egyre gyakorlottabb fejlesztőgárda készsége a gyors és innovatív megoldásokra.

1977–1979-ben ezen sorozatgyártmá-

**Dr. Palotás Árpád** kohómérnök 1937-ben született. A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen szerzett technológus szakos kohómérnöki diplomát 1960-ban. Munkahelyei: Dunai Vasmű Meleghengerműve (1960–1961), Tüzeléstechnikai Kutató és Fejlesztő Rt. (illetve jogelődjei 1961–2000), ahol kutatómérnök, műszaki igazgatóhelyettes (1980–1989), majd nyugdíjba vonulásáig igazgató, illetve vezérigazgató (1990–2000). A műszaki tudomány kandidátusa (1979). A miskolci NME óraadó oktatója 1963-tól, címzetes egyetemi docens (1983), egyetemi docens (1993–2003), az Energiahasznosítási Kihelyezett Tanszék vezetője (1993–2000). Jelenleg is óraadó nyugalmazott egyetemi docens. Az MTA MAB Kohászati Szakbizottság tagja, Kiváló Kohász, Kiváló Feltaláló és Dobó László-díjas.

nyok értékesítéséből származó árbevétel a TÜKI árbevételében átlagban az alábbi arányokkal részesedett:

– monoblokkégők	26%
– duoblokkégők	18%
– alkatrészek önállóan	9%
– mindösszesen:	53%

1968-tól a TÜKI által fokozatosan kifejlesztett és gyártott mono- és duoblokkégők, valamint a saját fejlesztésű mágnesszelepek és kisautomatikák, lángörök, metándetektorok és egyéb szerelvények gyártása, majd továbbfejlesztése 1980 és 1990 között nagy intenzitással folytatódott.

Ezen időszakban duoblokkégőkből már csak az 1979-ben újonnan fejlesztett típust (LNG) gyártották, míg a monoblokkégők-nél a fejlesztések ütemében vezették be a korszerűbb típusokat (TGB-TOB), a mágnesszelepek kifejlesztett új típusainak gyártásba vételére az 1990-es évek megváltozott gazdasági körülményei között már nem került sor (2. ábra).

A TÜKI sorozatban előállított termékei közül reprezentatívként kiemelve a mágnesszelepeket és a blokkégőket, a gyártott darabszámokat az 1. táblázat mutatja be.

Ezen sorozatgyártmányok tényleges súlyát és szerepét a magyar gazdaság és az intézet életében – az időközbeni jelentős infláció miatt – jelenértékre átszámítva célszerű értékelni.

Kizárólag a kisorsozatban előállított tüzelőberendezésekre elvégzett kalkuláció adatait figyelembe véve – egy hazai gyártó-mű hasonló teljesítményű égőinek 2008. évi árjegyzéki árai alapján – megállapítható, hogy 1968 és 2000 között a TÜKI által gyártott monoblokkégők jelenlegi áron 12,3 milliárd Ft, a duoblokkégők 9,0 milliárd Ft, összességében 21,3 milliárd Ft bevételi értéket jelentenek.

Ugyanezen tüzelőberendezések egyidejű tüzelőanyag felhasználása földgázra vetítve – 50%-os névleges terhelés és évi 4 ezer üzemóra figyelembevételére esetén – a monoblokkégőknél 2,7 milliárd m<sup>3</sup>, a duoblokkégőknél 2,3 milliárd m<sup>3</sup>, azaz mintegy 5 milliárd m<sup>3</sup> éves földgázfelhasználást jelentene. A teljes gyártott darabszámra vonatkozó feltételezés ma már csak elméleti, hiszen ennyi berendezés egyszerre sohasem működött. Üzembeállításuk éveitől, a rendszerváltást, ill. privatizációt követően a felhasználó vállalatok, így a kazántelepek egy része megszűnt, és a régebbi berendezések közül egyes berendezéseket modernizáltak vagy lecseréltek azóta.

A sorozatgyártás legfőbb bevételi forrását jelentő mono- és duoblokkégők piaci boomja 1985-ig tartott, utána a kereslet jelentősen csökkent, amit az 1. táblázat második felének számadatai jól mutatnak. Ennek több oka is volt:

- alapjában befejeződött az ország területi gázellátása, kiépültek a gázvezetékek és így kevés új fogyasztói igény jelentkezett;
- telítődött a hazai piac, nem elhanyagolható hányadában éppen a TÜKI által gyártott tüzelőberendezésekkel;
- fokozatosan enyhültek, majd 1989-től gyakorlatilag megszűntek a devizakorlátozások, így szabadon jöhetett be a költségesebb, de esetenként újszerű megoldásokat is tartalmazó import gázégők sokasága (az importbeszerzés egyéb előnyeit nem is említve);
- 1990-től megkezdődött az ipari nagyvállalatok szétesése majd privatizációja, visszaesett és jelentősen átalakult a beruházási cikket gyártó és felvevő piac, valamint ezen okokra visszavezethetően a korábbi piaci kapcsolatok megváltoztak;
- a privatizáció során megjelenő új, nyugati tulajdonosok először korábban megszokott és megismert partnereiket preferálták beszerzéseik során.

Ezen berendezések értékesítési volume-ne így 1989-től évről-évre meredeken csökkent, és az 1990-es évek második felében már csak az árbevétel 2-5%-át tette ki az egyéb tartalékalkatrészekkel együtt.

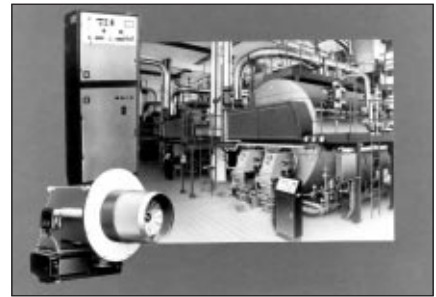
### Egyedi fejlesztésű tüzelőberendezések erőműi és ipari hőtermelő berendezésekhez

A sorozatgyártmányok mellett az 1980-as években többszöröződött a TÜKI egyedi konstrukciókon alapuló erőműi, illetve kazántelepi égőértékesítési, fejlesztő- és vállalkozó tevékenysége (3. ábra).

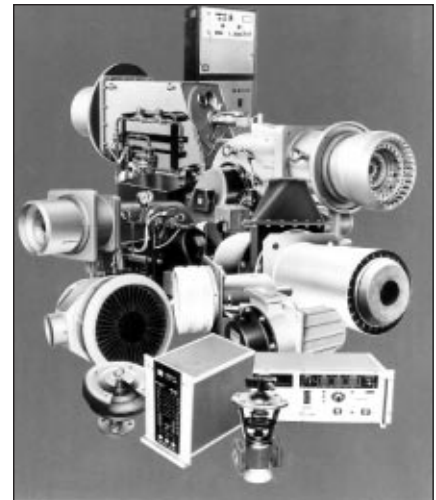
Ennek keretében 1981 és 1999 között belföldre 168 db, exportra 105 db 4-40 MW egység teljesítményű gáz-, olaj- és többtüzelőanyag kombinált égőt fejlesztettünk ki és valósítottunk meg különböző felhasználóknál. Ezen berendezések többségét az 1980 és 1993 közötti években igényelte a belföldi piac.

A jelentősebbek:

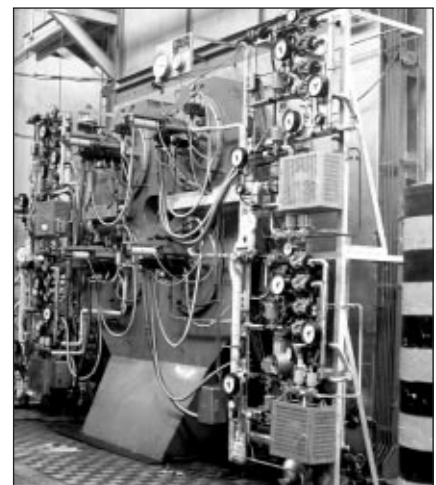
6 db	35-40 MW-os földgáz és olaj-földgáz égő. Budapesti Hőerőmű Vállalat. Debreceni Erőmű
34 db	15 MW-os olajtüzelésű támasztó-égő. Gagarin Hőerőmű, Gyöngyös
10 db	10-15 MW-os földgázégő.



1. ábra. Kétégős kazántüzelő egység



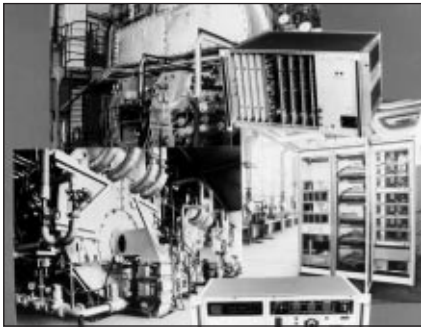
2. ábra. Sorozatgyártmányok



3. ábra. Erőművi kazán olajtüzelő rendszere

	Nyíregyházi Erőmű
32 db	12-17 MW-os kohógáz-, kamragáz-, fűtőolajégő. DUNAFERR Dunai Vas-mű Erőműve
32 db	12-17 MW-os földgázégő. Tisza 1. Hőerőmű
6 db	10 MW-os forgóserleges olaj-földgázégő Nyíregyházi Erőmű

Ezen felhasználók egyedi vagy 4-8 égős csoportokban vezérelt tüzelőberendezéséhez a vezérlést az akkori harmadik generá-



■ 4. ábra. Tüzelésvezérlő berendezések

ciós integrált áramkörökből a TÜKI által fejlesztett és kivitelezett, szabadon programozható processzorokkal épített vezérlőberendezések biztosították (4. ábra).

A belföldi tevékenység mellett a TÜKI tüzelőberendezéseivel viszonylag jelentős exporttevékenységet bonyolított le. Az 1970-es évek exportját követően – a Finnországba szállított 9 db 10–12 MW-os földgázégő, valamint az NDK-ba szállított 12 db 12 MW-os földgáz-, ill. inertes (30% N<sub>2</sub>-tartalom) földgázégő után – 1980 és 1991 között további, nagyobb volumenű égőexporthoz került sor.

Így ezen időszakban az NDK-ba fűtőerőművekhez, ill. réztechnológiai berendezésekhez összesen 63 db 6–16 MW hőteljesítményű földgáz-, illetve inertes földgázégőt, Törökországba az ott épített magyar gyártású erőművi kazánokhoz 24 db 15–20 MW-os olajégőt szállítottunk (5. ábra). Egyedi technológiákhoz is exportáltunk tüzelőberendezéseket.

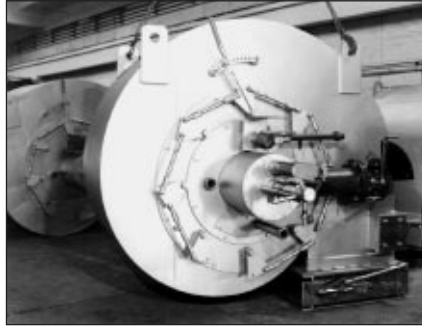
Kiseb teljesítményű égőket fejlesztettünk ki bányametán, nagy inerttartalmú hazai földgáz, PB-gáz, folyékony PB, biogáz és finomítói gázok eltüzelésére, a felhasználók igényei szerinti automatikus működtetéssel.

Ezek közül kiemelhetők:

- 170 db 32 kW hőteljesítményű propán tüzelőanyagú váltófűtő berendezés. MÁV
- 47 db lángórral védett finomítói olajgáz kemenceégő. MOL-TIFO, MOL-ZFO
- 48 db lángórral védett gázégő. MOL-Algyő

### Fáklyaégők

Az 1990-es években új piacot jelentettek a fáklyaégők iránt megnövekedett igények. Az egyedi igényekhez illesztett fejlesztések eredményeképpen 1993–1996 között 16



■ 5. ábra. Egyedi kialakítású erőművi égő

fáklyaégő fejlesztésére és szállítására, üzembe helyezésére került sor 200–80 000 m<sup>3</sup>/óra lefűtési kapacitások között finomítói gázmaradékok, etilén, benzol, vegyipari véggázok stb. elégetésére.

A konstrukciók között a hagyományos füstös fáklyás mellett a levegőbeszívásos és a füstnélküli gőzbefűvésos konstrukciók egyaránt megjelentek (6. ábra).

### Forgódobos kemencék tüzelőberendezései

Az égős konstrukciók egyik különleges területét biztosították a timföld- és cementgyártó, az agyagégető és az ércdúsító művek forgódobos kemencéi, amely területre 1980–1991 között belföldre 12, exportra négy 20–50 MW teljesítményű égő került kifejlesztésre és szállításra a megfelelő hordozókocsikkal, lángórzéssel és vezérléssel, valamint a kapcsolódó biztonsági szerelvényezéssel (7. ábra). A fő felhasználók között belföldön az Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohó (1976, 1982), valamint a váci Dunai Cement és Mészmű (1991) emelhető ki.

### Tégla- és cserépipari tüzelőrendszerek

Jelentős volt a TÜKI szerepe a hazai durva-kerámia ipar hőellátásának földgázra, kisebb mértékben olajra, ill. PB-gázra való átváltásában.

TÜKI blokkégőkkel megvalósított, egy- vagy kétégős tüzelési rendszerű termogenerátorok biztosították az üzemek szárítóinak részbeni hőellátását, ezek közül 1983–1994 között 22 hazai városban 32 egység berendezéseit tervezte és szállította sikeresen az intézet (8. ábra).

A téglagégető alagút- és körkemencék boltozati tüzelése – egy-egy kemencén 16–40 égővel – különleges tüzelőberendezéseket igényelt. Az ide kifejlesztett színgáz, majd levegő-földgázégőkkel a TÜKI munkatársai 1983–1995 között 24 magyaror-



■ 6. ábra. Nagyteljesítményű kohógáz fáklya

szági városban működő téglagyár három körkemencéjének és 32 téglagégető alagút-kemencéjének földgázra (néhány esetben olajra, ill. PB-gázra is) történő átváltását valósították meg (9. ábra).

### Egyedi technológiai tüzelőberendezések

A különleges technológiákhoz szállított nagyszámú tüzelőberendezés közül a következők emelhetők ki:

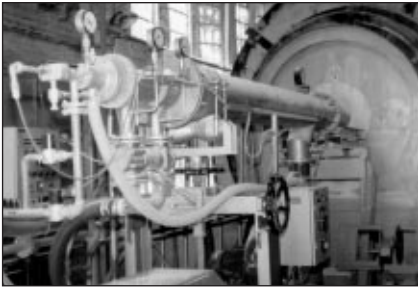
- a DUNAFERR Dunai Vasmű Acélműve részére szállított konverter-kiegészítő és üsthőntartó berendezések;
- a Maxhütte (NDK) részére szállított konverter-kiegészítő berendezés;
- az üvegtechnológiákhoz szállított karantnyúégők stb.;
- a teljes vállalat földgázra történő átváltása (Parádi Üvegyár).

A szabályozott hőmérsékletű füstgázokat kibocsájtó, 0,5–20 MW hőteljesítményű, TÜKI fejlesztésű füstgázgenerátorokat széles felhasználói kör hasznosította:

- a hazai cukorgyárak répaszelet szárító technológiái;
- új, egyéb felhasználók homok- és poralukú termékeinek szállítói;
- üvegtechnológiai berendezések.

### Kemencefejlesztések

A TÜKI kemencefejlesztő tevékenysége az 1970-es években intézeti szabadalom alapján kifejlesztett RB kemenceépítési technikát felhasználva, a teljes innovációs lánc (tervezéstől a berendezések kifejlesztés-



■ **7. ábra.** Forgódobos kemence földgázégő

tésén és leszállításán át az üzembe helyezésekig) biztosításához fővállalkozásokba ment át, s így 12 kemence épült meg az SKÜ (Salgótarján), a KÖFÉM (Székesfehérvár), a Budapesti Alumínium Palackgyár és a Láng Gépgyár telephelyein.

Ezen kemencék közül a KÖFÉM-ben épült kemencék a legimpozánsabbak, ide további három kamrás megeresztő-kemence terve még 1980 előtt elkészült, de megvalósításukra csak 1982-ben került sor (10. ábra).

1980-tól kezdődően a kemencefejlesztő tevékenység a korábbi üzemi tapasztalatokkal felvérteződve szélesebb körűvé vált, és a legkülönbözőbb ízzító-, olvasztó-, hőkezelő-, szárító-, horganyzó stb. kemencék kifejlesztésére került sor.

1980-1990 között a saját célra kifejlesztett és épített lángvizsgáló kemencéken és vizsgáló tűztereken túlmenően 56 ipari kemence, majd 1991-2000 között további 36 kemence saját kivitelezése vagy saját fejlesztésén alapuló, fővállalkozásban történő megvalósulása mellett átépítésre került 24 gáztüzelésű fűtőharang-kemence is (11. ábra). A kifejlesztett kemencék többsége földgáztüzelésű, de megvalósultak olajtüzelésű, ill. elektromos ellenállásfűtésű kemencék is jelentős darabszámban.

Külön meg kell jegyezni, hogy a kemencék fejlesztése kiterjedt a kiszolgáló aggregátok (védőgáz előállító egységek, berakókocsik, sisakmozgató szerkezetek stb.) fejlesztésére, tervezésére és megvalósítására is. A nagyobb teljesítményű kemencék közül kiemelhetők a következők:

- KÖFÉM (Székesfehérvár)
  - szerszám-előmelegítő kemence (1981);
  - 50/60 tonnás alumíniumolvasztó kemence (1982) (12. ábra);
  - három db 6 tonnás megeresztő kamráskemence (1980-1982);
  - 2x40 tonnás kétkamrás lágyítókemence (1982);

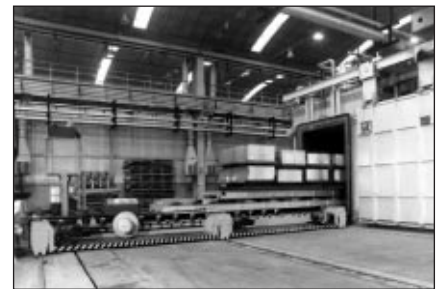


■ **8. ábra.** Termogenerátor

- 60 tonnás ikerkamrás tuskóhomogenizáló kemence (1988);
  - 40 tonnás préstermék-megeresztő kemence (1989).
  - Tatabányai Alumíniumkohó
    - 5 és 10 tonnás alumíniumolvasztó kemence.
  - CH RT. Miskolc, Alsózsolca
    - 14 tonnás, villamos fűtésű, kétállásos, védőgázos hőkezelő kemence acélhuzalok és rudak lágyítására (1985);
    - 6x4 tonnás villamos fűtésű, védőgázos harangkemence-telep (1989);
    - 30 tonnás villamos fűtésű, védőgázos sisakkemence retortával és védőgázellátó rendszerrel (1998) (13. ábra);
  - DWA Hideghengermű Kft. (Dunaújváros)
    - 24 gáztüzelésű fűtőharang hőcserélő rendszerrel a 72 állásos hideghengerművi hőkezelő üzemben (1999).
  - Le Belier Mo. Formaöntöde Rt. (Ajka)
    - négy db villamos fűtésű kamrás hőkezelő kemence (1999-2000);
    - egy db villamos fűtésű görgős hőkezelő kemence (2000).
- A kisebb kemencék közül kiemelhetők:
- Hódgép (Hódmezővásárhely)
    - gyorsizzító kemencék (1980-1983).
  - Ajkai Alumíniumkohó és Timföldgyár
    - csurgatókemence (1985);
    - öntvénynemesítő kemence (1987).
  - TVK Rt. (Tiszaújváros)
    - fluid-rendszerű szerszámtisztító kemence (1988).
  - Állami Pénzverde (Budapest)
    - alumínium- és bronzolvasztó tégelyes kemencék (1987),
    - sófürdős kemencék (1989).
  - Magyarmet Finomöntöde Bt. (Bicske)
    - formaelőmelegítő és keramizáló kemencék (1995).
  - Dienes Hungaria Kft. (Diósd)
    - konvektoros hőkezelő kemence (1998) (14. ábra).
- A saját fővállalkozásokon túlmenően a



■ **9. ábra.** Téглаégető alagútkemence földgáztüzelő berendezése



■ **10. ábra.** Nagy teljesítményű védőgázos Al lemez hőkezelő kemence



■ **11. ábra.** Acélszalag-tekerics hőkezelő harangkemence park



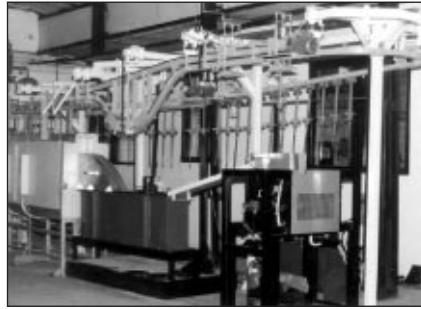
■ **12. ábra.** 60 t kapacitású földgáztüzelésű Al olvasztó kemence

TÜKI fejlesztőmunkája és tervei alapján korszerűsítették többek között:

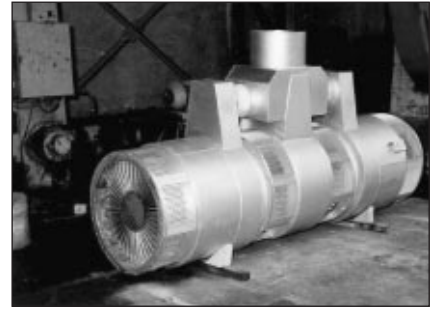
- az LKM (Diósgyőr)
  - 0., I., II. és III. számú mélykemencéjét (1980-1986);



■ 13. ábra. 30 tonnás villamos fűtésű retortás védőgázos sisakkemence



■ 14. ábra. Konvejos hőkezelő kemence



■ 15. ábra. Lemeztáskás hőcserélő

- a DUNAFERR Dunai Vasmű Rt. Meleghengermű (Dunaujváros)
  - tolokemencéi alsó zónáinak fűtési rendszerét (1986);
- az SKÜ (Salgótarján) és az ÓKÜ (Ózd)
  - izzítókemencéit (1982);
- a KÖFÉM (Székesfehérvár)
  - aluprofil hőkezelő kemencéit (1987);
  - a hattonás megeresztő kemencéket (1993–1994);
  - a 40 tonnás megeresztő kemencét (1997);
  - a 30 tonnás alumíniumolvasztó kemence regeneratív tüzelését (1997).

A kemencehatásfok javítását célozták a TÜKI által kifejlesztett és szabadalmaztatott különleges rekuperátor konstrukciók, melyek nagyszámú alkalmazásának kiemelhető referencialhelyei a következők:

- kazettás rekuperátorok
  - mélykemencék és tolokemencék füstcsatornáiba (LKM, DUNAFERR, Lőrinci Hengermű);

- lemezes rekuperátorok
  - 3×72 egységből álló hőcserélő rendszer reformáló-kemencékhez kéményrekuperátorként (MOL-DKV, Százhalombatta, 15. ábra).

A külső piaci körülmények megváltozása alapján alapvetően különbözők az 1980–1990 és az 1991–2000 közötti szakaszok feltételei. Az 1980–1990 közötti prosperáló időszak során a megújult duoblokkégők mellett saját fejlesztéssel, ill. részben célprogramos finanszírozással kifejlesztettük a sorozatgyártmányok között a korszerűsített TGB-TOB monoblokkégők, a K-típusú ipari égők (16. ábra), az ISR-típusú rekuperatív impulzuségők, az ETLA tüzelésszabályozók, UV lángőrök, szabadon programozható vezérlőkészülékek, RB-tokozatú égők, lángzárak stb. egyes típusait. A sorozatgyártás mellett jelentősen növekedett az egyedi konstrukciókon alapuló tüzelőrendszerek és kemencék fejlesztése is.

## A licencértékesítés eredményei

A TÜKI az 1960-as években saját kivitelezési kapacitás hiányában főként licenc formájában értékesítette fejlesztési eredményeit, így került sor a KGYV felé az ABC típusú kétvezetékes ipari földgázégők, a Bi típusú injektoros ipari földgázégők, majd az 1970-es években a P típusú ventilációs porlasztású ipari olajégők, a kisteljesítményű füstgázgenerátorok, az RB elemekből épülő kemenceépítési elv, míg a Pestvidéki Gépgyár felé az MGD típusú mágnesszelepek nagyobb méretű változatai gyártási licencének értékesítésére. Az ipari égőkből közel 20 000-et gyártottak, az ipari olajégők és mágnesszelepek gyártása is több ezres nagyságrendet ért el, míg a többi termék ismeretlen darabszámban került értékesítésre.

Az 1980-as években kiépült saját gyártókapacitások miatt a saját fejlesztésű termékek licencértékesítését csak kapacitás-

1. táblázat. A TÜKI által sorozatjelleggel gyártott mágnesszelepek és blokkégők, db

Megnevezés	Évek						
	1968-1979	1980-2000	1968-2000	1980-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000
<b>Mágnesszelepek</b>							
MGD (F) 20-40	13800	14026	27826	7621	4631	1657	117
MGD 65-200	4100	9135	13235	4721	3007	956	451
<b>Összesen</b>	<b>17900</b>	<b>23161</b>	<b>41061</b>				
<b>Monoblokkégők</b>							
SBi	255	45	300	-	-	-	
TG3E	-	927	927	-	-	-	
TG (0) 36	2557	2631	5188	2862	69	-	
TG (0) 78	1028	2680	3708	2634	46	-	
TG(0)B 1400-4300	-	779	779	692	78	9	
<b>Összesen</b>	<b>3840</b>	<b>7062</b>	<b>10902</b>				
<b>Duoblokkégők</b>							
D-Automat 5-8,5	620	-	620	-	-	-	-
LNG 400-1000	34	606	640	562	39	5	
DIG 3,0-8,5	47	73	120	73	-	-	
NO-1000	45	-	45	-	-	-	
<b>Összesen</b>	<b>746</b>	<b>679</b>	<b>1425</b>				
<b>Égők mindösszesen</b>	<b>4586</b>	<b>7741</b>	<b>12327</b>				

hiány, ill. a saját gyártási feltételek hiánya indokolta. Ezen időszakban a FFV részére a kisméretű MGD mágnesselepek, a Kalocsai Vas- és Fémipari Szövetkezet részére az UL-1 típusú lángörök, a metándetektorok és a KF1 kisszabályozók licencértékesítésére került sor. Ezen termékek mindegyikéből ezres nagyságrendben gyártottak. Az intézet licencbevétele az éves árbevétel 0,5-1,5%-a körül mozgott. Az 1990-es években a FIB (Le Four Industriel Belge) vásárolta meg a laposlángú gázégők licencét.

### Képviseleti tevékenység

A TÜKI az 1990-es években a HEGWEIN (Németország) céggel gyújtó- és támasztó-égők, a PYRONICS (USA) cég európai képviseletével, annak megkeresésére, kisteljesítményű ipari gázégők forgalmazására kötött képviseleti szerződést. Ezen cégek termékeit rövid átfutási idejű feladatainknál előszeretettel alkalmazták tervezőink, de külső megkeresések révén is bővült a piacuk.

1995-ben közös vállalatot hoztunk létre a PROTEGO (Németország) céggel láng- és robbanászárok értékesítésére, beleértve a TÜKI által korábban kifejlesztett típusokat is.

### A TÜKI K+F tevékenysége Részvétel országos programokban

A TÜKI elismert kutatás-fejlesztési tevékenységét elősegítette, hogy:

- 1980-1985 között az OKKFT 4/d A tüzelestechnika fejlesztése című alprogramját vezetve 56 Mft központi támogatással 7 kutatási témát valósított meg;
- 1986-1990 között az időszaki OKKFT több alprogram témáiból hasonló nagyságrendű, de már részlegesen visszafizetési kötelezettséggel terhelt 8 témát irányított;
- 1991-től évi 3-12 Mft közötti teljes visszafizetési kötelezettséggel járó OMFB témán túl a PHARE-program keretében 3 téma finanszírozására is sor került.

Ezen kutatási témákkal korábban kohászati és gépipari energiamegtakarítást célzó kutatásokat, különleges égők kifejlesztését, ill. import kiváltását célzó fejlesztéseket finanszíroztak.

Részben ilyen témák finanszírozták az új lángvizsgáló kemence megépítését, 1980-1990 között egyes műszervásárlásokat, a számítógépes tervezés első szoftvereit, valamint az ISO 9000 minőségbiztosítási rendszer bevezetését (17. ábra).

### Saját árbevétel terhére finanszírozott kutatások

Kutatások finanszírozására, saját ötletek kidolgozására, fejlesztések elkezdésére a TÜKI évente árbevételének 1-3%-át fordította, melynek eredményeképp sok új égő, szerelvény, automatika fejlesztése kezdődött el vagy folytatódott, és ahol lehetett, a befejezést már külső megrendeléshez kapcsoltuk. Ezen tevékenység keretében egyes hőátadási problémák, égési jellemzők vizsgálatára és mérési módszerek, eszközök kifejlesztésére is sor került.

### Innovációs tevékenység dokumentumai

A saját eredmény terhére végzett kutatásokról belső intézeti jelentések, az országos kutatási programok teljesítéséről beszámoló jelentések, a megbízások fejlesztésekről csak a megbízó számára készült, szerződés szerinti vizsgálati jelentések, tervdokumentációk, működési, szerelési, karbantartási leírások és utasítások készültek igen nagy számban.

A rendkívül sok egyedi és invenciózus fejlesztés mellett önkritikusan megállapítható, hogy az országos helyzethez hasonlóan a TÜKI-ben is csökkent a szabadalmak száma, különösen az időszak második felében, amikor megszűnt az önálló szabadalmi ügyvivői munkakör.

A tudományos minősítések területén a tárgyidőszakban négy fő szerzett kandidátusi minősítést (akik közül három már korábbi időszakban elkezdte munkáját) és további két fő kezdte el erre irányuló munkáját (egy fő a munkahelyi védésg is eljutott, de értekezését nem védte meg sikeresen). Megjegyzendő, hogy többen szereztek egyetemi doktorátust és kandidátusi minősítést már a TÜKI-ből történő távozásuk után. Ugyancsak megemlíthető, hogy ketten ezen időszakban szereztek meg PhD minősítésüket a TÜKI jelenlegi vezetéséből.

### Rendezvények, ipari szemináriumok

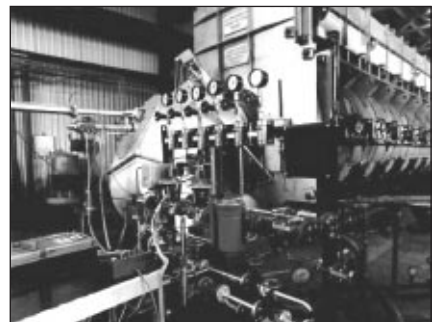
A TÜKI többször rendezett fejlesztési eredményeiről konkrét, a témához kapcsolódó ankétokat; kísérleti, üzemi, ill. helyszíni bemutatókat az ezekhez kapcsolódó előadásokkal, műszaki információs és reklámanyagokkal. Nagyszámú prospektus mutat be és juttatta el a felhasználóhoz a friss műszaki információkat, fejlesztési eredményeket, és ismertette a terméket.



16. ábra. K-4000MK típusú ipari égők gáz- és olajtüzelésre



17. ábra. Égővizsgálat a Lángvizsgáló Üzem kísérleti kemencéjén



18. ábra. Blokkégő besabályozása a Lángvizsgáló Üzem kísérleti kemencéjén

Elsősorban a sorozatban gyártott termékek indokolták részvételünket a belföldi, és esetenként a külföldi szakvásárokon. Az 1980-as évtizedben rendszeres résztvevői voltunk a Budapesti Nemzetközi Vásárnak, az 1990-es évek elején a Hungarotherm szakkiállításnak, valamint számos gázipari, környezetvédelmi és innovációs rendezvényhez, konferenciához kapcsolódó bemutatónak, kiállításnak.

Külföldi kiállításokon finánciális gon-

dok miatt többnyire egy-két fő képviselte más cégekhez kapcsolódóan intézetünket, de folyamatosan biztosítottuk egy-két kutató kiutazását a legfrissebb szakterületi fejlesztési eredmények megismerésére.

A kutatási tevékenységekről a belföldi és nemzetközi konferenciákon, a KGST rendezvényeken és a szakfolyóirati cikkeken túlmenően 1962 óta kezdetben egyedül, később az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesülettel közösen rendezett ipari szemináriumokon számoltunk be (2. táblázat).

A szemináriumok könyvformájú kiadványaiban az előadások több mint 90%-a írásban is megjelent, összesen több mint 10 000 oldalon. A szemináriumok 2000 után is folytatódtak, de a kiadványok a korának megfelelően ma már CD, illetve DVD lemezen jelennek meg.

### Beruházások, létesítmények

A TÜKI központi irodaházát 1979-ben a korábbi 4 szintről 6 szintre bővítettük, az így megnövelt alapterület lehetőséget biztosított új kutatási laboratóriumok (égéseméleti, hőátadási, kémiai) korszerű elhelyezésére.

1982-ben került átadásra az új lángvizsgáló létesítmény 2×12×36 m<sup>2</sup>-es kísérleti csarnokkal, iroda- és öltözőépülettel, műhellyel. A létesítmény stabil vizsgálókemencéi közül saját tervek alapján 1983-ban a 2 MW hőteljesítményű égők vizsgálatára alkalmas "C" jelű kemence (18. ábra), majd 1984-ben az ugyancsak saját konstrukciójú, szekciós vízfűtésű, 2×10 m-es "A" jelű kemence épült meg az egyik vizsgálócsarnokban, míg a másik csarnok területén az egyedi égő- és kemencefejlesztések provizórikus tesztberendezései jöttek létre az adott kutatások időpontjában.

Az önálló földgáz, olaj, sűrített levegő, gőz és hűtővíz ellátással rendelkező TÜKI tulajdonú telephelyet a privatizációt előkészítő vagyonértékelő American Appraiser a világon az első 5 közé sorolta.

1983-ban megépült a központi raktár 2db 9x45 m-es csarnokok a korábbi II. műhelycsarnokhoz támaszkodva, valamint az úgynevezett MEO épületszárny az I-es számú csarnok oldalán, valamint a galvanizáló önálló épülete.

1985-ben létrejött az akklimatizált számítógépterem az akkor beszerezhető hazai gyártású TPA 1140 típusú központi számítógéppel és létrejött a számítástechnikai csoport.

2. táblázat. Az ipari szemináriumok összefoglaló adatai

Időszak	Sorszám	Rendezvények száma			Előadások száma			
		Összesen	hazai	külföldi	összesen	TÜKI	hazai	külföldi
1962-1979	I-XVII	17	15	2	245	103	102	40
1980-1999	XVIII-XXXV	18	15	3	436	184	210	42
1962-1999	I-XXXV	35	30	5	741	347	312	82

3. táblázat. Az intézeti létszámok alakulása

Év	Létszám, fő				
	összesen	K+F összes	K+F mérnök	fizikai összes	gyártó létszám
1980	420	152	92	199	163
1985	457	167	90	181	154
1990	424	148	81	168	142
1992	277	84	66	118	102
1995	181	...	68	58	51
1999	134	68	63	50	45

1988-ig a vállalati műszerezettséget – ha nem is bővíteni – de sikerült szinten tartani.

### Az 1990-2000 közötti évek hatása

Az 1989-es rendszerváltás után bekövetkezett gazdasági pangás, a hagyományos piacok és kapcsolatok megszűnte vagy felbomlása miatt alapvetően új gondokat jelentett a saját tevékenységét önállóan finanszírozó kutató-fejlesztő szféra számára.

Számunkra további nehézséget jelentett az eddigi árbevételünk jelentős, bár változó hányadát képviselő sorozatgyártmányok piaci telítődés miatti piacvesztése. Ez utóbbi az egyedi fejlesztéseken alapuló, lényeges többlet dokumentációs és idő igényű vállalkozások növelését igényelte, csökkenő létszámok mellett, ugyanakkor még jelentős kapacitást kötött le a korábbi években gyártott berendezések üzembe helyezése és szervizelése.

Az 1988-ra 488 fő jogi létszámra növekedő állomány munkával történő ellátásának a feltételei ezen időszakban már nem voltak biztosíthatóak, így előtérbe került a létszám, ezen belül a kivitelező kapacitás leépítésének a kényszere (3. táblázat).

Az rt.-ként történő működés értelemszerűen a gazdaságosságot helyezte előtérbe, még a dolgozó foglalkoztatási érdekek rovására is, így ettől kezdve a tevékenység gazdaságossága és eredményessége bár ingadozóan, de évről évre javult.

1988-ig a létszámutánpótlásnál nem a leépítés, hanem a fizikai hiányszakmák pótlása jelentett gondot (CNC esztergályos, minősített hegesztő stb.).

1990-2000 között a létszámcsökkentés bár enyhébben, de a K+F kapacitásra is kihatott, így a növekvő egyedi fejlesztési feladatok dokumentációs, kísérleti és üzembe helyezési feladatainak terhére csökkenő létszám viselte. Nagyobb gondot jelentett a TÜKI-t alkotók első generációjának kiöregedése, nyugdíjba vonulása.

Ezen időszakban már csak a részben felső utasításra (1. műhelycsarnok), részben a gazdasági helyzet miatt kihasználatlaná vált és értékesített létesítmények (központi irodaház) kisebb léptékű pótlására nyílt lehetőség (jelenlegi irodaház déli szárnya). Nagyon korlátozott mértékben adódtak lehetőségek az infrastruktúrához tartozó gépek, szállítóeszközök, műszerek és számítástechnikai eszközök megújítása területén.

Úgy gondolom az eredmények részletes felsorolása mellé hozzátartozik ezen körülmények szűkszavú ismertetése is.

### Összefoglalás

Minden nehézség ellenére összefoglalóan megállapítható, hogy a TÜKI alkotó gárdája eredményes tevékenységet folytatott és továbbfejlesztette a magyar tüzeléstechnikai kultúrát az 1980-2000 közötti időszak prosperálóbb első felében éppúgy, mint a nehéz gazdasági körülmények közötti második féldézsakban.

A TÜKI egyike a talpon maradt ipari kutatóhelyeknek, amelynek korábbi eredményei, elismert tevékenysége biztosította új piacok megszerzését és tevékenysége eredményes folytatását, melyről a következő előadás számol be.

## A TÜKI Zrt. kutatás-fejlesztési eredményei 2000–2008 között

**A cikk a TÜKI Tüzeléstechnikai Kutató és Fejlesztő Zrt. (közismerten TÜKI Zrt.) 50. éves fennállásának alkalmából 2008. október 15–16-án Dunaujvárosban megrendezett TŰZELÉSTECHNIKA 2008 című 42. Ipari Szemináriumon elhangzó előadásra épül. A cikk a TÜKI Zrt. által 2000–2008 között elvégzett kutatási-fejlesztési feladatok eredményeiről számol be, referenciamunkák szemléltetésével az ipari kemencék és tüzelőberendezések fejlesztése területéről, külön kitérve a pályázati forrásokból megvalósított alkalmazott kutatási tevékenységek bemutatására.**

### Bevezetés

A TÜKI Zrt. privatizációja 2000 júliusában zárult le, ettől az időponttól a korábbi állami tulajdonú társaság magántársaságként folytatta tevékenységét, minősített többségi befolyást szerző tulajdonosa az ISD POWER Kft. lett. A TÜKI Zrt. 2006 januárjától az ISD DUNAFERR Zrt. leányvállalataként működik. A leányvállalati minősítés nem csak a vállalat gazdasági rendszerének működési folyamataiban hozott változást, hanem az ISD DUNAFERR Zrt. és leányvállalatainak megrendelése is növekedtek, s ez az árbevételben is jelentkezett.

A TÜKI Zrt. fő célkitűzése, hogy ipari partnerei egyedi tüzeléstechnikai igényeinek kielégítésére K+F szolgáltatásokkal, valamint speciális, környezetkímélő, gazdaságos energiafelhasználású és az EU biztonságtechnikai előírásait kielégítő – több évtized tapasztalataival kifejlesztett – tüzelési és hőtechnikai rendszerekkel álljon rendelkezésére.

A társaság, privatizációját követően, több lépcsőben végrehajtott szervezeti átalakításon ment keresztül, melynek eredményeként állt elő a mai struktúrá-

ban működő szervezet (1. ábra).

Egy projektorientált szervezeti felépítés került kialakításra, mely természetesen tartalmazza a stratégiai, valamint az operatív irányítást is a szervezetben és a működésben.

### 1. K+F tevékenység 2000–2008 között

A TÜKI Zrt. fő műszaki tevékenységi területeit az alapítástól a mai napig megőrizte, ill. az eltelt évek alatt különböző szolgáltatásokkal bővítette. A 2. ábra a TÜKI Zrt. árbevételének összetételét mutatja 2000-2008-ig, tekintettel a meghatározó alaptevékenységekre, így

- ipari kemencék és hőcserélők tervezése, gyártása és üzembe helyezése;
- tüzelőberendezések tervezése, gyártása és üzembe helyezése;
- alkalmazott kutatási tevékenység, tanulmányok és szakértői anyagok készítése;
- a TÜKI által fejlesztett berendezések karbantartása;
- egyéb mérnöki szolgáltatási tevékenység (pl. hazai és EU-s pályázatok készítése, ipari kemencék és tüzelési rendszerek, valamint sajátos építmények engedélyezte-

tési eljárásainak lefolytatása, CO<sub>2</sub> hitelesítő tevékenység végzése).

Az ábra tükrözi, hogy az egyes tevékenységi területeken, a megrendelők beruházási szándékától függően, az elért árbevétel arány évenként eltérést mutat. Vállalkozási területen meghatározó az egyedi berendezések építése, de emellett az ipari égőknek és kiegészítő elemeinek, valamint szerelvényeinek sorozatjellegű gyártása folyik.

Az alkalmazott kutatási tevékenység éves átlagértéke a bevétel kb. 8%-a.

#### 1.1. Ipari kemencék és tüzelési rendszereik

A TÜKI Zrt. kemencefejlesztési tevékenysége több évtizedes múltra tekint vissza. Az ipari kemencék – kiegészülve a korszerű tüzelésbiztonsági és szabályozó elemekkel, valamint a kemencekiszolgáló szerkezetekkel –, megteremtették az alapját egy átfogó kemencefejlesztési tevékenységnek, és lehetővé tették a nagyteljesítményű hőkezelő kemencék teljes körű megvalósítását.

