

BÁNYÁSZATI  
ÉS KOHÁSZATI LAPOK



# BÁNYÁSZAT

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



JÓ SZERENCSÉTI!

A tartalomból:

A Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar

Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet  
kutatásai

2015/6. szám

148.  
évfolyam

# 3B

## ÜZEMEKET, TECHNOLÓGIÁKAT

## TERVEZÜNK, GYÁRTUNK

**3B Hungária Kft.**

H-8900 Zalaegerszeg,

Wlassics Gyula u. 13.

Tel.: +36 92/549-033

E-mail: info@3bhungaria.hu

[www.3bhungaria.hu](http://www.3bhungaria.hu)



## Felhívás!

A Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kara felhívást intéz az Alma Mater egykori hallgatóihoz, akik 1946-ban, 1951-ben, 1956-ban, illetve 1966-ban (70, 65, 60, 50 éve) vették át diplomájukat a Bányamérnöki Karon Miskolcon, vagy a Földmérőmérnöki Karon Sopronban. Kérjük és várjuk jelentkezésüket, hogy részükre, jogosultságuk alapján, **a rubin-, a vas-, a gyémánt-** vagy **az aranyoklevél** kiállítására érdekében szükséges intézkedéseket meg tudjuk kezdeni.

Kérünk minden érintettet, hogy **2016. március 20-ig** jelentkezzen levélben a Műszaki Földtudományi Karon. A levélben adja meg nevét, elérhetőségét (lakcím, telefonszám, e-mail cím), illetve az alábbi címre küldje meg oklevelének fénymásolatát, a kiadványban megjelentetni kívánt rövid szakmai önéletrajzát (maximum egy A4-es oldal, a kiadvány korlátozott terjedelme miatt) és egy darab igazolványképet.

Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar

Dékáni Hivatal

3515 Miskolc–Egyetemváros

Telefon: +36/46/565-051

Fax: +36/46/563-465

e-mail: [mfkhiv@uni-miskolc.hu](mailto:mfkhiv@uni-miskolc.hu)

Hudák Éva hivatalvezető



## Felhívás

### A SZEMÉLYI JÖVEDELEMADÓ 1%-ának FELAJÁNLÁSÁRA

Ezúton is megköszönjük mindazok támogatását, akik 2015-ben személyi jövedelemadójuk 1%-a kedvezményezettjének az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületet jelölték meg.

*Kérjük tagjainkat, hogy 2016-ban 2015. évi adóbevallásukkor is válasszák az 1% kedvezményezettjének az*

**Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületet.**

A befolyó összeget elsősorban hagyományaink ápolására és arra kívánjuk fordítani, hogy nyugdíjas tagtársaink és az egyetemisták folyamatosan megkaphassák a Bányászati és Kohászati Lapokat.

Közhasznú egyesületünket úgy támogathatják, ha az adóbevallási csomagban található

### RENDELKEZŐ NYILATKOZAT A BEFIZETETT ADÓ 1+1 SZÁZALÉKÁRÓL

nyomtatvány alsó részét a következőképp tölts ki:

**A kedvezményezett adószáma:**

**19815912-2-41**

Elektronikus adóbevallás esetében a fenti eljárást elektronikus úton kérjük követni.

Kérjük, hogy ajánlják ismerőseiknek, munkatársaiknak, barátainak is, hogy adóbevallásukban az OMBKE-t jelöljék meg kedvezményezettnek.

*Az OMBKE választmánya*

A szerkesztőség címe:

Postacím: Tapolca – Pf. 17 – 8301

**Szerkesztőség:**

Podányi Tibor felelős szerkesztő

(tel.: +36-30-2955-718)

e-mail: [bk1.banyaszat@t-online.hu](mailto:bk1.banyaszat@t-online.hu)

dr. Csaba József (olvasó szerkesztő)

Kovács Béla (szerkesztő)

**A szerkesztő bizottság tagjai:**

Bagdy István

Bariczáné Szabó Szilvia

Bircher Erzsébet

dr. Biró József

dr. Dovrtel Gusztáv

Erdélyi Attila

dr. Földessy János

dr. Gagy Pálffy András

Győrfi Géza

dr. Horn János

Jankovics Bálint

Kárpáty Erika

dr. Ladányi Gábor

Livo László

Lois László

Mara Márta-Éva

dr. Mizser János

Sóki Imre

dr. Szabó Imre

dr. Vojuczki Péter

**Kiadja:**

Országos Magyar Bányászati  
és Kohászati Egyesület

1051 Budapest, Október 6. u. 7.

Telefon/fax: 1-201-7337

[www.ombkenet.hu](http://www.ombkenet.hu)

**Felelős kiadó:** dr. Nagy Lajos

**Nyomdai előkészítés:**

Tóth Imréné

**Nyomda:**

Press+Print Nyomda,

Kiskunlacháza

**TARTALOM**

<b>DR. GOMBKÖTŐ IMRE:</b> Köszöntés Dr. Csőke Barnabás egyetemi tanár 70. születésnapja alkalmából .....2 <i>Salutation to Prof. Barnabás Csőke in the occasion of the 70<sup>th</sup> anniversary of his birthday</i>	2
<b>PROF. DR. CSŐKE BARNABÁS:</b> Hazai feladatok az előkészítéstechnika tudomány- és szakterületen ..... 5 <i>Tasks on the scientific and technical area of processing in Hungary</i>	5
<b>DR. BOKÁNYI LJUDMILLA, DR. KISS TIBOR:</b> Gazdaságosság és rendszer- szemlélet a települési szilárdhulladék-gazdálkodásban .....12 <i>Optimising the operation of vertical roller mills by the energy balance and matrix models</i>	12
<b>DR. NAGY LAJOS, DR. FAITLI JÓZSEF:</b> Gyűrűs malmok üzemének opti- málása az energiaméreg- és a mátrix modell segítségével .....16 <i>Remembrance of exploration at Márkushegy and of those who had dealt with</i>	16
<b>DR. FARKAS GÉZA, DR. MUCSI GÁBOR, SZABÓ ROLAND, DR. KRISTÁLY FERENC:</b> A pálházi perlit finom frakcióinak jellemzői .....22 <i>Characteristics of perlite fine size fractions of Pálháza</i>	22
<b>DR. LUKÁCS PÁL, DR. NAGY SÁNDOR:</b> A felsőoktatás és az ipar kapcsolata műszaki feladatok megoldásában – A fehérvárcsurgói shredderüzemi technológia továbbfejlesztése .....27 <i>The cooperation of university and industrial company in solution of technical tasks – Development of the shredder technology at Fehérvárcsurgó</i>	27
<b>DR. ALEKSZA LÁSZLÓ, FERENCZ KÁROLY, PROF. DR. GYURICZA CSABA:</b> Innovatív, fenntartható energetikai termékek és technológiák fejlesztése .....31 <i>Development of innovative, sustainable energy sources and technologies</i>	31
<b>FAUR KRISZTINA, PROF. DR. SZABÓ IMRE:</b> Nyírószilárdsági paramé- terek figyelembevétele hulladéklerakók állékonyságvizsgálatánál – Esettanulmány II. ....35 <i>Determination of the shear strength parameters by landfill slope stability analysis – Case study II.</i>	35
<b>DR. GÁVEL VIKTÓRIA:</b> A cementklinker őrlhetősége és az alternatív anyagok szerepe az őrlhetőség alakulásában .....39 <i>The grindability of cement clinker and the functions of alternative materials</i>	39
<b>DR. RÁCZ ÁDÁM:</b> Finom szemcsék keverőmalmi alakformálásának értékelése szemcsealak-eloszlás alapján .....43 <i>Evaluation of the rounding of fine particles in stirred media mill by particle shape distribution</i>	43
Egyesületi ügyek – Szalamander – Nívódíj ..... 47	47
Köszöntjük Tagtársainkat születésnapjukon .....54	54
Hazai hírek .....26, 34, 42, 55, 62	26, 34, 42, 55, 62
Külföldi hírek .....11, 38, 46, 64	11, 38, 46, 64
Köszöntjük a jubileumi diplomával kitüntetett kollegáinkat .....56	56
Gyászjelentés .....B3	B3
<b>Hergenröder György</b> .....B3	B3

A BKL lapszámok az OMBKE honlapján – [www.ombkenet.hu](http://www.ombkenet.hu) – elérhetőek.

Belső tájékoztatásra, kereskedelmi forgalomba nem kerül

**HU ISSN 0522-3512**

**Megjelenik 2015. december 1.**



# Köszöntés Dr. Csőke Barnabás egyetemi tanár 70. születésnapja alkalmából

*Csőke Barnabás* 1946. január 6-án született Sajószentpéteren. Szülőhelyén folytatott általános iskolai tanulmányai után, a miskolci Földes Ferenc Gimnáziumban megszerzett sikeres érettségét követően 1964-ben nyert felvételt az akkori Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karára, ahol 1969-ben szerzett bányamérnöki oklevelet.

Az egyetemi tanulmányai során már hallgatóként eredményes kutatómunkát végzett. A fény kettős természetéről, később a rudabányai pátvasérccek mágnesez dúsíthatóságáról, részben önállóan, részben társszerzőkkel írt tudományos diákköri (TDK) dolgozatai, különösen az utóbbi, az ipari szakemberek érdeklődése mellett, *Tarján Gusztáv* professzor elismerését is elnyerte. Kiváló eredményei és elkötelezett szakmai érdeklődése alapján, ösztöndíjas gyakornoki pályázatot elnyerve került 1969-ben az Ásványelőkészítési Tanszékre. 1970-1975 között tanársegéd, 1976-1986 között egyetemi adjunktus – közben 1979-1982 között a Magyar Tudományos Akadémia aspiránsa. Az aspirantúra időszakában 2 hónapot töltött ösztöndíjjal Leningrádban (Szentpétervár) a Bányászati Egyetemen Tyihonov professzor intézetében – 1987-1997 között egyetemi docens. Ebben az időszakban vendég oktató/kutatóként öt hónapot töltött a *H. Schubert* professzor vezette Előkészítéstechnika Tanszéken a Freibergi Bányászati Akadémián, 1998-tól egyetemi tanár.

Fiatal oktatóként több hónapos ipari gyakorlatai során behatóan megismerhette a gyöngyösoroszi és a mádi üzemek munkáját. Az Országos Érc és Ásványbányák (OÉÁ) gyöngyösoroszi üzemében feladatul kapta a komplex szulfidos ércet feldolgozó Ércelőkészítő Mű kimérését. További ismereteket szerzett az OÉÁ Mádi Hegyaljai Műben, ahol főleg ipari ásványok előkészítési technológiáinak megismerésével és kimérésével foglalkozott. Az ipari gyakorlatai során is megmutatkozott hihetetlen munkabírása és a szakma iránti érdeklődése és elkötelezettsége. A nappalokat mérések elvégzésével, a mintaanyagok laboratóriumi vizsgálatával töltötte, az estéket, éjszakákat a mérések megtervezésével, mintavétel módjának, eszközeinek, kialakításával, az eredmények összegzésével és kiértékelésével töltötte. Ez a habitus végig kísérte életpályáját, és mind a mai napig jellemző rá. Munkamódszereit, alaposágát és munkamorálját vezető oktatóként is igyekezett – és teszi ezt mind a mai napig – a fiatalabb generációk számára is átadni. Az Ásványelőkészítési Tanszéken már beosztott oktatóként is számos nagy jelentőségű kutatási feladatban vett részt. Ezek sorából ki kell emelni a recski mélyszerű érccek dúsítására irányuló több éves kísérleti munkát, a külföldi előfordulásokból származó spanyol rézércel, marokkói komplex ezüsttartalmú szulfidos ércel, a mongol ércesedéssel vagy ritkaföldfémekkel

foglalkozó kutatásokat. Munkásságának meghatározó időszakát jelentette a különböző hazai (Halimba, Gánt, Iszkaszentgyörgy, Nagyegyháza stb.) és külföldi (görög, vietnami és jugoszláv) bauxitok dúsíthatóságának vizsgálatával, dúsítási technológiák kidolgozásával foglalkozó kutatási feladatok sora. Témavezetőként, vagy résztvevőként dolgozott mangánérc, vasérc, agyagásványok, különböző szén, kő, kavics és homok előfordulások előkészítésével kapcsolatos kutatásokban. Sok tekintetben újszerűek és különleges feladatokat jelentettek azok a kutatási munkák, amelyek irányításával, vagy részvételével hazai vállalatoknál (Tiszamenti Vegyiművek, Uzsai Kőbánya, Nyékládházi Kavicsbánya, Borsodi Szénelőkészítő Mű stb.) és külföldi cégeknél (Buna Werke zagykezelő rendszer, Nyizna Szlana Vasércelőkészítő Mű stb.) az előkészítő üzemek kimérésére és a technológia fejlesztésére irányultak.

Jelentőségében is kiemelkedő, szakmai-tudományos pályáját meghatározó, új megközelítést és szemléletet igénylő kutatási feladatokat jelentettek a bauxitok dúsításával kapcsolatos ásványelőkészítési feladatok. A témában folyó tanszéki kutatásokba bekapcsolódva fiatal oktatóként felismerte, hogy a különböző előfordulási bauxitok dúsíthatósága eltér egymástól, amelynek oka az eltérő keletkezési körülményei miatt kialakuló és jellemző, eltérő szövetszerkezetük. A témára vonatkozó hazai és nemzetközi szakirodalmi adatok tanulmányozása és feldolgozása után, nagyszámú önálló kísérletre, kísérleti eredményekre alapozva elkészítette „Bauxitok dúsítási lehetőségének vizsgálata” című egyetemi doktori disszertációját. Értekezését 1976-ban védte meg Summa cum laude minősítéssel.

A doktori munkájában a bauxitok dúsíthatósága, dúsítása témában megkezdett kutatásait MTA aspiránsként is folytatta. A témában elért új kutatási eredményeit kandidátusi értekezésében foglalta össze. Értekezésének címe „A karsztbauxitok szerkezeti tulajdonságai által meghatározott gazdaságos dúsítása”, amelyet 1986-ban sikeresen megvédve megszerezte a műszaki tudomány kandidátusa címet, amely alapján 1987-ben elnyerte a PhD tudományos fokozatot is. 1997-ben Széchenyi professzori ösztöndíjat nyert, majd 1998-ban a Miskolci Egyetem Műszaki és Természettudományi Habilitációs Bizottsága által lefolytatott eljárás keretében sikeresen habilitált és ebben az évben egyetemi tanári kinevezését is megkapta. 1995-től az Eljárástechnikai Tanszék (korábban Ásványelőkészítési Tanszék) vezetője, majd a tanszék oktatási és kutatási területének jelentős kibővülését követően létrehozott Nyersanyag-előkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet igazgatója lett 2001-2011 között.

Szakmai-tudományos munkásságában a bauxitok előkészítésére irányuló kutatási feladatok szinte mai

napig fellelhetők. Jelentős nemzetközi figyelem és érdeklődés kísérte és kíséri a bauxitok őrlhetőségi vizsgálatára, a Bond és Hardgrove munkaindexek meghatározására kifejlesztett, továbbfejlesztett módszertanát. A lúgos körülmények között történő bauxitörlés különleges körülményeire munkatársaival kifejlesztett és szabadalmaztatott eljárást és univerzális hardgrove-malom berendezést több nemzetközi hírű intézmény és vállalat is megvásárolta és a módszert sikeresen alkalmazza mind a mai napig kutatási és üzemi folyamatszabályozási feladatok megoldásában.

További, nemzetközi vonatkozásban is kiemelendő szakmai eredménye a gépi törési, valamint szétválasztási modellek kimunkálása, módszer kidolgozása az előkészítés gazdaságosságának megítélésére, valamint az aprítási és szétválasztási folyamatok optimalására, előkészítő-berendezések tervezésére, az eljárások és gépek működésének értékelésére, optimalására alkalmas számítógépi program-család elkészítése, a tervezési gyakorlatban való hasznosítása.

Részben vezetésével, részben közreműködésével jelentős eredmények születtek a finomszemcsés anyagok mágneses szuszceptibilitásának meghatározása, a viszkozitás-függő szétválasztási modell, sűrűség és viszkozitás online mérésére alapozott módszer kidolgozása, valamint a nehézsuszpenziós szeparálás folyamatszabályozása területeken. Ezekre a kutatási eredményekre alapozva került sor számos új berendezés kifejlesztésére, többek között a nagygradiensű mágneses szeparátor, pneumatikus áramkészülék, hőre keményedő műanyag- és alumínium hulladék őrlésére szolgáló aprítógép, magneto-hidrosztatikus dúsító örvénycső szabadalmaztatására, megtervezésére, kialakítására és gyakorlati oktatásban történő megvalósítására.

Munkája a hazai és nemzetközi téren egyaránt ismert és elismert, nemzetközi ismertségét a külföldi tanulmányutak és nemzetközi konferencia előadások és részvételek mellett az is erősítette, hogy számos szakmai-tudományos együttműködést valósított meg, elsősorban német, osztrák, lengyel és svéd egyetemekkel, kutatóintézetekkel. Ezek közül kiemelést érdemel a Paderborni Egyetem munkatársaival sikeresen megvalósított kutatási projekt, amelynek keretében egy laboratóriumi kísérleti kompaktáló mérőállomás megtervezésére és megvalósítására került sor. Az általa vezetett és elnyert DAAD, TÉT, MÖB pályázatok számos hallgatónak, fiatal tanszéki kollégának biztosítottak lehetőséget külföldi egyetemen való több hónapos részképzésre, kutatási projektekben való részvételre, PhD doktori értekezést megalapozó vizsgálatok, kísérletek, kutatások külföldi intézményekben történő elvégzésére.

Az ezredfordulón figyelme a nemzetközi, elsősorban német tapasztalatokra és gyakorlatra alapozva a primer ásványi nyersanyagok előkészítése mellett a hulladékok, mint másodnyersanyagok hasznosítását lehetővé tevő kezelésére, szétválasztására irányultak. Ezen a területen folytatott kutató és alkotó innovációs mérnö-

ki munkájával kezdeményező és meghatározó szerepet vállalt a hazai szilárd települési hulladékok, építési hulladékok hasznosítását, feldolgozását lehetővé tevő hulladékélelőkészítő üzemek tervezésében, kialakításában és az üzemeltetési tapasztalatok összefoglalásában. Munkásságának eredményei, szakmai közreműködése szinte valamennyi hazai hulladékélelőkészítő üzemben megvalósíthatók. Aktív kezdeményező szerepet vállalt a szelektíven nem gyűjtött, nem gyűjthető települési szilárdhulladék, válogatási maradvány biostabilizálási technológiájának továbbfejlesztésében, másod-tüzelőanyag gyártásának kifejlesztésében. Az erre kidolgozott eljárás szabadalmaztatására is sor került. A hazai hulladékgazdálkodás műszaki, jogi szabályozásának kidolgozásában, továbbá a szilárd települési hulladékok mintavételeli szabványának (tervezet) kidolgozásában, az új feladatokhoz szükséges hazai szakembergárda képzésében és továbbképzésében is közreműködött.

A hulladékélelőkészítés területén végzett kutatások során korán felismerte, hogy az ismert és alkalmazott ásványélelőkészítési eljárások csak a hulladékok különleges összetettségét, fizikai-mechanika sajátosságait figyelembe véve alkalmazhatók. Ezért az alapvizsgálatok és a technológia tervezések mellett figyelme az eljárások és berendezések fejlesztésére irányult. Különösen jelentős az a széleskörű ipari együttműködésben megvalósított kutató-fejlesztő munka, amit munkatársaival a fémes hulladékok, elhasznált háztartási kisgépek, eszközök, elektronikai hulladékok előkészítése, feldolgozása terén végzett. A nagyszámú eredményes innovációs, alkalmazott kutatási és kísérleti fejlesztési megoldások sorából kiemelést érdemel az autóröncshredder maradványanyag feldolgozására alkalmas üzemi technológia tervezése, kialakítása, beüzemelése és kimérése.

Kiemelkedő oktató szakmai, tudományos munkássága, kutató és innovációs fejlesztő tevékenysége, szakmai kapcsolatai alapján számos hazai és nemzetközi bizottság, szervezet tagja, vezetője. Tagja a Miskolci Egyetem Műszaki-természettudományi Habilitációs Bizottságnak és a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar Doktori Tanácsának, a MAB Bányászati Szakbizottság Érc-, Ásványbányászati és Előkészítéstechnikai Munkabizottság elnöke (1990-2003), az MTA Bányászati Tudományos Bizottság (BTB) tagja (1990-93, 1996-), titkára (2005-2011), a BTB Bányászati Kémiai Munkabizottsága, majd a Mechanikai Eljárastechnikai-Nyersanyagelőkészítési Munkabizottság tagja és titkára, társelnöke, majd elnöke (1984-1997, 1997-99, 1999-2000-). A nemzetközi szakmai-tudományos bizottságok közül kiemelést érdemel az International Scientific Committee of International Mineral Processing Congress; az International Scientific Committee of International Mineral Processing Conference of Poland; az International Scientific Committee of International Mineral Processing Conference of Slovakia; International Scientific Committee of HUN-Pra-PARTEC tagja,

International Scientific Committee of CERECO- The 4<sup>th</sup> International Conference on Carpathian Euroregion Ecology tagja. A Szervező Bizottság elnökeként tevékenykedett az European Symposium on Communitation Budapest (2006) és International Mineral Processing Congress kongresszusán (2006). Szekció elnök az International Mineral Processing Congress kongresszusán (2008), az International Advisory Committee of the International Mineral Processing Congress tagja (2008) nemzetközi konferenciákon.

*Dr. Csőke Barnabás* oktatóként, kutatóként, tudományszervezőként is hazai és nemzetközi szinten egyaránt és elismerten eredményes iskolateremtő munkát végzett. Oktatási tevékenysége elsősorban a mechanikai eljárás technika különböző területeire terjed ki. Aktívan fejleszt oktatási segédleteket, jegyzeteket és tankönyveket is, a késői '70-es években olyan tematikus laboratóriumi gyakorlati szisztéma és tankönyv kidolgozásában vett részt, amelyet a mai napig alkalmaznak a gyakorlati oktatás területén. Oktatási és kutatási területen is meghatározó szerepet vállalt az előkészítéstechnika-mérnöki szak- és tudományterület fejlesztésében, kiterjesztésében, a primer ásványi nyersanyagok mellett a hulladékok, a „másodnyersanyagok” területére is. Az általa, ill. vezetésével, közreműködésével kidolgozott oktatási anyagokat ma több hazai egyetemen is használják. A nyersanyag-előkészítés területe mellett a környezeti eljárás technika és hulladék előkészítés hazai elméleti és gyakorlati megalapozása, ipari megvalósítása is sok területen tevékenységéhez kapcsolható. Vezető szerepet játszott a bolognai rendszer bevezetésekor a szakterületeket felölelő alap- és mesterképzések kialakításában és bevezetésében.

Iskolateremtő munkáját jól festik le a vezetésével, közreműködésével elkészült kutatások, fejlesztések, innovációk, azok a tehetséges ifjú szakemberek és iparban dolgozó kollégák, akiknek szakmai tudományos ismereteit, tapasztalatait átadva, segítségével, vezetésével, irányításával szerezték meg PhD tudományos fokozatukat.

*Prof. Dr. habil Csőke Barnabás* munkássága 45 éve alatt, különösen az utóbbi 15-20 év eredményei alapján, sikeres és eredményes innovatív teljesítményt igazol, a környezetvédelem, a hulladékgazdálkodás, kiemelten a fenntartható fejlődést szolgáló maradványanyag- és hulladékhasznosítás területén. Oktató, kutató, innovatív fejlesztő munkássága úttörő és meghatározó a hazai hulladékgazdálkodás elméleti és gyakorlati fejlődésében, a szakemberek képzésében, továbbképzésében, új eljárások és berendezések kifejlesztésében. Aktív kutató-fejlesztő, tervező tevékenysége a hulladékgazdálkodás-hulladékhasznosítás számos területéhez kötődik: így a hazai szilárd települési hulladék-hasznosító létesítmények, elektronikai és elektrotechnikai hulladék-feldolgozók, elhasznált tartós fogyasztási eszközök anyagának kinyerése és újrahasznosítása. Jelentős kutatási, innovációs eredményeket ért el a nagytömegű ipari hul-

ladékok, a bányászati, kohászati és energetikai maradványanyagok kezelési és hasznosítási eljárásainak kifejlesztésében is. Kiemelkedően aktív és eredményes munkásságát ez ideig több mint 240 tudományos műve, továbbá kiemelkedő fontosságú 6 könyve, több könyvfejezete, 35 megjelent folyóiratcikkje és több mint 180 hazai és nemzetközi konferencia előadása mutatja. Kutató, fejlesztő és innovációs munkássága sikerességét az is mutatja, hogy 14 szabadalom kidolgozásában és benyújtásában közreműködött. Számos, eddig még be nem jelentett, a hulladékhasznosítás és feldolgozás területéhez kapcsolódó további új eljárás és berendezés kifejlesztésén és megvalósításán dolgozik jelenleg is.

Kiemelkedő és eredményes oktatási, kutatási fejlesztési munkásságával hazai és nemzetközi szinten is ismert és elismert oktatási-kutatási központot hozott létre a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karán. Az 1923-ban Sopronban alapított Ércelőkészítési Társaságból, professzor elődei fejlesztő munkásságát követve, mára a nyersanyag-előkészítés teljes területét (mechanikai, kémiai, biológiai és termikus eljárásait) átfogó, széles körű hazai és nemzetközi kapcsolatokkal rendelkező Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárás technikai Intézet jött létre. Az intézet korszerűen felszerelt laboratóriumában a vezetésével, közreműködésével elért kutatási és fejlesztési eredményeket, a kidolgozott új műszaki-szellemi alkotásokat eredményesen hasznosítják az ipari vállalatok az ország egész területén.

Alkotásainak listája elérhető az alábbi adatbázisban: <https://vm.mtmt.hu/search/slist.php?lang=0&AuthorID=10005508>

Szakmai tudományos munkássága elismeréseként számos díjat és kitüntetést kapott: Veszprémi Akadémiai Bizottság: pályamunkáért *III. díj* (1977), *Kiváló Munkáért Oklevél* (1979, 1986), *Bányász Szolgálati Érdemérem* bronz fokozat (1984), *Szt. Borbála-emlékérem* (1999), OTDK Tanácsa: *Pro Scientia* elismerő oklevél (1995), *Széchenyi professzori ösztöndíj* (1997), OMBKE: *Mikoviny Sámuel-emlékérem* (2007), Magyar Kémikusok Egyesülete: *Nívódíj* (2007), Miskolci Egyetem: *Pro Universitate* (2011).

70. születésnapja alkalmából a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karának vezetői, a Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárás technikai Intézet munkatársai, valamint tanítványai nevében meleg szívvel köszöntjük *dr. Csőke Barnabás* kollégánkat, a fáradhatatlan professzort, aki mindig nyitottsággal, empátiával és segítőkészséggel volt diáktársai, munkatársai, kollégái, hallgatói felé.

Őszinte tisztelettel és barátsággal kívánunk neki még hosszú időn át eredményes alkotómunkát, erőt, kitartást és jó egészséget!

*Dr. Gombkötő Imre*  
intézetigazgató egyetemi docens,  
Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti  
Eljárás technikai Intézet



# Hazai feladatok az előkészítéstechnika tudomány- és szakterületen

Prof. dr. habil. CSÓKE BARNABÁS okl. bányamérnök, egyetemi tanár Miskolci Egyetem, Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet



*Világszerte hatalmas iparág áll az eljárástechnika és előkészítéstechnika mögött. A kitermelt ásványi és biológiai nyersanyagok milliárd tonnáinak szinte minden grammját előkészítéssel, azaz fizikai-mechanikai, fizikai-kémiai, kémiai és biológiai eljárásokkal tesznek alkalmassá a felhasználásra, vagy ezen eljárásokkal gyárt az előkészítéstechnika alapanyagot a vegyipar, a gyógyszeripar, a kohászat, az élelmiszeripar számára további feldolgozásra, késztermékgyártásra. E terület eljárástechnikai gazdagságát jelen rövid munka csak jelzesszerűen kívánja bemutatni, ösztönözve hazai eljárástechnikai és előkészítéstechnikai kutatókat és gyakorlati szakembereket e gazdagságból minél nagyobb rész megragadására, kutatására, innovációjára.*

## Bevezetés

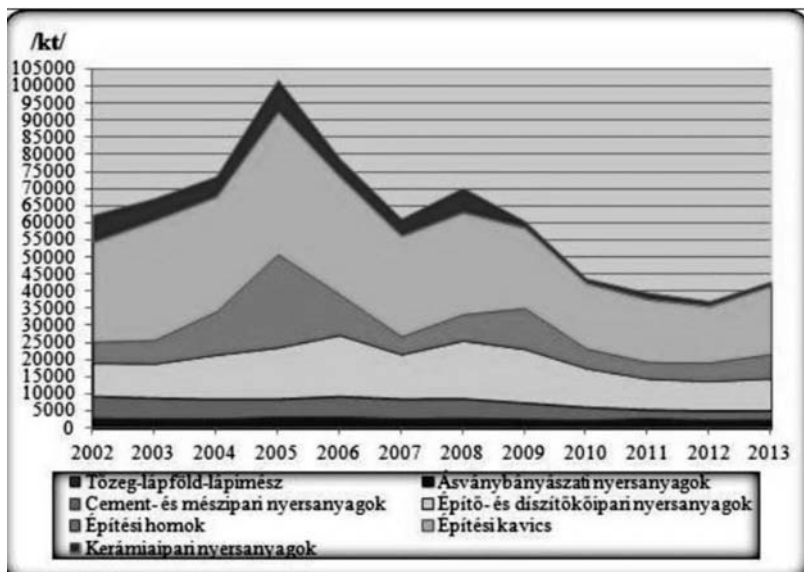
A mi tudomány- és szakterületünk, az eljárástechnika és az előkészítéstechnika, amely az ásványi és biológiai eredetű nyersanyagok, valamint a mindennemű hulladékok feldolgozásával foglalkozik innovatív módon: a méteres méretektől a nano-méretektig, a nyersanyag-előkészítéstől az alapanyaggyártáson át, gyakran egészen a késztermék előállításig.

Ismerjük azonban be, hogy az eljárástechnikai tudomány- és szakterület gazdagsága a hazai egyetemi kutatásban és ipari gyakorlatban csak részben tükröződik vissza. Jórészt kommersz termékek gyártása folyik, és a kutatómunka is többnyire ezt szolgálja: egyrészt leggyakrabban egyszerűbb durvább és közepes méretű töreket (zúzalékokat), néhány száz-mikronos, néhány milliméteres őrleményeket termelünk, értékesítünk viszonylag alacsony árszinten; másrészt az ásványbányászati termékek jó része csak az építőipart szolgálja, amely nagyon érzékeny a világgazdaság, benne a hazai gazdaság helyzetére. Ez tükröződik vissza az éves termelési mutatókban is (1. ábra). Tíz év alatt harmadára csökkent a nemfémek ásványok termelése, csupán a legutóbbi időben észlelhető kismértékű emelkedés. Az ércekből a bauxit és a man-

gán termelése említésre méltó (255 és 51 kt 2013-ban [1]). Valamennyi színes- és nemesfém, valamint a ritka- és ritkaföldfémek (gondoljunk kiemelten a stratégiai elemekre: berillium, fluorit, gallium, germánium, magnézium, lantán, cérium, stb.) termelése, a nem csekély ércvagyon mellett [12] is nulla. Nem kedvezőbb a helyzet a hulladékok vonatkozásában sem: alacsony feldolgozottság és árbevétel a jellemző. Különösen feltűnő, hogy az elektronikai hulladékokból kinyert termékeket – messze a potenciális értékük alatt – külföldi kohászati üzemeknek értékesítjük: pl. >1000 g/t ezüstöt, >250 g/t aranyat, >100 g/t palládiumot és számos más értékes ritka- és ritkaföldfém, valamint >25 % színes fémet tartalmazó nyomtatott áramköri lapok (NYÁK-ok), vagy éppen a Ni-ben, Co-ban gazdag és ritkaföldfém tartalmú lúgos elemek, NiMH és Li-ion akkumulátorok néhány száz forintot kilogrammonkénti áron kerülnek értékesítésre [10, 11].

## Modern előkészítéstechnika

Ezzel szemben világszerte hatalmas iparág áll az eljárástechnika és előkészítéstechnika mögött, hiszen a kitermelt nemfémek ásványok, ércek, számos esetben a szenek – összefoglalóan ásványi nyersanyagok – milliárd tonnáinak szinte minden grammját előkészítéssel, azaz fizikai-mechanikai, fizikai-kémiai, kémiai és biológiai eljárásokkal teszik alkalmassá a felhasználásra, vagy ezen eljárásokkal szolgáltat az előkészítéstechnika alapanyagot a vegyipar, a gyógyszeripar, a kohászat, az élelmiszeripar számára további feldolgozásra, késztermékgyártásra. Ez utóbbi iparágak a kémiai, biológiai és termikus eljárások mellett a mechanikai eljárások műveleteit is széles körben alkalmazzák (különösen az őrlést, a pelletálást, a drázsírozást, a keverést-homogenizálást). Szólnunk kell a hulladékok széles körének feldolgozásáról, a különböző mezőgazdasági, élelmiszeripari és gyógyszeripari biológiai szerves nyersanyagok előkészítéséről



1. ábra. Az ásványbányászat termelésének időbeli változása Magyarországon (MBFH jelentés 2014 [1])

is, vagy például a malomiparról, ahol egy gabonaliszt-malomban kizárólagosan a mechanikai eljárás technika gépeit találjuk, mint hengermalmokat, légáramkészüléket, szitákat, köleválasztó légszért, tartályokat, adagolókat, szállítócsigákat.

Számos iparág – különösen a gyógyszeripar, a kozmetikai ipar, a festékgyártás, papíripar, elektronikai alkatrészgyártás – igen finom és nagyobb tisztaságú ásványi eredetű termékeket igényel, gyakran felület-módosított formában, vagy speciális alak-követelményekkel. Ezen néhány mikrométeres vagy nanoméretű őrlmények tonnánkénti ára többtízezer forint, nem ritkán százazres nagyságrendű, sőt speciális esetekben (a kozmetikai ásványőrlmények) már az 1 kg-ra vonatkozó ár többszázazres nagyságrendű.

A cementipar is, mind az ásványi anyagok felhasználása területén, mind pedig végtermék-minőség tekintetében új utakon jár. A jövő cementgyárában, mint valami „boszorkánykonyhában” az ásványi eredetű hulladékokat, melléktermékeket (pl. cukoripari mészhidrát, kohászati salak, erómtű pernye, szilikátipari melléktermékek, szállóporok stb.) használ fel nyersanyagként, vagy cement-kiegészítőként a nyersanyagköltségek csökkentése, a klinker-megtakarítás érdekében. A jelzett nyersanyagokat pedig külön-külön őrli le és keveri össze cement-végtermékeké. Emellett egyre több gyorsan kötő mikro- és nano-cementet gyárt, amelyekkel nagy szilárd-

ságú, kis méretben is nagy teherbírású beton gyártható, a betonhibák hatásosan javíthatók.

Az ásványok, kőzetek felhasználási területe rendszerint igen széles, például a kalcium-ásványok, -kőzetek a közismert építőipari felhasználás mellett (mész-kő-zúalékok, gipsz, mészhidrát stb.) igen széles más felhasználási területtel rendelkeznek. Erre jó példa a kalcium-karbonát (1. táblázat) felhasználása töltőanyagként, amelyhez általában szigorú minőségi követelmények (őrlési finomság, tisztaság, fehérség) társulnak [2].

A előkészítéstechnika alkalmazásának széles köréből néhány fontosabb területet az alábbiakban kiemelünk:

– *Ásványipari-technológiák:* hagyományos, mikro- és nano-cement gyártás, szemcsés perlit-termékgyártás, perlit-duzzasztás, téglagyártás, beton- és aszfaltgyártás útépitési célra, építési kompozit-termékek, szigetelő-építőanyagok, nemesvakolatok és festékek gyártása.

– *Különlegesen finom és nano-őrlmények, nagy tisztaságú ásványi és fémek termékek (porok) gyártása a mikroelektronikai ipar:* Li-ion és NiMH akkumulátorok, IC-k, kondenzátorok, napelemek szerkezeti elemei gyártásához.

– *Különlegesen finom és nano-őrlmények, nagy tisztaságú ásvány-porok és kompozitok gyártása a gyógyszer- és kozmetikai ipar számára.*

– Szilárd, gáz és folyékony tüzelőanyagok gyártása ásványi és megújuló biológiai eredetű nyersanyagokból, valamint hulladékokból. Itt a mechanikai eljárásokat a

1. táblázat:

Kalcium-karbonát őrlmények felhasználási területe [2]

Felhasználási terület	Közepes szemcseméret, μm										
	1,0	2,0	2,5	5,0	10	15	30	50	70	90	160
<b>Festékek, lakkok</b>	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Diszperziós festékek	■○	■○	○	○							
Lakkfestékek	■○	■○	○								
Porfestékek	■	■	■	■	■						
Ipari lakkfestékek	■○	■○	○								
Útfestékek	■○			■		■		■	■		■
Nyomtatási festékek	■										
<b>Műanyagok, ragasztók</b>											
PU, PE, PVC		■○	■○	■○							
Kábelszigetelők	■○										
Kalander fóliák			■○	■○							
Talajbevonatok						■○	■○				■○
Ragasztóanyagok			■	■	■	■		■		■	
Szigetelőmasszák			■	■	■	■	■	■			
<b>Egyéb</b>											
Fogpaszta			■	■							
Tisztítószerek			■		■	■	■	■	■	■	■
Gyógyszerek		■	■								

■ kezeletlen, ○ felületkezelt



termikus eljárásokkal (pirolízis, elgázosítás) kombinálva építjük fel az előkészítési technológiát [24].

– *Hulladékfeldolgozási és hulladékhasznosítási mechanikai és kémiai/biológiai, valamint termikus/plazma eljárások kombinálásával*: szilárd települési hulladékok komplex hasznosítása, műanyag-granulátumgyártás hulladékokból, hulladékgumi feldolgozása, hasznosítása, elektronikai hulladékok és roncsautók szerkezeti anyagainak: vas, színesfémek, nemes-, ritka- és ritkaföldfémek viszonyerése.

– *Szerves alapanyagok* – fehérje, keményítő, alkohol – előállítása biológiai eredetű (állati és növényi) alapanyagokból, hulladékokból és szennyvízből [22, 23].

### Az eljárás technikai problémamegközelítési mód a mai előkészítéstechnikai feladatok megoldásában

Az eljárás technika – fizikai-mechanikai, kémiai és/vagy biológiai úton – az anyagok diszperzitási és strukturális, valamint összetételbeli sajátságait alakítja át. Megváltoztatja tehát a részecskék – szemcsék, cseppek, buborékok – méretét, alakját, felületi energia állapotát, felületi morfológiáját, kristályszerkezeti állapotát, kémiai összetételét. Mindezt nem öncélúan teszi, hanem valamilyen kitüntetett alkalmazástechnikai céllal: a szemcsék méretének, alakjának, felületi energia állapotának változtatásával például kedvezőbb kötési tulajdonságú (nagyobb szilárdságú, szabályozott gyorsasággal kötő, időállóbb) cementet, vagy szebb színű, kedvezőbb folyási és adhéziós tulajdonságú festéket gyárthatunk, vagy máskor – a grafit szemcsék őrléssel való gömbölyűsítésével – jobban vezető elektródát készíthetünk a NiMH akkumulátor gyártásakor. Az anyagok diszperzitási és strukturális tulajdonságait röviden nevezhetjük diszperzitásbeli sajátságoknak.

A kutató-fejlesztő munka során minden esetben arra keressük tehát a választ, hogy az általunk befolyásolt és szabályozható diszperzitás- és összetételbeli részecske-tulajdonságok (leggyakrabban szemcsetulajdonságok), valamint az alkalmazástechnikában megkívánt anyagsajátságok között milyen összefüggés áll fenn, azaz az előkészítendő anyag mely diszperzitás- és összetételbeli állapot-változtatása szükséges a kívánt alkalmazástechnikai tulajdonságok eléréséhez, és ezt az állapotot mely eljárásokkal és berendezésekkel érhetjük el.

Az előkészítéstechnika eljárásai változásokon mennek át, egyre több funkció ellátására képesek, ezt a mechanikai eljárások példáján szemléltetjük a 2. és 3. táblázatban.

2. táblázat: Mechanikai eljárások korábban (Rumpf [15])

Aprítás	Agglomerálás	Szemcseméret változásával járó műveletek
Szétválasztás	Keverés	Szemcseméret változásával nem járó műveletek
Kezelés: tárolás, szállítás és adagolás		
Szemcseméret-elemzéstechnika		

3. táblázat:

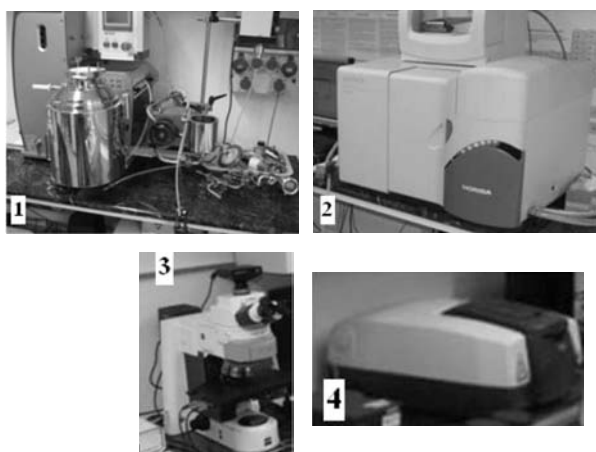
Mechanikai eljárások ma

Aprítás	Agglomerálás	Szemcseméret és szemcsealak, kristályos-állapot változásával járó műveletek
Szétválasztás	Keverés	Szemcseméret változásával nem járó ún. keverékalapot változással járó műveletek
Kezelés: tárolás, szállítás és adagolás		Egyik sajátság sem változik (elvárható, hogy ne változzon!)

Megfigyelhető, hogy ma az eljárások között átjárás, ill. szorosabb kapcsolat van: például az őrlőgépben nem csak őrlünk, hanem alakot formálunk, agglomerálunk-bevonatolunk, kémiai folyamatokat indukálunk (mechanokémia és mechanofúzió), ötvözeteket gyárthatunk. Néhány példát az alábbiakban mutatunk be.

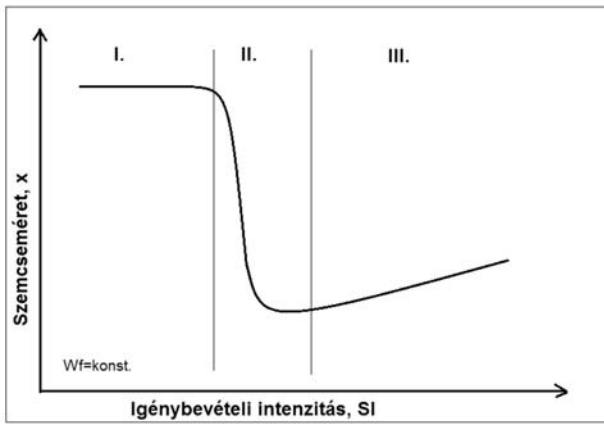
#### Nagyenergiájú őrléssel megvalósuló műveletek

A porelőkészítés során különféle malmok segítségével nagyenergiájú őrlést végezhetünk. Ez legelőnyösebben a keverőmalommal (2. ábra) valósítható meg, ahol az őrlőgolyók egy álló vagy vízszintes dobban (tartályban) helyezkednek el [17, 20, 21]. Egy tengelyre felszerelt forgó karok vagy tárcsák közlik a dobban a golyókkal az őrléshez szükséges energiát, miközben a dob rendszerint áll.



2. ábra. A Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárás Technikai Intézet nano-laboratóriumának eszközei: Netsch-keverőmalom (1), HORIBA lézer szemcseméret-elemző (2), Zeiss-mikroszkóp (3), FTIR infravörös-spektroszkóp (4)

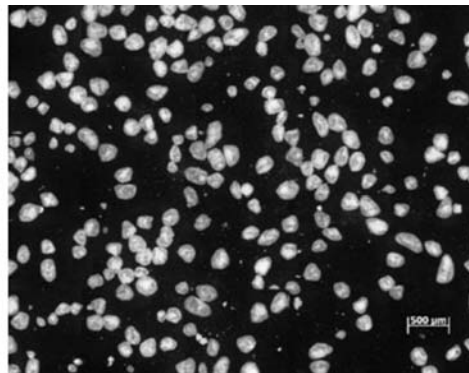
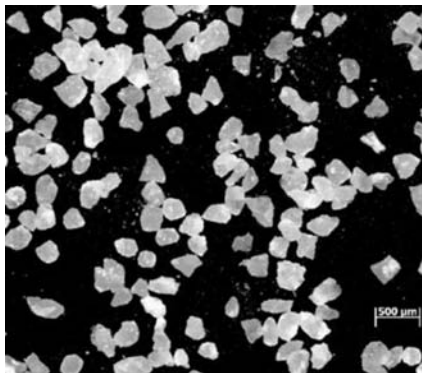
E készülékkel kezdetben (3. ábra: I. sáv), a bevezetett energia kis intenzitása mellett, amikor a szemcse eltöréséhez szükséges munka még nem elégséges, alakformálás, felületi érdesség csökkentés és gömbölyűsítés történik (4. és 5. ábra) a koptatás-dörzsölés révén [17]. Növelve a bevitt energia intenzitását hatásosan csökkenthetjük a szemcseméretet egészen a nanoméretig (3. ábra: II. sáv), energetikai szempontból aktivált felületű



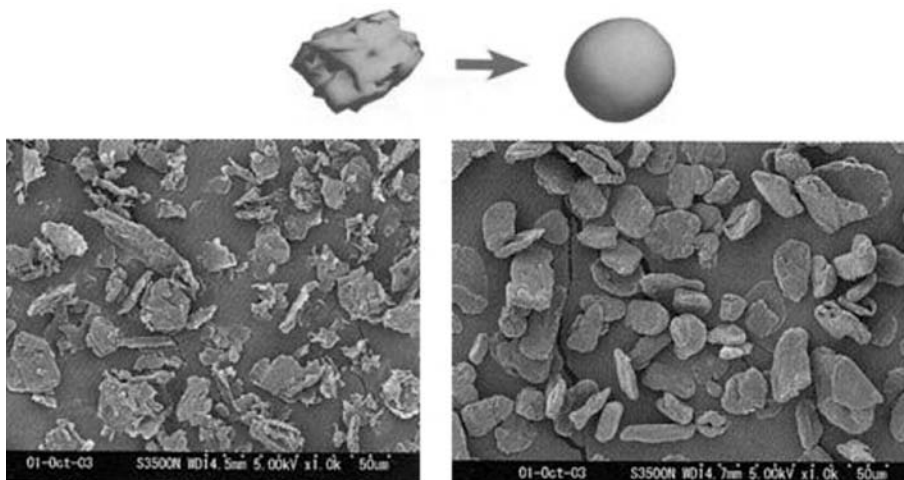
3. ábra: A szemcseméret változása az igénybevételi intenzitás függvényében adott fajlagos őrlési munka befektetése esetén (Rácz nyomán, 2014)

szemcséket kapunk [21]. További energiabevitel a nagy szemcséfelületi aktivitás miatt a szemcsék agglomerálódására (6. ábra), gyakran mechanofúzióra (7. és 8. ábra), kristályosból az amorf állapotba való átmenetre vezet (3. ábra: III. sáv) [4, 21]. Többkomponensű rendszerben ily módon kompozitokat (7., 8. és 9. ábra), ötvözeteket készíthetünk [4, 5, 6, 7].

A továbbiakban a fentiekhez kapcsolódóan néhány gyakorlati példát mutatunk be.



4. ábra: Alakformálás keverőmalomban (Rácz, 2013 [17])



5. ábra. Grafit gömbölyűsítése alakörléssel [5]

A mikro- és nano-örleményeket számos területen felhasználják: kitérítet szerepe van a gyógyászatban (hatóanyagok, onkológiai mágneses nano-részecskék), kozmetikai ipar, finomkerámia-, vegyi- és mikroelektronikai ipar.

Az elektronikai elemgyártásban gömbös grafit a legelőnyösebb (5. ábra): halmazsűrűsége nagyobb, mint a lapos szemcsésé, s a halmazsűrűség növekedésével arányosan az elem-kapacitás is megnő. E gömbszerű szemcsék előállítására Magyarországon Rácz Ádám dolgozott ki megfelelő eljárást [17].

A gyógyszerek relatíve kis mennyiségű hatóanyaga vékony rétegben mechanikai úton (malomban agglomerálással) a hordozó szemcsére hordható fel (6. ábra), s ezen az úton a hordozó szemcse segítségével a gyógyszer a szükséges mennyiségben jut a szervezetbe, s így a hatóanyag megbízhatóbban fejt ki a hatását.

Máskor a hordozó szemcsére kell a finom (többnyire nanoméretű) szemcséket felvinni [5, 18, 19]. A 8. ábra egy összetett folyamatot szemléltet, ahol a malomban a carbon black (tisza finom szénemcsékből álló korom, amit sok célra felhasználnak, pl. festék, töltőanyag autógumiba stb.) aggregátumoknak elsőként diszpergálása, majd a bázis anyagszemcse (lítium-kobalt) felületén való megtapadása, végül mechanofúzióval történő kémiai megkötődése megy végbe. Az így gyártott elektróda vezető-képessége jelentősen megnő, ami rendkívül előnyös az újratölthető elemek élettartama szempontjából [5].

A kompozitokra a 4. táblázat és a 7. ábra mutat be további példákat.

A kompozit-képzés történhet szárazon, nedvesen (pl. alkoholos közegben), vagy „vegyes” eljárással is: az alkoholos és a száraz módszer egymásutánjával. A 9. ábra az ausztenites acélpornak és őrleményeinek a morfológiáját szemlélteti [7].

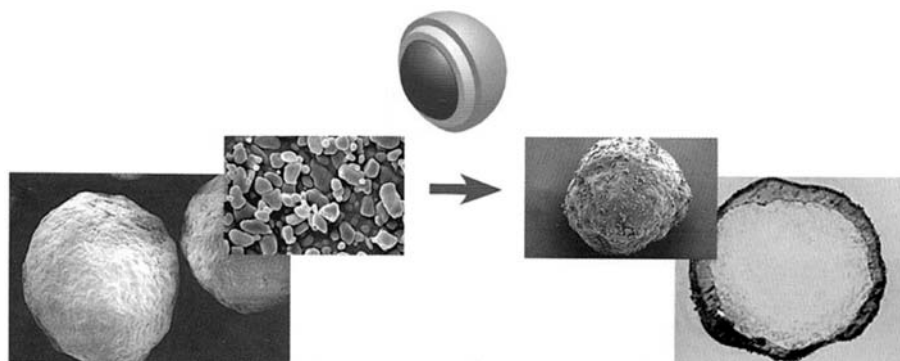
A kompozit-képzés történhet szárazon, nedvesen (pl. alkoholos közegben), vagy „vegyes” eljárással is: az alkoholos és a száraz módszer egymásutánjával. A 9. ábra az ausztenites acélpornak és őrleményeinek a morfológiáját szemlélteti [7].

