

ANYAGTUDOMÁNY

Kovasavészter kőszilárdítók hatása a durva mészkőre

Pápay Zita – Török Ákos

BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék

zita.papay@googlemail.com, torokakos@mail.bme.hu

The effect of silica-acid-ester stone consolidants on coarse limestone

Two types of porous Miocene limestones from Sósút were treated with silica acid ester. The cylindrical specimens were tested under laboratory conditions by using vacuum impregnation of 100m% and 20m% silica acid ester. Physical properties such as density, ultrasonic sound velocity, and

tensile strength were recorded before and after the treatment. The experiments have shown that both medium grained and fine grained limestones absorbed less silica acid ester of 20m%-type, meanwhile this consolidant caused an increased tensile strength compared to the concentrated one. The test also documented that not only the open porosity but also the pore-size distribution controls the absorption capacity of limestones and influences the effectiveness of treatments.

Bevezetés

A műemlékek kőzetanyaga fizikai, kémiai, biológiai, sőt emberi hatásokra is számos elváltozást, tönkremenetelt mutat. Ezek a komplex károsodási folyamatok sokszor a kőzetanyag esztétikai elváltozása mellett szilárdságcsökkenéshez is vezetnek. A műemlékek restaurálásakor komoly gondot okozhat a szilárdságcsökkenés megszüntetése, amelyet általában kőszilárdító anyagok alkalmazásával, esetleg kőcserével lehet megoldani. A kőszilárdító anyagok mellett a kőkonzerválásban még vízlepergető (hidrofobizáló), antigraffiti és számtalan egyéb vegyszert alkalmaznak. Jelen tanulmányban a kőszilárdításhoz leggyakrabban alkalmazott néhány kezelőszerszert vizsgáltuk laboratóriumi körülmények között. A műemlékvédelem hazai gyakorlatában a durva mészkő az egyik leggyakoribb kőzettípus, amelyet kőkonzerváló szerekkel kezelnek, ezért ezt a kőzettípust teszteltük. Ez a kőzet azért is alkalmas laboratóriumi kísérletekre, mert viszonylag nagy a porozitása, így a kezelőszerek könnyen behatolnak a pórusrendszerébe.

A kezelőszerek és kőkonzerváló szerek laboratóriumi tesztelése és kőzetanyagon való kipróbálása a hazai gyakorlatban még kevésbé elterjedt. A korábbi tanulmányokban elsősorban az épületeken alkalmazott kőzettisztítási és kőjavítási módszerek (Horváth 1998, 1999) és néhány kezelőszerszert gyakorlati alkalmazásnak bemutatását publikálták (S. Asztalos 1999). A kőkonzerváló szerek rövid leírását magyarul Roth (1997) adta meg, míg a hazai műemlékek tönkremeneteli módjaitól és konzerválásáról Kertész (1988) készített összefoglalást. Kőkonzerváló szerek hazai

laborkísérleti alkalmazásáról napjainkban Török és társai (2004), Ahmed és társai (2006), Forgó és társai (2006) számoltak be.

A durvamészkő próbatesteket laboratóriumi körülmények között kovasavészteres szilárdítószerekkel kezeltük. A kísérletekkel azt kívántuk igazolni, hogy a különböző kezelőszerek hogyan változtatják meg a mészkő tulajdonságait, és ezek a tulajdonságváltozások miképpen befolyásolják a durva mészkő élettartamát. A kőzet szöveti tulajdonságainak hatását úgy modelleztük, hogy két eltérő szövetű kőzettípust használtunk a kísérletekhez. A változások nyomán követésére a kezelés előtt és a kezelés után is megmértük a próbatestek sűrűségét, porozitását, ultrahang-terjedési sebességét és szilárdságát. Ezen tulajdonságok változásából tudtunk következtetni a kovasavészterek szilárdítóhatására a vizsgált kőzetváltozatoknál.