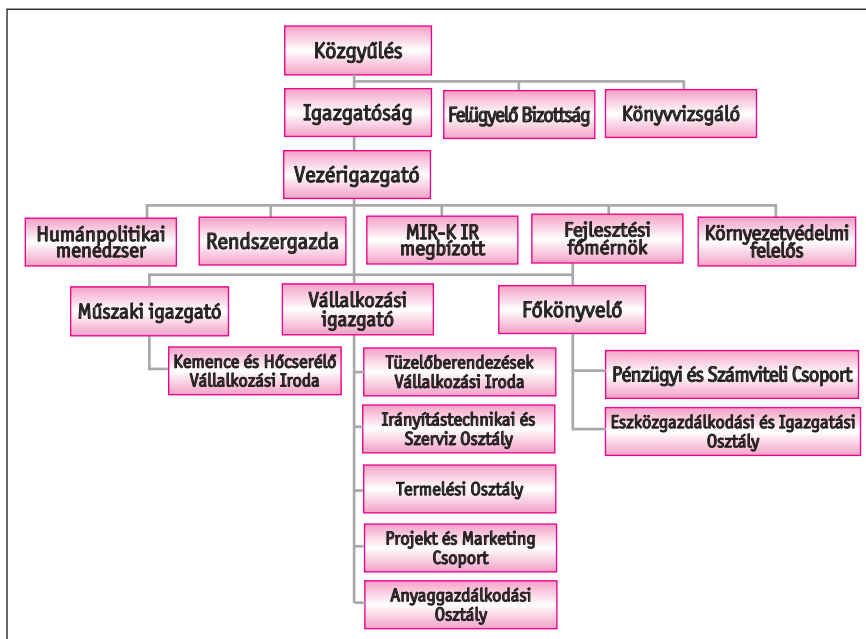
Az innovációs tevékenységben a hangsúly a minőségi, környezetvédelmi, energetikai és komfortossági követelmények kielégítésére tevődött át. Az ipari kemencékhez fűződő feladatok meghatározó része lett a berendezés komplex megvalósítása. Nem ritka ugyanakkor a rekonstrukciós programokban való részvétel sem részegységek felújítása vagy utólagos rendszerbeillesztése által.

Az ipari kemencéket a technológiai feladat követelményeinek megfelelően alakítjuk ki. Az optimális üzemvitelt és a széleskörű alkalmazhatóságot a meghatározó részegységek széles termékválasztéka biztosítja.

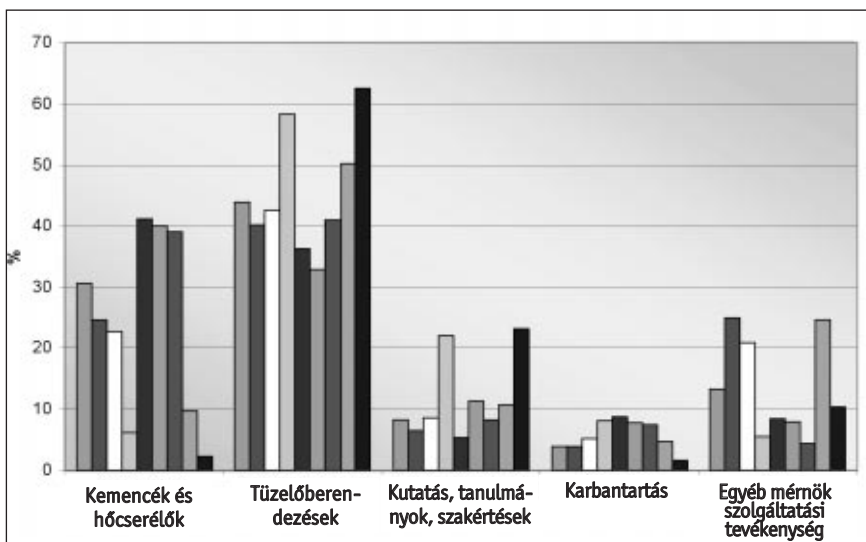
Termékválasztékunkban megtalálhatóak az alumíniumipari olvasztó- és hőkezelő kemencék, az acélipari izzító- és hőkezelő kemencék. Külön termékcsoportot képeznek a harang- és sisakkemencék, ill. az egyedi kemencetípusok, pld. gáz- vagy olajtüzelésű horganyzókemencék; zsírtalanító, oxidáló és szárító berendezések.

---

**Dr. Sevcsik Mónika** okleveles kohómérnök, közgazdász, 1994-ben szerzett okleveles kohómérnöki diplomát a Miskolci Egyetemen, majd 1997-ben közgazdász diplomát szintén a Miskolci Egyetemen. A kohómérnöki diploma megszerzése után a Miskolci Egyetem doktoranduszaként a Miskolci Egyetem Metallurgia Doktori Program Anyagtechnológiákbeli Energiafelhasználás doktori alprogram keretében szerzett Ph.D. doktori minősítést 1998-ban. Kutatási területei: tüzelés, kohászati kemencék és ipari tüzelési rendszerek, valamint az energetika, energiaracionalizálás és környezetvédelem. Dr. Sevcsik Mónika 1997-2000. októberéig dolgozott a DUNAFERR Energiaszolgáltató Kft.-nél, kezdetben főmunkatárs, majd tervezési és elemzési osztályvezetői munkakörben. Majd 2000. novemberétől a mai napig a TÜKI Tüzeléstechnikai Kutató és Fejlesztő Zrt. vezérigazgatójaként dolgozik.



■ 1. ábra. Szervezeti felépítés



■ 2. ábra. Árbevétel összetétele tevékenységi típusonként 2000–2008-ig

Sorozattermékként kerülnek gyártásra az ipari kemencék speciális égőtípusai és tartozékai, többek között növelt lángimpulzusú égők, laposlángú égők, rekuperatív égők, valamint az ipari tüzeléstechnikában energiamegtakarítás céljából elterjedten használt lemeztáskás (füstgáz-levegő) rekuperátorok.

A kemencék kedvező fajlagos energiafelhasználását központi rekuperátor vagy rekuperatív égő alkalmazása biztosítja. Az acélipari izzítókemencéknél beépített korszerű rekuperatív impulzuségők biztosítják a gyors hőátadást, a hatékony hőhasznosítást, a gazdaságos üzemeltetést, csökkentett zajszint és minimális NO<sub>x</sub> emisszió mel-

lett. A reveszegény izzításnál többlépcsős tüzelés valósul meg, amely az NO<sub>x</sub> emissziót is tovább csökkenti. Kis munkaterű berendezéseknél előnyösen alkalmazhatók a speciális égők geometriával rendelkező sugárzó égők.

Gáztüzelésű hőkezelő kemencéknél alkalmazhatók a TÜKI által fejlesztett indirekt sugárzó elemek. Segítségükkel nagy tömegű levegő vagy védőgázáram melegíthető fel alacsony energia felhasználás mellett.

A korszerűség követelményeinek megfelelően a kemencék fontos része a betét mozgatóját biztosító mechanizmus (kocsi, emelőgép stb.) is. A hőkezelő kemencék rugalmas üzemmenetét a kis hőkapacitású

tűzálló és szálkerámia szigetelő anyagok teszik lehetővé. Valamennyi kemencetípustnál egységes alapelvek szerint kerül kialakításra a vezérlés és műszerezés rendszere az egyszerű, üzembiztos megoldásoktól a legmagasabb szintű biztonságtechnikai igények kielégítéséig.

A 2000 és 2008 között megvalósított berendezések közül szemléltet néhány hőkezelő kemencét a 3. ábra.

### 1.2. Tüzelőberendezések, ipari égők és fáklyaégők

A TÜKI Zrt. másik fő műszaki tevékenységi területe a tüzelőberendezések fejlesztése. A TÜKI már a 60-as évektől fogva – az első magyar földgázprogramhoz kapcsolódva – olyan gázégőcsaládokat és tartozékait fejlesztett ki, melyek lehetővé tették a magyar ipar kemencéinek és kazánjainak átállítását a modern, biztonságos és jó hatásfokú gáztüzelésre. Később ezen égők olajos és alternatív tüzelésű változatai is kifejlesztésre kerültek. A TÜKI által szállított komplett tüzelési rendszerekre jellemző, hogy az ipari égők készre szereltek, a vonatkozó hatósági előírásoknak megfelelő biztonsági szeleprendszerekkel, működtető automatikákkal együtt készülnek. Az évek során a TÜKI a speciális, egyedi ipari technológiai tüzelési rendszerek kifejlesztésére is vállalkozott.

A technológiai tüzelőberendezéseit a TÜKI rendszeresen továbbfejleszteti – különös tekintettel a környezetvédelmi vonatkozásokra – annak érdekében, hogy azok mindenkor megfeleljenek az érvényes biztonságtechnikai és energiatakarékossági előírásoknak, követelményeknek.

A TÜKI tüzelőberendezések termékvalasztékában megtalálhatóak a fáklyaégők, a füstgáz- és termogenerátorok, valamint szűrők tüzelőberendezései, kazánok tüzelőberendezései, technológiai hulladékok és melléktermékek tüzelőberendezései, csőkemencék és forgódobos kemencék tüzelőberendezései, konverter felfűtő és üstmelegítő berendezések, valamint egyéb technológiai tüzelőberendezések (pld. homok és zúzottkő szárítására, illetve felmelegítésére alkalmas gáz- és olajégők, téglá-, cserép- és kerámiaipar számára fejlesztett egyedi kialakítású, elsősorban gáztüzelésű tüzelőberendezések, üvegipar részben speciális égői, mészégetésre használatos aknás kemencék speciális tüzelőberendezései, valamint a fluidágyas szerszámtisztító berendezések).

A tüzelőberendezések fejlesztési tevékenységén belül kiemelkednek az ipari kemencék és kazánok tüzelésére alkalmas égők, valamint a kapcsolódó vezérlő automatikák és speciális szerelvények fejlesztési eredményei.

A jelenlegi ipari égők közül a K-típusú és K-M ( $\text{NO}_x$ )-típusú égőcsalád (névleges hőteljesítmény: 50–25 000 kW), valamint a BGT-típusú és BGT ( $\text{NO}_x$ )-típusú égőcsalád különböző névleges hőteljesítményű tagjai kemencék, kazánok, szárítók, hulladékégetők és hulladék-együttégető berendezések gáz, olaj, illetve más folyékony tüzelőanyag alternatív és kombinatív tüzelésére alkalmazhatóak, előmelegítetlen és előmelegített égéslevegő ellátás mellett. A K-típusú és K-M ( $\text{NO}_x$ )-típusú égőcsalád hulladékgáz bekeverő rendszerrel ellátott változata is kifejlesztésre került.

Az égők tüzelőanyag-égéslevegő arányának szabályozása égőnként vagy égőcsoportonként mechanikus vagy elektronikus rendszerű arányszabályozókkal történik.

Kifejlesztésre került az elmúlt években a GEI-20 típusú gyújtóégő család (mely 20 kW azonos névleges hőteljesítményű, de különböző beépítési hosszúságú ( $L=80-1\ 400$  mm) tagokból áll), amely különböző főégőkhöz rendelt folyamatos üzemeltetésre is alkalmas gyújtóégő. Kifejlesztésre került továbbá a GPI-20 típusú órlángégő család (mely 20 kW azonos névleges hőteljesítményű, de különböző beépítési hosszúságú ( $L=80-1\ 400$  mm) tagokból áll), amely a főégőt az üzem indításakor begyűjtja, és folyamatos üzemével ellátja az égésbiztosítást.

A berendezések szállítása komplett tüzelőanyag- és levegőoldali szerelvényszakaszokkal, igény szerint elektromos vagy elektro-pneumatikus biztonsági gyorselzárókkal, valamint többféle vezérlőautomatikával, és az adott beépítési helyhez igazodó egyéb kiegészítő berendezésekkel (távadók, reteszadók stb.) történik.

Az automatizálás területén a TÜKI rugalmasan alkalmazkodik a felhasználói igényekhez. Az automatizálás szintje a megrendelő igénye szerint a kézi működtetéstől a folyamatirányító rendszerekig (DCS) terjed.

A 4. ábra megvalósított referencia berendezéseket mutat a tüzelőberendezések vállalalkozási területről.

A fáklyaégők a kőolaj- és földgázipar, a vegyipar, a kohászat és a biogázt termelő üzemek speciális tüzeléstechnikai, biztonságtechnikai, egyben környezetvédelmi



Hőkezelő kemencepark, Le Belier Zrt. (2001)



Kocsizó kemence, DFK Kft. (2005)

Harangkemence telep, DWA Kft. (2000)

Gönggös fenekű hőkezelő berendezés, Le Belier Zrt. (2002)



■ 3. ábra. Ipari kemencék és tüzelőberendezéseik



BGT-1600 ( $\text{NO}_x$ ) típusú égő, MOL Nyrt. Dunai Finomító (2006)



K-M ( $\text{NO}_x$ ) típusú ipari égőcsalád 25 MW névleges teljesítményű tagja, MOL Rt. (2004)

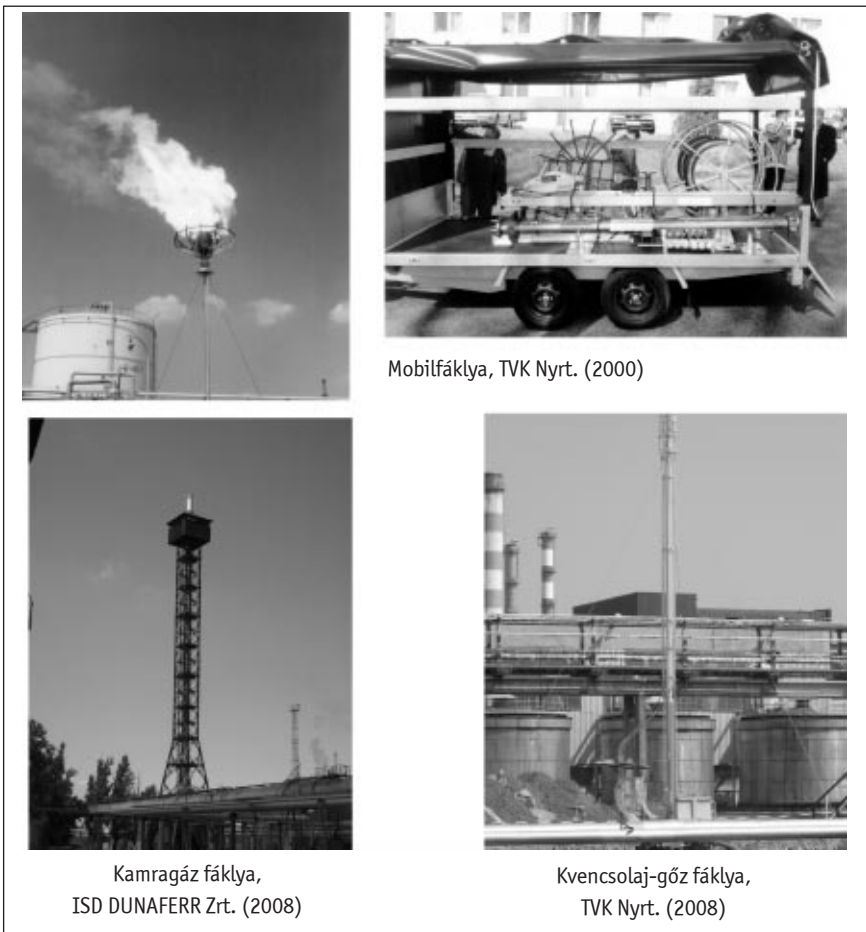


Fűtőolaj rendszer kazánokhoz, EMA-POWER Kft. (2002)



V. sz. kazán környezetvédelmi célú átalakítása, ISD POWER Kft. (2007)

■ 4. ábra. Technológiai tüzelőberendezések



■ 5. ábra. Fáklyégők

berendezései. A fáklyaégők feladata, hogy a lefaklyázásra szánt – változó összetételű és nyomású – gázt jó hatásfokkal, minimális károsanyag és zajemisszió mellett, ellenőrzött körülmények között elégecsék.

A TÜKI Zrt. mind az eltüzelés körülményei szerinti nyílt, illetve zártlángú, mind a telepítési körülmények szerinti magas, il-

letve talajmenti fáklyák tervezésével és gyártásával foglalkozik.

A TÜKI Zrt. különleges fáklyatípusok gyártásával is foglalkozik, mint például a robbanásveszélyes keverékek lefaklyázására alkalmas, lángzárral ellátott fáklyaégő, a sivatagi fáklyaégő, valamint a mobil fáklyaégő, amely baleset esetén közúti és

vasúti szállító tartálykocsik töltetének lefaklyázására szolgál. A TÜKI Zrt. által az elmúlt években megvalósított néhány lefaklyázásra szolgáló berendezést szemléltet az 5. ábra.

## 2. Pályázati forrásból támogatott K+F tevékenység 2000-2008 között

A TÜKI Zrt. alkalmazott kutatási tevékenységeit önállóan, vagy más társintézményekkel konzorciumban végzi. Az elmúlt 8 évben végzett, pályázati forrásból támogatott K+F tevékenységeket sorolja fel az 1. táblázat, jelölve a támogatót, a témákat és az együttműködés típusát.

Az 1. sorszámú témánál a korábban már kifejlesztett rekuperatív rendszerű ISR típusú égőcsalád  $\text{NO}_x$  csökkentett változatának a megoldása volt a feladata a TÜKI-nek.

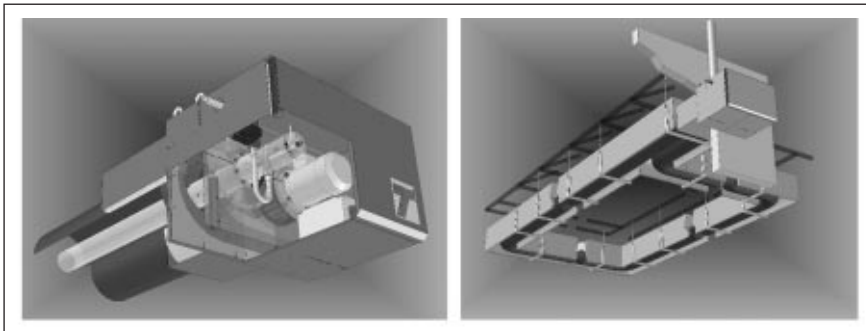
A 2. téma, mely a Miskolci Egyetem Tüzeléstani Tanszékével együttműködve került elvégzésre, a felületi hőátadás intenzívebbé tételével foglalkozott szakaszos, pulzáló tüzelés alkalmazásával.

A 3. témát az ISD DUNAFERR Zrt. kohógáz rendszerének nyomásingadozási problémái indokolták. Itt az volt a feladat, hogy a kohógáz rendszer nyomásingadozásai okozta, tüzelőegységek működését zavaró hatások csökkentésre kerüljenek, az égők lángstabilitásának növelésével.

A 4. téma az ipari kemencék és más hőtechnikai berendezések tervezéséhez szükséges termikus, mechanikus és hidraulikus számítások végzéséhez szükséges szoftver készítését és az alkalmazási peremfeltételek mérési úton történő meghatározását tette lehetővé a TÜKI számára.

1. táblázat. Pályázati forrásból támogatott K+F tevékenységek 2000–2008 között

Ssz.	Időszak	Támogató	Téma	Együttműködés
1.	2000-2002.	OM	Energiatakarékos, csökkentett $\text{NO}_x$ kibocsátású gáztüzelési rendszer nagyhőmérsékletű ipari technológiákhoz	Önállóan
2.	2002-2004	MeAKKK	Hevítéstechnológiai berendezések energiafelhasználásának csökkentése	ME Tüzeléstani Tanszékével
3.	2002-2004	MeAKKK	Kohógáz biztonságos ellátási és környezetkímélő felhasználási feltételeinek kidolgozása	ME Tüzeléstani Tanszékével
4.	2002-2005	OM	Gázüzemi hőfogyasztó berendezések komplex tervezési rendszerének kifejlesztése	Önállóan
5.	2004-2008	GVOP 3.1.1.	Eljárás és berendezés kifejlesztése szerves szennyezőket tartalmazó levegő tisztítására alkalmas aktívzenes adszorbensek regenerálására	Konzorciumban. Konzorciumvezető: TÜKI Zrt., tagok: MTA KKK AKI, Mediagnost Kft.
6.	2006-2008	Baross Gábor Program Regionális pályázat	Gáztüzelésű infravörös sötétsugárzó berendezéscsalád fejlesztése	Önállóan
7.	2007-2008	MeAKKK	Gőzkazánok hőátadási feltételeinek optimalizálása	ME Tüzeléstani Tanszékével



■ 6. ábra. SFG típusú gázüzemű sötétsugárzó fűtőberendezés

A 5. téma a TÜKI konzorciumi vezetésével valósult meg, ahol szennyezett levegő (gáz) termikus, katalitikus tisztítására használt adszorbens ágy regenerálására alkalmas technológia és berendezés került kifejlesztésre az MTA Kémiai Kutatóközpont, Anyag- és Környezetkémiai Intézetével történt együttműködés során.

A 6. téma során nagy és közepes légtérű munkahelyek (ipari épületek, kereskedelmi és ipari csarnokok, raktárak, tornatermek, stb.) fűtésére alkalmas, füstgáz

recirkulációval ellátott infravörös sötétsugárzó fűtési rendszer került kifejlesztésre. A berendezés alkalmas földgáz, vagy egyéb ipari gáz eltüzelésére. A berendezés kialakítását a 6. ábra mutatja. Jellemző a berendezésre az alacsony károsanyag kibocsátású tüzelés, előnye az elrendezésben a sokoldalú alkalmazhatóság, az energiatakarékosság 40–70% fűtőanyag megtakarítással, a rövid felfűtési idő, és az alacsony zajszint.

A 7. téma a MeAKKK rendszerben került

kidolgozásra a Miskolci Egyetem Tüzeléstan Tanszékével. A munka során egy adott üzemelő gőzkazánpark hőátadási feltételeit optimalizáló számítási eljárás és szoftver került kifejlesztésre.

### Összefoglalás

A TÜKI Zrt. műszaki tevékenységét mindig közvetlenül a piaci igények által irányított kutatás-fejlesztési feladatok megoldása jellemezte. Az elmúlt 50 éves szakmai tevékenység eredményeként mára a TÜKI Zrt. széles termékkálát alakított ki az ipari kemencék és tüzelőberendezések, valamint azok kiegészítő elemeinek teljes innovációs láncot felölelő megvalósítására. A több szakmai területet átfogó, széles műszaki tartalmú tevékenységeket fővállalkozás formájában koordinálja a TÜKI.

A társaság kutatási-fejlesztési tevékenységei elsősorban az energiahatékonysági és a szigorodó környezetvédelmi elvárások megoldásait szolgálják.

## Beszámoló a Tüzeléstechnika 2008, 42. Ipari Szemináriumról

A TÜKI Tüzeléstechnikai Kutató és Fejlesztő Zrt. és az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület (ETE) 2008. október 16-17-én rendezte meg Dunaújvárosban a 42. Ipari Szemináriumot. Az eseménynek kiemelt hangsúlyt adott a TÜKI alapításának 50. évfordulója. A jubileumi jelleggel tovább erősítette, hogy a rendezvény, amely egyike az ETE legnagyobb múltja visszavezethető szakmai találkozójának, egyúttal lehetőséget adott a 60 éves fennállását ünneplő Egyesületről történő megemlékezésre is (1., 2. kép).

A korábbi szemináriumok programja hagyományosan az ipari hőenergia-gazdálkodás egészével, vagy annak kiemelt szakterületével kapcsolatos legújabb K+F eredmények, megvalósított referenciaberendezések bemutatására irányult. A jubileumi rendezvény programjában – kapcsolódva a TÜKI Zrt. alapításának vezérgondolatához és félszáz éves tevékenységét meghatározóan jellemző szakterülethez –, kiemelt hangsúllyal szerepeltek a szénhidrogén-tüzelés elméleti és gyakorlati kérdései. Az előadók bemutatták a tüzeléstechnikai fejlesztési eredmények al-

kalmazásához szorosan kapcsolódó szakterületek (hevítéstechnológiai rendszerek, levegőtisztaságvédelem, biztonságtechnika, általános energiagazdálkodás) legújabb követelményeit, eredményeit.

A kétnapos szakmai program első részében a TÜKI Zrt. korábbi és jelenlegi vezetői előadásai-ban beszámoltak az elmúlt 50 év tevékenységéről. A társaság működésének három szakaszát bemutató sorozatból kitűnt a szakmai folytonosság. Az új eljárások és termékek az előző fázisok fejlesztési tevékenységének eredményeit felhasználva formálódtak az új kihívásoknak és követelményeknek megfelelően, az új műszaki-információs feltételek biztosította lehetőségek kihasználásával.



■ 1. kép. Pillanatkép a rendezvényről

Ebben a blokkban emlékeztek meg az ETE vezetői a TÜKI Zrt.-vel közös, közel fél évszázados együttműködésről, az Egyesület Miskolci Szervezetének az országos szintű feladatok elvégzésében betöltött szerepéről.

Az előadások második csoportjában a várható energiaár tendenciákra, a kohászati érintő környezetvédelmi és energiahatékonysági elvárásokra, a légszennyezés csökkentésére és a biztonságtechnikai megoldásokra vonatkozó hazai és



■ 2. kép. Pillanatképek a rendezvényről

nemzetközi trendeket mutatták be az előadók. Hangsúlyozva a tüzeléstechnikával való elválaszthatatlan kapcsolatot, megfogalmazódtak az új meglehetősen berendezésekkel szemben támasztott követelmények. Az előadások egyúttal ráirányították a figyelmet a kapcsolódó szakterületekkel kialakult kölcsönhatások tekintetbe vételén alapuló átfogó fejlesztési szemlélet szükségességére is.

A szeminárium programjában a hagyományoknak megfelelően jelentős szerepet játszottak a tüzeléstechnikai célú kutatások két meghatározó bázisintézményének, a Miskolci Egyetem és a Budapesti Műszaki Egyetem szaktanszékeinek az előadásai.

A harmadik blokk programja a Miskolc-Egyetemvárosban szakmai kutatási centrumot képező Tüzeléstan és Hőenergia Intézeti Tanszék, ill. a TÜKI képviselőinek előadásai köré épült. A tüzelési technológiák fejlesztésére vonatkozó új eredményekről szóló beszámoló a biomassza alkalmazásának műszaki-gazdasági hatását elemezték, ill. az anyag tüzeléstechnikai tulajdonságaira, a tüzelőberendezésekre gyakorolt hatására irányuló vizsgálati eredményekről adtak számot. Az előadók ismertették a kokszolói emisszió mértékét és csökkentési lehetőségeit bemutató vizsgálati eredményeket. A környezetvédelem tárgyköréhez kapcsolódott a TÜKI Zrt. irányításával GVOP pályázati támoga-

tás keretében kifejlesztett új, a telítődött aktív szénttöltet lokális regenerálására alkalmas technológia. A blokk programját a Miskolci Egyetem munkatársainak új, a lángokban képződő ionáram hatásán alapuló, teljesítményszabályozást bemutató beszámolója egészítette ki.

A rendezvény második napján az ISD DUNAFERR Zrt. vezetőinek és szakembereinek előadásait tartalmazó részben kiemelt szerepet töltött be a vállalatcsoport beruházási stratégiáját, főbb projektjeit összefoglaló előadás. Ennek a programnak konkrét megvalósítási példáit ismerték meg a résztvevők a nagyteljesítményű léptetőgerendás kemencét és a léghevítő tüzeléstechnikai korszerűsítését bemutató előadásokból. A vállalatcsoport és a házigazda TÜKI Zrt. együttműködésének számos projektje közül ezúttal egy aknás hőkezelő kemence korszerűsítése, és más hőkezelő vagy izzító kemencék vizsgálata, korszerűsítési javaslatainak kidolgozása, ill. ezek megvalósítása került bemutatásra.

A Budapesti Műszaki Egyetem oktatói és kutatói a rendezvény témaköréhez a megújuló energiák tüzelési célú hasznosítására vonatkozó kutatási eredményeik bemutatásával kapcsolódtak. A közlekedési célú energiafogyasztás részarányának világméretű növekedése ráirányította a figyelmet a megújuló energiaforrások belsőégésű motorokban történő hasznosításának fontos-

ságára. Előadás hangzott el a kistérségi energiafogyasztás forrásszerkezetének változására vonatkozóan, kiemelve a megújuló energia megnövekedett szerepét. A hallgatóság megismerhette a felértékelődött szerephez jutó, alacsony fűtőértékű földgázok legújabb tüzeléstechnikai vizsgálati eredményeit is. A blokk programját az energia-veszteség-feltáró vizsgálatokkal kapcsolatos elemzés egészítette ki.

Az ISD DUNAFERR Zrt. üzemibe szervezett szakmai látogatás alkalmat adott arra, hogy a résztvevők közvetlenül is megismerjék a TÜKI által megvalósított berendezéseket. A program középpontjában az ISD POWER Kft. kazánüzemében a TÜKI Zrt. fővállalkozásában végzett, az V. hsz. kazán tüzelőberendezéseinek cseréjére irányuló munka bemutatása állt. A helyszínen poszter alapú prezentációk segítségével nyertek képet a szakemberek a teljes rekonstrukciós folyamatról. Ugyancsak poszterelőadás és helyszíni látogatás által informálódtak a résztvevők a TÜKI által fejlesztett, kamragáz eltüzelésére szolgáló fáklya berendezésről is.

A programot a hagyományoknak megfelelően esti baráti-szakmai rendezvény tette teljessé. A jubileumi ünnepi hangulat megteremtéséhez kulturális program és a TÜKI negyedszázados fennállása alkalmával – 25 évvel ezelőtt – készült ismertető film bemutatása járult hozzá.

# Levegőszennyező gázalkotók képződése fűtőolaj vizes keverékeinek elégetésekor

**A 60/130 fűtőolajok energetikai hasznosítása számos tüzeléstechnikai és levegőtisztaság-védelmi problémát vet fel. Kutatómunkánk során megvizsgáltuk, hogy a víz-, illetve gőzadagolás ismert égési folyamat javító hatásán túlmenően, miként változik a legfontosabb légszennyező anyagok (CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>) kibocsátott mennyisége a fűtőolaj különböző arányú vizes keverékeinél.**

## Bevezetés

Korunkban a különböző technológiai feladatokhoz az egyes energiahordozók jó hatásokkal történő elégetése és a hőátadás feltételeinek biztosítása mellett alapvető követelmény, hogy minél kevesebb szennyezőanyag kerüljön a környezetbe. Az irodalmi közleményekben igen gyakran találkozunk a földgáz- és az olajtüzelés során keletkező káros légszennyezők képződésének elvi kérdéseivel és csökkentésük lehetőségeivel. Tüzeléstechnikai és környezetvédelmi szempontból bonyolultabb a helyzet a tömegében és gyakoriságában nem olyan nagy mennyiségű, de gazdasági szempontból jelentős, nagy C/H aránnyal jellemezhető, közönséges hőmérsékleten nagy viszkozitású fűtőolaj és kátrány tüzelőanyagoknál.

Ezek külső megjelenésükben és felhasználásuk tekintetében is lényegesen különböznek a gáznemű és a kis karbon-számú vegyületekből álló cseppfolyós szénhidrogén tüzelőanyagoktól.

A nagy karbon-számú szénhidrogének,

pl. a fűtőolaj (pakura) vagy a kátrány, nagytömegű molekuláinak elégetése során – elégetésük kinetikai törvényszerűségeiből fakadóan – nagyobb a valószínűsége annak, hogy az égéstermékkel CO és elégetlen szénhidrogének távoznak a környezetbe. Közel tökéletes, intenzív elégetésük során jelentős a nitrogén-oxidok képződése, amelyek szintén károsak a környezetre, de az ilyen tüzelőanyagok kéntartalmából származó égéstermék sem elhanyagolható mennyiségben terhelik a környezetet.

## 1. A fűtőolaj energetikai célú felhasználásának jelentősége

A fűtőolaj nyílt szénláncú, a parafinsorba tartozó szénhidrogén vegyületekből áll. A kőolaj lepárlási termékei közül a lepárlási maradványt (pakurát vagy gudront) tartalmazó kőolajtermékek közé tartozik. A fűtőolajra vonatkozó előírásokat a MSZ 2042: 2008 számú szabvány tartalmazza. A fűtőolajban található szénhidrogének nagy számú karent tartalmazó vegyületekből áll-

nak, következésképpen bennük a C/H arány is nagyobb, mint a könnyebb kőolajszármazékokban. A fűtőolajat alkotó molekulák nagy tömege és a karentartalmuk nagy aránya a felhasználási tulajdonságait is alapvetően meghatározza.

Környezeti hőmérsékleten a fűtőolaj szinte gél állapotú és olyan nagy viszkozitású, hogy öntése, lefejtése és porlasztása csak megfelelő hőmérsékletre melegítve lehetséges. A szabványban megadott értékek szerint a könnyű fűtőolajok lefejtési hőmérséklete 60 °C, porlasztási hőmérséklete pedig 130 °C. Felhasználása tehát mindenképpen megfelelő előmelegítést igényel.

A kátrány a kőszén lepárlásakor, azaz a kocszgyártás folyamán képződő melléktermék. Megjelenési formáját tekintve a folyékony tüzelőanyagok közül leginkább a fűtőolajhoz hasonlít. Fizikai és kémiai tulajdonságaiban azonban jelentős eltérések vannak, ami tüzelési célú felhasználásukban jelentős különbséget okoz. A fűtőolaj és a kátrány közötti alapvető különbségek a tüzelőanyagot alkotó szénhidrogének szerkezeti felépítéséből erednek. A fűtőolajat a parafinsorhoz tartozó nyílt szénláncú, míg a kátrányt zárt szénláncú, ún. gyűrűs felépítésű szénhidrogén vegyületek alkotják [1, 2].

A fűtőolajjal és a kátránnyal történő tüzelésnek az előzőekben vázolt és a tüzelőanyagok tulajdonságaiból fakadó felhasz-

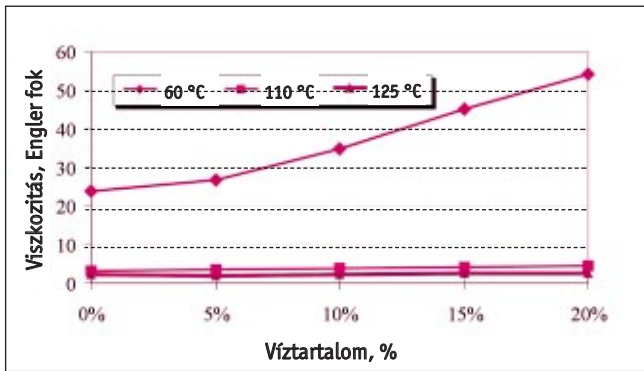
**Dr. Mikó József** okleveles kohómérnök, oklevelét a NME-n szerezte 1959-ben. A műszaki tudomány kandidátusa, egyetemi docens, 1991-1999 között a ME Tüzeléstan és Hőenergia Tanszék vezetője. 2001-től részfoglalkozású, 2004-től megbízási szerződéssel egyetemi docens. Kutatási területei: energiaköltségek csökkentése, ipari kemencék és energiatermelő berendezések hővesztésének csökkentése, a tűzálló falszerkezet optimalizálása környezetkímélő és gazdaságos tüzelőanyag megválasztása és elégetése útján.

**Dr. Sándor Péter** 1973-ban a moszkvai Energetikai Intézetben szerzett hőfizikusi, gépészmérnöki oklevelet, majd 1994-ben a BME-n menedzser-gazdasági mérnöki szakon végzett. A Miskolci Egyetem Kohómérnöki Karán 1995-ben egyetemi doktori, majd 1998-ban Ph.D minősítést szerzett. Kutatási szakterülete: folyamatok ergoökológiai optimalizálása. 2005-től a Miskolci Egye-

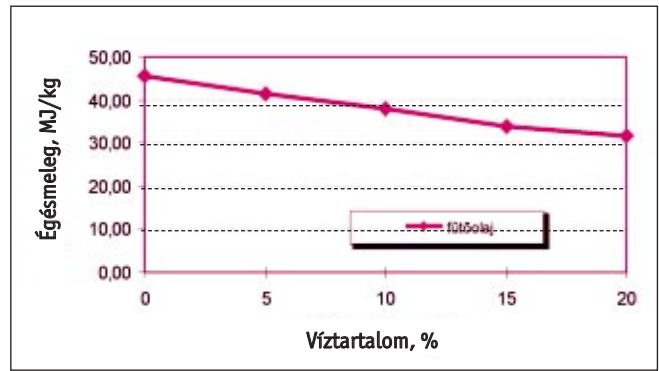
tem Anyagmérnöki Karán az Energetikai Tanszéken egyetemi docensként vesz részt az oktatási munkában. 1973 óta a Dunai Vasmű energetikai feladataival foglalkozik, jelenleg az ISD DUNAFERR Zrt. energetikai igazgatójaként és az ISD POWER Kft. ügyvezetőjeként tevékenykedik.

**Dr. Sevcsik Mónika** életrajzát a 13. oldalon közöljük.

**Woperáné dr. Serédi Ágnes** 1969-ben végzett a NME Kohómérnöki Karán. 1975-ben egyetemi doktori, 1985-ben a műszaki tudományok kandidátusa fokozatot szerzett. Az egyetem elvégzése óta oktató a ME Anyagmérnöki Karán, jelenlegi nevén a Tüzeléstan és Hőenergia Tanszéken. Szűkebb oktatási és kutatási szakterülete: tüzeléstan, energiagazdálkodás, hatékony energiafelhasználás, a légkör környezetvédelme (a levegő szennyezőinek képződése, leválasztása és ellenőrzése, ipari és erőműi tüzelési folyamatok környezetvédelme).



■ 1. ábra. A fűtőolaj viszkozitásának alakulása a víztartalom függvényében, 60, 110 és 125 °C hőmérsékleteken



■ 2. ábra. A fűtőolaj égésmelegének változása a víztartalomtól függően

nálási nehézségei ellenére nagy a gazdasági előnye. Különös jelentősége van az ISD DUNAFERR Zrt. számára, ahol a fűtési időszakban az erőmű földgáz-felhasználásának növekvő hányadát másutt nehezen felhasználható fűtőolajjal váltják ki. Ennek eredményeként főként a lényegesen megemelt árú földgáz mennyiségének csökkentése jelentős költségcsökkenést eredményezhet [3, 4].

A kisebb tüzelőanyag-költség mellett a nagy karbonszámú tüzelőanyagokkal való tüzelés további előnyt jelent azáltal, hogy ezek lángja más szénhidrogén tüzelőanyagokhoz képest – nagy Conradson-számuk révén nagyobb világító-, ill. sugárzó-képességük eredményeként – intenzívebb, jobb hatásfokú hőközlést biztosít. Felhasználásuk végeredményben kisebb fajlagos tüzelőanyag-felhasználást tesz lehetővé.

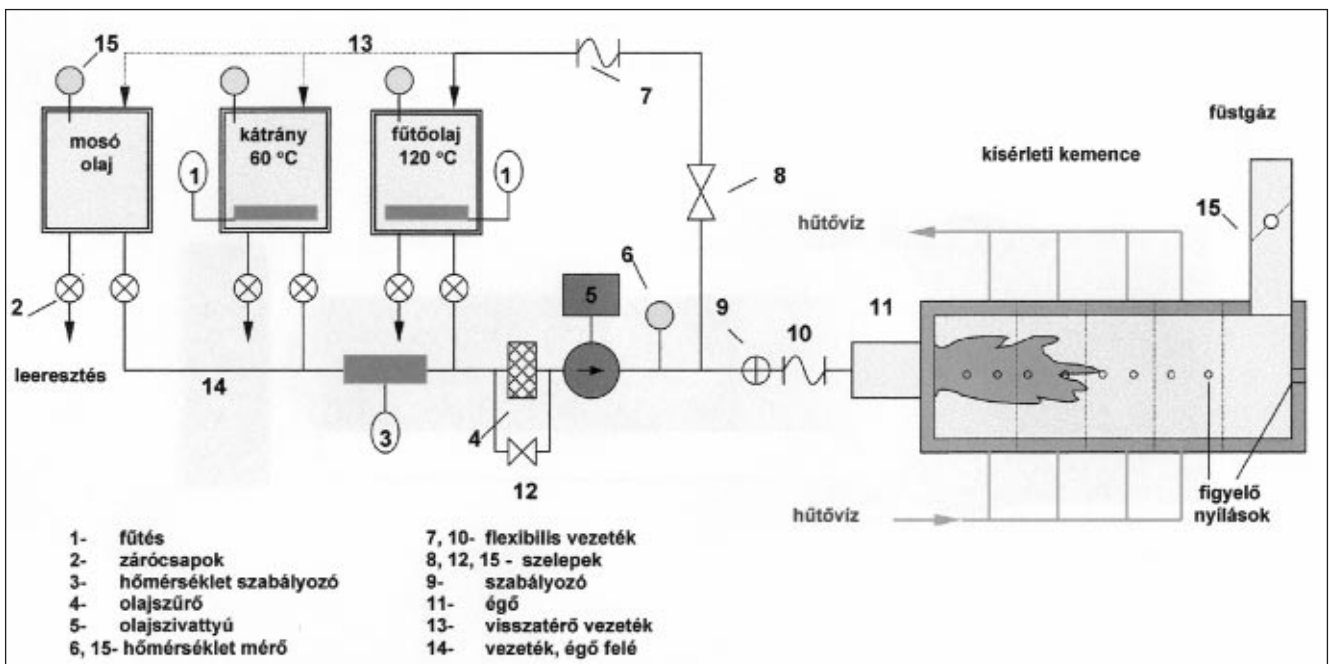
Közismert, hogy a gázhalmazállapotú tüzelőanyagok eltüzelésekor csekély mennyiségű víznek vagy vízgőznek az égési közegekhez való adagolása a gázemissziót csökkenti. Ezért felvetődött, hogy érdemes megvizsgálni a fűtőolajhoz, ill. a kátrányhoz hasonló céllal, különböző arányban hozzákevert víz égési folyamatra gyakorolt hatását is. A cikkünk alapját képező kutatómunkánk során vizsgáltuk a különböző vízmennyiséggel kevert tüzelőanyagok égése folyamán a légszennyezők képződését, amelyből most a fűtőolajhoz kapcsolódó kísérletek eredményeit ismertetjük.

## 2. Fűtőolaj és vizes keverékeinek vizsgálata

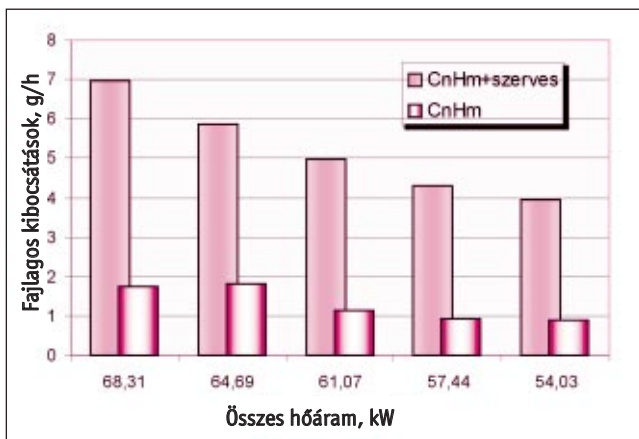
Kutatómunkánk fő célja a fűtőolaj, valamint 5, 10, 15 és 20% víz hozzáadásával készült vizes keverékeinek elégetésekor kép-

ződő káros levegőszennyezők vizsgálata volt. A kísérletek megkezdése előtt a különböző arányú tüzelőanyag-víz keverékeknek a vonatkozó szabványok szerinti laboratóriumi mérésekkel – a tüzeléshez történő előkészítési és elégetési feltételek megállapítása érdekében –, meghatároztuk a viszkozitását, a lobbanáspontját és az égésmelegét (1. és 2. ábrák).