*Az anyagátbocsátási folyamatok intenzifikálása mechanokémiával*

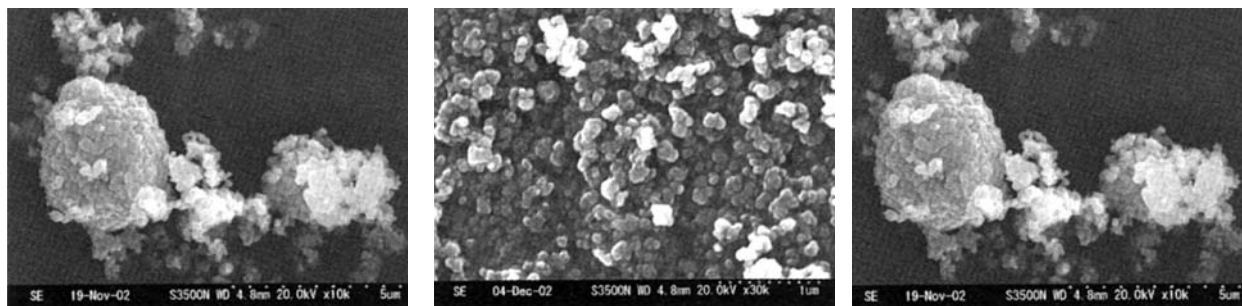
Számos anyagátbocsátási folyamat sokkal előnyösebben valósítható meg a mechanikai igénybevétel és a kémiai reakció kombinálásával. Ezt a mechanokémiai jelenséget több tíz év óta ismerik, és bizonyos iparágakban hasznosítják is. A keverőmalom alkalmazásával ugyanakkor



intenzifikálható pl. számos biológiai nyersanyag többféle konverziója. Ez tágra nyitja előttünk az eljárás technikai lehetőségek tárházát: nagy mennyiségben keletkező, azonban biológiailag nehezen bomló cellulózalapú biológiai nyersanyagok és hulladékok a mechanokémia kiaknázásával alkohollá, biogázzá stb., immár gazdaságosan átalakíthatóvá válnak [25, 27]. Nehezen



6. ábra. Bevonatolás agglomerálással őrlőmalomban [5]

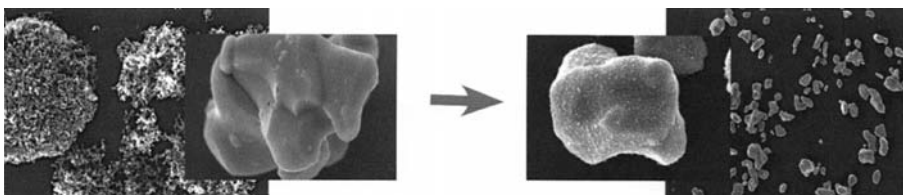


7. ábra. Finom disperz (nano) itriummal stabilizált cirkon és nikkkel-oxid mechanofúziója [5], SOFC (Solid Oxid Fuel Cell) gyártásban

szolubilizálható anyagok, mint pl. ferritek fémei is könnyebben oldatba vihetők a mechanokémia alkalmazásával [26].

*Finom fémporok ötvözése*

A fémporok őrlése során az őrlési idő növelésével, azaz a bevitt mechanikai energia növekedésével csökken a szemcseméret, végső soron a nanométeres kristallitokig, végül amorf állapot alakul ki [4, 6]. Ez a folyamat kedvez a nagyszilárdságú ötvözetek kialakításának. A mechanikai ötvözési eljárás során az alapanyagot és az ötvöző porokat összekeverik, majd golyós malomban megőrlik. A golyók révén mechanikai igénybevételnek kitett alapanyag kristályrácsába az ötvöző atomok bediffundálnak. A módszer előnye, hogy az



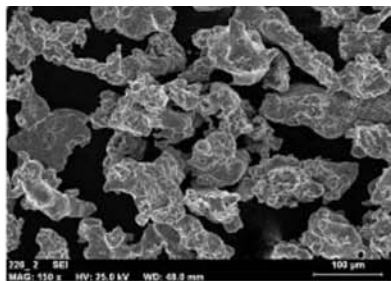
8. ábra. Mikro-diszpergálás, bevonatolás és mechanofúzió folyamatok eredménye: a korm (carbon black) megtapadása a lítium-kobalt elektróda felületén [5]

egyensúlyi koncentrációnál nagyobb mennyiség ötvözőt lehet az alapanyagban oldani és finomszemcsés mikro-szerkezet kialakulását eredményezi, e hatások az anyag szilárdságát növelik. A hosszabb idejű őrlés során repetitív a mechanikai keveredés, hideghegedési, szemcse-aprózódási folyamatok mennek végbe, ami egy megváltozott anyagszerkezetű, viszonylag finom szemcseméretű port eredményez. Ún. tömbi amorf fémek keletkezhetnek [4], amelyek az utóbbi néhány évtizedben a kutatói figyelem előterébe kerültek, a kitűnő mechanikai, kémiai és mágneses tulajdonságaik (pl. Cu-Zr-Al nagy üvegeképző hajlamú, viszonylag nagy nyúlású ötvözetek), valamint kedvező áruk miatt [4].

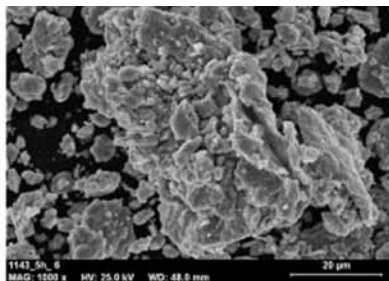
4. táblázat: Példák a nano-örlemények felhasználási területére a nano-kompozitgyártásban (Mucsi, 2010), [20]

Szerep	Termék	Nano-adalék
UV védelem +fényáteresztő képesség	<ul style="list-style-type: none"> <li>Díszítő fa bevonat</li> <li>Laminátum</li> </ul>	ZnO TiO <sub>2</sub>
Karcállóság +fényáteresztő képesség	<ul style="list-style-type: none"> <li>Öntisztító bevonat</li> <li>Bútor és parketta lakk</li> </ul>	SiO <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Törési index +fényáteresztő képesség	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kijelzők</li> <li>Optikai lencsék</li> <li>Elemi szál</li> </ul>	ZrO <sub>2</sub>
Elektromos vezetőképesség +fényáteresztő képesség	<ul style="list-style-type: none"> <li>LCD-kijelző</li> </ul>	ITO (indium titán oxid) ATO (antimon titán oxid)





a) Ausztenites acélpor kimindulási SEM-felvétele



b) Vegyesen őrölt ausztenites por SEM-felvétele.



c) Vegyesen őrölt ausztenites por elem térképe.

9. ábra. Ausztenites acélpor SEM felvétele és elem térképe [7]

### Nagy tisztaságú alapanyagok gyártása

Fenti eljárások általában nagy tisztaságú alapanyagokat (ásványi és fémporokat) igényelnek. A szokásos fizikai-mechanikai eljárások (törés, előtisztítás optikai válogatással vagy sűrűség szerint szeparálással, őrlés, flotálás) mellett ma igen gyakran fizikai-kémiai módszereket (kiégetés, vizes, savas vagy lúgos oldás, kicsapatás, szárítás) alkalmaznak. Jó példa erre a nagy tisztaságú kalcium-karbonát (PPC = Precipitated Calcium Carbonate) gyártása a gyógyszeripar és vegyipar számára, amely törés, égetés, vízben oldás, oldattisztítás, kiejtés széndioxiddal, szárítás, őrlési műveletekkel történik [2]. Hasonlóképpen nagy tisztaságú Si állítható elő szilikát közetekből (pl. perlitből) lúgos kioldással. Ugyanígy kémiai (biokémiai), fizikai-kémiai műveletek szükségesek az elektronikai hulladékokból a legértékesebb komponensek: a nemes-, ritka- és ritkaföldfémek megfelelő tisztaságban való kinyeréséhez is.

### A hazai előkészítéstechnikai feladatokról

1. A fentiek rámutattak arra, hogy a félkész- és késztermékgyártáshoz való közelség miatt mind a tudományos kutatómunkában, mind pedig üzemi gyakorlatban *egyrészt komplex megközelítésre, másrészt a tudományos kutatómunka és az ipari megvalósítás közötti, a mainál szorosabb kapcsolatra van szükség. E komplex megközelítésnek meg kell jelennie az oktatásban is.*
2. Az ásványi és a biológiai szerves primer és szekunder nyersanyagok előkészítése-feldolgozása során a lehető legnagyobb feldolgozottsági fokra kell törekedni. Amennyiben lehetséges, a késztermékek gyártásáig kell a technológiai folyamatot megvalósítani. Egyébként a nyers- és alapanyagok hasznát mások, más iparágak fölzik le.
3. Különösen fontos lenne, ha a relatíve kisebb gépi kapacitást igénylő, de nagy hozzáadott értékű ásványi termékek gyártása szélesebb körben valósulna meg. Ez – amellet, hogy kiemelkedően jövedelmező –, a nyersanyagvagyon kímélésével, hatékonyabb hasznosításával jár együtt.
4. Indokolt tekintettel lenni a modern technika igényeire is, ahol a termékek tisztasága, finomsága mellett gyakran a szemcsék alakja, struktúrája, felületi aktivitása is fontos, e területen a termékminőség tudatosabb szabályozásának irányában jelentős kutató-fej-

lesztő munkára van szükség. Ugyanezen a területen kiemelt jelentőségű a nano-kompozitok, ötvözetek gyártása.

5. Számos esetben a megfelelő tisztaságot csak a mechanikai és a fizikai-kémiai, kémiai és/vagy biológiai és termikus eljárások kombinálásával lehet elérni (például, a perlitből nagy tisztaságú amorf Si előállítása elektronikai alapanyag előállításához, agyagok tisztítása finomkerámiai ipari célra, ritka- és ritkaföldfémek kinyerése mikroelektronikai alkatrészekből stb.) E területen szintén szükséges a kutatóhelyek és az alkalmazó ipar együttműködése, sőt az is, hogy maga az ipar is kutatóműhely legyen.

### IRODALOM

- [1] Magyar Bányászati és Földtani Hivatal jelentése 2014
- [2] *Tegethof, F.W.- Ruhleder, J.- Kroker, E.:* Calciumcarbonat. Birkhäuser Verlag, Berlin (ISBN 3-7643-6424-6), 2001
- [3] *Wills, A.:* Mineral Processing Technology, Seventh Edition An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery, Publisher: Elsevier Science & Technology Books (ISBN: 0750644508), 2006
- [4] *Tomolya, K.- Janovszky, D.- Sycheva, A. - Roósz, A.:* Őrlés hatására porokban végbemenő kistályos-amorf szerkezetváltozás tanulmányozása. (MTA-ME Anyagtudományi Kutatócsoport, Miskolc-Egyetemváros). [http://real.mtak.hu/24330/1/CuZr\\_alapu\\_otvözetekben\\_orles\\_hatasara\\_vegbemeno\\_kristalyos\\_amorf\\_anyagokvilaga\\_2014\\_u.pdf](http://real.mtak.hu/24330/1/CuZr_alapu_otvözetekben_orles_hatasara_vegbemeno_kristalyos_amorf_anyagokvilaga_2014_u.pdf)
- [5] Handbook Powder and Particle Processing. Hosakava/Alpina. Augsburg (Germany)
- [6] *Gubicza, J.:* Ultra-finomszemcsés anyagok mikroszerkezeti paramétereinek meghatározása. MTA Doktori Értekezés. Eötvös Loránd Tudományegyetem. Anyagfizikai Tanszék, Budapest 2008. [http://real-d.mtak.hu/72/1/Gubicza\\_MTA\\_dokt\\_ertekezes.pdf](http://real-d.mtak.hu/72/1/Gubicza_MTA_dokt_ertekezes.pdf)
- [7] *Koncz, P.:* Nanoszerkezetű acélok előállítása portekológiával [http://alag3.mfa.kfki.hu/mfa/nyariiskola/07h\\_Nanoacelok/index.htm](http://alag3.mfa.kfki.hu/mfa/nyariiskola/07h_Nanoacelok/index.htm)
- [8] *Mucsi, G.- Csóke, B.- Kertész, M.- Hoffmann, L.:* Investigation of glass foam production from waste cathode ray tube glass. XXVI IMPC (XXVI International Mineral Processing Congress), New Delhi,

September 24-28, 2012. Conference Proceedings: Paper 490 (ISBN: 81-901714-3-7), pp.3563-3574

- [9] *Schubert, G.- Csöke, B.*: Nem-rideg hulladékok aprítóberendezései. BKL, Bányászat (HU ISSN 0522-3512). 145.évfolyam (2013),1. szám. pp.7-19
- [10] *Csóke, B. - Fajtli, J. - Nagy, S. - Magyar, T. - Mádainé Üveges, V.*: Kritikus elemek a másodnyersanyag-forrásokban, elektronikai hulladékokban. BKL BÁNYÁSZAT, (2014) 146. évf., 5-6. szám, pp. 47-56.
- [11] Elektronikai hulladékok előkészítése a stratégiai elemek visszanyerése érdekében. (CriticEl Monografia Sorozat 7, Szerk: Csöke et al., TÁMOP-4.2.2.A11/1/KONV-2012-0005) Milagrossa Kft. (ISSN: 2064-3195; ISBN: 978-615-800073-2-0), Miskolc, 2014
- [12] Stratégiai fontosságú ásványi nyersanyagok. (CriticEl Monografia Sorozat 1, Szerk: Less Gy. TÁMOP -4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0005) Milagrossa Kft. (ISSN: 2064-3195; ISBN: 978-963-08-735642-6), Miskolc, 2013
- [13] *Bokányi Lj. Fajtli J., Varga T. E., Mádainé Üveges V., Mádai F., Bruncslik A., Magyar T.*: A pátka-szűzári fluoritos meddő eljárás technikai vizsgálata és előkészítési technológiai koncepciója. In: Molnár J. (szerk.) A Pátka-Szűzvár egykori fluorit- és ércelőfordulásunk újraértékelése. Miskolc-Egyetemváros: Miskolci Egyetem, 2014. pp. 141-156. (ISBN:978-963-08-8785-4)
- [14] Nanokompozitok. European Plastics News, 31. k. 5. sz. 2004.p.0-31
- [15] Ritkaföldfémek a magyarországi földtani képződményekben (CriticEl Monografia Sorozat 5, Szerk: Szakáll, S., TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0005) Milagrossa Kft. (ISSN: 2064-3195; ISBN: 978-615-800073-0-6), Miskolc, 2014
- [16] Mechanische Verfahrenstechnik, München, Hanser, 1975
- [17] *Rácz, Á.*: Örlési eljárások kutatása, fejlesztése különlegesen finomőrlemények előállítására. PhD értekezés, Miskolci Egyetem, 2013
- [18] *Wenyue Su- Shichao Wang- Xuxu Wang - Xianzhi Fu - Jingning Weng*: Plasma pre-treatment and TiO<sub>2</sub> coating of PMMA for improvement of antibacterial properties. (Elsevier). Surface & Coating Technology 205 (210) 485-469
- [19] Liang Hao- Yun Lu- Hiromasa Sato - Jie Guo: Analysis on energy transfer during mechanical coating and ball mill-Supported by electric power measurement in planetary ball mill. (Elsevier). International Journal of Mineral Processing. 121 (2013) 51-58
- [20] *Mucsi, G.*: Nano részecskék felhasználási területe. (egyetemi előadás, PDF) Miskolci Egyetem, 2010
- [21] *Rácz, Á.- Csöke, B.- Molnár, Z.- Török, V.- Mucsi, G.*: Effect of the grinding circumstances on mechanical activation of fly ash in stirred media mill. XXVIIIth International Mineral Processing Congress (IMPC, Santiago-Chile, 2014)
- [22] *Bokányi, L.- Takács, J.- Varga, T.- Mádai-Üveges, V.-Nagy, S.-Paulovics, J.*: Kutató-fejlesztő munka a bioeljárás technika és a reakciótechnika terén. Geotudományok: A Miskolci Egyetem Közleménye: A sorozat Bányászat 79. köt.: pp. 303-313. (2010)
- [23] *Bokányi, L.- Varga, T.- Mádai-Üveges, V.- Paulovics, J.*: Bioprocessing Research in Institute of Raw Materials Preparation and Environmental Processing, University of Miskolc. In: 2nd International Conference on Biotechnology and Metals.: Kassa, 2011.09.22.-2011.09.23. pp. 5-8.
- [24] *Bokányi, L., Varga, T., Nagy, S., Pintér, Á., Bányai, L., Bombicz, J.*: High Value Added Fuel Production from Borsod Sub-bituminous Coal by Plasma Gasification and Catalytic Transformation. In: Gülhan Özbayoglu, Ali Ihsan Arol (szerk.) XVII. International Coal Preparation Congress Proceedings. Istanbul, 2013. 10. 01. - 2013. 10. 06. Ankara: Aral Group, 2013. pp. 729-734. (ISBN:978-605-64231-0-9)
- [25] *Bokányi L., Varga T.*: Enhancement of the biogas production from biowastes by a mechano-chemical treatment. In: 17th International Conference on Waste Recycling. Kosice, 2013.11.21 -2013.11.23. Institute of Geotechnics SAS, pp. 63-66.
- [26] *Bokányi, L.-Mucsi, G.-Üveges, V.*: A novel approach to the EAF-dust recycling. Waste recycling XIX Int. Conference, Cracow, 2015. Megjelenés alatt.
- [27] *Bokányi, L.*: Innovative mineral processing techniques in waste recycling In: Üner Ipekoglu, Vedat Arslan, Sezai Sen (szerk.) Proceedings of the 14th International Mineral Processing Symposium. Kusadasi, Törökország, 2014.10.15 -2014.10.17. Izmir: Turkish Mining Development Foundation, 2014. pp. inv55-inv62. Invited paper. (ISBN:978-975-441-436-3)

**PROF. DR. CSÖKE BARNABÁS**, egyetemi tanár, CSc okleveles bányamérnök (1969). 1995–2010 az Eljárás technikai Tanszék tanszékvezetője. Széchenyi Professzori Ösztöndíj (1997). 1998-tól a Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárás technikai Intézet egyetemi tanára, 2001–2010 intézetigazgató. Kutatási területei: mechanikai eljárás technika, nyersanyag-előkészítéstechnika, diszperz anyagrendszerek alapjelenségeinek vizsgálata, aprítási és szétválasztási folyamatok modellezése, optimalása, hulladék előkészítési technológiák, eljárások és berendezések fejlesztése. 1988-ban vendégdocens a Freibergi Bányászati Akadémián. 203 szakcikke jelent meg, szabadalmainak száma 14. Hosszú időn keresztül tagja volt a International Scientific Committee of International Mineral Processing Congress és az International Advisory Committee of the International Mineral Processing Congress nemzetközi tudományos bizottságoknak.

### Aranybánya Törökországban

A Centerra Gold vállalat tájékoztatást adott, hogy az ún. *Ösküt-terv* keretében 2015-ben megindítja a bányafeltárásokat. A bányaiüzemek – Keltepe, Boztepe, Büyüktepe, Güneytepe és Yelibelentepe – Törökország középső részén vannak a fővárostól (Ankara) 295 km-re délkeletre. A régió területén az infrastruktúra – utak, vasutak, villamosenergia-rendszer stb. – megfelelő.

A megkutatott arany mennyisége 1,2 millió uncia, melyet 490 USD/uncia értéken tudnak kitermelni (1 uncia = 28,35 g). Az érc (az aranyhordozó kőzet) aranytartalma 1,4 g/t.

A bányaművelés külszíni fejtéssel történik, az aranyat lúgzással nyerik ki. A külfejtés gépei a hagyományos kotrók, exkavátorok, dömperek, nagyteherbírású teherautók. A letakarítási arány az aranyérc kőzetig 2:1.

*Engineering and Mining Journal 2015. szept. Bogdán Kálmán*

# Gazdaságosság és rendszerszemlélet a települési szilárdhulladék-gazdálkodásban

DR. BOKÁNYI LJUDMILLA okl. ásványelőkészítési mérnök, tanszékvezető Miskolci Egyetem,  
DR. KISS TIBOR okl. bányamérnök, okl. környezetvédelmi mérnök, ügyvezető igazgató, Biokom NKft. Pécs



*A felgyorsult gazdasági-társadalmi változások hatására számos olyan új jelenséggel kell a fejlett és a fejlődő társadalmaknak szembenézni, amelyek helyi és globális problémaként egyaránt jelentkeznek. Ezek közül különösen kiemelkedő a települési szilárd hulladék kezelése és ártalmatlanítása, mely a modern életvitel következtében egyre nagyobb odafigyelést és ráfordítást igénylő feladat.*

## Bevezetés

A környezetvédelem, főként a környezetgazdálkodás egy viszonylag rövid múltra visszatekintő gazdasági- társadalmi és szakmai terület. Ebből következően még nem alakulhattak ki teljességgel az önálló műszaki és gazdasági elemzés, értékelés és tervezés módszerei. Annak érdekében, hogy ezt a hiányosságot minél könnyebben pótolni lehessen, célszerű olyan tudományterületek módszereinek alkalmazhatóságát megvizsgálni, melyeknek jellegzetességei leginkább hasonlatosak a környezet-, illetve hulladékgazdálkodás során felmerülő problémákhoz, figyelembe véve természetesen az egyedi sajátosságokat. Ilyen terület a műszaki földtudományok területe, ahol a több évszázad, sőt évezred alatt felhalmozott tudás és tapasztalat alapján kialakult egy adott társadalom és gazdaság igényei – mindig korlátozottan rendelkezésre álló természeti erőforrásokkal történő – ellátásának speciális tudománya. Ez azt jelenti, hogy van egy olyan módszer, amely a különböző műszaki, gazdasági és társadalomtudományi területekről összegyűjtött információk alapján, azok kiértékelésével határozza meg a nyersanyagok kitermelhetőségének, a velük való gazdálkodásnak az aktuális lehetőségeit. Ez egy interaktív és iteratív folyamat, mely figyelemmel kíséri, milyen tendenciák hatnak egy szűkebb-tágabb társadalmi-gazdasági közegben, milyenek a keresleti-kínálati viszonyok, mekkorák a kitermelési költségek. Összefoglalva: milyen módon lehet a társadalom és a gazdaság nyersanyag- és energiaigényeit optimális módon kielégíteni? Jól látható, hogy mindez nem csak egy műszaki-technológiai eljárásrendszer, hanem egy szemléletbeli felfogás, amely végső soron egy rendszerközpontú gondolkodás visszacsatolási funkciója révén tudja ezt az optimálási folyamatot támogatni.

Napjainkban hasonló problémákat hivatott megoldani a korszerű hulladékgazdálkodás is, ahol szintén egyedi és speciális megoldásokat kell találni az állandóan változó társadalmi és gazdasági elvárásokhoz igazodva.

Törekednünk kell tehát arra, hogy a gazdasági tevékenységek során is minél zártabb rendszereket hozunk létre egy önszabályozó folyamat kialakítása érdekében. Ehhez meg kell találni azokat a módszereket, amelyekkel egy adott időben és helyzetben dönteni tudunk arról, hogy a kibocsátott termékek és melléktermékek milyen arányban és milyen módon kapcsolódhatnak vissza

a primer folyamatokba, és mi történjen azzal a hányaddal, amelyet esetleg időlegesen – a műszaki vagy gazdasági feltételek kedvezőbbre fordulásáig – ki kell vonni a körforgásból.

A rendszerszemléletű hulladékgazdálkodási megoldások kidolgozása az információk összegyűjtésével és rendszerezésével kell, hogy kezdődjön, hiszen elegendő mennyiségű és minőségű információ szükséges egy szabályozott rendszer kiépítését eredményező döntéssorozat elindításához. Következő lépésként meg kell határozni az információk feldolgozásának módszereit. Ezt követően vissza kell csatolni az eredményeket a döntéshozók felé, hogy releváns döntés születessen. Mindezen feladatok elvégzéséhez olyan információ-áramlasi csatornák kialakítására és működtetésére van szükség, ahol az aktuális információ szinte automatikusan, a változást követően a legrövidebb időn belül a szabályozórendszeren keresztül hathat vissza. Szükséges továbbá azoknak – a gyakorlatban már jelenleg is alkalmazott – megoldásoknak a tudatosítása, melyek a hulladékgazdálkodás rendszerszemléletű tervezéséhez és üzemeltetéséhez felhasználhatóak. Végül a gazdaság más területeivel való együttműködés során kínálkozó szinergikus hatások kihasználása és az ehhez kapcsolódó területfejlesztési vonatkozások körvonalazása érdekében fel kell vázolni egy olyan rendszermodellt, amely a hulladékgazdálkodási megoldások kimeneteinek felhasználására építve teremt lehetőséget – a fenntarthatóság biztosítása érdekében – a minél inkább zárt anyagáramok létrehozására, ami kívánalom megfelel az európai célkitűzésnek, a cirkuláris nyersanyag-gazdálkodásnak.

A bioszférában a törekvést az egyensúlyi állapot megőrzésére homeosztázisnak nevezzük. Az élővilágban is képződtek hulladékok (pl.: a jelenlegi olaj- és széntelepek), viszont a folyamat és az élet működéséhez nélkülözhetetlen, ritka, értékes anyagokat a rendszer nem engedte veszendőbe menni, ezért kialakította a szükséges lebontási és visszaforgatási megoldásait. A bioszféra racionálisan, hasznossági alapon „dönti el”, hogy mi az, aminek a hasznosítása energetikailag még megéri; a nagyon ritka anyagokat magasabb energiaáldozat árán is kinyeri, míg a gyakoribbakat csak kis energiafelhasználással engedi visszaforgatni. Működnek természetes visszajelzési módozatok, szerves visszacsatolások, melyek alapján a természetes ökosziszté-



mák eldöntik, hogy mi az, ami teljesen lebontódjék, illetve mi az, ami időlegesen deponálódjon.

A gazdasági szférában, a hulladékgazdálkodás vonatkozásában is célszerű ezt a működési mechanizmust követni. Itt sem lehet az a cél, hogy mindent hasznosítsunk, hanem sokkal inkább a dinamikus egyensúlyi állapot megőrzése a kívánatos. Tehát túlzott áldozattal, ráfordítással nem érdemes visszaforgatnunk anyagokat, hanem mindig egy adott „keresleti” szintet figyelembe véve kell eldönteni, hogy az inverz ágon mi kerüljön vissza a primer gazdaságba. Az is eldöntendő kérdés, hogy az adott anyag milyen módon fordítódjék vissza – anyagában vagy esetleg energetikailag hasznosuljon. Az ökológiai rendszerekéhez hasonlóan az információk visszacsatolásának hatékony formáit is ki kell dolgozni, ellenkező esetben a rendszer nem képes eredményesen működni és a téves helyzetértékelés miatti rendszerzavar az erőforrások indokolatlan, túlzott használatát eredményezheti.

Ilyen helyzet állt elő az ipari forradalom utáni időszakban, amely időlegesen véget vetett az anyag- és energiaellátás szűkösségének, ugyanakkor nem alakult ki a gazdaságon belül az a visszacsatolási rendszer, amely a túltermelést – ezáltal az erőforrások túlzott használatát – megakadályozta volna. Ebben a korban a technológia fejlődésével egyidejűleg nem változott az emberek tudata abban a vonatkozásban, hogy a természeti erőforrások korlátlanul állnak rendelkezésre, továbbá hogy a technológiai fejlesztések képesek minden problémát megoldani. Fokozódott az erőforrások pazarlása, amely folyamat a II. világháború utáni időszakban minden addighoz képest jelentősebb méreteket öltött. Csak az 1970-es évektől időről időre ismétlődő energia- és nyersanyagválságok – amelyek mindig együtt jártak a pénzügyi válságokkal is – döbbsenítették rá a gazdasági élet szereplőit arra, hogy az erőforrások végesek. Ezen időre tehető a környezetszennyezés és az abból fakadó veszélyek sokaságának tudatosulása is. Mindezen felismerések újra az erőforrásokkal való takarékoskodás felé kényszerítették a gazdasági és társadalmi szereplőket. Szükségessé vált a rövid távú gazdasági célok és a hosszú távú közösségi érdekek egyidejű érvényesítése és a rendszerszemlélet jelentőségének hangsúlyozása.

A hulladékgazdálkodás minősége és módja jelentősen meghatározza a környezetterhelés mértékét, így az e területen történő összefüggések feltárása és azokból következtetések megállapítása nagyon fontos. Ennek megfelelően először azt kell elemezni, hogy milyen információk szükségesek a hulladékgazdálkodás rendszerszemléletű tervezéséhez annak érdekében, hogy helyi specialitásokat figyelembe vevő technológia kialakítása történhessen meg. A hulladék összetételének és tulajdonságainak pontos ismerete, valamint a gazdaságosság-számítás elengedhetetlen az optimális rendszer megtervezéséhez. A hulladékgazdálkodási rendszerek tervezése során a technológia megválasztásának legfontosabb kérdése, hogy milyen ráfordítással érdemes a további hasznosításra szánt anyagokat kinyerni a hulladékból. Ennek eldöntése a következő összefüggés alapján történhet meg: a begyűjtési-szállítási, előkészítési és

továbbszállítási költség együttesen legyen kevesebb, mint a termékek folyamatosan változó világgiazi összára és az elnyerhető szubvenciók összege.

Fontos azonban megjegyezni, hogy míg az ásványvagyon-gazdálkodás esetében a kitermelés gazdaságossága elsősorban a nyersanyag világgiazi árának függvénye, addig a hulladékgazdálkodás tekintetében a szubvenciókon és szankciókon keresztül állami beavatkozás is nagyban befolyásolja azt, hogy a hulladékkezelés mely technológiai és azok milyen mélységig történő alkalmazása eredményeznek költséghatékony működést.

A gazdaságossági-számítás, mint a tervezést – és a későbbi üzemeltetést – segítő információforrás vonatkozásában arra a következtetésre juthatunk, hogy a hulladékgazdálkodás területén is kerüljön alkalmazásra a nyersanyag- és ásványvagyon-gazdálkodás esetén már hosszú ideje bevett gyakorlatként működő műveletelési számításához hasonló funkciójú számítás. A módszer alkalmazása természetesen az analógiák ellenére a települési szilárd hulladék gazdálkodásra jellemző speciális sajátosságok figyelembevételével történhet meg, tehát a kötelezően végzendő és igénybe veendő közszolgáltatási törvényi előírásoknak teljesülniük kell. A hulladékgazdálkodás esetén ez a folyamat egy költség-hasznonelemzést jelenthet, mely – a nyersanyag-gazdálkodástól eltérően – nem a kitermelhetőség eldöntéséhez, hanem a különféle kötelezettségeknek leggazdaságosabban megfelelni tudó üzemeltetési módszer megválasztásához jelenthet hathatós segítséget. A módszer alkalmazhatóságának fontos kérdése, hogy milyen módon történhet a beruházás és az üzemeltetés során érintett, gyakran ellenérdekelt felek szempontjainak, valamint a közsféra és az üzleti szervezetek eltérő „stílusának” az összehangolása és egyeztetése a kívánt cél elérése érdekében. A megoldást egy olyan koordinációs rendszer jelentheti, amely a regionális környezetvédelmi, illetve az egyéb infrastruktúra-fejlesztési beruházások esetén igénybe vehető, és így segítséget nyújthat az optimális állapot eléréséhez.

Ez a koordináló szervezet egy olyan speciális üzleti szervezet lehet, amely a gazdasági társaságok szabályai szerint, piaci viszonyok között tevékenykedik, de a helyi önkormányzat/ok tulajdonában áll. Ebből következően kénytelen megtanulni a közsféra sajátos működési szisztémáját és nem elsősorban a profitmaximalizálás, hanem a közösség által fontosnak tartott érdekek kiszolgálása vezérli. Így katalizáló, koordináló és kontrolláló szerepet játszhat a különböző résztvevők érdekei között az optimális eredmény elérése érdekében.

A rendszermodellben megfogalmazott összefüggések kiindulópontja arra a – hulladékgazdálkodás jelenlegi feltételrendszerét alakító – szemléletbeli változásra vezethető vissza, amely a hulladékok lehetőség szerinti minél szélesebb körű és sokoldalúbb hasznosítását célozza. Ennek megfelelően az újonnan kialakítandó hulladékgazdálkodási rendszereknél újra kell gondolni a hulladékkezelés aktuális feladatait, immáron a folyamatosan változó társadalmi-gazdasági viszonyok figyelembevételével, amelyek az anyagok újrahasznosítása irányába hatnak.

Ezen túlmenően – a keletkező kimenetek és azok egyéb gazdasági folyamatokba, mint bemenetek becsatolásával – a hulladékgazdálkodási rendszer alapját képezheti egy regionális rendszerszemléletű településüzemeltetési és fejlesztési modell kialakításának is. A lehetséges szinergikus hatások kihasználásával elérhető egy adott település vagy településcsoport igényeinek kielégítése a helyben rendelkezésre álló erőforrások felhasználásával. E megoldás eredményeként a településüzemeltetés területén kínálkozó lehetséges szinergiákat kihasználó települések vagy régiók összességében kedvezőbb díjtételű közszolgáltatásokat biztosíthatnak, ennek köszönhetően a termelői szektor beruházásai számára is vonzóbb helyszínt jelenthetnek. A rendszerszemléletű megközelítés tehát versenyelőnyt, az ebből fakadó gazdaságélénkülés pedig hosszú távú előnyöket biztosíthat egy település vagy akár egy régió számára is. Hozzátehetjük, ha mindezek a fejlesztések kutatási tevékenységet is magukba foglalnak, megfelelő oktatási, képzési háttérrel nagymértékben elősegíthetik a több hozzáadott értéket produkáló és a helyhez sokkal jobban kötődő, tudásalapú gazdaság kialakulását.

Gyakorlati példaként elmondható, hogy Pécssett regionális méretű, 300 települést érintő fejlesztésre került sor a Kohéziós Alap támogatásával: 100 hulladéklerakó került rekultiválásra, 68 millió euro értékű hulladékgazdálkodási infrastruktúra jött létre, a városüzemeltetési szinergiák és a megfelelő tervezésnek köszönhetően megfizethető, a versenyképességet nem hátráltató közszolgáltatások alakultak ki.

A fenti hulladékgazdálkodási nagyprojekt előkészítése során alkalmaztuk először a környezettechnológiai koordinációs modellt, és a tapasztalatok alapján fogalmazódott meg, hogy csak a rendkívül ésszerűen megtervezett és az erőforrás-hatékonyság elveit alkalmazó beruházások lehetnek hosszú távon gazdaságosan üzemeltethetők és a környezeti fenntarthatósági szempontokat is kielégítőek.

### Települési szilárd hulladékok (TSZH) korszerű kezelése

A Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézetében közel két évtizede alakult ki a TSZH-team, amelynek kezdeményezője és tudományos vezetője *prof. dr. Csóke Barnabás*.

A kutatás-fejlesztési team Magyarországon úttörőként kidolgozta és a Magyar Szabványba javasolta a települési szilárd hulladékok vizsgálatának módszertanát és eszközeit. Ez a módszer ma a Magyar Szabványban „hulladék-analízis” név alatt szerepel és lehetővé teszi a TSZH különböző komponensei megoszlásának meghatározását a hulladék különböző szemcsefrakcióiban. Ezzel szilárd támpontot nyújt a változó társadalmi-gazdasági igény(ek)e)t kielégítő korszerű hulladék-kezelési technológia tervezéséhez.

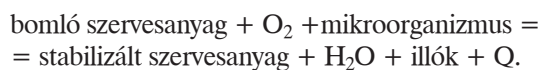
A team kidolgozta a települési szilárd hulladékok, ill. azokból előállított termékek fűtőértékének meghatározására szolgáló eljárást és berendezést is. Ugyanis a heterogén TSZH-t nem lehet az addig, pl. szénélőkészítésben bevált módszerrel, megbízhatóan elemezni. Ez is bekerült a Magyar Szabványba. Foglalkoztunk és jelenleg is foglalkozunk a TSZH kezelési szakterületének szinte minden kérdéscsoportjával.

A települési szilárd hulladék kezelése manapság a korszerű gyűjtésével kezdődik. Az elkülönített gyűjtés során a csomagolóanyagot, a biohulladékot és az ún. maradékfrakciót további feldolgozásnak vetjük alá. A csomagolóanyag a válogatóműbe kerül, ahol az anyagában való hasznosítás céljából előkészítése megtörténik. A Pécssett létesült első magyar válogatómű tervezésében a TSZH-team oroszlanrészt vállalt.

A biofrakcióból rendszerint komposzt készül, amelyet a városgondnokságok, ill. a lakosság hasznosítják. Felhasználható még egyéb szubsztrátokkal együtt a biogáz előállításában is.

A legnagyobb gondot a rendkívül vegyes, heterogén összetételű maradékfrakció kezelése jelenti. A relatíve nagy bomló szerveskomponens-tartalma miatt (nedves, szétkenődő, bomló, bűdös, stb. ételmaradékok és hasonló) a maradékfrakcióból közvetlenül nem választható le a nem-bomló szerves és nagy fűtőértékű (karton, műanyag, textil, papír stb.), valamint a ferrofém, ill. a nem-ferrofém termék.

A talaj mikroorganizmusok jelenlétében végbemelő biológiai aerob és exoterm stabilizálási eljárás lehetővé teszi ugyanakkor a maradékfrakció nedvességtartalmának, térfogatának és tömegének jelentős csökkentését:



A stabilizált szervesanyag talajszerű és száraz, nem tapadós. A biostabilizálást a statikus ágyas rendszerben célszerű elvégezni kényszerlevegőztetés és a szemi-permeábilis fóliatakarás felhasználásával. A statikus ágyas rendszer a korábban komposztálás céljára kifejlesztett eljárás továbbgondolása. Ellentétben a statikus ágyas komposztálási rendszerrel az ágy porozitásának időben és térfogatában való homogén eloszlását itt nem az idegen mátrix bekeverése, hanem a nem-bomló saját komponensek, tehát az *autogén mátrix* biztosítja.

A biostabilizálást követő, ill. azzal kombinált mechanikai műveletek segítségével a feljebb felsorolt termékek előállíthatók. A stabilizált szervesanyag (biostabilát) szitával leválasztható, a ferrofémek mágneses-, míg a nem-ferrofémek örvényáramú szeparálással kinyerhetők. A nagy (12-14 MJ/kg) fűtőértékű frakció a másodlagos tüzelőanyag (RDF).

A mechanikai-biológiai hulladékkezelés (MBH) névét viselő rendszer rendkívül rugalmas. Lehetővé teszi a gazdaságossági szempont maximális figyelembevételével több alternatíva megvalósítását. Pl. a stabilizált szervesanyag vonatkozásában több cél-függvény is felállítható:

– a minél nagyobb hányadának leválasztása a lerak-

hatósági feltételek betartása mellett;

- a lerakó napi takarásaként vagy energiaültetvény talajpótlására való felhasználása;
- a minél nagyobb fokú energia-kinyerés a már száraz, de még teljesen le nem bomlott biostabilít biogáz előállítására való felhasználása (kombinált 3A technológia).

Az RDF tekintetében a kedvező gazdasági-műszaki környezetben a 12-14 MJ/kg-os RDF-prekurzor tovább nemesíthető magasabb, 18-24 MJ/kg-os fűtőértékig a klórtartalmú PVC leválasztásával is. Ily módon csupán 10%-nyi tömeghányadú és környezetileg inert rész kerülne a hulladéklerakóba.

## IRODALOM

1. Csőke B., Bokányi L., Bóhm J., Buócz Z., Fajtli J., Kiss T.: Szilárd települési hulladékok előkészítése és hasznosítása. Miskolci Egyetem Továbbképzési Központ, 1999 (mérnöktovábbképző jegyzet)
2. Csőke B., Alexa L., Olessák D., Ferencz K., Bokányi L.: Mechanikai-biológiai hulladékkezelés kézikönyve (Handbook of Mechanical-Biological Waste Treatment) ProfiComp Könyvek 2006 ISBN 963060699-2.
3. Csőke B., Bóhm J., Szabó I., Fajtli J., Bokányi L., Takács J., Madarász T.: Hulladékgazdálkodás, Digitális tananyag. Miskolci Egyetem, 2010. [www.hulladekonline.hu/hulladegazdalkodas](http://www.hulladekonline.hu/hulladegazdalkodas)
4. Kiss Tibor: Gazdaságosság és rendszerelmélet a települési szilárdhulladék gazdálkodásban, PhD disszertáció Miskolci Egyetem, 2008. Tudományos vezetők: Csőke Barnabás és Bokányi Ljudmilla
5. Chlepkó T. (szerk.): Megújuló mezőgazdaság. Tertia Kiadó, 2008. ISBN 978-963-06-4971-1. 7. fejezet: 208-216. Csőke B., Bokányi L.: Technológiák kapcsolódási lehetőségeinek bemutatása.
6. Települési szilárd hulladékok hasznosítása nemzetközi előírásoknak megfelelő alternatív tüzelőanyag előállításával. GVOP-3.1.1.-2004-05-0460/3.0 Projekt. Miskolci Egyetem (témavezető: prof. dr. Csőke Barnabás), 2007
7. Bokányi, L. (témavezető): MBH technológiák EU-s vizsgálata és hazai alkalmazhatóságuk bemutatása tárgyú, a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium Fejlesztési Igazgatóság megbízásából készített tanulmány. 2009
8. Ljudmilla Bokányi, Terézia Varga: Physical Modelling on the Enhancement of Aerobic Stabilization of Municipal Waste Landfill. Geosciences and Engineering: A publication of the University of Miskolc 3: (5) pp. 53-57. 2014
9. Bokányi L., Varga T.: Enhancement of the biogas production from biowastes by a mechano-chemical treatment. In: 17th International Conference on Waste Recycling. 2013 Kosice, Institute of Geotechnics SAS, pp. 63-66.
10. Csőke Barnabás, Agatics Roland, Alexa László, Bokányi Ljudmilla, Nagy Sándor, Varga Terézia: Szilárd települési hulladék komplex kezelési és hasznosítási rendszerének kifejlesztése Vaskúton. HULLADÉK ONLINE 2012. február: Paper 195. 15 p.
11. Varga Terézia, Bokányi Ljudmilla: Biogáz-termelődés matematikai modellezése. HULLADÉK ONLINE 3. évfolyam (1. szám) Paper 3.1. (2012)
12. Varga Terézia, Soltész Beáta, Bokányi Ljudmilla: Investigation of biogas producing capacity of organic wastes from Vaskút. In: Bikfalvi Péter (szerk.) microCAD 2012, N szekció: Fluid and Heat Engineering (Áramlás- és hőtechnika): XXVI. Nemzetközi Tudományos Konferencia. Miskolc, Miskolci Egyetem Innovációs és Technológia Transzfer Centrum, 2012 Paper S.A. 4. (ISBN 978-963-661-773-8)
13. Aleksza László, Bokányi L., Csőke B., Varga T.: A novel complex MSW and biomass processing system with the economical and environmental target to maximize waste-to-energy output. In: 19th EU Biomass Conference & Exhibition. Berlin 2011. pp. 1851-1857. (ISBN:978-88-89407-55-7)
14. Bokányi Ljudmilla, Takács János, Varga Terézia, Máday-Üveges Valéria, Nagy Sándor, Paulovics József: Kutatófejlesztő munka a bioeljárás-technika és a reakciótechnika terén. Geotudományok: a Miskolci Egyetem közleménye A sorozat, bányászat 79. köt. pp. 303-313. (2010)
15. Varga Terézia, Bokányi Ljudmilla: Optimisation of aerobic-anaerobic treatment of municipal solid wastes In: Lehoczky László (szerk.) microCAD 2008, G szekció: International Scientific Conference. Miskolc. Miskolci Egyetem Innovációs és Technológia Transzfer Centrum, 2008. pp. 107-112. Section G: Mathematics and computer science (ISBN:978 963 661 818 6)

**DR. BOKÁNYI LJUDMILLA** 1979-ben végzett okleveles mérnökként a Moszkvai Kohászati Egyetem Ásványelőkészítési szakán. 1979. szeptember 1. óta a Miskolci Egyetem (korábban Nehézipari Műszaki Egyetem) Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárás-technika Intézetében (korábban Ásványelőkészítési, ill. Eljárás-technikai Tanszék) dolgozik, 1995 óta egyetemi docensként. 1992-ben dr. univ. (Miskolci Egyetem), 1994-ben a műszaki tudomány kandidátusa fokozatot szerzett az MTA-n (1997-ben PhD fokozatot a kandidátusi alapján kapott). Több európai ösztöndíjat, valamint a Széchenyi Professzori Ösztöndíjat nyerte el, Mestertanár Aranyérem kitüntetésben részesült. Több hazai és nemzetközi kutatási projekt vezetője. 2013-tól az újonnan alapított Bioeljárás-technikai és Reakció-technikai Tanszék vezetője.

**DR. KISS TIBOR** 1988-ban okl. bányamérnökként a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karán, 1991-ben okl. környezetvédelmi szakmérnökként a Kohómérnöki Karon (a Veszprémi Egyetemmel közös képzés), 1995-ben pedig közgazdasági szakokleveles mérnökként a Janus Pannonius Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Karán végzett, majd 2008-ban PhD tudományos fokozatot szerzett a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karán. 1994-től a BIOKOM Pécsi Városüzemeltetési és Környezetgazdálkodási NKft. ügyvezető igazgatója. 2009-től meghívott egyetemi docens, majd 2010-től tudományos főmunkatárs a Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar Környezetmérnöki Tanszékén. 2012-től a Pécsi Tudományegyetem Szentágothai János Kutatóközpont SMART CITY Technologies Kutatócsoportjának vezetője, 2013-tól a Magyar Környezet-technológiai Gyártó- és Fejlesztő Klaszter elnöke. Több díjat és kitüntetést nyert el, többek között „A környezet védelméért” díjat, a Baranya megyei Innovációs és Környezetvédelmi Díjat, Területfejlesztési Díjat és a Magyar Köztársaság Ezüst Érdemkereszt kitüntetését.



# Gyűrűs malmok üzemének optimalizálása az energiamérleg- és a mátrix modell segítségével

DR. NAGY LAJOS okl. bányamérnök, címzetes egyetemi docens –  
DR. FAITLI JÓZSEF okl. bányagépész- és bányavillamossági mérnök, egyetemi docens, Miskolci Egyetem  
Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet



*Az utóbbi időben számos helyen előtérbe került a gyűrűs malmok alkalmazása a golyós malmok rovására, mint például a cementgyártásban, vagy a kerámia iparban. Szerzők több évtizedes kutatómunkát végeztek a gyűrűs malommal megvalósított mészkeő őrlés-osztályozás-szárítás területén. Számos szisztematikus üzemi mérés alapján kidolgozták a jelen cikkben közölt energiamérleg- és mátrix modellt.*

## Bevezetés

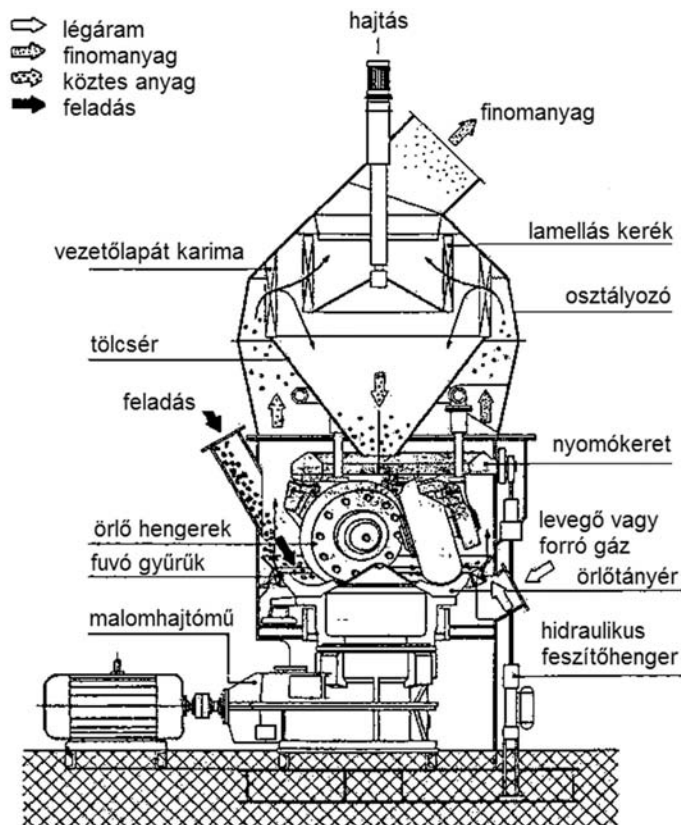
Csőke Barnabás professzor 70. születésnapján a szerzők jelen cikk megírásával köszönetüket szeretnék kifejezni azért, hogy mindkettőjük esetében az aprítás-osztályozás tudományterületére az Ő útmutatása, tanítása alapján léphettek be. Ennek az együttműködésnek és közös kutatómunkának az eredménye az, hogy a cikkben tömören leírt modellek az eger-felnémeti mészkeő előkészítőműben elvégzett nagyszámú üzemi mérés és elméleti kutató munka alapján megszülettek.