Vizsgálati módszerek

A vizsgálatokhoz a sósúti bányából származó kőzet-tömböket használtunk fel. A kőzettömbökből 4 cm átmérőjű hengeres próbatestek készültek, melyek magassága 2 cm volt. A különböző szövetű durvamészkő tömbökből kifűrt mintákon régi és új magyar szabványok által előírt vizsgálatokat folytattunk a Göttingen-i Egyetemen és a BME Építőanyagok és Mérnökgeológiai Tanszékén. A vizsgálatok megnevezését és a vonatkozó szabványok számát az 1. táblázat tartalmazza. A hengeres próbatesteket roncsolásmentes vizsgálatok alapján (testsűrűség, ultrahang-terjedési sebesség) vizsgálati csoportokba

Alkalmazott vizsgálatok és vonatkozó szabványok
Analytical methods and standards

Vizsgálat	Szabványszám
Minőségjelző	MSZ 18282-4:1978
Ultrahang-terjedési sebesség meghatározása	MSZ EN 14579:2005
Nyílt porozitás	MSZ EN 1936:2000
Lineáris hőtágulási együttható	MSZ EN 14581:2005
Közvetett húzóvizsgálat	MSZ 18285-2:1979

soroltuk be minőségjelző értékeik alapján (lásd: korábbi MSZ 18282-4). A próbatestek kezelésére kétfajta, azonos alapanyagú (kovasavészter) szilárdítószert alkalmaztunk. A kezelőszert vákuumos telítési eljárással jutattuk a próbatestek pórusaiba (1. ábra). Az A típusú kezelőszert 100 m%-os kovasav-etilészter szilárdító, a B típusú kezelőszert csökkentett kovasav-etilészter-tartalmú (20 m%-os), alifás szénhidrátokban oldott szilárdító. A szilárdítóként használt kovasavészterek a kvarc (SiO_2) és az etil-alkohol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) vegyületei. Víz jelenlétében a kovasavészter alkohol elpárolgása mellett ismét szilícium-dioxid (SiO_2) keletkezik. A keletkező kovasavagél lerakódik a pórusokban, és szilárdítja a kő szerkezetét. A hatóanyag-képződéshez szükséges vízmennyiséghez elegendő a levegő páratartalma (Roth, 1997). Kezelés előtt és után is megmértük a próbatestek tömegét és az ultrahang-terjedési időt, amelyből meghatároztuk a testsűrűség, ill. az ultrahang-terjedési sebesség változását. Kísérleteink során megállapítottuk a mintanyag nyílt porozitását víztelítési eljárással. Ez alapján azonban nem kapunk a pórusok méretére, ill. méreteloszlására vonatkozó adatokat. A póruseloszlás jellemzésére a higanyporozimetriás mérést használtunk (Brakel és társai 1981). A vizsgálati eredményeket grafikus formában adjuk meg, amely a kör keresztmetszetűnek feltételezett pórusok átmérő szerinti eloszlását. A kísérleteket 12,5 mm átmérőjű, 40 mm magasságú, hengeres próbatesteken végeztük. A hőtágulási együtthatót dilatométerben, 10 mm átmérőjű, 50 mm magasságú hengeres próbatesteken tudtuk mérni Göttingenben. A berendezés a próbatest megnyúlását méri a hőmérséklet hatására, μm -es pontossággal. A kőzetek húzószilárdságát közvetett húzóvizsgálattal állapítottuk meg. A kísérlet során az alkotója mentén párhuzamos nyomólapokkal terhelt hengeres próbatest a terhelőerő irányára megegyező átmérője mentén húzó igénybevételre megy tönkre (Gálos és Molnár, 1983).