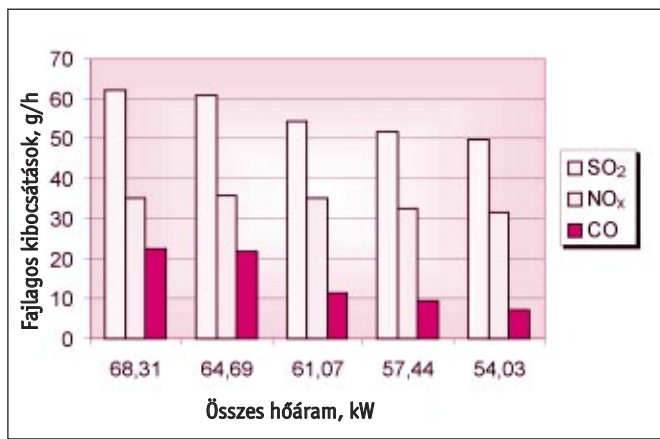
A fűtőolajnál a víz nélküli minták lobbanáspontjának átlagos értéke 152°C-nak adódott. Az 5 és 10% víztartalmú fűtőolajnál enyhén növekvő (154 és 161,5 °C) értékeket kaptunk. A 15 és 20% víztartalmú fűtőolaj-víz keverékek lobbanáspontját többszöri próbálkozás után sem sikerült megmérni. Ennek valószínű okát abban látjuk, hogy a 160 °C-ot meghaladó hőmérsékletű fűtőolaj-víz keverékből a 100 °C forráspontú víz erősen párolog. Így az olaj fölött ki-



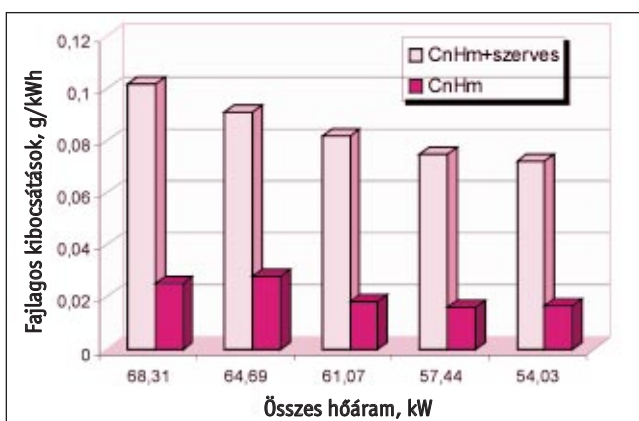
■ 3. ábra. Fűtőolaj és kátrány elégetésére szolgáló kísérleti berendezés vázlata



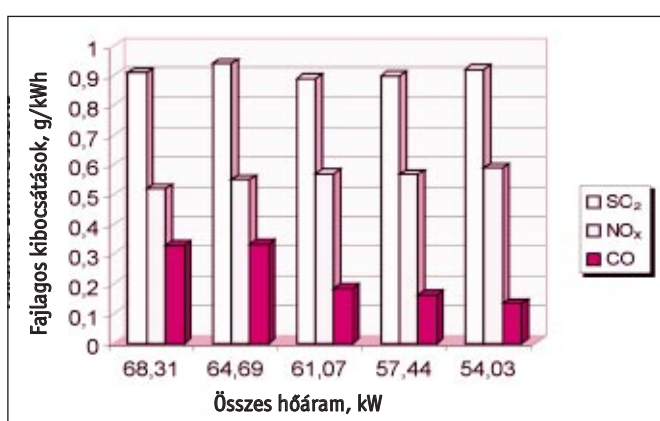
■ 4. ábra. Fajlagos elégetlen szénhidrogén kibocsátások a fűtőolaj-víz keverékek elégetésekor ( $T_{\max} = 1070 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $n = 1,3$ ;  $q_m = 6 \text{ kg/h}$ )



■ 5. ábra. A kén-dioxid, nitrogén-oxid és szén-monoxid fajlagos kibocsátások a fűtőolaj-víz keverékek elégetésekor ( $T_{\max} = 1070 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $n = 1,3$ ;  $q_m = 6 \text{ kg/h}$ )



■ 6. ábra. Egységnyi hőáramra vonatkozó fajlagos elégetlen szénhidrogénkibocsátások, fűtőolaj-víz különböző arányú keverékének elégetésekor ( $T_{\max} = 1070 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $n = 1,3$ ;  $q_m = 6 \text{ kg/h}$ )



■ 7. ábra. Egységnyi hőáramra vonatkoztatott SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> és CO kibocsátások fűtőolaj-víz különböző arányú keverékének elégetésekor ( $T_{\max} = 1070 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $n = 1,3$ ;  $q_m = 6 \text{ kg/h}$ )

alakuló gázkeverékben a jelenlévő nagy gőztartalom miatt nem tud létrejönni belobbanásra képes olaj-levegő keverék.

### 3. A kísérleti berendezés ismertetése

A kísérleti berendezést a Miskolci Egyetem Tüzeléstani és Hőenergia Intézeti Tanszékén folytatott korábbi kísérletek során szerzett tapasztalatok felhasználásával a TÜKI Tüzeléstechnikai Kutató és Fejlesztő Zrt. készítette. Három fő részegysége a tüzelőanyag-ellátó rendszer, a tüzelőberendezés és a kemence (3. ábra).

#### Olajégő

A tüzelőolaj megbízható elégetéséhez a TÜKI Zrt. AR-CO Bamag BR-10 típusú blokkégőt szerzett be. Ez az égő – a szállító cégtől nyert információk szerint – kimondottan nehezen kezelhető olajok eltüzelésére szolgál. Az égő a blokkégőknél szokásos minden szükséges szerelvényt – olajszivattyút, lángórt, vezérlő automatikát stb. –

magába foglal, és 2-8 kg/h felhasználási határok között beállítható tüzelőanyag-mennyiség elégetésére alkalmas.

#### Kísérleti kemence

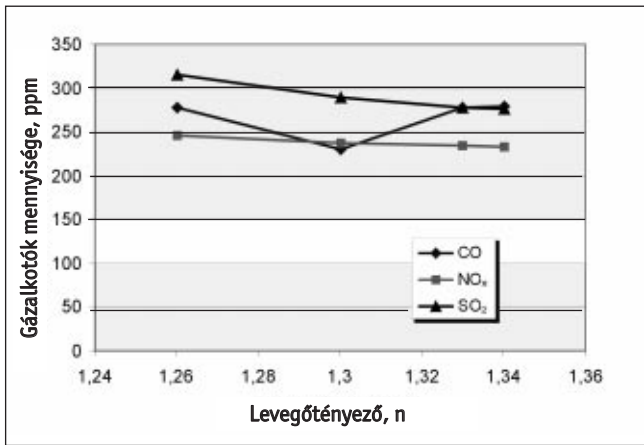
A különböző arányban vízzel kevert fűtőolaj elégetésére és a keletkező káros légszennyező gázok vizsgálatára szolgáló kemence 4 db 400 mm belső átmérőjű és kb. 500 mm hosszú, vízszintesen összeépített vízűtéses szegmensből áll. A szegmensek vízűtésének intenzitása egyenként szabályozható. A szegmensek oldalán, a kemence tengelyvonala irányába, 2-2 db 20 mm belső átmérőjű, kívülről zárható kémlelőnyílás van kialakítva. Ezekon keresztül a kemence teljes hosszában lehetőségünk volt a lángkép ellenőrzésére, hőmérsékletmérés céljából hőelemek behelyezésére, ill. a szükséges elemzésekhez füstgázminták vételére. A kemence tüzelési oldalának fenéklapja hőszigetelt, ide szerelhető fel a blokkégő. A kemence füstgázvezető végén, az égővel szemben, fedéllel zárható, kb. 100

mm átmérőjű nyílást alakítottak ki. A füstgáz elvezetésére szolgáló csőbe kézzel állítható pillangószelepet építettek a kimenetérnyomás esetleges beállítása céljából.

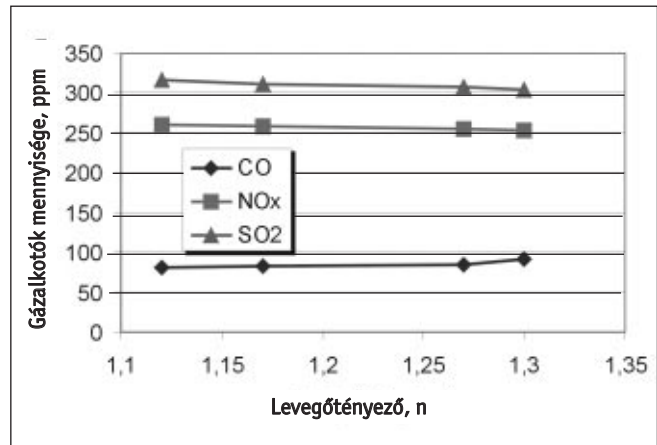
### 4. A fűtőolaj-víz keverékkel folytatott vizsgálatok

A fűtőolajjal kapcsolatos vizsgálatokat a víz nem tartalmazó anyaggal kezdtük és az 5, 10, 15, majd 20% víztartalmú keverékekkel folytattuk [5]. Az azonos feltételek mellett történő mérések érdekében a felhasznált tüzelőanyag mennyiségét 6 kg/h-ra, a láng hőmérsékletét pedig a kemencehűtés intenzitásának változtatásával 1070 °C értékre állítottuk be. A különböző víztartalmú fűtőolajok elégetésekor képződő füstgázalkotók mennyiségének összehasonlító értékelését  $n=1,3$  levegőtényező mellett végeztük el.

A tüzelőanyag víztartalmának növekedésével annak egységnyi tömegére vonatkoztatott fűtőértéke is megváltozik. Fon-



■ **8. ábra.** A főbb légszennyező gázalkotók mennyiségének változása a levegőtényező függvényében, 5% vízzel kevert fűtőolaj elégetésekor ( $T_{\max} = 1070 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $q_m = 6 \text{ kg/h}$ ) kibocsátások, fűtőolaj-víz különböző arányú keverékének elégetésekor ( $T_{\max} = 1070 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $n = 1,3$ ;  $q_m = 6 \text{ kg/h}$ )



■ **9. ábra.** A főbb légszennyező gázalkotók mennyiségének változása a levegőtényező függvényében, 20% vízzel kevert fűtőolaj elégetésekor ( $T_{\max} = 1070 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $q_m = 6 \text{ kg/h}$ ) kibocsátások, fűtőolaj-víz különböző arányú keverékének elégetésekor ( $T_{\max} = 1070 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $n = 1,3$ ;  $q_m = 6 \text{ kg/h}$ )

**1. táblázat.** A fűtőolaj fűtőértékének és a hőáramok változása a tüzelőanyaghoz kevert vízmennyiség függvényében

Víztartalom %	Fűtőolaj	
	Hu, MJ/kg	kW
0	40,99	68,31
5	38,82	64,69
10	36,64	61,07
15	34,47	57,44
20	32,42	54,03

tosnak ítélték ezért a füstgázokkal távozó szennyezőanyagok időegységre vonatkoztatott fajlagos (g/h) mennyiségének a különböző víz bekeverési értékekhez tartozó hőáramok (kW) függvényében történő összehasonlítása.

A fűtőolaj összetétele alapján azok tömegegységére vonatkoztatott fűtőértékét és a 6 kg/h tüzelőanyag elégetése során felszabaduló hőáram nagyságát a 1. táblázatban foglaljuk össze a tüzelőanyaghoz kevert vízmennyiség függvényében.

A fűtőolaj elégetésekor képződő füstgázokban a g/h-ban kifejezett fajlagos elégetlen szénhidrogén mennyiségnek a kW-ban kifejezett (a bekevert vízmennyiség által meghatározott) összes hőáramtól való függését a 4. ábra, az  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  és a CO fajlagos kibocsátásnak az összes hőáramtól függő változását pedig az 5. ábra szemlélteti.

Hasonló tendencia figyelhető meg a következő ábrákon, ahol a légszennyező füstgázalkotók egységnyi energiafelhasználásra vonatkozó (g/kWh) mennyiségét mutatjuk be az összes (kW) hőáram függvényében. A 6. ábrán a fajlagos elégetlen szénhidrogén kibocsátásoknak, a 7. ábrán pedig

az  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  és CO kibocsátásoknak az összes hőáramtól függő változását láthatjuk.

Érdeklődésre tarthat számot a füstgázokkal a környezetbe távozó légszennyező gázalkotóknak a levegőtényező nagyságtól függő mennyisége is. Erre vonatkozóan az 5% és 20% víztartalmú fűtőolaj-víz keverékek vizsgálata során kapott eredményeket ismertetjük. A 8. ábrán az 5% vízzel kevert, a 9. ábrán pedig a 20% vízzel kevert fűtőolaj elégetésekor képződő CO,  $\text{NO}_x$  és  $\text{SO}_2$  légszennyezők mennyisége van feltüntetve, a levegőtényező függvényében.

A mérési eredmények alapján megállapítható, hogy a fűtőolajba bekevert víz mennyiségének növekedésével a füstgázban csökken az elégetlen szénhidrogén és a CO mennyisége. Ez a tendencia érvényesül, ha az időegységre vagy az egységnyi hőáramra vonatkoztatott elégetlen szénhidrogén és szén-monoxid fajlagos kibocsátást az összes hőáram függvényében vizsgáljuk.

A képződő  $\text{SO}_2$  és az  $\text{NO}_x$  mennyiségnek a fűtőolajba kevert víz mennyiségével való összefüggése nem mutat lényeges változást. Ha viszont ezen légszennyező gázoknak az időegységre vonatkoztatott fajlagos kibocsátását az összes hőáram függvényében vizsgáljuk, akkor azt tapasztaljuk, hogy az  $\text{NO}_x$  kibocsátás alig változik, az  $\text{SO}_2$  kibocsátás pedig a hőáram csökkenésével (a bekevert víz mennyiségének növekedésével), észrevehetően csökken. A hőáramegységre vonatkoztatott fajlagos kibocsátás a kén-dioxid esetében alig változik, a nitrogén-oxid esetében viszont az összes hőáram csökkenésével kismértékben emelkedik.

A levegőtényező függvényében elemezve a füstgázokkal távozó káros gázalkotók mennyiségét azt tapasztaljuk, hogy a légszennyező gázok kibocsátásának mértéke az 5% vízzel kevert fűtőolaj elégetésekor a levegőtényező növekedésével csökken, míg 20% vízzel kevert fűtőolaj elégetésekor alig változik.

## 5. Összefoglalás, következtetések

A mérési eredmények adatait tartalmazó diagramok alapján arra következtethetünk, hogy a fűtőolajhoz kevert vízmennyiség növelésével, azonos levegőtényező mellett – az általunk vizsgált körülmények esetén – a fűtőolaj elégetésekor a füstgázban mért elégetlen égéstermék mennyisége (CO,  $\text{C}_n\text{H}_m$ ) csökkent, a  $\text{NO}_x$  mennyisége kismértékben növekedett, mind időegységre, mind egységnyi hőáramra vonatkoztatva. A  $\text{SO}_2$  kibocsátás alig változott a vízadagolás növelésével. A kísérletek alapján megállapítható az is, hogy a levegőtényező változtatása nincs olyan jelentős hatással a képződött légszennyező gázalkotók mennyiségére, mint gáztüzelésnél. Mindezekből arra következtethetünk, hogy az adott kísérleti körülmények mellett javultak a fűtőolaj elégetésének feltételei.

A víz fűtőolajhoz való hozzákeverésének kedvező hatása arra vezethető vissza, hogy a nagy molekulatömeggel és C/H aránnyal rendelkező olajcseppek elégetésének többlépcsős, bonyolult folyamatában a lángban jelenlévő vízgőz katalizáló szerepe elősegíti a  $\text{C}_n\text{H}_m$  és más éghető anyagok oxidációját. Az égési folyamatban keletkező atomos oxigén vízgőz jelenlétében a C-vel és CO-val

reagál elsősorban, és lényegesen nehezebben a nitrogénnel.

A fűtőolaj eltüzelése során szerzett további tapasztalatok:

- a fűtőolaj-víz keverékekben hosszabb, több napos állás után a víz a tárolóedény alján gyűlik össze. A keverék 40-50 °C hőmérsékletre történő felmelegítésével, majd átkeverésével könnyen előállítható olyan fűtőolaj-víz elegy, amely homogenitását viszonylag hosszú ideig (1-2 óra) megtartja;
- a különböző víztartalmú fűtőolajokkal végzett vizsgálatok időtartama alatt az olajellátás és a tüzelés zavartalan volt, ami azt mutatja, hogy a fűtőolaj-víz keverék még az olajellátó rendszer és a tüze-

lőberendezés kisebb szelvényű és hidegebb részeiben is homogén marad;

A fűtőolajok légszennyező gázalkotóinak csökkentése céljából kiterjedtebb vizsgálatok elvégzése is indokoltnak látszik a képződési folyamatok bonyolultsága miatt.

#### Irodalom

- [1] *Bruckner Gy.*: Szerves kémia I. kötet. Tankönyvkiadó, Budapest. 1952.
- [2] *Földes P.–Fonyó Zs.*: Rektifikálás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- [3] *Dr. Sándor P.*: A DUNAFERR energiagazdálkodásának általános feladatai. Phare Program, Energiafelhasználás,

energiagazdálkodás c. II. Mérnökto-vábbképző Tanfolyam előadásgyűjteménye. Balatonszéplak, 1997. 04. 22-25., p. 153-202.

- [4] Tüzelőanyagok erőműi elégetése során keletkező káros légszennyező anyagok képződésének, kibocsátásának és csökkentési lehetőségének vizsgálata. Kutatási zárójelentés. Miskolci Egyetem, Tüzeléstani Tanszék, 1998. szeptember
- [5] Folyékony tüzelőanyagok elégetése során a káros légszennyezők képződésének vizsgálata. Kutatási zárójelentés. Miskolci Egyetem, Tüzeléstani Tanszék, 2000. december

SEVCSIK MÓNIKA – KAPROS TIBOR

## A földgázétól eltérő összetételű gázok tüzeléstechnikai hasznosítása

**A földgáztüzelés a világ energiafelhasználásában meghatározó jelentőségű, a készletek ugyanakkor végesek. Felértékelődnek a melléktermékként képződött, esetenként fáklyázásra ítélt hulladékgázok, a nagy inerttartalmú fosszilis gázok. Dinamikusan nő a biogáz termelése és felhasználása.**

**A cikk a nem „hagyományos” gázok eltüzelésének műszaki feladatait foglalja össze, a földgáztüzelést tekintve vonatkoztatási alapnak. Kitér a tüzeléstechnikai kérdésekre, a füstgáz hőtartalmának hasznosításával kapcsolatos sajátosságokra, a korróziós és a környezeti hatásokra. A szerzők a kohászati és vegyipari alkalmazásokra koncentrálnak mutatják be azokat a szempontokat, amelyeket a TÜKI Zrt. a nem hagyományos tüzelőanyagfajták biztonságos elégetésére kifejlesztett tüzelőberendezéseiről és rendszereiről vett figyelembe.**

#### Bevezetés

A gáztüzelés területén a földgázfelhasználás várhatóan még néhány évtizedig prioritást fog élvezni. Egyidejűleg erősödik azonban a tendencia ennek mind nagyobb

arányú kiváltására. A biogáz-felhasználás mértéke pl. az Európai Unió célkitűzése szerint 2020-ra a jelenlegi földgázfogyasztás 3,5-4%-ára emelkedik [1, 8]. A szekunder energiahordozókat és hulladékgázokat legnagyobb mértékben előállító kohászati

és vegyipar energiagazdálkodása elképzelhetetlen a fenti gáznemű tüzelőanyagok optimális felhasználása nélkül.

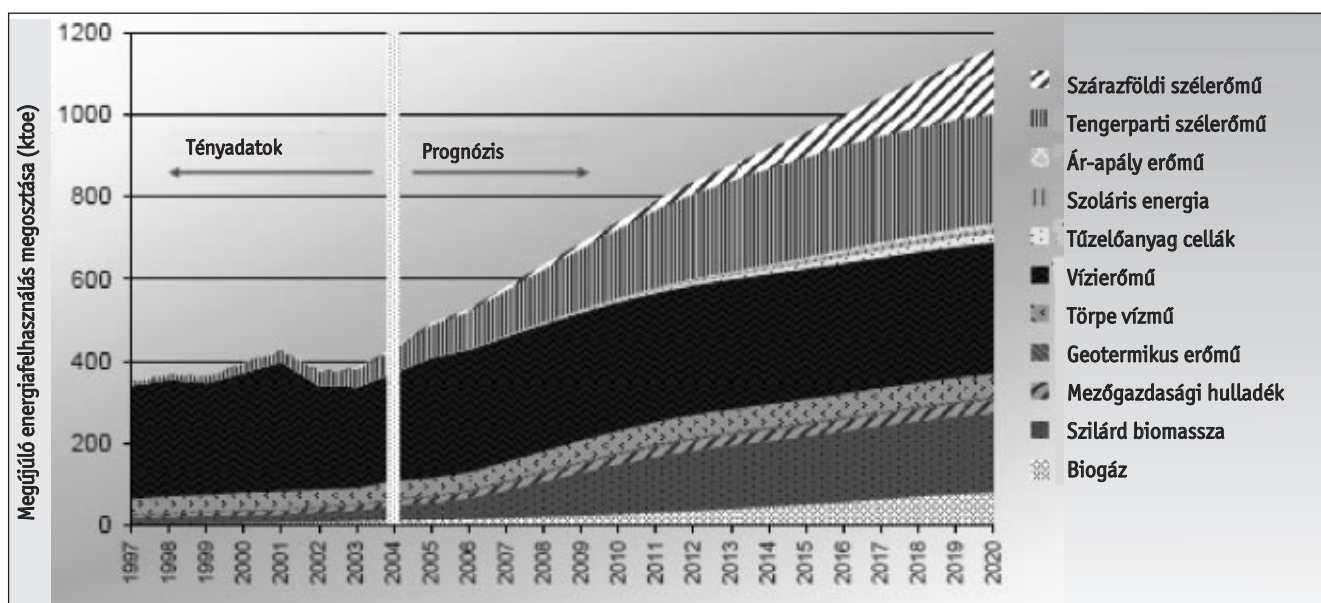
Magyarországon a gázok eltüzelésére létrehozott különböző berendezéseket és rendszereket döntően a földgáztüzelés viszonyaira alapozva alakították ki. A TÜKI Zrt. tapasztalatainak meghatározó része is innen származik. A földgázéhoz képest eltérő összetételű ún. NC-gázok (alkalmazva az angolszász irodalom NC=non conventional jelölését) tüzeléstechnikai viszonyait, a földgáztüzeléssel összehasonlítva, annak figyelembevételével mutatjuk be, hogy egy esetleges tüzelőanyag-váltás során az eredeti berendezés egységei (módosításokkal) felhasználhatók az új tüzelőanyag esetében is.

Az összeállítás súlyponti részét a kohó-

*Dr. Sevcsik Mónika* életrajzát a 13. oldalon közöljük.

*Dr. Kapros Tibor* 1944-ben született Budapesten. Vegyipari gépészmérnöki diplomáját 1967-ben szerezte a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen. 1980-ban a kemenceterekben lejátszódó hőcsere-folyamatok tárgykörben készített disszertációjával kandidátusi fokozatot szerzett. Pályafutását jelenlegi munkahelyén, a TÜKI-ben kezdte 1967-ben. Tudományos segédmunkatársként, majd munkatársként tüzelőberendezések, ipari kemencék fejlesztésével foglalkozott. 1983-tól a kutatási osztály munkáját, 1991 és

2000 között K+F főmérnökként a hevítéstechnológiai berendezések fejlesztési tevékenységét irányította. A 2000-2007 közötti időszakban műszaki igazgató és tudományos vezérigazgató-helyettes. Jelenleg a Társaság szaktanácsadója. 1994 óta a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karának docenseként vállal szerepet a felsőoktatásban. 2000-től a TÜKI-ben működő Energiahasznosítási Kihelyezett Tanszék vezetője. Közvetlenül művelt szakterülete a hőátadás és a tüzeléstechnika a kapcsolódó környezetvédelmi témakörökkel.



■ 1. ábra. A megújuló energiafajták 2020-ra prognosztizált szerepe a villamosenergia előállításában

gáz- és a kamragáztüzeléssel kapcsolatos megoldások képezik. A vegyipari hulladékgáz-tüzelés területén a TÜKI Zrt. elsősorban kőolajipari tapasztalatokkal rendelkezik. Természetes előfordulású NC-gázként kezelendők a hazai és a németországi mezőkről származó, magas szén-dioxid, ill. nitrogéntartalmú földgázok. Ezek eltüzelésére ugyancsak számos berendezést fejlesztettek ki a TÜKI Zrt. munkatársai.

A biogázok tüzeléstechnikai alkalmazásának terjedése a közeli jövőben Magyarországon is várható. Európa számos országában – mindenek előtt Hollandiában, Svájcban, Svédországban és Németországban – látványos mértékben nő a biogáztermelés.

A megtermelt gáz felhasználása – tisztítást ill. dúsítást követően, vagy nyersgáz eltüzelése formájában – országonként eltérő, azonban ez utóbbi alkalmazási mód a legtöbb országban jelentős hányadot képvisel. Figyelembe véve, hogy a biogáz potenciálisan szinte mindenütt rendelkezésre álló energiahordozó, hosszabb távon a földgáz részbeni kiváltására szolgáló tüzelőanyag-nak tekinthető. Az Európai Unió biogáztermelése és -fogyasztása több mint 20%-os növekedési rátával 2007-ben megközelítette a 6 000 ktoe mennyiséget. A tervek szerint 2020-ra ez a mennyiség várhatóan háromszorosára nő. Az 1. ábra a biogáznak a megújuló energiaforrásokra alapozott vil-

lamosenergia-termelésben prognosztizált szerepét mutatja be.

A biogázok tüzelési tulajdonságainak értékelése – összetételükre visszavezethetően – bizonyos mértékig eltérő szempontok, járulékos hatások figyelembevételével történik.

### 1. Tüzelési céllal alkalmazott NC-gázok a hazai gyakorlatban

Az NC-gázok tüzeléstechnikai célú felhasználása Magyarországon jelenleg viszonylag szűk területre korlátozódik. Néhány működő referencia mellett ugyanakkor várható, hogy a gázmotoroknál és a közlekedési esz-

1. táblázat. Gyakoribb hazai NC-gázok közelítő összetétele

Komponensek	FG <sub>norm</sub>	FG <sub>CO2</sub>	HG <sub>ol</sub>	Biogáz <sub>agr</sub>	Biogáz	Kamragáz	Kohógáz
CO, %	0	0	0,4	0	0	8,9	21,3
H <sub>2</sub> , %	0	0	33-50	0-2	0-2	54,5	2,6
CH <sub>4</sub> , %	93,50	70	15-30	30-60	50-80	17,1	-
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> , %	2,80	5,5	8				-
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> , %	0,4	1,7	6				-
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> , %	0,1	0,8	1,5				-
C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> , %	0	0,1	1,5			1,2	-
O <sub>2</sub> , %	0	0	0	0-10	0-5	1,5	-
N <sub>2</sub> , %	1,40	5,2	5	0-5	0-5	12,5	59,5
CO <sub>2</sub> , %	1,80	16,7	1	15-40	15-50	2,3	16,6
H <sub>2</sub> S, (g/m <sup>3</sup> )	0	0		0-1	0,1-10	0	0

Rövidítések: FG<sub>norm</sub> Magyarországon szolgáltatott átlagos összetételű földgáz  
 FG<sub>CO2</sub> Magyarországi magas szén-dioxid-tartalmú földgáz  
 HG<sub>ol</sub> Kőolajipari átlagos összetételű hulladékgáz  
 Biogáz<sub>agr</sub> Mezőgazdasági termék(hulladék)eredetű biogáz  
 Biogáz Egyéb eredetű biogáz

közökben a jövőben jelentősen bővül a tisztított NC-gázt hasznosító berendezések száma. Itt elsősorban a biogázok térnyerése prognosztizálható. A TÜKI Zrt. vonatkozó K+F tevékenysége nyers gázok eltüzelésére alkalmas berendezések létrehozására irányul. Az NC-kategórián belül a biogáztüzelés részarányának növekedése itt is várható. Ez elsősorban a termelt gáz helyszíni felhasználását biztosító, kis teljesítményű berendezések iránti igények megjelenésében mutatkozik.

Mindezek figyelembevételével állítottuk össze az 1. táblázatot. Ebben hat jellemző NC-gáz típus kémiai összetételét tüntettük fel. Az alacsony fűtőértékű földgázok közül a hazai, szén-dioxidban gazdag gáztípust jelöltük meg. A kohó- ill. kamragáz összetételek az ISD DUNAFERR Zrt.-ben képződött gázok átlagos értékeinek felelnek meg. Szerepel a táblázatban egy ugyancsak átlagos összetételűnek tekinthető kőolajipari hulladékgáz, ill. a biogázoknak az alapanyagban (előállítás módjában) különböző két típusa. Az összehasonlítás alapjává a hetedik oszlopban feltüntetett, Magyarországon szolgáltatott földgáz adatai szolgálnak.

A biogázok a fenti „hagyományos” és az NC-gázokra általánosságban jellemző komponensek mellett további összetevőket is tartalmaznak. A kiinduló anyag sajátosságaiból adódóan a gázelegyben korrozív, ill. toxikus hatású agresszív komponensek is megjelennek. A 2. táblázatban ezek átlagértékeit tüntettük fel.

A fenti szennyező és toxikus anyagok megjelenése arra vezethető vissza, hogy ez a gáztípus szerves eredetű anyagok erjesztése, bomlása útján képződik. Összetétele is erősen változó az alapanyag és az előállítási technológia függvényében. A tüzeléstechnikai alkalmazás szempontjából meghatározó metántartalom esetenként a 40%-ot sem éri el, más esetekben a 70%-ot is meghaladja.

Ezeknek a hátrányos alkalmazástechnikai tulajdonságoknak a csökkentése (megszüntetése) érdekében elterjedten alkalmaznak biogázdúsító és -tisztító eljárásokat (upgrading). Az így nyert biogáz már minőségét és környezeti hatását tekintve is versenyképes a földgázzal. A tüzelési célú felhasználás a gázmotorok és a közlekedés területén az akár 95% CH<sub>4</sub> arányt is meghaladó összetételű tisztított biogázra – biometánra – koncentrálódik. A földgázminőségű tüzelőanyag rendelkezésre állása

együttal megteremti annak műszaki lehetőségét, hogy azt a meglévő földgázvezeték-rendszerbe táplálják. Ez már a fogyasztók széles köre által igénybe vehető, földgázt kiváltó alternatívát jelenthet.

A földgázvezetékbe táplálható biogázok összetételét és tüzeléstechnikai tulajdonságait rögzítő egységes szabvány ugyan még nem áll rendelkezésre, de az EU-szintű irányelveket néhány jellemző vonatkozásában már meghatározták. Ezeket a 3. táblázat foglalja össze.

A biogázok alkalmazását gátló, nem műszaki jellegű akadályok elhárítása az Európai Unió által is támogatott energiapolitikai célkitűzés. A témakörrel foglalkozó REDUBAR című nemzetközi projekt kidolgozásában a TÜKI Zrt. is részt vesz.

A tisztításnak, dúsításnak ugyanakkor jelentős költségvonzata van. Az EU átlagszámai szerint ez az üzem kapacitásától függően 1,5-4 eurocent/kWh értékre becsülhető. Hálózatba táplálás esetén a költségek még tovább nőhetnek (kompresszor alkalmazása, járulékos minőségellenőrzési műveletek). Mindezek figyelembevételével a tisztítatlan, ún. nyers biogáz közvetlen eltüzelése továbbra is elterjedten alkalmazott műszaki megoldás.

Az NC-gázok tüzelésével kapcsolatos műszaki szempontok értékelésénél a földgáztüzelő berendezések és rendszerek adottságaiból célszerű kiindulni. A járulékos fejlesztési feladatok, ill. a földgázüzemhez képest eltérő megoldások a tüzelési rendszer szerkezeti kialakításánál, a korróziós és eróziós hatások figyelembevételénél és a tüztér kialakításánál jelentkeznek. A földgázéhoz képest eltérő összetétel hatása a fentiekben túlmenően a hőhasznosító berendezés határfokát és a szükséges levegőtisztaság-védelmi intézkedéseket is befolyásolja.

## 2. Az NC-gázok tüzeléstechnikai paramétere

Az említett hét gáztípus jellemző tüzeléstechnikai paramétereit a 4. táblázat foglalja össze. Az adatok értékelésénél hangsúlyozni kell, hogy míg a kohó- ill. kamragáz esetében az értékek közelítőleges állandóságára lehet számítani, ez biogázoknál ill. vegyipari hulladékgázoknál nem garantált. A tüzelési rendszer kialakításánál ezt a bizonytalanságot figyelembe kell venni, ill. biztosítani kell a megadott (esetenként széles) összetétel-tartományban a megfelelő üzemeltetési feltételeket.

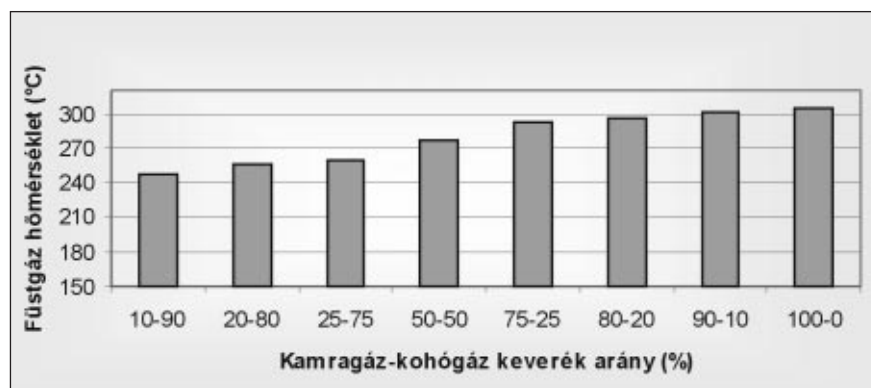
A táblázat adatait alapvetően meghatározó gázkomponensek tüzelési tulajdonságait a 5. táblázat mutatja. Segítségével – interpolációk alkalmazásával – közelítőleg meghatározhatók a 4. táblázatban szereplő NC-gázok összetételéhez képest eltérő anyagok kalorikus jellemzői.

## 3. A tüzelési rendszer

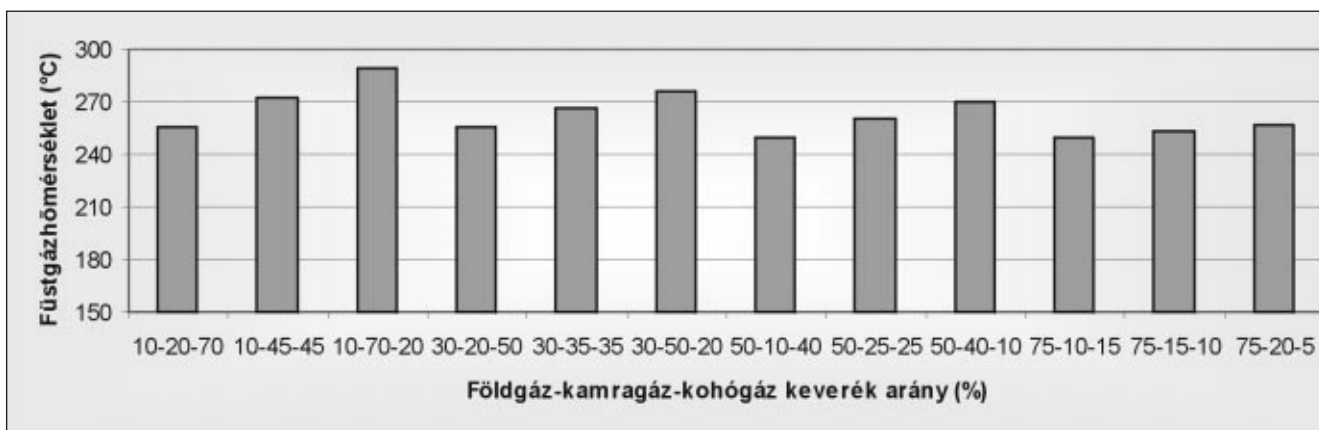
A megváltozott kémiai összetétel hatására visszavezethetően a gáz- és levegőellátó rendszerre, a tüzelőberendezésre és tartozékaira, ill. a tüztér kialakítására és a tüzelési technológiára vonatkozó követelmények a földgáztüzeléshez képest módosulnak.

A gáz- és levegőellátó rendszer módosításának szükségessége elsősorban a térfogatáramok változásából adódó méretváltozásokra vezethetők vissza. Általában megnövekedett inerttartalommal számolhatunk, ami a tüzelőanyag hozzávehető csőszakasz és a szerelvények bővítését igényli.

Változhat a gázellátás nyomásszintje. Ennek hatása adott esetben az égő konstrukciós módosításával (új égő alkalmazásával) semlegesíthető, de nem zárható ki



■ 2. ábra. Kamragáz-kohógáz vegyestüzelésű kazán távozó füstgázának hőmérséklete különböző keverékarányoknál



■ 3. ábra. Földgáz-kamragáz-kohógáz vegyestüzelésű kazán távozó füstgázának hőmérséklete különböző keverékarányoknál

nyomásfokozó beépítésének szükségessége sem. Minden esetben felül kell vizsgálni az égéslevegő-ellátó rendszer nyomás-szintjének megfelelőségét is.

Az új összetételű gáz alkalmazása az ellátórendszer technológiai kialakítására is hatással van. A hidrogén megjelenése a fűtőgázban lángzár beépítését teheti szükségessé. A fűtőgázban a szén-monoxid jelenléte a követelmények szigorodását eredményezheti a szivárgásérzékelésnél. Ugyanígy a toxikus komponensek további szivárgásérzékelők alkalmazására kényszeríthetik az üzemeltetőt. Ez utóbbi érzékelő elemeket ugyan nem az ellátórendszerbe építik be, azonban reteszfunkcióik révén közvetlenül befolyásolják a tüzelőanyag-ellátást.

A földgázhoz képest erőteljesebb korrózió hatást kifejtő komponensek megjelenése elsősorban a tömítőanyagok kiválasztásánál igényel különös figyelmet. Esetenként jelentős víztartalommal is számolni kell, ami kén (halogének) jelenlétében már hideg állapotban is eredményezhet korróziót. A szilárd szennyezők járulékos szűrők beépítését, a gyakori tisztíthatóság biztosítását teszik szükségessé.

A tüzelőberendezés változtatásának szükségessége a térfogatáram arányok változásából és az agresszív komponensek megjelenéséből adódik. Ez utóbbi hatás elensúlyozása új szempont. Jelentősen bővül az erősen ötvözött anyagok felhasználása.

A biztonsággal történő kiegészítés feltételeinek megteremtése a tüzelőanyag- és levegőáramok fokozott keverését igénylik. A tüzelőanyagban előfordulhatnak a CO-hoz viszonyítva kevésbé reakcióképes anyagok, így a földgáz esetében még megfelelő keverési intenzitás itt már nem elegendő.

A tüzelőanyag térfogatáram-növekedése a fűvóka, a keverőtér és az égőszájat-

mérő nagyobbítását igénylik. Más szempontból a magas szén-dioxid-tartalom – illetve ellenkező értelemben a hidrogéntartalom – jelentősen befolyásolja az égési sebességet. A lángleszakadás vagy visszagyulladás lehetőségének kiküszöbölése döntő szempont a tüzelőberendezés kialakításánál. Az égő kilépési és belépési keresztmetszeteinek megválasztása ennek figyelembevételével történik.

Az NO<sub>x</sub>-kibocsátás csökkenését eredményező többfokozatú tüzelés alkalmazása esetén a gyulladási tartományok megváltozása miatt valószínűleg a primer/szekunder levegő-, esetenként gázarányokat is módosítani kell, ami a tüzelőberendezés további szerkezeti változtatását teszi szükségessé. A tengellyel szöglet bezáró lángérzékelő alkalmazása esetén a lángkép megváltozása miatt ennek helyzete is módosulhat.

A szerkezeti elkülöníthető tüzelőkamrában történő égetés esetén gondoskodni kell a hatékony hőszigetelésről a közel adiabaticus viszonyok megteremtése érdekében. Ez a szennyező és toxikus komponensek tökéletes kiegészítéséhez szükséges, megfelelően magas és egyenletes hőmérséklet biztosításának az egyik feltétele. Ilyen típusú égőbeépítés esetén figyelembe kell venni a megváltozott lángalakot. Az égetőkamra méreteit ehhez igazodóan kell megválasztani.

A tüztér kialakítás és a tüzelési technológia megváltozása egyrészt a fűtőgázkeverék komponensei tüzeléstechnikai paramétereinek különbözőségéből adódik.

Az NC-gázokat általában a szén-dioxidban dúsabb keverékösszetétel jellemzi. A magas CO<sub>2</sub>-tartalom jelentősen csökkenti az égési sebességet. 35% szén-dioxid-tartalmú keverék esetén ennek értéke kb. 0,15 m/sec, a földgázé mintegy har-

mada [3]. A lángleszakadás veszélyének elkerülése érdekében kisebb kiáramlási sebességeket kell alkalmazni. Ez a feltétel az égőszáj- és égőkő-kialakítás módosítását igényli. A szén-dioxid megnövelt részaránya a láng alakját is befolyásolja [4]. A láng hossza csökken, és ennek hatása kettős. Egyrészt változik a tengely menti hőáramsűrűség. Azonos hőteljesítmény esetén nagyobb az égőszerkezet termikus igénybevétele, amit az alkalmazott anyagok kiválasztásánál figyelembe kell venni. Másfelől ez hatással van a láng ultrabolya sugárzásának mértékére és eloszlására is. Miután az UV sugárzás az eltérő füstgázösszetétel miatt egyébként is különbözik a földgázétól, a lángérzékelő beépítési helyzetének kiválasztásánál ezt figyelembe kell venni.

További jelentős változás a hidrogén megjelenése, esetenként a tüzelőanyag kalorikus tulajdonságait meghatározó mértékben. Ez a körülmény a visszagyulladás és a robbanás veszélyein túlmenően, a magasabb égési hőmérsékletre visszavezethetően, a tüztér falzatának hőterhelését is fokozza, ami az anyagminőség gondos megválasztásának szükségességére hívja fel a figyelmet.

A kémiai összetétel megváltozásának másik hatása az agresszív vagy egészségre ártalmas szennyezőanyagok megjelenéséből adódik. Különösen nagy körülményt igényel a biogázok eltüzelésének technológiája. Ezek, előállítási módjuktól függetlenül, szerves szennyezőanyagok széles skáláját tartalmazzák. A fentebb már említett nemkívánatos komponenseken túlmenően klorin- és fluorinszarmazékok, halogénezett szénhidrogének, benzén, tuloén, ethanal, formaldehid szennyezők találhatóak a gázban, jellemzően 10-50

mg/Nm<sup>3</sup>, de csúcspanak akár több száz mg/Nm<sup>3</sup> koncentrációban.