## A technológia leírása

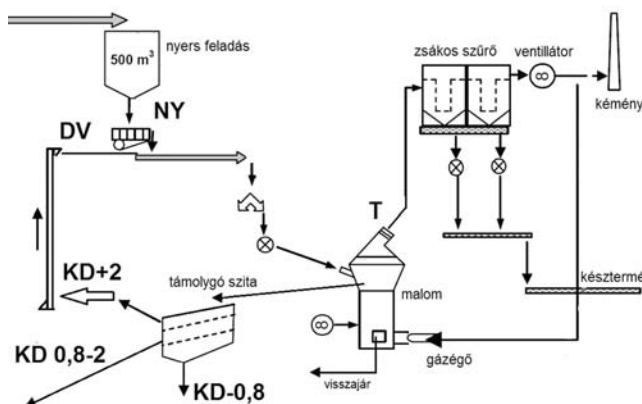
A gyűrűs malmok általában középkevény és lágy, nem koptató, törekeny anyagok száraz őrlésére alkalmasak, mint jelen esetben a mészkeő. A finom őrlés területén kiválóan alkalmazhatók, mivel a forgó tányéron gördülő fix görgők dörzslő hatást idéznek elő, amiktől sok finom rész képződik. Az eger-felnémeti mészkeő előkészítőműben Pfeiffer 2800 C típusú gyűrűsmalmok üzemelnek, amelyek gyári névleges kapacitása 46 t/h (az erőművi kénleválasztásra specifikált mészkeőörlemény gyártása esetén). A malom több egységből álló, áthúzó légáramú, függőleges elhelyezkedésű őrlőberendezés. A lényeges egységek – az őrlő és az osztályozó – egy kompakt egységet képeznek, egymással fixen összeépítve. Lényeges jellemzője a malomnak a három helyhez kötött görgő, amelyek egy lassan forgó őrlőtányéron gördülnek. A görgők egy közös nyomókerettel és három hidraulikus hengerrel egy statikusan meghatározott rendszert képeznek, ami az őrlőágyra és ezáltal a hajtóműben a szegmens nyomcsapágyra is egyenletes tehereloszlással hat. Minden őrlőhenger vagy görgő mozgathatóan össze van kötve a nyomókerettel és oldalirányba ingamozgást tud végezni. Ezeknek az ingamozgásoknak és a pneumatikus rugózásának köszönhetően az őrlőhengerek optimálisan illeszkednek az őrlőágyhoz. A megörlendő anyagot a

görgők és az őrlőtányér behúzza, és apró darabokra töri. A feladott anyag őrléséhez szükséges erőt az őrlőhengerek és az őrlőtányér megfelelő összenyomása hozza létre, amit egy hidropneumatikus feszítőrendszerrel érnek el, és ezt az erőt szükség esetén őrlés közben is lehet változtatni. Az 1. ábra mutatja a gyűrűs malom szerkezeti felépítését.

A gyűrűs malom az üzemben alkalmazott technológia része. A 2. ábrán az üzem azon része látható, amelyen az üzemi vizsgálatokat elvégeztük. A bányából érkező és már 60 mm alá aprított mészkeő egy silóban kerül átmeneti tárolásra majd feladásra. A malom működtetéséhez egy levegő rendszer is szükséges, amely főbb részei a ventilátor, a zsákos szűrő és a gázegő.



1. ábra: A gyűrűs malom szerkezeti felépítése



2. ábra: A mészke előkészítőmű vizsgált technológiája

### Üzemi kísérletek

A korábbiakban a mészke előkészítőművet a beruházás során elkészített technológia és a megírt vezérlőszoftver segítségével üzemeltették. Ez többek között azal járt, hogy a malomból kilépő levegő hőmérsékletét (T) minimum 80 °C-on tartották. Amennyiben ez a hőmérséklet lecsökkent, növelték a gázégővel bevitt hőenergiát. Az első üzemi kísérlet célja az volt, hogy a kilépő levegő hőmérsékletének a hatását megvizsgáljuk, ezért a szoftver kilépő hőmérséklet minimum korlátját feloldottuk. A vizsgálat során állandó 50 t/h feladást biztosítottunk; továbbá feltételeztük, hogy a feladás anyagösszetétele, hőmérséklete és nedvességtartalma is közel állandó volt a mérés során. Minden egyes vizsgálat előtt 2 órát vártunk a stacionér üzemállapot beállítására. Az eredményeket az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat:

Őrlési kísérlet különböző hőmérsékleteken

Feladás (NY)	Levegő kilépő hőmérs. °C	Malom vill. fogy. kWh	Fajlagos vill. fogy. kWh/t	Gázfogy. m <sup>3</sup> /h	Gáz vill. egyenértéke (1 m <sup>3</sup> =9 kWh) kWh	Összes energia kWh	Fajlagos össz. energia kWh/t
50	37,8	687	13,74	0	0	687	13,74
50	50,0	644	12,88	56	521	1165	23,30
50	60,0	642	12,83	84	781	1423	28,45
50	70,0	630	12,60	112	1037	1667	33,34
50	80,0	614	12,27	139	1293	1906	38,12
50	90,0	528	10,56	153	1418	1946	38,92

Megállapítottuk, hogy a növekvő gázfelhasználás nem járt együtt a fajlagos őrlési (villamos) energia érdemi csökkenésével. Az 50-80 °C-os kilépő levegőhőmérséklet tartományban a fajlagos energiaigény alig változik (alig csökken), ami nem fedezi a gázfelhasználásból származó energiafelhasználás tetemes növekedését. Az eredményekből jól látszik, hogy a jelentős gázfelhasználás miatt az összes energiafelhasználás is jelentősen növekedett. Megállapítottuk, hogy már kisebb kilépő levegőhőmérséklet esetén is megfelelő őrlésményt állítottunk elő, a túlzott gázenergia használata őrlés szempontjából felesleges, indokolatlan [7].

Természetesen adódott a kérdés, hogy amennyiben kisebb kilépő levegőhőmérsékleten üzemeltetjük a malmot, akkor a késztermék leválasztását végző zsákos por-

szűrő üzemét ez hogyan befolyásolja. Ezért újabb szisztematikus üzemi méréssorozatot végeztünk az első méréssorozathoz hasonlóan és külön vizsgáltuk a zsákos szűrő és a termék jellemzőit. Megállapítottuk, hogy minimum 35-40 °C-os kilépő levegőhőmérsékletnél a malom folyamatos és időben is üzembiztos működtetése és a megfelelő termékminőség fenntartható [7].

A harmadik nagy üzemi méréssorozatot a szerzők irányításával a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárás-technikai Intézete végezte 2011-ben, több alkalommal [3, 4]. Az üzemi mérések során a technológia két legfontosabb paraméterét, a feladás tömegáramát és az osztályozó forgó kerekének a fordulatszámát változtattuk szisztematikusán. A vizsgálatok célja a következő volt:

1). Az álló és forgó lapátos légosztályozó szétválasztási függvényének a vizsgálata a technológiai jellemzők függvényében.

2). A mért technológiai paraméterek alapján számított üzemi Bond munkaindex segítségével az energetikai optimum keresése.

3). A mátrixmodell segítségével az őrlő-osztályozó rendszer számítógépes szimulációjának a megalapozása, amely segítségével, adott feladás és technológiai paraméterek mellett a termékek jellemzői számíthatók.

Ahhoz, hogy adott üzemállapotban a technológia teljes anyagmértékét fel tudjuk írni, kiterjedt mintavételezést kellett végezni. A mintavételezési helyeket és protokollt előzetesen megterveztük, a minták vételéhez pedig célszerszámokat készítettünk. A 2. ábrán bejelöltük a mintavételi helyeket. A bányából a megfelelő előkészítés (pofás törő, meddő leválasztás, stb.) után érkező anyag-

áram jele NY (nyers feladás). A gyűrűs malomból három helyen távozhat anyagáram. Az őrlőtányérok szélén található gyűrűs réseken keresztül a görgők durva anyagot görgetnek ki. Ez az anyagáram visszajár. Működtethető a malom

úgy is, hogy a légosztályozó álló és forgó lapátjai között az ún. köztes durva (KD) anyagot kijáratják, ami egy 2 és egy 0,8 mm-es szitákkal felszerelt támolygó szitára kerül. A támolygó szita mindhárom termékét mintáztuk, ezek értelemszerűen a KD-0,8, a KD 0,8-2 és a KD+2 jelű anyagáramok. A KD+2 jelű anyagáramot a görgők által a résen keresztül kigörgetett anyaghoz hozzáadják és ezt a kevert DV (durva vissza) anyagáramot újra feladják a malomba. A légáram szállítja ki a leőrölt anyagot a malomból, ennek az anyagáramnak a jele T (termék). Adott üzemállapot esetén jellemzően összesen 400 kg tömegű mintát vettünk. A mérések során több tonna mintaanyagot elemeztünk az intézet laborjában. A mért és számított fő üzemjellemzőket a 2. táblázat mutatja.

2. táblázat

No.	Feladás	Forgó kerék fordulatsz.	Malom teljesítm.	Anyagágy vastagság	Üzemi Bond Index kWh/t	Elválasztási szemcseméret (RRI) mm	Kitevő (RRI) -
	t/h	1/min	kW	mm			
I-A	66	91	670	57	9,302	0,198	3,19
I-B	68	91	700	66	9,324	0,208	3,36
I-C	70	91	730	62	9,628	0,216	2,78
II-A	68	87	670	59	9,759	0,231	2,84
II-B	68	89	680	60	9,324	0,214	3,40
II-C	68	91	700	66	9,324	0,208	3,36
II-D	68	93	710	69	9,404	0,193	3,13

Az ipari gyakorlatban a  $W$  – munka (P teljesítmény és Q feldolgozóképeség hányadosa),  $x_{80}$  – termék szemcsemérete és  $X_{80}$  – feladás szemcsemérete mérésével a  $W_{IB}$  üzemi Bond-munkaindex meghatározható a következő összefüggéssel, amely közvetlenül mutatja az őrlés fajlagos energia szükségletét:

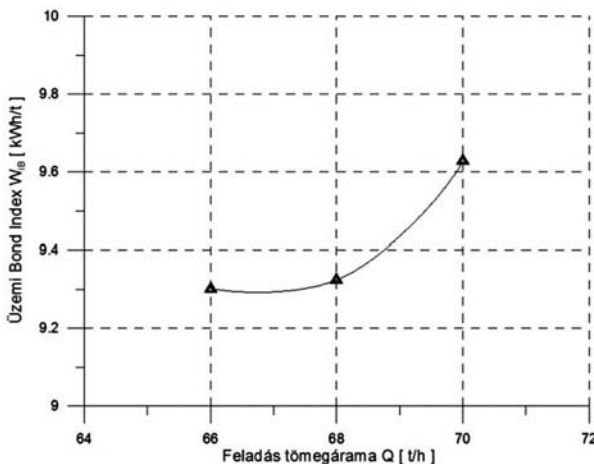
$$W_{IB} = \frac{W}{10 \left( \frac{1}{\sqrt{x_{80}}} - \frac{1}{\sqrt{X_{80}}} \right)}$$

A technológia kielégítő kapacitású üzeme mellett a technológiai paraméterek azon beállításait kell megkeresni, amikor az üzemi Bond-munkaindex a legkisebb. A 3. ábrán a mért üzemi Bond-munkaindex látható a feladás tömegárama és az osztályozó forgó kerekének a fordulatszáma függvényében.

A mérések alapján az osztályozó szétválasztási (Tromp) függvényét is meghatároztuk. Az egészen finom tartomány kivételével – ahol egyébként megfigyelhető volt az ún. „fish hook” jelenség (kisebb szemcseméretek esetén nőtt a kihozatal) – a jól ismert Rosin-Rammler-Intemann függvény jól illeszkedett a mért pontokra.

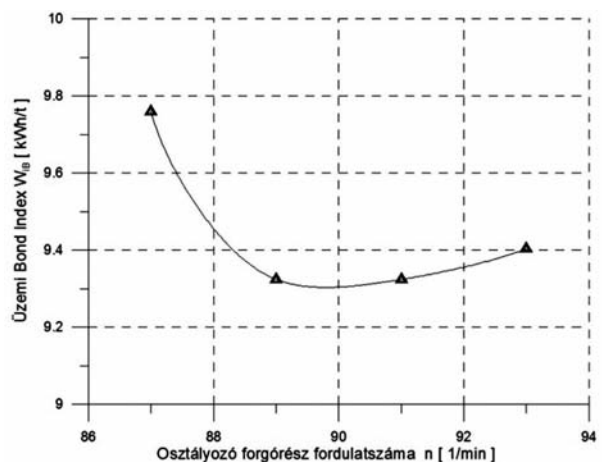
$$T(x) = 1 - \exp\{-\ln 2 \cdot (x/x_c)^n\}$$

A szétválasztást jellemző mérőszámok ( $x_c$  – elválasztási szemcseméret,  $n$  – kitevő) a feladás tömegárama és az osztályozó forgórészének a fordulatszáma függvényében



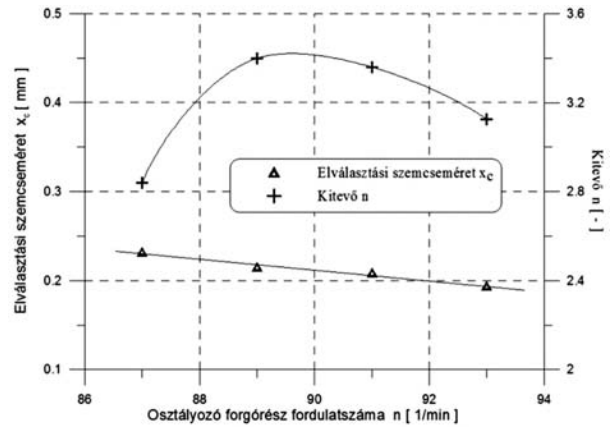
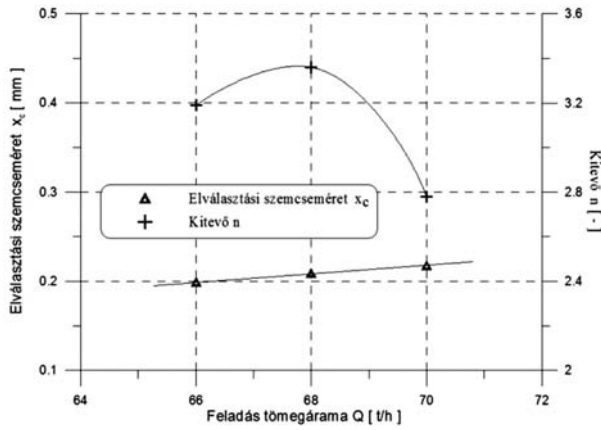
tási szemcseméret,  $n$  – kitevő) a feladás tömegárama és az osztályozó forgórészének a fordulatszáma függvényében a 4. ábrán láthatók. Az elválasztási szemcseméret növekedése durvább termék szemszerkezetet eredményez. Jól megfigyelhető, hogy a feladás tömegáramának a növelésével a termék durvul, az osztályozó fordulatszámának a növelésével finomodik, ahogy azt vártuk. Figyelembe kell venni a kitevőt is, ami viszont a termék szemcseméret eloszlásának a meredekségét befolyásolja. Nagyobb kitevő értéknel a termék szemcseméret eloszlása jobban közelíti a monodiszperz rendszert, ami jobb minőséget jelent. Látható, hogy ilyen szempontból mindkét vizsgált paraméter szerint optimum figyelhető meg.

A negyedik üzemi mérőszorozat célja az őrlő-osztályozó-szárító malom energiamérlegének a kimérése volt. A mérőszorozat elve az volt, hogy a technológia állandó üzeme során, adott időtartam alatt megmérjük az összes bevezetett és az összes felhasznált energiát. A technológiába a legnagyobb energiát a malom őrlőtányérjának a villamos hajtásán keresztül vezetik be. A mérések során feltételeztük, hogy a hajtómű és villamos motor hatásfoka 97% (gyári adat), a villamos felvett teljesítményt a mérőrendszer regisztrálja. A másik nagy energiabevitel az áthúzó légárammal kerül a rendszerbe. Ez részben a segédgáz fűtés miatt, másrészt a ventilátor és az általa szállított levegővel kerül a rendszerbe. A másik oldalon, azaz a kimeneti oldalon számos energiafogyasztó által felhasznált energiát kellett számba vennünk és megmérnünk. A



3. ábra: Az üzemi Bond-munkaindex a feladás tömegárama és az osztályozó forgórészének fordulatszáma függvényében





4. ábra: A szétválasztási jellemzők a feladás tömegárama és az osztályozó forgórészének fordulatszáma függvényében

feladott anyag belső energiáját a fizikai jellemzők (tömegáram, belépő hőmérséklet, nedvességtartalom, nedvőtartalom, fajhők) alapján határoztuk meg. Számos kiegészítő mérést végeztünk a fizikai jellemzők meghatározása érdekében. Ez az anyag felmelegszik, az energiamérlegben a termék belső energiájából ki kell vonni a feladáskori anyag belső energiáját. A hajtóműben felhasznált kenőolajat külső hőcserélőben hűtik le. Az így távozó hővesztéseket az olaj fizikai jellemzői és a mért hőmérsékletek alapján határoztuk meg. Számos hőérzékelőt telepítettünk a hajtómű és a malom palástjába, amelyek segítségével határoztuk meg a palástokon keresztüli hővesztéseket. A technológiai levegő, mint „nedves levegő” hőtartalmát a mérések és a fizikai jellemzők alapján határoztuk meg. Külön megmértük a malom üresjárás teljesítményét, amelyet figyelembe vettünk a kiértékelésnél. A legnehezebb kérdés a ténylegesen az őrlésre, azaz a kis szemcseméretű termék előállítására fordított munka meghatározása volt. A szakirodalomban számos tanulmány foglalkozik az őrlés határfokával [2, 8]. Ezek szerint az őrlő berendezésre bevezetett energia nagyrészt az anyag felmelegedését eredményezi, amely az őrlés eljárás technikai célját (fajlagos felület növelése) tekintve veszteség. Felhívjuk a figyelmet, hogy jelen esetben ez a veszteség számunkra hasznos, mivel az anyag szárítására fordítható (lásd a gázfelhasználásra vonatkozó üzemi kísérletet). A mérések kiértékelésénél úgy jártunk el, hogy az összes többi energiát meghatároztuk és a maradék a ténylegesen az őrlésre fordított energia. Az elvégzett üzemi mérések főbb jellemzői a 3. táblázatban láthatók.

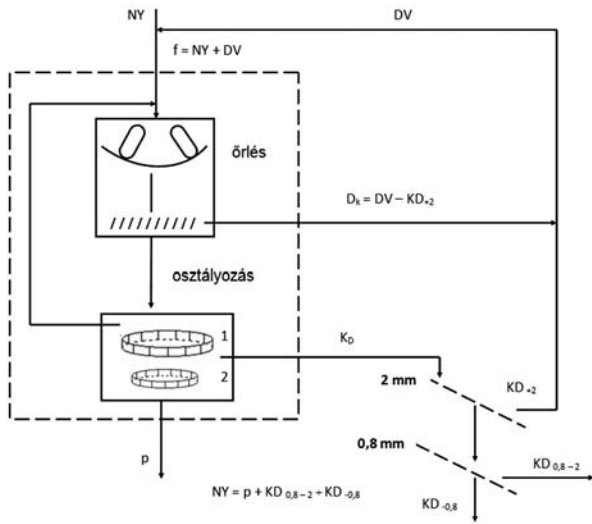
#### Mátrix modell a termék szemcseszerkezetének számítógépes szimulálására

A mátrixmodell elterjedten alkalmazott szimulációs eljárás az őrlés és osztályozás területén [1, 2, 8, 9]. Elsőként a technológia anyagmérlegeit kell felírni. A gyűrűs malom feladását (f) az acélházba épített központi egységbe, konkrétan az őrlőtányérra vezetik. Az álló őrlőgörgők és a forgó őrlőtányér behúzzák a követ a résbe és elkezdődik az anyag aprózódása. Az aprózódott anyagot a centrifugális erő kifelé szállítja, ahol a gyűrű alakú részbe kerülnek. A bevezetett légáram a résen keresztül áramlik és a megfelelő méretű szemcséket felfelé elszállítja. A nagyobb darabok aláhullnak és később újra feladásra kerülnek (DV). Ezek szerint az őrlés utáni első szétválasztó berendezés maga a gyűrű alakú rész, ami úgy működik, mint egy áramkészülék, amelyben a szemcsék mozgását alapvetően a felfelé mutató légsebesség és a szemcse süllyedési végsebessége határozza meg. Az első szétválasztó berendezés szétválasztását jellemzi a Tromp függvénye, amit a mátrix modell alkalmazása esetén mátrixként írhatunk fel ( $T_M$ ). A légáram felszállítja az őrlött anyagot a légosztályozóra, elsőként az álló lapátokból álló osztályozó kerékre ( $T_1$ ). Megjegyezzük, hogy maga a malomhenger, mint légáramkészülék is része a  $T_1$  szétválasztó fokozatnak. Ennek a durva terméke visszahullik az őrlőtányérra. Ez azt jelenti, hogy a visszacsatolás a második szétválasztó fokozatról történik, ami a szimulációt meglehetősen megnehezíti. Az álló lapátokat követik a forgó lapátok, amely a ( $T_2$ ) jelű szétválasztó fokozat. A kettő között az ún. köztes durva frakciót

3. táblázat

No.	Feladás	Feladás hőm. °C	Feladás nedv. n <sub>0</sub> %	Elmenő levegő hőm. °C	Malom motor munka kWh	Feladás hőtart. kWh	Hajtómű vesz.		Malom vesz. Palást kWh	Őrlés kWh
							olaj kWh	palást kWh		
1	56	14,5	0,69	48,7	659	721	14,8	2,64	81,7	103
2	54	17,1	0,97	47,7	680	612	17,6	2,41	74,7	121
3	58	21,5	1,43	44,2	727	485	37,2	2,08	64,3	150
4	56	21	0,8	50,6	674	518	17,4	2,56	79,3	265
Átl.	56	18,5	0,97	47,8	685	591	21,7	2,42	75,0	117

Az őrlési energia meghatározása



5. ábra: Az őrleő-osztályozó körfolyamat modellje

ki-, majd a külső támoogyó szítára vezetik, ahogy azt már korábban láttuk. Az itt leírt anyagmértleget az 5. ábrán ábrázoltuk.

Ezek szerint a központi technológia egy aprító (XB) és három szétválasztó (TM, T1, T2) fokozatból áll. A 6. ábra a technológia felírt mátrix modellezését mutatja.

Ezek az egyenletek a központi technológia mindhárom kimenetére megoldhatók, azaz az anyagáramok jellemzői számíthatók, amennyiben az aprítási és a szétválasztási mátrixok ismertek.

$$D_k = T_M [I - X_B (I - T_M) T_1]^{-1} X_B f$$

$$K_D = (I - T_M)(I - T_1) T_2 [I - X_B (I - T_M) T_1]^{-1} X_B f$$

$$p = (I - T_M)(I - T_1)(I - T_2) [I - X_B (I - T_M) T_1]^{-1} X_B f$$

A szétválasztási mátrixok az üzemi mérések eredményei alapján meghatározhatók. Az igazi szakmai kihívást a gyűrűs őrleés modellezése jelenti (7. ábra). Wang és szerzőtársai, ill. Lynch [2, 9] feltételezték, hogy az aprítás a görgő és a tányér közti résben egymást követő törések sorozataként jön létre. Természetesen osztályozódás is fellép, mivel az adott résnél nagyobb szemcsék nem juthatnak azon át.

Wang és szerzőtársai [9] a következő formában írták fel a gyűrűsmalmi aprítás mátrix modelljét olyan őrleésre, amikor nincs visszajáratás körfolyamban.

$$X_j = B \cdot S + I - S \quad p = \begin{bmatrix} j = v \\ \pi \\ j = 0 \end{bmatrix} X_j \cdot f$$

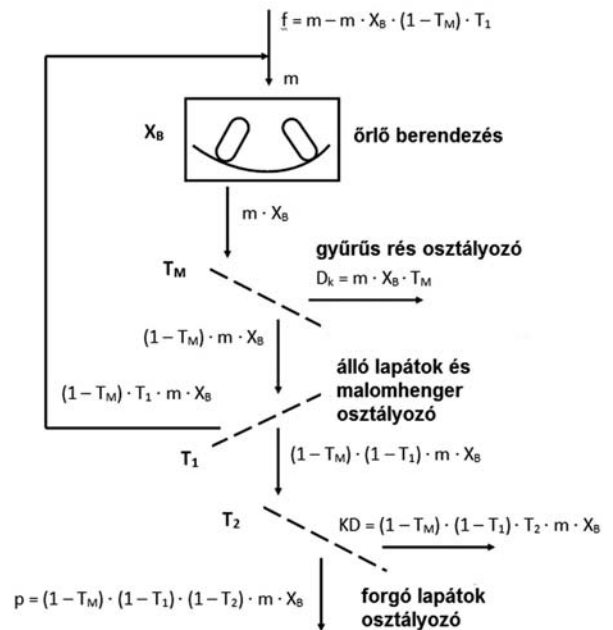
Ez a felírási mód nagyon tömör, azonban valójában nagyon sok számolást igényel. A modell szerint  $v$  számú őrleési lépcsőben történik az aprítás. Adott őrleési lépcsőben az  $X_j$  aprítási mátrixszal való beszorzás útján kapjuk meg a töretet.  $X_j$ -t a  $B$ -törési mátrix, az  $S$ -törési valószínűség mátrix és az  $I$ -egységmátrix segítségével számíthatjuk ki. Az első ( $v = 1$ ) őrleési lépcsőben a feladás az maga a nyers feladás ( $f$ ) és a termék  $p_1$ . A második lép-

csőben  $p_1$  lesz a feladás, a termék pedig  $p_2$ . A  $\pi$ -vel jelölt művelet jelenti ezt az ismétlődő mátrixszorzást. A modell szerint adott őrleési lépcsőből a résnél nagyobb szemcsék nem juthatnak a következőbe. Ezt a modell úgy biztosítja, hogy az  $X_j$  aprítási mátrix összes elemét egy oszloppal jobbra és egy sorral lefelé el kell tolni, majd a felszabaduló helyekre 0-t kell írni, minden egyes lépcsőben. A modell alkalmazása esetén a szemcseméret mérésére és a számításokhoz  $\sqrt{2}$ -es szitasort, ill. szemcseméreteket kell alkalmazni.

Wang és szerzőtársai [9] modellje csak nem körfolyamatos őrleésre alkalmazható, azaz ebben a formában nem lehet a gyűrűs malomra korábban felírt mátrix egyenletek megoldására használni. A körfolyamat miatt olyan  $X_B$  aprítási mátrixra van szükség, amelyből egy szorzással töretet lehet számítani. Wang és szerzőtársai modelljét a következőképp módosítottuk.

$$X_j = B \cdot S + I - S \quad X_B = \begin{bmatrix} j = v \\ \pi \\ j = 0 \end{bmatrix} X_j \quad p = X_B \cdot f$$

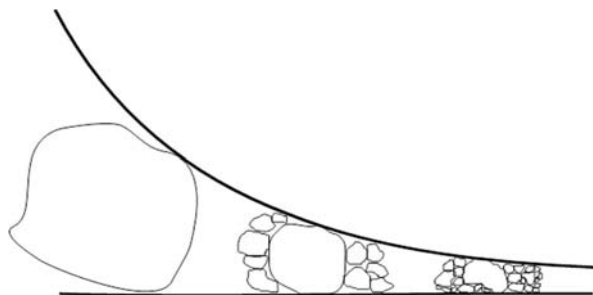
Ebben az esetben a görgők és a tányér közötti résben megvalósuló ismételt aprózódási lépcsőket egy eredő  $X_B$  aprítási mátrix kiszámításával jellemezzük. Ez a megadott módszer szerint külön elvégezhető, amikor az  $X_j$  őrleési lépcsőt jellemző aprítási mátrix  $j$  és  $j+1$  mátrixait szorozzuk össze lépésenként. A  $j+1$  lépcső mátrixát a korábbiakhoz hasonló módon, azaz az oszlopok jobbra és a sorok lefelé tolásával és a felszabaduló helyekre 0 beírásával kaphatjuk meg. A  $B$  törési mátrix értékeit a jól ismert Broadbent és Calcott [2] függvényből számítottuk ki. Az  $S$  törési valószínűség mátrix és a  $v$  ismételt törési lépcsők száma értékeit az Excel-ben megírt szimulációs program segítségével az üzemi mérések adataira történő iterációval (megismételt számításokkal) határoztuk meg.



6. ábra: Az őrleő-osztályozó körfolyamat mátrix modellje

4. táblázat

Bevezetett energia		Energiamérleg	
		Felhasznált energia	
Villamos energia	57,3%	Szilárd anyag hőtartalma	49,4%
Áthúzó légárammal bevitt energia	42,7%	Hajtómű olaj vesztesége	1,8%
		Hajtómű palást vesztesége	0,2%
		Levegő hőtartalma	32,5%
		Malompalást hővesztesége	6,3%
		Üresjárat és őrlési energia	9,8%
Összesen	100%	Összesen	100%



7. ábra: Az őrlés modellje

### Energiamérleg modell és új szabályozási stratégia

A korábbiakban ismertetett üzemi mérések átlagos értékeit a vizsgált üzemállapotra a 4. táblázat mutatja. Talán meglepő érték az, hogy a bevezetett összes energiának csak kb. 10%-a fordítódik az őrlőtányér forgatására (üres járás) és ténylegesen őrlésre. A bevezetett energia legnagyobb hányada a szilárd anyag felmelegítésére fordítódik, míg második legnagyobb hányada a levegőt és azon keresztül a környezetet melegíti.

Mindebből következik, hogy az őrlésnél veszteségmentesen jelentkező, de az anyag felmelegedését okozó energia hatását ki kell használnunk szárításra. A már üzemelő malmok esetén általában már nem gazdasági racionalitás egy új mérő és vezérlő rendszer kiépítése. Azonban a meglévő rendszereket is lehet a bemutatott energiamodellre alapozott stratégia szerint üzemeltetni, folyamatszabályozni. Ez pedig tömören fogalmazva azt jelenti, hogy a kielégítő késztermékminőség és -nedvességtartalom mellett a kimenő légáram hőmérsékletét alacsony értékre kell beszabályozni és csak annyi gázt kell használni segédűtésre amennyi ehhez feltétlenül szükséges. Mindezt úgy, hogy rövid idő alatt kell a feladás inhomogenitására válaszként a szükséges technológiai paramétereket szabályozni.

**DR. NAGY LAJOS** bányamérnöki oklevelét 1975-ben szerezte a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen. 1975 és 1985 között a Borsodi Szénbányák Farkaslyuki Aknaüzemében dolgozott mint üzemmérnök, majd körletvezető főmérnök. 1985-től 1990-ig az Egersehi Bányauzem üzemvezető főmérnöke volt. 1990-től az Országos Érc- és Ásványbányák Felületi Bányauzeméhez került, ahol a tulajdonosváltás után az OMYA Eger Kft. ügyvezető igazgatója lett. Irányításával készült el a világszínvonalú technológiájú új felületi bánya és mészkeőrlő üzem beruházása.

**DR. FAITLI JÓZSEF** intézeti tanszékvezető egyetemi docens 1989-ben a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen szerzett bányagépészeti és -villamosági mérnök diplomát. A végzés óta a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézetének és jogelőd intézeteinek oktatója. 1998-ban szerzett PhD oklevelet. Fő oktatási és kutatási területe a mechanikai eljárás technika, többfázisú áramlások, szemcsemozgás, mintavételezés, porleválasztás, számítógépes szimuláció stb. Tudományos publikációi száma 123.

### Konklúzió

Az üzemi mérések és elméleti megfontolások alapján kidolgozott energiamérleg modell segítségével a gyűrűsmalmi őrlőosztályozó-szárító technológia a korábbiaktól eltérő stratégia szerint üzemeltethető. Ennek eredménye, hogy a vizsgált előkészítőműben az átlagos gázfogyasztás a korábbi érték 5%-ára esett vissza. A kidolgozott mátrix modell alapján az üzem által gyártott termékek szemcseméret eloszlása számítógéppel szimulálható. Többek közt ennek is köszönhető, hogy jelenleg a gyári 46 t/h-s malom stabil üzemben kb. 55 t/h kapacitással üzemel, miközben kiváló minőségű terméket gyárt.

### IRODALOM

- [1] J. Faitli, P. Czél: Matrix Model Simulation of a Vertical Roller Mill with High-Efficiency Slat Classifier. CHEMICAL ENGINEERING & TECHNOLOGY 37: Paper 5. 9 p. (2014)
- [2] J. Lynch: Mineral Crushing and Grinding Circuits, Elsevier, 1977.
- [3] J. Faitli, J. Böhm, I. Gombkötő, G. Mucsi, S. Nagy, K. Papp and L. Nagy: On-site Operational Tests on a Technology with Roller Grinding Mill. 11th International Symposium of Continuous Surface Mining. Miskolc. pp. 181 - 190. (2012)
- [4] J. Faitli, J. Böhm, I. Gombkötő, S. Nagy, K. Papp and L. Nagy: Operational Tests of Roller Grinding Mill with High-efficiency Slat Classifier. XVI. International Conference on Environment and Mineral Processing & Exhibition. Ostrava. pp. 133 - 140. (2012)
- [5] K. Fujita and T. Saito: Unstable vibration of roller mills, Journal of Sound and Vibration, pp. 329-350. (2006)
- [6] R. Junga, S. Mateuszuk and J. Pospolita: Investigation into the movement of milled medium in the bowl of a ring-roller mill, Powder Technology 191, pp. 61-71. (2009)
- [7] Nagy L.: Szárító-gyűrűsmalom-szélosztályozó őrlőrendszer üzem-optimalizációs módszerének kidolgozása. PhD értekezés. Miskolc, (2009)
- [8] H. U. Shaefer: Loesche Vertical Roller Mills for the Comminution of Ores and Minerals, Minerals Engineering, Vol. 14. No. 10. pp. 1155-1160. (2001)
- [9] J. Wang, Q. Chen, Y. Kuang, A. J. Lynch and J. Zhuo: Grinding process within vertical roller mills: experiment and simulation, Mining Science and Technology 19, pp. 97-101. (2009)



# A pálházi perlit finom frakcióinak jellemzői

DR. FARKAS GÉZA okl. bányagépész mérnök, ügyvezető igazgató – DR. MUCSI GÁBOR okl. előkészítéstechnikai mérnök, docens – SZABÓ ROLAND okl. előkészítéstechnikai mérnök, – DR. KRISTÁLY FERENC okl. geológus (Perlit 92 Kft., Miskolci Egyetem)



*Cikkünk perlit előkészítése során a pálházi Perlit 92 Kft.-nél jelentős mennyiségben keletkező finom frakciók (C és Sz jelű perlit) eljárás technikai, kémiai és ásványtani anyagjellemzőit mutatja be. A technológia során leválasztott finom frakciók között elérést tapasztaltunk a finomsági tulajdonságokat illetően; amíg az Sz jelű minta 4159 cm<sup>2</sup>/g, addig a C jelű mintaanyag 843 cm<sup>2</sup>/g fajlagos felülettel rendelkezett. A kémiai összetétel vonatkozásában nem figyeltünk meg szignifikáns eltérést a fő összetevők tekintetében, mindössze az Sz jelű minta valamivel nagyobb Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tartalommal rendelkezett. A C és Sz minták alacsonyabb (85% és 80%) amorf tartalmúak voltak, mint a nyers minták (~95%).*

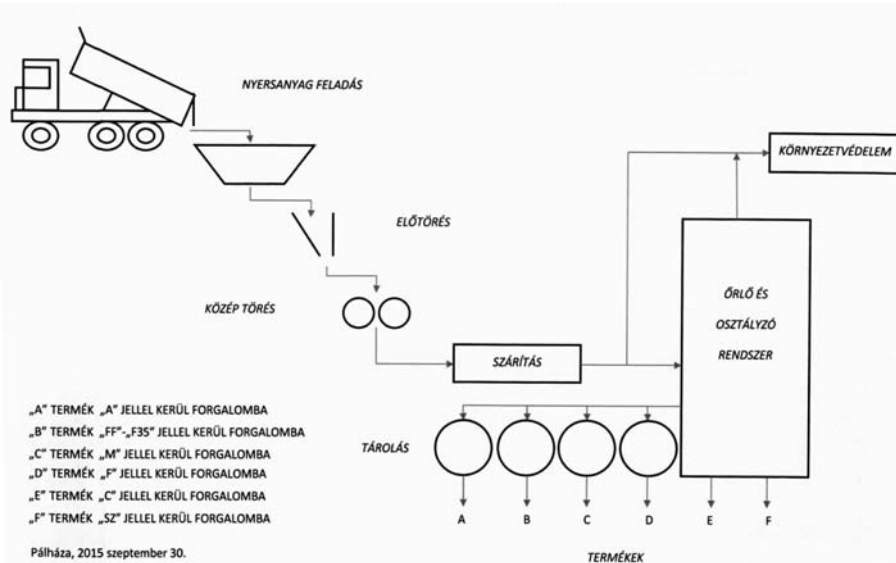
## Bevezetés

A perlit vulkanikus eredetű ásványi anyag, melynek jellemző fizikai tulajdonságát – vízvesztés és gyöngyszerrű átalakulás – már az ókorban is ismerték [1]. Összetételét tekintve főleg amorf, hidratált kőzetüveg alkotja, változó, de kis arányú kristályos alkotókkal (mint földpátok, csillámok és SiO<sub>2</sub> módosulatok) és relatív nagy a víztartalma (2-5%) [2]. A jelenkori építő- és vegyipari, környezetvédelmi felhasználását tekintve kulcsfontosságú ipari ásvány. Duzzasztott változata alkalmas könnyűbeton, szigetelőanyag vagy éppenséggel szűrő, folyadék megkötő rendszerek gyártására. A duzzasztott perlit előállításánál a nyers perlitet megőrlik, majd 850-1000 °C-ig hevítik, mely hatására a perlit szövete meglágyul és a kötött víz távozik, miközben mikroszkopikus méretű porusok képződnek. A folyamat végére a térfogata általában 7-20-szorosára nő a nyers perlitéhez képest [2]. Kémiai összetételét tekintve a perlit nagyobb mennyiségben tartalmaz SiO<sub>2</sub>-t, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-at, illetve kisebb mennyiségben további oxidokat, mint K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO és MnO, természetesen minden alkotója származási helyétől függően változik. A nyers perlit halmazsűrűsége kb. 900-1000 kg/m<sup>3</sup>, a duzzasztott perlité pedig 30-240 kg/m<sup>3</sup> [3].

A duzzasztott perlit porózus, könnyű, nedvesség megtartó, hő- és tűzálló, valamint kémiaileg ellenálló anyag. Porózus szerkezete biztosítja a felületi abszorpciós tulajdonságát, ill. könnyűségét. A száraz perlit hővezető képessége 90 kg/m<sup>3</sup> értékre számítva

0,04W/mK 24 °C-on. Az üvegszál esetén ez az érték 0,037 W/mK 24 °C-on. A duzzasztott perlit előnyös tulajdonsága továbbá jó hangszigetelő képessége [4]. Mivel jó hő- és hangszigetelő tulajdonsággal rendelkezik, ezért elsősorban az építőipar szigetelő fal felületként felhordva alkalmazza, de a perlit hab vegyipari szűrőanyagként is hasznosításra kerülhet.

Magyarország és Európa egyik fontos perlit lelőhelye és ipari forrása Pálházán (Zemplén hegység) található. A technológia során több lépcsőben aprított nyersanyagból osztályozással állítják elő a duzzasztásra szánt szemcseméret frakciókat. A durva frakciókat tartalmazó (elsősorban duzzasztásra alkalmas) termékeket külföldön értékesíti a cég. A technológia velejárója azonban a finom szemcseméretű anyagot tartalmazó frakciók (C, mint ciklon terméke és Sz, mint zsákos légszűrő rendszer terméke) keletkezése, amelyek hasznosítása jelenleg korlátozott. Ezek ipari hasznosításhoz pedig elengedhetetlen a termékek pontos megismerése.



1. ábra: Pálházi perlit-előkészítési technológia

Ezzel összefüggésben jelen tanulmány célja, hogy röviden bemutassa az előkészítőművet és ismertesse ezen finom termékek fő eljárás technikai tulajdonságait, valamint kémiai és ásványtani összetételét.

### Nyersanyag előfordulás és feldolgozás Pálházán

Az alábbiakban a pálházi nyersanyag előfordulásáról és a feldolgozó technológiáról adunk leírást.

#### *A nyersanyag előfordulás és főbb jellemzői*

Közép-Európa legjelentősebb perlit-előfordulás területe Magyarország északkeleti, vulkáni kőzetekből felépült hegyvonulatában, a Tokaj-hegység (vagy más néven Zemplén-hegység) területén, az 1950-es években vált ismertté.

A hegység északkeleti területén, a hegyközi Pálháza körzetében található a Somhegy 500 m fölé emelkedő, riolitos lávakőzetekből felépült hegyvonulata, melynek északnyugati részén a Gyöngykőhegy 200 m körüli hegylábi kiemelkedése húzódik. A Gyöngykőhegyet perlités vulkáni üveg építi fel, mely a riolitos lávakőzet üveges változata. Részletesebb kutatástörténeti összefoglalót a Zelenka Tibor által [5] összeállított tanulmányban talál az olvasó.

A gyöngykőhegyi perlit képződése során a savanyú lávaanyag oldalvulkáni kiömlésként nyomult a felszínre, a vízdús medenceüledékekre ömölve gyors lehűlés következtében üvegesen dermedt meg. A perlit fő tömegét képviselő vulkáni üvegben jelenlévő kristályos alkotók apró méretűek, és kis mennyiségben vannak jelen, ugyanis a gyors lehűlés folytán a lávaanyagban jelenlévő kristályos alkotók kifejlődésére már nem volt lehetőség. A képződött perlit üveges alapanyaga a 90%-ot is eléri, de a perlités üveg csak 5-7%-nyi aprószemcsés kristályos alkotót tartalmaz. Az üveges alapanyagban 3-4%-ot kitevő mélységi kötött víz is jelen van, amely a perlités üveg hasznosíthatóságát is lehetővé teszi. A kőzettani megjelenését illetően a Zelenka [5] általi összesítésben a szürke-fekete perlit csoportba sorolható tömeges oszloposan elváló testek jellemzik. A hasznosítható perlit-dóмок szélén breccsás, illetve horzsaköves perlit található. Ezek szövetszerkezeti és genetikai összefoglaló leírása a [6] közleményben található.

#### *Termelés, előkészítés*

A perlités üveg külszíni bányaművelés során kerül letermelésre, majd az ipari előkészítés után aprításra, osztályozásra. Az osztályozott méretű frakció hő hatására válik duzzaszthatóvá. A duzzasztóműben az üveg szemcsék kemencébe kerülve a hirtelen nagy hő hatására felduzzadnak. Az üvegben lekötött víztartalom gőzzé válva robbanásszerűen szabadul ki az üveges alapanyagból, az üveg szemcsék felfúvódnak, a 10-15-szörös térfogat-növekedés folytán nagy pórusterű üveghab képződik, amely már hasznosítható terméknek minősül [7, 8].

### *Az előkészítő üzem termékei*

Az előkészítő üzem egyszerűsített elvi vázlata az 1. ábrán található. Az előkészítő műre szelektív termeléssel <800 mm szemcseméretű bányatermék kerül átlagosítás után a feladási ponton.

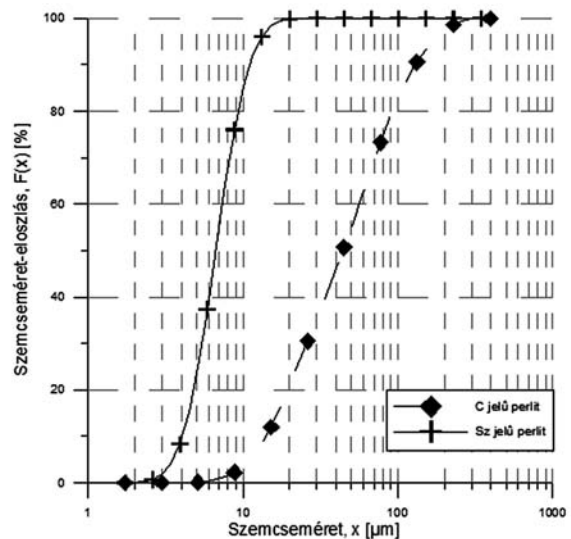
Az előkészítő mű hat fő egységből áll: előtörés, középtörés, szárítás, őrlő-osztályozó rendszer, tárolási, környezetvédelmi rendszer. Jelen tanulmány a „C” és „Sz” anyag további hasznosítását tűzte célul, ezért a későbbiekben csak azzal foglalkozunk. Az „F” jelű termékből (0 - 0,315 mm) a „C” terméket légosztályozással nyerik. A légosztályozó felső terméke az „Sz” jelű anyag, amelyet egy 200 m<sup>2</sup>-es intenzív zsákos szűrőben választanak le.

### Mérések, berendezések

A nyersanyagok minőségi és eljárás technikai alapvizsgálatának célja a lehetséges technológiai folyamatok kialakításához (megtervezéséhez) szükséges eljárás technikai anyagjellemzők (szemcseméret-eloszlás, szemcsesűrűség, fajlagos felület), valamint ásványos és oxidos összetétel megismerése.

A szemcseméret-eloszlás meghatározására Horiba LA950 V2 típusú lézeres szemcseméret elemző berendezést használtunk, mely 10 nm-től 3 mm-ig terjedő mérettartományban képes mérni. A mérést nedves közegben végeztük el. A desztillált vizes közegű zárt rendszerben a vizsgálati anyagot folyamatos keringetésben részesítettük.

Mindkét perlitminta esetében a szemcsék diszpergálására 0,5 ml nátrium-pirofoszfát diszpergálószerrel használtunk, valamint a szemcsék jobb eloszlása érdekében 1 perces ultrahangos kezelést alkalmaztunk. A berendezés szoftvere képes az adott mérettartományon belül az anyagok fajlagos felületének meghatározására is, mely érték számítását a szemcsék méretének meghatározásakor térfogat szerinti egyenértékű gömbátmérőt feltételezve végzi.



2. ábra: A C és Sz jelű perlit szemcseméret eloszlása

A mintaanyagok szemcse-sűrűségét piknométeres sűrűségméréssel határoztuk meg. A perlit sűrűségének megállapítása során mérőfolyadékként alkoholt (denaturált szeszt) alkalmaztunk.

A minták összetételét röntgen-pordiffrakciós ásványtani (XRD, Bruker D8 Advance készülék, Cu- $\alpha$  sugárzás, 40 kV és 40 mA generátor-üzem, párhuzamos nyaláb-geometria Göbel tükörrel, Vantec-1 helyzetérzékelő detektor 1° ablaknyílással, 0,007°/42 másodpercnek megfelelő mérési idővel) és röntgen fluoreszcens (XRF) kémiai vizsgálattal végeztük. Az XRD méréseket a Bruker DiffracPlus szoftvercsomagjának EVA moduljával, Search/Match algoritmussal végeztük (Fourier-polinommal zajszűrt adatokon) az ásványok azonosítására (ICDD PDF2 2005 adatbázisból). A mennyiségi eredményeket SRM 640d Si standardon meghatározott műszerprofil alapján, Rietveld-illesztés segítségével végeztük a TOPAS4 szoftverben, az ICSD adatbázisból vett kristályszerkezeti adatok alapján.

A minták kémiai (oxidos) összetételét Rigaku Supermini 200 típusú röntgen fluoreszcens (XRF) készülékkel határoztuk meg.

## Mintaanyagok tulajdonságai

### Eljárástechnikai jellemzők

#### Fajlagos felület, szemcse-sűrűség

Az 1. táblázatban található C és Sz jelű perlitminták fajlagos felület és szemcse-sűrűség értékei alapján megállapítható, hogy az Sz jelű perlitnek lényegesen nagyobb (közel ötszörös) a fajlagos felülete a C jelű perlithez viszonyítva. A fajlagos felületek közötti különbség összefüggésbe hozható a minták szemcseméret-eloszlásával (2. ábra). A szemcse-sűrűségüket tekintve nincs eltérés a két érték között, mindkét minta 2,33 g/cm<sup>3</sup> szemcse-sűrűséggel rendelkezik.

#### 1. táblázat: Fajlagos felület, szemcse-sűrűség

	Sz jelű perlit	C jelű perlit
Fajlagos felület	9690,5 cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup>	1964,8 cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup>
	4159 cm <sup>2</sup> /g	843,3 cm <sup>2</sup> /g
Szemcse-sűrűség	2,33 g/cm <sup>3</sup>	2,33 g/cm <sup>3</sup>

#### Szemcseméret eloszlás

A vizsgált perlitminták szemcseméret eloszlása igen eltérő volt. A 2. ábrán látható, hogy az Sz jelű perlitnek lényegesen finomabb a szemeloszlása és szűkebb mérettartományban helyezkedik el. A maximális szemcsemérete nem haladja meg a 20  $\mu$ m-t, míg medián szemcsemérete  $x_{50}$  = 6,65  $\mu$ m. Ezzel szemben a C jelű perlitminta szélesebb mérettartományt ölel fel és a maximális szemcsemérete 300  $\mu$ m körüli értékű, míg a medián értéke 44,14  $\mu$ m. Szembetűnő, hogy egyik perlitminta sem tartalmaz 2  $\mu$ m alatti szemcséket.

A 2. táblázatban található szemcseméret-eloszlások alapján meghatározható egy arányossági érték, az ún. egyenlőtlenégi tényező, amely megmutatja a méreteloszlás kiterjedését az anyagfrakción belül. Ezt az érté-

ket az alábbi képlet alapján határozhatjuk meg:

$$n = \frac{x_{90} - x_{10}}{x_{50}} \quad (\mu\text{m})$$

#### 2. táblázat:

#### Egyenlőtlenégi tényező

Szemcseméret	C jelű perlit	Sz jelű perlit
$x_{10}$ [ $\mu$ m]	14,07	4,04
$x_{50}$ [ $\mu$ m]	44,14	6,65
$x_{90}$ [ $\mu$ m]	130,08	11,14
Egyenlőtlenégi tényező, n	2,63	1,07

A két értéket összehasonlítva is megállapítható, hogy a C-jelű perlit méreteloszlásának kiterjedése szélesebb, mint az Sz jelű perlité.

#### Ásványos és kémiai összetétel

A pálházi perlit ásványtani (3. táblázat) és kémiai összetételében a kőzetüveg tartalom mutat legkisebb változatosságot, az általunk vizsgált nyers (előkészítés előtti), különböző helyről származó minták esetében a mennyisége mindig jóval 90 tömegszázalék fölött volt. A kristályos alkotók főként plagioklász földpátok intermedier (andezin) és albitos összetétellel. Ezek mellett jelentősebb, de nagyon változó a cristobalit tartalom. Kvarc jelenléte nem jellemző a mintákra, az izzítási veszteség főként H<sub>2</sub>O, de kis mennyiségben F és Cl is lehetséges. Ez az illó tartalom az amorf anyaghoz köthető, az ásványtani összetételben kristályos alkotó nem hordozza.