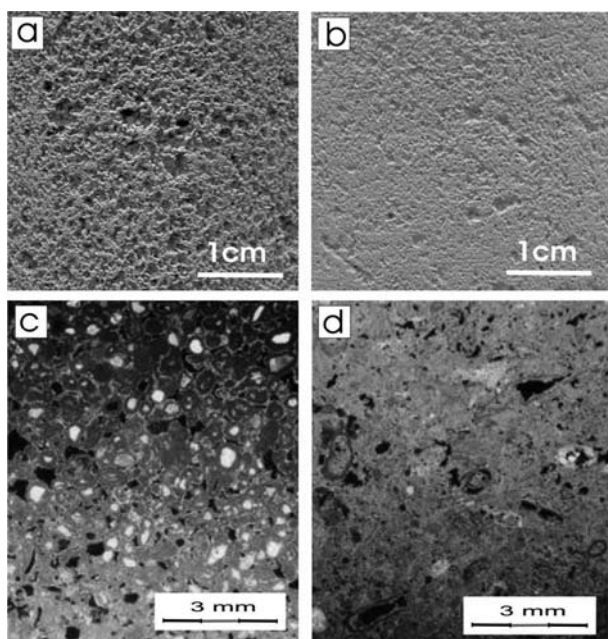
A kőzetanyag optikai vizsgálatát polarizációs mikroszkóppal végeztük, melyhez vékonycsiszolatokat készítettünk, majd a mikroszkopikus felvételek alapján megállapítottuk a kőzet szövetét és főbb kőzetalkotóit. A kőzetminták ásványfázis-elemzését röntgendiffrakciós módszerrel végeztük el. A minták porítása után meghatároztuk a kőzettípusok ásványos összetételét (Phillips diffraktométer, rézanód és monokromátor, 40 kV, 20 mA, mérési tartomány 5° – 70°).



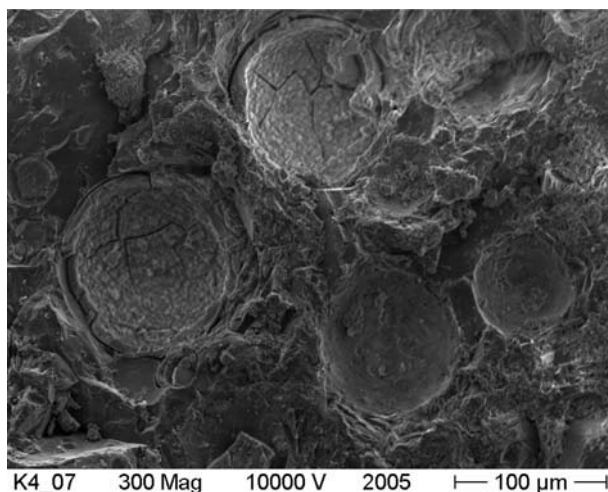
1. ábra. Vákuumos impregnálóberendezés
 Vacuum impregnator

Kőzettani és szöveti jellemzők

A vizsgált kőzetanyag Sós-kútról származó, miocén kori, ún. 'ooidos' durva mészkő. A sós-kúti mészkőbánya Budapestről mindössze 20 km távolságra, nyugatra elhelyezkedő bánya, termékei gyakran fellelhetők a fővárosi műemlékek építőelemeként. Sós-kúti durva mészkövet találunk többek között a Citadella, az Operaház, a Szent István-bazilika, a Mátyás-templom falazatában és falburkoló anyagában (Török 2002, Török és társai 2005). A sós-kúti kőfejtők anyaga már a középkortól kezdve díszítő- és építőköként szolgált. A kőfejtőből származó két különböző kőzettípust vizsgáltunk: egy középszemű és egy finom szemű kőzetváltozatot (2. ábra). Mindkét kőzetváltozatra jellemző, hogy bányanedvesen sárgásfehér színű. A középszemű változatban szabad szemmel is megfigyelhető, nagyobb méretű, néhány milliméteres pórusok jelennek meg (2a ábra), míg a finom szemű változat igen apró, milliméternyi pórusokat tartalmaz (2b ábra). A mikroszkóp alatt a középszemű változat jól elkülöníthetően lekerekített, karbonátos szemcsékből áll. Ezek legismertebb elnevezése az ooid, de valójában genetikájukat tekintve alga és mikrobiális bekérgezésű mikroonkoidoknak tekinthetők. A mikroonkoidos grainstone szövettípusba sorolható kőzetben a 0,5–0,6 mm átmérőjű mikroonkoidok mellett apró héjtrödékeket és szemcseaggregátumokat is megfigyelhetünk (2c ábra). A lekerekített kalcitanyagú szemcsék ('ooidok', valójában genetikailag mikroonkoidok) magjában kvarc- és kvarciszemcsék is megfigyelhetők. A pórusok közül a nagyobb méretű szemcseközi pórusok mellett az ún. oldási pórusok is megjelennek. A pásztázó elektronmikroszkópos felvételek jól mutatják, hogy a lekerekített karbonátos szemcsék (mikroonkoidok) kalcittal bekérgezett hagymahéj-szerkezetű formák (3. ábra). A polarizációs mikroszkóp mellett a pásztázó elektronmikroszkópos felvételeken is jól látható, hogy a karbonátos kőzetalkotókat (mikroonkoid) néhány tíz mikrométeres nagyságú kalcitkristályok (mikropát) cementálják. A finom szemű változat szöveti képe eltér a középszemű típustól. Itt az alapanyag inkább finom szemű,