- A tüzelés során fennáll a dioxin ill. a furán képződésének a veszélye. Ennek ellen-súlyozására a tüztér kialakítása és az üze-meltetési paraméterek beállítása során az alábbi követelményeknek kell teljesülniük:
- a minimális tüztérhőmérséklet 1 000 °C;
  - a tartózkodási idő legkevesebb 0,3 sec;
  - belső szigeteléssel ellátott, közel adia-batikus égetést megvalósító tüzelőkamra megléte;
  - optimális levegőtényező biztosítása (gázösszetételtől függően, de  $n > 1,15$ );
  - a biogáz és az égéslevegő intenzív keve-redése;
  - hideg zónáktól mentes egyenletes tűz-térhőmérséklet;
  - a lángnak teljes terhelés esetén is a tűz-téren belül kell maradnia;
  - a távozó füstgáz oxigéntartalmáról törté-nő arányszabályozás megléte;
  - gyors reagálású vezérlőelemek alkalmazá-sa az esetleges mennyiségi és gázminőségi ingadozások hatásának ellensúlyozására.

A fenti előírásokat biogáztüzelés eseté-re határozták meg [6]. Amennyiben a fenti feltételek teljesülnek, átlagos összetételű mezőgazdasági eredetű biogázok  $n=1,15$  levegőtényező melletti eltüzelése esetén kb. 1 400 °C láng hőmérséklet alakul ki. A távozó füstgázban mintegy 10% szén-dioxid és 2,3% oxigéntartalom mellett 175-180 mg/m<sup>3</sup> NO<sub>x</sub>, 30-35 mg/m<sup>3</sup> CO és 10-15 mg/m<sup>3</sup> elégetlen karbon található. Ezek az értékek kielégítik a TA Luft előírásait. A ne-hézfém, furán és dioxin szennyezők kon-centrációaránya ugyancsak határértéken belüli érték.

#### 4. A korróziós és eróziós hatások figyelem-bevétele

A földgázzal ellentétben az NC-gázok ag-gresszív komponenseket is tartalmazhatnak. A gázokban fellelhető szilárd részecskék eróziós hatásuk mellett a fűvókák vagy az égőszáj nyílásainak eltömődését is eredmé-nyezhetik. Hatásuk kiküszöbölése (csök-kentése) érdekében ajánlatos a nyers bio-gáz előállításának fázisát szűrőegységgel kiegészíteni még az ellátóvezetékbe törté-nő betáplálás előtti szakaszban.

Ugyancsak ajánlatos a fűtőgáz nedves-ségtartalmának csökkentése az egyébként kezeletlen (nyers) állapotban történő köz-vetlen felhasználás esetén is. A cseppfolyós állapotban jelenlevő víz is fejt ki eróziós ha-

2. táblázat. A biogáz speciális szennyező komponensei

Komponens	Mértékegység	Szennyvíziszap eredetű biogáz	Mezőgazdasági eredetű biogáz
Hidrogén-szulfid	mg/m <sup>3</sup>	< 600	< 100
Ammónia	mg/m <sup>3</sup>	100	5
Klorin	mg/m <sup>3</sup>	0-100	0-800
Fluorin	mg/m <sup>3</sup>	0,5	10
Sziloxán	mg/m <sup>3</sup>	0-50	0-50

tást. Csökkenti a földgáztüzeléshez képest egyébként is alacsonyabb láng hőmérsékle-tet, és reagálva a gáz aktív komponenseivel, savkorróziót idéz elő még a tüzelési zó-na előtti szakaszon is. A gáz harmatpontját célszerű a jellemző téli hőmérséklet alá csökkenteni.

A szilárd részecskék és a nedvességtar-talom a gázok előzetes kezelésével viszony-lag egyszerűen csökkenthető egy elfogad-ható szint alá. Az esetleges kén-hidrogén-tartalom eltávolítására ugyancsak számos, referenciákkal rendelkező módszer ismert, ezeket azonban költségvonzatuk miatt a gázok tisztítás nélküli, „nyers” állapotú el-tüzelése esetén nem, vagy csak ritkán alkalmazzák. Kivételt képez az az eset, ami-kor a rendszer katalitikus füstgáztisztító egységgel rendelkezik. A kén mint katalizá-torméreg jelenik meg, a füstgázkezelést megelőző fázisban történő eltávolítása mindenképpen szükséges.

A kén-hidrogén-tartalom az égési folya-matban SO<sub>x</sub>-vegyületté oxidálódik, és az el-kerülhetetlenül jelen lévő vízgőzzel reagál-va kénes- ill. kénsavat képez. A korróziós hatás csökkentése érdekében öntöttvas, korrózióálló acél, ill. a kéményeknél mű-anyag védőcső alkalmazása ajánlott. A tá-vozó füstgáz hőmérsékletének harmatpont feletti értéken tartása ugyancsak csökkenti a korróziós veszélyt, de egyben a berende-zés hatásfokát is.

Biogázok eltüzelése esetén találkozha-tunk azok jellegzetes szennyezőjével, a sziloxánnal is. Előfordulása elsősorban a mezőgazdasági termékek bomlásából képződött biogázra jellemző (landfill gas). A szilikátalapú származék magas hőmérsék-leten üveges lerakódást képez a tüzelő-kamra falán. A nagy sebességű áramlás hatására ebből rétegdarabok válhatnak le, ami gázmotorok esetében azok tönkre-menetelét eredményezheti. A nyers gáznak kazánban (kemencében) történő eltüzelé-se esetén a lerakódás hatásfokcsökkenést eredményezhet, de a fenti káros eróziós hatás lényegesen kisebb.

#### 5. NC-gázzal történő tüzelés hatása a hőhasznosítás folyamatára

Az NC-gázoknak a földgázétól különböző tüzeléstechnikai tulajdonságai és az eltérő füstgázösszetétel együttes hatására meg-változnak a hőátadási viszonyok mind a tüztér, mind a távozó füstgáz hőtartalmát hasznosító berendezések esetében. Válto-zik a láng- és füstgáz sugárzás mértéke, de a tüzelőanyag összetételtől függő füstgáz térfogatáramok befolyásolják a konvektív hőátadást is.

A sugárzásos hőcsere viszonyokat itt is alapvetően a Stephan-Boltzmann-törvény fejezi ki. A gázminőség változása közvetle-nül az emissziós tényező módosulásában jelentkezik. A sugárzásintenzitási arány az

$$r_{\text{rad}} = \epsilon_{\text{NC}} / \epsilon_{\text{FG}} \quad (1)$$

összefüggésből számítható az NC-gáz és a földgáz kibocsátási paramétereinek hánya-dosaként. Az emissziós tényezők mindkét esetben a füstgáz valamennyi komponen-sének kibocsátását jelentik, figyelembe vé-ve a komponensek kölcsönös abszorpciójá-nak csökkentő hatását.

A konvektív hőátadás alapvetően a tér-fogatáramok arányából számítható. Az anyagjellemzők közül a legerőteljesebb ha-tást az anyag típusától és a hőmérséklettől egyaránt jelentős mértékben függő dinami-kai viszkozitás képviseli. Gázminőség válto-zás esetén a viszonyszám az

$$r_{\text{conv}} = (V_{\text{NC}} \cdot \nu_{\text{FG}} / V_{\text{FG}} \cdot \nu_{\text{NC}})^m \quad (2)$$

kifejezésből határozható meg. A hatványki-tevő értéke a konstrukcióra jellemző Nu = f(Re) kapcsolat által rögzített  $m = 0,5-0,6$  körüli érték.

A fenti két közvetlen befolyásoló ténye-ző mellett jelentős az adiabatikus láng hő-mérsékletek különbözőségéből adódó elté-rés. A megváltozott tüztérhőmérsékletre szuperponálódnak a sugárzási és a konvektív hőcserefaktorok változásai is. A módo-

sulások a füstgázoldalon sorba kapcsolt berendezések esetén erősíthetik vagy gyengíthetik egymást. Utóbbi esetben a hatás jelentéktelenné zsugorodhat. Általában a magasabb fűtőértékű gáz hőátadási feltételei kedvezőbbek, de ezeket (részben) kompenzálhatja a „gyengébb” minőségű gáz nagyobb térfogatárama, vagy a sugárzó komponensek (pl. CO<sub>2</sub>) magasabb koncentrációja.

Füstgázoldalról hét sorba kapcsolt hőátadó egységre vonatkozó sorozatszámítást elvégezve földgáz–kamragáz–kohógáz vegyestüzelésű erőműi kazánok esetében végeredményként 1,5–2% hatásfokkülönbség volt kimutatható különböző tüzelőanyag összetételeknél [7]. Az értékelés alapját a távozó füstgáz hőmérséklete jelentette, azonos bevitt hőmennyiség esetén. A 2. ábra kohó- és kamragáz, a 3. ábra kohó-, kamra- és földgáz vegyes tüzelésének különféle arányai esetére mutatja be a távozó füstgázhőmérsékleteket.

A távozó füstgázok hőtartalmának közvetlen hasznosítási lehetősége más szempontból is különbözhet a földgáztüzeléstől. Az NC-gázok füstgázait a bennük előforduló szennyező komponensek miatt élelmiszeripari technológiákban közvetlenül alkalmazni nem ajánlatos, ill. megengedhetetlen. A szennyezők hatása tisztítási műveletekkel, ill. a megfelelő tüzelésvezetéssel csökkenthető, de humán fogyasztású termékekkel való közvetlen érintkezés a szárítási, pörkölési, hőkezelési stb. műveleteknél így is potenciális veszélyt jelent. Ugyanez a megfontolás érvényes a füstgázokból tisztítást követően előállított védőgázra is (csomagolástechnikai felhasználás). Egyéb igényes ipari technológiák esetében (pl. finomkerámia-ipari szárítás) az alkalmazhatóság előzetes vizsgálatok alapján dönthető el.

## 6. További értékelési szempontok

A nyersgáz szén-dioxid részarányának növekedése csökkenti a fűtőértéket és így értelemszerűen a lánghőmérsékletet is. A jelenség a szén-monoxid-képződés irányába hat. 40–45% metántartalom alatt már szükséges lehet égéslevéző-előmelegítést, vagy a tüztér előzetes felfűtésére szolgáló

kiegészítő tüzelőberendezést alkalmazni. A megoldásnak gyújtás- ill. lángstabilizáló hatása is van. Kis fűtőértékű gázok esetén célszerű vegyes tüzelést, esetleg a tüzelőanyag földgázzal történő dúsítását alkalmazni. A földgázalapú kiegészítő tüzelés feltételeinek kiépítése biogáz esetében egyébként is ajánlatos az esetleges térfogatáram vagy jelentősebb fűtőérték-változás hatásának kiküszöbölése érdekében.

A kisebb metántartalmú biogáz környezeti előnye az, hogy tüzeléstechnikai alkalmazás esetén szellőztetéskor vagy meghibásodás alkalmával a szabadba jutó gázkeverék okozta környezeti terhelés lényegesen kisebb a földgázénál. Ez abból adódik, hogy a metán üvegházhatása kb. 23-szor nagyobb a szén-dioxidénál. Nagy mennyiségek esetében (erőműi felhasználás) ez sem elhanyagolható tényező.

## 7. Következtetések

Az NC-gázok világszerte mindinkább elterjedten alkalmazott tüzelőanyagok. A magas inerttartalmú földgázfajták és az ipari melléktermékek (hulladékok) mellett mind nagyobb arányt képviselnek a biogázok különböző típusai.

Az eltérő tüzeléstechnikai és vegyi összetételbeli sajátosságok a földgáztüzeléshez képest eltérő feltételrendszert hoznak létre. A módosult kémiai és kalorikus paraméterek közvetlenül befolyásolják a tüzelőberendezések ellátórendszerét, az égők szerkezetét, a tüzelőkamra kialakítását és a tüzelési technológiát. Megváltozik a környezeti hatás és módosulnak a hőhasznosító berendezések hőcsereviszonyai is.

A megváltozott feltételek szerinti működtetésre a „hagyományos” földgáztüzelő berendezések, vagy ezek továbbfejlesztett változatai az esetek többségében alkalmazhatóak. A konstrukciós változtatások alapelve az adott gáz összetételétől függ.

A TÜKI Zrt. jelentős számú, különféle NC-gázok eltüzelésére alkalmas referencia-berendezéssel rendelkezik. A termikus hulladékmegsemmisítők fejlesztése területén kifejtett tevékenységét a jelen lapban megjelenő cikk is ismerteti [13].

## Irodalom

- [1] EU Energy in Figures 2007/2008
- [2] Marcogaz study. Injection of Gases from Non-Conventional Sources into Gas Networks. Final recommendation. D497 WG-Biogaz-06-18
- [3] Halász E.: Diplomatervezési feladat, Miskolci Egyetem, 1985
- [4] Selmei J.: Az inerttartalmú gázok eltüzelésével kapcsolatos kísérleti tevékenység. XXIV. Ipari Szeminárium, Miskolc, 1986
- [5] Kerek I.–Riba D.: Biogáztüzelő berendezések fejlesztése. XXXV. Ipari Szeminárium, Miskolc, 1999
- [6] Spillmann, P.: Why High Temperature Combustion of Landfill Gas. HOFGAS report
- [7] Gőzkazánok hőátadási feltételeinek javítása, légszennyezésének csökkentése MeAKKK kutatási témajelentés, 2007
- [8] BIOCOMM Regulation Draft of Biogas Commercialisation in Gas Grid-BIOCOMM. Final report, European Commission 4.1030/C/02-082/2002, June 2005
- [9] EurObserver: Biogas Barometer. 2008
- [10] Quality Aspects of Green Gas. Kiwa report GT 070127 2007 Sept.
- [11] Kerek I.–Bodnár Gy.: Különleges tüzelőberendezések. XXVIII. Ipari Szeminárium, Miskolc, 1992
- [12] Meggyes A.–Bereczky Á., Kovács V. B.: Effect of Different Gas Compositions and Combustion Circumstances on the Operation of Heat Engines. 7th International Conference on Heat Engines and Environmental Protection
- [13] Dr. M. Sevcsik–I. Kerek, L. Nemes: Developing of Thermal Waste Disposing Equipment by TÜKI. Heat Engines and Environmental Protection. May 23-25. 2005. Balatonfüred, p.147-152.



# Termikus hulladékmegsemmisítők fejlesztése a TÜKI-ben

**Cikkünkben a gyakorlati szempontokra koncentrálva rövid áttekintést adunk a TÜKI Zrt. azon tevékenységéről, amelyet az ipari hulladéktüzelés területén végzett. Ide soroljuk és áttekintjük – a tüzelésük által támasztott problémákör alapján – a kohászati melléktermékek tüzelését is. Bemutatunk néhány, gyakorlatban is megvalósított berendezést a különböző alkalmazási területekhez kapcsolódóan.**

## Bevezetés

A termikus hulladékmegsemmisítő berendezésekben hasznosítandó gázfajták összetételének elemzése alapján az alábbi problémakörök rajzolódhatnak ki:

- a dűsgázok tüzeléstechnikai hasznosításának problémája;
- a korrozív gázok tüzeléstechnikai hasznosításának problémája;
- a sovány, nagy inerttartalmú gázok tüzeléstechnikai hasznosításának és égetéses semlegesítésének problémája.

A dűsgázok olyan szénhidrogén keverékek, amelyek egy részében magas a nehéz komponensek aránya. Ezek normál környezeti hőmérsékleten is kondenzálódhatnak, ezért annak ellenére, hogy javítják a gázok fűtőértékét és égési sebességét, a jó hatásfokú és környezetvédelmi előírásoknak is megfelelő tüzelésük mégis problémát okoz. A probléma megoldása érdekében meg kell akadályozni, hogy a gázból a nehéz szénhidrogének folyadék formában kondenzálódhassanak. Ezért vagy a gáz lehűlését kell megakadályozni az égőig menő csővezetékben, vagy az égő előtt le kell választani a gázból a nehéz szénhidrogéneket.

Korrozív gázok azok a szénhidrogének, melyekben jelentős (500-5 000 mg/m<sup>3</sup>) kén-hidrogén (H<sub>2</sub>S) tartalom van. Mivel a kén-hidrogén enyhén savas hatású, ezeken a gázoknál a szerelvények és gázvezetékek korróziójával, és az ebből eredő meghibásodásokkal, üzemzavarokkal kell számolni. Ekkor vagy korrózióálló kivitelű vezetékeket és szerelvényeket kell használni, vagy a gázt kell a kén-hidrogéntől mentesíteni. Az alkalmazandó eljárást a gazdaságosság dönti el.

A gázok jelentős részénél a szénhidrogének mellett – kisebb-nagyobb mennyiségben – nem éghető, úgynevezett inert gázok is vannak. A gázok inert alkotói közül a nitrogén (N<sub>2</sub>) általában nem éri el a 10%-ot sem, míg a szén-dioxid (CO<sub>2</sub>) a 90%-ot is meghaladja egyes esetekben. Az inert gázok jelenléte mindig kedvezőtlenül befolyásolja az égési tulajdonságokat, csökken a fűtőérték, a stabilitás, a lángterjedési sebesség és az éghetőségi tartomány. Amint azt az 1. ábra diagramjai is szemléltetik, az inerttartalom növekedésével a lángleszakadási és a -visszagyulladás görbe is a kisebb határsebességi gradiens irányába tolódik el. Ez azt jelenti, hogy az

inerttartalmú gázok lángja kisebb áramlási sebességnél szakad le és gyullad vissza, mint az inertet nem tartalmazó gázé, azaz az inerttartalom növekedésével a gázok lángleszakadási érzékenysége nő, a visszagyulladás érzékenysége viszont csökken. Az inerttartalom növekedésével a stabil láng tartományának szélessége csökken, itt a szén-dioxid hatása a lángstabilitásra erősebb, mint a nitrogéné. Az ábra azt is mutatja, hogy az inerttartalom növekedésével az elméleti égéshőmérséklet csökken, itt a szén-dioxid égési hőmérsékletet csökkentő hatása erősebb, mint a nitrogéné. Az inerttartalom égéshőmérsékletet csökkentő hatását a gáz és az égéslevegő előmelegítésével lehet ellensúlyozni.

Az 1. táblázat az inerttartalom függvényében mutatja a gázok fűtőértékét, a tüzelhetőség szempontjából használható berendezéseket, valamint annak feltételeit.

A fenti tüzeléstechnikai jellemzők mellett egyre fontosabb szerepe van a gázok elégetésekor keletkező égéstermékek környezeti hatásának. A hasznosítás és ártalmatlanítás lehetőségeinek vizsgálatok nagy figyelmet kell fordítani a környezeti hatásokra is.

## 1. Kohászati technológiai melléktermékek tüzelése

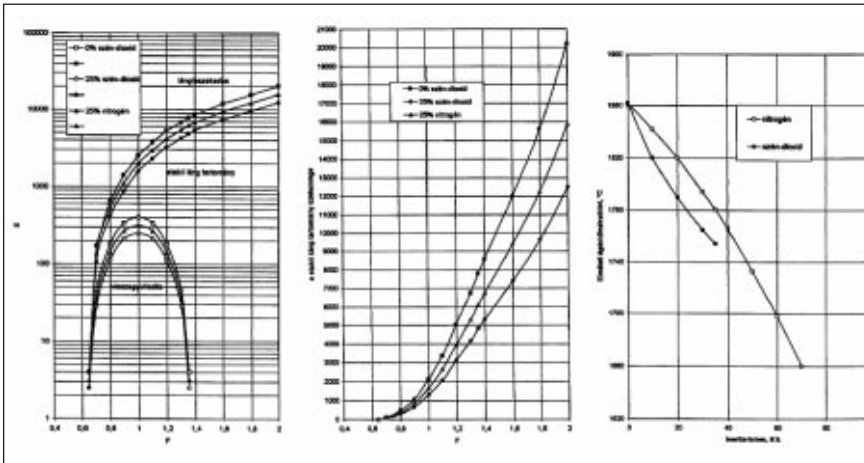
A TÜKI Zrt. csaknem alapításától, vagyis az 1960-as évek elejétől, foglalkozik a szabványos gáz és folyékony tüzelőanyagokon (földgáz, fűtőolaj stb.) túlmenően az ipari technológiai melléktermékek közül a kohászatban jelentős mennyiségben keletkező éghető gázkeverékek hőhasznosítási célú tüzelésével. A kohászatban ugyanis már a többi iparágnál jóval hamarabb hasznosították a technológiai melléktermékként keletkező kohógázt (fűtőértéke 2,9-3,4 MJ/m<sup>3</sup>) önálló tüzelőanyagként, de vezetékes földgázzal keverve ún. kevertgázként is (fűtőértéke kb. 7 MJ/m<sup>3</sup>), helyi kokszolómú esetén pedig a kamragázt (fűtőértéke 17,7 MJ/m<sup>3</sup>). (A mértékegységben szereplő m<sup>3</sup> 273 K hőmérsékletű és 101,3 kPa nyomású gázra vonatkozik.)

Ezen igen különböző összetételű, fűtő-

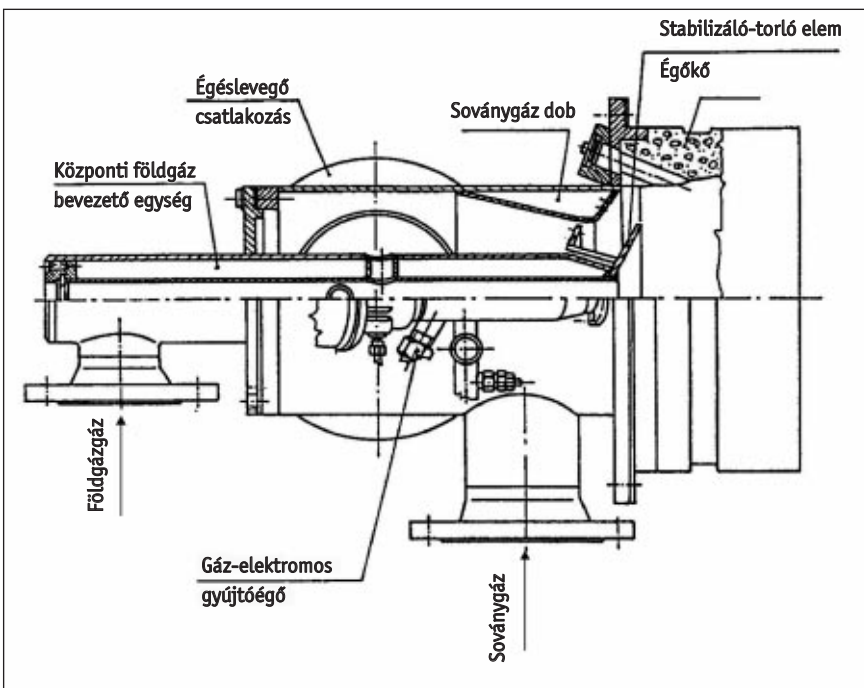
**Dr. Sevcsik Mónika** életrajzát a 13. oldalon közöljük.

**Kerek István** okleveles kohómérnök, 1970-ben végzett a Nehézipari Műszaki Egyetemen. 1970-től a TÜKI-ben dolgozott különböző beosztásokban. 1983-tól fejlesztési osztályvezető, majd 1985-től főkonstruktor az egyedi tüzelőberendezéseket fejlesztő főosztályon. 1992-től a vállalászati főmérnökség vezetője, amely egyedi és különleges tüzelőberendezésekkel foglalkozik. 2004-től a cég fejlesztési főmérnöke. Munkájához kapcsolódóan mintegy hét szabadalmi bejelentése született. Kutatási területe: speciális tüzelőberendezések.

**Dr. Nemes László** 1971-től okleveles gépészmérnök, alkalmazott mechanikus (NME), 1987-től műszaki egyetemi doktor (NME). Munkahelye 1975-től a TÜKI, jelenlegi beosztása tervezésvezető főkonstruktor. Három bejelentett szabadalom birtokosa. Kutatási és fejlesztési területei: téglaiipari kemencetüzelés kutatása, gáz- és olajtüzelő berendezések fejlesztése a szilikátipar, az acélkohászat és a kazántüzelések területén, környezetvédelem, alacsony légszennyezésű és energiatakarékos tüzeléstechnikai eljárások kidolgozása.



1. ábra. a) A szén-dioxid és a nitrogén hatása a metán lángstabilitására.  
 b) A szén-dioxid és a nitrogén hatása a stabil láng tartomány szélességére.  
 c) Az inert gázok hatása a metán elméleti égéshőmérsékletére



2. ábra. Dúsgáz-soványgáz égő

értékű és égési sebességű kohászati gázok tüzelésére a TÜKI munkatársai különböző, egyedileg és kissorozatban gyártott égőkonstrukciókat fejlesztettek ki és gyártottak ipari kemence- és kazántüzelési célokra. Mivel ezek a gázok ma már az országban csak az ISD DUNAFERR Zrt.-ben fordulnak elő, ezért ezekre a tüzelőberendezésekre itt bővebben nem is térünk ki. Azért ítéltük érdemesnek arra, hogy mégis megemlítsük ezeket is, mivel az említett ipari technológiai melléktermékek a kohászati vállalatoknál általában hatékony tisztítás nélkül kerülnek tüzelésre. A gázok víz- és portartalma, valamint az agresszív komponensek

(kamragáznál történetesen a  $H_2O=0,6-1,2$  tf%; a  $H_2S=0,8-2,2$  gr/m<sup>3</sup>, az  $NH_3=0-0,4$  g/m<sup>3</sup>, a  $HCN=0,1-0,2$  g/m<sup>3</sup>, a naftalín= $0,2-0,3$  g/m<sup>3</sup>) miatt különös tekintettel kell lenni a szerelvényezésre, elsősorban a biztonsági gyorselzáró szerelvények (mágnesszelepek ill. elektropneumatikus szelepek) szerkezeti anyagaira és működésbiztonságára. Ugyanezen szempontok miatt az égőknel is fokozott korróziós, eltömődési és dugulási veszéllyel kell számolni, amit a konstrukciós megoldásoknál figyelembe kell venni. Ezek a lerakódások, eltömődések egyébként az égőkhöz menő gázvezetékben is jelentkeznek. Mindezek alapján

ezen melléktermékek tüzelése hasonló műszaki problémákat vet fel, mint az ipari gáznemű hulladékoké.

Az előbbieknél még nagyobb feladatot jelent a kocszolóműben melléktermékként képződő kőszénkátrány tüzelése. Ez az ismert kereskedelmi fűtőolajokkal közel megegyező fűtőértékű olajféleség a számottevő nehézfém-tartalom ( $V=75-170$  mg/kg,  $Cd=5-53$  mg/kg,  $Co=1,2-30$  mg/kg,  $Cr=50-200$  mg/kg,  $Ni=235-500$  mg/kg,  $Pb=130-650$  mg/m<sup>3</sup>) túlmenően korrozív komponenseket ( $As=4-6$  mg/kg,  $Cl$  max. 2 mg/kg,  $F$  max. 0,01 mg/kg) és igen jelentős, nagy koptató hatású, tömör üledék-képződésre nagyon hajlamos szilárd szennyeződést (üledék= $45-215$  g/kg) tartalmaz. Conradson-száma a fűtőolajoknál megszokott érték többszöröse is lehet (10,5...35, de általában 20...22 fölötti).

Ez az olajféleség mind a szivattyúzás (rohamos kopás), mind a csővezetékek nyomvonala, kiépítése (élesebb törések, hajlítások kerülendők, kikapcsolt égőknel is állandó áramlást kell fenntartani egészen a porlasztókig), mind a porlasztó típusa (gőzegédközeges ultrahangos rendszer bizonyult a legeredményesebbnek úgy a porlasztási minőség, mint az üzembiztonság szempontjából) tekintetében különleges műszaki feltételeket támaszt. A kátrányolaj-tüzelést a megváltozott légszennyezési jogszabályok által támasztott követelmények miatt az erőműi gőzkazánokban mára már beszüntették.

A többi kohászati technológiai mellékterméknél a tüzeléssel befolyásolható füstgázkomponensek közül az  $NO_x$  tekintetében a kohógáz nem problematikus, mivel az alacsony fűtőérték és a magas inerttartalom miatt alacsony láng hőmérséklettel (elméleti láng hőmérséklet  $1\ 244$  °C) ég. A kohógáz ezért alkalmas más tüzelőanyagok (pl. kamragáz, fűtőolaj) tüzelése esetén keletkező  $NO_x$ -tartalom csökkentésére is. Ez méréseink szerint [1] különösen akkor hatásos, ha a kohógáz és az egyéb tüzelőanyag egy égőn belül, közös lángot képezve kerül eltüzelésre.

A kamragáz esetében – amely magas láng hőmérséklettel (elméleti láng hőmérséklet  $2\ 017$  °C) ég – már szükség van az  $NO_x$  képződését csökkentő eljárások alkalmazására. Ezek egyébként megegyeznek a szabványos tüzelőanyagok tüzelésénél alkalmazott megoldásokkal.

A TÜKI munkatársainak ezekre a kohászati ill. kocszolóműi melléktermékekre si-

került jó üzembiztosságú tüzelőberendezéseket kialakítani, beleértve a szerelvényezést és a korszerű működtetéshez szükséges egyéb automatizálási elemeket, részegységeket is. Ezek, valamint a magas inerttartalmú (CO<sub>2</sub> és N<sub>2</sub>), egyedi előfordulású földgázok hazai és külföldi ipari hasznosítása [2] kapcsán szerzett tapasztalataink jelentősen hozzájárultak azon speciális elméleti és gyakorlati ismeretek, tapasztalatok megszerzéséhez, amelyek szükségesek voltak az egyéb ipari területeken jelentkező melléktermék- és hulladéktüzelési feladatok eredményes megoldásához.

## 2. Egyéb iparágak melléktermékeinek tüzelése

Az előbbiekben vázolt, a kohászati vállalatokhoz kapcsolódó speciális tüzeléstechnikai feladatokon kívül, azokkal párhuzamosan is, több hazai vegyészeti, gyógyszergyártó és hulladékégető műben oldottunk meg sikeresen hulladéktüzelési feladatokat.

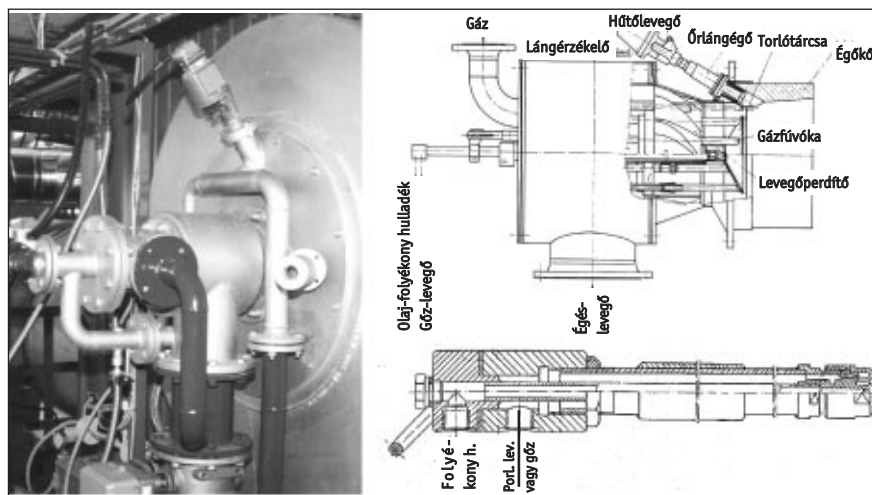
Különösen az utóbbi években a TÜKI Zrt. figyelve, szakmai tevékenysége a folyékony és gáznemű ipari hulladékok, melléktermékek tüzeléssel történő, általában hőhasznosítás melletti – kisebb mértékben hőhasznosítás nélküli – megsemmisítésén kívül is olyannyira a speciális ipari technológiai tüzelési feladatok megoldására terelődött, hogy szinte teljesen le is kötik a kapacitását.

A továbbiakban a hulladéktüzelő berendezések fejlesztésére irányuló tevékenységünkön szerelnénk áttekintést adni.

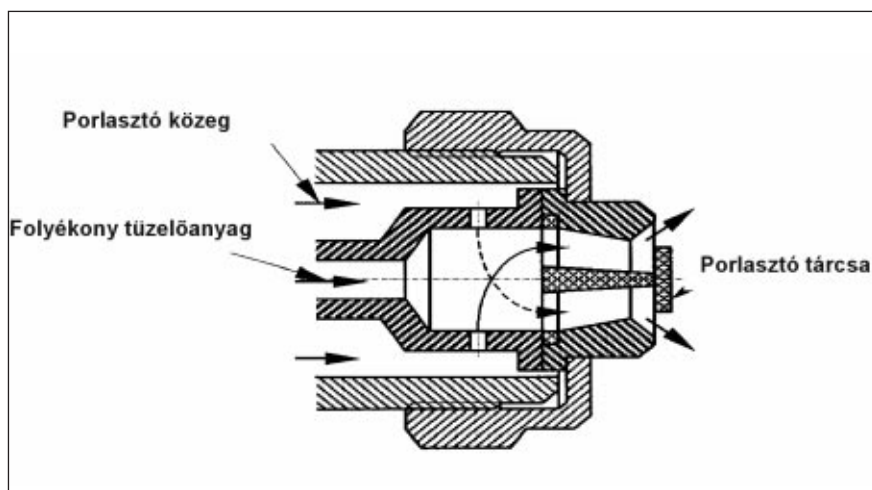
A vegyipari technológiák gáznemű melléktermékeinek – amelyek éghető tartalmát általában a CO ill. a H<sub>2</sub> képezi (fűtőértéke 6-7 MJ/m<sup>3</sup> ill. 24-36 MJ/m<sup>3</sup>) –, tüzeléses hasznosítása az országban az 1970-es évek végétől kezdődött az akkori TVK és BVK telephelyein.

A folyékony és a gáznemű ipari hulladékok tüzelésére egyedi vagy néhány darabos szériában gyártott égőkstruktúrák adott alkalmazási szempontok szerint kialakított változatai használatosak. A feladat megoldása során a legfontosabb a felhasználó és a hőhasznosító, ill. a tüzelőanyagok, valamint a vonatkozó előírások által támasztott követelmények részletes fölmérése, meghatározása.

A hulladék tüzelőanyagok égési tulajdonságai a kémiai összetételből számíthatók, ill. a szükséges pontossággal meghatá-



■ 3. ábra. Folyékony gyógyszergyártási hulladék égető berendezése (ICN Magyarország Zrt. Tiszavasvári)



■ 4. ábra. Ultrahangos rendszerű porlasztó

rozhatók. Különösen akkor, ha az éghető komponens szénhidrogén. Az égési tulajdonságok és a tüzelési feltételeket érintő egyéb információk (eltüzelendő folyadék vagy gáz víztartalma, inerttartalma, agresszív komponensek részaránya, por és egyéb szilárd szennyező tartalma stb.) alapján meghatározható az alkalmazandó égők egységtelejesítménye, alapvető műszaki megoldása, beleértve a kritikus alkatrészek, részegységek szerkezeti anyagait is.

A különböző, a gyakorlati hulladéktüzeléseknél előforduló keverékek égési tulajdonságainak számítására [3], meghatározására itt nem térünk ki, mivel az terjedelmében önmagában is meghaladná a lehetőségeket. Megjegyezzük azonban, hogy amennyiben a szükséges adatok hiányában vagy egyéb okból (pl. kellően megbízható számítási módszer hiánya) nem áll módunkban a szükséges jellemzőket kiszámí-

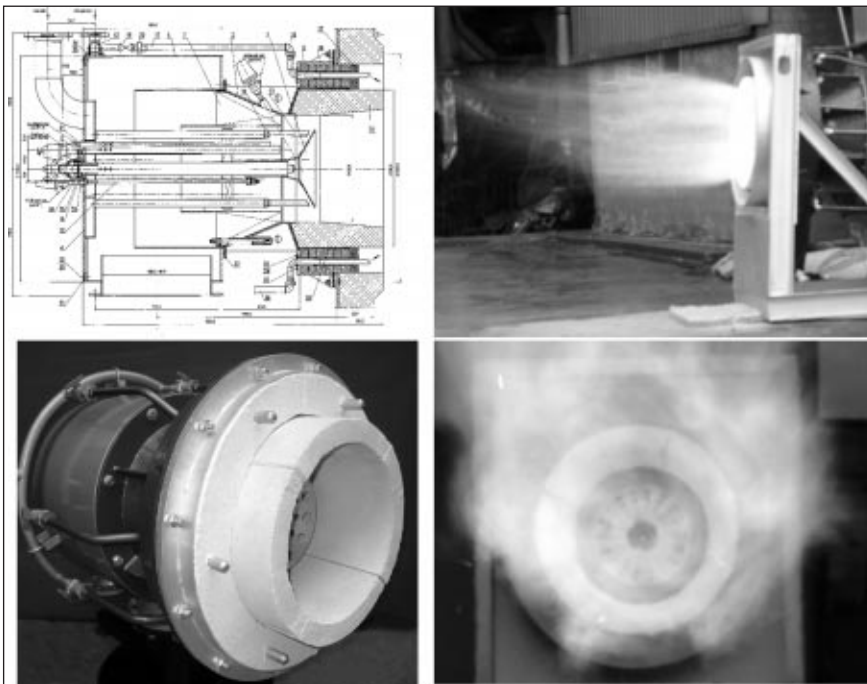
tani, ill. kellő pontossággal meghatározni, úgy ellenőrző kísérleteket kell végezni.

Amennyiben a keverék éghető tartalmát szénhidrogének képezik, az esetben a számításokhoz szükséges adatok a rendelkezésre álló szakirodalomban általában fellelhetők. Ezzel a területtel a TÜKI-ben is többen foglalkoztak már [2].

## 3. Égők

A TÜKI-ben általában az ún. ipari égőcsalád megfelelő egységtelejesítményű tagjait adaptáljuk a mindenkori hulladék- vagy melléktermék-tüzelési feladatra. Az alábbiakban néhány általunk kifejlesztett konstrukciót mutatunk be.

Jelenleg 25 MW égő egységtelejesítményig rendelkezünk a gyakorlatban kipróbált, üzemelő, ilyen rendszerű égőkstruktúrákkal. A 2. ábrán hegesztett acéllemez



■ **5. ábra.** K-M (NO<sub>x</sub>) típusú ipari égőcsalád 25 MW névleges teljesítményű tagja (MOL Nyrt. Százhalombatta)

égőházzal gyártott, égőköves, perdületmentes lángot biztosító égőkonstrukción olyan változata látható, amely dűsgáz-sóványgáz kombinatív eltüzelésére készült. Az égőtengelyben pedig lehetőség van szabványos átmérőjű porlasztóláncsa beépítésére is. Az ábra egy porlasztóláncsás változatot mutat be, de lehetséges több-láncsás változatban is gyártani. Ez esetben az egyikben bevitt tüzelő- vagy fűtőolaj lángja is képezheti a támasztólángot. Ennél a megoldásnál a dűsgáz révén történik a támasztóláng, ill. a hőhasznosító által igényelt, a hulladékok tüzelése kapcsán kelet-

kezőn felüli égőteliesség biztosítása.

A 3. ábrán perdületes lángú égőkonstrukció látható folyékony hulladék dűsgáz támasztóláng mellett történő eltüzelésére. Ez az alapkoncepció is készülhet többporlasztóláncsás változatban is.

A porlasztóláncsák igen különböző rendszerű porlasztófúvókákkal készülhetnek. A jó üzembiztonság érdekében a TÜKI-ben levegő vagy gőz segédközzel működő konstrukciókat használunk mind olajra, mind folyékony hulladékokra. Mivel a folyékony ipari hulladékok általában számottevő szilárd szennyeződést is tartalmaznak,

ezért olyan – saját gyártású – fúvókákat alkalmazunk, amelyek a folyadékot egyetlen, viszonylag nagy átmérőjű nyíláson keresztül porlasztják. A porlasztott folyadék (hulladék), valamint a porlasztóközeg szükséges nyomása min. 2 bar. A viszonylag nagy átmérőjű porlasztónyílás következtében 2-5 mm legnagyobb méretű szilárd szennyezések is képesek áthaladni a rendszeren az eltömődés veszélye nélkül. A 3. ábrán sűrített levegő vagy gőz segédközzel működő olyan porlasztóláncsa látható, amelynél dugulás esetén a fúvókával átellenes végen lévő zárócsavar bontásával, egyenes tisztítópálcával ill. kifúvatással, az égőből való kiserelés nélkül is elhárítható a hiba.

A 4. ábrán gőz vagy préslevegő segédközzel (nyomásigény 6-10 bar) működő ultrahangos rendszerű porlasztó látható. Ennek porlasztási minősége sokkal jobb az előzőnél. Itt azonban csak 1-2 mm-es szilárd szennyeződések engedhetők át.

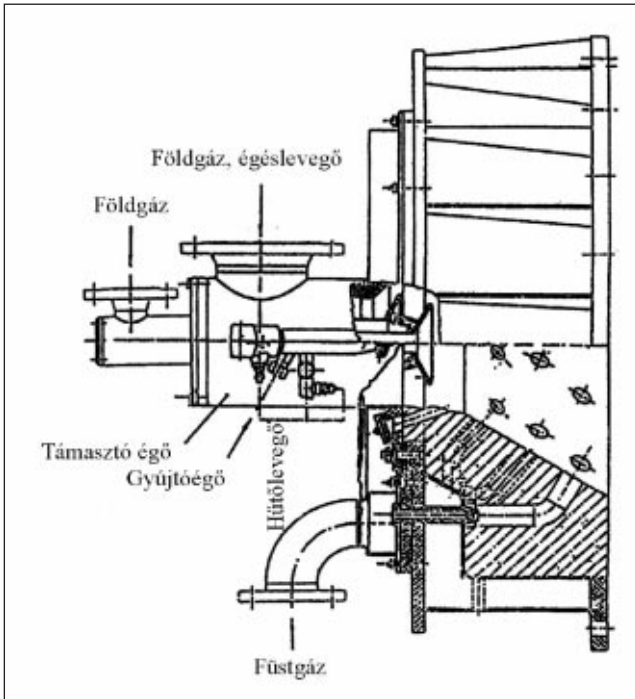
Az 5. ábrán a K-M(NO<sub>x</sub>) típusú, széleskörűen alkalmazható ipari égő látható. A K-M(NO<sub>x</sub>) típusú égő a TÜKI Zrt. K-jelű ipari égőcsaládjának csökkentett NO<sub>x</sub> kibocsátású változata. Az égő alkalmazási területei: ipari kemencék, szárítóberendezések, kazánok, hulladékégető és hulladék-együttégető berendezések, illetve egyéb speciális hőhasznosítók és technológiai berendezések. A hegesztett kivitelű, acéllemezről kialakított égőház – amelyben áramláskiegyenlítő helyezkedik el – diffúzor kialakítású egysége hordozza az égőkövet, ami karimásan csatlakozik a hőhasznosító páncéllemezehez. A gyújtóláng és a főláng őrzésére, ellenőrzésére közös lángérzékelő szolgál. Az égő állítható pozíciójú lapátos égéslevegő-perdítő egységgel ellátva. A gáz-elektromos gyújtóégő kényszerlevegő ellátású. A K-M(NO<sub>x</sub>) típusú ipari gázégők porlasztóval is elláthatók, ezáltal olaj, illetve más folyékony tüzelőanyag eltüzelésére is alkalmassá tehető. Hulladékgáz bekeverő rendszerrel ellátott változatuk is létezik. Önálló vagy pót-, illetve támasztőtüzelési funkció, egyégős vagy csoporttüzelési rendszer egyaránt megvalósítható a szükséges szerelvényezettséggel és automatizálási szinten, a felhasználói igény szerinti kialakításban. Az 5. ábrán az égő szabadtéri próbáján készült képek is megtekinthetők.