#### 3. táblázat:

#### A nyers perlit összetétele

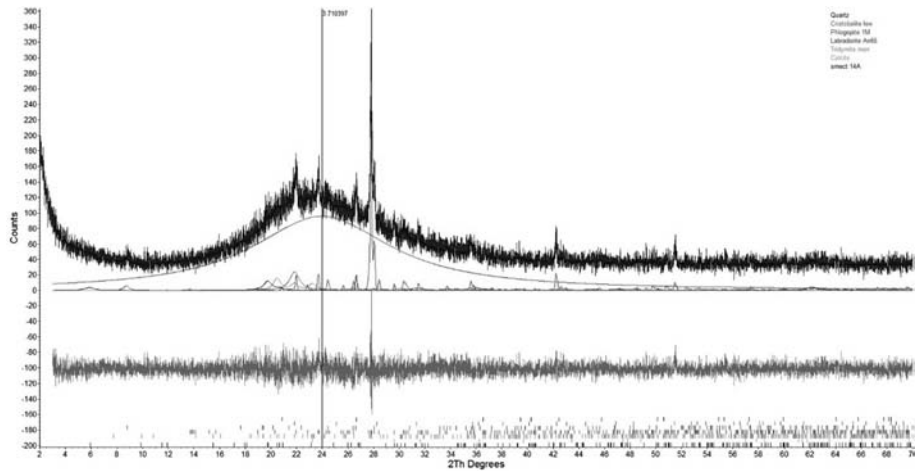
Alkotók m/m%	Minta 1	Minta 2	Minta 3
Andezin		1,62	3,94
Albit	2,44		
Biotit 1M	0,22	0,47	0,06
Cristobalit	1,61	2,51	
Kvarc	0,42		
Szanidin (Na0.35)	0,31		>0,01
amorf	95,00	95,40	96,00
	100,00	100,00	100,00
SiO <sub>2</sub>	72,46	73,25	73,66
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,32	12,60	12,79
MgO	0,13	0,06	0,06
CaO	0,95	0,97	0,99
Na <sub>2</sub> O	2,85	3,01	3,04
K <sub>2</sub> O	3,80	3,79	3,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,53	1,51	1,52
MnO	0,03	0,03	0,03
TiO <sub>2</sub>	0,08	0,08	0,07
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,01	0,01	0,01
L.O.I.	5,85	4,70	4,04
Totál	100,00	100,00	100,00

Az előkészítési technológia során előállított C és Sz jelű minták összetételében kevesebb amorf anyag jelenlétét tapasztaltuk, magasabb cristobalit és jelentősebb földpát tartalommal (4. táblázat). A földpátok közül itt

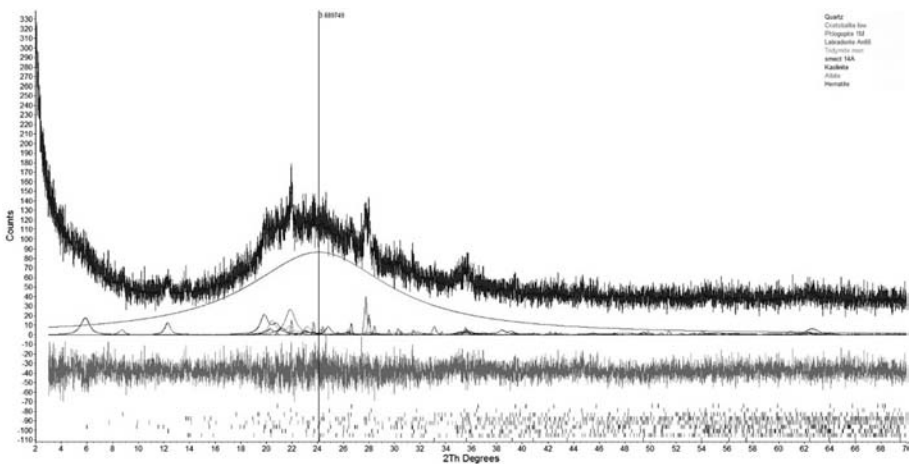


főleg bázikus, anortit dús plagioklász (labradorit) dominál, valamint a SiO<sub>2</sub> módosulatok közül megjelenik a tridimit monoklin alacsony hőmérsékletű módosulata is. Az eredeti, természetes perlitmintákhoz képest ezen ásványok dúsulása a technológia hatásának tulajdonítható. Az alacsonyabb illó és amorf, valamint magasabb kristályos SiO<sub>2</sub> módosulat tartalom utalhat egy kristálygócokból álló, kevésbé perlitesegett részére a kőzetanyagnak, amely mechanikai és fizikai tulajdonságaiban másként viselkedik.

A 3. és 4. ábra a C, ill. Sz jelű perlitminták röntgen-diffraktogramjait mutatják, azaz a Rietveld-illesztés eredményét (fekete – mért görbe, az egyes ásványoknak megfelelő számolt görbéket különböző árnyalatok jelölik, szürke – a mért és szimulált teljes görbe közötti különbség).



3. ábra: C jelű perlit minta röntgen-diffraktogramja



4. ábra: Sz jelű perlit minta röntgen-diffraktogramja

4. táblázat:

A C és Sz termék összetétele

### Összegzés

Alkotók m/m%	C jelű minta	Sz jelű minta
Albit		1,1
Cristobalit	3,4	4,2
Flogopit	1,1	0,1
Hematit		0,7
Kalcit	0,1	
Kaolinit		4,1
Kvarc	0,4	0,3
Labradorit	6,1	3,5
szmektit 14A	0,8	2,9
Tridymit	3,0	3,2
amorf	85,0	80,0
SiO <sub>2</sub>	73,8	73,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,8	16,6
MgO	0,11	0,20
CaO	1,17	1,06
Na <sub>2</sub> O	2,66	1,50
K <sub>2</sub> O	4,01	3,50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,57	2,60
MnO	0,028	0,04
TiO <sub>2</sub>	0,083	0,09
LOI	2,8	,121
TOTAL	100,0	100

Az eljárás technikai, kémiai és ásványtani jellemzők ismeretében az alábbi megállapításokat tesszük:

1. A szemcsefinomságot illetően a zsákos szűrőben leválasztott Sz jelű perlitminta fajlagos felülete 4159 cm<sup>2</sup>/g. Ezzel szemben a C jelű mintáé egy fél nagyságrenddel elmarad ettől az értéktől (839 cm<sup>2</sup>/g).
2. A szemcseméret eloszlás a C jelű mintánál sokkal szélesebb tartományt ölel fel, ezt mutatja az egyenlőtlenességi tényező nagyobb értéke: n=2,63 (az Sz mintára vonatkozó n=1,07). Az Sz jelű minta esetében a jelentős kaolinit és szmektit tartalom dúsulást tapasztaltunk, amelyre jellemző a sokkal kisebb átlagméret és a szűkebb eloszlási tartomány.
3. A kémiai összetételnél kismértékű, de jellegzetes eltérésektől eltekintve közel azonos arányokat tapasztaltunk mind a két mintaanyagra, a L.O.I. értékek szerint az Sz jelű perlitben lévő kőzetüveg nem hidratált.
4. Az ásványos összetétel vonatkozásában, amíg a nyers mintaanyagok 90% feletti, addig a finom frakciók 80% (Sz minta), ill. 85% (C minta) amorf részt tartalmaztak (technológia során történő dúsulás), amely jellemzőnek építőanyag-ipari hasznosításnál lehet jelentősége.

5. A kutatás következő lépéseként a meghatározott alaptulajdonságokhoz illeszkedő hasznosítási lehetőségeket fogjuk vizsgálni, mint például cement- és betonipar, építőanyag-ipar, festékipar és különleges csiszolatok vonatkozásában.

### Köszönetnyilvánítás

A cikk a Miskolci Egyetem stratégiai kutatási területén működő Fenntartható Természeti Erőforrás Gazdálkodás Kiválósági Központ tevékenységének részeként valósult meg. Továbbá az XRF vizsgálatok elvégzéséért szerzők köszönetet mondanak Móricz Ferencnek, az Ásványtani-Földtani Intézet tudományos segédmunkatársának.

### IRODALOM

- [1] *M. J. Allen*: The expanding perlite industry (in: 10<sup>th</sup> Industrial Minerals Congress) Metals Bulletin, Serial publication. Surrey (UK) pp. 51-56 (1992)
- [2] *Jessica Elzea Kogel, Nikhil C. Trivedi, James M. Barker, Stanley T. Krukowski*: Industrial Minerals & Rocks: Commodities, Markets, and Uses. Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Littleton (Colorado), p 1526 (2006)
- [3] *Csóke Barnabás, Bóhm József*: Perlitbányászat-előkészítés-környezetvédelem, Perlit, a Környezetbarát Magyar Ásványi Nyersanyag Konferencia, Miskolci Egyetem (2001)
- [4] *Iker Bekir Topcu, Burak Isikdag*: Manufacture of high heat conductivity resistant clay bricks containing perlite, Building and Environment 42, 3540-3546 (2007)
- [5] *Zelenka Tibor*: Hazai perlit-előfordulások földtani viszonyai. „Perlit, a környezetbarát magyar ásványi nyersanyag” tudományos konferencia anyaga, A Miskolci Egyetem Közleménye A sorozat. Bányászat, 60. kötet, pp. 55-70 (2001)
- [6] *Zelenka Tibor*: Geology of the perlite bodies at Pálháza. European Geologist, Journal of the European Federation of Geologists, No. 36 „Industrial minerals – materials in our everyday life”, November, pp. 19-21 (2013)
- [7] *Farkas Géza, Mizsák Sándor*: A magyar perlit múltja, jelene, jövője, BKL Bányászat 141. évfolyam, 6. szám, 10-13 (2008)
- [8] *Farkas Géza*: A korszerű perlitbányászat és előkészítés kialakulása és várható fejlődése, Perlit a Környezetbarát Magyar Ásványi Nyersanyag Konferencia, Miskolci Egyetem (2001)

**DR. FARKAS GÉZA** 1971-ben szerzett bányagépész és bányavillamos mérnöki oklevelet a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen. 1980-ban ugyanitt megvédte doktori disszertációját. 1971-től 1991-ig az Országos Érc- és Ásványbányák Vállalatnál dolgozott különböző beosztásokban. 1991-től a Perlit-92 Kft. ügyvezető igazgatója. A Miskolci Egyetem Eljárástechnikai Tanszékének címzetes egyetemi docense.

**DR. MUCSI GÁBOR** a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézetének docense. Előkészítéstechnikai mérnöki diplomáját 2002-ben, PhD-fokozatát 2009-ben szerezte a Miskolci Egyetemen. Jelenleg a Műszaki Földtudományi Kar tudományos ügyekért felelős dékánhelyettese. Fő oktatási és kutatási területe a mechanikai eljárástechnikai műveletek, szűkebben az aprítás (finomőrlés) témaköre, ipari hulladékok hasznosítása. Több mint 90 publikációval rendelkezik, javarészt idegen nyelven.

**SZABÓ ROLAND**: A Miskolci Egyetem Mikoviny Sámuel Műszaki Földtudományi Doktori Iskolájának PhD hallgatója 2014 szeptemberétől. Előkészítéstechnikai mérnöki MSc diplomáját 2013-ban szerezte a Miskolci Egyetemen. 2013 július és 2014 szeptembere között tanszéki mérnök a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézetében. Jelenlegi kutatási témája a speciális tulajdonságú geopolimerek fejlesztése, különös tekintettel a habszerkezetű geopolimer termékre.

**DR. KRISTÁLY FERENC** okleveles geológus, ásványtan szakképzéssel. Szakterülete a kerámiaiparhoz, nyersanyagkutatáshoz és egyéb ipari ágazatokhoz szükséges anyagvizsgálat, valamint az iparban alkalmazott, topografikus, illetve régészeti vonatkozású ásványtani problémákkal, mintázási és preparátumkészítési módszertannal foglalkozik, továbbá röntgen-pordiffrakciós, termoanalitikai és mikroszkópiai vizsgálatokkal számos más tématerület kutatásait segíti. Az oktatásban környezeti ásványtan, nemérces ipari nyersanyagok és archeometria tárgyakat/gyakorlatokat tart, nemzetközi workshop-ok, terepgyakorlatok szervezésében és lebonyolításában vesz részt.

#### A legjobbak között a Miskolci Egyetem

Újabb remek eredményt ért el a Miskolci Egyetem, intézményünk ugyanis 2015-ben helyet kapott a *Quacquarelli Symonds* által publikált, magasan jegyzett felsőoktatási rangsorban. A *Quacquarelli Symonds* évről évre rangsorolja a világ felsőoktatási intézményeit.

Az *Emerging Europe and Central Asia* (Feltörekvő Európa és Közép-Ázsia) c. idei listáján a Miskolci Egyetem a 78. helyet foglalja el.

A kategóriában a cég 20 ország több mint 500 egyetemét vizsgálta, ám a végső rangsorban csupán a legjobb 150 intéz-

mény kapott helyet – így hat további magyar egyetem társaságában a Miskolci Egyetem is. (A rangsor élén a Lomonoszov Moszkvai Állami Egyetem áll a szintén orosz Novoszibirszki Állami Egyetem előtt, a „bronzérmes” idén a prágai Károly Egyetem lett.)

A cég évről évre összetett módon, több szempont alapján vizsgálja a felsőoktatás intézményeit; a tudományos publikációk idézettsége, a tudományos fokozattal bíró oktatók és a külföldi hallgatók száma, vagy éppen a munkaerő-piac visszajelzései mellett az internetes láthatóság is rangsorolása alapjául szolgál.

[www.uni-miskolc.hu](http://www.uni-miskolc.hu)

PT

# A felsőoktatás és az ipar kapcsolata műszaki feladatok megoldásában – A fehérvárcsurgói shredderüzemi technológia továbbfejlesztése

DR. LUKÁCS PÁL fejlesztési és kommunikációs igazgató, ALCUFER Kft. Győr, címzetes egyetemi docens, Miskolci Egyetem – DR. NAGY SÁNDOR adjunktus, Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet



Magyarország legnagyobb hulladékkezelő vállalatánál, a győri székhelyű ALCUFER Kft.-nél 2009-től üzemel egy korszerű, magyarországi megrendelésre készült autó shredder (törő) üzem. A létesült üzem a legszükségesebb feldolgozó technológiát tartalmazta, a további szeparációra a tulajdonosok elképzelésének megfelelően fejlesztések valósultak meg a Nemzeti Technológia Program keretében, hattagú konzorciumi felállás mellett. A konzorcium egyik jelentős partnere a Miskolci Egyetem, ahol Prof. Dr. habil Csőke Barnabás vezetésével történt többek közt a poszt shredder szeparációs technológia kidolgozása, és az arra vonatkozó megvalósíthatósági tanulmány elkészítése.

## Az ALCUFER-csoport bemutatása

Az ALCUFER-csoport a XXI. század első évtizedének kezdetére Magyarország legnagyobb hulladékkezelőjévé vált. A cégcsoport névadója, az ALCUFER Kft. 2015-ben ünnepelte alapításának 25. évfordulóját. A vállalatot 100%-ban magyar magánszemélyek birtokolják, az ügyvezető testvérpár, Horváth Ferenc és Horváth Ernő a győri cégközpontból irányítják az immáron országos lefedettségű telephelyhálózattal, több mint 40 nagyértékű, tehermentes hulladékkezelő teleppel rendelkező cégcsoportot. A vállalat fő profilja haszonárúk, azaz vas- és acélhulladékok, színes- és nemesfémek begyűjtése, előkezelése és hazai és nemzetközi hasznosító vállalatoknak történő átadása, ahogyan erre a cég elnevezése, ALCUFER – az alumínium, cuprum-réz és ferum-vas latin megnevezéseinek kezdőbetűiből képzett neve – is utal.

A cégcsoport hozzávetőlegesen évi 750 000 tonna hulladékot kezel, ebből 90% körüli a vas- és acélhulladék mennyisége. Az ilyen előkezelt fémhulladékok többségében külföldi, olasz, német, szlovák, osztrák kohókba kerülnek, amelyekkel a vállalat közép és hosszú távú szerződésekkel rendelkezik.

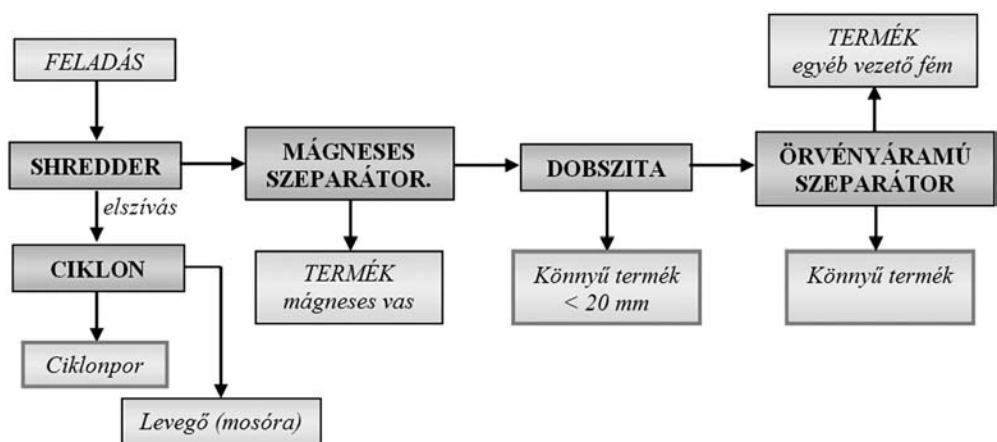
Az ALCUFER-csoport hulladékkezelő tagjai, az anyavállalat ALCUFER Kft., az Észak-dunántúli MÉH Zrt. (2015. évi átalakulása után MÉH Hulladékgazdálkodási Zrt.), az Észak-magyarországi MÉH Zrt., az E-Elektra Zrt., a Car-Rec Gépjárműroncskezelő Nonprofit Kft. és a kisebb tulajdonolt vállalkozások együttesen több mint 700 munkavállalónak biztosítják a napi megélhetést, ebből az ALCUFER Kft.-nél 350-en dolgoznak.

## A fehérvárcsurgói shredderüzem fejlesztése

Az ALCUFER Kft.-t a jelenlegi tulajdonosok édesapja, néhai Horváth Ferenc alapította és a MÉH vállalatok 2003-as cégcsoportba integrálásával juttatta tartós növekedési pályára. Az ő elképzelései között szerepelt, hogy a vállalatnak szüksége van egy központi fekvésű olyan hulladékkezelő telepre, ahol centralizált formában lehetséges bizonyos anyagáramok ideszállítására, előkezelése és feldolgozása. Jó logisztikai elhelyezkedése miatt esett a választás a fehérvárcsurgói telepre, amely 15 hektáros területével, közvetlen, saját vasúti csatlakozásával és a székesfehérvári-győri autóiipari gyártó-beszállítói tengelyhez illeszkedése okán ideális helyszínnek bizonyult a további fejlesztésekhez.

A cégalapító megálmodta ezen a telephelyen a majdani shredderüzem létrejöttét, álmait azonban 2005-ös váratlan halálával már a fiai, Ferenc és Ernő valósították meg 2008-2009-ben.

Első lépésként egy 1400 LE-s shredderberendezés megrendelése, felállítása és a hozzá tartozó, szükséges infrastruktúra kiépítése valósult meg, amelyhez a tulajdonosok GOP-os eszközfejlesztési támogatást is igénybe tudtak venni. Ez volt az első magyarországi megrendelésre készített shredder, a Budapesten és Miskolcon működő többi shreddert Nyugat-Európából több



1. ábra: A fehérvárcsurgói autó shredderüzem egyszerűsített technológiai folyamatábrája





2. ábra: Shredder-könnyűfrakció mintavételezése a Miskolci Egyetem koordinálásában (2009)

évtizedes ottani működésüket követően szállították ide. A Metso-Lindemann gyártótól megrendelt Zerditor típusú forgókalapácsos aprító a maga nemében a legmodernebb technológiát képviseli, viszont a tulajdonosok szándéka alapján, már bekalkulálva a jövőbeli szükséges fejlesztéseket, csak az alapvető szeparációs technológiát foglalta magában. Ennek megfelelően a porszívást biztosító 2 száraz és egy nedves (Venturi) típusú ciklon és mosó, egy nagyteljesítményű mágnesdob, a mágneses frakció manuális utószeparációját (a gyakorlatnak megfelelően a rezet és a textil típusú szennyeződésekeltávolító) biztosító manuális szortírozó kabin, a nemmágneses oldalágban pedig egy szalag feletti mágnesdob, egy 20 mm-nél elválasztó dobszita és ennek a szalagnak a végén egy a fémeket a nemfémektől elválasztó örvényáramú szeparátor található a 2009-ben beüzemelt alapgéppen.

Már a megrendeléskor látható volt, hogy ezzel a kiszerezéssel az akkor már ismert, egyes anyagáramokra vonatkozó hulladékhasznosítási elvárások nem, vagy csak részben teljesíthetők, így azonnal, még 2008-ban elindultak a technológia továbbfejlesztésére irányuló lépések, amelyek többnyire pályázati forrásokra alapozva valósultak meg.

A roncsautókra vonatkozó 2000/53/EK ELV – (End of Life Vehicle = Roncsautó) – Direktíva, a 2002/96/EK WEEE – (Waste Electrical and Electronic Equipment = Elektromos és Elektronikai Berendezések Hulladéka) – Direktíva, valamint az 1999/31/EK Landfill – (Landfill = Lerakási) – Direktíva több mint 15 éve lépett hatályba és az ELV-Direktíva 2015. január 1-vel hatályba lépő rendelkezése immár 95%-os hasznosítási kötelezettséget ír elő a nagyjából 70-75%-nyi fémet tartalmazó autóröncsok hasznosítására, ebből 85% anyagában, 10% energetikailag értendő hasznosítás.

Ebből is könnyen látható, hogy az autóröncsokban levő 25-30 tömegszázaléknyi egyéb összetevők, különösen a ma együttesen 20%-ot kitevő műanyag és gumi alkotóelemek, valamint a 3%-nyi üvegtermék hasznosítására vonatkozó lépések jelentős fejlesztéseket igényeltek/igényelnek, figyelembe véve azt a tényt, hogy jelenleg semmilyen olyan jelentős gazdasági, vagy jogszabályi korlátozó tényező nem létezik, amely ezeket az anyagáramokat a lerakástól elirányítaná. A lépcsőzete-

sen bevezetésre kerülő lerakási adók és növekvő deponálási díjak ugyan ösztönzőleg hatnak, de a hathatós lépések, pl. a problematikus frakciók hasznosítását elősegítő célzott támogatások és a zöld közbeszerzések (hulladékból készített termékek alkalmazásának dotációja) elmaradása nem segítik jelentősen az elvárt folyamatok teljesülését.

Mivel az ALCUFER Kft. tulajdonosai hisznek a fenntartható fejlődés szükségességében, Fehérvárcsurgón ettől függetlenül már a shredderberendezés üzembe helyezésekor folyamatban voltak azok a fejlesztések, amelyek eredményeként 2015-re jelentős előrelépéseket lehetett megtenni egyes problematikus, korábban lerakóra kerülő anyagáramok hasznosításának előmozdítására.

A „Roncsautók és elektronikai hulladékok szerves anyagának hasznosítására szolgáló technológiák fejlesztése a jövőbeli deponálás elkerülésére” című projekt (pályázat kiírója: Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal /NKTH, ma NIH – Nemzeti Innovációs Hivatal; program: Nemzeti Technológia Program; időtartam: 2009. január 1. és 2011. december 31. között; konzorcium ill. projektvezető: ALCUFER Kft.; projekt akroním: RECYTECH) keretén belül két technológiai prototípus tervét dolgozta ki a hat tagú konzorcium, főképpen alapkutatói, illetve részben alkalmazott kutatói tevékenység keretében.

### Szeparációs technológia fejlesztése a Miskolci Egyetemen

A RECYTECH projekt keretén belül a Miskolci Egyetem, mint konzorciumi partner *prof. dr. habil Csőke Barnabás* vezetésével többek közt a fehérvárcsurgói üzemben keletkező melléktermékek további feldolgozására, az azokból történő maradékfém és egyéb hasznos komponensek kinyerésére alkalmas technológia kidolgozására vállalkozott az ALCUFER Kft.-vel együttműködve. Az autó shredderüzemben (1. ábra) képződő, bemutatott projektben vizsgált melléktermékek az alábbiak:

- könnyűtermék (durva frakció),
- könnyű termék < 20 mm-es frakció valamint
- ciklonpor [1].

#### Eljárástechnikai alapvizsgálatok a könnyű termék durva frakciójának példáján

Az autóröncs shredderezési maradékanyagából vett ciklonport és szeparációs könnyűtermék-mintákat (2. ábra) eljárás-technikai alapvizsgálatoknak (szemcseméret, sűrűség és mágneses tulajdonság szerint analízisnek) vetettük alá a Miskolci Egyetemen.

A következőkben a durva könnyűtermék példáján mutatjuk be az elvégzett vizsgálatokat: a beérkezett mintákat az egyetemen szemcseelemzésnek vetettük alá, majd valamennyi szemcseméret-frakciót ezt követően kézzel anyagfrakciókra válogattuk szét, ezzel a szitafrakciók anyagi összetételét, eljárás-technikai kifejezéssel alkotórész-tartalmát állapítottuk meg. A különböző szemcseméret-frakciókban lévő műanyagokat külön sűrűsegelemzéssel vizsgáltuk. Az eljárás-technikai alapvizsgálatokból megállapítottuk:



3. ábra: A fehérvárcsurgói szeparációs prototípus és az általa leválasztott anyagfrakciók

- Jellegzetes szemcseméretetek:  $x_{50} = 44$  mm,  $x_{80} = 74$  mm.
- A maradékanyagban legnagyobb mennyiségben a fémek (33%) és gumi (35%) található, de jelentős a műanyagtartalom is (20%).
- A fémek és a műanyagok a finomabb frakcióban, a fa és gumi pedig a durvább frakciókban dúsulnak. A dúsulás mértéke mind a két esetben kismértékű, ami nem teszi lehetővé, hogy kizárólag szemcseméret alapján válasszuk el egymástól az alkotókat, ugyanakkor a jelentős fémtartalom kinyerése alapvető gazdasági kérdés.
- A műanyagok tekintetében a nagy poliolefin tartalmú, anyagában jól hasznosítható  $< 1$  kg/dm<sup>3</sup> sűrűségű frakció tömeghányada 44,21%, az anyagában való hasznosításra várhatóan adalék, ill. erősítőanyagok hozzáadásával alkalmas 1-1,3 kg/dm<sup>3</sup>-es frakció aránya 33,16% [1].

#### Eljárások kiválasztása, a minta technológiai folyamatok kialakítása

Az eljárás technikai elemzések eredményei alapján a maradékanyagok előkészítésére kiválasztottuk az alkalmazandó eljárásokat és berendezéseket, kialakítottuk ezen eljárásokból a további félüzemi-kisüzemi méretű kísérletek alapját jelentő elvi technológiai folyamatokat, célként kitűzve tiszta műanyag (PE, PVC, PP ...), nemvasfém (Al, Cu) önálló termékek előállítását a lehető legnagyobb alkotórész-kihozattal (és ezzel együtt minimális kevert maradékanyaggal) [1].

#### Félüzemi-kisüzemi kísérletek

A minta technológiai folyamatok kialakítása után azok kísérleti vizsgálatára került sor. Ezek egyik felét az aprítási kísérletek (szükséges feltártság elérése), a másikat az ezt követő szétválasztási kísérleti vizsgálatok képezték.

*Szakaszos szétválaszthatósági vizsgálatok:* A mágneses

szeparálásra felsősza-  
lagos és dobos mágneses szeparátort, sűrűség szerinti szeparálásra légáramkészüléket és megfelelő sűrűségű folyadékban való, vagy magnetohidrosztatikus úsztatást alkalmaztunk, az elektromos eljárások területén az örvényáramú és elektrosztatikus szeparálás lehetőségét vizsgáltuk meg, mind a két esetben dobszeparátorral. Az itt kapott eredmények lényege, hogy a műanyag és nemvas-fémek hatásosan szétválaszthatók. A durvább frakciók ( $> 6$ -

12 mm) estében örvényáramú szeparátor és ellenáramú légáramkészülék alkalmazásával, a finomabb szitafrakciók ( $< 6$  mm) esetén pedig elsősorban elektrosztatikus szeparátorral, a műanyagok egymástól való elválasztásakor pedig statikus kádas és örvénycsöves úsztatás bizonyult a leghatásosabbnak.

*Kvázi folyamatos vizsgálatok:* A félüzemi méretű alapvizsgálatokat követően a technológiai folyamat egyes eljárásait a valóságban is összekapcsoltuk, és kvázi folyamatosan leellenőriztük, pontosítottuk a korábban kapott eredményeket, különösen az üzemm jellemzőket és az anyagmérlegeket. Ennek fő eredménye: az autó shredderüzemi örvényáramú szeparációs nemvezető könnyűtermék esetében célszerű elsőként a nagyobb ( $> 50$ -100 mm) fémdarabokat kézzel leválogatni, a többi részt pedig 20-25 mm alá kell aprítani, továbbá elegendő az örvényáramú szeparáláshoz két szemcsefrakciót ( $< 12$  mm és 12-25 mm) kialakítani. A műanyagban dús maradékból a PE-t és PP-t pedig vizes örvénycsőben célszerű leválasztani, majd pedig a  $< 1$  kg/dm<sup>3</sup> sűrűségű rész (PE és PP) szétválasztására alkoholos statikus kádas úsztatás alkalmazása az előnyösebb [1].

#### Megvalósíthatósági tanulmány

A vizsgálatok lezárásával megkaptuk az alkalmazandó technológiai folyamatokat, a becsült anyagáramokkal. Ezt követően a szeparációs üzemre Csőke Barnabás professzor vezetésével megvalósíthatósági tanulmány készült, mely tartalmazza a maradékanyag-előkészítés technológia berendezéseinek számított fő paramétereit, energiaigényét, valamint becsült beruházási költségét. Megvalósíthatósági tanulmány készült az autó shredderüzem szeparációs maradékanyagainak feldolgozására szolgáló technológiára, a műanyag-műanyag szeparációs rendszerre, valamint az elektronikai hulladékfeldolgozás maradékanyagára irányuló technológiára [1].



4. ábra: Termokatalitikus hőbontó prototípus Fehérvárcsurgón

#### A fehérvárcsurgói üzemben megvalósult technológia

A szeparációs technológiai prototípus a vegyes, korábban lerakóba jutó frakciókat olyan szinten osztályozza, hogy egy, a későbbi energetikai hasznosítás céljára alkalmas, nagy tisztaságú, vegyes műanyag- és gumi-frakció jöjjön létre. A másik prototípus pedig ezt a vegyes szerves anyagfrakciót termokatalitikus hőbontási technológián (pirolízisen) keresztül képes gáz, olaj, koks frakciókká feldolgozni/visszaalakítani. A program célkitűzéseiről, eredményeiről a [www.recytech.hu](http://www.recytech.hu) oldalon található részletes leírás.

A RECYTECH projekt prototípus terveiből az ALCUFER Kft. a Gazdaságfejlesztési Operatív Program „Roncsautók és elektronikai hulladékok szerves feldolgozási maradékainak anyagában és energetikai úton történő hasznosítási vizsgálatait lehetővé tevő komplex hulladékkezelési rendszer kialakítása”, GOP-1.1.1-08/1-2008-0061 számú projektjében 2011. augusztus 1. és 2012. június 30-a között építette meg az üzemi méretű gépeket. A projekt keretében a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézete közreműködött az általa kifejlesztett rendszerterv alapján megvalósuló szeparációs technológia prototípus (3. ábra) legyártásában az ALCUFER Kft. fehérvárcsurgói shredder üzemének területén egy 1000 m<sup>2</sup>-es ipari csarnokban.

A másik 1000 m<sup>2</sup>-es csarnokban a POWER-ENERGY Kft. által irányított fejlesztő csapat építette meg a termokatalitikus hőbontó berendezés large-scale prototípusát (4. ábra).

A szeparációs üzem prototípusa immár 2 éve ipari üzemben van, igazolva az alapkoncepció megfelelőségét, helyességét. A termokatalitikus hőbontó – mivel itt egy lényegesen bonyolultabb technológia ipari bevezetéséről van szó – egyelőre prototípus próbákon esik át, a várakozások szerint ennek pozitív eredményei alapján 2015 végére indulhat meg itt a folyamatos üzemi próba.

A szeparációs üzem fejlesztésébe a kezdetektől fogva aktívan és igen hatékonyan kapcsolódott be dr. Csőke Barnabás és fejlesztő csapata. A professzor elemezte a valóban igen régi alapokon nyugvó és ezért csak a fémekre koncentrált shredder alaptéchnológiát annak érdekében, hogy a további fejlesztések elősegíthessék a jogszabályoknak való megfelelést és a fenntartható, egyben gazdaságos működést is. Vezetésével a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet kollektívája kiemelkedő szakmai munkát végzett Fehérvárcsurgón, jelentős érdemeket szerezve abban, hogy mára ez az üzem Közép-Európa egyik legmodernebb hulladék-feldolgozó üzemévé válhatott. Az itt végzett munka szakmaiságát mi sem bizonyítja jobban, minthogy a részfeladatok vonatkozásában számos szakdolgozat és több doktori disszertáció alapjául szolgálhattak az itteni fejlesztések és ez a munka további más, K+F+I projekt kiindulásának is tekinthető.

Ebben a munkában Csőke professzor kiemelkedő emberi és szakmai kvalitásaival tűnt ki, igazi ipar-felsőoktatás közötti integrációs erőként tevékenykedve, amely tevékenysége méltán vívta ki az iparvállalati elismerést is.

#### IRODALOM

- [1] Csőke B., Nagy S.: RECYTECH projekt szakmai beszámoló (I. II. és III. munkaszakaszok), Miskolci Egyetem, Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet, (2011)

**DR. LUKÁCS PÁL** a BME Közlekedésmérnöki Karon szerzett járműgépész diplomát 1994-ben. A doktori iskola elvégzése után 2003-ban védte meg PhD-disszertációját. 1999-2005 között a Knorr-Bremse budapesti fejlesztő intézetben dolgozott, 2003-2005 között a Magyar Gépjárműipari Szövetség ügyvezető igazgatója, 2003-tól a BME Gépjárművek Tanszék adjunktusa, 2009-től a Kecskeméti Főiskolán tudományos főmunkatárs, majd 2011-től főiskolai tanár, a Járműtechnológia Tanszék tanszékvezetője. Részt vett a járműmérnöki alapszak akkreditációjának végrehajtásában, projektvezetőként felügyelte a Műegyetem részéről a Főiskola felé végrehajtott technológia-transzfer folyamatok irányítását. Kezdetektől részt vett a Kecskemét és a térség gazdasági fejlesztését előirányzó Alföldi Iparfejlesztési Közhasznú Nonprofit Kft., majd annak klaszterének felállításában, az indulási időszakban az AIPA Projekt portfólió menedzsereként. Aktívan részt vett a Főiskolán beindított duális képzés működtetésében. A GAMF Kar ipari kapcsolattartásra létrehozott Járműipari Tudásközpont megbízott igazgatója 2011 közepétől. Jelentős tapasztalatai vannak főiskolai és iparvállalati EU-s és hazai projektek projektvezetőjeként, bonyolítójaként a projekt-menedzsment területén. 2013-tól a Miskolci Egyetem Szenátusának döntése alapján a Miskolci Egyetem címzetes egyetemi docense. 2012 decemberében megkapta a Magyar Mérnöki Kamara Környezetvédelmi Műszaki Felsőoktatásért Kítüntető Oklevelét

**DR. NAGY SÁNDOR** a Miskolci Egyetemen 2003-ban okleveles előkészítéstechnikai mérnöki képesítést, 2013-ban Ph.D. oklevelet szerzett mechanikai eljárás technika tudományterületen. 2012 decemberétől tanszéki mérnökként, 2013 októberétől tudományos munkatársként, 2014-től adjunktusként dolgozik a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézetében. Főbb kutatási területei: agglomerálás (primer és szekunder nyersanyagok), ipari üzemek (pl.: shredderüzemek és elektronikai hulladék feldolgozók) maradványainak újrahasznosítása, szilárd települési hulladékok feldolgozása, kezelési koncepciók kidolgozása, szennyvíztisztítás.



# Innovatív, fenntartható energetikai termékek és technológiák fejlesztése

ALEKSZA LÁSZLÓ egyetemi docens, Szent István Egyetem, FERENCZ KÁROLY elnök, Vertikál Zrt.,  
GYURICZA CSABA egyetemi tanár, Kaposvári Egyetem



*Ebben a cikkben az Innovatív, fenntartható energetikai termékek és technológiák fejlesztése című (NKFP-A3- 2006-0024) hároméves kutatás-fejlesztési projekt eredményei közül a 3A biogáz rendszerrel és a fás szárú energetikai célú növényültetvényvel kapcsolatos kutatásokat mutatjuk be. A konzorcium (Profikom Kft., Vertikál Zrt., Terra Humana Kft., GAK Kht., illetve alvállalkozóként prof. dr. Csőke Barnabás egyetemi tanár, Miskolci Egyetem) egy olyan komplex, gazdasági szempontból is optimalizált hulladékgazdálkodási rendszert dolgozott ki, amely szerint a települési szilárd hulladék valamennyi frakciója hasznosításra került. Több új technológia kidolgozása révén energetikai célú felhasználásra alkalmas termékeket állítottunk elő. A projekt során két szabadalmi eljárást dolgoztunk ki „Komplex többtermékes mechanikai eljárásokra alapozott technológia energetikai termékek előállítására szilárd települési hulladékból”, valamint „Települési szilárd hulladékok biológiailag bontható részének anaerob-aerob biológiai hasznosítása biogáz előállításával” címmel.*

## Bevezetés

A települési szilárd hulladék (TSZH) összetétele egyebek között a fogyasztási szokások és az életmód változásával, a termékösszetétel és a csomagolástechnika változásaival összefüggésben az eltelt évtizedekben jelentősen módosult, a képződő hulladék mennyisége pedig folyamatos, lassú emelkedést mutat. A háztartásokból kikerülő veszélyes hulladékok: vegyi anyagok, gyógyszerek, kimerült kémiai áramforrások stb. a nem szelektíven gyűjtött települési hulladék különleges kezelését teszik szükségessé. E gondokon a napjainkban folyó szelektív hulladékgyűjtés és válogatóművek kiépítése is csak részben segítenek, hiszen a csomagolóanyagok szelektív gyűjtésével és válogatásával a teljes hulladék 15-25%-a hasznosul (anyagában), a biológiailag lebontható rész külön kezelése (szelektív gyűjtése és komposztálása) is csak további hasonló nagyságú hulladékcsökkenést eredményez. A fennmaradó 40-60% hulladék továbbra is kezelés nélkül kerül a lerakóba. A hulladék jelentős hányadú biomassza tartalma a lerakás során biokémiai reakciókat indít el, ezzel veszélyeztetve a lerakók stabilitását. A szervesanyag-tartalom mellett jelentős a nagy fűtőértékű anyaghányad. A konzorcium tagjainak korábbi vizsgálatai rámutattak arra, hogy a nem szelektíven gyűjtött TSZH a mechanikai, biológiai és termikus hasznosítási módok megfelelő kombinációjával hasznosítható a legmegfelelőbbben. Az így keletkező termékek a biostabilát, és az ezzel termesztett biomassza, a biogáz, valamint a szilárd és gázfázisú tüzelőanyagok – másodtüzelőanyagok.

## A 3A biogáz-komposzt rendszer

A mechanikai előkezelés során legfinomabb szemcsefrakcióként (< 20-30 mm) kapott, magas biológiaiag bontható hányadot tartalmazó frakció kezelése a

Profikom Kft. sióagárdi telephelyén kialakított 3A rendszerben (Aerob-Anaerob-Aerob) történt. A projekt keretében létrehozott, és a további fejlesztések alapját jelentő biológiai hulladékkezelő rendszer az aerob (komposztálás) és az anaerob (biogáz-előállítás) folyamatok kombinációja. A kezdő aerob lépcsőt követően egy anaerob fázis következik, mely folyamat során történik a biogáz termelés. A folyamat lezárásaként egy újabb aerob lépés következik. A hagyományos biogáz-előállításakor a bemenő anyagok betáplálása a reaktorba napi rendszerű, amelyben a tartózkodás 7-21 napra tehető a kiindulási anyagok minőségének függvényében. Az új rendszer kidolgozása során egy olyan eljárás kialakítására törekedtünk, amely az általános anaerob eljárásokkal szemben (ahol folyékony, legfeljebb 10 %-os szárazanyag-tartalmú hulladékot tudnak kezelni) „szárazon”, azaz a nyers hulladék természetes nedvességtartalmához közelálló nedvességtartalom mellett is hatékony kezelés valósul meg. A szilárd kommunális hulladék jellemzően körülbelül 40-50%-os szárazanyag tartalmú. Az eljárás elején az alapanyagok egy rövid aerob előkezelés után anaerob kezelést kaptak. A má-



1. ábra: A 3A biogáz rendszer

sodik aerob kezelés eredményeképpen komposzt keletkezik. A fejlesztés előnyei, hogy a települési szilárd nyershulladék összes biológiailag lebontható szervesanyag-tartalmát a kombinált eljárással két értékes terméké alakíthatjuk át biogázzá és komposzttá.

A projekt keretében első feladatként megtervez-tük a 3A biogáz-komposzt rendszert, amelynek kialakítása és beüzemelése a Profikomp Kft. sióagárdi telephelyén történt (1. ábra).

A tervezést megelőzően elővizsgálatokat végeztünk, amelyet a Vertikál Zrt. Polgárdi telephelyéről származó kommunális hulladék finom frakciójának (<50 mm) biogáztermelő képességének vizsgálata jelentett.

A biostabilizálást követően a prizmából leválasztott hulladékmintákat leszártuk és a finom részt (< 50 mm) a Miskolci Egyetemre szállítottuk biogáz vizsgálat céljából. Itt meghatározták a minták fizikai (szárazanyag-, nedvesség-, hamutartalom), illetve kémiai (KOI, TOC, össz. N) tulajdonságait, másrészt megvizsgálták a beérkező minták biogáz termelő képességét statikus laboratóriumi berendezésben.

A 3A rendszer aerob utókezelő egysége egy 8 méter széles, 3 méter magas betonelemekkel körülvett és 20 méter hosszú, aerob biológiai modell egység volt (2. ábra). A tervezés, előkészítés során nagy hangsúlyt fektettünk a biológiai rendszerből kikerülő folyékony melléktermék, a csurgaléklé további kezelésére, ennek érdekében egy levegőztetéssel ellátott, kísérleti kezelőegységet is építettünk a későbbi termékfejlesztés érdekében.

#### *A felhasznált szubsztrát előkészítése*

Az előzetes terveknek megfelelően a kísérleteket mechanikailag előkészített települési szilárd hulladékkal (TSZH) végeztük. Mindkét kísérletsorozatban a Vertikál Zrt. Polgárdi Hulladékkezelő telephelyére érkező TSZH-t használtuk. A telepre beérkező TSZH kalapácsos törőn való aprítását követően leválasztásra került az <50 mm-es, nagy biológiailag bontható hányaddal rendelkező frakció. Az 50 mm-nél kisebb frakció került a 3A kísérletek során felhasználásra. A kísérletek beállítása során az egyik típusú kísérletnél semmilyen további előkezelés, manipulálás nem történt. A szubsztrát kiindulási 35-40% körüli nedvesség-tartalmának növeledése az anaerob szakasz elején komoly nehézségekbe ütközött. A második típusú kísérletsorozat során a szubsztrát nedvességtartalmát már a reaktorba történő betárolás előtt 55-60%-ra növeltük.

A szubsztrátoknak meghatároztuk a biológiai kezelés szempontjából fontosabb kémia tulajdonságait (szárazanyag-, nedvesség-, hamutartalom, összes N, C/N arány).

#### *A biogáz termelés*

A reaktorokban a kísérletek során a betárolás után 4 napig tartott az első aerob szakasz. Az első típusú kísérletek esetén az oxigéntartalom 7-9% közé, a második esetén 11-14% közé került beállításra. A második típusú kísérletek során a magasabb oxigéntartalom



**2. ábra:** Az utóérelő egység

mellett az első aerob időszakban magasabb hőmérsékletet mértünk. A perkoláció mértéke mindegyik esetben 150-200 l/óra között változott, a gázhozam és a hőmérséklet függvényében.

A keletkezett biogáz metántartalma a biogáz felfutását követően 50-60 v/v% között volt, amely megfelel a biogázzal szemben támasztott követelményeknek.

A TSZH minták fajlagos biogáz termelése az első típusú kísérletek során átlagosan 321 ml/g szerves száraz anyag, a második során átlagosan 347 ml/g szerves száraz anyag, amely értékek jelentősen alatta maradnak a biogáz termelésre használt mezőgazdasági alapanyagokénak (500-600 ml/g szerves száraz anyag), de eléri az istállótrágyák biogáz szolgáltató képességét (200-400 ml/g szerves száraz anyag). A félüzemi kísérletek eredményei egyeznek a Miskolci Egyetem előzetes laborkísérleteivel, ahol az átlagos biogáz kihozatal 412 ml/g szerves száraz anyag volt.

A folyamat lezárásaként a 30. nap után leállítottuk a perkolációt, és beindítottuk a levegőztetést. Az oxigén megjelenése után a metántermelés néhány nap alatt leállt.

A második aerob szakasz során a hőmérséklet intenzív levegőztetés hatására átlagosan 50 °C fölé emelkedett. A kitérítés után a nedvességtartalom mindkét típusú kísérlet során alig haladta meg a 40%-ot (első típusú kísérleteknél átlagosan 38,5%, második kísérleteknél átlag 41,3%). A reaktorokból kikerülő anyag további 2-3 hetes prizmákban történő aerob utóérelést igényelt, melyet a kialakított érelősilóban valósítottunk meg (2. ábra).

Összefoglalva megállapítottuk, hogy a települési szilárd hulladék kis szemcseméretű, magas biológiailag bontható hányaddal rendelkező frakciójának anaerob biológiai kezelése – figyelembe véve az elérhető biogáz hozamot – szakmai szempontból indokolt, és részét képezheti egy komplex hulladékgazdálkodási rendszernek.

#### **Energiaültetvények a biostabilát felhasználására**

Az energetikai növények fajtafejlesztése során a korábbi években megkezdett fűz fajtaszelekciós munkát folytattuk, amelynek eredményeként előállítottunk egy olyan fajtajelöltet, amely szélsőséges időjárási feltételek között is jelentős biomassza tömeget képes előállítani.

A növényeket a GAK Kht.-hoz tartozó Növénytermesztési Tanüzemben, valamint az ország három különböző termőhelyén ültettük el.

A kísérletek beállítása előtt kidolgoztuk a technológiát, amely alapján a technológia egyes elemeit alkalmazzuk, illetve folyamatosan fejleszteni kívánjuk.

### Telepítés

A telepítés az időjárási viszonyoktól függően márciusban, illetve április elején történt speciális dugványozógéppel. A géppel történő telepítés során a dugványok legfeljebb 4-5 cm magasságig értek a talaj felszíne fölé. A telepítés után a területek körbe lettek kerítve, ugyanis a vadak előszeretettel fogyasztják a zsenge hajtásokat (különösen fűznel). Jelen ültetvényeknél a több éves vágásforduló miatt ikersoros termesztést alkalmaztunk. Az ikersorok közötti távolság 70-75 cm, míg a tőtávolság 40-50 cm. Két ikersor között 2,5-3,0 m-es művelőutat hagyunk szabadon, így összesen hektáronként mintegy 8000-14000 db dugványra volt szükség.

A technológia sarkalatos pontja volt a növényvédelem, ezen belül is a gyomszabályozás, amely különösen a telepítés évében igényelt nagy figyelmet a gazdálkodó részéről. A telepítés után preemergens gyomirtást végeztünk, amely a magról kelő gyomnövényeket pusztította el. A módszer eredményességének feltétele a kijuttatást követő időszakban lehulló csapadék, amely a szert a talajba mosta.

Ikersoros termesztés lévén, a sorközökben elsősorban mechanikai eszközökkel (kultivátor, talajmaró) történt a gyomirtás, míg a növény sorokban kémiai módszereket használtunk. A termesztés második évétől kezdődően nem volt szükség kémiai védekezésre, elegendő volt a sorközök mechanikai módszerekkel történő tisztántartása. Lejtős területen a sorközöket a talajvesztés (erózió) elkerülése érdekében köztes védőnövénnyel vetettük be.

A telepítés évében talajvizsgálat elvégzése ajánlatos, melyet el is végeztünk, és ez alapján határoztuk meg a kijuttatandó tápanyagdózisokat.

A betakarítás január és február hónapban történt, mivel ebben az időszakban a legkisebb a növényi részek nedvességtartalma. Önjáró és vontatott gépek egyaránt

rendelkezésre álltak. Az önjáró gép egy átalakított kukoricatörő kombájn, amelyet szecskázó adapterrel szereltek fel. A kombájn mellett haladó pótkocsis traktorba gyűjtötték össze a felaprított növényi részeket, amelyeket rögtön tárolóba vagy a felhasználás helyére szállítottak. Az összegyűjtött, kékébe kötött növényi részeket zárt térbe szállítás után külön menetben történt a szecskázás, majd tárolás, illetve elszállítás.

A fás szárú energiaültetvények tápanyag-visszapótlási technológiáját szerves eredetű hulladékokból, illetve melléktermékekből előállított komposztok segítségével oldottuk meg. Megvizsgáltuk az ültetvények fizikai talajállapokra gyakorolt rövidtávú hatását. A fás szárú energiaültetvények termesztésének jövedelmezőségét alapvetően meghatározza a gyomszabályozás mellett a tápanyag-visszapótlás technológiája. A nagy biomasza mennyiséget előállító növények 10-15 éven keresztül ugyanazon a helyen növekednek, amely jelentős tápanyagkivonással járhat. A fás szárú energianövények 1 tonna frissmassza előállításához évente 3,7-5,5 kg N-t, 0,6-1,0 kg P-t, 2,6-4,0 kg K<sub>2</sub>O-t 5,0-5,5 kg Ca-ot, valamint 0,5-0,8 kg Mg-ot használnak fel. Ez összevetve a hagyományos lágyszárú szántóföldi növények által felvett tápanyag mennyiségével nem tekinthető kiemelkedőnek, de a sokévi egyoldalú tápanyagfelvétel miatt fontos odafigyelni a visszapótlásra.

A kutatásaink során olyan technológia kidolgozását céloztuk meg szerves alapú növényi tápanyag visszapótlásával, amely a tápanyagellátás mellett elősegíti a szerves anyag visszajuttatását, továbbá megoldja a sok esetben nehézfémeket tartalmazó szennyvíziszap alapú komposztok elhelyezését. Az előállított komposztok felhasználása tápanyag-szolgáltató képességük mellett jelentős mértékben csökkenti az evaporációt, valamint a talajborítás révén jelentős a gyomelnyomó hatás is.

Három különböző tápanyag-gazdálkodási szintet határoztunk meg, amelyek a következők voltak:

- felszintakarás komposzttal (50 t/ha) (3-4. ábra),
- nitrogén műtrágya tavasszal (50 kg/ha),
- tápanyag nélküli kezelés.

A fajták növekedési ütemét és végleges magasságát a 3-4. ábra mutatja. A fajták növekedési üteme júniusban volt a legintenzívebb, ekkor a napi növekedés mértéke meghaladta a 2 cm-t. A genetikai különbségből



3. ábra: Komposzttal fedett növényi sorok a telepítés évében (Gödöllő)



4. ábra: Komposzttal fedett Csala sorok a telepítés évében (Gödöllő)



adódó eltérések jól láthatók az ábrán. A Csala kisebb növekedésű erélyű, több hajtást és elágazást nevelt, míg a másik öt fajtát a tövenkénti 1-2 elágazás nélküli hajtás jellemezte. A legnagyobb növekedési eréllyel az Inger rendelkezett. A Csala és a Tora szignifikánsan kisebb magasságot ért el, a másik négy fajta átlagos magassága között nem volt kimutatható statisztikai eltérés. A Tora kivételével valamennyi fajtánál a komposztos kezelés adta a legmagasabb növényállományt, míg a műtrágyázott a legkisebbet. Az eltérés statisztikailag nem igazolható, de mind az öt fajtára jellemző volt. Toránál is a műtrágyázott parcella mutatta a legalacsonyabb magasságot – itt az eltérés a kontrollhoz képest szignifikáns. Ha a különböző tápanyagdózisok hatását a fűzfajták együttes növekedésére vizsgáljuk, bár statisztikai hibahatáron belül, de nyár közepétől kezdve a komposztal takart parcellák jobban fejlődtek. A pozitív tendencia a komposztban található tápanyagok, és a visszatartott nedvesség együttes hatásával magyarázható. A műtrágyázott parcellák kisebb mértékű növekedési ütemének magyarázata további vizsgálatokat igényel.

A növénymagassághoz hasonlóan a fajták a legnagyobb zöldtömeget a komposztos, míg a legkisebb zöldtömeget a műtrágyás kezeléseknél érték el. A legnagyobb zöldtömeget az Inger érte el, rajta kívül csak az Expressnél mértünk még 1 t/ha feletti zöldtömeget az első vegetációs év végén. A fajták nedvességtartalma tápanyagdózistól függetlenül 49-51% között volt, csak a Tordisnál mértünk alacsonyabb értékeket.

### Fizikai talajállapot mérés eredményei

A fajták talajjellenállásra gyakorolt hatása között nem volt jelentős eltérés. A komposztal fedett parcellák talajjellenállása mindenütt alacsonyabb volt, mint a kontrollé és a műtrágyázotté. A különbség nem volt szignifikáns, de a komposzt pozitív hatása a 30-50 cm-es talajrétegre is kiterjedt. A kontroll és a műtrágyázott parcellák talajjellenállás-értéke mindkét mélységben azonos volt.

Az egyes fajták talajnedvességre gyakorolt hatásában igazolható különbséget mutattunk ki. A komposztban részesült parcellák mindkét mélységben szignifikánsan több nedvességet tartalmaztak mind a kontrollhoz, mind a műtrágyázott parcellákhoz képest. A műtrágyázott és a kontroll között nem volt statisztikailag igazolható eltérés.

### FELHASZNÁLT IRODALOM

- Gyuricza Cs. – Aleksza L.: 2007. Fás szárú energianövények termesztésének lehetőségei Magyarországon I. Agro Napló 9/50-54.
- Gyuricza Cs. – Aleksza L.: 2007. Fás szárú energianövények termesztésének lehetőségei Magyarországon II. Agro Napló 10-11/46-50
- Csóke B. – Aleksza L. – Ferencz K.: Szilárd települési hulladékból előállított másodlagos tüzelőanyag nemesítése. Biohulladék Magazin, 2007. IV. szám, 17-21. o.

**DR. ALEKSZA LÁSZLÓ** 1995-ben kapott MSc környezetmérnöki diplomát a gödöllői Szent István Egyetemen, 1999-ben ugyanitt PhD fokozatot szerzett. 1991-1995 között a Naturkomp Bt. ügyvezető igazgatója, 1994-1997-ig a Biokultúra Egyesület ügyvezető főtájkára, 1999-től a Magyar Minőségi Komposzt Társaság ügyvezető igazgatója, 2000-től a Profikom Kft. ügyvezető igazgatója, majd 2011-től a Profikom Környezettechnika Zrt. vezérigazgatója. Az European Compost Network elnökségi tagja 2002-től, a Szent István Egyetem MKK, Környezettudományi Intézet egyetemi docense 2012-től.

**FERENCZ KÁROLY** a Budapest Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola Útépítési és Útfenntartási Szakán szerzett üzemmérnöki oklevelet 1974-ben. 1974-1975-ben tervező műszaki ellenőr a győri Közúti Igazgatóságon, 1975-től kitző mérnök, majd építésvezető a Közúti Építő Vállalatnál (Székesfehérvár). 1980-tól csoportvezető, majd 1981-től 1991-ig igazgató a Tanácsok Közös Költségvetési Üzemében. Ezután a VERTIKÁL Rt. ügyvezető igazgatója (1991-2000), majd vezérigazgatója. 2001-től meghívott oktató a Miskolci Egyetemen hulladékgazdálkodási szakterületen, 2009-től záróvizsga bizottsági tag.

**DR. GYURICZA CSABA** 1996-ban szerzett környezetgazdálkodási agrármérnök diplomát a Gödöllői Agrártudományi Egyetemen, majd 2000-ben talajtani szakmérnök diplomát. 2000-ben mezőgazdaság tudományi doktori (PhD) 2015-ben MTA doktori tudományos fokozatot ért el, 2008-ban habilitált. 1994 és 2001 között több külföldi egyetemen tanult ösztöndíjasként. 1999-től a Gödöllői Agrártudományi Egyetem Növénytermesztési Intézetében tanszéki mérnök, tanársegéd, adjunktus 2004-től docens. 2005-2012 között a Szent István Egyetem (Gödöllő) Növénytermesztési Tangazdaság igazgatója. 20015-től egyetemi tanár a Szent István és a Kaposvári Egyetemeken, címzetes egyetemi tanár a Szegedi Tudományegyetemen és a Debreceni Egyetemen. 2004-től Európai Unió Közös Kutatóközpont, Környezetvédelmi Intézet, Ispra nemzeti szakértő, 2010-2011-ben kormányzati megbízással a tájrehabilitációs szakmai konzorcium vezetője a vörösiszap-katasztrófa után.

### Gyertyagyújtás a Bányász Kegyeleti Emlékműnél

2015. november 1-jén a tatabányai bányászok kis csoportja a Bányász Kegyeleti Emlékműnél gyülekezett, hogy immár hagyományosan megemlékezzen a tatabányai bányászok során munkavégzés közben életüket veszítő pajtásainkra. A tatabányai bányásztársadalom 1997-ben közadakozásból emelt emlékművet, melynek nyolc kőtábláján megörökítették az 579 áldozatunk nevét.

A megemlékezés a „Tisztelet a bányász szaknak” közös éneklésével kezdődött. Majd elhelyeztük a megemlékezés virágait és a gyertyákat. Az idej bensőséges és méltóságteljes megemlékezés igen örömdetes ténye, hogy számos fiatal, iskolások is elhozták gyertyáikat. Beérni látszik Egyesületünk helyi csoportjának kitaró munkája; a fiatalok megnyerése a bányász hagyományok ápolására. Velünk együtt énekelték a megemlékezés zárásaként a Bányászhimnuszt.

*Dr. Csiszár István*

# Nyírószilárdsági paraméterek figyelembevétele hulladéklerakók állékonyságvizsgálatánál – Esettanulmány II.

FAUR KRISZTINA BEÁTA tanszéki mérnök – DR. SZABÓ IMRE professor emeritus Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar Környezetgazdálkodási Intézet, Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai I. Tanszék



*A hulladéklerakók állékonyságvizsgálata során az egyik legnehezebben meghatározható bemenő adat a hulladék nyírószilárdsága. A szakirodalomban korábbi mérések alapján meghatározott nyírószilárdsági paraméterek éppen olyan heterogenitást mutatnak, mint a kommunális hulladék anyaga. A nyírószilárdsági paraméterek figyelembevétele talaj analógiák, talajokra érvényes geotechnikai szabványok alapján történik, akár determinisztikus, akár valószínűségi alapon végezzük számításainkat. Jelen tanulmányunk a nyírószilárdsági paraméterek karakterisztikus értékének meghatározására irányuló kutatásunk eredményeit mutatja be egy magyarországi hulladéklerakó állékonyságvizsgálati esettanulmányának ismertetésével.*

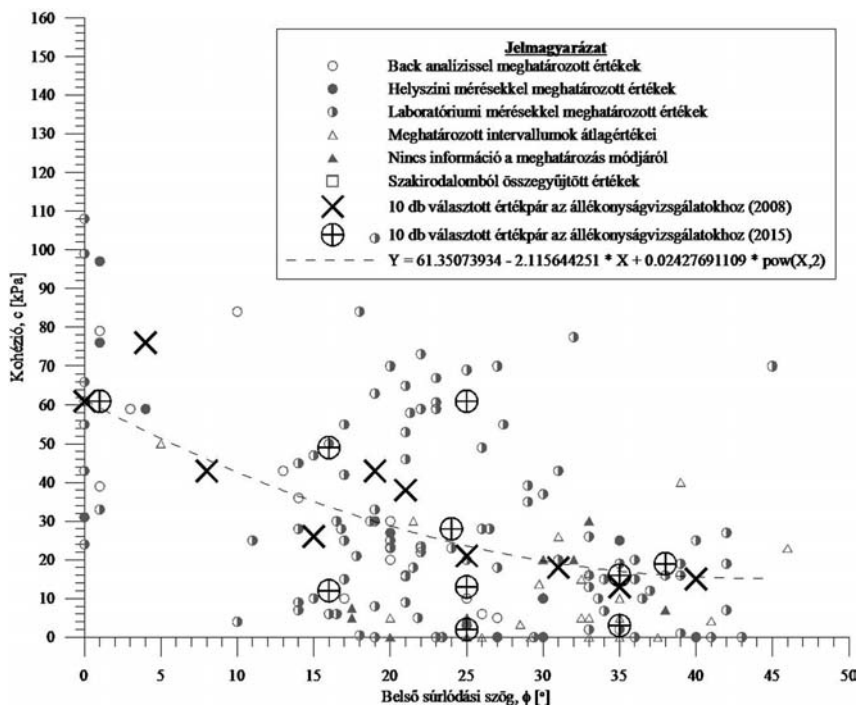
Egy hulladéklerakónak, mint terhelő és teherviselő szerkezetnek a geotechnikai, mechanikai viselkedése nagymértékben függ az őt alkotó anyagok fizikai jellemzőitől. A hulladék, mint mesterséges és rendkívül heterogén anyaghalmozék fizikai viselkedését évtizedek óta kutatják, de továbbra sem tisztázott, hogy geotechnikai viselkedésük vizsgálatát milyen karakterisztikus és/vagy tervezési értékek alapján végezzük. A „geotechnikai viselkedés” kifejezés előrevetíti, hogy a hulladék anyagára általánosan érvényes anyagmodellek hiányában talaj analógiára építünk mind a bemenő adatok meghatározása, mind a számítások végrehajtása során. Jelen kutatásban egy 2014-es esettanulmány [2] folytatásával mutatjuk be a kommunális hulladék nyírószilárdsági paramétereinek mind determinisztikus, mind valószínűségi változóként való figyelembe vételi lehetőségeit.

## A nyírószilárdsági paraméterek meghatározása

Számításaink során az EN 1997-1 11.5. (1) bekezdése szerint jártunk el [6], a nyírószilárdsági paraméterek karakterisztikus értékével számoltunk, így az elvárt minimális biztonsági tényező  $F=1,35$ . A nyírószilárdság karakterisztikus értékének meghatározása kommunális hulladék esetén nem egyszerű. A hulladék fizikai paraméterei jelentős térbeli inhomogenitást mutatnak, valamint az idő (a degradáció) függvényében is folyamatosan változnak (csökkennek) [7] és [10]. Az 1. ábrán összefoglaltuk a kommunális hulladék nyírószilárdsági paramétereit [4], [5], [7], [8] és [9] szakirodalmakban fellelhető adatgyűjtések alapján.

Az 1. ábra alapadatai (kisebb szimbólumok) alapján az SPSS szoftver segítségével meghatároztuk a hulladék nyírószilárdsági paramétereinek eloszlását (2. ábra), korrelációját, valamint egyéb leíró statisztikai paramétereit, amelyek az 1. táblázatban láthatók [2]. Így a későbbi futtatások egy részében ezeket a paramétereket valószínűségi változóként tápláltuk be a szoftverbe, a korábbi szakirodalmi adatok alapján meghatározott leíró statisztikai paraméterek alapján a 2. ábrán látható sűrűségfüggvényekkel, valamint az  $r_{c,\phi}=-0,5$ -ös korrelációval.

2008-ban már megkíséreltünk felvenni 10 olyan értékpárt, amellyel megfelelően reprezentálható a teljes hulladéktest (inhomogén) anyaga, ám a fent említett



**1. ábra:** Kommunális hulladéklerakókon back analízissel, helyszíni, valamint laboratóriumi mérésekkel és egyéb szakirodalmi forrásokból meghatározott hulladék nyírószilárdsági paraméterek [1], és az állékonyságvizsgálatokhoz választott 2008-as, valamint 2015-ös nyírószilárdsági értékpárok

statisztikai adatok hiányában akkor még talajanalógiával, azaz a nyírószilárdsági paraméterek között nagyjából – 1-es korreláció feltételezésével dolgoztunk ( $r_{c,\phi}(2008) = -0,884$ ). Jelen tanulmányban a nyírószilárdsági értékpárok két-dimenziós eloszlását, azaz a közöttük lévő valós korrelációt figyelembe véve megkíséreltünk felvenni 10 olyan értékpárt, amelyek leíró statisztikai paraméterei megfelelnek a teljes adathalmaznak. A 2. táblázatban a teljes adathalmaz, valamint 2008-as és 2015-ös értékpárok statisztikai jellemzőit láthatjuk.

**1. táblázat:** A determinisztikus és a valószínűségi módszerekkel végzett állékonyságvizsgálatok alapadatai [3]

Réteg	Modell	Térfogatsúly, $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Kohézió, $c$ [kPa]	Belső súrlódási szög, $\phi$ [°]	Korrelációs együttható, $r_{c,\phi}$
Támasztótöltés	Mohr-Coulomb	20	100	20	-
Ideiglenes takarás	Mohr-Coulomb	18	20	20	-
Hulladék (9 réteg)	Mohr-Coulomb	15	Valószínűségi módszerek: lásd 2. táblázat		-0,5
Csurgalékvízgyűjtő réteg (16/32 kavics)	Mohr-Coulomb	20	0	35	

**2. táblázat:** A hulladéktest anyagának nyírószilárdsági paraméterei (teljes adathalmaz, 2008-as, valamint 2015-ös értékpárok)

A teljes adathalmaz statisztikai jellemzői		10 db értékpár (2008)		Statisztikai jellemzők (2008)		10 db értékpár (2015)		Statisztikai jellemzők (2015)	
$c$ [kPa]	$\phi$ [°]	$c$ [kPa]	$\phi$ [°]	$c$ [kPa]	$\phi$ [°]	$c$ [kPa]	$\phi$ [°]	$c$ [kPa]	$\phi$ [°]
Átlag, $\mu$		0	61	Átlag, $\mu$		25	22	Átlag, $\mu$	
25,92	24,22	4	76	35,40	19,80	11	18	25,90	24,20
Szórás, $\sigma$		8	43	Szórás, $\sigma$		36	16	Szórás, $\sigma$	
24,85	11,05	15	26	20,93	13,32	7	31	24,02	10,72
Minimum		19	43	Minimum		16	34	Minimum	
0	0	21	38	13	0	31	34	1	2
Maximum		25	21	Maximum		1	38	Maximum	
108	46	31	18	76	40	63	2	68	38
Korrelációs együttható, $r_{c,\phi}$		35	13	Korrelációs együttható, $r_{c,\phi}$		1	23	Korrelációs együttható, $r_{c,\phi}$	
-0,487		40	15	-0,884		68	24	-0,565	

A számítások során az 1. és 2. táblázatokban látható fizikai paraméterekkel dolgoztunk. A számításokat elvégeztük a 2008-as és 2015-ös felvett értékpárokkal determinisztikus, valamint a korábban általunk valószínűségi változóként meghatározott hulladék nyírószilárdsági jellemzőkkel is.

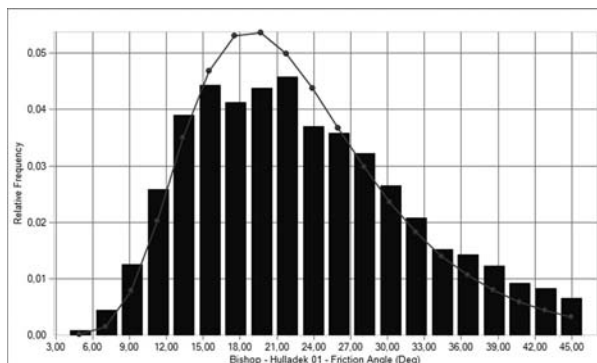
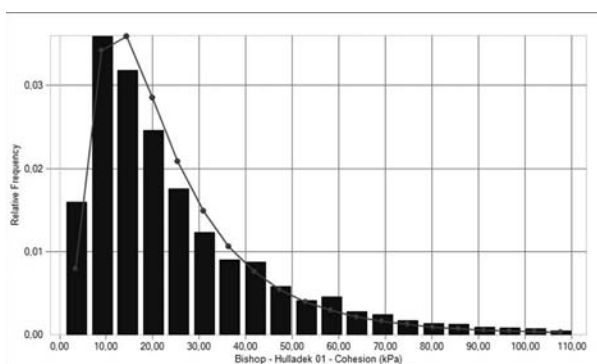
### A hódmezővásárhelyi lerakó állékonyságvizsgálata

Az állékonyságvizsgálatokhoz a geometriát a rendelkezésünkre bocsátott keresztmetszvények közül kiválasztott mértékadó (azaz legmagasabb és legmeredekebb) 0+195 számú keresztmetszvény alapján vettük fel. Az állékonyságvizsgálatoknál használt számítási modell szelvényében általában 1,8 méteres hulladékterítési vastagság mellett 0,3 méteres ideiglenes takarással számoltunk. Így a vizsgált szelvényben 9 hulladékréteg, 8 ideiglenes takaró réteg, egy csurgalékvízgyűjtő réteg, valamint egy támasztótöltés található. Az SV Office SV Slope moduljában felépített 0+195 számú szelvény geometriája a 3. ábrán látható.

A valószínűségi számítások eredményeit már feldolgoztuk az esettanulmány 2014-es ismertetésében [3], jelen esetben az akkori eredmények közül a Monte Carlo, valamint a Latin Hypercube algoritmusokkal és a Bishop módszerrel kapott eredményeket (4. ábra) fogjuk összehasonlítani a 2008-as és a 2015-ös 10 db értékpárral kapott eredményekkel.

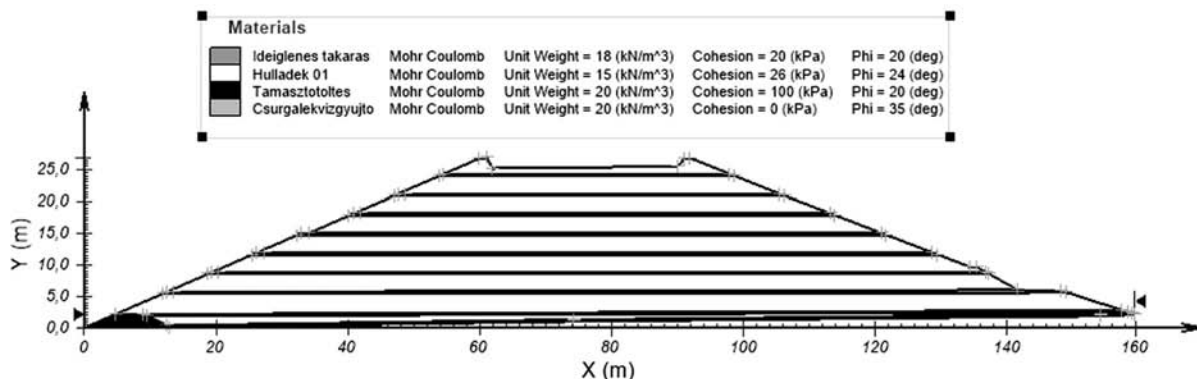
Az 5. ábrán a kapott biztonsági tényezők eloszlás-

függvényeit ábrázoltuk. Az eredményekből egyértelműen kitűnik, hogy bár az eloszlásfüggvények alakját mind

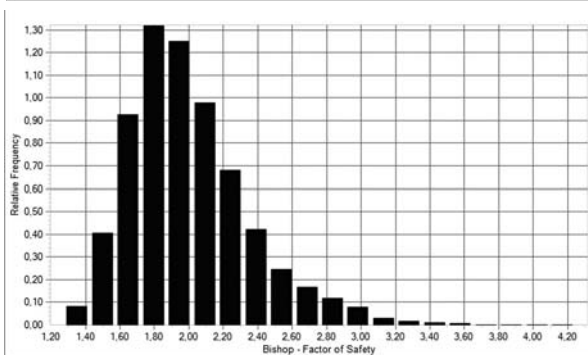
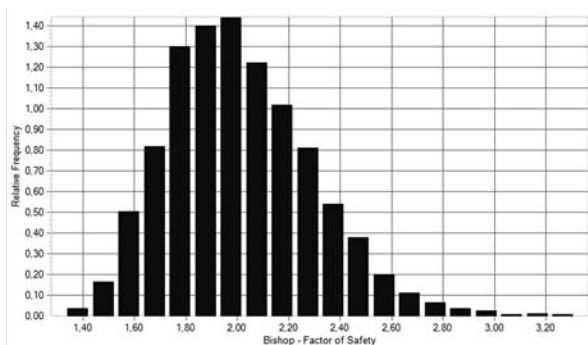


**2. ábra:** A hulladék nyírószilárdsági paramétereinek sűrűségfüggvényei lognormális eloszlás feltételezésével [2]

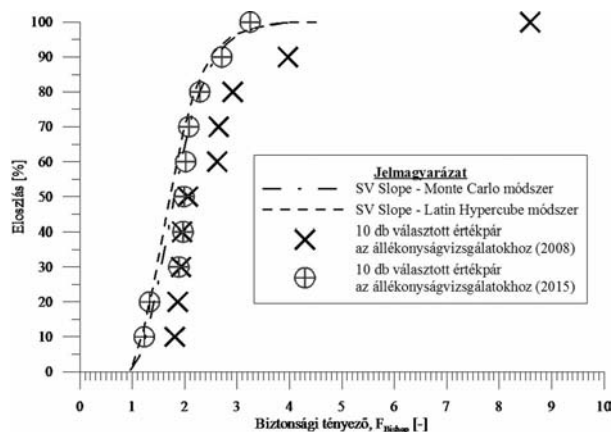




3. ábra: A hódmezővásárhelyi hulladéklerakó felépítésének a számításoknál alkalmazott modellje (SV Office geometria; 0+195 számú keresztmetszvény)



4. ábra: A hódmezővásárhelyi hulladéklerakó valószínűségi változóként meghatározott hulladék nyírószilárdsági paraméterekkel végzett állékonyságvizsgálatok eredménye – A biztonsági tényező relatív gyakorisága a) Monte Carlo módszer b) Latin Hypercube módszer



5. ábra: A hódmezővásárhelyi hulladéklerakó állékonyságvizsgálatának eredményei

a 2008-as, mind a 2015-ös értékpárok jól közelítik, a 2008-as értékpárokkal történő futtatással nagymértékben túlbecsüljük a biztonsági tényező értékét. A 2015-ben felvett, eredeti adathalmazt a korábbinál statisztikai értelemben is jobban reprezentáló értékpárokkal (ebben az esettanulmányban) a valószínűségi alapon történő futtatások eredményeivel jól korreláló biztonsági tényező eloszlást kaptunk.

A módszert természetesen a későbbiekben még ellenőrizni, tökéletesíteni és érvényesíteni kell a jelen esettanulmányon kívüli, általános esetekre vonatkozólag is. Ezzel az eredménnyel mégis egy lépéssel közelebb jutottunk a korábban kitűzött célunkhoz, hogy a különböző hajlású és magasságú (azaz különböző normálfeszültségek mellett) hulladéklerakó rézsűk esetében is meg tudjunk adni olyan jellemző  $c-\phi$  értékpárokat (karakterisztikus vagy tervezési értékeket), amelyek mellett homogén hulladéktestként kezelve az állékonyságvizsgálati feladatot, a biztonsági tényező megfelel az inhomogén rézsű valószínűségi alapon történő megoldása esetén kapott, egy adott valószínűséghez tartozó biztonsági tényezőnek.

### Összegzés

A bemutatott tanulmány egy évek óta tartó kutatás eredményeit mutatja be. Szándékunkban áll a vizsgálatokat kiterjeszteni a hulladéklerakók állékonyságvizsgálatára különböző peremfeltételek mellett. Vizsgálataink végső célja, hogy a különböző hajlású és magasságú (azaz különböző normálfeszültségek mellett) hulladéklerakó rézsűk esetében is meg tudjunk adni olyan jellemző  $c-\phi$  értékpárokat (karakterisztikus vagy tervezési értékeket), amelyek mellett homogén hulladéktestként kezelve az állékonyságvizsgálati feladatot, a biztonsági tényező megfelel az inhomogén rézsű valószínűségi alapon történő megoldása esetén kapott, egy adott valószínűséghez tartozó biztonsági tényezőnek. Ezen megoldással a mindennapi tervezési gyakorlat számára egy gyors és könnyen kezelhető állékonyságvizsgálati módszer adható.

Ezen tanulmányunkkal a magunk szerény módján kívántunk tisztelni dr. habil. Csőke Barnabás professzor

magas színvonalú munkássága előtt és 70. születésnapja alkalmából kívánunk neki további eredményes szakmai tevékenységet és jó egészséget!

### Köszönetnyilvánítás

A tanulmány/kutatómunka a Miskolci Egyetemen működő Fenntartható Természeti Erőforrás Gazdálkodás Kiválósági Központ TÁMOP-4.2.2/A-11/1-KONV-2012-0049 jelű „KÜTFŐ” projektjének részeként – az Új Széchenyi Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

### IRODALOM

- [1] Faur K. B.: Hulladéklerakók magasítási lehetőségeinek ellenőrzése állékonyság-vizsgálattal. záródolgozat, Budapest, SZIE YMÉK, p. 104. (2012)
- [2] Faur K. B.: Statistical analysis of shear strength parameters of municipal solid wastes by slope stability analysis GEOSCIENCES AND ENGINEERING: A PUBLICATION OF THE UNIVERSITY OF MISKOLC 3:(5) pp. 145-153. (2014)
- [3] Faur K. B. – Szabó I.: Nyírószilárdsági paraméterek figyelembe vétele hulladék-lerakók állékonyságvizsgálatánál, esettanulmány. 4. Kézdi Konferencia. 254 p. Buda-

pest, Magyarország, 2015.05.21 Budapest: BME Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszék, 2015. pp. 63-72. (ISBN:978-963-313-180-0) (2014)

- [4] Szabó I.: Hulladékelhelyezés. Egyetemi tankönyv, Miskolci Egyetemi Kiadó, 1999, ISBN 963 661 313 3 p. 440 (2008)
- [5] Szabó I. – Szabó A.: Hulladéklerakók rekultivációja és utógondozása. Miskolci Egyetem, ISBN 978-963-661-627-4, p. 342. (2012)
- [6] Szepesházi R.: Geotechnikai tervezés Tervezés az Eurocode 7 és a kapcsolódó európai geotechnikai szabványok alapján. Business Media Magyarország, Budapest (2008)
- [7] Varga G.: Hulladéklerakók állékonysági kérdései. PhD értekezés, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (2010)
- [8] Varga G.: Geotechnical Aspects of Bioreactor Landfills. Periodica Polytechnica. Ser.Civ.Eng. Vol. 55, No.1. 2011. pp. 39-44. doi: 10.331/pp.ci. 2011-1.05 (2011 a)
- [9] Varga G.: Stability analysis of bioreactor landfills. Proceedings of the XVth European Conference on Soil Mechanics & Geotechnical Engineering, Athen, Septembre 2011. pp. 1827-1831. doi: 10.3233/978-1-60750-801-4-1827 (2011 b)
- [10] Varga G.: Comparison of Landfill Stability Analysis Results Based on Literature Recommendations. Geosciences and Engineering: A Publication of the University of Miskolc 3:(5) pp. 71-76. (2014)

**FAUR KRISZTINA BEÁTA** okl. környezetmérnök (Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, 1998), építőmérnök (Szent István Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi Kar, 2012). 2001-től tanszéki mérnök a Környezetgazdálkodási Intézet Hidrogeológia-Mérnökgeológiai Intézeti Tanszékén. Kutatási területei: geotechnika, környezetvédelmi geotechnika, hulladék-elhelyezés, hulladéklerakók rekultivációja.

**DR. SZABÓ IMRE** okl. bányamérnök (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc, 1967), alapozási szakmérnök (Budapesti Műszaki Egyetem, 1971), a földtudomány kandidátusa (1989), dr. habil. (2005), a Miskolci Egyetem professzor emeritusa, 1998-2009 között az egyetem Hidrogeológiai Mérnökgeológiai Tanszékének a vezetője. Kutatási területei: geotechnika, környezetvédelmi geotechnika, hulladék-elhelyezés, hulladéklerakók rekultivációja, szennyezett területek kármentesítése.

### Kincs a vörösiszapban

Szinte korlátlan nyersanyagforrás lehet a vörösiszap, világszerte 60 gigantikus tározóban 3 billió tonnát tárolnak, és ez a mennyiség évente 150 millió tonnával nő. A vörösiszap feldolgozására ígéretes technológiákat dolgoztak ki, ezek bevezetése egyre sürgetőbb. A vörösiszap feldolgozására már most is több mint ezer szabadalmat jegyeztek be, hogy ezek közül melyik bizonyul gazdaságosnak, az a közeli jövőben kiderülhet. A rendelkezésre álló megoldási lehetőségekről november közepén rendeztek konferenciát a belgiumi Leuvenben, ahol 28 ország kutatói és szakértői elemezték a megoldási lehetőségeket.

A tározókban elhelyezett anyagból elsősorban vasoxid és alumíniumoxid nyerhető vissza. Ezek mennyisége a vörösiszap teljes tömegének akár 50 százaléka is lehet. A Görögországban folyó kutatások a vasoxidra – illetve a nyersvas kinyerésére koncentrálnak – hangzott el a konferencián.

Külön fejezetet érdemelnek a föld- és ritkaföldfémek, amelyek szintén jelentős mennyiségben nyerhetők ki a vörösiszaptól. Oroszországban például már működik egy kísérleti üzem, amely éppen ezt célozza meg. A ritkaföldfémek közül a szkandium érdemel kiemelt figyelmet, hiszen az alumínium

ötvözőjeként a repülőgépgyártás és a hadiipar egyik kulcsfontosságú anyaga. A neodimium vas-bór ötvözetben speciális, szupererős mágnesek alapanyaga – ezt szélturbinák esetében és az autógyártásban alkalmazzák. Szintén jelentős mennyiségben található a vörösiszapban az eurórium, amelynek oxidja a síkképernyős televíziókban és energiatakarékos fénycsövekben hasznosítható, továbbá az ittrium, amely a LED fényforrások lelke.

Mindezekből kiderül, hogy az évekkel ezelőtt még átoknak minősített vörösiszap hasznos másodnyersanyag-forrás lehet, s ez biztató lehetőségeket rejt a hazai vörösiszap tározók megszüntetéséhez is. Az Ajkán, Mosonmagyaróváron és Almásfüzitőn tárolt vörösiszap ipari méretű feldolgozása ugyan ma még költségigényes technológiák bevetését kívánja meg, de az így kinyerhető nyersanyagok jelentős bevételi forrást is jelenthetnek. Arról nem is beszélve, hogy a tározók fenntartása, őrzése és rekultivációja is évi sok száz millió forintba kerül.

Az Egyesült Államokban stratégiai tartaléknak tekintik a vörösiszapot a benne lévő értékes ritkaföldfémek miatt, ennek megfelelően a timföldgyárak állami támogatást kapnak a vörösiszap-tározók kezelésére.

*www.napi.hu 2015.11.21.*

*PT*

# A cementklinker őrlhetősége és az alternatív anyagok szerepe az őrlhetőség alakulásában

DR. GÁVEL VIKTÓRIA, okl. előkészítéstechnikai mérnök, okl. szerkezetépítő betontechnológus szakmérnök, Tanúsítási Iroda vezető, kutatómérnök (CEMKUT Kft. Budapest)



Számos üzemi klinkerminta őrlhetőségének Zeisel- és Bond-féle módszerrel történő vizsgálata alapján – az eredményeket matematikai-statisztikai módszerekkel értékelve – kidolgoztuk a klinkerek őrlhetőség alapján történő osztályozási, illetve minősítési rendszerét („könnyen”, „közepesen”, „nehezen” őrlhető). A klinkerek komplex – kémiai-ásványi összetétel, makro- és mikroszerkezet, őrlhetőség – vizsgálata alapján kimutattuk, hogy a klinker őrlhetőségét befolyásolja – számos egyéb gyártási paraméter mellett – a cementiparban felhasznált egyre többfajta alternatív tüzelő- és nyersanyag is, melyek mennyisége az utóbbi időben jelentősen megnövekedett.

## Bevezetés

Az őrlés igen energiaigényes folyamat. A cementipar a nagy energiafogyasztók egyike, ezért az őrlésre fordított energia csökkentése a kiemelt feladatok közé tartozik. Ugyanakkor az őrlésre kerülő klinkerek jellemzése, valamint az előállított cementek minősége szempontjából is igen fontos azok mechanikai igénybevétellel szembeni ellenállása, illetve őrlhetősége. Ez a paraméter ugyanis nemcsak nagymértékben befolyásolja az őrlőberendezés működését, az őrlési folyamat hatékonyságát, az őrlés energiaigényét, hanem hatással van az előállított cement finomságára, illetve szemcseméret-eloszlására és ezáltal minőségére is. Különösen a csökkentett klinkerhányadú cementek előállításánál játszik igen fontos szerepet a klinker őrlhetősége, ugyanis alapvetően ez határozza meg, hogy őrléskor a klinker a többkomponensű cement mely frakcióiban dúsul fel, és ezáltal hogyan befolyásolja a cement szilárdulási ütemét, illetve szilárdságát.

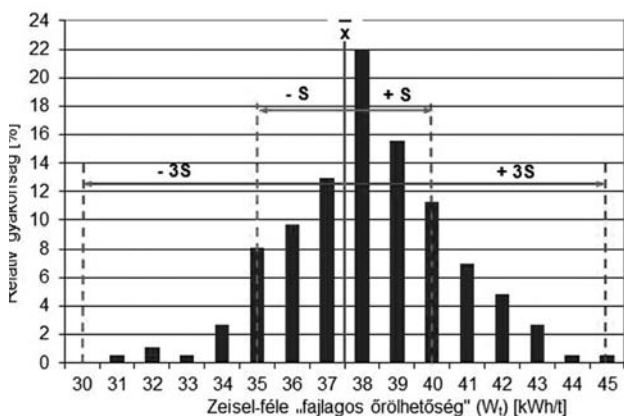
A klinker őrlhetőségét döntő mértékben szövetszerkezete befolyásolja, melyre ugyanakkor hatással vannak a gyártási paraméterek (a nyersliszt őrlési finomsága és homogenitása, a klinkerégetés és -hűtés intenzitása stb.). Az egyes klinkerfázisok mikroszerkezetét és mikrokeménységét – végső soron a klinker őrl-

hetőségét – befolyásolják továbbá az alternatív tüzelő- és nyersanyagok felhasználása következtében a klinkerbe bekerülő és a kristályszerkezetbe beépülő nyom-elemek.

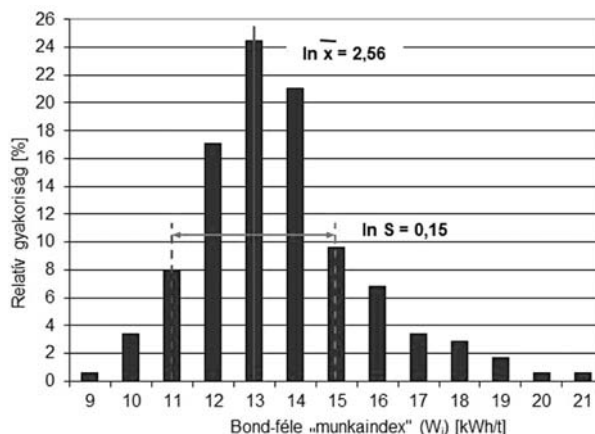
## A klinker őrlhetősége

Az őrlhetőség vizsgálatára a cementiparban számos módszert használnak, melyek közül az európai gyakorlatban leginkább a Zeisel- és a Bond-féle eljárások terjedtek el [1, 2]. Ezzel a két módszerrel Magyarországon is évek óta rendszeresen vizsgáljuk az üzemi klinkerek őrlhetőségét. Ugyanakkor a klinkerek őrlhetőségére vonatkozó műszaki szabályozások jelenleg nem állnak rendelkezésre. Ezért a klinkerek őrlhetőségének minősítése céljából számos hazai üzemi klinkerminta őrlhetőségének Zeisel- és Bond-féle módszerrel végzett vizsgálata, valamint a vizsgálati eredmények matematikai-statisztikai feldolgozása alapján kidolgoztuk a klinkerek őrlhetőség alapján történő osztályozási, illetve minősítési rendszerét.

A hazai cementgyárak által 1997-2010. években gyártott 186 db üzemi klinkerminta Zeisel-féle készülékkel ~5000 cm<sup>2</sup>/g fajlagos felületig történő őrlése során meghatározott fajlagos energiafogyasztás, azaz Zeisel-féle „fajlagos őrlhetőség” ( $W_i$ ) értékeinek



1. ábra: Az 1997-2010. években gyártott, illetve vizsgált üzemi klinkerek Zeisel-féle „fajlagos őrlhetőségének” ( $W_i$ ) relatív gyakorisági hisztogramja



2. ábra: Az 1997-2010. években gyártott, illetve vizsgált üzemi klinkerek Bond-féle „munkaindexének” ( $W_i$ ) relatív gyakorisági hisztogramja



becsléses illeszkedésvizsgálata –  $\chi^2$  próbával – alapján azok normális eloszlást követnek (1. ábra). A normális eloszlás statisztikai jellemzői – átlag:  $\bar{x} = 37,68$  kWh/t; tapasztalati szórás:  $S = 2,36$  – alapján kijelöltük a klinkerek Zeisel-féle „fajlagos őrlhetőség” ( $W_t$ ) értékének minősítési osztályait:

- $\bar{x} - 3S < W_t \leq \bar{x} - S$ : „könnyen”;
  - $\bar{x} - S < W_t \leq \bar{x} + S$ : „közepesen”;
  - $\bar{x} + S < W_t \leq \bar{x} + 3S$ : „nehezen”
- őrlhető klinkerek (1. táblázat).

1. táblázat: A klinkerek osztályozása a Zeisel-féle „fajlagos őrlhetőség” ( $W_t$ ) értéke alapján

Számított határértékek		Korrigált, alkalmazásra javasolt határértékek		Minősítési osztály	Jele
Alsó határ „ $W_{tA}$ ” [kWh/t]	Felső határ „ $W_{tF}$ ” [kWh/t]	Alsó határ „ $W_{tA}$ ” [kWh/t]	Felső határ „ $W_{tF}$ ” [kWh/t]		
> 44,8		> 45		rendkívül nehezen őrlhető	RN
> 40,0	≤ 44,8	> 40	≤ 45	nehezen őrlhető	N
> 35,3	≤ 40,0	> 35	≤ 40	közepesen őrlhető	KÖZ
> 30,6	≤ 35,3	> 30	≤ 35	könnyen őrlhető	K
	≤ 30,6		≤ 30	rendkívül könnyen őrlhető	RK

2. táblázat: A klinkerek osztályozása a Bond-féle „munkaindex” ( $W_i$ ) értéke alapján

Számított határértékek		Korrigált, alkalmazásra javasolt határértékek		Minősítési osztály	Jele
Alsó határ „ $W_{iA}$ ” [kWh/t]	Felső határ „ $W_{iF}$ ” [kWh/t]	Alsó határ „ $W_{iA}$ ” [kWh/t]	Felső határ „ $W_{iF}$ ” [kWh/t]		
> 15,0		> 15		nehezen őrlhető	$N_B$
> 11,1	≤ 15,0	> 11	≤ 15	közepesen őrlhető	$KÖZ_B$
	≤ 11,1		≤ 11	könnyen őrlhető	$K_B$

3. táblázat: Nyomelemek rangsorolása a klinker őrlhetőségére gyakorolt hatásuk alapján

Őrlhetőségre gyakorolt hatás	Rangsor	Nyomelem
Kedvező ↑	1	Titán (Ti)
	2	Bárium (Ba)
	3	Króm (Cr)
	4	Cink (Zn)
	5	Foszfor (P)
Elhanyagolható	-	Nikkel (Ni)

A SZIKKTI cementkutató osztályán, majd a Cemkut Kft.-ben 1975-1996. években megvizsgált üzemi klinkerek Zeisel-féle „fajlagos őrlhetőségének” értéke alapján < 30 kWh/t „fajlagos őrlhetőséggel” rendelkező klinkerek csak nagyon ritkán fordulnak elő és > 45 kWh/t „fajlagos őrlhetőség” érték is csak az évtizedekkel korábban gyártott klinkerekre volt jellemző, ezért ezekre a tartományokra két külön őrlhetőségi osztályt jelöltünk ki („rendkívül könnyen” és „rendkívül nehezen” őrlhető klinkerek).

Hasonlóképpen elvégeztük a hazai cementgyárak által 1997-2010. években gyártott 178 db üzemi klinkerminta Bond-féle „munkaindex” ( $W_i$ ) értékeinek becsléses illeszkedésvizsgálatát  $\chi^2$  próbával, mely alapján azok lognormális eloszlást követnek (2. ábra). A lognormális

eloszlás statisztikai jellemzői – átlag logaritmus:  $\ln \bar{x} = 2,56$  kWh/t; tapasztalati szórás logaritmus:  $\ln S = 0,15$  – alapján kijelöltük a klinkerek Bond-féle „munkaindex” ( $W_i$ ) értékének minősítési osztályait is („könnyen”, „közepesen” és „nehezen” őrlhető klinkerek) (2. táblázat).

Megjegyzendő, hogy a hazai üzemi klinkerek Bond-féle „munkaindexének” ( $W_i$ ) vonatkozásában korábbi vizsgálati eredmények nem állnak rendelkezésre.

Az őrlhetőség vizsgálata mellett elvégeztük ezen üzemi klinkerek kémiai összetételének és szövetszerkezetének vizsgálatát is.

## A tüzelőanyag fajtájának hatása

Az üzemi klinkerek vizsgálata során azt tapasztaltuk, hogy a különböző tüzelőanyagok felhasználására történő átállás következtében a klinker őrlhetősége megváltozott.

A 3. ábrán ugyanabban a hazai cementgyárban tüzelőanyagként földgáz, szén, valamint petrolkoks felhasználásával gyártott üzemi klinkerek  $SO_3$ -tartalmának és Zeisel-féle „fajlagos őrlhetőségének” ( $W_t$ ) változása látható.

A széntüzelés, valamint a petrolkoks felhasználása a klinker őrlhetőségét kedvező irányba befolyásolta, ami azzal hozható összefüggésbe, hogy a klinker  $SO_3$ -tartalma megnőtt, így az  $[SO_4]^{2-}$ -ionok az alit( $C_3S$ )- és belit( $C_2S$ )-kristályokba beépülve  $[(SO_4)^{2-} \rightarrow (SiO_4)^{4-}]$  csökkentették azok mikrokeménységét [3-5].

A széntüzelés, valamint a petrolkoks felhasználása a klinker őrlhetőségét kedvező irányba befolyásolta, ami azzal hozható összefüggésbe, hogy a klinker  $SO_3$ -tartalma megnőtt, így az  $[SO_4]^{2-}$ -ionok az alit( $C_3S$ )- és belit( $C_2S$ )-kristályokba beépülve  $[(SO_4)^{2-} \rightarrow (SiO_4)^{4-}]$  csökkentették azok mikrokeménységét [3-5].

## Mellék- és nyomelemek hatása

A klinkerek komplex vizsgálata során arra a következtetésre jutottunk, hogy számos esetben azon üzemi klinkerek bizonyulnak „könnyen” őrlhetőnek, melyek gyártása során alternatív tüzelő- és/vagy nyersanyagként hulladékokat, illetve ipari melléktermékeket használtak. Ez azzal lehet összefüggésben, hogy az utóbbi években az alternatív tüzelő-, illetve nyersanyagok cementiparban történő felhasználása következtében megnőtt a klinkerbe beépülő mellék- és nyomelemek száma és mennyisége.

Az egyes nyomelemeknek a klinker őrlhetőségére gyakorolt hatását azonos körülmények között előállított, 0,1 m/m%  $Cr_2O_3$ , ZnO, BaO, NiO,  $TiO_2$  és  $P_2O_5$  adagolásával égetett modellklinkereken vizsgáltuk. A modellklinkereket laboratóriumi golyósmalomban kü-

lönböző finomságig, illetve fajlagos felületig őröltük és mértük az egyes finomságok eléréséhez szükséges őrlési időt, mely arányos az őrlésre fordított munkával (4. ábra).

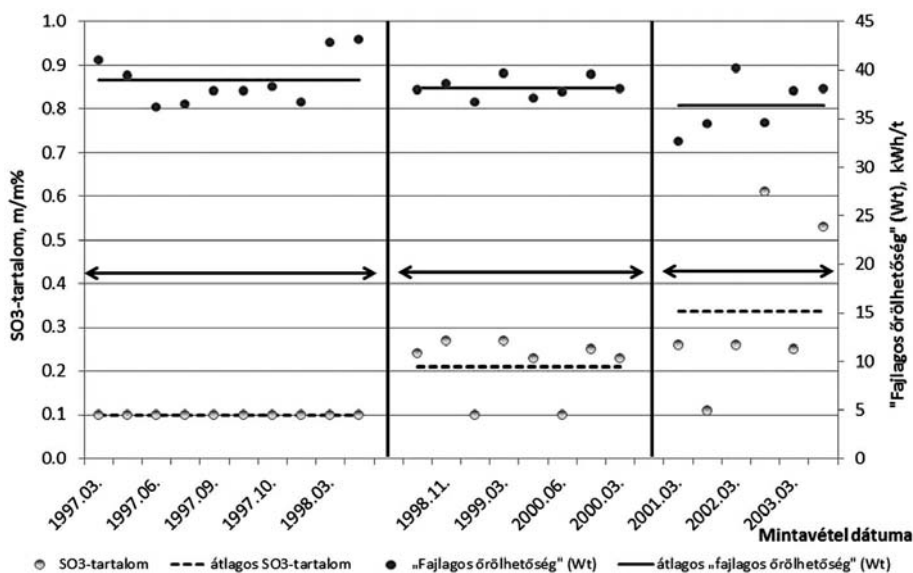
Valamennyi vizsgált elem – a nikkelt (Ni) kivételével – kedvezően befolyásolta a klinkerek őrölhetőségét, mely javulás abban nyilvánult meg, hogy azonos őrlési idő mellett nagyobb finomságú, illetve fajlagos felületű őrleményeket sikerült előállítani, a nyomelemeket nem tartalmazó klinkerből készült őrleményhez képest. A különbség a finomabb őrlési tartományban általában nagyobb mértékű volt.

Az etalon és a nyomelemet tartalmazó modellklinkerek mérési eredményei közötti átlagos négyzetes eltérések alapján az egyes nyomelemek – a klinker őrölhetőségére gyakorolt hatásuk szerint – rangsorolhatók (3. táblázat).

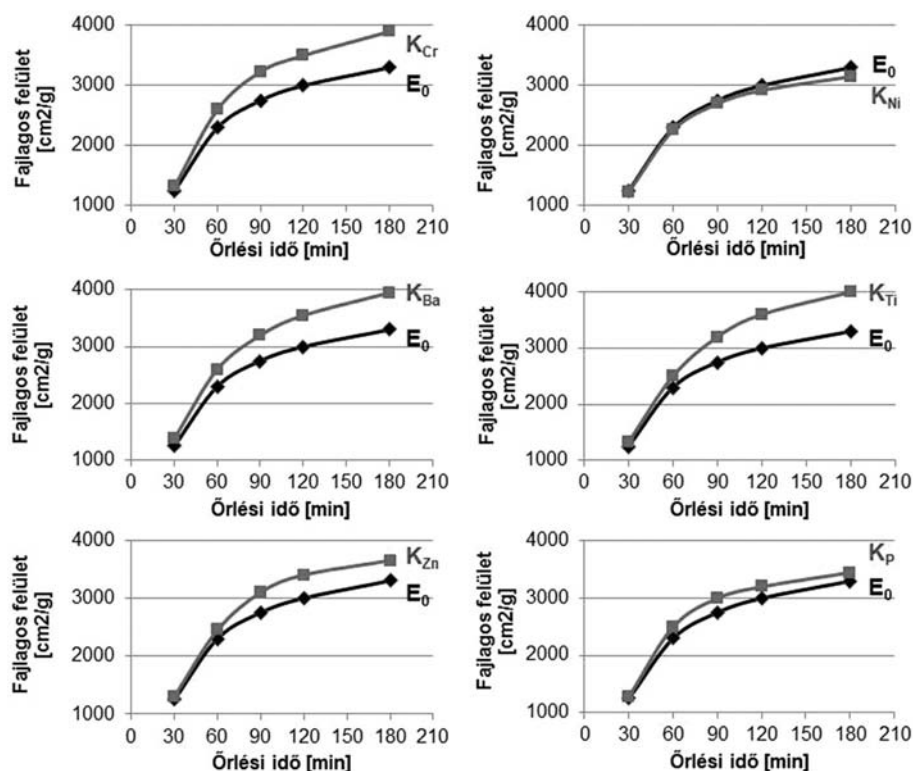
Fentiekén túlmenően a klinker őrölhetőségét, illetve az azt alapvetően meghatározó szövetszerkezet (makro- és mikroszerkezet) alakulását – a kémiai-ásványi összetétel mellett – egyéb gyártási paraméterek (nyersliszt őrlési finomsága és homogenitása, klinkerégetés és -hűtés intenzitása stb.) is befolyásolják, melyek hatása üzemi körülmények között együttesen érvényesül.

#### Fontosabb következtetések

Nagyszámú üzemi klinkerminta őrölhetőségének – Zeisel-féle „fajlagos őrölhetőségének” ( $W_t$ ) és Bond-féle „munkaindexének” ( $W_i$ ) – matematikai-statisztikai és mérnöki módszerekkel végzett értékelése alapján a klinkerek különböző – „könnyen”, „közepesen” és „nehezen” – őrölhetőségi osztályokba sorolhatók, ill. őrölhetőségük alapján minősíthetők.