#### 4. Égetőberendezések

Nehezen gyűjthető, és csak adott térhő-

1. táblázat. Inerttartalmú földgázok tüzelhetősége

Inerttartalom tf%	Fűtőérték MJ/m <sup>3</sup>	Tüzelhetőség
40-ig	21	Egyedi és sorozatgyártású égőkkel, hűtött (pl. lángcsöves membránfalú) és hűtlen (falazott vagy tűzálló beton) tüzterekben, égéslevegő előmelegítés nem szükséges.
55-ig	16	Átlagosnál jobban keverő, egyedi és sorozatgyártású égőkkel, hűtött és hűtlen tüzterekben, égéslevegő előmelegítés nem szükséges.
70-ig	11	Egyedi, nem különleges égőkkel, hűtött és hűtlen tüzterekben, égéslevegő előmelegítés ajánlott.
75-80-ig	9	Egyedi égőkkel, égéslevegő, esetleg gáz előmelegítéssel, meleg (500-600 °C-os) égéstérben.
75-80 fölött	9 alatt	Egyedi égőkkel, állandó, arányos teljesítményű támasztólánggal, vagy speciális combustoros égőkkel, mérsékelt támasztóláng teljesítménnyel magas hőmérsékletű (kb 1000 °C-os) égéstérben.



■ 6. ábra. Égőelőtét nagy inerttartalmú gázok tüzelésére

mérsékleten égethető nagy inerttartalmú gázok (és hasonló égési tulajdonságokkal rendelkező egyéb gázkeverékek) tüzelésére alkalmas égetőelőtét látható a 6. ábrán. Ez magában foglalja az indító-támasztó égőt, a szegénygáz bekeverő rendszert, valamint az égéster azon részét is – amit gyújtótérnek is nevezhetünk –, amely okvetlenül szükséges a stabil láng kialakulásához és a lángstabilizáláshoz. Az égés döntő részben azonban az ehhez csatlakozó tűztérben, kisebb részben pedig az utóégető térben folyik. Az indító-támasztó égő teljesítménye egyrészt a szükséges támasztóláng teljesítményétől, másrészt a kapcsolódó tűztér előírt hőmérsékletre való felfűtéséhez rendelkezésre álló időtől függ. Az utóbbi legtöbbször jóval nagyobb teljesítményt igényel, mint az előbbi. Egyébként maga az indítóégő is felhasználható hulladékgáz tüzelésére is.

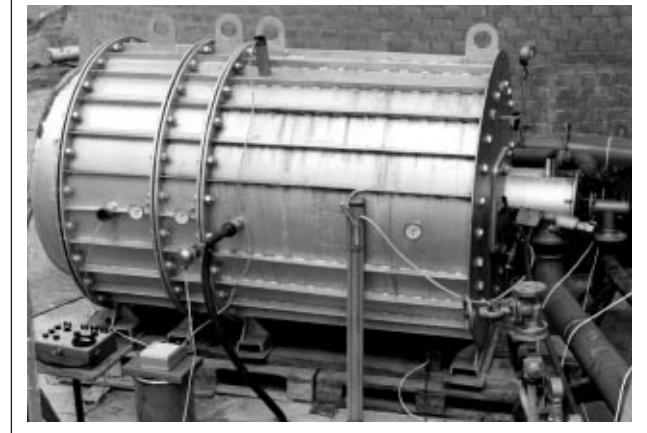
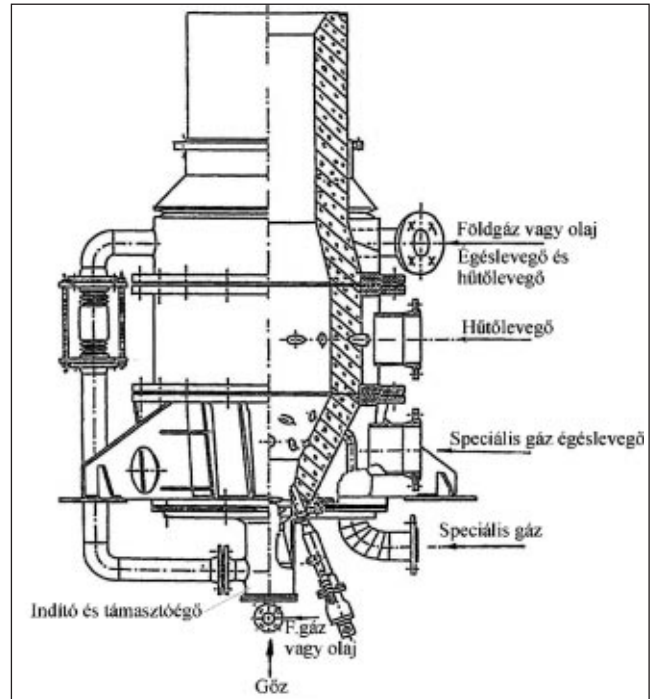
A 7. ábrán az előbbinél még rosszabb égési tulajdonságokkal bíró hulladékgázok és igen nagy inerttartalmú szénhidrogén gázkeverékek eltüzelésére alkalmazható berendezésünk felépítése látható. Benne akár 68 tf% CO<sub>2</sub> + 2,7 tf% N<sub>2</sub> tartalmú szénhidrogén gázkeverék is eltüzelhető támasztóláng nélkül. Ez esetben az égésnek jóval nagyobb része megy végbe az égetőberendezés belső terében, mint az előzőnél. Az indítóégőt az előírt térhőmérséklet elérésekor (előbbi gázkeveréknél 1 100 °C) az

automatika leállítja, ezt követően a berendezés enélkül működik tovább.

### Összefoglalás

Az előbbi áttekintéssel az volt a célunk, hogy a TÜKI Zrt. elmúlt évek során a termikus hulladékmegsemmisítő fejlesztése területén végzett tevékenységét ismertessük. Itt a terjedelmi korlátok miatt az elméleti vonatkozások korlátozott körű részletezésén túlmenően nem térünk ki sem a szerelvényezésre, sem a vezérlő automatikára, ill. az automatizálás egyéb elemeire, amelyek szállítása szintén hozzátartozhat a TÜKI Zrt. tevékenységéhez.

Bemutattuk a TÜKI Zrt. által az elmúlt években kifejlesztett hulladékmegsemmisítő berendezésekben eltüzelhető folyékony és gáznemű ipari hulladékok egyedi vagy néhány darabos szériában gyártott égőkonstrukcióit, kiemelve a felhasználási lehetőségek peremfeltételeit. A hasznosítás és ártalmatlanítás lehetőségeinek vizsgálatakor nagy figyelmet kell fordítani a környezeti hatásokra is.



■ 7. ábra. Égetőberendezés különböző inerttartalmú földgázok és hulladékgázok eltüzelésére (a) és egy égő beépítés előtti mérése (b)

### IRODALOM

- [1] Kerek I.-dr. Nemes L.-Bodnár Gy.: EMA-POWER Kft. V-IX. sz. kazánjai levegőtisztaságvédelmi értékelése, műszaki elemzése. Tanulmány. EMA-POWER Kft.-TÜKI Rt., Miskolc, 2002
- [2] Kerek I.-dr. Nemes L.-dr. Varga E.: Szénhidrogén-alapú hulladékgázok hasznosítási és ártalmatlanítási lehetőségeinek vizsgálata. Tanulmány. MOL Rt.-TÜKI Rt., Miskolc, 1996
- [3] Lábodny J.: Veszélyes hulladékok égetése, korszerű égetőművek üzemeltetése I.- II., NETI Kft. kiadása, Bp. 2000

# Szakaszos üzemű kemencék instacioner folyamatainak számítása egyszerűsített matematikai modell segítségével

*A dolgozat a TÜKI Zrt.-ben kifejlesztett, ipari kemencék hőátadási viszonyainak közelítő meghatározására alkalmas matematikai modell különböző alkalmazási lehetőségeit mutatja be. A módszer a betéthőmérséklet és a felületi hőáramsűrűség közötti szoros kapcsolaton alapul. A számítás a szimmetrikusan hevített síklap viszonyából indul ki. Ebből vezethető le az aszimmetrikus hevítés modellje, ahol figyelembe vehető a kemencefenék hőhatása is.*

*A publikáció bemutatja a felületi hőáramsűrűség közelítő meghatározásának lehetőségeit a betét- ill. térhőmérséklet adatok felhasználásával. A szerző végül ismerteti a modellnek a hossz mentén változó térhőmérséklet által létrehozott betéthőmérséklet-mező gyors számítására alkalmas továbbfejlesztett változatát.*

## Bevezetés

A TÜKI Zrt. ipari kemence fejlesztési programjának fontos része a berendezések munkaterében kialakult hőátadási viszonyok vizsgálata. Az izzító (hőkezelő) kemencéket technológiai szempontból a betét felhevítésének időigénye és a hőmérsékletmező egyenletessége minősíti. Ez a betét geometriai adottságaitól és a tüztérből az anyag felületére irányuló hőáram nagyságától függ.

A betét mérete kiindulási alapadat. Ehhez igazodva alakítjuk ki a kemencekonstrukciót, ami meghatározza a felületi hőáramot

- a tüztéri hőmérséklet;
- a kemencegeometria;
- az égők egységjeljesítménye és elrendezése;
- a belső keringtetés és füstgázvezetés;
- a betétrakodási mód (hideg vagy meleg kemencébe történő adagolás) és
- a tüzelésvezetés (a szabályozó helyzete és a szabályozás időfüggvénye)

paramétereken keresztül. Mindezek együttes hatása a hővezetési feladat peremfeltételeként jelenik meg.

A befolyásoló tényezők egzakt figyelembevétele aránytalanul nagy számítási kapacitást igényel, ami nem áll arányban a gyakorlati tapasztalatokon alapuló, a fajlagos értékek szerinti méretezés eredményével. Ez érvényes mind a technológiai

megfelelőségre, mind az optimális energiafelhasználásra. A felületi hőáram tekintetében tehát célravezetőbb a konvekció és a sugárzás mértékét a tapasztalati úton kialakult Nusselt-szám ( $\alpha$ ) ill. a Stephan-Boltzmann-törvénynek az átlagértékekre vonatkozó alkalmazásával képzett összefüggésekből meghatározni. Annak érdekében azonban, hogy az így kialakított közelítő pontosságú és peremfeltételként megjelenő felületi hőáramsűrűség hatása korrekt módon legyen értékelhető, ez utóbbinak a hővezetési feladathoz történő illesztését a tényleges viszonyoknak leginkább megfeleltetett módon kell elvégezni.

A TÜKI Zrt. a fenti követelményt figyelembe véve dolgozta ki azt az egyszerűsített egydimenziós modellt, ami a gyakorlat szempontjából mértékadó különböző felületi hőáram hatások (hevítési módok) esetére ad lehetőséget gyors, de elfogadható pontosságú számítások elvégzésére. A módszer kiterjeszhető a kétdimenziós hővezetési feladat megoldására is.

A kidolgozott modell ellenőrzése kísérleti kemencén végrehajtott mérésorozattal történt. A projekt kiegészült az impulzusszerű szakaszos tüzelés hatásának vizsgálatával. Az ehhez szükséges számításokat ugyancsak a fenti modell alapján végeztük el a 00562/2003 szerződésszámú OMF projekt nyújtotta támogatás igénybevételével [1].

## 1. Kemencefenékre helyezett síklap melegedése

A feladat első része a kemencefenéken elhelyezett „végtelen” kiterjedésű síklap melegedési viszonyainak vizsgálatára irányított egydimenziós hővezetést figyelembe véve. Az adagolás felhevített kemencébe történik.

A betét hevítése alapvetően felülről történik  $q$  hőáramsűrűséggel jellemezhetően, de alsó felületére is jelentős mennyiségű hő áramlik a kemencefenék irányából. Feltételezve, hogy a betét teljes felfekvő felületén érintkezik a kemencefenékkal, a hőközlés vezetés útján történik. Valóságban az egyenetlenségek miatt kisebb-nagyobb „légrések” alakulnak ki a két felület között, így a hőátadást egy fiktív hővezetési tényezővel lehet jellemezni.

A hőáramsűrűség meghatározásához ismerni kellene mind a hőátadó tűzálló felület felszínén, mind annak teljes mélységében a hőmérsékleteloszlást. Egy ilyen modell alkalmazhatóságát ugyanakkor éppen a kemencefenékre – esetenként a betét alsó felületére – irányuló hőáram nagyságának bizonytalansága teszi kérdésessé.

Az egyszerűsített számítási módszer feltételezése szerint a kemencefenék felületi hőmérséklete a felfűtés során megközelíti a térhőmérsékletet. A beépített tűzálló anyag hőtömege jelentősen meghaladja a betétét, így a hőleadásból adódó lehűlés hőmennyisége jelentős részben pótlódik a kisedés és beadagolás közti időszakban, ill. a betét által nem takart részek folyamatos hőfelvétele által.

A fentiek alapján tehát a kemencefenék és a betét felfekvő felülete között egy  $q^*$  hőáram alakul ki, ami ez utóbbi folyamatos melegedését eredményezi. Feltételezzük, hogy a betét alsó felületére érkező hőáram arányos a felső felületre irányuló hőfluxussal. Ekkor

$$q^* = \delta q$$

Korábbi vizsgálatok igazolták [2, 3], hogy az egydimenziós hővezetési feladat megoldása (Fourier-egyenlet) kielégítő

Dr. Kapros Tibor életrajzát a 23. oldalon közöljük.

pontossággal közelíthető egy parabolikus helyfüggvény és egy exponenciális időfüggvény szorzataként. Az előbbi ebben az esetben a hevítési aszimmetria miatt a középvonalhoz képest eltolt helyzetű parabola jellemzi (1-4. ábra). Alkalmazva az

$$Fo = \frac{\lambda \tau}{c \rho s^2} \text{ és } \zeta = \frac{z}{s} \quad (1)$$

hasonlósági kritériumot ill. szimplexet, a parabola egyenletét a

$$T = a_0 + (a_1 + a_2 \zeta + a_3 \zeta^2) \phi(Fo) \quad (2)$$

összefüggés írja le. A felületi hőáram-sűrűség Newton törvénye értelmében a

$$\frac{dT}{d\zeta} = -\frac{qs}{\lambda} = (a_1 + 2a_2 \zeta) \phi(Fo) \quad (3)$$

hőmérséklet iránytangenssel fejezhető ki. Elvégezve a behelyettesítéseket, a  $\zeta = -1/2$  és  $\zeta = +1/2$  helyeken az egyenletekből az állandók a felületi hőmérséklet és a hőáram-sűrűség segítségével kifejezhetők. Eszerint a vastagság menti hőmérsékleteloszlást a

$$T(Fo; \zeta) = T_f(Fo) - \frac{q(Fo)s}{2\lambda} \quad (4)$$

$$\left[ \frac{3-\delta}{4} - (1-\delta)\zeta - (1+\delta)\zeta^2 \right]$$

egyenlet fejezi ki.

A függvénynek természetesen ki kell elégíteni a Fourier-összefüggés egydimenziós viszonyok mellett érvényes differenciálegyenletét. Ennek dimenziótlan alakja a

$$\frac{\partial T}{\partial Fo} = \frac{\partial^2 T}{\partial \zeta^2} \quad (5)$$

Az egyenlet bal oldala

$$\frac{\partial T}{\partial Fo} = \frac{\partial T}{\partial Fo} - \frac{\partial q}{\partial Fo} \left[ -\delta - 4\zeta(1-\delta) - 4\zeta^2(1+\delta) \right] \quad (6)$$

A jobb oldal

$$\frac{\partial^2 T}{\partial \zeta^2} = \frac{qs}{\lambda} (1+\delta) \quad (7)$$

A (6) összefüggés a helykoordináta függvénye, a (7) nem. Az (5) egyenlet tehát csak a  $-1/2 < \zeta < +1/2$  intervallumra vetített integrál átlagra vonatkozóan lehet érvényes. Eszerint a parciális differenciálegyenlet az alábbi közönséges differenciálegyenlet formájában írható fel

$$\frac{dT_f}{dFo} - \frac{dq(T_f)}{dFo} \frac{s}{3\lambda} (1-\frac{\delta}{2}) = q(1+\delta) \frac{s}{\lambda} \quad (8)$$

A fenti összefüggés a betét egydimenziós hővezetési feltételek melletti átmelegedésének általános alakja. A kemencefenék irányából érkező hőáram mértékének hatása a zárójeles kifejezésekben mutatkozik. Az alapeset a szimmetrikus hevítés ( $\delta=1$ ). A másik szélső helyzetet a  $\delta=0$  feltétel jelenti, amikor a betét és a kemencefenék kapcsolatát adiabatikusnak tételezzük fel.

A valóságban a kemencefenéken elhelyezkedő betét függőleges irányú hővezetésénél a (8) összefüggés szerinti közbülső eset jellemzi a folyamatot. (A fent említett projekt keretében végrehajtott kísérletsozogat egyik célja éppen  $\delta$  értékének meghatározása volt.)

A (8) egyenlet tovább alakítható. Amennyiben a kemencefenék részéről hőelvonás történik, úgy a  $\delta$  értéke előjelet vált. Hideg kemencébe történő adagoláskor érvényesül ez a változat, amikor is a kemencefenék a betéten keresztül melegszik. A hőmérsékleteloszlás ekkor a 4. ábra szerint alakul.

## 2. Felületi hőáram-sűrűség meghatározása a betét mért hőmérsékleti adataiból

A hevített betét és környezete közötti termikus kapcsolat (hőáram-sűrűség) tehát kifejeződik a hőmérsékletprofil alakulásában is. A (8) összefüggés lehetővé teszi a felületi hőáram meghatározását a felületi hőmérséklet ismeretében a

$$\Delta q_i = \frac{3\Delta T_f \frac{\lambda}{s} - 3q_{i-1}(1+\delta)\Delta Fo}{1-0,5\delta} \quad (9)$$

differenciaegyenlet képzése által. A  $q_{i-1}$  érték az előző időpontban számított hőfluxust jelöli. A kezdeti  $q_0$  érték a (14) egyenletből vagy a Stephan-Boltzman-törvény felhasználásával képezhető.

A hőáram-sűrűség értéke meghatározó az egyes tüzelési paraméter változatok összehasonlíthatósága szempontjából. A (9) egyenlet alkalmazásának előnye, hogy a betétfelület hőmérséklet-idő függvényének ismeretében a hőáramfüggvény gyakorlatilag meghatározható. Hátránya ugyanakkor, hogy a másodfokú polinom függvényközelítő jellege és a  $q(Fo)$  függvény láncszerű felépítése miatt a hibák halmozódhatnak. Ennek veszélye elsősorban a folyamat kezdeti szakaszában ( $Fo > 1$ ) számottevő. További bizonytalanság forrása a  $q_0$  kezdeti értéke. Az elvégzett próbaszámítások azonban azt igazolták, hogy ez utób-

binak akár 50%-os változása csupán a kezdeti néhány időintervallumban okoz érdeemi változást.

A (9) kifejezés mindezzel együtt a gyakorlat számára is használható, mivel a betét felületi hőmérséklete akár alkalmi mérésrel, akár a berendezésbe épített folyamatos műszeres ellenőrzés adatsora formájában rendelkezésre áll, ill. viszonylag egyszerűen meghatározható. A módszer pontossága ellenőrző mérés segítségével értékelhető.

A  $q$  értékének meghatározása pontosabbá tehető, ha ismerjük az azonos időpontokhoz tartozó mag- és felületi hőmérsékleteket (a projekt keretében lehetőség volt ezeknek mérésrel történő meghatározására).

A betétfelület egységének időegység alatti entalpiaváltozása az érkező és kibocsátott hőfluxusok algebrai összegével egyenlő, azaz

$$\Sigma q = c \rho s \frac{d}{dt} \int_{\zeta=-1/2}^{+1/2} T(\zeta) d\zeta \quad (10)$$

A hőmérsékletnek a (4) egyenlet szerinti kifejezését integrálva a teljes vastagság mentén

$$\int_{\zeta=-1/2}^{+1/2} T(\zeta) d\zeta = T_f - \frac{T_f - T_m}{3-\delta} \frac{4}{3} (2-\delta) \quad (11)$$

A (10) egyenlet bal oldalán a  $\frac{\partial T}{\partial \eta} = \frac{\partial T}{\partial \xi} = 0$  feltétel miatt

$$\Sigma q = q(1+\delta) \quad (12)$$

Eszerint a betét időegységre jutó entalpiaváltozása a

$$q = (1+\delta) = c \rho s \frac{d}{dt} \left[ T_f - \frac{T_f - T_m}{3-\delta} \frac{4}{3} (2-\delta) \right] \quad (13)$$

összefüggés szerint értelmezhető. Rendezve az egyenletet, a felületi hőáram-sűrűség tehát az entalpia növekedéséből a

$$q = \frac{1}{3(3-\delta)} \frac{c \rho s}{\Delta \tau} \left[ \Delta T_f + 4 \frac{2-\delta}{1+\delta} \Delta T_m \right] \quad (14)$$

differenciaegyenlet segítségével határozható meg. A felületi hőáram-sűrűség a felületi és maghőmérsékletből is képezhető a (4) kifejezés segítségével a

$$\zeta = 0; \quad T = T_m$$

helyettesítési értékek alapján. Ekkor nyerjük a

$$q = (T_f - T_m) \frac{8\lambda}{(3-\delta)s} \quad (15)$$

összefüggést, melyet a (4) egyenletbe visszahelyettesítve az alsó felületet meghatározó  $\zeta = -1/2$  koordináta értékénél a

$$T_o = \frac{(3\delta - 1)T_f + 4(1 - \delta)T_m}{3 - \delta} \quad (16)$$

kifejezés adódik.

Az egyenlet lehetővé teszi a "d" pontosabb meghatározását. Amennyiben az alsó felület hőmérséklete mérési adat formájában rendelkezésre áll, úgy ennek a számítással való egybevetése alapján  $\delta$  értéke szükség szerint korrigálható.

Amennyiben a felületi, a mag-, ill. az alsó síkbeli hőmérsékletek ismertek, a betét által felvett hőmennyiség a három pontra fektetett parabola alatti területtel arányos. Ez esetben nincs szükség a (3) kifejezésben megfogalmazott Newton-tételnek a mérési adatokra alapozott alkalmazására. Ekkor a felületi hőáramsűrűség – képezve a polinómok alatti területek különbségét – a

$$q_1 = \frac{c\rho s}{6(1 + \delta)\Delta\tau} [\Delta T_f + \Delta T_o + 4\Delta T_m] \quad (17)$$

egyenletből határozható meg.

A levezetések alapját képező (4) számú, a vastagságmenti hőmérsékleteloszlást kifejező egyenlet a felületi hőmérsékletre és a felületi hőáramsűrűségekre vezet vissza a vastagság menti hőmérsékleteloszlást. Az ennek alkalmazásával képzett (8) differenciálegyenlet a hőáramsűrűség és a felületi hőmérséklet között teremt kapcsolatot. A felületi hőmérsékletnek a számítás során történő előtérbe helyezését az a tény indokolja, hogy a betét hőmérsékletéről legegyszerűbben ennek optikai úton történő mérése által nyerhető információ.

Amennyiben a  $T_f$  helyett egy belső pont hőmérséklete szerepel, úgy az lesz a (4) kifejezés „bázis” pontja. A maghőmérsékletre történő megoldás pl. a

$$\Delta q_1 = 12 \left( 2q_{1-1} \Delta Fo - \frac{\lambda}{s} \Delta T_m \right) \quad (18)$$

differenciálegyenletet eredményezi, azaz a  $q(Fo)$  függvény elméletileg a  $T_m(Fo)$  kapcsolat ismeretében is képezhető. Ugyanígy bármely közbülső pont kiválasztható erre a célra, feltéve, hogy hőmérsékletének időfüggvénye ismert.

Az ellenőrző számítások azt mutatták, hogy a (9) ill. (16) egyenletek alkalmazása nem okoz lényeges eltérést a  $q(Fo)$  függvény alakulásában.

Elméletileg a hőáramsűrűség a felületi és a maghőmérsékletek ismeretében a (15)

kifejezésből egyszerűen is számítható. Ennek alkalmazása az ellenőrző számítások szerint azonban csak  $Fo > 4$  esetben adott elfogadható pontosságot. A hitelesnek tekinthető bázisérték a (17) kifejezés, az alsó felületi hőmérséklet ismeretének hiányában a (14) egyenlet. Kisebb Fourier-számok esetében a hőmérsékletprofil még nem követi pontosan a másodfokú polinóm alakját, különösen a felület közelében mutatkozik hangsúlyozott eltérés. A (15) egyenletből számítható gradiens jelentősen meghaladta a kísérleti ellenőrző mérések adataiból származtatott, az adott időszak tényleges hőfelvételét érzékeltető hőáramsűrűség értéket.

A jelenség oka kettős. Egyrészt a parabolikus közelítés az  $Fo < 1$  kezdeti szakaszban alapvetően pontatlan. A módszer jellegénél fogva ugyanis már a  $Fo = 0$  időpontban parabolikus hőmérsékleteloszlást tételezünk fel, ami egy hideg betét esetében nyilvánvalóan nem felel meg a valóságnak.

Az eltérés másik oka a felületen kialakult vas-oxid réteg szigetelő hatásának tulajdonítható. A reveréteg vastagsága izzítókemencék esetében 2-3%-os mértéket képvisel. Esetünkben a darab többszöri felfűtése és a viszonylag magas levegőtényezőjú tüzelés miatt ezt meg is haladhatja. A viszonyokat az 5. ábra szemlélteti. A feltételezett eloszláshoz képest a valóságban az ott bemutatott hőmérsékletprofil alakul ki. A tényleges  $q$  jelű hőáramsűrűség értékeknek a (17), (14) vagy akár a (9) kifejezésekből történő meghatározása azonban a  $T_{\zeta} = -1/2 + \Delta\zeta$  és  $T_{\zeta} = +1/2 - \Delta\zeta$  hőmérsékletek azonos mértékben feltételezett növekedését figyelembe véve már elfogadható közelítést jelent a felfűtés szakaszában is.

A hivatkozott összefüggéseknél valamennyi esetben az időben változó folyamat egy-egy szakaszát jellemző hőmérsékletkülönbségek kerültek figyelembe vételre, így a szigetelő vas-oxid réteg hatása gyakorlatilag nem érvényesült. A (18) egyenlet alkalmazása azonban a  $\lambda(\zeta; T)$  függvény, ezen keresztül acélipari izzítási feladat esetén a reveréteg vastagságának és pontos (aktualizált) hőfizikai tulajdonságainak ismeretét igényelné. A kérdéses információk általában nem állnak rendelkezésre.

A felülettől néhány mm távolságban kétségtelenül már kialakul a parabolikus

jelleg. A felületi hőcsere folyamatok meghatározásához azonban a hőfelvevő felület hőmérsékletének ismerete szükséges. Emiatt a számításokat továbbra is az 5. ábra szerinti vékony vonallal jelzett közelítő hőmérsékleteloszlásból kiindulva célszerű végezni.

Magasabb hőmérsékleten – esetünkben a  $Fo > 4$  időszakban –, a tényleges hőmérsékleteloszlási görbe már megfelel a feltételezett parabola függvénynek. A (15) kifejezés itt már alkalmazható a hőáramsűrűség közvetlen meghatározására. Ennek oka, hogy a reveréteg szigetelő hatása a betét belsejének átmelegedése és a felületi hőáramsűrűség mértékének csökkenése miatt már kevésbé befolyásolja a belső hővezetési folyamatot.

### 3. A betét és a hőátadó környezet kapcsolata

A kísérletek során a felületi hőáramsűrűség a betét különböző pontjainak hőmérsékletmérési adatai alapján került meghatározásra. Valójában a hőáram a

$$q = \sum_{j=1}^l \alpha_{kimm^*} (T_{js^*} - T_f) + \frac{\sigma}{10^{-8}} \left[ \sum_{i=1}^m \epsilon_{js^*-\beta} \phi_{js^*-\beta} (T_{js^*}^4 - T_f^4) + \sum_{i=1}^m \epsilon_{\beta\delta} \phi_{\beta\delta} (T_{\beta\delta}^4 - T_f^4) + \epsilon_{kimm^*-\beta} \phi_{kimm^*-\beta} (T_{kimm^*}^4 - T_f^4) \right] \quad (19)$$

alakban felírt összefüggés alapján számítható. A kifejezésben egyetlen  $j$  pozícióval jellemzett betétfelület elem hőfelvétele szerepel  $n$  számú gázkocka és  $m$  számú falazati elemmel való sugárzásos kölcsönhatása következtében. Az első tagban szereplő  $i^*$  index a betét felületelemmel szomszédos, feltételezetten  $l$  számú gázkocka hőmérséklet ill. konvektív hőátadási tényező értékére utal. Ténylegesen a lángból érkező hőáram komponens is a különböző hőmérsékletű és emisszivitású lángelemek hatásának a halmaza.

A sugárzásos kölcsönhatások pontos meghatározására szolgáló számítási programok rendelkezésre állnak. A tapasztalat szerint azonban a futtatások instacioner feltételek esetén több napos, (hetes) nagyságrendű gépidőt igényelnek egyetlen paraméterkombináció esetén. Egy tervezési feladat kapcsán számos változat közül kell az optimumot kiválasztani. Nyilvánvaló, hogy – a program működtetésének személyi feltételeit is figyelembe véve – szükség van egyszerűen kezelhető,



gyors értékelés végzésére alkalmas módszerre is.

A (19) kifejezés a tényleges hőfolyamatot egyszerűsített formában jeleníti meg. A reflexió nem kerül figyelembe vételre, és a geometriai, ill. szögtényezők is a betétfelület ill. fal vagy gázelem emissziós kölcsönkapcsolatát kifejező tényezőbe nyertek beépítést. Ennek ellenére a megoldás jelentős időráfordítást igényel, veszélyeztetve a tervezési (fejlesztési) munka hatékonyságát.

A sugárzásos hőcsere egyszerűsített számítása is – akár szilárd felületek, akár gázemek közti hőtranszportot ír le –, a Stephan–Boltzman-törvény alkalmazásán alapszik. Az ipari gyakorlatban a kemence legalább egy jellemző pontjában folyamatos hőmérsékletérzékelésre kerül sor (szabályozó hőelemen). Többzónás berendezésnél a hőmérsékletadat zónánként áll rendelkezésre. Tekintsük ennek  $T_t^*$ -gal jelzett értékét a betétre irányuló hőáram szempontjából releváns hőmérsékletnek. A sugárzásos hőcsere erre visszavezetve a (19) kifejezésből képezhető egy

$$q = \alpha (T_t^* - T_\theta) + \frac{\sigma \cdot \varepsilon}{10^8} (T_t^* - T_\theta^4) \quad (20)$$

összefüggés, amelyben  $\varepsilon^*$  értéke a  $j$ -edik betétfelülethez sugárzás hőcsere folyamatát összevontan jellemző tényező, beleértve az emissziós és szögtényezőket, továbbá a  $T^*$  értékétől eltérő hőmérsékletű fal- vagy gázemekkel kialakult sugárzásos kölcsönkapcsolatnak ebből a különbségből adódó hatását. Egy megfelelően megválasztott összevont emissziós tényező lehetővé teszi a kemencetérből a betét által időegység alatt felvett hőmennyiség számítását a (20) összefüggés alapján. Az  $\varepsilon^*$  értékének kísérleti meghatározása síklap iztitásának hőmérsékletmérési adataiból történhet a (17) összefüggés alapján.

#### 4. Betét melegedése egyirányban lineárisan változó térhőmérséklet esetén

A vizsgálat tárgyát képező acélbetétet a kemencefenéken helyezük el. Az 1. fejezetben ismertetett számítás eredményeként a függőleges ( $\zeta$ ) irányú hőmérsékleteloszlást a

$$T(Fo; \zeta) = T_i(Fo) - \frac{q(Fo)s}{2\lambda} \left[ \frac{3-\delta}{4} - (1-\delta)\zeta - (1+\delta)\zeta^2 \right] \quad (4)$$

összefüggés írja le. Amennyiben a felületi hőáramsűrűség értéke térben állandó, úgy

a betét hőmérsékletének időfüggvénye a

$$\frac{dT_i}{dFo} - \frac{dq(T_i)}{dFo} \frac{s}{3\lambda} (1-\frac{\delta}{2}) = q(1+\delta) \frac{s}{\lambda} \quad (5)$$

kifejezéssel jellemezhető. A  $q(T_i)$  függvény ismeretében a differenciálegyenlet megoldható, ill. egyszerű differencia módszerrel kezelhető.

A továbbiakban tételezzük fel, hogy a felületi hőáramsűrűség  $x$  irányban változik. Ennek oka a kemencetüzelési gyakorlatban az égők helyzetére vezethető vissza. Elsősorban a kemence hossz tengelyének irányában léphet fel hőmérsékletgradiens, de szélesebb berendezéseknél keresztirányban is mutatkozik egyenlőtlenység. Az alábbiakban közölt számítási módszer alapjait hosszú alumínium profiltermékek hosszmenti hőmérséklet-egyenlőtleniségének meghatározására dolgozták ki [4].

A 6. ábra a geometriai viszonyokat érzékelteti hosszirányú hőmérsékletgradiens esetén. Ez jelentkezhet az égők közötti szakaszon, de jellemzőbb a szélső helyzetű tüzelőberendezés és a végfal (ajtó) által határolt térrészben. Az ábra szerinti  $L_1$ ;  $L_2$  stb. szakaszok lehetnek különböző hosszúságúak. Egy-egy szakaszon belül a hőmérsékletgradiens is különbözhet. Egy szakaszon belüli hőmérsékleteloszlás minden esetben önálló vizsgálat tárgyát képezi.

Tételezzük fel, hogy a térhőmérséklet a

$$T_i = T_m - m \cdot L \xi \quad (21)$$

lineáris kifejezéssel jellemezhető, ahol  $m$  a hőmérsékletcsökkenés mértékét mutatja egy kezdeti értékhez – célszerűen az égő síkjának hőmérsékletéhez – viszonyítva. A pozíció meghatározása a

$$\xi = \frac{x}{L} \quad (22)$$

relatív hosszkoordinátával történik.

A betét melegedését ekkor a kétdimenziós hővezetés viszonyaira érvényes alap-egyenlet írja le a

$$\frac{\partial T}{\partial Fo} = \frac{\partial^2 T}{\partial \zeta^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial \xi^2} \quad (23)$$

parciális differenciálegyenlet formájában.

A 3. fejezetben bemutatott a mód-szer, amely szerint a betét felületére irányuló hőáram egy jellemző térhőmérséklet ismeretében egy összevont emissziós tényező alkalmazásával meghatározható. Tételezzük fel, hogy a jellemző térhőmérséklet a vizsgált betétfelület-részhez rendelt

normálisára mért érték. A függőleges irányú hőmérsékleteloszlást továbbra is a (4) egyenlet szerinti másodfokú polinom jellemzi, azonban a mértékadó felületi hőmérséklet és felületi hőáramsűrűség a  $\xi$  koordinátának is függvénye.

A (4) kifejezés kétdimenziós alakja eszerint tehát a

$$T(Fo; \zeta; \xi) = T_i(Fo; \xi) - \frac{q(Fo; \xi)s}{2\lambda} \left[ \frac{3-\delta}{4} - (1-\delta)\zeta - (1+\delta)\zeta^2 \right] \quad (24)$$

összefüggéssel írható le. Képezve a (23) egyenlet szerinti differenciálhányadosokat.

$$\frac{\partial T}{\partial Fo} = \frac{\partial T_i}{\partial Fo} - \frac{s}{2\lambda} \left[ \frac{3-\delta}{4} - (1-\delta)\zeta - (1+\delta)\zeta^2 \right] \frac{\partial q}{\partial Fo} \quad (25)$$

$$\frac{\partial^2 T}{\partial \zeta^2} = q \frac{s}{\lambda} (1+\delta) \quad (26)$$

$$\frac{\partial^2 T}{\partial \xi^2} = \frac{\partial^2 T_i}{\partial \xi^2} - \frac{s}{2\lambda} \left[ \frac{3-\delta}{4} - (1-\delta)\zeta - (1+\delta)\zeta^2 \right] \frac{\partial^2 q}{\partial \xi^2} \quad (27)$$

A felületi hőáramsűrűség sugárzásos és konvektív elemekből tevődik össze. Eszerint

$$q = \frac{\sigma \cdot \varepsilon^*}{10^8} [T_t^* - T_i^4] + \alpha (T_t - T_i) \quad (28)$$

A differenciálásokat elvégezve

$$\frac{\partial q}{\partial Fo} = -\frac{\partial T_i}{\partial Fo} \left( \frac{4\sigma \varepsilon^*}{10^8} T_i^3 + \alpha \right) \quad (29)$$

$$\frac{\partial q}{\partial \xi} = \frac{\partial T_i}{\partial \xi} \left( \frac{4\sigma \varepsilon^*}{10^8} T_i^3 + \alpha \right) - \frac{\partial T_i}{\partial \xi} \left( \frac{4\sigma \varepsilon^*}{10^8} T_i^3 + \alpha \right) \quad (30)$$

$$\frac{\partial^2 q}{\partial \xi^2} = \frac{\partial^2 T_i}{\partial \xi^2} \left( \frac{4\sigma \varepsilon^*}{10^8} T_i^3 + \alpha \right) + \frac{12\sigma \varepsilon^*}{10^8} T_i^2 \left( \frac{\partial T_i}{\partial \xi} \right)^2 - \frac{\partial^2 T_i}{\partial \xi^2} \left( \frac{4\sigma \varepsilon^*}{10^8} T_i^3 + \alpha \right) - \frac{12\sigma \varepsilon^*}{10^8} T_i^2 \left( \frac{\partial T_i}{\partial \xi} \right)^2 \quad (31)$$

A (25), (4) és (31) sorszámú egyenleteket a (23) összefüggésbe helyettesítve nyerjük a folyamatot leíró parciális differenciálegyenletet. Az izzítókemencék gyakorlati viszonyaiból kiindulva azonban a meglehetősen bonyolult összefüggés egyszerűsíthető. A gyakorlat szerint akár a jellemző térhőmérséklet, akár a felületi hőmérséklet nem mutat jelentős hőmérsékletgradienst a vizsgálati tartományban. A  $\Delta T/\Delta x < 100$  °C/m tartományban a térhőmérséklet esetében közelítő egyenest alkalmazva a

$$T_i = T_w - m \cdot L \xi \quad (32)$$

és a (32) alapján meghatározott felületi hőmérséklet linearizálásával nyert

$$T_f = T_{fo} (1 - \bar{n} \cdot L \xi) \quad (33)$$

közelítő függvényeket nyerjük. A "0" indexek a bázis adataira vonatkoznak (6. ábra).

A differenciálhányadosok tehát eszerint

$$\frac{\partial^2 T_i}{\partial \xi^2} = \frac{\partial^2 T_f}{\partial \xi^2} = 0 \quad (34)$$

$$\text{és a } \frac{\partial T_i}{\partial \xi} = -mL \quad \text{ill.} \quad \frac{\partial T_f}{\partial \xi} = -nL \quad (35)$$

összefüggésekből képezhetők. A felületi hőmérséklet gradiensét érzékeltető tényező tehát számított átlagérték. Valójában az  $n=n(\xi)$  függvénykapcsolat szerint alakul. Az átlag a továbbiakban ismertetett számítás során képezhető az egyes  $\xi$  koordinátákhoz rendelhető értékekből. A térhőmérsékleteket időben állandónak tételezzük fel, ami folyamatos kemenceüzem esetén elfogadható közelítés. Adagolásakor ugyan visszahűlés mutatkozik, ez azonban csak a hevítés kezdeti szakaszát jellemzi. Másfelől a sugárzásos hőátadás szempontjából döntő jelentőségű falazati hőmérséklet még szálkerámiai belés alkalmazásánál is kevésbé ingadozik, mint a fenti számítás során alapul vett jellemző térhőmérséklet. Ebből adódóan a betét által ténylegesen felvett hőmennyiség az adagolást követő kezdeti szakaszban is gyakorlatilag megfelel az időben állandó térhőmérséklet feltételnek.

A (33) összefüggés  $T_{fo}$  értéke a "0" pontbeli, időben változó hőmérsékletet jelöli. Itt kell megjegyezni, hogy a térhőmérséklethez  $L$  hosszúságú értelmezési tartomány szélső helyzetű égő esetében nem feltétlenül egyezik meg a betét releváns hosszmeretével. Ez utóbbi általában rövidebb, ( $L_b$ ), a fenék nincs a végfalig ill. az ajtó síkjáig kiterhelve. Ebből adódóan a térhőmérséklet esetében

$$0 < \xi < 1; \quad (36/a)$$

a betétfelület hőmérsékletnél a

$$0 < \xi < \frac{L_b}{L} \quad (36/b)$$

értelmezési tartományok érvényesek.

A (23) egyenlet bal oldala, ill. jobb oldalának második tagja a  $\xi$  függőleges helykoordináta függvénye, a jobboldali első tag nem. Matematikailag is korrektté téve az egyenletet, mindkét oldalon a betét teljes

vastagságára számított integrálatlagot vesszük figyelembe a

$$\int_{-1/2}^{+1/2} \left[ \frac{3-\delta}{4} - (1-\delta)\xi - (1-\delta)\xi^2 \right] d\xi = \frac{2-\delta}{3} \quad (37)$$

kifejezés szerint. Mindezeket figyelembe véve a (23) egyenlet a behelyettesítést követően

$$\begin{aligned} \frac{\partial T_{fo}}{\partial Fo} (1-nL\xi) + \frac{\partial T_{fo}}{\partial Fo} \left( \frac{4\sigma\epsilon^*}{10^8} T_{fo}^3 + \alpha \right) (1-nL\xi) \frac{(2-\delta)}{6\lambda} = \\ = \frac{\delta(1+\delta)}{\lambda} \left[ \frac{\sigma\epsilon^*}{10^8} T_{fo}^3(\xi) - T_f(Fo, \xi) \right] + \alpha \left[ T_f(\xi) - T_f(Fo, \xi) \right] \\ - \frac{\delta(2-\delta)}{6\lambda} \frac{12\sigma\epsilon^*}{10^8} \left[ T_f^3(\xi) m^2 L^2 - T_f^3(Fo, \xi) m^2 L^2 \right] \quad (38) \end{aligned}$$

alakban írható fel. Rendezés után adódik a

$$\begin{aligned} \frac{\partial T_{fo}}{\partial Fo} \left[ \frac{6\lambda}{(2-\delta)} + \frac{4\sigma\epsilon^*}{10^8} T_{fo}^3 + \alpha \right] (1-nL\xi) = \\ = 6 \frac{1+\delta}{2-\delta} \left[ \frac{\sigma\epsilon^*}{10^8} T_{fo}^3(\xi) - T_f^3(Fo, \xi) \right] + \alpha \left[ T_f(\xi) - T_f(Fo, \xi) \right] - \\ - \frac{12\sigma\epsilon^*}{10^8} \left[ T_f^3(\xi) m^2 L^2 - T_f^3(Fo, \xi) m^2 L^2 \right] \end{aligned}$$

kifejezés.