3. ábra: Tüzelőanyag fajtájának hatása az üzemi klinkerek  $SO_3$ -tartalmára és Zeisel-féle „fajlagos őrölhetőségére” ( $W_t$ )



4. ábra: Az etalon ( $E_0$ ), valamint bárium ( $K_{Ba}$ ), cink ( $K_{Zn}$ ), foszfor ( $K_P$ ), króm ( $K_{Cr}$ ), nikkelt ( $K_{Ni}$ ) és titán ( $K_{Ti}$ ) tartalmú modellklinkerek fajlagos felületének változása az őrlési idő függvényében

Az üzemi klinkerek Zeisel-féle „fajlagos őrölhetőségének” ( $W_t$ ) eloszlása normális eloszlást, Bond-féle „munkaindexének” ( $W_i$ ) eloszlása pedig lognormális eloszlást követ, ami elméleti megfontolások alapján a két vizsgálati módszer eltérő őrlési finomságával magyarázható. Ugyanis a Bond-féle módszer az őrlés durva tartományára jellemző, ezért lényegesen kisebb – a 0-hoz közelebbi – őrölhetőségi számot eredményez, ami az eredmények eloszlását alulról korlátozza és lognormálissá

„torzítja”. Ez magyarázatul szolgálhat Unland [6] megállapítására is, miszerint a kisebb őrlési finomságra – 3000 cm<sup>2</sup>/g fajlagos felületre – vonatkoztatott Zeisel-féle őrlhetőség értékek eloszlása lognormális.

A klinkerek komplex – kémiai-ásványi összetétel, szövetszerkezet, őrlhetőség – vizsgálata alapján a Zeisel-féle „fajlagos őrlhetőség” ( $W_i$ ) értékét elsősorban a klinker mikroszerkezete – a klinkerásványok mennyisége, állapota stb. – befolyásolja és így egyben anyagjellemzőnek is tekinthető, míg a Bond-féle „munkaindex” ( $W_j$ ) értékének alakulásában sokkal inkább a klinker makroszerkezete – porozitása, repedezettsége stb. – játszik meghatározó szerepet.

Ugyanakkor a klinker szövetszerkezetének (makro- és mikroszerkezet) alakulását – a kémiai-ásványi összetétel mellett – a gyártástechnológiai paraméterek – nyersliszt összetétele és őrlési finomsága, klinkerégetés és -hűtés intenzitása, tüzelőanyag fajtája, nyomelemek jelenléte és mennyisége stb. – határozzák meg. Így például a tüzelőanyaggal és/vagy alternatív nyersanyagokkal bevitt egyes mellék- és nyomelemek kedvező hatást gyakorolnak a klinkerfázisok szerkezetére, ill. keménységére és ezáltal a klinker őrlhetőségére, ami azzal hozható összefüggésbe, hogy egyrészt befolyásolják a klinkerképződési folyamatokat, másrészt a klinker égetése során szilárd oldatokat képeznek a klinkerás-

ványokkal, beépülnek a főelemek helyére. A klinker őrlhetőségének megváltozása ezen folyamatok, ill. hatások makroszkópikus megnyilvánulása.

## IRODALOM

- [1] H. G. Zeisel: Schriftenreihe der Zementindustrie, Heft 14, pp. 51, VDZ e.v., Düsseldorf (1953)
- [2] F. C. Bond: Brit. Chem. Engng. 6, pp. 378 Aufbereitungs-Technik 9, pp. 574 (1961, 1968)
- [3] I. Odler – H. Zhang: Möglichkeiten der Produktion eines besonders leicht mahlbaren Portlandzementklinkers. ZKG International – Nr. 1/1997 (50. Jahrgang) pp. 36-43 (1997)
- [4] Juhász, A. Z. – Opoczky, L.: Mechanical Activation of Minerals by Grinding. Akadémiai Kiadó - Ellis Horwood Ltd Publishers, Budapest - Chichester (1990)
- [5] Z. Juhász – L. Opoczky: Mechano-Chemistry and Agglomeration. Progress in Mining and Oilfield Chemistry, Vol. 5: Advances in Incremental Petroleum Production (Editor: I. Lakatos) pp. 405-412, Akadémiai Kiadó, Budapest (2003)
- [6] G. Unland – K. Meltke – O. Popov – F. Silbermann: Assessment of the grindability of cement clinker. Part 2, Cement International 2/2003 Vol. 1, pp. 54-63 (2003)

**DR. GÁVEL VIKTÓRIA** 1998-ban diplomázott a Miskolci Egyetem Bányamérnöki Karának Eljárás-technika Szakán, Nyersanyag Eljárás-technika Szakirányon. Egyetemi évei során 1997-ben rész képzésen vett részt az Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg egyetemen. Az egyetemen nyújtott tanulmányi eredményei alapján 1998-ban elnyerte a Tanulmányi Emlékérem bronz fokozatát. 1998 szeptembere óta dolgozik a CEMKUT Cementipari Kutató-fejlesztő Kft.-nél, mint kutatómérnök. A kutatási témák kidolgozását önálló témafelelősként végzi, laboratóriumi vizsgálatokban, valamint üzemi kísérletekben is részt vesz. 2001-ben a Mérnök-továbbképző Intézet által kiírt pályázat egyik nyerteseként részt vett a Bolognai Egyetem "Design for Quality" nemzetközi továbbképzésén. 2006-ban betontechnológus szakmérnöki diplomát szerzett a Budapesti Műszaki és Közgazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Karán. 2007 óta a CEMKUT Kft. Tanúsítási Irodájának vezetője, melynek során az építőanyagok európai forgalomba hozatalához szükséges műszaki feladatok elvégzését irányítja, dönt a forgalomba hozatal és a felhasználás engedélyezéséről. 2012 óta a Szilikátipari Tudományos Egyesület szakértője. 2013-ban PhD oklevelet szerzett a Mikoviny Sámuel Földtudományi Doktori Iskolában.

### Geotermikus energiával is fűt Győr és az Audi

Geotermikus energiával fűtenek ezentúl 24 ezer győri lakást, az Audi hőigényének pedig hatvan százalékát fedezi a forró vízből nyert hő. A vizet adó kutakat, a hőközpontot ma adták át a Győrhöz közeli Bőnyön. A kutakból 94 C °-os vizet szivattyúznak föl, amit 17 kilométer hosszú vezetéken juttatnak el a hőcserélőkhöz. A víz végig teljesen zárt rendszerben kering, így a Pér közelében kialakított kutakba szabályosan visszasajtolható.

A teljes program 10,2 Mrd forintba került. Az unió a beruházáshoz 2 Mrd forint vissza nem térítendő támogatást adott, és a Magyar Export-Import Bank 20 millió eurós hitelt nyújtott. Az Audi 17, a város szolgáltató vállalata, a Győr-Szol 15 évre kötött szerződést a fűtőanyagra.

Sági Géza, a Győr-Szol Zrt. elnök-vezérigazgatója szerint a geotermikus energia felhasználása évente több mint ötmillió köbméter földgázt vált ki. A szolgáltató jelenleg 42 millió köbméter földgázt használ fel.

Győr a megújuló energiákat akarja használni. Ezt a célt szolgálja a térség legfontosabb klímavédelmi beruházása – hangoztatta Németh Zoltán, a megyei közgyűlés elnöke. A beruházás hozzájárul, hogy az ország 2020-ra teljesíteni tudja a megújuló energiaforrások vállalt 14,6%-os arányát.

www.nol.hu 2015. 11. 24.

PT



# Finom szemcsék keverőalmi alakformálásának értékelése szemcsealak-eloszlás alapján

DR. RÁCZ ÁDÁM tudományos segédmunkatárs, Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet, Miskolci Egyetem



*Jelen tanulmány célja, hogy bemutassa a keverőalmi szemcsealak formálás – gömbszerűsítés, és felületi érdesség csökkentés – szemcsealak-eloszlással való értékelését finom, 100 μm alatti szemcsék esetén.*

## Bevezetés

A keverőmalmok nagy energiasűrűségű őrlő berendezések, melyek nagy finomságú, szubmikronos és nano őrlémények előállítására alkalmasak. Az iparban elsősorban nedves üzemben alkalmazzák, száraz üzemi alkalmazása az utóbbi években került előtérbe. A keverőalmi őrlés jellemzésére az ún. igénybevételi modelleket alkalmazzák, melyek részleteit magyar nyelven korábban ismertettem [1]. A modellek alapja, hogy az őrlés során elért finomságot alapvetően meghatározza, hogy az egyes szemcsék és a belőlük letörő egyes részecskék milyen gyakran vannak igénybevételnek kitéve (a szemcsére eső igénybevételek száma  $SN_F$ ); valamint az egyes igénybevételek során (a szemcsét ért egyes igénybevételek) mekkora a fajlagos energia vagy fajlagos erő (igénybevétel intenzitása az egyes igénybevételek során  $SI$ ) [2]. A keverőmalmokban őrlőtestek segítségével megy végbe az őrlés, melyek mozgásba hozását keverő rotor végzi. A rotor kerületi sebességének változtatásával az őrlőtestek által létrehozott igénybevételek intenzitása széles tartományban állítható, mely alapját képezi a berendezések őrlés mellett szemcsealakformálásra való alkalmasságának. Ennek során a berendezésben az őrlőtestek igénybevételi intenzitását a szemcsék töréséhez szükséges érték alatt tartjuk, melynek eredményeképpen a szemcsék felületének koptatása, forgácsolása megy végbe, gömbszerű, sima felületű szemcséket eredményezve.

Az optimális szemcsealak a technológia vagy eljárás céljától függ. Szemcsékben végbemenő termikus és kémiai reakciók esetén például gömb alak a hasznos, hogy biztosítsa a reakció egyenletes lefutását a szemcse felületétől a középpontja irányába. Olyan reaktorokban, amelyekben hőátadó közeg van vagy hőátadás történik, a szemcséknek a gömb alak szintén előnyösebb. Ennek oka a nagy szabad pórustérfogat és a szemcsés anyag kisebb folyási ellenállása. Ezzel ellentétben a szemcsefelépítő eljárások során (brikettálás, pelletálás) a pórustérfogatnak minél kevesebbnek kell lennie azért, hogy a megfelelő aggregátum-szilárdság elérhető legyen. Ilyen alkalmazások esetén a gömbszemcsétől való minél nagyobb eltérés a célravezető. Adott eljárások esetén a szemcsealakon kívül a szemcse felületének érdessége is fontos paraméter. Sima szemcsefelület például kedvező silókból történő ürítés esetén [3].

A jelen tanulmány a 32-71 μm-es dolomitzemcsék keverőalmi alakformálását és alakeloszlását mutatja be.

## Kísérleti eszközök és értékelési módszerek

Az őrlési-alakformálási kísérleteket a Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet egyedi tervezésű és építésű tárcsás keverőmalmában végeztem. A keverőmalom kopásálló kerámia béléssel és keverőtárcsákkal van ellátva. A malom rotorján öt speciális kialakítású keverőtárcsa van. A malom köpenyhűtéses, hasznos térfogata 530 cm<sup>3</sup>.

Az őrlési-alakformálási kísérletek során az őrlőtest töltési fok és anyag töltési fok minden kísérletnél állandó értékű volt, a korábbi vizsgálatok alapján 60 és 50% [4,5]. A kerületi sebesség értékét ( $v_t$ ) 2 és 8 m/s között változtattam. Az őrlőtestek átmérője ( $d_{GM}$ ) 0,2-0,3; 0,3-0,4 mm volt. Az őrlőtestek sűrűsége ( $\rho_{GM}$ ) 2800 kg/m<sup>3</sup> (üveg), és 6060 kg/m<sup>3</sup> (ittriummal stabilizált felületű cirkónium-oxid). Az alkalmazott őrlési-alakformálási idő 0,5 és 40 perc között változott. A feladott anyag dolomit volt, szemcsemérete 32-71 μm.

A szemcsék alakját egy Zeiss Imager M2M típusú optikai mikroszkóp segítségével elemeztem. A szemcsék alakjának leírása érdekében a Feret minimum; Feret maximum; a vetület-területe, kerülete, a körülíró konvex sokszög kerülete mérése szükséges, melyet az AxiovisionRel. 4.8. program képelemző kiegészítésének segítségével tettem meg.

A mért paraméterek felhasználásával az egyes alakformálási feladatok jellemzésére az alábbi paramétereket alkalmaztam [6]:

$$\text{Felületi érdesség } (k) [7]: \quad k = \left( \frac{U_k}{U} \right)^2 \quad (1)$$

A felületi érdesség a szemcse kontúr kerülete és a körülíró konvex sokszög kerülete hányadosának négyzete. Megmutatja, hogy a szemcsefelület mennyire érdes (a felületi érdesség csökkentés mérőszáma). Értéke ideális esetben 1.

$$\text{Gömbszerűség hibaterülete: } FA_C = \frac{4A_v}{F_{max}^2 \pi} \quad (2)$$

A gömbszerűség hibaterülete a szemcse vetületének területe és a Feret maximum átmérővel meghatározott

kör területének hányadosa. Leírja a szemcse gömbszerűségét (a gömbsítés, gömbszerűsítés mérőszáma). Értéke ideális esetben 1.

A szemcsehalmazt alkotó szemcsék alakjának jellemzésére az adott alakot leíró paraméter empirikus darabszám szerinti eloszlása és sűrűség-függvénye felrajzolható, mely alapján az alakformálás során bekövetkező változás nyomon követhető. A darabszám szerinti alakeloszlás és sűrűségfüggvény értékei az alábbi módon számíthatóak:

$$\Delta n_i = \frac{n_i}{\sum n} \quad (3)$$

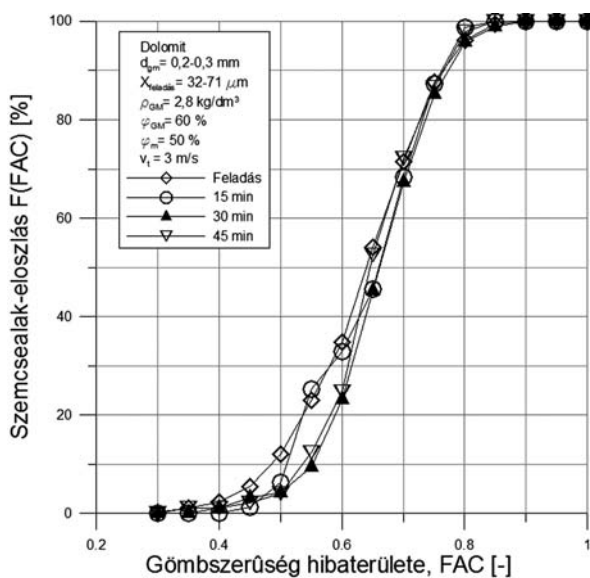
$$F(k; FAE; FAC)_i = \sum_0^i \Delta n \quad (4)$$

$$f(k; FAE; FAC)_i = \frac{\Delta n_i}{\Delta(k; FAE; FAC)} \quad (5)$$

ahol:  $\sum n$  – a mikroszkópban vizsgált összes szemcse darabszáma [db]  
 $\Delta n$  – szemcsehányad [-]  
 $n_i$  – az adott alakformálási tényező tartományba eső szemcsék száma [db]

Az őrlőtest átmérő  $d_{GM}$  és sűrűség  $\rho_{GM}$  valamint a rotor kerületi sebesség  $v_t$  hatásának együttes értékelésére a szemcsére vonatkoztatott igénybevételi modell alapján az igénybevétel intenzitást alkalmaztam, melynek számítására, mivel a kiválasztott mintaanyag közepesen kemény dolomit volt, az alábbi képletet alkalmaztam [2].

$$SI_{GM} = d_{GM}^3 \rho_{GM} v_t^2 \quad (6)$$



1. ábra: A gömbszerűség hibaterülete szerinti alakeloszlás változása a tartózkodási idővel,  $SI=3,94 \cdot 10^{-7}$  Nm esetén

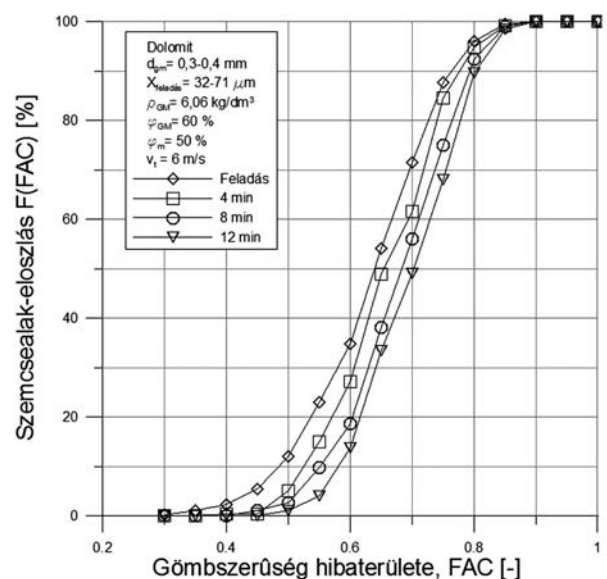
## Mérési eredmények

Az 1. ábrán a gömbszerűség hibaterülete szerinti alakeloszlás változása látható a tartózkodási idővel adott  $SI=3,94 \cdot 10^{-7}$  Nm igénybevételi intenzitás esetén. A gömbszerűség hibaterületének eloszlása kis változást mutat a tartózkodási idővel, némileg jobbra tolódik hosszabb tartózkodási idők esetén. Jelentősebb változás az eloszlások alsó, 30% alatti tartományában figyelhető meg, ahol a 30 és 45 perces alakformált minták eloszlás függvénye jelentősen eltolódott a nagyobb érték, tehát gömbszerűbb szemcsealak irányában. Az  $SI=3,94 \cdot 10^{-7}$  Nm igénybevételi intenzitás esetén tehát főként a kevésbé gömbszerűbb szemcsék, melyek FAC értéke 0,6 alatti, alakját tudtuk javítani. A szemcsék jellemzően a 0,4 és 0,8 FAC tartományba esnek.

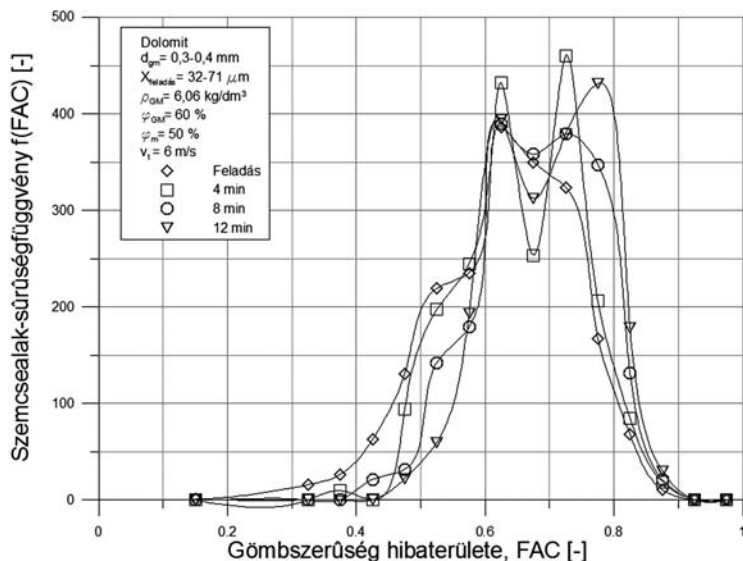
A 2. ábrán a gömbszerűség hibaterülete szerinti alakeloszlás változása látható a tartózkodási idővel  $SI=9,35 \cdot 10^{-6}$  Nm esetén. A gömbszerűség hibaterületének eloszlása egyértelmű jobbratolódást mutat a tartózkodási idővel, mely a szemcsék alakjának változását, a gömbszerűség javulását mutatja. Az alakformált (4, 8, 12 min) szemcsehalmazok szemcséinek FAC értéke a 0,5 és 0,85 közé eső tartományban van. A feladás eloszlásához képest a nagyon kis  $FAC < 0,5$  értékű szemcsék mennyisége drasztikusan lecsökkent az alakformált szemcsehalmazokban. Azonban a közel gömb alakú, tehát kör vetületű szemcsék mennyisége ( $FAC > 0,9$ ) az alakformálás során jellemzően nem változott. Ez elsősorban a kiindulási szemcsék alakjával magyarázható. Az eredményeket összehasonlítva a kisebb,  $SI=3,94 \cdot 10^{-7}$  Nm igénybevételi intenzitású alakformálás eredményével megállapítható, hogy a nagyobb igénybevételi intenzitású alakformálás gömbszerűbb alakú szemcsehalmazt eredményezett, mely az 50 és 80%-os szemcsealakokkal egyértelműen látható:

$FAC_{50}$ , feladás=0,63;

$FAC_{50}$ ,  $SI=3,94 \cdot 10^{-7}$ , 45 min=0,66;



2. ábra: A gömbszerűség hibaterülete szerinti alakeloszlás változása a tartózkodási idővel,  $SI=9,35 \cdot 10^{-6}$  Nm esetén



3. ábra: A gömszerűség hibaterülete szerinti szemcsealak-sűrűségfüggvény változása a tartózkodási idővel,  $SI=9,35 \cdot 10^{-6}$  Nm esetén

$FAC_{50, SI=9,35 \cdot 10^{-6}, 12 \text{ min}}=0,7$ ;

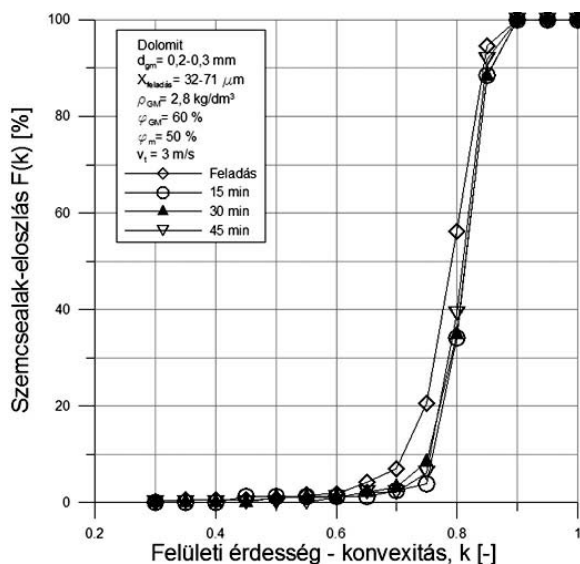
$FAC_{80, feladás}=0,72$ ;

$FAC_{80, SI=3,94 \cdot 10^{-7}, 45 \text{ min}}=0,725$ ;

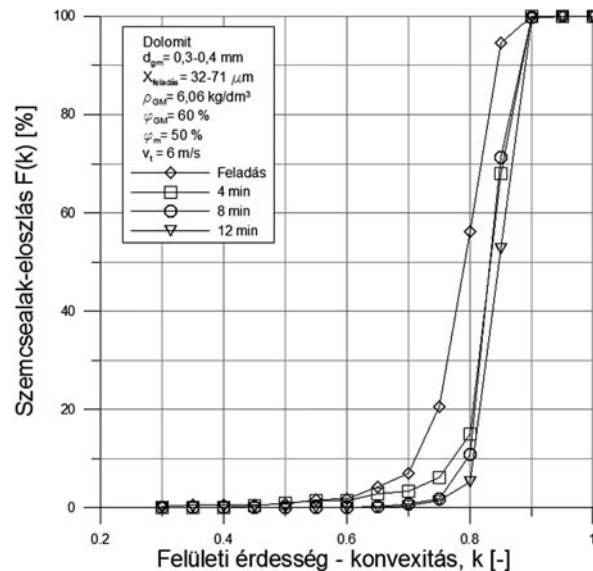
$FAC_{80, SI=9,35 \cdot 10^{-6}, 12 \text{ min}}=0,77$ .

A 3. ábrán a gömszerűség hibaterülete szerinti szemcsealak-sűrűségfüggvény változása látható a tartózkodási idővel  $SI=9,35 \cdot 10^{-6}$  Nm esetén. A gömszerűség hibaterülete szerinti sűrűségfüggvények bimodális jellegűek, ahol az első csúcs 0,625, míg a második 0,725-0,775 FAC között található. Az alakformálás hatására a 0,725-0,775 FAC közötti csúcs értékének növekedése látható, miközben a 0,3-0,55 FAC közötti tartomány sűrűségfüggvény értéke egyre inkább csökken.

A 4. ábrán a konvexitás szerinti alakeloszlás változása látható a tartózkodási idővel ( $SI=3,94 \cdot 10^{-7}$  Nm). A konvexitás a felületi érdesség mérőszáma. A feladási szemcsék szűk frakcióban helyezkednek el a konvexitás



4. ábra: A konvexitás szerinti alakeloszlás változása a tartózkodási idővel,  $SI=3,94 \cdot 10^{-7}$  Nm esetén



5. ábra: A konvexitás szerinti alakeloszlás változása a tartózkodási idővel,  $SI=9,35 \cdot 10^{-6}$  Nm esetén

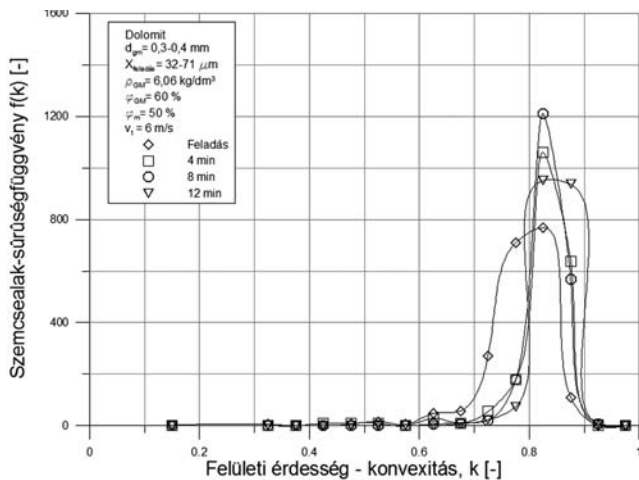
és így a felületi érdesség szempontjából, mely az eloszlás meredekségéből megállapítható. A szemcsék jellemzően a 0,6 és 0,9 konvexitás értékkel rendelkeznek. Az  $SI=3,94 \cdot 10^{-6}$  Nm igénybevételi intenzitású alakformálás hatására a konvexitás szerinti alakeloszlás jobbra tolódott, a  $k_{50}$  értéke 0,79-ről 0,81-re nőtt 15 perc tartózkodási időt követően, majd értéke nem változott a további tartózkodási idővel.

Az 5. ábrán a konvexitás szerinti alakeloszlás változása látható a tartózkodási idővel ( $SI=9,35 \cdot 10^{-6}$  Nm). Az alakformálás hatására a konvexitás szerinti eloszlás függvények meredeksége nőtt, miközben a függvények jobbra, a simább felületű szemcséket jellemző konvexitás érték felé tolódtak. A  $k_{50}$  értéke a feladás 0,79 értékéről 0,84-re nőtt 8 perc tartózkodási időt követően, majd 12 perc tartózkodási idővel tovább nőtt 0,85-re.

A 6. ábrán a konvexitás szerinti szemcsealak-sűrűségfüggvény változása látható a tartózkodási idővel,  $SI=9,35 \cdot 10^{-6}$  Nm igénybevételi intenzitás esetén. A konvexitás szerinti szemcsealak-sűrűségfüggvények monomodális jellegűt mutatnak. A módusz 0,825 k értéknél található, azok sűrűségfüggvény értéke az alakformálás hatására egyre növekszik, miközben a 0,775 alatti k értékű szemcsék aránya csökken a tartózkodási idővel.

A 7. ábrán az  $SI=9,35 \cdot 10^{-6}$  Nm igénybevételi intenzitás mellett alakformált szemcsehalmazok mikroszkópi felvételei láthatóak. A 7.a képen a feladás, a 7.b képen 4 percig alakformált, a 7.c képen 8 percig alakformált, a 7.d képen 12 percig alakformált szemcsék láthatóak. A feladási szemcséi szabálytalan alakúak, éles tört és érdes felületekkel rendelkeznek. Az alakformálás hatására kezdetben a felületi érdesség javulása, sima felületek kialakulása figyelhető meg, majd a tartózkodási idő előre





6. ábra: A konvexitás szerinti szemcsealak-sűrűségfüggvény változása a tartózkodási idővel,  $SI=9,35 \cdot 10^{-6}$  Nm esetén

haladtával egyre gömbszerűbb szemcséket kapunk. A szemcsék tökéletesen gömbszerű alakja természetesen nem elérhető ezzel az eljárással, mivel a kiindulási szemcsék alakja nem ideális a gömb alak előállításához, kocka alakú szemcsékből lehetne gömb szemcséket előállítani. Ettől eltérő szemcsealak esetén lekerekített, gömbölyded szemcsealakat fog eredményezni a keverőmalmi alakformálás.

Összegzőként megállapíthatjuk, hogy a bemutatott mérési eredmények alapján a gömbszerűség hibaterülete és a konvexitás szerinti szemcsealak-eloszlás és sűrűségfüggvények alkalmasak a finom szemcseméretű anyagok alakformálásának (gömbszerűsítés és felületi érdesség csökkentés) értékelésére. A vizsgált 32-71  $\mu\text{m}$ -es dolomit frakció a gömbszerűség hibaterülete szempontjából bimodális, míg a konvexitás szempontjából monomodális jelleget mutatott. A nagyobb igénybevételi intenzitású ( $SI=9,35 \cdot 10^{-6}$  Nm) alakformálás jobb eredményre vezetett, melynek eredményeképpen simább felületű és gömbszerűbb szemcséket állítottunk elő, mint a kisebb  $SI=3,94 \cdot 10^{-7}$  Nm esetén.

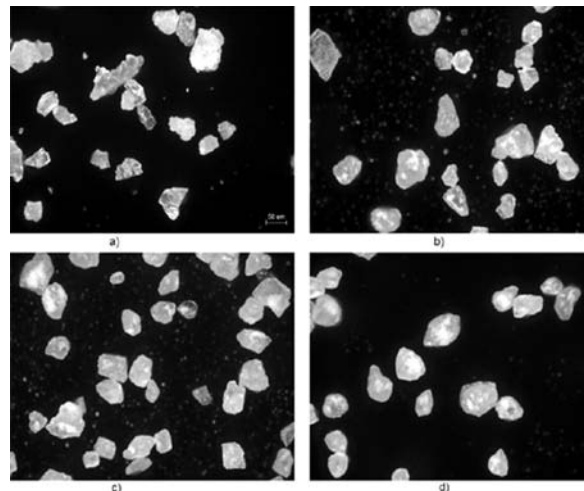
### Köszönetnyilvánítás

A kutatómunka a Miskolci Egyetem stratégiai kutatási területén működő Fenntartható Természeti Erőforrás Gazdálkodás és Alkalmazott Anyagtudomány és Nanotechnológia Kiválósági Központok keretében, a

**DR. RÁCZ ÁDÁM** a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézetének tudományos segédmunkatársa. Előkészítéstechnika mérnök diplomáját 2008-ban, a PhD fokozatát 2014-ben szerezte a Miskolci Egyetemen. Fő kutatási területe a mechanikai eljárás technikai műveletek, azon belül is az aprítás, őrlés.

### Az orosz Alrosa tervei

Az orosz gyémántbányákat összefogó Alrosa vállalat ismertetőjét közzétette az *Udachnaya* külszíni és földalatti bányauzeméről. Ezek a gyémántbányák Oroszország távolkeleti részén (Jakutia) vannak. A bányauzemek csővezetéken szállítják az ércet a feldolgozó berendezésekhez. A külszíni bányauzemet 1967-ben nyitották meg és 2015-ig 80 Mrd USD értékű nyers gyémántot termelt.



7. ábra: Mikroszkópi felvételek a feladás (32-71  $\mu\text{m}$ ) és alakformált szemcsékről,  $SI=9,35 \cdot 10^{-6}$  Nm mellett a – feladás, b – 4 min, c – 8 min, d – 12 min

TÁMOP-4.2.2.D-15/1/KONV-2015-0017 projekt részeként – az Új Széchenyi Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

### IRODALOM

- [1] Rácz. Á.: Nedves keverőmalmi őrlés modellezésének alapjai, Magyar Kémikusok Lapja LXVII.:(10.) pp. 290-294. (2012)
- [2] Kwade, A.: Mill selection and process optimization using a physical grinding model, International Journal of Mineral Processing 74 pp 93-101. (2004)
- [3] Kvapil, R.: Probleme des Gravitationsflusses von Schüttgütern, Aufbereitungs Technik 5 Nr. 3, pp 139-144. (1964)
- [4] Rácz. Á.: A szubmikronos száraz keverőmalmi őrlés lehetőségei és problémái, 1. rész. Építőanyag, 61. évf. 2. szám, 34-38. p. (2010)
- [5] Rácz. Á.: A szubmikronos száraz keverőmalmi őrlés lehetőségei és problémái, 2. rész. Építőanyag, 63. évf. 3-4. szám, 68-71. p. (2011)
- [6] Rácz. Á.: Őrlési eljárások kutatása, fejlesztése különölegesen finom őrlémények előállítására, Doktori (PhD) értekezés, Miskolci Egyetem, (2014)
- [7] Kuyumcu, H Z, Petersson, E, Rolf, L.: Studies on the influence of comminution mechanisms on the particle shape of comminuted products, Aufbereitungs Technik 46 Nr. 11, pp 4-13. (2005)

Ez év (2015) első félévében 1,7 millió karát (1 karát = 200 mg) gyémántot bányásztak ki. Ma a külfejtés mérete a külszínen 2 km átmérőjű, a mélysége 640 m.

A külszíni fejtés mellett elindították a mélyműveléses bányauzem építését is. Terveik szerint ez az üzem 4 Mt/év ércet és 5 millió karát/év nyers gyémántot fog 2019-től termelni.

Engineering and Mining Journal 2015. szeptember  
Bogdán Kálmán

# Egyesületi ügyek

## Az OMBKE választmányi ülése 2015. október 16.

A választmányi ülés kapcsolódott az egyesület Egyetemi Osztályának 60 éves jubileumi ünnepségéhez, így helyszíne a Miskolci Egyetem szenátusi tanácssterme volt.

Napirend előtt *dr. Nagy Lajos* elnök megemlékezett a 2015. június 17-én elhunyt *Kárpáti Lóránt* tiszteleti tagról.

Az **1. napirendi pontként** a választmány jóváhagyta a Szent Borbála kitüntetési javaslatokat.

**V19/2015.10.16. sz. határozat:** A választmány egyhangú szavazással, ellenszavazat és tartózkodás nélkül elfogadta a szakosztályok által előterjesztett név szerinti javaslatokat a központi Borbála-ünnepségen átadandó miniszteri kitüntésekre.

A **2. napirendi pontban** *dr. Gagy Pálffy András* ügyvezető igazgató adott tájékoztatást az OMBKE pénzügyi helyzetéről. Elmondta, hogy az I-III. negyedévi gazdálkodás eredményes, de mind az egyéni tagdíjak, mind a pártoló jogi tagdíjak befizetésében elmaradás van (3554 eFt, ill. 9320 eFt). Az év hátralévő részében várható, el nem kerülhető kiadásokat figyelembe véve, az egyéni és jogi tagdíjakból összesen még legalább 7,5 millió Ft kell beérkezzen ahhoz, hogy az egyesület pozitív eredménnyel zárja az évet.

Külön kiemelte, hogy a *dr. Sándor József* tiszteleti tagunk által vezetett FÉMALK Zrt. ez évben is 4,8 millió forinttal támogatta a Kohászati Lapok kiadását. Ugyanakkor a Kőolaj és Földgáz Lap korábbi támogatását a MOL Nyrt. jelentősen csökkentette. A lap csökkentett költségei ellenére sem valószínű, hogy az 5. és 6. szám meg tud jelenni. A következő választmányi ülésen dönteni kell, hogy a Montanpress Kft. helyett Kőolaj lap megjelentetését a többi laphoz hasonlóan a továbbiakban a kiadó OMBKE intézze. Meggondolandó az is, hogy a Bányászat és a Kőolaj Lapok időnként, vagy állandóan közös számként jelenjenek meg.

A **3. napirendi pontban** *dr. Nagy Lajos* elnök áttekintette az előző választmányi ülés óta eltelt időszak fontosabb eseményeit.

- 105. Küldöttgyűlés Egerben május 30-án.
- 10. Bányász-Kohász-Erdész Találkozó május 29-30. Egerben. A tervezetteknek megfelelően szervezeten, színvonalasan és jó hangulatban zajlott le összesen 545 fő részvételével. A rendezvény nem volt nyereséges, mivel két napos fizető résztvevő a vártnál jóval kevesebb, csak 144 fő volt. Meggondolandó, hogy az ilyen rendezvényt célszerű egy naposra tervezni.
- Május 22. Zalaegerszeg: 54. Bányamérő Továbbképző és Tapasztalacsere.
- Július 24-25-én Besztercebányán a Szlovák Bányavárosok 8. találkozásán *Kőrösi Tamás* főtítkárunk „Hagyományápolásért” szlovák miniszteri kitüntetést kapott.
- 22. Szigetközi Napok Dunakilitin 110 fővel.
- Az Országos Bányásznapi Ünnepség szeptember 3-án Hajdúszoboszlón volt, ahol az OMBKE előterjesztése alapján Nagy Gábor és Livo László tagtársaink kaptak miniszteri elismerő oklevelet.
- Igazi bányásznapi hangulat volt szeptember 4-én Dorogon, ahol a BAUMIT Kft. meghívására több mint 300 fővel jelentünk meg. Ünnepelesen felavattuk az OMBKE kezdeményezésére létesített Kőbányászati Nemzeti Emlékhelyet. Az ünnepségen az OMBKE *Illy Gábor* ügyvezető igazgató részére emlékérmeket adott át. Az ünnepség a Dorogi Helyi Szervezet közreműködésével jó hangulatú szakestéllyel zárult.
- Nagy szakmai és gazdasági sikerrel, 171 fő részvételével került megrendezésre szeptember 8-10-én Budapesten a 8.

Clean Steel Nemzetközi Vaskohászati Konferencia, mely *dr. Tardó Pál* aktív nemzetközi szervező tevékenységét fémjelzi.

- Szeptember 11-13-án kb. 400 fővel részt vettünk a Selmeci Szalamander ünnepségeken. Az OMBKE ezúttal is szervezett a felvidéken autóbusszos kirándulást.
- Az ünnepség előtti napon találkoztak a V4 országok bányászati egyesületeinek vezetői, kibővülve a szlovén és osztrák egyesületekkel, és mind a hat ország aláírta a V4 országok által korábban összeállított „deklarációt” (megjelent a BKL Bányászat 2014/3. számában).
- Szeptember 24-25-én Balatonyörökön volt a 48. Bányagépész és Bányavillamosági Konferencia a Bányagépészet a Műszaki Fejlődésért Alapítvány szervezésében.
- Szeptember 25-26-án az Egyetemi Osztály és az OMBKE miskolci szervezeti szervezésében került sor a Fazola Napok megszervezésére Ómassán.
- Október 8-9-én az OMBKE vezetői részt vettek Szlovákiában (Repiskán) a Nemzetközi Bányászati Konferencián, ahol *Kőrösi Tamás* főtítkár tartott szakmai előadást.
- A MÖSZ és az Öntészeti Szakosztály október 9-11-én Herceghalmon tartotta a Magyar Öntőnapokat 240 fő részvételével.
- Október 9-én Hajdúszoboszlón szakestélyen emlékeztek a SZOFT 20 éves évfordulójára.
- Egyesületünk Nógrádi Szervezete közreműködött a Salgótarjáni Bányászati Múzeum 50 éves jubileuma alkalmából szervezett ünnepségén és konferencián október 10-én.

*Nagy Gábor*, a Kőolaj- Földgáz és Vízbányászati Szakosztály (KFV Szo.) titkára tájékoztatást adott a Mosonmagyaróváron megrendezésre került jubileumi földgáz ünnepségről. A Bányászat és a Kőolaj lapok közös megjelenését szakmailag és az egyesületi tagok tájékozódása szempontjából elképzelhetőnek tartja.

*Dr. Molnár Zsolt*, a KVF Szo. elnöke kiegészítette a rendezvények felsorolását a szénhidrogén konferenciával. Együttal közölte, hogy még lát lehetőséget a BKL Kőolaj 5. ill. 6. számának megjelentetésére. Egyetértett azzal, hogy a BKL Lapok megjelentetését egységesen az OMBKE kezelje.

*Dr. Bakó Károly* tájékoztatta a választmányt, hogy annak idején miért került át a BKL Kőolaj lap szerkesztése az OMBKE-ből kivált Montanpress Kft.-hez.

*Dr. Nagy Lajos* kérte, hogy a jövőben a szénhidrogéniparral kapcsolatos konferenciák szervezésébe is vonják be az egyesületet, hiszen az utóbbi időkben az OMBKE már többször is bizonyította, hogy képes nagy rendezvények színvonalas és eredményes szervezésére.

**4. napirendi pont:** A fiatal egyesületi tagok bevonása és megtartása érdekében készült intézkedési terv végrehajtásának helyzete a Vaskohászati Szakosztály területén.

*Hevesi Imre* főtítkárhelyettes beszámolt arról, hogy a dunaujvárosi fiatalok aktívan részt vesznek az egyesületi rendezvényeken, többek között a Bányász-Kohász-Erdész Találkózón is. Sajnálatos, hogy a Dunaujvárosi Főiskolán megszűnt a kohász szakma oktatása.

Az egyebek napirendi pontban *Huszár László*, a Bányászati Szo. elnöke javasolta, hogy szüneteltetett és újbóli egyesületi tagság esetén a tényleges tagsági idők kerüljenek össze számításra.

Az ülés után a megjelentek részt vettek az Egyetemi Osztály jubileumi rendezvényein.

*Az ülés emlékeztetője alapján*

PT

## 60 éve Miskolcon

### *Az OMBKE Egyetemi Osztálya jubileumi megemlékező rendezvénye*

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Egyetemi Osztálya (OMBKE EO) 2015. október 16-án, a Miskolci Egyetemen ünnepelte az Egyetemi Csoport megalakulásának (1955. október 12.) 60. évfordulóját. A nevezetes ünnepi eseményhez kapcsolódóan az OMBKE vezetősége du. egy órákor az egyetem Szenátusi termében kihelyezett választmányi ülést tartott.

Az ünnepség érdemi része fél háromkor az Egyetemi Könyvtár mellett található OMBKE emlékoszlop megkoszorúzásával, valamint a közeljövőben felállításra kerülő Lélekharang bemutatásával és megszólaltatásával folytatódott. Az emlékhelyre az EO vezetői helyezték el koszorút. Ezt követően a Miskolci Akadémiai Kör (MAK) társelnöke, *Nagy Tibor* olvasta fel *Debreczeni Dániel* ez alkalomra írt, a Lélekharangot bemutató levelét. A helyszínen a Lélekharangot az EO nevében *dr. Kovács Ferenc* volt rektor, az OMBKE részéről *dr. Tolnay Lajos* tiszteleti elnök, a MAK nevében pedig *Nagy Tibor* jogászhallgató szólaltatta meg.

Az ünnepi esemény ezután a Központi Könyvtár olvasótermében az Egyetemi Csoport/Osztály 60 éves történetére visszatekintő konferenciával folytatódott. A szakmai rendezvényt *dr. Tihanyi László*, a Műszaki Földtudományi Kar volt dékánja, vezette le. A konferencia megnyitóját *dr. Nagy Lajos*, az OMBKE elnöke tartotta, aki beszédét követően emléklapokat nyújtott át a visszatekintő eseményen majd előadást tartó volt elnökök részére. Ezután *dr. Földessy János*, a Magyarhoni Földtani Társulat és *dr. Turai Endre*, a Magyar Geofizikusok Egyesülete helyi szervezete nevében köszöntötte a jubileumi konferenciát, és beszélt az EO-hoz fűződő korábbi és jelenlegi szakmai kapcsolatokról. Az üdvözlések után az EO volt elnökei és jelenlegi elnöke mutatták be az Osztály vezetési időszakuk alatti sokszínű életét. Az alábbi prezentációk hangzottak el:

- Dr. Somosvári Zsolt: Visszaemlékezés az Egyetemi Osztály megalakulására (benyomások) (1972-76, 1981-85),
- Dr. Károly Gyula: Az egyesületi élet sajátosságai az általam vezetett Egyetemi Osztályban (1976-1981; 1985-1994),
- Dr. Bóhm József: AZ OMBKE szerepe az Egyetem fejlesztésében (1994-2000),
- Dr. Dúl Jenő: Az Egyetemi Osztály szerepe a szakmai kapcsolatok fejlesztésében 2000 után (2000-2008),
- Dr. Havasi István: Az OMBKE EO életének közelmúltja és jelene (2010-).



*Dr. Kovács Ferenc megszólaltatja a Lélekharangot*



*A jubileumi konferencia résztvevői*

A konferencia zárszavát követően a meghívott vendégek az Egyetemi Menza különtermében vacsorán vettek részt, ahol dr. Szűcs Péter, a Műszaki Földtudományi Kar dékánja mondott pohárköszöntőt.

Az ünnepség megkoronázásaként, este 8-tól a Menza különtermében Jubileumi Szakestélyre került sor. A szakestélyt az OMBKE EO hallgatói-összekötői: *Ginovszky Máté* (elnök) és *Domonkos Balázs* (háznagy) vezették. Az elnökségi ellenpólust a két tradicionális kar jelenlegi valétaelnökei: *Tóth Balázs* és *Kronovetter Márton* látták el. A rendezvény korszójának szép ábráját *Schultz Vera* földtudományi alapszakos hallgató készítette; a korszóavatót pedig *dr. Palotás Árpád*, a Műszaki Anyagtudományi Kar dékánja mondta el. A szakestély komoly poharának magvas gondolatait *dr. Tolnay Lajos*, az OMBKE tiszteleti tagja; vidám poharát pedig *Morvai Tibor* az EO volt titkára ismertette. A hagyományápoló esemény első, komoly részében felszólalt még *Schultz Vera* is, aki a diákok egyesületbe való bekapcsolódásáról, és az OMBKE életében végzett későbbi feladataikról beszélt. A szakestély második részében az Öntészeti Szakosztály vezetősége (dr. Fegyverneki György és Katkó Károly) a jubileum alkalmából ajándékokkal kedveskedett *dr. Havasi Istvánnak*, az EO elnökének és *dr. Mende Tamásnak*, az EO alelnökének.

Az EO vezetősége e helyről is köszönetét fejezi ki mindazoknak, akik a szervező munkájukkal, szerepvállalásukkal, támogatásukkal segítették, személyes jelenlétükkel megtisztelték az OMBKE EO 60 éves jubileumi rendezvényét!

*Dr. Havasi István*

### **Tájékoztató a Jó szerencsét! emlékévről Tatabányán**

2015. szeptember 30-án a Tatabányai Kertvárosi Bányász Művelődési Otthon nagytermében *Bársony László*, a helyi szervezet elnöke tartott tájékoztatót a Tatabányán megrendező „Jó szerencsét! emlékévről” programjáról.

Eddig több tudósításunkban is utaltunk arra, hogy Tatabánya Megyei Jogú Város Közgyűlése – a településen működő bányász hagyományokat őrző szervezetek és alapítványok bevonásával – a 2016. december 24. és 2017. október 10. közötti időszakban nagyszabású programsorozatot kíván megvalósítani. Ebben az intervallumban ünnepli a város az első csille szén kihozatalának 120. és a városalapítás 70. évfordulóját. A Közgyűlés 2015. augusztus 27-én határozatot fogadott el, amelyben meghatározta a programokat, a megvalósítandó beruházásokat, az előkészítő munkálatokat és kijelölte a felelősöket.



*Bársony László* elnök ismertette a közgyűlési határozat pontjait, utalva azokra a feladatokra, amelyeket az OMBKE Tatabányai Helyi Szervezetének és társszervezeteinek el kell végezni. Hangoztatta, hogy ezek a feladatok nem lesznek könnyűek, de mégis örömet kell okozzanak mindenkinek számára.

- Tatabányán felújítják a Tulipános Házat, amelyet gazdag tartalommal töltenek meg. Ebben a házban lesznek kulturális rendezvények, adottak lesznek a szórakozási lehetőségek, bányászati programok megrendezése válik lehetővé, bányászati eszközök és tárgyak kerülnek elhelyezésre. Ennek kialakításában komoly szerepet vállalnak a bányász hagyományőrök.
- Az OMBKE Tatabányai Helyi Szervezetének kezdeményezésére megvalósítandó terepasztal a Tulipános Házban nyer elhelyezést az interaktív játszóházhoz kapcsolódóan.
- Az Önkormányzat ötletpályázatot hirdet a régi bányakörház területén lebontott épületek által felszabaduló terület hasznosítására. Tehát a bányász hagyományőröknek lesz lehetősége javaslataik érvényesítésére.
- Az I/A- akna helyén álló társasház falán megemlékezésű falfestményt helyeznek el.
- Konceptióterv készül a Bányászati és Ipari Skanzen bővítésére és bányász élménypark kialakítására.
- Tematikus kerékpáros túraútvonalat alakítanak ki a városban és környékén meglévő bányászati emlékek között.
- A városban létesített közlekedési körforgalmakban a bányászathoz kapcsolódó tárgyakat, műalkotásokat helyeznek el. Ezek felkutatása, alkalmassá tétele szintén feladata a hagyományőrök szervezeteknek.
- Döntöttek arról, hogy készüljön előterjesztés egy helyi sörfőzde létesítésére. Itt gyártanák a „Jó szerencsét” elnevezésű sört.
- 2016-ban az Önkormányzat pályázatot ír ki városrészenként megvalósítandó emlékhelyek létrehozásáról.
- Az Önkormányzat támogatja a XIV/A vízakna látogatóközponttá való kialakítását.
- A „Jó szerencsét! emlékéven” belül „Vándor fényképkiallítás” valósul meg.
- A városba bevezető utak, városhatárt jelző táblák mellé kihelyezésre kerül a „Jó szerencsét” felirat.
- Az emlékév keretén belül városszerte 120 darab fa kerül elültetésre.
- Az Önkormányzat a 2016. december 24-i nyitórendezvény programjának kidolgozásával az Agora Nonprofit Kft.-t bízza meg.
- Az emlékéven belül első alkalommal, majd minden évben megrendezik Tatabányán a "Kárpát-medencei bányászvárosok találkozóját". Ebben a munkában a tatabányai bányász szervezeteknek fontos szerep juthat.
- A városalapítás és egyben az emlékév záró akkordjaként gála megrendezésére kerül sor.
- A „Jó szerencsét! emlékéven” belül matricagyűjtő füzet használatát teszik lehetővé.
- Megtervezik, létrehozzák és használatát szabályozzák a „Jó szerencsét! emlékév” zászlajának.
- A Május 1. Parkban vagy annak környékén bányász szobrok felállítására kerül sor. Az Önkormányzat felkérte az OMBKE Tatabányai Helyi Szervezetét, hogy készítse el a bányász szobrok koncepcionális tervét és tegyen javaslatot a támogatók/örökbefogadók bevonására.
- Az Önkormányzat felkérte a tatabányai bányász szervezeteket, hogy dolgozzák ki az emlékévben megrendezésre kerülő szakmai programok tematikáját.
- A Tatabánya Megyei Jogú Város Közgyűlése felkérte *Schmidt Csaba* polgármestert, hogy kezdje meg a tárgyalá-

sokat az érintett szervezetekkel annak érdekében, hogy a 2017. évi Országos Bányásznap Tatabányán kerülhessen megrendezésre.

- Az emlékévre jubileumi évkönyv készül.

A közgyűlési határozatból kitűnik, hogy a városi intézményeken kívül az OMBKE Tatabányai Helyi Szervezetének, a városban működő bányász hagyományőrök szervezeteknek, a Tatabányai Bányász Hagyományokért Alapítványnak, a Szabadtéri Bányászati Múzeum Alapítványnak, a Bányász Szakszervezetnek, a kultúra területén működő egyesületeknek és nem utolsósorban a Rozmaringos Bányász Egyesületnek rengeteg feladata lesz az emlékév során. Addig még van egy év hátra az előkészületekre, a tervezésre, az ötletekre. Ehhez a munkához kérte fel *Bársony László* elnök a tagság támogatását és kívánt sok sikert.

A szakmai nap második felében a hallgatóság megnézhetette Mokánszki Béla félórás filmjét az OMBKE Tatabányai Helyi Szervezetének eddigi programjairól: a kirándulásokról, a bányásznap ünnepségről és a háromnapos selmecbányai utazásról. Nagy derűség követte a vidám felvételeket és a találó szöveget. Igazán jól szórakozott a társaság.

A filmvetítést baráti beszélgetés, szerény vendéglátás követte.

*Sóki Imre*

## Nótaest Tatabányán

Az OMBKE Tatabányai Helyi Szervezetének tagjai az alábbi szövegű meghívót vehették kézbe: „Mi, Isteni Fényben Tündöklő Dicső Firmák, a Selmeczi, majd a Soproni, Miskolci Firmáktól örökölt, apáról (Firmákról) fiúra (Balekokra) szálló páratlan, s egyedülálló diáknótáink megismertetésére és el-sajátítására NÓTAESTET tartunk az Úr 2015. esztendejének, Mindszent havának 16. napján, a déli harangszót követő ötödik órában, a Tatabányai Dózsakereti Közösségi Ház sörben, borban bővelkedő termében.”

A meghívásnak eleget téve 25 firma és balek jelent meg, örvedetes módon túlsúlyban a fiatalok. Már a rendezvény elején a résztvevők kézbe vehették a „Selmeczi Nótaest Daljegyzetét”, amelyben azoknak a daloknak a szövege volt olvasható, amelyeket az idősebb firmák is ritkán hallottak, énekeltek. Így többek között: A pápa és a szultán; A tárna vár; A pinzgau sváb; Ergo bibamus!; Mily merengőn...; Geológus induló; A firma álma; „Szőke deszkaszál; A korhely halála; Barlangász nóta”.

A nótaest kezdetén az asztalokra kerültek az italok, leoltották a lámpákat – csak a gyertyafény maradt –, majd az asztalfőn helyet foglalt *Tóth Imre Barnabás* a. Cicapécér, avagy Macskavadász, mint Cantus Praeses és a két rendező: Molnár Rita a. KICSI és Pintér Marcsi v. Kenuscsaj és megkezdődött a „műsor”. Nem véletlenül írom, hogy „műsor”, mert *Tóth Imre Barnabás* három órán keresztül énekelt, szavalt, szöveget mondott, dalokat tanított igen magas színvonalon. Erőteltjes, operaénekesi hangjával betöltötte a termet és amikor néha elhallgatott, bizony az asztalnál ülő „kórus” gyengének bizonyult.

A játék sem maradt el a két rendező segédletével. Mindenki húzott egy cetlit, amelyen egy-egy feladat vagy szó szerepelt és azokat a résztvevőknek meg kellett oldani vagy adott szó értelmét meg kellett magyarázni. Sok derűs történet, hozzászólás hangzott el.

A dalok éneklése sem volt szokványos. Az is tele volt játékokkal, fordulatokkal, sok-sok ismétléssel. Például az „Ergo bibamus!” előadása közben, két sor szöveg éneklése után „tükröst” kellett inni. Vagy a társaság januártól-decemberig

énekelté végig az „Éljenek a januári születésűek” című dalt és mindig azok álltak fel és itták ki italaikat, akik az aktuális hónapban születtek. Azután volt szavazás az est emberére, aki *Molnár Rita* lett, és átvehetett egy literes korsót sörrel megtöltve.

A nótáest végére a hangulat a tetőfokára hágott, már senki nem érezte feszélyezve magát még akkor sem, ha netán szerepelnie kellett vagy szóló éneklése közben eltévedt a szöveget. Mindenki elfelejtette a napi gondját-baját, jó hallásúak és rossz hallásúak szabadon, önfelédten énekeltek.

Jó volt látni az ifjúság szereplését, játékait és a selmeci hagyományokhoz való illeszkedését. Jó volt érzékelni, hogy van utánpótlás és biztosak lehetünk abban, hogy néhány évtized múlva is – ugyan más elemekkel fűszerezve – a selmeci szellemiség tovább fog élni.

A nagyon jó hangulatú, immár ötödik nótáest hosszan tartó beszélgetéssel zárult. Köszönet a Cantusnak és a rendezőknek a remek munkáért!

Sóki Imre

### Előadás Gyöngyösön

Az OMBKE Mátraaljai Szervezet Lignit Baráti Körének szervezésében Gyöngyösön, a Bányász Szakszervezet házában *Tóth Vilmos* gimnáziumi tanár „A zsidóság története” címmel tartott nagyon tanulságos, érdekes előadást.



*Tóth Vilmos előad*

Az előadó az időszámítás előtti időktől kezdve tekintette át a zsidók történetét, majd szétszóródásukat a Római Birodalom területén, ill. századokkal később egész Európában. Külön fejezetben foglalkozott a Gyöngyösön és környékén élő zsidósággal, különös figyelmet szentelve Richter Gedeon személyének, aki a híres gyógyszergyárat alapította. Végül leszögezte, hogy a zsidóságtól a kitaratást, a tanulás utáni vágyat, a szorgalmat és az összetartást, egymás segítségét tanulhatnánk el.

A nagyszerű előadást a hallgatóság nagy tapsal jutalmazták. Hozzászóltak, ill. kérdéseket tettek fel: *dr. Goóts László, dr. Dala László, Bolla Dezső, Hamza Jenő, Oláh Sándor, dr. Szabó Imre.*

Dr. Szabó Imre

### Szakigazgatási előadás Tatabányán

2015. október 28-án új helyszínen gyülekezett az a 37 érdeklődő, akik meg akarták hallgatni *Bérces Tamás* bányafelügyeleti főmérnök „A bányászati szakigazgatás aktuális kérdése” című előadását. Az új helyszín a gyönyörűen felújított tatabányai, óvárosi régi posta épülete (Szent Borbála út 1. szám alatt). Az épület rendelkezik egy nagyméretű előcsarnokkal

(rendezvényteremmel), kb. 60 fős előadóteremmel, tárgyalókkal, mini konyhával és irodákkal. Öröndetes módon itt kapott irodahelyiséget az OMBKE Tatabányai Helyi Szervezete és a Tatabányai Bányász Hagyományokért Alapítvány. A jövőben itt lehet szervezni a vezetőségi és kuratóriumi üléseket. Ezzel régi probléma oldódott meg.

*Bérces Tamás* történelmi áttekintéssel kezdte az előadását. Elmondta, hogy az 1960. évi III. törvény (Bányatörvény) hozta létre az Országos Bányaműszaki Főfelügyelőséget és a bányahatóság területi szerveit, a kerületi bányaműszaki felügyelőségeket. Az 1993. évi LXVIII. törvény (második Bt.) rendelkezése alapján pedig létrejött a Magyar Bányászati Hivatal, melynek alárendelték a bányakapitányságokat, a Magyar Állami Földtani Intézetet és az Eötvös Lóránd Geofizikai Intézetet. Említést tett a geológiai szolgálatokról, amelyeket később a Magyar Bányászati Hivatalba olvasztottak. Így jött létre a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal (MBFH), melynek szervezeti felépítését, hatósági tevékenységét, feladatait részletesen ismertette az előadó.

2015. április 1-től az MBFH és a bányakapitányságok életében új helyzet alakult ki. A Statutum r. 3§ (1) bekezdése szerint a „Bányafelügyeletként és az állami földtani feladatokat ellátó szervként a Kormány a Hivatalt és a Baranya, Borsod-Abaúj-Zemplén, Jász-Nagykun-Szolnok, Pest és Veszprém Megyei Kormányhivatalt jelöli ki.” A Statutum r. 3§ (4) bekezdése szerint „A bányafelügyelet hatáskörébe tartozó hatósági ügyekben első fokon a kormányhivatal, másodfokon a Hivatal jár el”. Tehát a rendeletek értelmében a bányakapitányságok beolvadtak a megyei kormányhivatalokba és az MBFH-nak megszűnt a területi képviselete. Így irányítási jogköre korlátozottá vált. Viszont régi és új feladatként az MBFH ötvenként felülvizsgálja az ország területét a potenciálisnak ígérkező ásványi nyersanyagok tekintetében. Érzékenységi és terhelhetőségi vizsgálatokat végez. A „zárt” és „nyílt” területek kijelölésében vesz részt. Közreműködik a koncessziós szerződés előkészítésében.

Az előadó ezek után kitért a bányakapitányságok kormányhivatalokba való integrálására, az ott betöltött helyére és az MBFH-val való kapcsolatára. Megtudhattuk, hogy a kormányhivatalokban a bányászati tevékenységgel foglalkozó Bányászati Osztályok a Műszaki Engedélyezési és Fogyasztóvédelmi Főosztályok alá vannak rendelve. Megismerhettük ezen osztályok jogait, hatáskörét és tevékenységét. A Bányászati Osztályok nincsenek alárendelve az MBFH-nak, csupán felkérésnek tesznek eleget. A Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (NFM) felkérése az volt, hogy az MBFH vegyen részt a kormányhivatalok átfogó-, téma- és céllenőrzésében, a Bányászati Osztályok munkájának ellenőrzésével.

Végül *Bérces Tamás* a jövő kilátásait ismertette, majd a következő megállapítással zárta előadását: „Jövönk akkor van, ha megbecsüljük a múltat! De nem csak rajtunk múlik...”

Az előadást követő hozzászólásokból, a feltett kérdésekből és az előcsarnoki beszélgetésekből egyértelműen megfogalmazódott az a vélemény, hogy Magyarországon a bányászat súlya egyre csökken. Ez elsősorban az irányítási rendszeren, a hierarchiában betöltött szerepen mérhető le. Mi bányászok csak reménykedni tudunk, hogy ez a folyamat irányt vált.

Sóki Imre

### Klubnap a budapesti szervezetenél

Közeledvén Szt. Borbála ünnepéhez a budapesti szervezet novemberi összejövetelén a szakmánkat is érintő gellérthegy Sziklatemplom volt a téma, *Tasnádi Tamás* aranyokleveles bá-



nyamérnök, mint a templomként szolgáló barlang helyreállításának szakértője tartott előadást.

A budapesti bányászok és kohászok most decemberben immár 23. alkalommal ebben a templomban fogják tartani Borbála-napi emlékezésüket, így különösen aktuális volt a téma. 1989-ben az első Borbála-napot a Városmajori templomban ünnepeltük, 1991-ben a Mátyás templomban jöttünk össze, ez az a bizonyos Szt. Borbála nap, amelyen *Göncz Árpád* köztársasági elnök is jelen volt, majd a 90-es évek közepén, a sziklatemplom renoválása idején a Krisztina-városi templom adott helyet az ünnepségnek.

*Tasnádi Tamás* előadásának elején szólt az egyetlen magyar alapítású rend, a Pálos Rend történetéről, majd a barlang kialakulásáról és korábbi funkcióiról. A helyreállítással kapcsolatban elmondta, hogy amikor a rendszerváltás után a Pálosok visszakapták a templomot, akkor a barlang nagyon rossz állapotban volt, hiszen 1950-ben bezárták, kapuját befalazták, szellőztetés és karbantartás hiányában állaga leromlott. A helyreállítás során a meglazult sziklarészeket letakarították és stabilizálták, a sziklafelületet torkrét betonnal biztosították, megoldották a barlang szellőztetését, fűtését és világítását. A templom ma már nem csak kegyeleti hely, hanem turisztikai érdekességként is szolgál.

Az előadás után a tagok az előadással kapcsolatos témákról beszélgettek, javasolták, hogy a közérdeklődésre számot tartó helyreállításról jelenjen meg cikk a Lapokban is, Szamek Zsolt elnök pedig tájékoztatást adott egyesületi hírekről és a következő eseményekről.

*Martényi Árpád*

## Szalamander 2015

A 2015. évi Szalamander ünnepségsorozatot szeptember 11-12 én tartották Selmecebányán, amelyen az OMBKE részéről közel négyszáz fő vett részt.

Az ünnepséget megelőző napon, szeptember 10-én Selmecebányán találkoztak a „Visegrádi négyek” országai bányászati-kohászati egyesületeinek vezetői kiegészülve az osztrák és szlovén egyesületek képviselőivel. Megegyeztek abban, hogy a jövőben szorosabban kívánnak együttműködni a hagyományörzés és a szakma érdekeinek képviselete területén. A találkozás eredményeképpen mind a hat ország aláírta a V4 országok által korábban összeállított „deklarációt”. Az aláírók: *dr. Nagy Lajos* elnök (OMBKE, Magyarország), *prof. dr. ing. Wieslaw Blaschke* elnök (SITG, Lengyelország), *ing. dr. Zdenek Brázda* társelnök (SHHS CR, Csehország), *ing. Erik Szombathy* elnök (ZBSC, Szlovákia), *ing. mag. jur. Alfred B. Zechling* elnök (ÖBHKV, Ausztria), *ing. Maksimilijan Vecko* elnök (STIC, Szlovénia). (A deklaráció megjelent a BKL Bányászat 2014/3. számában). Az egyesületek vezetői megállapodtak abban, hogy a következő találkozót Egerben fogják tartani 2015. október 29-30-án.

Szeptember 11-én, pénteken délután a hagyományoknak megfelelően a selmecebányai temetőben megkoszorúztuk az itt nyugvó nagyjaink síremlékeit.

*Pécs Antal* síremlékénél *dr. Gagyi Pálffy András* mondott rövid megemlékezést, majd az OMBKE nevében *Kőrösi Tamás* főtitkár és *dr. Pataki Attila* tiszteleti tag, az egyetemi hallgatók nevében *Márton Attila* és *Szaszák Adrienn*, az OMBKE Tátabányai Szervezet nevében: *Bársony László* elnök, *Izing Ferenc* titkár és *Csaszlava Jenő* alapítványi elnök, a Szent Borbála Alapítvány nevében pedig *Benke Tamás* és *Miholecz László* helyeztek el koszorút.

*Faller Károly* fémkohász professzor síremlékénél *Alexa Márk*, a műszaki Anyagtudományi Kar Hallgatói Önkormány-



*Faller Károly sírjánál*

zatának elnöke mondott megemlékezést. Az OMBKE nevében *Huszár László* alelnök és *dr. Fegyvermeki György* szakosztályi titkár, a miskolci egyetemisták részéről *Tőkés Bence* és *Molnár Evelin* helyeztek el koszorút.

Az OMBKE egyik alapítója és a Selmecebányai Akadémia egykori rektora, *Farbaky István* síremlékénél *Csaszlava Jenő* bányamérnök méltatta a professzor életútját. Az OMBKE nevében *Müller János* és *Zergi István*, a miskolci egyetemisták nevében *Nagy Dávid* és *Dicházi Adrienn* helyeztek el koszorút.

*Kerpely Antal* kohász professzorral *Domonkos Balázs*, az OMBKE Egyetemi Osztály hallgatói összekötője emlékezett meg, majd *Boross Péter* szakosztályi titkár és *Pivarcsi László* az Északdunántúli Helyi Szervezet elnöke, a miskolci egyetemisták képviseletében *Derekas Dávid* és *Nemes Bettina* helyeztek el koszorút.

Az ünnepség az Óvárban folytatódott, ahol Nemzeti Himmuszunk elnéklését követően a közel 150 főnyi résztvevőt köszöntötte *dr. Nagy Lajos* OMBKE elnök és az Országos Erdészeti Egyesület megjelent képviselői nevében *Lomniczi Gergely*, az OEE főtitkára. Mindketten a szakmáink összefogását és a selmeci hagyományaink ápolásának szükségességét hangsúlyozták.

Az OMBKE választmányi tagjainak adakozása segítségével helyreállított (de nem helyére állított!) '48-as Honvéd-szobornál az OMBKE nevében *dr. Nagy Lajos* elnök és *dr. Tolnay Lajos* tiszteleti elnök, az Országos Erdészeti Egyesület nevében *Lomniczi Gergely* és *Bork Róbert*, a balassagyarmati szervezet elnöke, a Szent Borbála Akadémiai Kör nevében *Benke Tamás*, *Berta József* és *Miholecz László*, az Olajmérnökök Nemzetközi Szervezete nevében *Kőrösi Tamás* és *Nyikos Attila*, a Nemzeti Energia és Közmű Hivatal elnökhelyettese, a miskolci egyetemisták nevében *Tóth Balázs* és *Varga Péter*, a Magyar Mérnöki Kamara nevében *Holló Csaba* alelnök és *dr.*



*Kőrösi Tamás az OMBKE emléktáblánál*





*Diákok a felvonulás élén*

Zergi István helyezte el koszorúkat. Szakmai himnuszaink és a Kossuth-nóta eléneklésével zárult az ünnepség.

Délután öt órakor a Selmeci Akadémia Erdészeti Palotája előtt gyülekeztünk, ahol magyar, német és szlovák nyelvű emléktábla örökíti meg az OMBKE 1892. évi megalakulását. Az emléktábla előtt *Kőrösi Tamás* főtitkár mondott beszédet, emlékeztetve arra, hogy 2017-ben itt fogjuk ünnepelni az egyesület megalakulásának 125. évfordulóját. Az emléktáblát az OMBKE nevében *Hevesi Imre* főtitkár-helyettes és *Katkó Károly* alelnök, az Olajmérnökök Nemzetközi Szervezete nevében *Palásthy György* és *Lakos Béla*, a Magyar Mérnöki Kamara nevében *Holló Csaba* alelnök és *dr. Zergi István* helyezte el koszorút.

Az esti szalamander felvonuláshoz gyülekezők között *Kőrösi Tamás* és *dr. Pataki Attila* az előző évhez hasonlóan ismét szervezték a felvonulás és éneklés rendjét, mely többé-kevésbé sikerült is mindaddig, míg a felvonulás félidejében jött hatalmas záporosó nagy megpróbáltatásnak nem tette ki a szinte mindvégig kitarító felvonulókat. A nagy eső miatt a Városháza előtt már kevésbé tudott érvényesülni a felvonulás elején kiosztott kétszáz fáklya. Külön elismerésre méltóak a menet elején vonuló, egyesületi zászlóinkat és molínót vivő egyetemisták, akik mindvégig kitarítottak.

Másnap, szeptember 12-én szombaton délelőtt fogadta a felvonuláson résztvevő delegációk vezetőit *Nade da Babiaková*, Selmecbánya polgármestere, aki elismeréssel szólt a fegyelmezett felvonulásról. A fogadáson az OMBKE részéről megjelentek képviselőiben *Kőrösi Tamás* főtitkár és *Csurgó Lajos* alelnök köszöntötte a város vezetőit.

A fogadással szinte egyidőben a Szent Borbála Akadémiai Kör szervezésében a Nagybaldogasszony templomban magyar nyelvű ökumenikus istentisztelet tartottak. Az istentiszteletet *Elek László* katolikus atya, Révkomárom esperes plébánosa és *Tanító Péter* református lelképásztor, a Csallóköz-arányosi Gyülekezet lelkésze celebrálták. A megható hangulatot árasztó istentiszteleten egyesületünk vezetőségét *dr. Tolnay Lajos* tiszteleti elnök, *Hevesi Imre* főtitkár-helyettes, *Huszár László* alelnök és *dr. Havasi István* alelnök képviselte.

Az előző évhez hasonlóan az OMBKE a Szalamander ünnepséghez kapcsolódóan ismét szervezett autóbussos kirándulást. A szombati nap folyamán a Selmecbányára érkező csoportok ismerkedtek a város és a környék nevezetességeivel. A diákok este Bacsófalván szakestélyt tartottak.

*g.p.a.*

### Felvidéki kirándulás 2015

A Szalamander ünnepséghez kapcsolódva az OMBKE hagyományosan 2015-ben is szervezett autóbussos kirándulást a Felvidékre.

Selmecbányára utazva szeptember 11-én útközben felkerestük Ipolytarnócon a Bükki Nemzeti Parkhoz tartozó világhírű természetvédelmi területet, mely a régmúlt emlékeit, egy vulkánkitörés során betemetett miocén kori ősi kincseket őriz. A miocén korból eredő cápafogakkal hintett tengerparti főveny, szubtrópusi erdő hatalmas, megkövesedett fái, egzotikus növénylenyomatok, ősvilági szörnyek lábnyomai, a vulkáni tufa áradatában összesült maradványok, s mindezek eredeti helyzetükben, egy geológiai tanösvény mentén ismerhetők meg.

A Park új látványossága a látogatóközpont előtti védőépületben elhelyezett ősfenyők, melyeket a bükkábrányi lignit külfejtésben találtak. A bányászok ugyanis 2007 nyarán a bükkábrányi lignitbánya területén a fedőkőzetek letakarítása közben 60 méter mélyen a föld alatt, rendkívül ritka ősmaradványokra, 16 darab, 7 millió évesnek becsült ősfenyő törzsére bukkantak. Az egykori Pannon-tenger peremén, szubtrópusi éghajlaton élő ősfenyők igazi különlegességét az adja, hogy eredeti formájukban és anyagukban konzerválódtak az őket körülvevő vizes homokágyban. Ilyen idős erdő-szerkezet még nem került elő eredeti állapotában. A konzervált ősfenyők (mocsári ciprusfélék, tengerparti mamutfenyők) megmentett példányait Ipolytarnócon a látogatóközpont előtt helyezték el.



*Mocsári ciprusok Ipolytarnócon*

Megtéztettük a park egyik látványosságát is, a miocén kor növényzetét és állatvilágát bemutató 4D animációs filmet.

Szeptember 12-én, a Szalamander ünnepség másnapján a Kisgaram-völgybe kirándultunk. Besztercebányát elhagyva elhaladtunk a teljesen felújított Zólyomlipcsei várkastély mellett, melyet sajnos a turisták csak munkanapokon látogathatnak. Az utat Breznobánya felé folytattuk. Kisgaram és Breznobánya a 19. századig vasércbányászatról és a vaskohászatáról volt nevezetes. Az 1860-as évek gazdasági válságának hatására 1883-ban megszüntették a garami nagyolvasztót, csak a vasüzem maradt meg. A vasüzemet az I., világháború után modernizálták. Jelenleg vashulladék feldolgozásával foglalkozik.

A Kisgaram-völgy egyik turistalátványossága a több mint száz éves erdei kisvasút (CHZ), mely a turistaszegzon alatt naponta közlekedik Zólyombreznótól (Chvatimech) Fekete Balog (Èierny Balog) és onnan a Vidrás-völgyig (Výdrovská dolina), összesen 14 km hosszban. A menetrenden kívüli járatok tetszés szerint bármikor megrendelhetők. Az OMBKE felirátú nyári kiránduló kocsikban utazva közvetlen közelségbe kerülhettünk a gépkocsival nem megközelíthető természetel. A Vidrás-völgyi végállomás kitűnő hangulatú kiránduló, piknikező hely, kiépített erdei infrastruktúrával, mely hangulatot a tagjaink vegyipari képzettségét bizonyító hazai pálinka és a szomolyai bor is megalapozta.

A Vidrás-völgytől az Alacsony-Tátra déli hegyoldalán fekvő Sebesér (Bystrá) község déli peremén található a Sebeséri-



*Utazás a kisgarami erdei vasúton*

barlanghoz (Bystrianska Jaskyňa) utaztunk. Az Obarlang (Stará Jaskyňa) bejáratát a helyi lakosok emberemlékezet óta ismerik. Feltárása 1923-ban kezdődött, főképp a „Pokol-szakadékra” összpontosult, amelyen keresztül a barlangászok 1926-ban bejutottak az Újbarlangba. A barlang legszebb része a „Kincseskamra”. A barlangot 1939-ben elektromos megvilágítás nélkül bocsátották a látogatók rendelkezésére. A jelen megtekinthető útvonal hossza 580 m, megtekintése 45 percig tart. Egy részében, az ún. Alsó Partizánteremben barlangterápiával sikeresen gyógyítják a légzőszervi megbetegedéseket. Szlovákiában ez az egyedüli barlang, amelyben akadálymentesített terep várja a látogatókat. A barlangot az évezredek során a Sebes-ér vize mosta ki, így alakította ki három szinten a gyönyörű föld alatti látványosságot. A színes cseppkőképződmények különleges alakzatokat formáznak. A cseppkőkéregről cseppkőzslók (drapériák) hullnak alá, a padlózatról pagodák emelkednek, és impozáns cseppkőmennyezet díszíti a barlangtermek boltozatát.

A barlanglátogatás után a csoport a barlang bejárata közelében épült panzióban fogyasztotta el az ebédjét, majd elindult a magyar sielők által egyik legjobban ismert szlovákiai síterep déli részére, a Chopokra. A kötélpálya Srđiecko nevű alsó parkolójától a középállomásig (Kosodrevina) négyülékes felvonóval lehet feljutni. Innen a csúsig már 16 fős zárt kabinok járnak félóránként. Az étteremmel és szállodával kiépített csúcson találkoznak a déli és az északi lejtőről érkező fel-



*Az OMBKE csoport a Bertalan-táró előtt*

vonók, ahol a Tatra körpanorámájában gyönyörködhattunk néhány percig, mert délután négy órakor indult vissza az utolsó kabinsor.

Szeptember 13-án az OMBKE ötven fős csoportja megtekintette a selmecebányai Skanzen Bányamúzeumot (Banské múzeum v prírode) a Klinger víztározó közelében. A múzeum külszíni területén található az értékes bányaberendezések, aknaházak, a felszíni kiállítás részét képezi a Geológia ismeretterjesztő kiállítás, amely Szlovákia földtörténeti fejlődését mutatja be. A skanzen területén eredeti bányászati föld alatti létesítmények is látogathatók. A köpenyekkel és sisakokkal ellátott csoport a Bertalan táróban 1300 m hosszban haladt végig. A felhagyott egykori bányatárségekben részben rekonstruált, részben eredeti berendezések tekinthetők meg. A legrégibbi látnivaló az ékkel és kalapáccsal kihajtott bányafolyosó, amelynek az oldalába az 1664-es évszámot vésték be. A kiállított tárgyakon kívül a vezető magyarázatából sok érdekes és tanulságos információt tudhattunk meg a selmecebányai bányászatról, például arról, hogy 1627-ben először a világon itt használtak bányászathoz puskaport.

A föld alatti bányászati múzeum megtekintése után a hazautazás előtti délutánt Besztercebányán töltöttük, ahol a „Vörös Rák” étterem különtermében elfogyasztott ebéd után a Fő téren a Mária-napi búcsú forgatagában vásárolhattunk emléktárgyakat.

*G.P.A.*

### **A BKL Bányászat 2014. évi nívódíja**

A BKL Bányászat Szerkesztő Bizottsága évenként hagyományosan nívódíjat ítél oda a legjobbnak tartott cikkeknek. A Bizottság tagjainak szavazatai alapján a 2014-ben megjelent cikkek közül *Nívódíjat nyert:*



**Boda Ervin, Fekete István, Huszár Attila: Vörös és fekete – Új mélyműveléses szénbánya nyílt a Bakonyban**  
(Megjelent a 2014/3. számban.)

A díj átadására a 2015. november 26-ai szerkesztőbizottsági ülésen került sor *Huszár László*, a Bányászati Szakosztály elnöke közreműködésével.

A díjátadás után *Podányi Tibor* felelős szerkesztő ismertette a megjelent hírek statisztikáját is, mely szerint a legtöbb tudósítást 2014-ben *dr. Horn János*, *Bogdán Kálmán* és *dr. Bíró József* küldték be, mellettük további 61 tagtársunk segítette a szerkesztőség munkáját tudósításokkal, híranyagokkal.

*Nívódíjas cikkíróinknak, szorgalmas tudósítóinknak – és rajtuk keresztül valamennyi cikkíróinknak, tudósítóinknak – ezúton is gratulálunk, köszönjük értékes és nélkülözhetetlen munkájukat!*

*BKL Bányászat Szerkesztőbizottság*

## Köszöntjük Tagtársainkat születésnapjukon!

*Dr. Tarján Iván* okl. bányagépész mérnök, tiszteleti tag november 8-án töltötte be 85-ik életévét.

*Horváth József* okl. olajmérnök november 8-án töltötte be 70-ik életévét.

*Tóth Árpád* okl. bányamérnök november 12-én töltötte be 75-ik életévét.

*Dr. Mezei Lászlóné* okl. közgazdász november 21-én töltötte be 75-ik életévét.

*Vétek Vendel* okl. bányamérnök november 24-én töltötte be 70-ik életévét.

*Dr. Gyurkó László* okl. bányamérnök november 27-én töltötte be 85-ik életévét.

*Kecskés István* okl. bányagépész mérnök december 4-én töltötte be 75-ik életévét.

*Kovács János* okl. bányamérnök december 4-én töltötte be 80-ik életévét.

*Dr. Kemény Gyula* okl. bányamérnök december 5-én töltötte be 80-ik életévét.

*Polgár Mihály* okl. bányamérnök december 13-án töltötte be 80-ik életévét.

*Győry Csaba* bányatechnikus december 17-én töltötte be 70-ik életévét.

*Szikrai Miklós* okl. bányamérnök december 20-án töltötte be 75-ik életévét.

*Simon Lajos* technikus december 23-án töltötte be 70-ik életévét.

*Sóki Imre* okl. bányageológus mérnök december 27-én töltötte be 75-ik életévét.

*Nagy Attila* okl. bányagépész mérnök december 27-én töltötte be 80-ik életévét.

*Tóth László* bányatechnikus december 27-én töltötte be 80-ik életévét.

*Nyerges Andor* földmérő üzemmérnök december 27-én töltötte be 80-ik életévét.

*Bogár József* okl. bányagépész mérnök december 28-án töltötte be 70-ik életévét.

*Horváthné Kiss Ilona* tervező, könyvstatisztikus december 31-én töltötte be 75-ik életévét.

*Ezúton gratulálunk tisztelt Tagtársainknak, kívánunk még sok boldog születésnapot, jó egészséget és jó szerencsét!*



*Dr. Tarján Iván*



*Horváth József*



*Tóth Árpád*



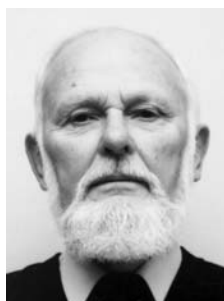
*Dr. Mezei Lászlóné*



*Vétek Vendel*



*Dr. Gyurkó László*



*Kecskés István*



*Kovács János*



*Dr. Kemény Gyula*



*Polgár Mihály*





Győry Csaba



Szikrai Miklós



Simon Lajos



Sóki Imre



Nagy Attila



Tóth László



Nyerges Andor



Bogár József



Horváthné Kiss Ilona

### Koncessziót írnak ki a recski arany- és rézvagyonra

Villámtendderrel keres tanácsadót a Magyar Nemzeti Vagyongazdálkodási Zrt. (MNV) a recski réz- és aranybányák hasznosításához. A világ tizedik legnagyobb rézérckészletéről kellene eldönteni, hogy milyen feltételekkel és mennyiért adja koncesszióba a magyar állam a két bányatelket.

Ugyan a kormány már 2013 decemberében határozott arról, hogy készüljön új ásványvagyon-értékelés és megvalósíthatósági tanulmány a recski bányatelkekről, eddig ilyen nem készült. Legalábbis az állami vagyongazdálkodó most nagy hirtelen, úgynevezett gyorsított meghívásos eljárással keresi a megfelelő szakértőt a feladatra. November 4-én jelent meg a Közbeszerzési Értesítőben a felhívás, a jelentkezési határidő november 9. volt, vagyis a vagyongazdálkodó mindössze három munkanapot hagyott a versenyzőknek, ennyi idő alatt kellett összeszedni az alkalmasságot igazoló dokumentumokat, így például 6 speciális tudású szakértő szignált szakmai életrajzát a végzettséget igazoló oklevelek kíséretében, vagy a referenciaigazolásokkal. A rendkívül rövid határidő alapján csak a tenderre már jó előre rákészült versenyzők voltak képesek beadni a dokumentumokat. Magának sem hagyott sok időt az MNV: a hétfőn beadott jelentkezéseket még ezen a héten kiértékeli, jövő hétfőn pedig a kiválasztottnak el is küldi az ajánlati felhívást.

A sietséget elég egyszerűen magyarázza az MNV: „a két bánya 2016. évre előirányzott hasznosításának vagyongazdálkodási előfeltétele a feladat ellátása, melyre soron kívül kell sort keríteni a 2016. évi hasznosítás sikere érdekében. Erre csak ezen eljárásfajta alkalmazásával kerülhet sikeresen sor.” Vagyis jövőre akarják értékesíteni a koncessziós jogot, és ehhez vagyongazdálkodásra van szükség. A nyertesnek el kell készítenie a két bánya ásványvagyon értékelését, és javaslatot várnak tőle a koncessziós díjra is. Meg kell vizsgálnia a vízzel elárasztott bányák újrányításának lehetőségét jogi, gazdasági, műszaki, társadalmi és környezetvédelmi szempontokat figyelembe véve.

A vagyongazdálkodó által 20 évvel ezelőtt készített tanulmány úgy találta, hogy a 159 millió tonnás leletből 36 millió

tonna termelhető ki gazdaságosan. Az utolsó, 2008-as bányáprivatizációs próbálkozás idején a kinyerhető rézet – az akkori, 8300 dollár/tonna világgiazi rézár mellett – 7 milliárd dollárra becsülték. Ez mai árfolyamon elképesztően nagy összeget, úgy 2000 milliárd forintot takar.

A Recsk melletti Lahóca-hegyi bánya aranyat is rejt, az ausztrál Rhodes Mining cég becslése 34,6 millió tonna, tonnánként 1,47 gramm aranyat tartalmazó ércvagyonról szolt. Ez közel 51 tonna arany.hvg.hu 2015. november 13.

PT

### Marad a szénalapú termelés is

Magyarország az atomenergia hozzájárul az ellátásbiztonsághoz, csökkenti az importfüggőséget, környezetkímélő termelésével pedig segíti a klímapolitikai vállalás teljesítését – hangsúlyozta *Aradszki András*, a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (NFM) energiaügyért felelős államtitkára a Gazdálkodási Tudományos Társaságok Szövetsége (GTTSZ) konferenciáján november 12-én Budapesten.

Az atomenergia és az ellátásbiztonság témakörben tartott szakmai rendezvényen az államtitkár elmondta, hogy a magyarországi villamos energia előállításában az atomenergia hosszú távú alkalmazásával, a szénalapú termelés szinten tartásával, a megújuló arányának növelésével számolnak. Szolt arról, hogy a Magyarországon termelt villamos energia több mint fele atomenergiából származik. A magyar atomenergia alkalmazásának három pillére van, az üzemidő meghosszabbítása, az új blokkok létesítése és a radioaktív hulladék-kezelésnek való megfelelés.

Aradszki András kitért arra, hogy a világban az atomenergia helyzete stabil, világszerte mintegy 60 nukleáris reaktor építenek, elsősorban a fejlődő országokban, de Európában is, hiszen az így előállított villamos energia alacsony ára versenyképességi tényező.

www.mno.hu

PT

## Köszöntjük a 2015-ben vas-, gyémánt- és aranyoklevéllel kitüntetett kollegáinkat\*

A Miskolci Egyetem szenátusa által adományozott jubileumi okleveleket a Műszaki Földtudományi (Bányamérnöki) Kar és az Anyagtudományi (Kohómérnöki) Kar volt hallgatói részére 2015. augusztus 27-én ünnepi egyetemi szenátusülés keretében adták át. A Műszaki Földtudományi Karon jubileumi oklevelet kaptak az alábbiak:

### Vasoklevél

(1950-ben szerzett oklevelet)

**Barabás László** gyémántokl. bányamérnök

**Farkas Béla** gyémántokl. bányamérnök

**Meskó Gábor László** gyémántokl. bányamérnök

### Gyémántoklevél

(1955-ben szerzett oklevelet)

**Demeter Tibor** aranyokl. bánya-művelőmérnök

**Varga Ede** aranyokl. geofizikusmérnök

### Aranyoklevél

(1965-ben szerzett oklevelet)

**Baranyi István** okl. bányaművelőmérnök

**Dr. Beregnyei-Soós Attila** okl. bánya-gépezsmérnök

**Bitvai Tivadar** okl. bányagépész mérnök

**Bodrogi Béla** okl. bányagépész mérnök

**Bokor Judit** okl. bányageológusmérnök

**Csethe András** okl. bányaművelőmérnök

**Gajdócsi János** okl. bányaművelőmérnök

**Galántai Mihály** okl. bányaművelőmérnök

**Győrei László** okl. bányageológusmérnök

**Hajdúné Dr. Molnár Katalin** okl. bányageológusmérnök

**Horváth István** okl. bányagépész mérnök

**Dr. Janositz János** okl. bányaművelő-mérnök

**Jenei Szabolcs** okl. bányaművelőmérnök

**Juhász Attila József** okl. bányaművelő-mérnök

**Kisbán Judit** okl. bányaművelőmérnök

**Dr. Kiss Bertalan László** okl. bánya-geológusmérnök

**Kiss Erzsébet** okl. bányageológusmérnök

**Kiss László** okl. olajmérnök

**Dr. Korompay Péter** okl. bányagépész-mérnök

**Kulbencz Ferenc** okl. olajmérnök

**Medve János** okl. bányagépész mérnök

**Dr. Meggyes Tamás** okl. olajmérnök

**Munkácsi István** okl. olajmérnök

**Selmečiné Nagy Melinda** okl. bánya-geológusmérnök

**Nagy János** okl. bányaművelőmérnök

**Dr. Olcsváry Csaba** okl. bányaművelő-mérnök

**Ónodi Tibor** okl. olajmérnök

**Pázsit Csaba** okl. bányaművelőmérnök

**Dr. Petrássy Miklós** okl. bányaművelő-mérnök

**Dr. Pleszkáts Tibor** okl. bányageológus-mérnök

**Popity József** okl. bányageológusmérnök

**Repei László** okl. bányaművelőmérnök

**Rózsási Győző** okl. bányageológusmérnök

**Sólymos Ildikó** (Bucsi Szabó Lászlóné) okl. bányageológusmérnök

**Dr. Somosvári Zsolt** okl. bányaművelő-mérnök

**Sárkány Attila** okl. bányaművelőmérnök

**Szölgvémi Pál** okl. bányagépész mérnök

**Szűcs János** okl. bányaművelőmérnök

**Taba Sándor** okl. bányageológusmérnök

**Takácsi-Nagy András** okl. bányaművelő-mérnök

**Toronyi Kálmán** okl. bányaművelőmérnök

**Várbíró Gábor** okl. bányaművelőmérnök

**Zsákay Gabriella** okl. bányageológus-mérnök

*E helyről is tisztelettel gratulálunk valamennyi kitüntetettnek! Közülük a Bányászati Szakosztály tagjainak rövid életútját a következőkben ismertetjük. – Szerkesztőség*

\* Összeállításunk a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar által kiadott „A 2015. évben jubileumi diplomában részesült bányaművelő-, bányagépész-, bányageológus- geofizikus-, és olajmérnökök rövid szakmai életrajza” c. kiadvány alapján készült. Engedélyüket és segítségüket ezúton is köszönjük! – Szerkesztőség

### Vasoklevelet kapott:

#### Dr. Meskó Gábor László gyémántokleveles bányamérnök



1927. augusztus 8-án született Budapesten. Kiskőrösön nevelkedett, ott és Kiskunhalason végezte elemi és a középiskoláit. 1945 őszétől bányamérnök hallgató lett Sopronban. 1950-ben végzett az egyetemen.

A Várpalotai Szénbányák Vállalat Skyp aknaüzeménél kezdett dolgozni. 1952. augusztus 2-án az

Államvédelmi Hatóság őrizetbe vette több társával együtt. 1953. április 21-ig vizsgálati fogságban tartották. 1953 tavaszán a Borsodi Szénbányászati Tröszt állományába került. Több helyen és beosztásban dolgozott: Sajókaza, Alberttelep, Rudolftelep, Erenyő, Lyukóbánya. 1961-től a Borsodi Szénbányászati Tröszt beruházási osztályán végezte munkáját nyugdíjazásáig. 1970-ben műszaki doktrátust szerzett a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen. Aktív éveiben tanított technikumokban, főiskolán, rendszeres előadó volt a TIT-ben. Szerette ezeket a munkákat is. Számos kitüntetéssel ismerték el tevékenységét.

Nyugdíjas évei aktívan telnek a mai napig is Miskolcon.

### Gyémántoklevelet kapott:

#### Demeter Tibor aranyokleveles bányaművelőmérnök



1929. december 29-én Királdon született. Az elemi iskolát szülőfalujában, középiskolai tanulmányait Ózdon, az egyetemi tanulmányait a miskolci és soproni egyetemen végezte. Abszolutóriumot 1954-ben, oklevelet 1955-ben szerzett.

1954-től a Diósgyőri Szénbányák mérnökség vezetője, majd a Borsodi Szénbányák aknaüzemeiben (Anna bánya, Berente bánya, és Sajószentpéter II. akna) aknavezető főmérnök. 1961-64-ben a Miskolci Kerületi Bányaműszaki Felügyelőség területi főmérnöke.

1964-től az 1990 évi nyugdíjazásáig a Borsodi Szénbányák bányaművelési osztályán dolgozott területi főmérnöki, osztályvezető helyettesi, osztályvezetői, majd bányaművelési és műszaki fejlesztési osztályvezetői munkakörökben. Közreműködésével a Borsodi Szénbányáknál nagyfokú termeléskoncentráció, és jelentős gépesítetttség jött létre, mely következtében az 5 millió tonna/év termelést a korábbi 25 helyett 12 bányából tudták kedvező eredményekkel megvalósítani.

Az OMBKE borsodi szervezet konferenciáin, és szakmai összejövetelein előadásokat tartott.

Szakmai munkásságát négy esetben Kiváló Munkáért, 12 esetben Kiváló Dolgozó kitüntetéssel, és szolgálati érdeméremmel jutalmazták.

### Aranyoklevelet kapott:

#### Baranyi István okleveles bányaművelő mérnök



1940. február 11-én született Mikófalván. Általános iskolai tanulmányait szülőfalujában, középiskolai tanulmányait Egerben végezte. Érettségi után 2 évet dolgozott a mónosbéli szénosztályozón. 1960-ben nyert felvételt a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karára, nappali tagozatos hallgatóként,

ahol 1965-ben bányaművelő mérnöki oklevelet szerzett.

Az egyetem elvégzése után a Putnoki Bányáüzemben dolgozott 1971-ig beosztott mérnök, szellőztetési felelős, műszaki csoportvezető beosztásokban. Szintén 1965-ben bányamentő vizsgát tett és 1983-ig aktív bányamentő volt. 1970-1975 között a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen Bányamérnöki Karának levelező tagozatán bányaiipari gazdasági mérnök diplomát szerzett.

1971-ben vállalati áthelyezéssel a Borsodnádasi Aknára került aknavezetőként, felelős műszaki vezetőhelyettesi beosztásba. Ezt követően vállalati áthelyezéssel 1975-1980-ig Királdon, 1980-1985-ig Putnok Aknán felelős műszaki vezetőhelyettes beosztásban, 1985-1990 között a Putnoki Bányáüzemben műszaki főmérnök helyettesként dolgozott.

Aktív évei alatt az alábbi kitüntetésekben részesült: Kiváló Ifjú Mérnök (5 alkalommal), Kiváló Dolgozó (2 alkalommal), Kiváló Munkáért, Honvédelmi Érdemérem, Bányász Szolgálati Érdemérem (3 fokozat), valamint az OMBKE tagjaként tulajdonosa a Sóltz Vilmos-emlékéremnek.

1990-ben korengedmény és korekedvmény lehetőségével elve nyugdíjazását kérte. Nyugdíjasként 2007-ig tervezési és oktatási feladatokat látott el.

### Csethe András okleveles bányaművelőmérnök



1940. március 6-án született Pécsen. Itt végezte elemi és középiskolai tanulmányait. Érettségi után a Pécsi Szénbányászati Tröszt Széchenyi aknáján földalatti csillésként 2 évet dolgozott, 1960 szeptemberéig. A Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Kar bányaművelő szakán diplomázott 1965-ben.

Ezt követően a Mecseki Szénbányászati Trösztnél Szabolcsbányán dolgozott gyakorló bányamérnökként, majd technológiai csoportvezetőként. 1968 és 1973 között az igazgatóság tervosztályán volt főelőadó. 1973-ban négy bányászati szakterületen kapott szakértői jogosultságot, 1974-ben számítástechnikai rendszerszervező oklevelet szerzett. 1973 és 1980 között a vállalat Vasasbánya üzemében dolgozott vezető tervező, körlet-



vezető bányamester, termelési főmérnökhelyettes beosztásokban. 1980 és 1982 között az igazgatóságon a műszaki fejlesztést, a kutatást, iparjogvédelmet irányította főosztályvezetőként. 1982-től 1984-ig Pécs-bányaüzem főmérnöke, felelős műszaki vezetője, majd 1987-ig üzemvezető volt. 1987-ben kinevezték a Mecseki Szénbányák vállalat vezérigazgatójának, mely beosztást 1991-ig, a vállalat felszámolásáig töltötte be. Ezt követően a Mecseki Bányavagyon-hasznosító Részvénytársaságban dolgozott különböző vezetői beosztásokban. 2001-ben vonult nyugdíjba. 20 évig volt aktív bányamentő. A paksi homokbányák felelős műszaki vezetője 1970 óta, jelenleg is.

A Magyar Bányászati Szövetségnek 1997-2001 között elnöke, az ENSZ-EGB Szénbizottságának 1991-2001 között volt tagja. 2004-2014 között a Központi Bányászati Múzeum igazgatóhelyettese és a Pécsi Bányászati Múzeum vezetője volt.

Az OMBKE-nek 1963 óta tagja. A mecseki csoportnak több ciklusban titkára, majd elnöke, az országos választmányának szintén több ciklusban volt tagja. A Magyar Mérnöki Kamara szilárdásvány bányászati tagozatában a minősítő bizottságban dolgozott 2012-ig.

Kitüntetései, elismerései: Kiváló Dolgozó több alkalommal, Bányászati és Bányamentő Szolgálati Érdemérem 3-3 fokozata, Honvédelmi Érdemrend, Magyar Mérnöki Kamara Cséti Ottó-oklevél, Sóltz Vilmos-emlékérem, OMBKE tiszteletbeli tagság 2006 óta, Magyar Bányászatért szakmai érdemérem két alkalommal 2002-2012, Szent Borbála-érem miniszteri kitüntetés 1994, a Magyar Köztársaság Elnöki Aranyérme 2000.

#### Gajdócsi János okleveles bányaművelőmérnök



1940. május 14-én született Hosszúhetényben, pedagógus családban. Az általános iskolát Hosszúhetényben végezte, majd a Komlói Gimnáziumban folytatta tanulmányait, ahol 1958-ban érettségizett. 1958 és 1960 között a Bányászati Aknamélyítő Vállalat Mecseki Körzeténél, Széchenyi-aknán dolgozott. 1960-ban

felvételt nyert a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karára, ahol 1965-ben okleveles bányaművelőmérnöként végzett.

Az egyetem elvégzése után a Mecseki Szénbányák igazgatóságához került, majd 1965. október 11-től a vállalat Zobák Bányaüzeméhez helyezték, ahol műszaki fejlesztéssel és tervezéssel foglalkozott. 1968. augusztus 1-től az üzem feltárási és előkészítő körleténél körletvezető-helyettesi, majd 1969. június 1-től 1973. december 31-ig körletvezetői, majd 1974. január 1-től október 16-ig termelői bányamesteri beosztásban dolgozott. 1974. október 17-én a vállalat központjába, a beruházási és távlati tervezési osztályra került, távlati tervezőként. Itt 1980. március 1-től osztályvezető-helyettesként a Liász-program előkészítését irányította. 1982. december 1-től

a beruházási előkészítő és építésszervezési osztály vezetője volt, és a Liász-program megvalósításán dolgozott. 1990. február 1-től a megalakuló beruházási iroda vezetőjének nevezték ki. 1993. április 1-től – amikor is a Pécsi Erőmű Rt. átvette a gazdaságosan üzemeltethető bányákat – a Pécsi Erőmű Rt. fejlesztési főmérnökségének műszaki tanácsosává nevezték ki. Feladata a bányászati üzemek beruházásának koordinálása volt, különös tekintettel a külfejtésre. Utóbbi munkát nyugdíjba vonulásáig, 2000-ig végezte.

A műszaki tevékenység mellett az OMBKE helyi szervezetében is dolgozott. 1985-1997-ig a mecseki csoport titkára volt, majd a választmányi testület tagjaként 1997-2000-ig képviselte a mecseki csoportot.

Elismerések: Kiváló Dolgozó (1960, 1983, 1985, 1988), Vezérigazgatói Dicséret (1987, 1996, 2000), Miniszteri Dicséret (1982), Bányászati Szolgálati Érdemérem (bronz fokozat – 1980, ezüst fokozat – 1990). OMBKE emlékérem kiemelkedő munkáért (1990), mecseki helyi szervezet centenáriuma alkalmából (1998), z. Zorkóczy Samu-emlékérem kiemelkedő munkáért (2004), Sóltz Vilmos-emlékérem kiemelkedő munkáért (1990), 40 éves egyesületi tagságért (2003), 50 éves egyesületi tagságért (2013).