Az összefüggés segítségével a  $T_{fo}$  ( $Fo$ ) függvény a  $\xi=0$  helyen meghatározható. Ekkor  $T_t = T_{to} = \text{áll.}$  ill.  $T_f = T_{fo}$  ( $Fo$ ). A fenti kifejezés ekkor

$$\begin{aligned} \frac{dT_{fo}}{dFo} \left[ \frac{6\lambda}{(2-\delta)} + \frac{4\sigma\epsilon^*}{10^8} T_{fo}^3 + \alpha \right] = \\ = 6 \frac{1+\delta}{2-\delta} \left[ \frac{\sigma\epsilon^*}{10^8} (T_{to}^3 - T_{fo}^3) + \alpha (T_{to} - T_{fo}) \right] - \\ - \frac{12\sigma\epsilon^* L}{10^8} (T_{to}^3 m^2 - T_{fo}^3 m^2) \quad (40) \end{aligned}$$

alakban írható fel. Differencia egyenletté alakítva, megfelelő időlépték választásával és a kezdeti időponthoz ( $Fo=0$ ) tartozó  $T_{to}$  ill.  $T_{fo}$  ismeretében, a  $T_{fo}(Fo)$  függvény előállítható. A kifejezésben szereplő "m" térhőmérséklet-gradiens értéke mérési adat, ill. más kemencék üzemi paramétereinek ismeretében előzetesen becsülhető érték.

A felületi hőmérséklet hosszmenti változást kifejező  $\bar{n}$  tényező értéke közelítő számítással meghatározható. A konvektív hőátadás elemeinek és az egyenlet jobb oldalán álló második tagnak az elhanyagolása izzító (hőkezelő) kemencék adatait véve figyelembe, 10%-on belüli pontatlanságot eredményez. Ennek a lehetőségét kihasználva az egyszerűsített egyenlet

$$\frac{dT_{fo}}{dFo} \left[ \frac{10^8 \lambda}{\sigma\epsilon^*} + \frac{2(2-\delta)}{3} T_{fo}^3 \right] = (1+\delta) (T_{to}^3 - T_{fo}^3) \quad (41)$$

formában állítható elő. Képezve a

$$\frac{10^8 \lambda}{\sigma\epsilon^*} = C_1 \quad \text{és} \quad \frac{2(2-\delta)}{3} = C_2 \quad (42)$$

együtthatókat, a kifejezés

$$\int_{-1/2}^{+1/2} \left[ \frac{3-\delta}{4} - (1-\delta)\xi - (1-\delta)\xi^2 \right] d\xi = \frac{2-\delta}{3} \quad (43)$$

alakban áll rendelkezésre. Hasonlóképpen képezhető ezzel analóg egyszerűsített kifejezés a (39) egyenletből. A felületi hőmérséklet differenciálhányadosa  $-dT_{fo}/dFo$  értéke – mindkét esetben azonos. A két egyenlet hányadosa

$$\frac{C_1 + C_2 T_{fo}^3 (1-nL\xi)^3}{C_1 + C_2 T_{fo}^3} = \frac{(T_{to} - mL\xi)^3 - T_{fo}^3 (1-nL\xi)^3}{T_{to}^3 - T_{fo}^3} \quad (44)$$

alakban írható fel. Adott  $\xi$  értékekhez a felületi hőmérséklet változást kifejező "n" meredekség hozzárendelhető. Az  $n(\xi)$  függvény megszerkesztésével a korábban feltételezett  $\bar{n}$  értéke meghatározható.

(39) Megjegyzendő, hogy a (41) egyenlet szerinti egyszerűsített alak a  $\xi=0$  hely hőmérsékletfüggvényének meghatározására az (40) helyett is alkalmazható a fentiek szerinti közelítési pontossággal.

A fentiekben ismertetett módszer alkalmazásával a felületi hőmérséklet eredetileg is lineárisnak feltételezett hosszkoordináta szerinti függvényének meredeksége határozható meg. A  $T_{fo}$  ( $Fo$ ) kapcsolat az (54) differenciál(differencia)egyenlet megoldásával nyerhető. A  $T_f(Fo; \xi)$  függvény a (33) kifejezés alkalmazásával állítható elő.

A  $q(Fo; \xi)$  hőáramsűrűség függvény a (28) egyenlet alapján határozható meg a tér- és felületi hőmérsékletek  $\xi$  irányú változását kifejező összefüggések figyelembevételével (lásd. (21) és (8) egyenletek). Végül a  $T(Fo; \xi; \zeta)$  betéthőmérséklet függvény a (14) kifejezésbe történő behelyettesítés által adódik.

A számítási módszer pontossága döntően a térhőmérséklet hosszmenti változását kifejező függvény korrekt felvételén alapul. Lényeges, hogy a "0" helyzet a vizsgált betétfelület "0" pozíciójának normálisához legyen hozzárendelve. A (28) összefüggés ekkor alkalmazható.

A feladat megközelíthető két egydimenziós hővezetési feladat szuperpozíciójaként is. A betét melegedésének időfüggvényét továbbra is állandónak tekintve a  $\zeta$  irányú hőmérsékleteloszlást a

$$T(\zeta) = T_f - \frac{qs}{2\lambda} \left[ \frac{3-\delta}{4} - (1-\delta)\xi - (1+\delta)\xi^2 \right] \quad (4)$$

összefüggés fogalmazza meg.

Az x koordináta irányában a betét melegedését feltételezés szerint a

$$T_t = T_{to} - m L \xi \quad (21)$$

kifejezés szerint változó térhőmérséklet idézi elő. A felületre irányuló hőáram a (28) egyenlet alapján számítható. Feltételezés szerint a hő csak  $\xi$  irányban terjed, a betét hővezető képessége függőleges irányban  $\lambda_z = \infty$ . A hőmérséklet a vastagság mentén azonos,  $T_t = T_b$ . Kiemelve az anyag egyetlen s vastagságú,  $dF = dx \cdot dy$  méretű elemét (7. ábra), annak hőegyensúlyát a

$$\begin{aligned} c \rho s \frac{\partial T_b}{\partial \tau} dx dy = & \left\{ \frac{\sigma \varepsilon}{10^8} [T_i^4(x) - T_b^4(\tau; x)] + \right. \\ & \left. + \alpha [T_i(x) - T_b(\tau; x)] \right\} (1 + \delta) dx dy + \\ & + \frac{\partial}{\partial x} \lambda \frac{\partial T_b}{\partial x} s dx dy \quad (45) \end{aligned}$$

differenciálegyenlet fogalmazza meg. Alkalmazva a dimenziótlan hely- és időkoordinátákat, nyerjük a

$$\begin{aligned} \frac{\partial T_b}{\partial Fo} = & \left\{ \frac{\sigma \varepsilon}{10^8} [T_i^4(\xi) - T_b^4(Fo; \xi)] + \right. \\ & \left. + \alpha [T_i(\xi) - T_b(Fo; \xi)] \right\} (1 + \delta) \frac{s}{\lambda} + \frac{\partial^2 T_b}{\partial \xi^2} \frac{s^2}{L^2} \quad (46) \end{aligned}$$

összefüggést. Differencia alakban felírva az egyenletet az  $i$ -edik helyzetű elem hőmérséklete a " $j+1$ "-edik időintervallumban – ez utóbbiak sorszámát jelölik a felső indexek – a

$$\begin{aligned} {}^{i+1}T_{bi} = & {}^i T_{bi} + \left[ \frac{\sigma \varepsilon}{10^8} (T_{bi}^4 - T_{bi}^4) + \alpha (T_{bi} - T_{bi}) \right] \\ & (1 + \delta) \frac{s}{\lambda} \Delta Fo + \\ & ({}^i T_{bi+1}^4 - {}^i T_{bi+1}^4 - 2 {}^i T_{bi}^4) \frac{s^2}{L^2} \frac{\Delta Fo}{\Delta \xi^2} \quad (47) \end{aligned}$$

kifejezésből határozhatók meg. A hely és időlépték megválasztásánál a

$$\frac{\Delta Fo}{\Delta \xi^2} < 0,5$$

ún. konvergencia kritériumot figyelembe kell venni. A számítás a hideg betét beadagolásával kezdődik. A "0"-dik időpontban  $T_{bi} = 0$  a teljes hossz mentén. A  $T_{ti}$  értékek az időtől függetlenül a (8) egyenletből nyerhetők. Az első intervallumban a jobb oldal második tagja értelemszerűen zérus, az  ${}^1 T_b(\xi)$  függvény számítható. A következő intervallumban már mutatkozik hőmérsékletgradiens, a jobb oldali második tag értéke nullától különböző. A "0"-dik hely-

zetű szélső pont hőmérsékletének számításánál ugyanakkor szükség van az  ${}^1 T_{b-1}$  ismeretére. Tekintettel arra, hogy ez az égő síkjában elhelyezkedő bázispont, a szimmetriaviszonyok miatt általában jogos a  ${}^j T_{b-1} = {}^j T_{b+1}$  feltételezés.

Másfelől figyelembe kell venni, hogy a  $t(\xi)$  függvénynek itt maximuma van. A "0"-dik helyen levő betétenként a (46) egyenletben az x irányú hővezetés hatását kifejező

$$\frac{\partial}{\partial x} \lambda \frac{\partial T_b}{\partial x} dx dy s$$

tag helyett a báziselemek két irányban történő hőleadását figyelembe vevő

$$2 \lambda \frac{\partial T_b}{\partial x} dy s$$

kifejezés szerepel. A (47) összefüggés a "0"-dik elem vonatkozásában tehát az alábbiak szerint módosul

$$\begin{aligned} {}^{i+1}T_{bi} = & {}^i T_{bi} + \left[ \frac{\sigma \varepsilon}{10^8} (T_{bi}^4 - T_{bi}^4) + \alpha (T_{bi} - T_{bi}) \right] \\ & (1 + \delta) \frac{s}{\lambda} \Delta Fo + 2 \lambda (T_{bi} - T_{bi}) \frac{s^2}{L^2} \frac{\Delta Fo}{\Delta \xi^2} \quad (47/a) \end{aligned}$$

A  $T_b(Fo; \xi)$  függvény a (47) és (47/a) kifejezésekből meghatározható. A különböző időpontokhoz rendelhető  $T_b(\xi)$  függvények lineáris közelítésének lehetősége igazolja a (34) szerinti feltételezést. Konkrét feladat megoldása esetén a görbék párhuzamossága mutatja meg, hogy milyen pontatlanságot eredményezett az a feltételezés, hogy  $n$  értéke független a Fourier-számtól. Szükség szerint az  $L$  hosszúság több lineáris szakaszra tagolható.

A betétben a z irányú hőterjedést a (4) egyenlet fogalmazza meg. A felületi hőmérséklet ill. hőáramsűrűség időfüggvényei a

$$\frac{dT_b}{dFo} - \frac{dq(T_b)}{dFo} \frac{s}{6\lambda} (1 - \delta) = q(1 + \delta) \quad (4)$$

összefüggésből számíthatók. A hőáramsűrűség a (4) egyenlet alapján kerül meghatározásra  $T_t = T_{to} = \text{áll.}$  feltételezéssel. Az egydimenziós hővezetés folyamatát így módon a

$$\begin{aligned} \frac{dT_b}{dFo} \left[ 1 + \left( \frac{4\sigma \varepsilon}{10^8} T_b^3 + \alpha \right) \frac{s}{6\lambda} (1 - \delta) \right] = \\ = \left[ \frac{\delta \varepsilon}{10^8} (T_b^4 - T_b^4) + \alpha (T_{bi} - T_{bi}) \right] (1 + \delta) \quad (48) \end{aligned}$$

differenciálegyenlet írja le. Differenciálegyenletté alakítva a  $T_{fo}(Fo)$ , valamint a (28) egyenletek  $\xi=0$  helyen értelmezett alakjából a  $q(Fo)$  függvények meghatározhatók.

A (4) egyenletbe történő behelyettesítést követően a  $T(Fo; \xi)$  függvény is rendelkezésre áll. A tényleges hőmérséklet a két, különállóan az egydimenziós viszonyokra meghatározott, érték szuperpozíciójából nyerhető. Képezve a

$$\mathfrak{G} = T_{bi} - T \quad (49)$$

relatív hőmérsékletet, a szuperpozíció elvégezhető a

$$\frac{\mathfrak{G}}{\mathfrak{G}_0} = \frac{\mathfrak{G}(\xi) \cdot \mathfrak{G}(\zeta)}{\mathfrak{G}_0^2} \quad (50)$$

kifejezés szerint. A  $\mathfrak{G}$  értéket visszahelyettesítve nyerjük a kétdimenziós hővezetési feladat megoldását jelentő

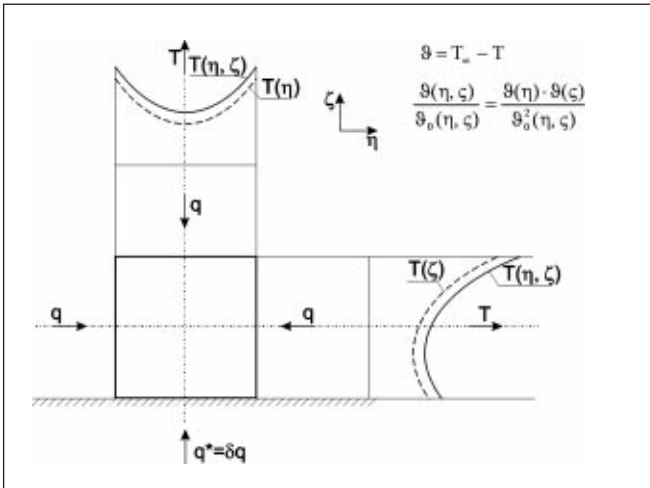
$$T = T_{bi} - \frac{(T_{bi} - T(\xi; \zeta)) \cdot (T_{bi} - T(\zeta; \zeta))}{T_{bi} - T_{bi}} \quad (51)$$

hőmérséklet-idő függvényt.

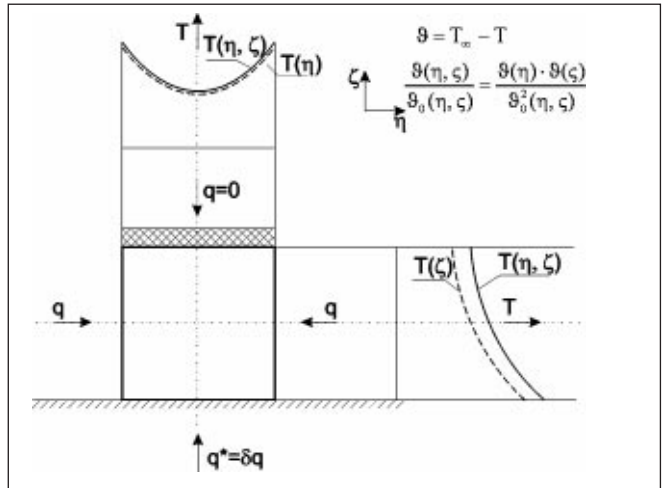
A hevített darab hőmérsékleteloszlása és a közelítő módszerrel képzett felületi hőáramsűrűség közötti elméleti összefüggések ipari léptékű ellenőrzésére kísérleti kemencén végzett mérésorozat formájában került sor [5, 6].

## IRODALOMJEGYZÉK

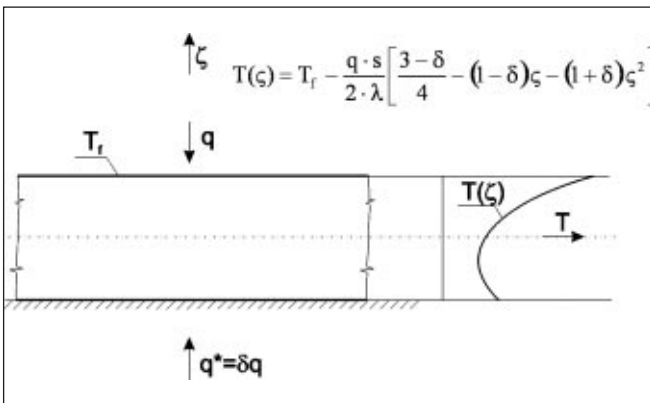
- [1] Gázüzemi hőfogyasztó berendezések komplex tervezési rendszerének kifejlesztése. TÜKI zárójelentés az OMF-00562/2003 szerződésszámú témáról.
- [2] Woelk: Ein Näherungsverfahren zur numerischen Berechnung instationärer Temperaturfelder. Dozentur für Industrieofenbau und Wärmetechnik in T.H. Aachen
- [3] Kapros T.: A mesterséges konvekció hatása a kemencében elhelyezett betét hőmérséklet állapotára. Kandidátusi értekezés, 1980
- [4] Kapros, T. – Majoros: Combustion Equipment for Indirect Heating. 4. Conference on Industrial Furnaces and Boilers, Porto, April 1997
- [5] Kapros, T.: Energy Saving at the Steel Industry through New Developed Combustion System. 3rd International Conference on Industrial Heat Engineering, Kiev, Sept. 2003
- [6] Kapros, T.: Increasing of Heat Transfer through Firing of Changing Capacity. 5th International Heat and Mass Transfer Forum, Minsk, 2004



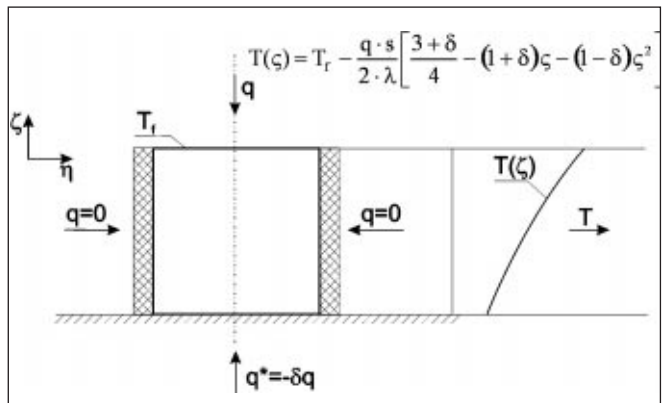
■ 1. ábra. Három oldalról hevített betét hőmérsékleteloszlása a szimmetriasíkokban kétdimenziós hővezetés esetén



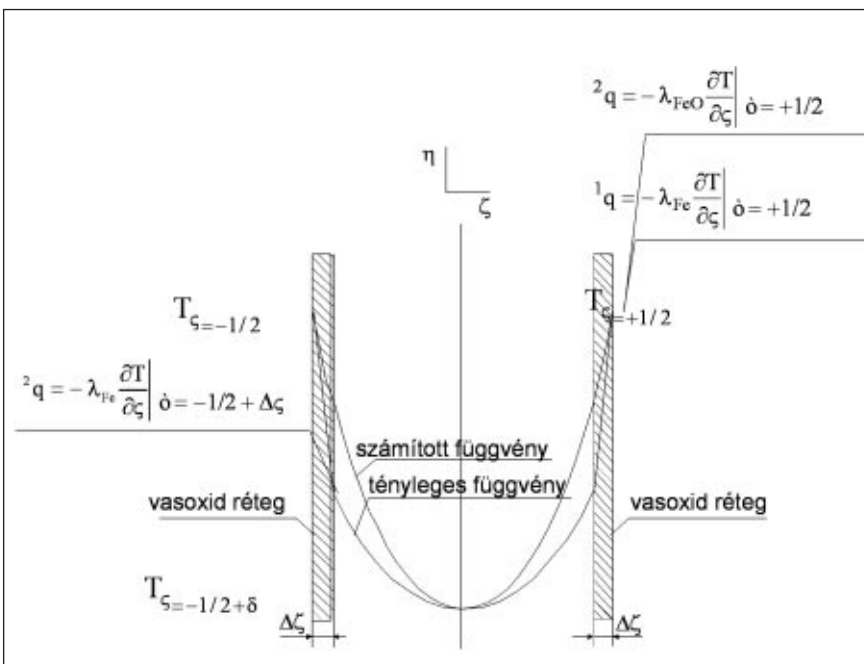
■ 2. ábra. Két oldalról hevített betét hőmérsékleteloszlása a szimmetriasíkokban egydimenziós hővezetés esetén



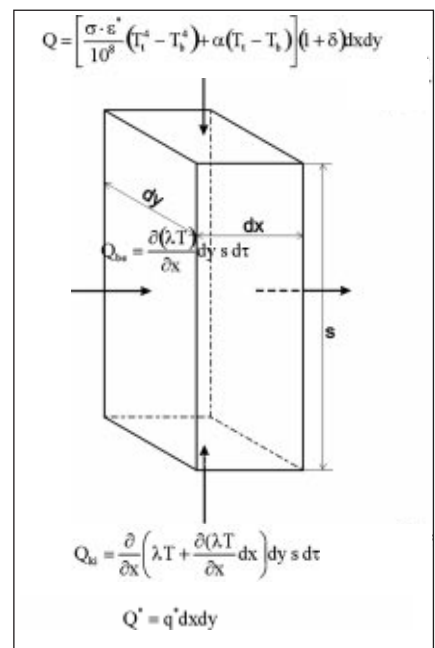
■ 3. ábra. Asszimmetrikusan hevített „végtelen” síklap vastagság szerinti hőmérsékleteloszlása



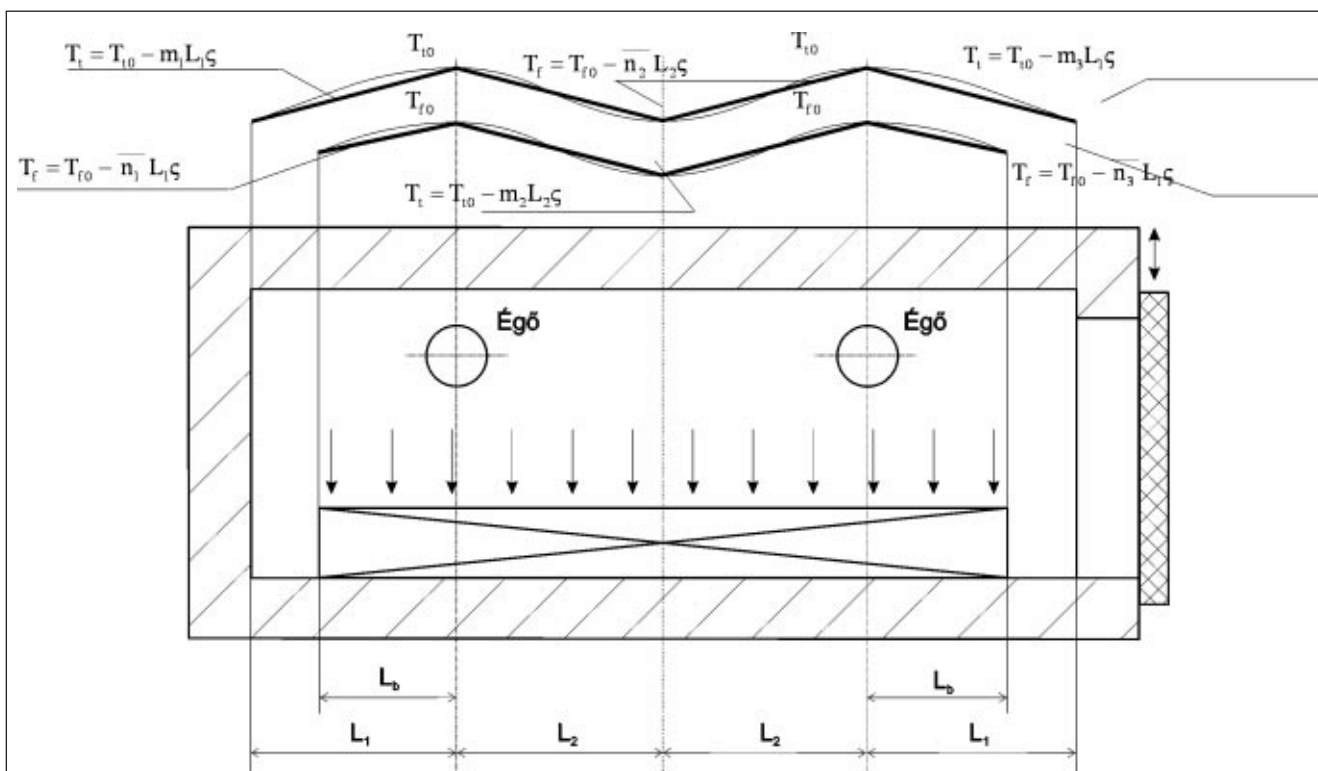
■ 4. ábra. A kemencefenék irányából történő hőelvonás hatása



■ 5. ábra. A reveréteg hatása a hőmérsékleteloszlásnak mérési adatokból történő számítása esetén



■ 7. ábra. A kemence hossza menti hőmérsékletváltozás hatásvizsgálatának modellvázlata



■ 6. ábra. Az "s" vastagságú betételekre ható hőáram komponensek

## FELAJÁNLÁS

A 2009. január eleji sajnálatos, az ország gázellátását veszélyeztető események felhívták a figyelmet a földgáztüzelésnek az importfüggőségből adódó potenciális veszélyeire. Tudomásul kell vennünk, hogy a folyamatos gázellátást nem csak technikai okok akadályozhatják. Szembe kell néznünk az „energiafegyver” tudatos alkalmazásával összefüggő bizonytalansági tényezővel is. A következmények első lépésben közvetlenül a termelő szférát sújtják, és ez valószínűleg a jövőben sem lesz másképpen.

A megnyugtató, végleges megoldás országos szinten kidolgozott stratégiai program keretében kell, hogy megszülessen, azonban egy nem várt, kedvezőtlen helyzetre történő gyors reagálásnál, vagy ennek hatását csökkentő preventív intézkedésnél egyedi, a helyi adottságokra épülő megoldások szükségesek. Ehhez kívánjuk felajánlani a TÜKI Zrt. széleskörű, tüzeléstechnikai jártasságot képviselő szaktudását.

Javaslatunk társaságuk számára elérhető alternatív tüzelőanyag-forrás felderítésére, paramétereinek meghatározására, és földgázüzemű tüzelőberendezéseiknek az új energiahordozóra történő átállítására irányul. A megvalósíthatóság szempontjából előnyt jelent hulladékgáz- vagy biogázforrás közelsége, de vállaljuk olajjal (folyékony, éghető hulladéktanyaggal) működtetett berendezés rendszerbe állítását is. Pellet (biomassza) eltüzelésére történő átállítás esetén a paraméterek meghatározására, a tüzelési technológia kidolgozására vállalkozunk.

Az energiahordozó (részbeni) kiváltása elválaszthatatlan a jelenlegi beépítési körülményektől és az alkalmazott technológiától. A megvalósításra szakembereikkel történő szoros együttműködésben kerülhet sor.

Bízva az együttműködés új lehetőségében, ugyanakkor remélve, hogy ennek eredménye a „preventív intézkedés” kategórián belül marad, várjuk megkeresésüket (kapcsolattartó munkatársunk: Kovács István vállalkozási igazgató, tel.: 46/555-070, fax: 46/555-078, e-mail: projekt@tuki.hu).

 Dr. Sevcsik Mónika  
vezérigazgató

## Szent Hubertus és Szent Borbála emlékülés az akasztói Halászcsárdában

Az OMBKE Fémkohászati Szakosztály Kecskeméti helyi szervezete és az OEE Kecskeméti csoportja 2008. november 29-én már tizenegyedik alkalommal tartotta meg évzáró rendezvényként is elfogadott hagyományos emlékülését, ahol mindkét egyesület tagsága a szakmák választott védőszentjeiről emlékezett meg, kérve azok további oltalmát a szakmát gyakorlók irányában.

Idén már második alkalommal fogadta rendezvényünket az Akasztó közeli Halászcsárda, ahol kulturált és kellemes körülmények között tudott mindkét Egyesület tagsága egymással és az ide látogató vendégekkel találkozni. Túl a szakmai eszmecsereken, a rendezvény ismét kitűnő alkalmat adott a meglévő emberi kapcsolatok elmélyítésére és új kapcsolatok létesítésére.

A 16 órától gyülekező résztvevőket házigazdaként *Szűcs Imre* okl. erdőmérnök, alias Lenin, a Monitor Kft. ügyvezető tulajdonosa fogadta kedves feleségével, Mónikával, alias Négyfiás erdősztechnikussal. A megjelentek kisebb csoportokban szakmai és szakmaközi beszélgetéseket folytattak a vacsorát megelőzően. A bőséges étkezés után kezdődött a védőszenteket méltató szakestély, melynek elnökévé némi válogatás után *Dánfy László* okl. vegyészmérnököt, alias Bubut, a Kecskeméti helyi szervezet vezetőjét választották a nemes firmák. A Házirendet *Bognár Gábor* okl. erdőmérnök, alias Pagát ismertette Major Domusi szerepköré-

ben. A Visszhang az esten *Széll Pál* okl. gépészmérnök, alias Izaura, a Tiszántúliak Társaságának vezetője volt. A Cantus Praeseselek tisztét *Csurgó Lajos* okl. kohómérnök, alias Ifjúmadár vezetésével Tímár József okl. erdőmérnök, alias Csávó, és *Clement Lajos* okl. kohómérnök, alias Fradi töltötték be, akik kitűnő hangerővel elevenítették fel a hagyományos selmeci, soproni és miskolci dalokat.

A védőszenteket méltató szakestély vendégei között *dr. Tolnay Lajost*, az OMBKE elnökét másodsor, *Petrusz Bélát*, a Fémkohászati Szakosztály elnökét először köszönthettük körünkben. A helyi tagságon túl vendégeink voltak az OMBKE Székesfehérvári Területi szervezetének vezetői és több tagja, a Vaskohászati Szakosztály, a Fémkohászati Szakosztály, valamint a Bányászati Szakosztály több tagja. Az erdészeket a monori és somogyi erdőszte szakemberei, valamint *Koczka Zoltán* okl. erdőmérnök, alias Kocek vezetésével a Bács megyei erdészek képviselték. A védőszentek és a mai kor szakmagyakorlóinak lehetséges kapcsolatrendszerét *Dánfy László* elnök elemezte, kiemelve a védőszentek emberi helytállását és meggyőződésükhöz kapcsolódó hitét. A komoly pohárban *dr. Tolnay Lajos*, alias Dromedár, a hazánkat és ezen belül szakmáinkat is érintő nemzetközi pénzügyi-gazdasági válságról és a vállalkozások előtt lehetséges kitérési pontokról beszélve „vígyázó szemeiteket Pekingre ves-

sétek” aktualizált idézettel zárta gondolatait. A vidám pohár ürügyén *Kiss Csaba* okl. bányamérnök, alias Balhész Charley, a jól ismert „állítás és tézis” gyűjteményének gyöngyszemeivel kápráztatta el az isteni fényben tündöklő firmákat. A szakestély további felszólalói munkás hétköznapjaikból és a nemzetet érintő, megoldásra váró feladatokról fejtették ki magvas gondolataikat az aggodás és a jobbítás szándékával. Meg kellett állapítani, hogy minden akaratunk ellenére ez a mostani, a védőszenteket méltató rendezvény komolyabb hangvételű volt, mint a megelőzők. A megjelent egykori valétaelnökök közül *Kindla Norbert* okl. erdőmérnök, alias Jose, hozzászólásában kiemelte, hogy az idén 200 éves erdősztezi felsőfokú képzés keretei között az évfolyamuk volt az utolsó, amely még a hagyományosan széleskörű oktatásban részesülve kapta meg diplomáját.

*Mihalecz József* okl. bányamérnök, alias Golyó, a Pécsi Szent Borbála Akadémiai Kör üdvözlését tolmácsolva zárta a felszólalók sorát. A záró nótát és a székely, valamint a jelenlegi és az ősi magyar Himnusz, majd a Szózatot követően az elnök bezárta a szakestély hivatalos részét. A fehér asztal melletti nótázás hajnali három óráig tartott, melynek hangulatához hozzájárultak *Ésik Tibor* erdőszte honfoglalás kori hagyományörző ruházatban előadott dalai és *Bese Botond* kecskedudás zenéje.

☞ *Dánfy László*

## Emlékeztető az OMBKE Választmányának 2008. október 15-i üléséről

A választmányi ülés helye az OMBKE Mikoviny tanácssterme volt, azon szavazati joggal 20 fő, tanácskozási joggal 7 fő vett részt. Az ülés, melyet *dr. Tolnay Lajos* elnök nyitott meg és vezetett, határozatképes volt.

A napirendi pontok tárgyalása előtt az elnök tájékoztatta a választmányt arról, hogy az Egyetemi Osztály 2008. június 26-án tartott kibővített vezetőségi ülésének jegyzőkönyve szerint az Egyetemi Osztály elnökévé *dr. Török Tamást*, alelnökévé *dr.*

*Féderer Imrét*, titkárává *Morvai Tibort*, titkárhelyettesévé *Márkus Róbertet* választották. Ezt írásban is megkapta minden választmányi tag. *Dr. Tolnay Lajos* elnök köszöntötte a választmányi ülésen megjelent *dr. Török Tamást* és sikereket kívánt neki.

Ezt követően az elnök megszavaztatta, a választmány pedig elfogadta a napirendet.  
**1. sz. napirend:** *Tájékoztató az előző választmányi ülés óta eltelt idő egyesületi eseményeiről*

*Előadó: dr. Tolnay Lajos elnök*

Az előző választmányi ülés időpontja, 2008. május 7-e utáni fontosabb egyesületi események:

- 2008. június 14-én Székesfehérváron volt a 97. küldöttgyűlés, melyről a BKL 2008/4-es száma részletesen beszámolt. A jó hangulatban és nagy létszámú részvétellel lezajlott küldöttgyűlésen hozott határozatokról a 3. napirend során tárgyalunk.
- 2008. június 13-15-én ugyancsak Székesfehérváron rendeztük meg a Bányász-Kohász-Erdész találkozót. Ezt a rendezvényt a 2. napirendi pontban értékeljük.
- 2008. szeptember 4-én Komlón részt vettünk a Központi Bányásznapi ünnepségen. Több helyi szervezetünk is megünnepelte a Bányásznapot.
- 2008. szeptember 5-én hagyományainkhoz híven részt vettünk a selmecebányai Szalamander ünnepségen. Annak ellenére, hogy ez évben a magyarországi bányásznappal egybeesett a selmecebányai ünnepség, kb. háromszáz magyar résztvevő jelent meg. Feltűnően sok egyetemista és főiskolás vett részt fegyelmezetten mind a koszorúzási ünnepségeken, mind a felvonuláson. Ez évben a professzorsírok, a Honvéd-szobor és az OMBKE emléktábla mellett megkoszorúztuk *Marian Lichner* néhai polgármester síremlékét is. *Pavel Balžanka* selmecebányai polgármester fogadást adott a résztvevő egyesületek, így az OMBKE tiszteletére is. Az OMBKE delegációjában képviseltette magát a Magyar Mérnök Kamara küldöttsége. A jövőre nézve az ünnepség előtt a korábbi évekhez hasonlóan célszerű kiadni egy tájékoztatót az egységes megjelenés demonstrálására. Ennek keretében felhívjuk a figyelmet arra, hogy az egyesület hasonló nyilvános rendezvényein csak az egyesület jelképeivel (zászló, embléma) jelenjünk meg. Szóban, és a közeljövőben írásban is megkeressük a selmecebányai polgármestert, hogy a Szalamander felvonulás szervezésével kapcsolatban jelöljön ki egy személyt, akivel az OMBKE tartja a kapcsolatot. Kérjük, hogy a jövőben a magyar delegáció ne a menet végén, hanem a szlovák és német egyesületeket követően vonulhasson fel, mint ahogy az a korábbi években szokásos volt.

- 2008. szeptember 12-13-án Miskolcon tartottuk a II. Fazola-napokat. Dicséret illeti a Miskolci Koordinációs Szervezet szervezési munkáját. Az ünnepségen részt vett *Pavel Balžanka* selmecebányai polgármester is.

- A Miskolci helyi szervezet 2008. szeptember 20-21-én részt vett az osztrák Knap-pentagon.

- Az Egyetemi Osztály és a dunaujvárosi főiskolások 2008. október 11-én részt vettek Selmecebányán az Akadémiai Napokon.

- Írásban jeleztük az Európai Bányász és Kohász Egyesületek Szövetsége (VEBH) Elnökségének, hogy az OMBKE 2010-ben megrendezné az Európai Knappentagot Péccsett az Európa Kulturális Fővárosa rendezvénysorozat keretében. A VEBH elnöksége az ajánlközt és az előzetes programot elfogadta, mely alapján a Knappentag 2010. május 27-30-án kerülhet megrendezésre. A végleges programot, mely függ a rendelkezésre álló támogatástól is, még egyeztetni kell. A nemzetközi szervező bizottság vezetője *Dietmar Richter*, a VEBH protokollfőnöke, aki jelezte, hogy megkísérelnek EU támogatást is szerezni. Írásban jeleztük szervezési szándékunkat *Tasnády Péter*nek, Pécs polgármesterének azzal, hogy a találkozót vegyék fel az Európa Kulturális Fővárosa programjába, és vegyék figyelembe a költségigényünket. (A választmányi ülés óta dr. Tolnay Lajos és *Tasnády Péter* személyesen találkoztak ez ügyben.)

A magyar (OMBKE) szervezőbizottságra a javaslat:

a bizottság vezetője:

*dr. Gagy Pálffy András* ügyvezető igazgató,

társelnök:

*Erős György*, a Mecsekérc Zrt. elnök-vezérigazgatója, a Bányászati Szakosztály alelnöke,

titkár:

*Hídeg József*, a Mecseki helyi szervezet alelnöke,

tagok:

*Bircher Erzsébet*, a Központi Bányászati Múzeum igazgatója,

*Sándor Balázs*, az OMBKE Ifjúsági Bizottság tagja,

*Szőnyi János*, Országos Erdészeti Egyesület, az MTESZ Baranya megyei elnöke.

A bizottság további tagokat a felmerülő igények szerint kér fel.

*Csurgó Lajos* is kiemelte a selmeci felvonuláson való egységes megjelentést kizárólag egyesületi jelképekkel. Fontosnak tartja, hogy főrendező, és a szakosztályok részéről rendezők biztosítsák a rendet.

A Választmány a javasolt határozatokat egyhangúan elfogadta:

**V. 10/2009. 10. 15. sz. határozat:** *a jövőben a Szalamander ünnepség előtt a korábbi évekhez hasonlóan ki kell adni egy tájékoztatót az OMBKE egységes megjelenésére. Ennek keretében felhívjuk a figyelmet, hogy egyesület hasonló nyilvános rendezvényein csak az egyesület jelképeivel (zászló, embléma) jelenjünk meg.*

**V. 11/2009. 10. 15. sz. határozat:** *Az OMBKE 2010. május 27-30-án Péccsett rendezi meg az Európai Knappen- und Hütten-tag-ot. Az OMBKE szervezőbizottságának tagjai:*

A bizottság vezetője:

*Dr. Gagy Pálffy András* ügyvezető igazgató;

társelnök:

*Erős György*, a Mecsekérc Zrt. elnök-vezérigazgatója, a Bányászati Szakosztály alelnöke;

titkár:

*Hídeg József*, a Mecseki helyi szervezet alelnöke;

tagok:

*Bircher Erzsébet*, a Központi Bányászati Múzeum igazgatója;

*Sándor Balázs*, az OMBKE Ifjúsági Bizottság tagja;

*Szőnyi János*, Országos Erdészeti Egyesület, az MTESZ Baranya megyei elnöke.

**2. sz. napirend:** *A Bányász- Kohász-Erdész találkozó értékelése*

*Előadó: Dr. Gagy Pálffy András* ügyvezető igazgató

A 2008. június 13-15-én Székesfehérváron megrendezett Bányász-Kohász-Erdész találkozó programjairól az Egyesület tagsága a BKL 2008/4-es számában részletes tájékoztatást kapott.

Az írásban előre kiküldött anyagot dr. Gagy Pálffy András ügyvezető igazgató néhány szóban még kiegészítette, rámutatva a rendezvény mintegy 2 milliós forintos veszteségének okaira is.

*Nagy Lajos* és *Ósz Árpád* javasolták, hogy a jövőben egynapos részvételi lehetőség is legyen, ill. a háromnapos rendezvényt két napra vonjuk össze.

**3. sz. napirend:** *A 97. Küldöttgyűlés határozatainak végrehajtásából adódó teendők*

*Előadó: Kovacsics Árpád főtitkár*

Kovacsics Árpád főtitkár a határozatok végrehajtására a következő javaslatokat tette:  
**3. sz. határozat:** *A Küldöttgyűlés kiemelt fontosságúnak tartja a közvélemény tájékoztatását szakmáink eredményeiről. Készüljön terv szakmáink köztisztületben álló személyiségeinek bevonásával e célok érvényesítésére.*

Szakmáink eredményeiről készüljön egy összefoglaló ismertetés. Ezen ismertető anyag szerkesztését dr. Gagyí Pálffy András ügyvezető igazgató vállalta az egyes szakosztályok által kijelölt szakértők anyagai alapján. A szakosztályok jelölik ki azokat a szakembereket, akiket a közvélemény tájékoztatásában a szakmát képviselni javasolják.

**4. sz. határozat:** *A Küldöttgyűlés megvalósíthatónak tartja a fiatal szakemberek egyesületi életbe való bevonására készített programot, és annak megvalósításában kéri egyesületünk vezetőinek, tisztségviselőinek aktív közreműködését.*

A szakosztályok vezetőségei tűzzék napirendjükre a fiatal szakemberek bevonásával kapcsolatos témát.

**5. sz. határozat:** *A Küldöttgyűlés kéri a Bányászati és Kohászati Lapok főszerkesztőit, hogy a közös számokban az egyesület rendezvényeiről, az elmúlt időszakokról készüljön statisztikai kimutatás, rövid értékelés az egyesület tagjainak tájékoztatása céljából.*

Az igényelt kimutatás az egyesület éves beszámolójában kell szerepeljen. A felelős szerkesztők a BKL közgyűlési közös számában ezt ismertessék. A felelős szerkesztők a határozat végrehajtásának módjáról egyeztessenek.