#### Jenei Szabolcs okleveles bányaművelőmérnök



1937. április 29-én született Debrecenben. 1951-ben az általános iskolát befejezve – mivel családi okok miatt középiskolai tanulmányait nem folytathatta – vándortanuló lett Mórton, a Pusztavámi Szénbányáknál.

1953-tól 1965-ig a Komlói Szénbányák bányászati üzemében dolgozott. Kezdetben, mint vágár,

majd a Bányaiipari Technikum elvégzése után aknász, bányamérő. 1959-ben jelentkezett a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karára, mint levelező hallgató. 1965-ben védte meg a diplomáját. Ezen időszak alatt munkahelyén mérnökség vezető (főmérnökhelyettes) beosztásba került.

1965 szeptemberében áthelyezéssel került a Nehézipari Minisztérium bányászati műszaki főosztály bányabiztonsági csoportjához műszaki főelőadói beosztásba, feladata a bányamentő szervezetek koordinálása volt.

1968-1973 között az Egyesült Magyar Szénbányák beruházási főosztályán területi főmérnöki beosztásban dolgozott. 1973-1981 között ismét a Nehézipari Minisztérium állományában a személyzeti, oktatási főosztályon volt. Ez idő alatt 1975-1979 között Kubában bányászati szakértőként, majd innen visszatérve, szakmai oktatás-szervezési, továbbképzési feladatok ellátásában végezte a munkáját.

1981-ben a Mecseki Szénbányák személyzeti-szociális igazgatójának nevezték ki. 1983-ban, mivel a vállalat politikai vezetésével nem tudott együtt dolgozni, beosztásából felmentését kérte.

1983–1992 között a Bányászati Egyesülés állományában dolgozott műszaki-gazdasági tanácsadó, közgazdasági főosztályvezető, igazgatóhelyettes beosztásban. 1989-ben a Bányászati Egyesülés igazgató tanácsa az egyesülés vezérigazgatójának megválasztotta. Az egyesülés végelszámolásával párhuzamosan 1990-ben megalakult a MININVEST Bányászati Vagyonhasznosítási Ügynökség Rt. Ennek nyugdíjba vonulásáig (1997) a vezetője volt. Nyugdíjba vonulása után 2010-ig szakértőként tevékenykedett.

#### **Juhász Attila József okleveles bányaművelőmérnök**



1942. július 25-én született Zalaegerszegen. Középiskoláját a Sümegi Kisfaludy Sándor Gimnáziumban végezte. A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen végzett okleveles bányaművelőmérnökként 1965-ben.

A Bakonyi Bauxitbánya Vállalatnál 1965. július 1-jétől 2000. augusztus 31-ig volt alkalmazásban: üzemmérnök, felelős műszaki vezetőhelyettes, robbantásvezető, munkaelemző, munka- és bérügyi osztályvezető, főtanácsadói munkakörökben.

Munkaügyi szakmérnök (1980), REFA-GRUNDSCHEIN munkaelemző szakmérnök (1986).

Kitüntetései: Kiváló Dolgozó (1971, 1978), Bányász Szolgálati Érdemérem (bronz-, ezüst- és arany fokozat), Sóltz Vilmos-emlékérem (2003, 2013), Kiváló Munkáért miniszteri kitüntetés (1984), Kiváló Bányász miniszteri kitüntetés (1988), Bauxitbányászatért kitüntetés (1997).

Jelenleg Keszthelyen él, nyugdíjas.

#### **Dr. Korompay Péter okleveles bányagépészmérnök**



1942. november 15-én Dorogon született. A középiskolát a Hell József Károly Bányagépész és Villamossági Technikumban végezte. Oklevelet szerzett a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen okleveles bányagépészmérnök (1965), és okleveles bányavillamossági szakmérnök (1971), továbbá okl. gazdasági mérnök (1979), okleveles gazda-

ságirányítási mérnök (1988), egyetemi doktor (1985).

Munkáját 1966-1980 a Tatabányai Szénbányánál a VI. bányauzemben gépészeti vezetőként kezdte. 1980-1986 a Bányai Dolgozók Szakszervezete osztályvezetője, majd titkára, 1986-1989 az Ipari Minisztérium főosztályvezetője, az Ipari Szénközpont vezetője. 1990-től a Bányászati Egyesülés humán igazgatója. Ebben az időszakban a szénbányászati igazgatói tanács felügyelő bizottságának elnöke, a GEOMINCO igazgatótanács elnöke, a Magyar Tudományos Akadémia osztályközi

bányaegészségügyi és bányászati ergonómiai tudományos bizottság tagja, a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem meghívott egyetemi előadója. Nevéhez fűződik a „korlátozott idejű földalatti munkavégzés” kezdeményezése, kidolgozása.

Kitüntetései: Bányászat Kiváló Dolgozója 1972, Munka Érdemrend Bronz 1985, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Georgius Agricola érme 1986, Wahlner Aladár-emlékérem 2010, Szent Borbála-érem miniszteri kitüntetés 2012.

Jelenleg Dorogon él, nyugdíjas, az OMBKE dorogi helyi szervezete titkára, az Észak-Dunántúli Nemzetközi Bányászati Klaszter elnöke.

#### **Pázsit Csaba okleveles bányaművelőmérnök**



1941-ben született Diósgyőrben. A diósgyőri Kilián György Gimnázium elvégzése után a Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karának bányaművelési szakán (mérő ágazat) 1965-ben szerzett oklevelet.

Az Ózvidéki Szénbányák társadalmi ösztöndíjasa volt. A vállalat bányamérési osztályán

készítette el a diplomatervét is. Végzés után a szénbányák Királdi Bányauzeménél üzemmérnökként alkalmazták, majd a bányamérési osztályon dolgozott a Borsodi Szénbányákkal történő egyesítésig. Az egyesítést követően a bányamérési, majd a műszaki fejlesztési osztályra került. A fejlesztési osztályon a kutatás-fejlesztési témák és a gépi vágathajtás koordinálása volt a feladata. Később – már, mint a Borsodi Szénbányák bányamérési osztályának időben utolsó vezetője – a földmérési és földrendezési feladatok teljes körű végzése, irányítása érdekében megszerezte az „ingatlanrendező földmérő” jogosultságot, majd az intézmény létrehozásával egyidőben 5/1996 nyilvántartási szám alatt „hites bányamérő” lett. A Magyar Mérnöki Kamara bejegyzett bányakár és tájrendezési szakértőjeként elsősorban a bányakáros panaszok kivizsgálásával, a bányászkodás okozta külszíni mozgások elemzésével, a mozgásmező határainak megállapításával foglalkozott.

A vállalat felszámolása után az osztály néhány dolgozóval létrehozott kft.-t vezetett. A kft. a bányamérési, földmérési, földrendezési feladatok végzése mellett részt vett a bányászat megszüntével jelentkező kötelezettségek meghatározásában, dokumentálásában. A kötelezettségek felszámolását célzó számos tervezési feladat megoldásában vett részt. A kft. végelszámolása után betéti társaságot alapított, amin belül elsősorban homokbányák létesítési és egyéb terveinek elkészítését, működésük műszaki támogatását végezte.

#### **Dr. Somosvári Zsolt okleveles bányaművelőmérnök**

1941. augusztus 30-án Miskolcon született, iskoláit is itt végezte. 1960-ban a Bláthy Ottó Villamosener-



giaipari Technikumban érettségizett. 1960-ban felvételt nyert az NME Bányamérnöki Karára, ahol 1965-ben bányaművelőmérnöki oklevelet szerzett. 1964-től az OMBKE tagja.

1965-ben az NME Bányaműveléstani Tanszékén kezdett dolgozni Richter Richárd professzor mellett (tanszékvezető:

Zambó János professzor). Kutatási területe kezdetben a kőzetmechanika-biztosítószerkezetek mechanikája, ezen belül a kőzetmozgások-bányakárok. 1967-ben egyetemi doktori címet, 1974-ben kandidátusi címet szerzett. 1966-70 között egyetemi tanársegéd, 1970-77 között egyetemi adjunktus.

1967-től kőzetmozgások témakörben, majd a kőzet- és gázkötések kőzetmechanikai alapjai, okai témakörökben és más kőzetmechanikai, geomechanikai témakörökben rendszeresen publikál. 1976-ra kialakította egy új tantárgy, a Geomechanika tárgykörét, azóta oktatja, fejleszti a tárgyat. A kőzet-diszkontinuitások számbavétele az egyik lényeges fejlesztés. 1979-től a kőzetmechanika tárgy előadója is. A tárgy tematikáját a képlékeny állapotú kőzetkörnyezet, a biztosítószerkezetek méretezése témakörrel fejlesztette.

1978-1988 között egyetemi docens, majd 1988-tól egyetemi tanár, 1987-től a műszaki tudomány doktora.

Az 1985-ben kiadott Hansági: „Gyakorlati kőzetmechanika az ércbányászatban” c. könyv lektora és II. részének szerzője. 1987-ben a Geomechanika I., 1989-ben a Geomechanika II. egyetemi jegyzete jelent meg.

1980-85 között a Bányamérnöki Kar szakszervezeti titkára, 1986-1987-ben a Bányamérnöki Kar dékánhelyettese, majd 1987-1994 között a Bányamérnöki Kar dékánja. Ebben az időszakban a szilárdásványbányászat leépülésével szükségszerűvé vált az oktatási profil jelentős átalakítása, amelynek irányítója volt.

1993-94 között a Környezetgazdálkodási Intézet igazgatója. 1994-2006 között a Geotechnológiai és Térinformatikai Intézet (később Bányászati és Geotechnikai Intézet) igazgatója. 2000-2002 között a MECSEKÉRC Rt. felügyelő bizottságának elnöke.

1995-2015 között kiegészítő foglalkozásban a GEOCONSULT'95 Mérnöki Iroda Kft. ügyvezető igazgatója, számos szakvélemény készítője a kőzetmechanika, kőzetmozgások-bányakárok, geomechanika, geotechnika területén.

A Bányászati és Geotechnikai Intézeti Tanszék egyetemi tanáraként 2011. augusztus 31-ig a kőzetmechanika, geomechanika, geomechanika-geotechnika tantárgyak előadója a Miskolci Egyetemen. 2011-től professor emeritus.

#### **Sárkány Attila okleveles bányaművelőmérnök**

1942. július 25-én Oroszlányban született. Az esztergomi Bottyán János Gépipari Technikumban érettségizett. Megpályázva az Oroszlányi Szénbányák Vállalat



osztályát, jelentkezett a miskolci Nehézipari Egyetem Bányamérnöki Karára. Diplomáját 1965-ben védte meg.

1965 nyarától az oroszlányi szénmedencében dolgozott. A XXI-es aknán állt munkába. Megismerkedett a hagyományos bányászati technológiák tervezésével, a bányabeli munkafolyamatok szervezésével, irányításával. Részesen lehetett a medencében elsőként termelésbe állított önjáró hidraulikus fejtésbiztosító berendezés beüzemelésének és sikeres alkalmazásának. 1971. január 1-től az üzem felelős műszaki vezetője lett. 1975. január 1-től a visszafejtést kezdő szomszédos XVII-es aknát a XXI-eshez csatolták, ahol az alapvágati pillérek lefejtése után 1978-ban a bánya felhagyását és az aknák tömedékelését végezte el.

1978. október 15-től a Márkushegyi Bányaépítési Üzem felelős műszaki vezetőjének nevezték ki. A beruházási programban tervezett létesítmények megadott ütemű kivitelezésének szakszerű szervezése, irányítása, a számos külső cég munkájának koordinálása volt fő feladata. A bánya termelésbe állításakor (1981. április 1.), felelős műszaki vezetői munkakörében megerősítették. Azonnali feladatként a termelési kapacitás felfuttatása jelentkezett. Folyamatosan új eljárások, technológiák alkalmazása, újabb gépészeti berendezések üzembe állítása voltak napirenden.

1983. december 1-én kérésére felmentették beosztásából. A vállalat műszaki osztályán dolgozott tovább, ahol bányabiztosítással, a bányászati technológiák fejlesztésével foglalkozott. 1985-től osztályvezetői teendőket látott el. Az Oroszlány Bányák Kft. megalakulásától (1992. július 1.) műszaki főmérnöki megbízást kapott, majd 1994. április 1-től a VÉRT Bányászati Igazgatóságán ugyanezen munkakört töltötte be 1999-ben történt nyugdíjazásáig.

Ötven éve tagja az OMBKE-nek, a helyi szervezetnek több cikluson át vezetőségi tagja volt.

Munkája során számos szakmai és egyesületi elismerésben részesült.

#### **Taba Sándor okleveles bányageológusmérnök**



1941. június 5-én született Miskolcon, a Földes Ferenc Gimnáziumban végezte a középiskolát. Bányageológusmérnöki oklevelet a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki karán szerzett 1965-ben. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Jogi Továbbképző Intézetében jogi szakokleveles mérnökké nyilvánították 1995-ben.

Munkáját az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI) földmágneses osztályán 1965-ben kezdte. Gya-



kornokként, majd tudományos segédmunkatársként földi mágneses kutatásokat végzett az Észak-Mecsek területén és a Börzsönyben. Komplex légi geofizikai mérésekben vett részt 1967/68-ban.

1969-től 1973-ig Mongóliában a Komplex Geofizikai Vízkutató Expedíció tagjaként, később vezetőjeként vett részt a Közép-, Dél- Délelet Góbi legelőterületek vízellátásának biztosítása céljából végzett komplex geofizikai kutatásokban.

Hazatérve az intézet érckutató osztályán tudományos munkatársként és csoportvezetőként a Börzsönyben geoelektromos módszerekkel érchordozó földtani szerkezetkutatást végzett, illetve részt vett a szeizmikus és geoelektromos módszerekkel végzett Darnó-vonal menti földtani mélyszerkezet kutatásban.

1978 márciusától 1982 júliusáig a Mongóliai Nemzetközi Földtani Expedíció (NFE) komplex geofizikai csoportjának vezetője és 1981-től az expedíció főgeofizikusa, valamint a Központi Földtani Hivatal (KFH) képviselője. Az expedíció Kelet-Mongólia 44 ezer négyzetkilométer kiterjedésű kutatási területén biztosította a földtani regionális, földtani térképező, majd a földtani nyersanyag kutatások geofizikai kutatási háttérét.

A Rudabányai és Aggteleki hegységben érckutatói céllal végzett földmágneses és sekély geoelektromos mérések témavezetője egy évig.

1983 júliusától a Kubai Nemzetközi Földtani Expedíció szakmai munkáját irányító és felügyelő tudományos technikai tanács állandó munkaszerve, az egységsítő csoport nyersanyagkutatási, majd regionális kutatási főgeofizikusa Kubában 1988 augusztusáig.

Hazatérve a Központi Földtani Hivatal felkérésére a nemzetközi kapcsolatok osztály osztályvezető-helyettese, majd osztályvezetője, a Magyar Népköztársaság KGST földtani irodájának titkára, a kubai nemzetközi földtani expedíció magyar képviselője. 1992-től a nemzetközi kapcsolatok és személyzeti főosztály főosztályvezetője.

1993 júliusától áthelyezéssel az Országos Bányaműszaki Főfelügyelőség (OBF), ill. jogutódja a Magyar Bányászati Hivatal (MBH) jogi és igazgatási főosztály főosztályvezető-helyettese. Feladata a bányahatóság igazgatási, személyzeti feladatainak irányítása, a nemzetközi kapcsolatok koordinálása. 1996-tól az MBH, 2007. januártól a jogutód Magyar Bányászati és Földtani Hivatal (MBFH) humánpolitikai vezetője, szakmai főtanácsadója.

Kitüntetései: Népek barátsága 1982 (mongol kitüntetés), XX. Aniversarió del IGP 1988 (kubai kitüntetés), Borbála Emlékérem 1995, Bányász Szolgálati Oklevél 2003, Magyar Köztársasági Ezüst Érdemkereszt 2008.

Jelenleg Budapesten él, nyugdíjas.

#### **Takácsi-Nagy András okleveles bányaművelőmérnök**

1941. november 27-én született Sopronban. Általános és középiskoláját is Sopronban végezte. 1965-ben miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karán bányaművelőmérnöki oklevelet szerzett.



1965 és 1967 között az egyetem Ásványelőkészítési Tanszékén dr. Tarján Gusztáv professzor mellett gyakornok, majd egyetemi tanársegéd. 1969-től több éven keresztül részt vett az egyetemi oktatásban, mint meghívott gyakorlatvezető.

1967 és 1985 között Budapesten a Bányászati Kutató Intézet, majd a Központi Bányászati Fejlesztési Intézet ásványelőkészítési osztályán tudományos segédmunkatárs, munkatárs, főmunkatárs, csoportvezető, osztályvezető és főosztályvezető helyettes.

1985-től műszaki osztályvezető a Szénforgalmi Iroda GT-nél, majd 1988-tól a Bányászati Egyesülésnél. 1990 és 1993 között a Szénkereskedelmi Kft., majd 1994 és 1999 között a Bányászati-, Energetikai és Környezetvédelmi Kft. műszaki ügyintézője. 1993 és 1998 között Ajkán a Bakonyi Erőmű Rt. privatizálásáig az rt. igazgatóságának tagja.

1999-ben korengedményes nyugdíjba vonult, de továbbra is aktívan dolgozott. 1999 és 2003 között a Duna Investment Kft.-nél a Duna Plaza bevásárlóközpont műszaki üzemeltetésnél, majd 2003 és 2008 között a Duna Investment Ingatlanfejlesztési és Vagyonghászoló Kft.-nél műszaki ügyintéző.

Az érc- és szén-előkészítési kutatási témákban, a szemmagyság szerinti osztályozási feladatok megoldásában és dúsítási technológiák kidolgozásában, majd a szénfelhasználás és energiagazdálkodás és a tüzeléstechnika területén tevékenykedett. Több cikke jelent meg a Bányászati Lapokban és a Bányászati Kutató Intézet Közleményeiben.

1982-ben a Bányászati Szolgálati Érdemérem bronz fokozata, 1987-ben Kiváló Munkáért kitüntetésben, 2003-ban 40 éves, majd 2013-ban 50 éves egyesületi tagságért Sóltz Vilmos-emlékéremben részesült.

#### **Toronyi Kálmán okleveles bányaművelőmérnök**



1941. január 29-én született Tósokberenden (ma Ajka IV. ker.) bányász családban. Szülőhelyén végezte el az általános iskolát. Az ajkai gimnáziumban érettségizett 1959-ben. Apja és vele közelebbi kapcsolatban álló bányászok elmondásából indult a bányászat iránti érdeklődése. Gyakorlati ismeretek érdekében

a gimnázium utolsó nyári szünidejét a Jókai bányüzemben föld alatti munkával töltötte. 1959-ben jelentkezett a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Bányamérnöki Karára. Abban az évben a sikeres felvételi vizsga ellenére, túljelentkezés miatt nem került felvételre. Ennek ismeretében az egyetemi felvételi időpontjáig Jókai bányán végzett föld alatti bányamunkát, nagyrészt széles homlokú fejtésben. Az 1960. évi sikeres felvételi

után elkezdhetette tanulmányait, 1965-ben bányaművelőmérnöki oklevelet kapott. Az egyetemi évek alatt társadalmi ösztöndíjszerződést kötött a Veszprémi Szénbányászati Trösztrel. Ez alapján a diploma átvétele után az Ajkai Bányák Kossuth aknai üzemében alkalmazták üzemmérnöki beosztásban. Itt elsősorban műszaki fejlesztéssel foglalkozott: tömegtermelő munkahelyek legkedvezőbb szemhullást biztosító robbantás technológia kísérlete, páncél láncosvonszoló önrakodás kísérlet hidraulikus áttolással, stb.

1969-ben egyéni elhatározással a Bakonyi Bauxitbánya Vállalathoz került üzemmérnöki beosztásba. 1974-től a nyírádi bányauzem darvastói aknaüzemének, majd 1977-től a több aknaüzemet és külfejtési területet magába foglaló nyírádi bányauzem felelős műszaki vezetője lett. Ebben az időszakban nagyobb jelentőségű feladatok voltak:

- az iharkúti előfordulás nagy vertikális és arányaiban kisebb horizontális méretű ércetestek megfelelő kapacitású fejlesztési technológiájának kialakítása,
- a bányaeépítések felgyorsulása érdekében vágathajtógép alkalmazása,
- a munkahelyi szállítási kapacitás növelés dízel hidraulikus gépek alkalmazása,

– a rögzített útpályás személy- és anyagszállítás kiváltása a gumikerekes berendezésekkel,  
– segédmotoros személyközlekedés ügyletes szerelők és felügyelet részére.

A fentiek sikeres megvalósítása nagy részben biztosítéka volt az üzem megbízható termelésének. Az 1974-87 közötti időszak nemcsak 13 év elteltét, hanem az újabb és újabb szakmai feladatok és azok megoldása feletti örömeket jelentette az időnkénti nehézségekkel együtt.

1988-tól műszaki tanácsadói feladatokat látott el, ahol elsősorban aktuális műszaki feladatokkal foglalkozott, másrészt megkutatott területeken bányalétesítés lehetőségeit, vonalas tervezését készítette. Ezt követően 1993-tól termelési főmérnök, majd főmérnöki beosztásba került. 1997-ben nyugdíjba vonult.

Munkája során az alábbi elismerésekben részesült: Kiváló Dolgozó kitüntetés 5 alkalommal, Bányászat Kiváló Dolgozója miniszteri kitüntetés egy alkalommal. Kiváló Újító kitüntetés 3 alkalommal, Műszaki Alkotói Díj, Magyar Alumínium Tröszt „Az Év embere” kitüntetés, Bányászati Szolgálati Érdemérem: bronz, ezüst, arany fokozat, OMBKE 40 és 50 éves tagságért emlékérem.

## Hazai hírek

### Interjú prof. dr. Szűcs Péterrel, a Műszaki Földtudományi Kar dékánjával

*A Mémők Újság interjút készített dr. Szűcs Péter dékánnal, melynek egyes részleteit közölték le „Egyedülálló képzések” címmel az újság novemberi számában (p. 51.) azzal, hogy a teljes interjú megtalálható a Műszaki Földtudományi Kar honlapján. Az alábbiakban a honlapról a teljes interjút közöljük. – Szerkesztőség*

A nagy hagyományú Műszaki Földtudományi Kar ma európai, sőt globális szinten is jelentős kutatási programjai mellett unikális képzésekkel és diákhagyományokkal várja hallgatóit. Minderről prof. dr. Szűcs Péter dékán úrral beszélgetünk.

**A kar esetében gyakran hallani országosan egyedülálló képzésekről. Egész pontosan melyek ezek?**

Sz.P.: A Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kara valóban egyedülálló képzéseket folytat a természeti erőforrások felkutatására, feltárására és hasznosítására vonatkozólag, ami az jelenti, hogy a nyersanyagok, az energiahordozók és a vízkészletek mellett a hulladékok feldolgozásával és hasznosításával, sőt még a környezetvédelem kérdéskörével is foglalkozunk, mégpedig kizárólag itt, a Miskolci Egyetemen futó képzési programok keretében.

Alapképzésen három programot kínálunk: a műszaki földtudományi alapszakot, amely unikális képzés, és évről évre a legtöbb jelentkezőt vonzza, valamint a környezetmérnöki és a földrajz alapszakot, amely kettő ugyan máshol is működik az országban, de ezeken belül is olyan specializációkkal rendelkezünk, amelyek kizárólag Miskolcon találhatóak meg.

Mesterképzésen jelenleg hét programot kínálunk, amelyből öt egyedül Miskolcon fut: ilyen a bánya- és geotechnikai mérnöki, a földtudományi mérnöki, a hidrogeológus mérnöki, az olaj- és gázmérnöki, valamint az angol nyelvű olajmérnöki képzés. A további kettő az úgyszintén helyi specifikumokkal

megtűzdelt geográfus és környezetmérnöki mesterképzés. A képzési paletta természetesen a Mikoviny Sámuel Földtudományi Doktori Iskolával a teljes, amelyben legtehetségesebb hallgatóink PhD képzés keretében folytathatják tanulmányaikat.

Összességében elmondhatjuk, hogy a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kara hét intézete által a földtudományok legszélesebb spektrumát fogja át Magyarországon, a bányászattól az eljárás technikán, a hulladékgyártáson, a környezetvédelemtől, az olajiparon és a földrajzon át egészen a geológiáig, geofizikáig és a hidrogeológiáig.

**Európa-szerte is párukat ritkító képzésekről lévén szó, felmerül a kérdés: hogyan halad az oktatás nemzetköziesedése?**

Sz.P.: A mesterképzéseink közül már három fut angol nyelven, ami nagyon fontos, ugyanis olyan diplomásokat képezünk, akik az ország határain innen és túl egyaránt jó eséllyel helyezkedhetnek el, hiszen a nyersanyaggal, energiával vagy vízzel kapcsolatos kérdések nemcsak hazai, hanem európai, sőt világszinten is a legfontosabb megoldandó feladataink közé tartoznak.

Jelenleg Miskolcon a legnagyobb arányban a Műszaki Földtudományi Karon folytatnak tanulmányokat külföldi hallgatók, akik mára a kar összes hallgatójának mintegy tíz százalékát adják. A képzés tehát erőteljesen inspiráló nemzetközi környezetben zajlik: a magyar hallgatók együtt tanulnak a külföldi hallgatókkal, és egyre több neves külföldi előadó is bekapcsolódik hosszabb-rövidebb időre az angol nyelvű képzésbe, ami természetesen az oktatás színvonalát is emeli.

A nyersanyagkutatás mellett a felszín alatti vizek – itthon is óriási jelentőséggel bír – kutatása jelent nagyon komoly nemzetközi lehetőségeket. Itt megjegyezzük, hogy a kar úgy az ásványi nyersanyagokkal kapcsolatos mérnöki tevékeny-

ség, mint a felszín alatti vizek vonatkozásában a legnagyobb képzési és kutatási centrum Magyarországon.

**Ithon elsősorban mely területeken helyezkedhetnek el a végzett hallgatók?**

Sz.P.: Mivel a kar képzése számos területet érint, az itt végzett hallgatók előtt is sokféle ajtó nyílik meg diplomájuk megszerzése után. Az agyag-, az építőanyag- és a kavicsbányák folyamatosan igénylik a felelős műszaki vezetőket és az olyan speciális tudást, amellyel a bányamérnöki képzés várta a hallgatóit. A bányászaton túl az olajipar, a víziközmű-szolgáltatás, az energia- és hulladékgazdálkodás, a földtani kutatás, a környezetvédelem, a hatósági munka, valamint terület- és településfejlesztés egyaránt jó lehetőségeket teremthet a végzett hallgatók számára, utóbbi főleg a földrajz szakos diplomásoknak jelenthet perspektívát. Emellett megjegyezhetjük, hogy Miskolc város új fejlesztési stratégiájában a járműipar és az informatika mellett a környezetgazdálkodás is nagyobb hangsúllyal fog megjelenni, ami még tovább javíthatja diplomásaink régióbeli lehetőségeit.

Az egyetem környezete nem mellesleg egyre szerencsésebb, hiszen az elmúlt évek során több jelentős nemzetközi cég települt Miskolcra és térségébe új munkahelyeket és együttműködési lehetőségeket teremtve az intézmény és a hallgatóság számára. Az ipari-gazdasági szféra helyi felporzódása, a számos új beruházás tehát jótékony hatást gyakorol az egyetemre is. Igenis érdemes Miskolcra jönni, a város gyors ütemű fejlődése ugyanis komoly perspektívákat rejt. No és persze itt van az egyetem országosan egyedülálló campusával, amely a város melletti Dudujka-völgy parkos-ligetes zöldövezetében terül el, és több száz éves gyökerű diákhagyományával, vagyis a selmebányai diákhagyomány együttesével, amely tavaly az UNESCO Szellemi Kulturális Örökség Nemzeti Jegyzékére is felvételt nyert.

**Az ipari termelés országos és helyi bővüléséből tehát a Miskolci Földtudományi Kar diplomásai, mérnökei is profitálhatnak?**

Sz.P.: Igen, az ipari termelés pozitív irányú elmozdulása folytán ugyanis a gazdaság egyre több nyersanyagot, energiát és persze ezekhez jól értő szakembert igényel. Ne felejtjük el azt sem, hogy az ipari termelés bővülésével párhuzamosan a hulladék mennyisége is gyarapodik, amelyet nem elég ártalmatlanítani, hiszen jelentős mennyiségű érték nyerhető vissza az újrahasznosítás révén. Egy közelmúltbeli projektünk fontos tanulsága, hogy azokat a ritka elemeket, amelyek a high-tech ipar fejlődésében óriási jelentőséget játszanak, az elektronikai hulladékból sok esetben olcsóbban és nagyobb mennyiségben nyerhetjük vissza, mint a földtani képződményekből.

**A CriticEl alap kutatási programot, amelyre utalt, milyen európai uniós projektek követhetik a közeljövőben?**

Sz.P.: A kar négy új nyertes Horizon 2020-as pályázatával minden bizonnyal a legsikeresebb karnak mondhatja magát az országban, ami hatalmas szakmai siker és fontos visszajelzés a számunkra. Az egyik projekt például az elárasztott bányatérsek robotizált vizsgálatával, egy másik pedig a geotermikus energia hasznosításával foglalkozik. Az új projektek természetesen a hallgatók számára is remek lehetőségeket rejtenek, hiszen nagyléptékű európai uniós projektek munkájába kapcsolódhatnak be – a kar célja ugyanis, hogy tehetséges hallgatóit egyre nagyobb számban vonja be projektjeibe.

**Őnök is bekapcsolódnak a képzés duális reformjába?**

Sz.P.: 2016-tól mindhárom alapképzésünket és kettő mestertképzésünket is meghirdetjük duális képzési formában, amely még tovább javíthatja diplomásaink elhelyezkedési esélyeit. A kar erős ipari beágyazottsága folytán hallgatóink a kavics- és kőbányászat hazai cégei mellett olyan nagyvállalaton belül szerezhetnek szakmai gyakorlatot a duális képzés

során, mint például a MOL, a TAKATA, a Chinoín, a Lasselsberger, a Vertikál és a KITE.

**Őn a hallgatói padtól jutott el a dékáni pozícióig a Miskolci Egyetemen. Mít üzenne a jövő hallgatóinak?**

Sz.P.: Valóban, magam is a miskolci campuson voltam egyetemista, azonban külföldi ösztöndíjak segítségével mintegy három és fél évet Európa és Amerika más egyetemein tölthettem. Nemzetközi tapasztalataim birtokában mondhatom tehát, hogy jó helyre jön, aki a Műszaki Földtudományi Kart választja, a képzőhely ugyanis nemzetközi viszonylatban is megállja a helyét.

**Köszönöm az interjút.**

## **A magyar földtudományi kutatók az EU H2020 expresszvonatán**

A Magyar Tudomány Ünnepe keretében a Miskolci Akadémiai Bizottság Bányászati-Földtudományi-Környezettudományi Szakbizottsága, a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kara és a Magyarhoni Földtani Társulat társrendezésében 2015. november 12-én Miskolcon sikerrel zajlott le a „Horizon 2020 – nemzetközi műszaki földtudományi projektek a régióban” című konferencia és partnerkereső fórum.

A rendezvényen részt vettek többek között *Török Dezső*, Borsod-Abaúj-Zemplén megye közgyűlésének elnöke, *prof. Michal Cechlár*, a TU Kosice (Kassai Műszaki Egyetem) bányász karának dékánja, *prof. Jármai Károly*, a Miskolci Egyetem rektorhelyettese, *prof. Szűcs Péter*, a ME Műszaki Földtudományi Kar dékánja, *dr. Baksa Csaba*, a Magyarhoni Földtani Társulat elnöke. A résztvevők száma meghaladta az ötvenet.

**Az előadóülésen** az Európai Unió átfogó Horizon 2020 kutatás-fejlesztési-innovációs keretprogramja különböző témáiban sikeres olyan pályázatok témáit mutatták be az előadók, amelyek a következő 2-3 évben részben a Műszaki Földtudományi Kar vezetésével, részben részvételével valósulnak majd meg. A Miskolci Egyetem összesen hat ilyen pályázatban nyert részvételt, a Műszaki Földtudományi Kar eredménye ezért is figyelemre méltó. Két pályázatban a másik társ-pályázó az EFG (European Federation of Geologists – Geológusok Európai Szövetsége), s ezen keresztül hazai tagszervezete, a Magyarhoni Földtani Társulat.

A négy eddig nyertes projekt:

**KINDRA:** a hidrogeológiai kutatások EU méretű adatbázisának létrehozása;

**INTRAW:** a kontinens nyersanyag kitermelő és feldolgozó iparának felzárkóztatására számba vehető stratégiai fontosságú eszközök, együttműködések előmozdítása;

**CHPM2030:** geotermikus energia termeléssel kapcsolt fémkinyerés fúrólukas módszerekkel ultra-mély ércetekből (koordinátor: ME MFK);

**UNEXMIN:** elárasztott bányatérsek kutatására és feltérképezésére alkalmas autonóm robot fejlesztése (koordinátor: ME MFK).

**A második részben** a 2016-2017-ben benyújtható H2020 kutatási pályázati kiírásokra indítottak a szervezők partnerkeresést. A pályázatok sikerének egyik fő titka a kellő időben felvetett projektötlet, és a konzorciumkeresés, -építés. Ebben a szekcióban mutatta be az ilyen irányú innovációs projektjeit a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, valamint több kis-, közepes vállalkozás. A 2016-2017-ben folytatódó pályázati ciklusban a földtudományokat az SC4 és SC5 részprogramok érintik, melyeknek részletei a munkaprogramban olvashatók: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/draft-work-programmes-2016-17>.

*Dr. Földessy János*



## Bányász emlékhely a Keleti Mecsekben

A Tolna megye nyugati szélén levő Györe településen nem volt bányauzem, de a helység történetéről szóló kiadványokat lapozgatva látható volt, hogy már az 1700-as évektől kezdődően a lakosság legalább fele a környékbeli bányákban kereste meg kenyerét. Ennek ellenére nem volt emlékhelye a bányászoknak a faluban.

Többször beszélt erről a tényről a falu lakossága, de a gondolatokat nem követték tettek. Időközben a környező bányabezárások után egyre fogyott a még élő bányászok száma.

Ez év elején, egy hosszabb autótúton *Nyakas Piroskával*, aki szintén a bányászati ügyvitelben dolgozott, erős fogadalmat tettünk, melynek lényege, hogy ebben az esztendőben készüljön egy bányászati emlékhely Győrén. Már az úton telefonálásokba fogtunk. Kerestük, hol található olyan bányászati eszköz (bányacsille, gép, vagy egyéb), mely központi megjelenítője lehetne az emlékhelynek. Hazaérve utunk a polgármesterhez vezetett. Örömmel támogatta a gondolatot. Bányászati lapokat tanulmányozva született meg közös döntésünk arról, hol legyen elhelyezve egy komlói kőbányából származó monolit kőtömb és erre készüljön bányászokra emlékeztető tábla.

Megvalósítottuk, amit elképzeltünk. Minden a helyére került. Az avatás idejét is kitzűztük. Győrén ebben az évben ötödik alkalommal rendezték meg a falu lakosságát és a környékbeli településeket megmozgató „Hajdina Fesztivált” 2015. október 2-3-án. 2-án, pénteken délután „A vidék is élni akar” címmel konferenciát tartottunk. Szombaton főzőversenyeket, sportversenyeket szerveztek, üzemelt a vurstli.

Ebben az ünnepi eseménysorban 15 órakor indult a lovasokkal, zenekarral, a saját és a környékbeli falvak zászlóival az ünneplő sokadalom a felavatandó emlékhelyhez. A magyar himnusz elhangzása után avató beszédet mondott e sorok társszerzője, *Vass Dénes* okl. bányamérnök, Szászvár bánya nyugalmazott főmérnöke. Szólt a bányászat régmúltjáról, tragikus gyorsasággal történt befejezéséről. Megemlékezett a munkahelyi balesetben és az azóta elhunyt bányászokról. Örömmel szólt a még élő, az ünnepségen is jelenlévő, kitartó bányászok munkájáról. Nagyon sok megjelent szemébe csalt könnyeket az a gondolatsor, hogy a több száz év során bányászattal kapcsolatba került több tucat győrei család.

A beszéd elhangzása után *Vass Dénes* és *Filamella Tibor* alpolgármester leplezték le az emléktáblát, majd koszorúzás következett. Az első koszorút a település jegyzője, *Visnyei Gabriella* és a képviselő-testület tagja, *Kulcsár Ernőné* a falu nevében helyezte el. A bányászok nevében *Nyakas Piroska* és *Varga Imre* – egy volt csapatvezető vajar – tette le a megemlékezés koszorúját. Koszorúzott még *Kakasd* polgármestere is, majd még több résztvevő is elhelyezte a tisztelet és a megemlékezés virágait. Az avatás zárásaként az „Őszirózsá” énekkarral együtt elénekeltük a Bányászhimnuszt.



Győrén avatott bányász emlékmű

Rendezvényünk keltette örömmel megkeserítette, hogy szombat délelőtt kórházba szállították *Csoma Józsefet*, Györe polgármesterét, aki október 6-án elhunyt. Szomorúságunk azért is mély, mivel a falu 35 éve regnáló, ügyünket támogató polgármesterét veszítette el.

Az emlékhely előtt járva örömmel tapasztaljuk, hogy ott mindig friss virág található, környékén emberek beszélgetnek. A beszélgetés során szóba kerül, hogy végre van hol összejönni és az egykori bányászokra emlékezni. Természetesen mindegyik azzal zárul, hogy az emlékhelyet létrehoztuk, és polgármesterünket pedig elvesztettük, aki a képviselő testület támogatásával az emlékmű létrehozását anyagilag is lehetővé tette.

*Nyakas Piroska, Vass Dénes*

## Külföldi hírek

### Bezárták Európa legmélyebb szénbányáját

Október 30-án zárták be Európa legmélyebb kőszénbányáját Romániában. Az 1100 m mély Zsil-völgyi petrillai (Petrila) bányában 156 éven át folyt szénkitermelés. Románia vállalta, hogy 2018-ig bezár több veszteségesen működő Zsil-völgyi szénbányát, ezek közé tartozott a petrillai is, amely 1859-ben kezdte el működését. Pénteken megemlékezést szerveztek a bányászok, több tucatnyi csoportban jelentek meg egykori üzemük hivatalos felszámolásánál. A helyszínen fűvőzenekar adta elő a bányászok himnuszát, majd egy csillén felhozták az utolsó tonna szenet.

A petrillai mellett a parosényi (Paroseni) és az urikányi (Uricani) kőszénbánya is része annak a programnak, amelynek keretében a román állam vállalta, hogy 2018-ig felszámolja a veszteséges szénipari létesítményeket. Ezt a programot az Európai Bizottság jóváhagyta. Az elmúlt hónapokban már csak 30 bányász dolgozott Petrillán, de a kommunizmus ideje alatt számuk elérte az 5 ezret is. A termelési csúcsot 1983-ban érték el, abban az évben 1,2 millió tonna kőszént termeltek ki, míg tavaly már csak 110 ezer tonnát.

A rendszerváltozás után a szénbányaipar több száz millió euró állami támogatást kapott a román kormánytól. Bukarest 2012-ben megígérte Brüsszelnek, hogy véget vet ennek a gya-

korlatnak, és bezárja a veszteséges bányákat. Január 1-jétől a felszereléseket és a csilléket ócskavasként értékesítik, a 20. század elején épült ingatlanok többségét – amelyek a bánya működését szolgálták – lebontják.

*www.hvg.hu 2015. november 5.*

PT

### Növekvő vasérctermelés Indiában

India legnagyobb vasérctermelője az NMDC Ltd. 2020-ra megduplázni tervezi a jelenlegi évi 34 Mt-ás termelési kapacitását, hogy kielégítse India nyersanyagigényét. Ezzel megőrzi vezető szerepét a hazai piacon, de nemzetközi szinten is jelentőssé válik. Jelenleg három teljesen gépesített bányából termelnek a Chattisgarh és a Karnataka államban.

2025-re évi 100 Mt termelést kívánnak elérni, amihez a cég növeli kutatási volumenét és az értékebb termék előállításához érdekeltséget kíván szerezni a pelletgyártásban és az acélgyártásban, valamint külföldi vasércbányákban is.

Az NMDC megalakulásától fogva foglalkozik számos ásványi anyag kutatásával, úgymint: vasérc, rézérc, foszfát, dolomit, mészkő, gipsz, bentonit, magnezit, wolfram grafit és homok.

*ASIA Miner News 2015. november 5.*

PT

## Gyászjelentés

*Dr. Kárpát József* okl. földmérőmérnök 2015. október 7-én, 85 éves korában, Székesfehérváron elhunyt.

*Mátsay László* bányatechnikus 2015. október 23-án, életének 97 évében Győrben elhunyt.

*Mátrai Árpád* okl. bányamérnök, tiszteleti tag 2015. november 12-én, életének 93. évében Pécsen elhunyt.

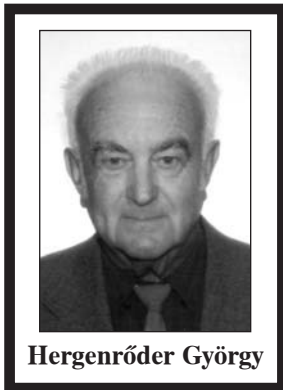
*Ács István* okl. bányamérnök 2015. november 20-án, életének 77. évében Eisenstadtban elhunyt.

*Moravitz Péter* okl. kohómérnök, tiszteleti tag, Selmecbánya díszpolgára 2015. december 6-án, életének 88. évében Besztercebányán elhunyt.

*(Tagtársaink életútjáról későbbi lapszámunkban fogunk megemlékezni.)*

### Hergentröder György (1936–2015)

Szomorúan vettük tudomásul, hogy *Hergentröder György* 2015. szeptember 23-án 79 éves korában Oroszlányban elhunyt.



A Baranya megyei Sárokon született 1936. március 26-án. Középiskolába a pécsi 4-es számú Villamosipari Technikumba járt, ahol 1954-ben szerzett villamos gépgyártó technikus oklevelet. Első munkahelye beosztott technikusként Budapesten a Földkotró és Vasútépítő Vállalat volt. Ezután egy tiszavasvári, majd újra egy budapesti vállalatnál dolgozott.

A széntermeléssel és a bányászattal először a pusztavámi külfejtésen találkozott. Az itt végzett feladat szakmailag nem elégítette ki, ezért 1955-ben az akkori Közép-dunántúli Szénbányák pusztavámi üzemébe lépett munkába mint villanyszerelő, majd fizikai állományú művezető. A munka révén kapcsolatba került az *Oroszlányi Szénbányákkal*, ahová – további fejlődési lehetőséget látva – 1957. februárban lépett be. Kezdetben a Központi Gépjavító Üzem (KGÜ) villamos részlegénél mint villanyszerelő, majd villamos művezető dolgozott, később a részleg tervezői csoportjánál villamos szerkesztő-tervező munkát végzett. 1962-ben átirányították a Gépészeti Osztályra műszaki ügyintéző beosztásba. Feladatai közé tartozott a föld alatti bányatérsek vil-

lamos berendezéseinek tervezése, létesítése, biztonságos üzemeltetése, ellenőrzése, a tartalék berendezések üzemek közötti diszponálása. Részt vett a szigetelt csillagpontú villamos erőátviteli hálózat és érintésvédelmi rendszerének kialakításában, a 3,5 kV-ról a 6 kV-os feszültségszintre történő átállásban. Kiviteli tervekkel részt vett a KGÜ elektromotor javító bázisának Sb-Rb vizsgáló állomás villamos próbatermének kivitelezésében és a szükséges technológiák kidolgozásában, adaptálásában. Az egyre nagyobb fejtési teljesítmény igények miatt az emelt 1000 V névleges feszültségre való áttérés kísérleteihez szükséges készülékek megalkotásához kiviteli tervek készítésével járult hozzá. E tervezés megvalósulásának csúcspontja az EV-1000/4 típusú energiavonaton, ahol elsőként kerültek alkalmazásra a vákuum ívöltású kontaktorok és SACE megszakítók. A gyártmány színvonalára jellemző, hogy a budapesti BNV-n és a zágrábi Bányászati Szakkiállításán is bemutatásra került.

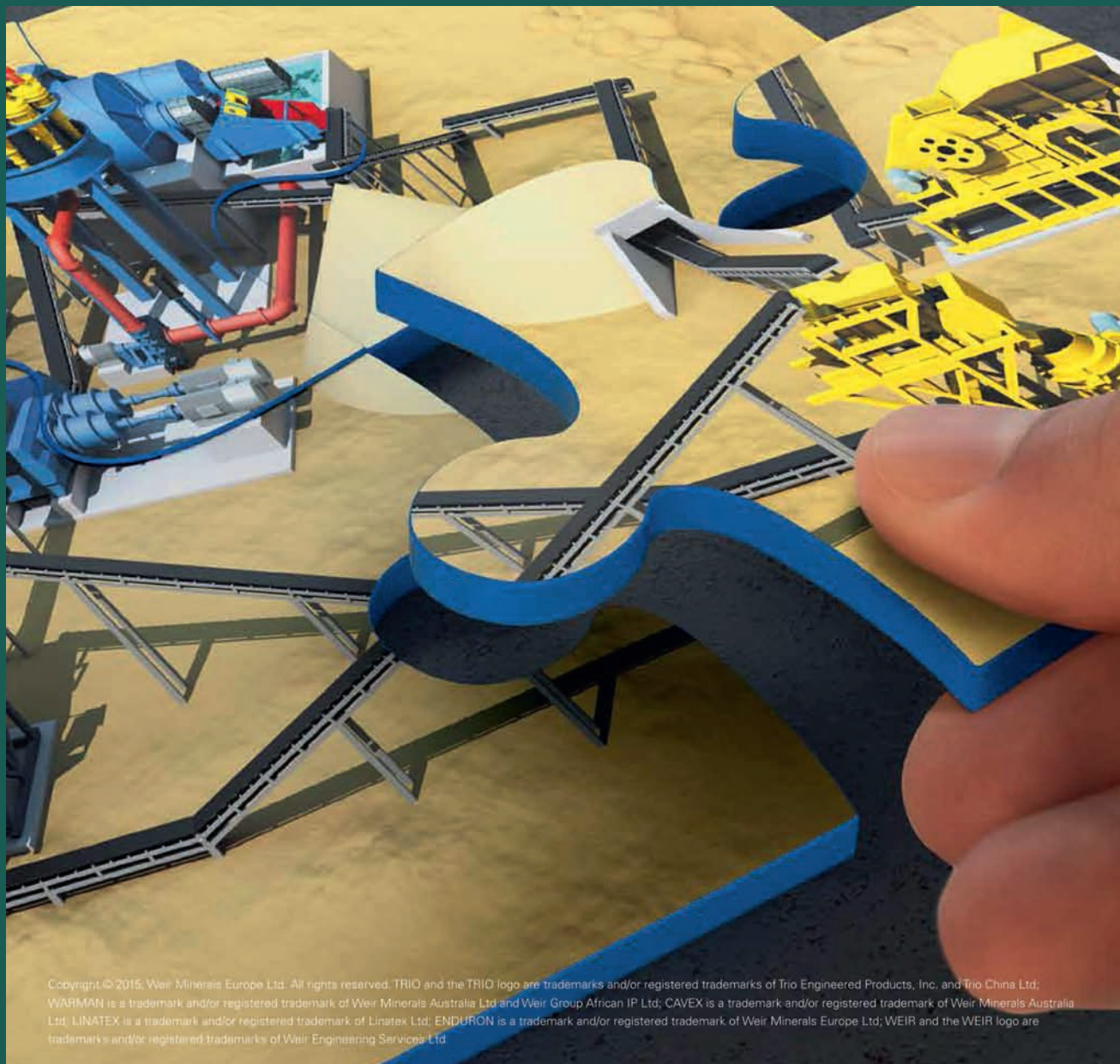
Szakmai tevékenysége elismeréseként többszörös *Kiváló Dolgozó*, a *Bányászat Kiváló Dolgozója*, *Kiváló Újító* arany fokozat, az *FMKT plakettek* és a *Bányászati Szolgálati Érdemérem* mindhárom fokozata elismerésben részesült.

A Gépészeti Osztályon eltöltött 31 éves tevékenység után 1992-ben korengedményes nyugdíjba ment, de szakmai tudására még szükség volt. Gépészeti vezető volt a külfejtést művelő *KOSZÉN Bt.*-nél, majd annak végleges felszámolása után külső megbízottként technikai vezető lett a *Véteszi Carbon Bányászati Kft.*-nél.

Az OMBKE oroszlányi szervezetének 1963 óta tagja, rendszeres résztvevője az összejöveteleknek. Az OMBKE-től a 40 és 50 éves egyesületi tagságáért *Sóltz Vilmos-emlékérem* elismerésben részesült. A BKL Bányászaton három publikációja jelent meg.

Utolsó útjára az oroszlányi temetőben október 2-án kísérték hozzátartozói, rokonai, barátai, ismerősei között egyesületünk tagjai is, együtt elénekelve a Bányászshimnusz.

*Győrfi Géza*



## Weir és Trio a tökéletes páros.

Weir és Trio együtt teljessé tette a homok és kőbányászatban alkalmazható legjobb megoldásokat. Az őrlő, aprító és osztályozó berendezések vezető gyártója, a Trio és a Weir Minerals kiváló minőségű anyagokból készült termékei jobb megoldásokat kínálnak- csökkentve a teljes üzemeltetési költségeket. Mindezt kombinálva a Weir Minerals globális szervíz szolgáltatásával, még egy indok arra, hogy bármikor és bárhol, a munkát jól elvégezzük.

Tudjon meg többet a [weirandtrio.com](http://weirandtrio.com) weboldalon.

WARMAN®    CAVEX®  
LINATEX®    ENDURON®

**WEIR**  **TRIO**

**Minerals**  
[weirminerals.com](http://weirminerals.com)

Copyright © 2015, Weir Minerals Europe Ltd. All rights reserved. TRIO and the TRIO logo are trademarks and/or registered trademarks of Trio Engineered Products, Inc. and Trio China Ltd. WARMAN is a trademark and/or registered trademark of Weir Minerals Australia Ltd and Weir Group African IP Ltd. CAVEX is a trademark and/or registered trademark of Weir Minerals Australia Ltd. LINATEX is a trademark and/or registered trademark of Linatex Ltd. ENDURON is a trademark and/or registered trademark of Weir Minerals Europe Ltd. WEIR and the WEIR logo are trademarks and/or registered trademarks of Weir Engineering Services Ltd.

Weir Minerals Hungary H-2800 Tatabánya, Győri u. 43. | T.: +36 34 314 794 | F.: +36 34 314 791 | E: [sales.hu@weirminerals.com](mailto:sales.hu@weirminerals.com) | [www.weirminerals.com](http://www.weirminerals.com)