**6. sz. határozat:** *A Küldöttgyűlés biztatónak tartja a szakmai múzeumaink érdekében történő kezdeményezéseket. A Választmány minden lehetséges eszközzel járuljon hozzá a múzeumok eredményes működési feltételeinek megteremtéséhez.*

Az OMBKE kezdeményezését az illetékes kormányzati szervek részére megküldtük, eredménytelenül. Az OMBKE vezetése az érintett múzeumok vezetőinek bevonásával tárgyalja meg a szükséges és lehetséges további lépéseket.

**7. sz. határozat:** *A Küldöttgyűlés üdvözlözi az öt város (Selmecebánya, Sopron, Miskolc, Dunaújváros, Székesfehérvár) által aláírandó együttműködési szándéknyilatkozatának előkészítését. A Választmány a szándéknyilatkozat adta lehetőségeket minél hasznosabb tartalommal töltse meg.*

A szerződés szövegét a BKL 2008/4-es száma tartalmazza. Az OMBKE szervezeten vesz részt a selmecebányai Szalamander-ünnepségen. Selmecebánya polgármestere részt vett a Fazola-napokon. A Választmány kéri a szakosztályokat, hogy az öt város által aláírt szerződéshez kapcsolódó további javaslatukat juttassák el az egyesület titkárságára.

Kovacsics Árpád főtitkár szerint rendkívül fontos, hogy a szakmai berkeken túl saját elért eredményeinket egy szinttel feljebb ismertessük. A tankönyvkiadással kapcsolatban a Mérnökkamara adjon jelzést. A BKL összevont, közös számai és az egyesület honlapja minden tag számára adnak információt az egyesületi élet eseményeiről. Törekedjenek a helyi szervezetek, hogy róluk az információk eljussanak a lapok szerkesztőségeihez.

Ősz Árpád hozzászólásában a megyei MTESZ szervezetek honlapjára hívta fel a figyelmet. A választmány egyhangúan, ellenszavazat és tartózkodás nélkül elfogadta Kovacsics Árpád előterjesztését a 97. Küldöttgyűlés határozatainak végrehajtására.

**V. 12/2009. 10.15. sz. határozat:** *A 97. Küldöttgyűlés határozatainak végrehajtására a választmány egyhangúan, ellenszavazat és tartózkodás nélkül a következő végrehajtási programot fogadta el:*

**ad. 3. sz. határozat:** *A szakmáink eredményeiről készüljön egy összefoglaló ismertetés. Ezen ismertető anyag szerkesztését dr. Gagyí Pálffy András végzi az egyes szakosztályok által kijelölt szakértők anyagai alapján. A szakosztályok jelölik ki azokat a szakembereket, akiket a közvélemény tájékoztatásában a szakmát képviselni javasolják.*

**ad. 4. sz. határozat:** *Minden szakosztály vezetősége tűzze napirendjére a fiatal szakemberek bevonásával kapcsolatos témát.*

**ad. 5. sz. határozat:** *Az Egyesület éves beszámolója külön mellékletben tartalmazza az egyesületi rendezvényeket. Ezeket a rendezvényeket a BKL közgyűlési közös száma ismertesse.*

**ad. 6. sz. határozat:** *Az OMBKE vezetése az érintett szakmai múzeumok vezetőinek bevonásával tárgyalja meg a múzeumok támogatásához szükséges és lehetséges további lépéseket.*

**ad. 7. sz. határozat:** *Az öt város (Selmecebánya, Sopron, Miskolc, Dunaújvá-*

*ros, Székesfehérvár) által aláírt együttműködési szándéknyilatkozat minél hasznosabb tartalommal való megtöltése céljából a szakosztályok a javaslatukat juttassák el az egyesület titkárságára.*

**4. sz. napirend:** *Az Etikai Bizottság vezetőjének megválasztása*

*Előterjesztő: Nagy Lajos alelnök*

Nagy Lajos alelnök, a Bányászati Szakosztály elnöke tett javaslatot az Etikai Bizottság elhunyt elnöke, dr. Tóth István tisztségének betöltésére. Javasolta, hogy a Bizottság elnöke Lóránt Miklós tiszteleti tag, a választmány tagja legyen.

A választmány egyhangúan, ellenszavazat és tartózkodás nélkül elfogadta a javaslatot és megbízta Lóránt Miklóst az Etikai Bizottság vezetői tisztségének ellátásával.

Lóránt Miklós megköszönte a bizalmat azaz, hogy tudja, felelősséggel jár, de reméli, „súlyosan” nem kell ebben részt vennie.  
**V. 12/2009. 10.15. sz. határozat:** *A választmány megbízta Lóránt Miklós tiszteleti tagot az Etikai Bizottság vezetői tisztségének ellátásával.*

**5. sz. napirend:** *Javaslat Szent Borbála-érem kitüntetésre*

*Előterjesztő: Dr. Horn János, az Érembizottság tagja*

Az Érembizottság javaslatát a bizottság elnökének akadályoztatása miatt dr. Horn János ismertette. Mivel a Vaskohászati Szakosztály tagjai közül két személyre érkezett javaslat és csak egy személyre lehet javaslatot tenni, ezért a Bizottság nem tudott állást foglalni. A Vaskohászati Szakosztály nevében Hevesi Imre tájékoztatta a választmányt, hogy a szakosztály Boross Pétert, a szakosztály titkárát javasolja Szent Borbála-érem kitüntetésre.

Liptay Péter tájékoztatja a Választmányt, hogy a Salgótarjáni Osztályt a megegyezés szerint a Bányászati Szakosztály képviseli. Kovacsics Árpád főtitkár hangsúlyozta, hogy a kitüntetési javaslatoknál a minisztériumi követelményeknek megfelelően a szakmai tevékenységet kell kiemelni.

Huszár László a bányászoknak jelenleg adható három Szent Borbála-érem a Bányászati Szakosztály és a Kőolaj-, Földgáz és Vízbányászati Szakosztály közötti 2:1 arányának a szakosztályok létszamarányához történő jövőbeni igazítását javasolta.

Katkó Károly a Szent Borbála-érem „kohász változata” kifejezést észrevételezte.

A választmány egyhangúan megszavazta az Érembizottság előterjesztését.

**V. 13/2009. 10.15. sz. határozat:** A választmány egyhangúan megszavazta az Érembizottságnak a 2008. évi Borbála napi kitüntetésekre vonatkozó előterjesztését.

**6. sz. napirend: Tájékoztató az OMBKE gazdálkodásáról**

**Előterjesztő:** dr. Gagy Pálffy András ügyvezető igazgató

Dr. Gagy Pálffy András a tájékoztatót írásban közreadta. Ismertette, hogy az éves eredmény a tervezettnél megfelelően pozitív lesz. Szükséges az elmaradt egyéni tagdíjak befizetése, amelyre figyelemfelhívó leveleket küldtek ki. A nagy támogatók közül még a ISD DUNAFERR-től várjuk a pártolói tagdíjat. A BKL-ből a két közös számon kívül a tervezettnél megfelelően 4-4 szám jelenhet meg.

Hevesi Imre a Vaskohászati Szakosztály költségvetéséhez hiányzó 2 millió forint beérkezésére reményt lát nem csak a DV-től, de az ISD POWER-től is.

Katkó Károly észrevételezte, hogy az Egyetemi Osztály befizetett egyéni tagdíjának túlteljesítése ellentmondásban van az elmúlt évi létszámcsökkenéssel.

Ósz Árpád a BKL Kőolaj további számainak

megjelenését szorgalmazta.

Dr. Tolnay Lajos szükségesnek tartotta, hogy az Egyesület az évet pozitív eredménnyel zárja és képezzen további pénzügyi tartalékot is.

**7. sz. napirend: Egyebek**

a.) **Dr. Gál István**, az Iparpolitikai Bizottság vezetője javasolta, hogy a hazai természeti erőforrásokkal kapcsolatos MTA BTB állásfoglaláshoz csatlakozzon az OMBKE is.

b.) **Dr. Solymár Károly** beszámolt az ICSOBA 2008. november 28-án Indiában tartandó X. kongresszusáról és kérte, hogy 3 fő részére oklevelet és ICSOBA érmet adományozzon az egyesület.

c.) **Götz Tibor**, az Ellenőrző Bizottság elnöke beszámolt a bizottság 2008. október 13-i üléséről, ahol a választmány elé kerülő anyagot értékelték. A gazdálkodást a tervnek megfelelőnek minősítették.

d.) Nagy Lajos hozzászólásában az MBSZ-OMBKE közötti kapcsolat évek óta fennálló feszültségéről szólt. Emlékeztetett arra, a főtitkár korábban vállalta, hogy a kompromisszumos megoldásokat menedzseli. Javasolta, hogy házon belül

dolgozzuk ki a vitaanyagot, és dr. Tolnay Lajos elnökünk képviselje azt az MBSZ elnökével folytatandó megbeszélésen.

e.) **Tóth János** a somogyfajsi őskohó múzeum megmentéséhez kért segítséget és beszámolt arról, hogy a Történelmi Bizottság képviseletében milyen rendezvényeken vett részt, ill. felhívta a figyelmet az EMT 2009. évi kapnikbányai korszoruzásán való részvételre.

f.) Dr. Gagy Pálffy András kéri a szakosztályi titkárokat, hogy jelezzék **dr. Tardy Pálnak**, kik azok a személyek, akiket a Fenntartható Fejlődés Bizottságába delegálnak.

g.) **Ósz Árpád** két szakosztályi eseményről tett említést, a 30 éves a Kiskunhalasi termelés rendezvényről és a Kőolaj- és Földgáz Vándorgyűlésről. A részvételi díj 160 ezer forint volt, a rendezvényen több mint 300 fő vett részt. Az elszámolást követően az eredményből a társ-szervező OMBKE is kap részesedést.

Több hozzászólás nem lévén, az elnök beárta az ülést.

**Dr. Gagy Pálffy András**

## A FÉMSZÖVETSÉG taggyűlése Győrben

Győrben, a FÉMKER Kft.-nél tartotta taggyűlését 2008. november 11-én a FÉMSZÖVETSÉG. Egyik fő témája a kihirdetés előtt álló hulladékkereskedelmi törvény volt, amelynek előkészítésében és véleményezésében szövetségünk sikeresen tudott együttműködni a Hulladékhasznosítók Országos Egyesületével (HOE).

A taggyűlésen **Penk Márton** áttekintést adott a fémhulladékpiac elmúlt hónapokban bekövetkezett változásairól és várható alakulásáról. Ez utóbbinak három pilléreire hívta fel a figyelmet:

- a kínálati piac kialakulására;
- a minőségi követelmények fokozódására;
- a "just-in-time" üzletek térhódítására.

Kiemelte a kereskedés tőzsei jellegének erősödését, az árfolyamkockázat fontosságát.

**Vincze Gábor** hozzászólásában a futó pályázatok követelményrendszerének várható transzformálásáról, **Máthé Imre** a jelenlegi helyzetet követő tisztulási folya-

matról, szakmai koncentrációról szólt.

**Penk Gábor** a REACH direktívát, az elő- és regisztrációs folyamatot, és ezek fémhulladék-forgalmazással kapcsolatos kérdéseit foglalta össze.

A taggyűlés után **Máthé Imre** ügyvezető igazgató bemutatta a FÉMKER Kft. telepét, majd **Lendvai Zsolt** meghívására felkerestük a METALWEST Kft. forgácsolvasztó üzemét, ahol tájékoztatást kaptunk az alkalmazott technológiáról és a közúti folyékonyfém-szállítás műszaki megoldásáról. Ottjártunkkor éppen indult



**1. kép.** Folyékony alumíniumötvözet közúti szállítása

egy tégely alumíniumötvözet az ajkai Le Belier Magyarország Formaöntöde Rt. öntödéjébe (1. kép).

**Szabályár Péter**

## Tanulmányi kirándulás a Dunántúlon

A 2. Fazola-napokon és a XI. fémkohászati napokon *Pivarcsi László és Csutak István*, az OMBKE Győr-Moson-Sopron megyei területi szervezetének vezetői meghívták a Miskolci Egyetem öntészeti szakirányt tanuló hallgatóit üzemlátogatásra (1. kép). A meghívásnak október 30-31-én tettünk eleget, a kétnapos szakmai program részeként több öntőde megtekintése mellett lehetőségünk volt a somlói borvidék megismerésére is.

Utunk először Enesére vezetett, ahol a magántulajdonban lévő L-Duplex Pívó Kft. Vasöntődét látogattunk meg. A vállalkozás fő tevékenysége ötvözetlen lemezgrafitos vasöntvények előállítására kézi nyersformázással, gépi forgácsoló megmunkálással, festéssel és csomagolással szállításra kész állapotban. A termékek között különböző típusú tolózárszerek, öntött rudak, tárcsák, súlyzók, kandallók és cserépkályhák öntvényei (ajtók, rostélyok), díszöntvények szerepelnek. Az öntőde tulajdonosa, Pivarcsi László nagy szeretettel fogadott bennünket, és ismereteink bővítése érdekében lehetőséget adott számunkra a gyakorlati életbe való bekapcsolódásra, amit mi „öntész tanoncok” nagy figyelemmel és odaadással fogadtunk.

Az esti órákban a „nyomásos öntészet egyik profiljával”, a pezsgőgyártás elméletével való megismerkedés jelentette számunkra a kikapcsolódást. A somlói borvidék borait pedig *Fazekas András* családi pincészetében ismerhettük meg.

A Pápán eltöltött éjszaka után a BUSCH-RÁBA Kft. lehetőséget adott arra, hogy a forma- és magkészítéstől az öntésen át a

megmunkálásig megismerjük a technológiai folyamatokat (2. kép). A RÁBA már 1918-ban saját vas- és acélöntődét működtetett. Az autóiipar területén végbement fejlődésnek köszönhetően 1973-ban a cég egy új, modern acélöntődét létesített az ún. „rep-téri” telephelyen. 1988-ban az acélöntvények helyett gömbgrafitos vasöntvények gyártása kezdődött meg. A korábban a futómű üzletághoz tartozó öntőde 2008. január 01. óta vegyesvállalati formában működik tovább. Az átalakítás célja a kapacitás jelentős bővítése és a technológia fejlesztése. Az üzem alapterülete 25 000 m<sup>2</sup>, kapacitása 11 000 t/év.

A közepes súlyú öntvények, pl. kerékgagyak, kiegyenlítőmű-házak, hajtóműházak és bolygótartók gyártására automata homokadagolású Künkel-Wagner nagynyomású sajtoló formázógépet használnak, melynek szekrénymérete 800×500×400 mm, a jellemző öntvénytömeg 15-17 kg. A formaszekrények továbbítása számítógéppel vezérelt sorokon történik.

A nagyméretű öntvények, pl. hídházak, légrugótartók formái műgyantakötésű homokból készülnek, melyek kémiai reakció útján nyerik el végső szilárdságukat. Itt a jellemző szekrényméret 1600×1000×600 mm, az öntvénytömeg 50-500 kg. Az öntőde egyaránt alkalmaz hideg- és melegmagkészítéssel magkészítő eljárásokat.

Az olvasztás középfrekvenciás indukciós kemencében történik, óránként 8 tonna a kapacitása. A megolvasztott vas tárolására és homogenizálásra 60 tonnás hőtartó csatornás indukciós kemence szolgál. A folyékony fém gömbösítő kezelése IMCONOD-

eljárással történik. A kéttonnás adagok egy DEMAG öntődaru segítségével kerülnek a formákba.

A hatékony termelés érdekében magas szintű számítógépes háttértámogatás működik, az öntési folyamatok modellezésére PRO/E és MAGMASOFT programokat használnak. Az öntvények folyamatos minőségellenőrzését korszerű műszerek teszik lehetővé.

Tanulmányi kirándulásunk utolsó állomása a mosonmagyaróvári MOTIM Kádkő Kft. volt. A gyár területén Csutak István üzemvezető kísérte végig kis csapatunkat. Itt megnézhettünk az üvegolvasztó kemencék tűzálló falzatának gyártási technológiáját, ami a „kádkő téglák” alapanyagának ívkemencében történő megolvasztását, majd formába öntését jelenti, hiszen ez az „olvadt kő” úgy viselkedik, mint a fémolvasztás. Fontos, hogy a méretei leöntés után pontosak legyenek, mert nehéz a darabok megmunkálása. Ami számunkra érdekes volt, hogy itt az ívkemencéknek nincsen tűzálló falzata, mert ezt helyettesíti az olvasztott kőnek a vízzel hűtött kérge. A késztermékeket szállítás előtt összeállítják, hibákat keresve rajta, majd csomagolás után szállítják a megrendelőkhöz.

Köszönetünket fejezzük ki Pivarcsi Lászlónak és Csutak Istvánnak, az OMBKE Győr-Moson-Sopron megyei területi szervezet vezetőinek, akik nagy szeretettel fogadtak bennünket és hozzájárultak szakmai tudásunk bővüléséhez.

**Juhász Krisztina**

**3. éves anyagmérnök hallgató**

**Fotó: Tóth Judit**

**4. éves anyagmérnök hallgató**



■ 1. kép. A szervezők: Csutak István, Pivarcsi László, dr. Dül Jenő



■ 2. kép. Csoportunk a BUSCH-RÁBA Kft. öntődjé előtt

## A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán 2008-ban sikeres záróvizsgát tett anyagmérnök hallgatók

Név	Szakirány	A diplomamunka témája a választott szakirány szerint
Bacsikai Ádám	Polimertechnológiai	Poliuretán-fém határfelületek tapadásvizsgálata
Debreczeni Alex	Polimertechnológiai	Lágy PUR-hab szerkezet- és tulajdonságvizsgálata
Jobbágy Péter	Polimertechnológiai	PET ömledékreológiai paramétereinek módosítása
Molnár Ákos	Polimertechnológiai	PVC nanokompozitok vizsgálata dinamikus mechanikai módszerrel
Sándor Balázs	Polimertechnológiai	Tömörített faanyag szerkezetvizsgálata infravörös spektroszkópia segítségével
Szabó Zoltán	Polimertechnológiai	Kemény PVC ömledékek nyújthatóságának vizsgálata
Huszár Márton	Polimertechnológiai	PUR-szivacs habképző képességének összehasonlító vizsgálata
Nagy Szilárd	Polimertechnológiai	Lágy poliuretánok oldhatósági paramétereinek meghatározása
Tóth István	Polimertechnológiai	Tömörített faanyag dinamikus mechanikai analízise
Csató Gábor	Vegyipari technológiai	Krakkolás üzemi paramétereinek és a hőbontás másodlagos reakciói során képződött koks hatása a pirolízis kemence radiációs csöveinek tönkremenetelére
Hubai László	Vegyipari technológiai	Klór cseppfolyósításánál keletkező klórtartalmú hulladékgázok feldolgozhatóságának vizsgálata
Péter Dávid	Vegyipari technológiai	A vinilklorid szennyeződéseinek kémiai és műveleti okai
Tóbiás Nándor	Vegyipari technológiai	Az amerikai TCLP szabvány előírásait kielégítő fénycsőgyártó eljárás kidolgozása
Herczeg Zsuzsanna	Kerámia- és szilikástechnológiai	Öntömörödő beton fejlesztése
Csitkó Zsolt	Kerámia- és szilikástechnológiai	A Holcim Hungária Cementipari Rt. anyagbányáinak különböző anyagkomponenseinek beazonosítása; a főalkotók és mellékalkotók meghatározása – hatásaik a cementklinker összetételére és tulajdonságaira
Tóth Balázs	Kerámia- és szilikástechnológiai	Az alapanyagok és az alkalmazott technológia hatása a burkolólapok fizikai és mechanikai tulajdonságaira
Cseh János	Kerámia- és szilikástechnológiai	A Mályi Téglagyár agyagtípusainak technológiai és energetikai vizsgálata, az optimális keverési arány (receptúra) meghatározása
Csapkó Tamás	Kerámia- és szilikástechnológiai	A magbeton recept cementmennyiségének optimalizálása kiegészítő anyag alkalmazásával
Misángyi Zoltán	Kerámia- és szilikástechnológiai	Felmart aszfalt újrahasznosításának vizsgálata
Orosz Viktor	Kerámia- és szilikástechnológiai	Szilícium-karbid tűzállóanyagok gyártására használt gipsz öntőformák vizsgálata
Szigetvári Miklós	Kerámia- és szilikástechnológiai	A cementkomponensek mennyiségének és szemcse szerkezetének hatása a portlandcement tulajdonságaira
Urbán Péter	Kerámia- és szilikástechnológiai	A hőkezelés alatt kialakuló hibák okainak vizsgálata a pórusbetongyártás során
Vass László	Kerámia- és szilikástechnológiai	Burkolólap mázak fejlesztése mázvizsgálatok alapján
Tóth Gábor	Kerámia- és szilikástechnológiai	Cement és klinker őrlési vizsgálatai, a cementőrlés optimalizálása
Ludnik Imre	Kerámia- és szilikástechnológiai	Műanyag hulladékok hasznosítása a cementgyártás során
Márton Ágnes	Kerámia- és szilikástechnológiai	A Mályi Téglagyár átvilágítása és összehasonlítása az európai színvonallal
Demján Marianna	Anyagdiagnosztikai	Acélok alakítástechnológiai vizsgálatai
Gergely Edina	Anyagdiagnosztikai	Vasúti kerékpárok roncsolásmentes vizsgálatai
Gribovszky Roland	Anyagdiagnosztikai	Hőcserélők meghibásodásának elemzése, a javítás minőségirányítási követelményei
Szőke Tamás	Anyagdiagnosztikai	Erőművi berendezések megbízhatósága
Kis-Pál László	Hőkezelő- és képlékenyalakítási	Cementáló hőkezelő berendezés üzembe helyezése és tesztelése
Kiss Gergely	Hőkezelő- és képlékenyalakítási	Alumíniumöntvények hőkezelése és porozitás vizsgálata
Kovács Sándor	Hőkezelő- és képlékenyalakítási	Hőkezelési eljárás megválasztása szerszámélettartam növelése érdekében

Név	Szakirány	A diplomamunka témája a választott szakirány szerint
Naszrai Tamás	Hőkezelő- és képlékenyalakítási	Nagy magnéziumtartalmú alumíniumötvözetek meleghengerlése
Hubi Gábor	Hőkezelő- és képlékenyalakítási	Hengerlési hibák a DAM 2004 Kft.-ben
Tarcsa Zoltán	Hőkezelő- és képlékenyalakítási	Olajhűtő gyártása során keletkezett forrasztófolia-hulladék tallérok felhasználása a gyártástechnológiában
Lévai Gábor	Metallurgiai és öntészeti	Al-Si bázisú járműipari öntvénygyártás időszerű kérdései
Stiber Sándor	Metallurgiai és öntészeti	Összefüggések az Al-Si ötvözetből tartós formában előállított öntvények minősége és az olvadékkezelési technológia között
Fekete Gábor	Metallurgiai és öntészeti	Gömbgrafitos öntvények tulajdonságainak vizsgálata
Kertész Tünde	Metallurgiai és öntészeti	Nyomásos öntvény technológiai tervezése, gyártási paraméterek hatása
Leskó Zsolt	Metallurgiai és öntészeti	Nyomásos öntészet, öntéstechnikai és hőtechnikai hibavizsgálat
Nagy Gábor	Metallurgiai és öntészeti	Alumínium-szilícium ötvözetek tulajdonságainak vizsgálata
Czilik Melinda	Metallurgiai és öntészeti	Műgyanta kötésű homokok regenerálása a Csepel Metall Vasöntöde Kft.-nél
Dobos Beáta	Metallurgiai és öntészeti	Az Al-hulladék minőségi és mennyiségi változásával összefüggő metallurgiai problémák és kezelésük az ALCOA-KÖFÉM Kft. öntödéjénél
Majtényi József	Metallurgiai és öntészeti	Forrasztási ónhulladék tisztítása elektrolitos raffinálással
Páll Gergely	Metallurgiai és öntészeti	Gömbgrafitos öntöttvas szilárdsági és szövetszerkezeti tulajdonságainak vizsgálata
Svidró József Tamás	Metallurgiai és öntészeti	Lemezes és gömbgrafitos vasöntvények felületi minőségét befolyásoló tényezők vizsgálata
Székács Zoltán	Metallurgiai és öntészeti	Átmenetigrafitos (CGI) öntöttvas szilárdsági és szövetszerkezeti tulajdonságai
Bálint Gergely	Metallurgiai és öntészeti	Az alumíniumolvasztás tüzelési rendszereinek hatása az olvasztási hatékonyságra
Mekler Csaba	Metallurgiai és öntészeti	Monotektikus rendszerek vizsgálata
Viszóczi István	Öntészeti	Öntvények mikroszerkezete, hegesztéskor fellépő hibák vizsgálata
Bán Attila	Öntészeti	Közép- és újkori öntvények gyártástechnológiája
Csizmadia Csaba	Öntészeti	Vékonyfalú gömbgrafitos vasöntvény gyártástechnológiája
Fodor István Sándor	Öntészeti	Rotor nyomásos öntvények gyártástechnológiája
Kósa Zsolt	Öntészeti	Szekunder Al-Si öntészeti ötvözetömb előállítási folyamata
Popovits Gergely	Öntészeti	Alumínium kokillaöntés gyártási paramétereinek vizsgálata
Somogyi János	Öntészeti	Vastagfalú nyomásos öntvény gyártástechnológiai tervezése
Kecskés Bertalan	Alakítástechnológiai	Kovácsolás szimulációjához szükséges technológiai körülmények vizsgálata
Kristály Endre	Alakítástechnológiai	AlMg ötvözetek hideghengerlése
Lukács Ákos	Alakítástechnológiai	Az Ózdi Acélművek Kft. Rúd-Drót hengermű előnyújtó sorának korszerűsítése
Pósa Márk	Alakítástechnológiai	Villamos csúszóérintkező gyártás
Szalma József	Alakítástechnológiai	Alumínium huzalhúzási problémák a FUX ZRT.-nél

Fiatalkollégáinknak szívből gratulálunk és további sikeres pályafutást kívánunk!

## Felhívás

Az immár hagyományos **BÁNYÁSZ-ÖNTÉSZ BÁL**  
**2009. február 28-án** lesz Lillafüreden, a Palota Szállóban.  
A részvétel feltételeiről **Katkó Károly** (06-20-929-4206) ad felvilágosítást.



## 150 éve született Edvi Illés Aladár, a kohászattörténet első kutatója

Az 1867-es kiegyezés után megindult a magyar iparosodás, felpezsdült a gyáralapítási kedv. A gazdasági környezet kedvező volt, bár a századfordulón több válság is terhelte ezt a kort, a magyar gazdaság főbb szereplői átvészelték a nehéz időszakokat. Különösen jelentős ipari fejlődés zajlott le 1880–1900 között, amely kihatott az I. világháborúig terjedő évekre is [1]. Ebben az időszakban alakult ki a Ganz-ipari birodalom, létesült a Láng-Gépgyár, a Walsler-féle gép- és tűzoltószergyár, a Schlick-féle vasöntöde és gépgyár stb. 1900-ra az ország vas- és fémipari vállalatainak 80%-a Budapestre koncentrált. És ebbe, a gyors fejlődést felmutató környezetbe lépett be gépészmérnöki oklevelének kézhezvétele után a kor egyik meghatározó műszaki egyénisége: *Edvi Illés Aladár* (1858–1927) (1. ábra). Nem tévesztendő össze a távolabbi rokon *Edvi Illés Aladárral* (1870–1958), a festőművész, grafikus főiskolai tanárral, érdemes művésszel.

Edvi Illés, régi nemesi család sarja, 1858. január 6-án a Sopron vármegyei Kapuváron látta meg a napvilágot. Apja soproni ügyvéd, majd vármegyei ügyész volt. A soproni evangélikus gimnáziumban tanult és a bécsi világkiállítás megtekintése nyomán irányult érdeklődése a gépészetre. Emiatt a soproni reáliskolában folytatta, és 1874-ben ott is fejezte be középiskolai tanulmányait. Ezt követően négy szemeszteren át Budapesten a Műegyetem hallgatója volt, majd 1879–1881 között a híres aacheni műegyetemre iratkozott be. 1878-ban ugyanis katonai szolgálatra hívták be a boszniai török megszállás elleni háborúba.

Aachenben 1881. július 30-án kapta meg gépészmérnöki oklevelét, és hazajöve a Ganz & Társa cég budapesti gyárában mint szerkesztőmérnök dolgozott hat hónapot *Mechwart András* vezetése alatt [2]. A szerkesztői munka nem elégítette ki, inkább a műszaki nevelői pályára tért át, mivel itt oktatói és írói tevékenységének kibontakoztatására látott lehetőséget. 1882. januárjában tehát kivált a Ganz & Társa cégből és megkezdte oktatói munkáját a budapesti Ipartanodában. 1886-ban felvették a Magyar Mérnök- és Építész Egylet tagjai közé. Mivel már kibontakozott műszaki irodalmi munkássága, az egylet gépészeti és gyáripari osztálya a könyvkiadó bizottság tagjává választotta. Mindössze 33 éves volt, amikor megválasztották a Magyar Mérnök- és Építész Egylet Közlönyének szerkesztőjévé, amely munkát

25 éven át folytatta, és csak 59 éves korában kérte felmentését [3].

Az oktatási munka mellett rendszeresen látogatta a kiállításokat, ahol a gépészeti fejlesztést figyelte. Különösen jelentős volt a millenniumi kiállítás, amelynek eredményeiről készült könyv VII. kötetében a vas- és fémiparról szóló fejezetet ő írta meg [4].

1898-tól Edvi Illés Aladár bekerült a M. Kir. Kereskedelemügyi Minisztérium látókörébe is, és sorra kapta a feladatokat az ipar áttekintésével kapcsolatban. Egyik első jelentése a Székelyföld vasiparáról [5] mindmáig fontos forrásanyag. Munkái nyomán 1902-ben berendelték a Kereskedelemügyi Minisztérium IX. szakosztályába a gyári és kisipari ügyek intézésére. Itt új iparágak megindítása és a meglévők fejlesztése volt a fő feladata. 1908-ban miniszteri osztálytanácsossá nevezték ki. Miniszteriumi beosztása mellett megmaradt oktatónak is, 1903-tól ipariskolai igazgatói rangban.

Még 1919-ben is a Kereskedelemügyi Minisztériumban a gazdasági szakosztály vezetőjeként dolgozott, és csak 1922-ben, 64 évesen kérte nyugdíjazását, mint már helyettes államtitkár [2].

Nyugdíjba vonulása után is folytatta oktatói munkáját mind a Műegyetemen, mind a felsőipariskolában, egészen haláláig. Munkássága nyomán a Magyar Mérnök- és Építész Egylet 1924-ben tiszteletbeli tagjává választotta, majd az egylet közgazdasági osztályának megalakulásától ennek elnöki tisztét is ő töltötte be.

1927. januárjában súlyos betegség ágyának döntötte, de akaratereje és családjának gondos ápolása – sajnos, csak rövid időre – talpra állította. Még utolsó útja is a Műegyetemre vezetett. A kór újra támadta szervezetét és 1927. április 24-én elhunyt e nagy tudású és kiváló szervezőképességgel rendelkező mérnök.

Munkássága során első mérnöki tapasztalatait a Ganz & Társa gyárában szerezte. *Mechwart András* nagy hatást gyakorolt rá, a szerkesztői munka azonban nem elégítette ki, ezért váltott: az 1879-ben alapított Budapesti Állami Ipartanodához lépett át. Az Ipartanodának három szakosztálya volt: építészeti, gépészeti és vegyészeti. Rövid időn belül azonban még két területtel bővítették, éspedig a vas- és fémiparral, illetve a faiparral. A hároméves oktatás célja a hazai ipar részére képzett szakemberek kinevelése volt. Kezdetben Edvi Illést a vas- és fémipar



1. ábra. Edvi Illés Aladár

tantárgyak tanársegédévé nevezték ki, és ettől fogva érdeklődése a fémekre irányult. Tanulmányozta a vasműveket, mind többet foglalkozott a kohászattal. E területen kezdett érdeklődni a vasipar története iránt, és korának egyik legkiválóbb technikatörténészévé vált.

Már az 1872-ben beterjesztett ipartörvény vitája során megfogalmazódott a Technológiai Iparmúzeum létrehozásának igénye, amely még az 1840-es években az Ipari Egyesület által gyűjtött anyagokra épült. Ezt a múzeumot végül 1880-ban alapították meg, és szoros, szerves kapcsolatban állt az Ipartanodával. A múzeum főigazgatója az Ipartanoda igazgatója volt. 1883-ban a miniszter megbízta Edvi Illés Aladárt ebben az új múzeumban a vas- és fémipari előadások megtartásával.

Az Iparmúzeumban 17 éven át, 1900-ig oktatta a felnövő iparos nemzedéket a vasipar minden területét felölelő előadásaival. 1890-ben a Technológiai Iparmúzeumban szervezett kísérleti állomás fémipari műszaki szakértőjének nevezték ki a kimagasló tevékenységet felmutató mérnököt. Néhány évvel később a székely kivándorlás ellensúlyozására a magyar nagyvállalatoknál – így a Ganz & Társa Rt. Kőbányai úti vagongyárában – tanuló székely tanoncok gyámfelügyeletével bízták meg, amit örömmel elvállalt. Ennek eredményeként 1897-ben az ipari munkások részére szervezett országos bizottság alelnöki tisztségét bízták rá. E bizottság keretében működött a „Vasárnapi munkásképző bizottság”, amely szaktanfolyamok, műkedvelő előadások szervezésével és múzeumlátogatásokkal gondoskodott a munkások szellemi továbbképzéséről. Alig

egy év elmúltával a kereskedelemügyi miniszter az Országos Ipartörténeti Tanács tagjává nevezte ki.

1902-ben a Kereskedelemügyi Minisztériumba, a gyári és kisipari ügyek osztályára rendelték be szolgálatra, majd egy hónapra rá ipariskolai igazgatóvá is kinevezték. Új beosztása nagyon igénybe vette idejét, ezért le kellett mondania az Állami Felsőipariskolában levő tanári állásáról. 1913-ban viszont a M. Kir. József Műegyetem előadójának hívták meg, amikor is „A Magyar-birodalom ipara” címmel tartott előadásokat. 1915-től megbízták az egyetemi bányászati és iparpolitikai előadások megtartásával is.

Még a 19–20. század fordulóján, miniszteri felkérésre, a Székelyföld vasiparát a helyszínen tanulmányozta, és azt vizsgálta, hogy ott mit lehet nagyiparrá fejleszteni. Különböző iparfejlesztési bizottságoknak is tagja volt. Egyik javaslata alapján valósult meg a szentkeresztbányai vasgyár öntödéjének bővítése és a szerszámgyártás fejlesztése [6].

Amikor 1905-ben a minisztériumban megalakították az ipari műszaki osztályt, ennek vezetésével Edvi Illés Aladárt bízták meg. Új feladatai közé tartozott immár az ipartörvény revíziójával foglalkozó bizottsági tagságból eredő feladatok intézése, valamint az Ausztriával kötendő gazdasági kiegyezésre vonatkozó tárgyalások előkészítése is [7]. 1914 elején a minisztérium megbízta a magyar műszaki múzeum létrehozásához szükséges előmunkálatok végzésével, részletes tervek előkészítésével.

Az I. világháború vége felé, 1918-ban a vas- és vasótvözetek, illetve ócskavas bizottságok munkájában miniszteri megbízottként vett részt. Közhivatali éve alatt fényes pályát futott be: a berendelt felsőipariskolai tanárból helyettes államtitkár lett. A húszéves minisztériumi szolgálat alatt elsősorban a vas- és fémipar fejlesztése terén végzett kimagasló munkát.

Irodalmi munkásságát elemezve megállapíthatjuk, hogy Edvi Illés Aladár nagy könyvbarát volt. Mintegy 30 000 kötetes könyvtárában számos értékes külföldi szakművet is lehetett találni.

Első nagyobb munkáját 1884-ben „Felső-Magyarország kisvasipara” címmel az Építési Ipar című lapban publikálta. Élete során 78 tanulmánya és 27 könyve jelent meg a kohászat, a gépipari technológia és a közgazdaság területéről. Különösen lényegesek a vas- és fémipar fejlesztésével kapcsolatos közleményei, valamint ipariskolai tankönyvei.

Már 1889-ben tanulmánya jelent meg a Természettudományi Közönyben „Az alumí-

nium jelene és jövője” címen, két évvel később pedig már könyvet is ír erről az új fémről [8]. Ugyancsak 1891-ben jelent meg „A vas technológiája” című tankönyve, és elkezdte szerkeszteni a Magyar Mérnök- és Építész Egylet Közönyét is. E közönyben jelent meg 1893-ban „Dél-Magyarország első vasgyarai”-ról szóló tanulmánya [9], ami ipartörténeti jelentőségű.

1901-ben jelent meg – a kereskedelemügyi miniszter megbízásából készült – „A magyar korona országainak gyáripara az 1898. évben” címet viselő munka, amelyet az ausztriai gazdasági kiegyezés tárgyalásaira állított össze. Ez a munka ma a kohászattal foglalkozó ipartörténetesek fontos forrásanyaga. Később, 1906-ban, a fa- és gépiparral is kibővített monográfiát készített az Ausztriával folytatandó gazdasági kiegyezési tárgyalásokra. Műegyetemi előadásait az I. világháború alatt jegyzetekként adta közre.

Edvi Illés Aladár kivételes tehetségű, nagy intelligenciájú tudós volt, aki messze kimagaslott kortársai közül. Kiváló elméleti képességekkel és széles látókörrrel rendelkező mérnök volt, és mint iparfejlesztő, mindig tanulmányozta az ipar adott szegmensének történeti fejlődését is. Nem feledkezett meg a fejlesztések során az interdiszciplináris kapcsolatokról sem. Nagy szolgálatot tett a technika története iránti érdeklődés felkeltésével.

Szakirói tevékenységében sokat tett a magyar műszaki nyelv kialakítására. Mindig tanítási céllal írt, elsősorban tankönyveket, hogy ezek által az oktatás színvonalát növelje [10]. Igyekezett pótolni a magyar történeti irodalomból hiányzó, az iparra vonatkozó ismereteket. Ezzel, mint a technikatörténet kutatásának úttörője, az első helyek egyikét foglalja el a hazai ipartörténetben.

Az OMM Öntödei Múzeumának könyvtára Edvi Illés Aladár 11 munkáját őrzi és tudja a kutatók rendelkezésére bocsátani. Az archívum és az adattár pedig nagyon sok eredeti dokumentumot tartalmaz hagyatékából. Ez az anyag is hozzáférhető a kutatók részére.

A róla *Kiszely Gyula* által írt tanulmány alapján [11] megállapíthatjuk, hogy mind mérnöki, mind oktatói, továbbá iparszervezői és technikatörténeti területen – mint valóságos polihisztor – maradandót alkotott a 19. és 20. század fordulójának időszakában. Munkássága megérdemelné a minél szélesebb körű publicitást, még ma, a 21. században is.

Az Öntödei Múzeum adattárában található eredeti dokumentumok közül néhány jelentősebb:

- **Életrajzi adatok:** házasságlevél (1884. febr. 23.), szolgálati táblázatok (1882), fizetési könyv 1895-től, kéziratos életrajz.
- **Kinevezések, kitüntetések:** felsőipariskolai igazgatói kinevezés (1902), felsőipariskolai tanári és igazgatói igazolvány (1899, 1903), oklevél a „ministeri osztálytanácsosi” cím adományozásáról (1906), értesítés a koronás arany érdemkereszt adományozásáról (1896), értesítés a Ferenc József rend lovagkeresztjének (1901) és középkeresztjének (1917) adományozásáról, oklevél a kínai „III-ad fokú kínai duplasárkány-rend” adományozásáról.
- **Tanügyi működés:** felkérések egyetemi előadások tartására; megbízások, kinevezések: az Állami Középipartanodához segédként, a Technológiai Iparmúzeumban előadások tartására és szakértőnek.
- **Tudományos működés:** megbízások tankönyvek írására (elektrotechnika, vasipar története, fémipari szerkezetten), felkérések cikkek írására, előadások tartására.
- **Egyesületi szakértői ügyek.**
- **Kiállításokkal kapcsolatos tevékenység.**

## Irodalom

- [1] *Bencze G.:* Váci út, a magyar gyáripar főutcája. Országos Pedagógiai Könyvtár és Múzeum, Budapest, 2006
- [2] Magyar Mérnök- és Építész Egylet Közönye, 1927. (január 29.), 19–20. sz.
- [3] Magyar Mérnök- és Építészegylet Közönye, 1917. (LI. kötet), pp. 112–114
- [4] *Edvi Illés A.:* Vas- és fémipar, in: Az 1896. évi ezredéves kiállítás eredményei, VII. kötet. Budapest, 1898, pp. 241–326
- [5] *Edvi Illés A.:* A Székelyföld vasipara. Budapest, 1898
- [6] Budapesti Hírlap, (238) 1905. (augusztus 29.) pp. 4–6
- [7] Budapesti Közöny, 1908. (április 1.), 76. sz. p. 1
- [8] Magyar Mérnök- és Építész Egylet Közönye, 1927. (május 22.) 19–20. sz. p. 105
- [9] Magyar Mérnök- és Építész Egylet Közönye, 1893. (XXVII. kötet) pp. 353–360; 383–390; 418–423
- [10] Iparosok Olvasótára, 1896 (II. évfolyam), 2. sz. p. 2–3
- [11] *Kiszely Gy.:* Edvi Illés Aladár, in: Műszaki Nagyaink, 5. kötet. Gépipari Tudományos Egyesület, Budapest, 1981, pp. 303–338

*✍ Klug Ottó – Schudich Anna*

## 85. születésnapját ünnepelte

**Bánky Gyula** gyémántdiplomás kohómérnök 1923. október 21-én Miskolcon született. Diósgyőr-Vasgyárban nevelkedett, ahol édesapja második szolgálati lakása közvetlenül szemben volt az I-es gyárkapuval. 1941-ben a miskolci katolikus gimnáziumban érettségizett. Kohómérnöki diplomáját 1945. július 6-án kapta meg Sopronban. Ezt követően néhány hónapig, az 1944. október 15-én félbeszakított félév folytatásán, az egyetem Mechanika és Szilárdságtan Tanszékén az elsőéveseknek mechanika, a másodéveseknek szilárdságtan gyakorlatokat tartott. 1945. szeptember 20-án tanársegédi kinevezést kapott, de már korábban elígérkezett a Hubert és Sigmund céghez.



Itt 1945 novemberétől az anyagvizsgáló laboratórium vezetője, egy év múlva mellé megbízzák a hőkezelő üzem irányításával és korróziós tanácsadói feladatokat is ellát. 1950. június 1-től az öntöde éjszakai, majd délutáni műszakjait vezeti. 1952-ben megbízzák az új vasöntöde vezetésével, amit tiszta profilú perselyöntödévé alakít át, miközben bevezeti a perselyöntésre szánt folyékony vas FeSi-os és CaSi-os beoltását.

1954-ben az acélöntöde üzemvezetője, ebben a beosztásában szorgalmazza a héjformázás bevezetését. Ehhez a Kőbányai Műanyaggyár főtechnológusával kikísérletezik a hőre keményedő, novolakk típusú fenol-formaldehid gyantát. Az országban elsőként gyárt gyantás homokot héjformákhoz és magokhoz, valamint a perselyöntésnél használt kokillák bevonására.

Rendszeresen részt vesz a szakmunkások és művezetők továbbképzésében, de tanít görög és kubai munkásokat is. 1957–71 között az öntöde gyáregység-vezetője és gyári főtechnológus. Nevéhez fűződik a kubai nikkel-szinteroxid sikeres feldolgozása min. 98%-os kohónikkellé.

1971–75 között fejlesztési főmérnök, 1975–83-ig a vállalat központjában dolgozik műszaki osztályvezetőként ill. műszaki-gazdasági tanácsadóként. Elsősorban sejtcsökkentéssel és a haditechnikai öntvények gyártásával foglalkozik. 74 éves korá-

ig dolgozik igazságügyi szakértőként. Egyesületünknek több mint 60 éve tagja.

## 80. születésnapját ünnepelte

**Belicza Ádám** 1928. január 30-án született Medgyesegyházán. Nagyszülei gépműhelyében nőtt fel, 15 éves koráig itt is dolgozott. Repülőgépmotor-szerelő szakmát tanult Szegeden, Székesfehérvárott és Klagenfurtban, de mivel a háború utáni években ezt nem művelhette, vasöntő lett. 1949-től több öntödében szakmunkásként dolgozott. 1961-ben már mérnöként került a Láng Gépgyár Öntöde, Kovácsoló és Hőkezelő Gyáregységébe műszaki osztályvezetőnek, s itt is maradt 1988-as nyugdíjazásáig, miután a Budapesti Műszaki Egyetem Melegtechnológiai szakán gépészmérnöki oklevelet szerzett.



Munkája és főleg érdeklődési köre okán 1967-ben a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán hőkezelő szakmérnöki diplomát kap. Ilyen irányú képesítésének megszerzését a turbinagyártásnál, a különleges szerszámoknál és a vegyipari gépgyártásban alkalmazott sokféle acél hőkezelési igénye is szükségessé tette.

A Láng-gépgyári nagyberuházás során új hőkezelő és kovácsüzemet, új precíziós öntödét tervezett, ezek telepítésében és kivitelezésében is részt vett.

A termelés osztályvezetőként, üzemvezetőként és gyáregységvezetőként történő irányítása mellett társfeltalálóként részt vett új típusú turbinalapátok kialakításában és gyártásában. Tervei alapján alakítottak át több hőkezelő kemencét. Részt vett többek között a modern, 100 tonnás OFU hőkezelő kemence kiválasztásában és telepítésében.

A nagyfrekvenciás hőkezelés területén sok új eljárást, célkészüléket tervezett és alkalmazott, pl. turbinalapátok éledzése, hajómotor hengerfej szeleplüléseinek kezelése, vegyi berendezések nagyfrekvenciás hevítésű tompahegesztése, nagyteljesítményű forgácsoló szerszámok lapkahegesztése stb.

Nyugdíjazásáig vezette az 1989-ben bezárt vasöntödét, ahol különösen nagy értékű és nagy tömegű egyedi darabokat, töb-

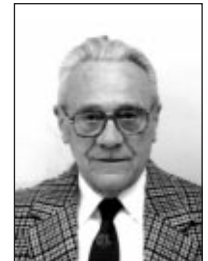
bek között 20–26 tonnás turbinaházakat öntöttek.

Nyugdíjazása után egy vállalkozásban szaktanácsadó volt, majd mint vállalkozó segédkezett több öntödében korszerű öntőanyagok és fényeskarbonképző adalékok használatának bevezetésében.

Ugyancsak nyugdíjasként vett részt annak a csapatnak a munkájában, amelynek tagjai feldolgozták a 140 éves, nagy múltú Láng Gépgyár főbb gyártmányai fejlesztésének és gyártásának történetét, ezen belül a melegüzemek alapítását. A gyár ugyan külföldi tulajdonba került, de a főbb technológiák, így a hőkezelés egyes területei ma is működnek.

Az egyesület rendezvényein, mint a szakma gyakorlati művelője, nagy érdeklődéssel vesz részt. Ez szolgálta a nélkülözhetetlen tájékozódást és kapcsolattartást immár több mint ötven esztendeje.

**Dr. Kálmán Sándor** 1928. szeptember 10-én született. Középiskolai tanulmányait a pápai Bencés Gimnáziumban végezte, majd 1947-ben Sopronba került, ahol 1951-ben jeles eredménnyel szerezte meg technológus kohómérnöki oklevelét. Mérnöki munkáját a Kohó- és Gépipari Minisztérium műszaki fejlesztési főosztályán kezdte, ahol az ipari kutatási eredmények gyakorlati felhasználását követte nyomon.



1954–57 között a Vasipari Kutató Intézetben aspiráns. Kandidátusi disszertációját megvédve 1964-ben műszaki kandidátusi, 1965-ben egyetemi doktori fokozatot szerez. 1957 és 1965 között a Soroksári Vasöntöde főtechnológusa és főmérnöke. Tevékenysége elsősorban a szerszámgépgyártás öntvényellátásához kapcsolódott, ahol sikerrel alkalmazta a disszertációjában is közölt eredményeket, különösen a folyékony öntöttvasak áramlásával kapcsolatos jelenségek és a vastag falú öntvények egyenletes formatöltésének kölcsönhatásait. A szűkös lehetőségek mellett is jelentős volt az öntöde gépésztésében, a homokmű, a labor és a gépésztett magkészítés fejlesztésében, valamint a forrószéles GHW kupolókemencék

telepítésében kifejtett tevékenysége.

1964-től az Öntödei Vállalat gyárfejlesztési főosztályvezetője, majd 1967–72-ig a bécsi Collegium Hungaricum igazgatóhelyettese. Ez utóbbi munkahelyén az osztrák-magyar tudományos együttműködési szerződés létrehozásának megszervezése volt a feladata.

1972-től nyugdíjazásáig az Intranszmas műszaki igazgatójaként a hazai anyagmozgatási és tárolási problémák megoldásához szükséges egyedi gépek és berendezések tervezését és fővállalkozásban történő kivitelezését irányította.

Több tankönyv, egyetemi jegyzet, kézikönyv és számos szakcikk szerzője. Az OMBKE soproni helyi csoportjának létrehozásában annak első titkáráként vett részt. Tevékenységét több állami és egyesületi kitüntetéssel ismerték el. Az egyesületnek 1950 óta tagja.

**Soltész István** okl. kohómérnök, tiszteleti tag 2007. december 23-án ünnepelte 80. születésnapját. Kohómérnöki oklevelét 1951-ben szerezte Sopronban. Két évig a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem metallográfiai tanszékén volt tanársegéd, ahonnan az Oktatásügyi Minisztériumba helyezték. Innen került a KGM Vaskohászati Igazgatóságára, ahol alkalmi nyílt az ország valamennyi kohászati vállalatának megismerésére. Ezt követően fontos beosztásokat töltött be.



1951–55 között a Fémtermia Vállalat igazgatója Apcon, 1955–63 között a Metallokémia Vállalat igazgatója Nagytétényben, 1963–72 között a Csepel Fémmű igazgatója. 1972-től 78-ig a Csepel Művek általános vezérigazgató-helyettese, majd vezérigazgatója. Innét kerül az Ipari Minisztériumba kohászati miniszterhelyettesnek, majd miniszterre nevezik ki. 1986-ban saját kérésére vonul nyugdíjba.

Gazdasági munkáját számos kitüntetéssel ismerték el. Többek között megkapta a Munka Érdemrend ezüst és arany fokozatát, három alkalommal pedig a Kohászat Kiváló Dolgozója kitüntetését.

Egyesületünknek 1949-től tagja. Több tisztséget töltött be. Volt a Fémkohászati szakosztály elnöke, az egyesület alelnöke, majd tíz éven keresztül elnöke. Egyesületi munkájáért Soltész Vilmos- és Zorkóczy Samu-

emlékérmét kapott, majd 2000-ben tiszteleti tag lett.

Az alma materrel állandó kapcsolatot tartott, amit 1987-ben Signum Aureum Universitatis kitüntetéssel ismertek el.

**Tóth Ferenc** kohó- és gépészmérnök 1928. december 25-én született. Elemi iskolába Köröstenetében járt, majd társadalmi ösztöndíjasként a nagykorósi Arany János Református Gimnáziumot végezte el, 1948-ban érettségizett. A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen 1953-ban avatták technológus kohómérnöké. Végzés után a Székesfehérvári Könyvnyűféműbe helyezték, ahol technológus, préskovácsműi mérnök, présmű üzemvezető-helyettes és hengermű üzemvezető beosztásokban dolgozott. Jakab Andrással együtt kidolgozták a tűzoltó tömlőkapcsok (Storz-kapcsok) súllyesztékes kovácsolását alámetszett felülettel, amit 1958-ban találománynak ismertek el.



Még ebben az évben gépészmérnöki képesítést szerzett a Budapesti Műszaki Egyetemen levelező tagozaton. 1959-ben az ALUTERV-be helyezték, az alumínium-félgártmányüzemek (KÖFÉM, KÖBAL, alumíniumkohók tuskóöntödéi, pigmentüzem) tervezésével és fejlesztésével foglalkozott. Volt vezető tervező, tervezési osztályvezető, technológiai és létesítménytervezési főosztályvezető, főtechnológus, tervezésfejlesztési osztályvezető. A Kőbányai Könyvnyűfémű fóliagyártásának, a Székesfehérvári Könyvnyűfémű tuskóöntödéjének, prés- és húzóművének, valamint szélesszalag hengerművének 1960–75 közötti fejlesztésében Kóder Frigyes munkatársaként és barátjaként tevékeny szerepe volt.

A technológiai és létesítménytervezés területén már 1968-tól a számítógép alkalmazásának úttörő kezdeményezője volt. Az asztali számítógépek tervezésben való alkalmazásának egyik megalapozója, oktatója és példaadója. Bevezette és megszervezte a Rotring rajzfeliratozó használatát, és Bánáti Sándorral közösen kb. nyolc hónap alatt számítógép segítségével megrajzolták a mosonmagyaróvári szemcseüzem porszivó csővezeték-hálózat csaknem 1 000 átmeneti és elágazó idomának kiterítési rajzát.

A BKL Kohászatban hét cikke jelent meg, 18 könyv szerzője vagy társszerzője, 13 ta-

lálmány, öt újítás kidolgozója, számos tervezési munka vezetője.

1989-ben nyugállományba került, de még műszaki szakértőként és német szakfordítóként tevékenykedett. Reméli, hogy a magyar alumínium-félgártmányipar, amiért aktív életét csapattagként végigmunkálkodta, olyan hasznos ága lesz a magyar iparnak, mint volt fénykorában, az 1960-80-as években.

Az utóbbi években látása megromlott, aktív tevékenységre már nem képes. Örömeleli gyermekei magas szintű szellemi tevékenységében és unokái fejlődésében.

## 75. születésnapját ünnepelte

**Horváth Csaba** 1933. július 22-én született Mohácson. Elemi és középiskoláit Mohácson, Újvidéken és Pécsen végezte. A pécsi Nagy Lajos Gimnáziumban érettségizett 1951-ben, majd egy évig a pécsi szénbányák laboratóriumában dolgozott laboránsként. 1952–57 között a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karára járt, ahol kitüntetéses oklevéllel diplomázott. 2007-ben aranydiplomát kapott.

Az egyetem elvégzése után a Csepel Művek Fémművében kezdett dolgozni fizikai állományú gyakornokként. 1957–62 között a könnyűfém formöntödében üzemmérnök ill. üzemvezető, 1962–69 között az anyagvizsgáló laboratórium – majd osztály – vezetője, 1969–74 között a kísérlet-kutatási osztály vezetője, 1974–77 között a műszaki-fejlesztési osztály vezetője. 1977–80 között a CsM FTKI műszaki igazgatója, majd visszakérül a Fémműbe, ahol 1981–86 között a Kutató és Technológiafejlesztő Intézet vezetője, 1986–89-ig, nyugdíjazásáig, a Fémmű műszaki vezérigazgató-helyettese.



Szakmai tevékenysége során az öntészeti alumíniumötvözetek nemesítési, szemcsefinomítási kérdéseivel, rézötvözetek folyamatos öntésével és szemcsefinomításával, rézötvözetű rugóanyagok szemcsefinomításával és hőkezelési kérdéseivel, transzformátor- és dinamószalagok vasvesztésének és ridegségének csökkentésével, a színesfémkohászat anyagvizsgálatának fejlesztésével, új anyagvizsgálati módszerek bevezetésével, valamint az ívhegesztő elektróda gyártás, a színesfém féltermék-

gyártás és a rézfinomítás fejlesztésével foglalkozott. E témakörökben 51 publikációja jelent meg és 4 találmány kidolgozásában vett részt.

Több éven keresztül meghívott előadó volt a Kandó Kálmán Műszaki Főiskolán és a Mérnöki Továbbképző tanfolyamain. Tagja volt az IUVSTA (Nemzetközi Vákuumtechnikai Unió) magyar nemzeti tagozatának, az MTA Szilárdtestfizikai Komplex Bizottságának és az MTA Kémiai Metallurgiai Albizottságának.

1958-ban nősült, felesége Rózsahegyi Ibolya okl. kohómérnök. Egy gyermekük született.

1953 óta tagja az OMBKE-nek, ahol több cikluson keresztül vezető tisztségeket töltött be. 2000 óta tiszteleti tag. 1963 óta tagja a GTE-nek, több cikluson keresztül a csepeli helyi szervezet alelnöke, ill. elnöke volt. Számos állami és egyesületi kitüntetés birtokosa.

## 70. születésnapját ünnepelte

**Balog András** 1938. november 30-án született Kiskunmajsán. Általános iskolai tanulmányait is itt végezte, majd 1954–56 között elvégezte a váci Kilián György Öntőipar-iskolát. Az iskola harmadik évét már, mint az országos öntőipari tanulóverseny helyezettje, Csepelen fejezte be.

1956. december 17-én a Csepel Vas- és Acéllöntődék kísérleti osztályán kezdett dolgozni öntősegédként. Miután 1964-ben elvégezte a csepeli



Kossuth Lajos Kohó- és Gépipari Technikum esti tagozatát, a kísérleti osztály formázóanyag technológiájának nevezték ki. Részt vett az öntőde minden formázóanyaggal (Croning-eljárás, bentonitos és vízüveges formázás, gyorsított kötésű cementformázás, hot-box-, cold-box- és Hardox-eljárás, gyantás homok gyártás, hazai és külföldi homokok, formázástechnológiai segédanyagok vizsgálata) kapcsolatos kutatási-fejlesztési munkájában, a technológiák kidolgozásában. Aktívan közreműködött a RÁBA-MAN forgattyúház gyártástechnológiájának átvételében. Az elmúlt évtizedek alatt számos szakmunkás, technikus és egyetemista gyakorlati ismereteit bővítette.

Munkája elismeréseként 21 alkalommal

részesült kitüntetésben. 1977-ben három kollégájával együtt alkotói nívódíjat kapott a csepeli gyantáshomokgyártóbázis kialakításában és működtetésében végzett munkájáért, az import gyantáshomok kiváltásáért.

Időközben elsajátította a spektrométeres elemzéssel kapcsolatos tudnivalókat, s jelenleg nyugdíjasként, részmunkaidőben az utódvállalat, a Csepel Metall Kft. gyártás-közi ellenőre és mérőeszköz felügyelője. 1996-tól műszaki szakértő.

**Dolák István** okl. gépészmérnök 1938. november 6-án született Miskolcon. 1957-ben gépésztechnikus oklevelet szerez, majd 1958-ig lakatosként az LKM-ben dolgozik. 1963-ban az NME Gépészmérnöki Karának gépgyártó-mérnöki szakán szerez oklevelet. Az üzem ösztöndíjasaként végzés után az LKM-ben helyezkedik el.



Tevékenyen részt vesz a durvahengermű rekonstrukciójában, amelynek befejezése után üzemmérnökként, szerkesztési csoportvezetőként, üzemvezetőként, főmechanikusként és gépészeti vezetőként ott is dolgozik. Munkáját több alkalommal Kiváló Dolgozó és Kiváló Újító arany fokozata, 1988-ban pedig Kiváló Munkáért miniszteri kitüntetéssel ismerik el.

1997–2002 között vállalkozóként végez különböző javítási, karbantartási és gyártási feladatokat, 1998-tól nyugdíjasként.

Egyesületünknek 1971-től tagja.

**Dr. Dutkó Lajos** okl. kohómérnök, okl. hőkezelő szakmérnök 1938. június 17-én született Megyaszón. Általános iskoláit is itt végezte, majd a diósgyőr-vasgyári Kohóipari Technikumban érettségizett. Ezt követően a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karán folytatta tanulmányait, de harmadéves korában átiratkozva a Kohómérnöki Kar képlékenyalakítási szakán szerez oklevelet.

Első munkahelye a Lenin Kohászati Művek volt, ahol a Húzó-Hőkezelő gyáregységben üzemmérnök, majd 1966-ban a Hőkezelő üzem vezetője lesz. 1975-ben technológiai és kutatási főosztályvezetővé, 1978-ban termelési főmérnökké, 1985-ben kereskedelmi vezérigazgató-helyettesévé nevezik ki. Ez utóbbi tisztségét 1992-ig töltötte be.

Erre az időszakra esett a Kombinált Acél-

mű tervezése, építése és beillesztése a vertikumba. Külföldi tanulmányutakon szerzett ismereteit jól tudta hasznosítani ezen feladatok szervezésében és végrehajtásában.

Szakmai ismereteit bővítve 1985-ben az ötvözött acélok gyártástechnológiájának korszerűsítése tárgyában egyetemi doktori fokozatot, 1992-ben az üzleti filozófia javítása témakörben oxfordi menedzser diplomát szerez.

1992-ben kinevezik a nehéz helyzetbe került Diósgyőri Nemesacél Művek ügyvezető igazgatójává, 1993-94-ben pedig a társaság kereskedelmi igazgatói posztját tölti be.

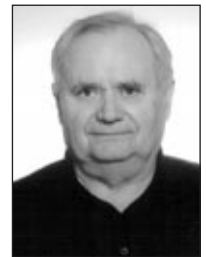
1995-ben a DUNAFERR Rt. vezetőinek felkérésére megszervezi és 1998-ig irányítja a miskolci DUNAFERR Centert, majd megbízást kap a DUNAFERR Lőrinci Hengermű Kft. ügyvezető igazgatói teendőinek ellátására. Ezt a tisztséget 2005-ig, a privatizáció bekövetkeztéig töltötte be. Még egy évig vezérigazgatói tanácsadó, majd 68 éves korában hazaköltözik Miskolcon élő családjához. Szakmai munkáját számos kitüntetéssel ismerték el.

Az OMBKE-nek 1961-től tagja. 1975-től a diósgyőri helyi szervezet titkára, majd elnöke 1985-ig. 2000-től a budapesti helyi szervezet alelnöke volt. Egyesületi munkájáért 2006-ban Szent Borbála Érmeket kapott.

**Karkalik János** 1938. augusztus 3-án született Tótkomlóson. A diósgyőri Gábor Áron Kohóipari Technikum elvégzése után 1957-ben került a Csepel Művek Csögyarába, ahol művezetőként, gyártástervezőként és termelésirányítóként dolgozott. Munkáját több újítás fémjelzte.

1974-től 1980-ig a Csepel Művek Szakszervezeti tanácsának titkára. Főiskolai végzettség megszerzése után 1980-tól a Szociális és Munkásellátási Intézet igazgatója, amelyből a tröszt megszűnése után ma is működő vállalkozást szervezett. 1996-os nyugdíjazása után még néhány évig ennél a cégnél dolgozott.

Szociálpolitikai, elosztás-rendszerbeli és közgazdasági publikációi a Csepeli Műszaki és Közgazdasági Szemlében jelentek meg.



## Krakler László (1932–2008)



2008. október 21-én, életének 76. évében elhunyt Krakler László okleveles kohómérnök. November 24-én búcsúztatták a Fiumei úti temetőben hozzátartozói, barátai, egykori munkatársai.

Krakler László 1956-ban a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán végzett technológusként. Munkáját is itt, az egyetemen kezdte metallográfusként. És ahogyan szakmai értelemben a metallográfia révén feltárolt mikrovilágból a hatalmas, anyagformáló kohászati gépekig sikerült eljutnia, elismert tehetségként úgy futotta be nagy ívű életpályát az egyetemi tanársegédi kezdet után a Csepeli Fémműben technológusként, osztályvezetőként, műszaki igazgatóként, majd egy ideig igazgatóként. 1979-től 1982-ig a Csepel Művek Trösztjének fejlesztési főmérnöke volt. Utolsó munkáséveit a Metalloglobusnál töltötte el, mint a réztermékek szakértője.

Mi, egykori kollégái, jól ismertük azt a különleges ifúságszeretetét, amellyel segítette és támogatta az akkori pályázati rendszerben a fiatalok műszaki, gazdasági pályamunkáit. Közéről ismertük azt az önfeláldozó munkát, amelyet műszaki igazgatóként, majd főmérnöként a vállalati nagyberuházás elősegítéséért folytatott. És itt ki kell emelnünk a finomkohászati, a színesfém-kohászati és a kézi ívhegesztő elektrodagyári fejlesztéseket, amelyeknél irányító szerepet játszott. Ez nagy szakmai lehetőség is volt számára, mert e fejlesztésekkel jutott el a Csepeli Fémmű újkori virágkorához. Meggyőződésem szerint e fejlesztésekkel mások mellett Krakler László szakmai és irányító munkája is hosszú évekkel toldotta meg annak a gyárnak az életét, amelyet s amelynek emlékét

mi még ma is annyira szeretjük. Alkotó munkáját a Kohászat Kiváló Dolgozója miniszteri kitüntetéssel ismerték el.

1951 óta volt tagja az OMBKE-nek, ahol mindenkor tevékenyen dolgozott. 2001-ben, tag-ságának ötvenedik évfordulóján Sóltz Vilmos-  
emlékéremmel tüntették ki.

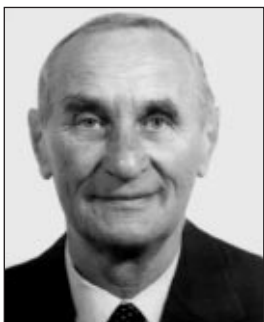
Mindazt, amit tett, a mesterségbeli tudás dolgait, vezetői irányító munkáját, egy igazi és egy igaz ember módján tette. Igazi emberként, akiben egy ember ellentétes vonásai feszültek. Komoly, határozott volt abban, amit tett, mégis könnyed, játékos, amikor azt tehetette. Belélt az emberi lelkekbe, átlátott a hatalmi ármánykodásokon. S ha ezek az ármánykodások zavarták, igazságérzetét próbára tették is, szarkasztikus megjegyzéseivel, mély iróniájával tette túl magát rajtuk, vagy legyintett sokat mondón. Szerettük nyílt, szókimondó természetét. A közösség jó szándékú harcosa volt, de nem a nagyhangú győztesekből való. Szimpatikus egyéniségének talán ez is forrása volt.

Meggyőződésünk szerint az őt megtámadó súlyos betegség nem győzte le, csupán elvette tőlünk. Mert nem adta fel a küzdelmet soha. A maga módján példát adott mindazoknak, akik ezt a példát megérteni és befogadni képesek.

Végül is hogyan húzhatjuk meg egy igaz ember életének mérlegét? A szakmai munka terepe, a terep, ahol Krakler László munkatársunk és barátunk kibontakozott, alkotott, amelyet annyira szeretett, nincs többé. De fenntartják emlékét azok a szakmai ismeretek, amelyeket tőle tanultunk, azok a mondásai, amelyeket ismételtünk, ha mi, hajdani munkatársai összefutunk és róla beszélünk.

**Albert Béla**

## Rózsa Jenő (1932–2008)



Hódmezővásárhelyen született 1932. november 31-én. A szegedi Villamos Felsőipari Iskolában érettségizett 1952-ben, majd a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karára iratkozott be, ahol hamarosan évfolyamtársai kedvence lett barátságos, segítőkész magatartása, szorgalma, tehetsége, kitűnő rajzkészsége és türelme okán. Technológus kohómérnöki oklevelét 1957 májusában szerezte meg.

Ezt követően szülővárosában, a Mérleggyárban helyezkedett el technológusként. Egy év múltán a Műszerkészítő Ktsz. műszaki vezetője lett. Ez a cég egyetemek, kórházak és kutatóintézetek műszerellátásával foglalkozott. Ők készítették az Orvostudományi Egyetemnek az ország első műveseberendezését, amire nagyon büszke volt.

1959 októberében visszakérült a Mérleggyár edzőműhelyébe, ahol a magas selejtszázalék le-szorításában ért el szép eredményeket. Ennek

elismeréseként az öntöde vezetését is rábízták. Itt 1962 közepéig dolgozott.

Ekkor pályázat útján elnyerte a Nehézipari Minisztérium Villamosenergia Felügyelete kohómérnöki állását. Feladata volt, hogy csak olyan üzemekben engedélyezze a villamos energia felhasználását, ahol más energiahordozó nem állt rendelkezésre. A minisztérium Termikus energiagazdálkodási osztálya foglalkozott a villamos kemencék energiafelhasználásának mérésével, az ívkemencék technológiai idejének meghatározásával, optimális értékének rögzítésével.

E munkássága révén 1969-ben meghívást kapott a Kohászati Gyárépítő Vállalat (KGYV) tervezési főmérnökségére. Ekkor végezte el a Közgazdaságtudományi Egyetem Továbbképző Intézetében az értékelemző tanfolyamot. Így lett a KGYV értékelemzője. Ezután készítette el a Martinkemencék értékelemzése c. tanulmányát, melyet vállalata éveken át alkalmazott.

Aktív pályafutásának utolsó állomása a nagytétnyi Metallochemia területén létesített Metallotechnika Innovációs Park Kft. volt, ahol a kohászati kutatási osztályt vezette. Ő irányította a szuperfoszfát és a tojáshej hasznosításával kapcsolatos kutatásokat, valamint különféle kemencék fejlesztését. Itt Pilissy Lajossal is együtt dolgozott az alumíniumöntészeti kezelősök fejlesztésén. Innen vonult nyugdíjba 1990-ben.

Jenő barátunk hosszú betegség után otthonában, szerettei körében, csendesen hunyt el 2008. október 12-én. Hamvainak beszentelésére gyászmise keretében a kelenföldi Szent Gellért Plébániatemplom altemplomában került sor október 31-én. A család tagjain kívül – köztük szeretett kicsiny ikerunokái is – a volt évfolyamtársak, barátok, ismerősök népes sokasága kísérte utolsó útjára a keresztutas külső urnatemetőbe.

Az évfolyamtársak nevében Buczkó János meleg szavakkal búcsúztatta szeretett „Picu” barátjunkt, megemlékezve hathónapos nehéz nigériai kiküldetéséről is, és arról, hogy az előző napi évfolyam-találkozójukon már nem énekelhette velük együtt a kedvelt selmeci nótákat. Az

urna elhelyezésekor dr. Pilissy Lajos búcsúztatta egyesületünk nevében, melynek 1968 óta volt tagja. Az egyesületi életben azt követően tudott részt venni, amikor vidékről a fővárosba került. Míg egészségi állapota engedte, buzgó résztvevője volt az öntészeti szakosztály, elsősorban a budapesti helyi szervezet és az öntészet-történeti és múzeumi szakcsoport rendezvényeinek, valamint a Szeniorok Tanácsának.

2007 őszén – súlyos betegen – Miskolcon még át tudta venni aranyoklevelét, a 40 éves tagságot járó Soltz Vilmos-emlékérmet már lakására vitte el Pilissy Lajos.

„Te örök szorgalmú és tehetséges ezermester! Betegen is vakoltad, festetted garázsodat, szereltesd autódat, dolgoztál szeretett Farkasgyepűdön. Le akartad győzni a betegségedet, panasz nem hagyta el ajkadat, emberfeletti volt a türelmed. Végül is a gyilkos kór győzött.

Szeretett Jenő barátunk, a Jóisten adjon Neked örök nyugodalmat.

Utolsó Jó szerencsét!-tel búcsúzik Tőled a szakma és a barátaid!”

**Dr. Pilissy Lajos–Buczkó János**

## Dr. Marschek Zoltán (1913–2008)



Dr. Marschek Zoltán 1913. augusztus 25-én született Nyíregyházán. A középiskolát szülővárosában, egyetemi tanulmányait a gr. Tisza István Tudományegyetemen Debrecenben végezte. Középiskolai tanári oklevelét 1938-ban szerezte meg. Közben 1936-ig egyetemi gyakornokként dolgozott a Debreceni Orvosi Vegytani Intézetben. Doktori disszertációjában, amelyet 1941-ben védett meg, a nitrogénvegyületek fotometriás vizsgálatával foglalkozott. Ezt követően 1943-ig a Dohánytermesztési Kísérleti Intézet vegyész, ill. laboratóriumvezetője volt. Az intézetben szintén analitikai módszerek kidolgozásával foglalkozott.

1943-ban az akkor felépült Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohó színeképelemzéshez értő szakembert keresett. Szakképzettségének köszönhetően alkalmazták, s ezzel elkezdődött az a gondokban és sikerekben bővelkedő életút, amely ugyanannál a vállalatnál 30 éven át különböző vezető beosztásokban jellemezte munkásságát. A vállalatnál betöltött beosztásai a következők voltak: 1947-ig a központi laboratórium vezetője, 1950-ig timföldgyári üzemvezető, 1957-ig a gyár főmérnöke, 1959-ig igazgató főmérnök, 1973-ig, nyugdíjazásáig igazgató.

Vezetése alatt a vállalat dinamikus fejlődött. A II. világháború alatt és közvetlenül utána Gebefügi Istvánnal és Szekeres Jánossal együtt óvták és mentették az üzem berendezéseit. A háború után gondoskodott az üzem újraindításáról, ami az akkori súlyos anyag- és energiaellátási

gondok közepette komoly erőfeszítést igényelt. Az üzem 1949-ben érte el névleges kapacitását, az évi 20 000 tonna timföld és 10 000 tonna alumínium előállítását.

Ettől kezdve folyamatosan a termelés intenzifikálása és a gyár bővítési terveinek megvalósítása állt tevékenysége középpontjában. Az elvégzett timföldgyári kapacitásbővítések után, 1955 végére, az eredeti termelést megháromszorozták. A kohóban Szentiványi Gyulával és Sejtéri Vjekaszlávvval együtt az anódkeresztmetszet bővítésével növelték a termelést.

Később már vállalati igazgatóként irányította a timföldgyár és a kohó korszerűsítését. A Magyar-szovjet timföld-alumínium egyezmény bázisüzemeként 1973-ra fejeződött be az állami beruházásként létesült 2. számú timföldgyár építése, s ezzel a két timföldgyár együttes éves kapacitása 475 000 tonnára nőtt.

Marschek Zoltán 1951-től volt tagja az OBMKE-nek. Az Ajkai helyi csoport alapító tagja, melynek 1964-ig az elnöke is volt.

Vállalati és társadalmi tevékenységét számos kitüntetés fémjelzi, pl. a Munka Érdemrend arany fokozatát három alkalommal kapta meg, birtokosa az Állami díj III. fokozatának és Ajka város díszpolgára.

Aktív tevékenységét nyugdíjba vonulása után sem hagyta abba. Elmélyülten foglalkozott az alumíniumipar üzem- és ipartörténeti dokumentumainak feltárásával, rendszerezésével.

## Lux András

(1921–2008)



Lux András, az éles eszű pápai kollégista 1939 szeptemberében iratkozott be Sopronban a M. Kir. József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Karának kohómérnöki tagozatára. Az Ifjúsági Kör életébe is aktívan bekapcsolódott, évfolyamunk díszbalekja lett. De még az első vizsgahónap előtt nagy tragédia bénítja meg szellemileg, meghal az édesapja. Anyagi háttér nélkül már-már tanulmányai folytatásáról is lemondott, amikor Prosztt professzor magához veszi a Kémiai Tanszékre díjas gyakornokként. Feladata a fizikai-kémiai és az elektrokémiai gyakorlatok előkészítése és levezetése volt. 1951-ben a gyorsítóberendezés vákuumtechnikai megoldásával részt vett abban a Simonyi professzor vezetésével működő csoportban, amely az első magyarországi mesterséges atomátalakítást valósította meg. Ezt követően adjunktus, majd docens a Fizikai Tanszéken.

1956 decemberében az USA-ba emigrált. Clevelandban telepedett le, az itteni St. Vincent kórház úttörő szívsebésze, Earl B. Kay professzor hívja meg csoportjába kutató fizikusként. A világon először itt építették be szívbillentyű prototípusait szívbetegbe. A szívűtétéknél használt szív-tüdőgép hatásfokát jelentősen megjavította. 1991-ben orvosai majd ennek a gépnek kicsinyített másával segítik vissza az életbe egy benulásos állapotából.

12 éves, felfelé ívelő klinikai karrier után saját elhatározásából tért vissza eredeti mesterségéhez. A kórházi, sokszor éjszakai igénybevételek mellett nem segíthette volna fiait a nehéz egyetemi években. Mindhárom fia a mérnöki pályát választotta, a legidősebb kohómérnök lett, sőt a Massachusetts Institute of Technology-n (MIT) doktorátust is szerzett.

Metallurgusként irányító munkakörben dolgozott a clevelandi Clevite Corp.-nél, majd a Westinghouse Electric Corp. Tengerészeti Osztályán. Westinghouse Signature-díjat kapott egy nikkellehesztő robot kifejlesztéséért. U.S. szabadalmat nyert akusztikai elektronikus berendezések diffúziós fémkötésének kidolgozásáért. 1990 decemberében ment nyugdíjba. Tagja volt az Amerikai Fémtechnológiai Társaságnak (ASM).

Hivatali munkája mellett zeneesztétikai tanulmányokat is írt. Beválasztották az American Bartók Society igazgatóságába, meghívták az Árpád Akadémia tagjai közé és igazgatóságába. Számos előadást tartott angol és magyar nyelven a Cleveland State University Music Dpt.-ben, szerepelt a Cleveland Orchestra hangversenyei előtti előadásokon, valamint a Clevelandi Magyar

Társaságban. Témáiban a természettudományok és a zeneművészet kapcsolatait kutatta és tette közkincssé. Két ízben tüntették ki Árpád-aranyéremmel. Örömmel vehette át soproni alma materétől a Mikoviny- és a Pro Universitate Soproniensi-éremet, valamint a Magyar Mérnökök Szövetsége elnökétől, Pungor professzortól az ezüst Kármán-éremet.

Szeretett alma matereitől soha nem szakadt el. Állandó kapcsolatot tartott fenn szeretve tisztelt professzoraival, főleg Verő Józseffel, oktatótársaival, évfolyamtársaival, barátaival. A 90-es évektől hazai nyugdíját többek között a Pápai Református Kollégium jó tanulóinak jutalmazására fordította. Alapítványokat tett a soproni kiváló hallgatók ösztönzésére, megemlékezvén Prosztt Jánosról, Verő Józsefről, Boleman Gézárról, Kántás Károlyról és Simonyi Károlyról. Hasonló alapítványokat tervezett az alma mater miskolci kohász jogutódjánál is, de – nagy bánattára – sikertelenül.

Lelkesen vett részt 1988-ban Sopronban, majd 1999-ben Zalában az évfolyam találkozóján. Ezen alkalmakkor nagy bőrdnyri ajándékot osztott szét közöttünk. De Re Musica címmel vastag kötetbe foglalta Mozart-, Liszt-, Bartók- és Händel-tanulmányait. Ezek közül kiemelkedik Mozart Varázsfuvolája Selmecei Akadémiai háttérnek feltárása. A 250 éves selmecei jubileum idején, 1985-ben Blossomban bemutatott opera külsőségeiben is követi elképzelését. Az Éj Királynője a Földanyát jelképezve vulkánkitörés közben emelkedett a magasba, a három udvarhölgy grubenben, bányászkalapban, bányászlámpával, Papageno waldenben jelent meg.

A 2001-es soproni találkozónkra fél évig készült, ez alatt 200 kiváló minőségű hangszalagot remekelt, többek között a Selmecei szellem a zenében címmel. Ezeket az ajándékokat előre feladta, de nem tudta személyesen átadni évfolyamtársainak, mivel a szeptemberi terrortámadást követően kialakult légiközlekedési káosz viszontagságait nem merte vállalni.

Sok küzdelemmel teli, de sikerekben is gazdag, igazságkereső, igen tevékeny, tartalmas életet szakított meg a halál.

A Karácsonyi harangok szalagot hallgatom, ahogy szívből fakadó, kedves szavakkal üzen barátainak és mesebeli kirándulásra invitálva kalauzol végig bennünket a kölni dómtól a párizsi Notre Dame-on keresztül a bécsi Stephanskirche-ig. Bandi közöttünk van, és velünk marad.

 Dr. Szőke László

Köszönjük pártoló és jogi tagjaink támogatását. Kérjük, a nehéz körülmények ellenére 2009-ben se feledkezzenek meg rólunk. Kívánunk eredményes gazdálkodást, a kollektívák tagjainak és vezetőinek jó egészséget, boldogulást!

### Egyesületünk Vaskohászati, Fémkohászati és Öntészeti Szakosztályának pártoló és jogi tagjai:

#### Vaskohászati Szakosztály

ISD DUNAFERR Zrt.	Valerij Naumenko	vezérigazgató
ISD Power Kft.	Dr. Sándor Péter	ügyvezető igazgató
Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés	Dr. Marczis Gáborné	igazgató
TOM-FERR Zrt.	Laczkó Oszkár	vezérigazgató

#### Fémkohászati Szakosztály

ALCOA-KÖFÉM Kft.	Dr. Forgó Béla	vezérigazgató
Antal Ipari és Kereskedelmi Kft.	Antal Béla	ügyvezető igazgató
EBA Kft.	Vécsey Gábor	ügyvezető igazgató
GLOB-METAL Kft.	Szabó Ferenc	ügyvezető igazgató
INOTAL Alumíniumfeldogozó Kft.	Somogyi Ferenc	vezérigazgató
INVERTMETAL Kft.	Kabelik Gábor	ügyvezető igazgató
MAL Zrt.	Dr. Tolnay Lajos	elnök
MOTIM Zrt.	Gerezdes János	vezérigazgató
RATH Hungária Kft.	Dr. Werner Marcov	igazgató
Schmelzmetall Hungária Kft.	Varga Ferenc	ügyvezető igazgató

#### Öntészeti Szakosztály

Alba Metall 1991 Kft.	Szombatfalvy Rudolf	ügyvezető igazgató
BA&Co. Bt.	Dr. Bakó Károly	ügyvezető igazgató
CASTING Kft.	Dr. Sohajda Józsefné	ügyvezető igazgató
FÉMALK Zrt.	Dr. Sándor József	elnök-vezérigazgató
FILT – MIX Kft.	Kálmán Lajos	ügyvezető igazgató
K + K. – Vas Kft.	Katkó Károly	ügyvezető igazgató
Magyar Öntészeti Szövetség	Dr. Hatala Pál	ügyvezető igazgató
Nehézfémöntöde Zrt.	Dr. Palásti Károly	elnök-vezérigazgató
Patina Öntöde Kft.	Jagicza István	ügyvezető igazgató
P-Metal Kft.	Pordán Zsigmond	ügyvezető igazgató
PREC-CAST Öntöde Kft.	Dr. Bokodi Béla	ügyvezető igazgató
RDX-REDEX Kft.	Dr. Vörös Árpádné	ügyvezető igazgató
TP Technoplus Kft.	Dr. Lengyel Károly	ügyvezető igazgató

## Idén is támogassa egyesületünket személyi jövedelemadójának 1%-ával!

Ezúton is megköszönjük mindazok támogatását, akik 2008-ban személyi jövedelemadójuk 1%-a kedvezményezettjének az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületet jelölték meg.

Kérjük tagjainkat, hogy idén is válasszák adófelajánlásuk kedvezményezettjének az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületet. A befolyó összeget elsősorban hagyományaink ápolására, továbbá arra kívánjuk fordítani, hogy nyugdíjas tagtársaink és az egyetemisták folyamatosan megkaphassák a Bányászati és Kohászati Lapokat.

Közhasznú egyesületünket úgy támogathatja, ha az APEH által kipostázott adóbevallási csomagban található

### RENDELKEZŐ NYILATKOZAT A BEFIZETETT ADÓ EGY SZÁZALÉKÁRÓL

nyomtatványt a következőképp tölti ki:

A kedvezményezett adószáma:

**1 9 8 1 5 9 1 2 - 2 - 4 1**

A kedvezményezett neve:

**Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület**

Ha Ön helyett a munkáltatója készíti el az adóbevallását, kérjük, hogy az adója 1%-ára vonatkozó rendelkezését tartalmazó borítékot szíveskedjék átadni munkáltatója bérelszámolásának, aki ezt az adóhatóságnak továbbítja. Ebben az esetben a borítékot a ragasztott felületére átnyúlóan saját kezűleg írja alá.

Kérjük, hogy ajánlják ismerőseiknek, munkatársaiknak, barátaiknak is, hogy adóbevallásukban az OMBKE-t jelöljék meg kedvezményezettnek.

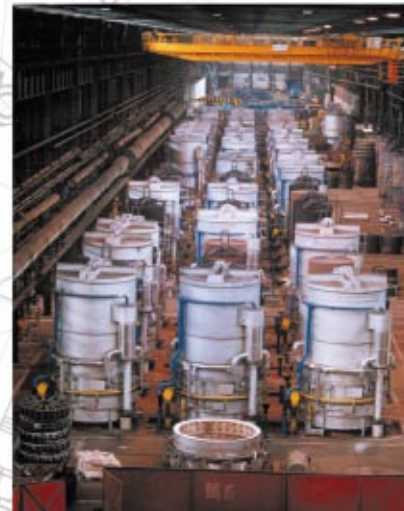


**TÜKI Tüzeléstechnikai Kutató és Fejlesztő Zrt.**

*Alapítás éve: 1958*

## **Tüzeléstechnikai berendezések tervezése, gyártása, komplex vállalkozása**

- ipari kemencék;
- környezetbarát tüzelési rendszerek;
- különleges tüzelőberendezések; fáklyák
- gáz-, olaj és alternatív égők;
- égők és kemencék részegységei, szerelvényei;
- hulladékok megsemmisítése;
- kemencék és tüzelőberendezések automatizálása, folyamatirányítása;
- hőcserélők, termogenerátorok;
- alkalmazott kutatási feladatok;
- tüzelőberendezés biztonsági szerelvények;
- berendezések szervizelése, hőtechnikai mérések;
- veszteségfeltárások, vizsgálatok, szakvélemények.



H-3515 Miskolc-Egyetemváros Pf. 3

Telefon: 36/46-555-070

Fax: 36/46-555-078

<http://www.tuki.hu>

e-mail: [tuki@tuki.hu](mailto:tuki@tuki.hu)