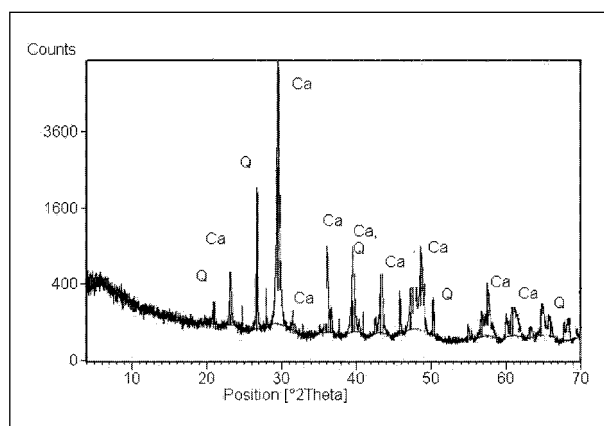
2. ábra. Középszemű (a, c) és finom szemű (b, d) mészkő szövete és csiszolati képe
Fabric and microscopic image of medium-grained (a, c) and fine-grained (b, d) limestone



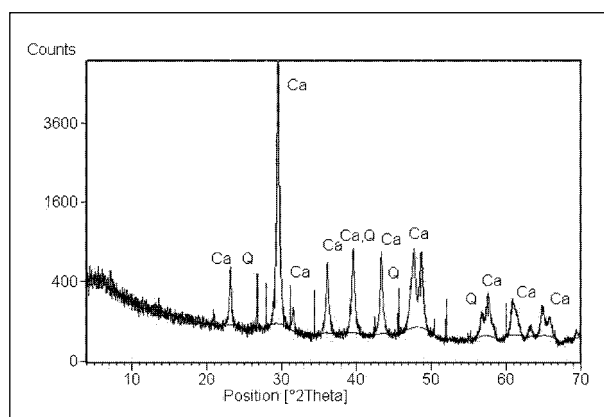
3. ábra. Sós-kúti durva mészkő pásztaó elektronmikroszkópos felvételén jól láthatóak a mikrit burokkal bevont mikroonkoidok (kerekített formák)
Scanning electron microscopic image of rounded, micrite coated micro-oncoids

mikritesebb kalcit, így a közetszövet már packstone-nak tekinthető (2d ábra). A kerekített karbonátos szemcsék (ooid, mikroonkoid) ritkábbak, és a szövetben inkább kisméretű héjtöredékek vagy mészalga csomók jelennek meg. A sós-kúti durva mészkővek szövettípusairól még részletesebb leírást találunk Török (2002, 2003) és Török és társai (in press) cikkeiben.

A mikroszkóppal megfigyelt ásványokat a röntgendiffrakciós vizsgálatok is kimutatták. A két típus röntgendiffrakciós felvételeit összevetve (4. és 5. ábra) jól látható,



4. ábra. Sós-kúti középszemű durva mészkő röntgendiffraktogramja
(Ca – kalcit, Q – kvarc)
X-ray diffractogram of medium-grained limestone of Sós-kút
(Ca–calcite, Q–quartz)



5. ábra. Sós-kúti finom szemű durva mészkő röntgendiffraktogramja
(Ca – kalcit, Q – kvarc)
X-ray diffractogram of fine-grained limestone of Sós-kút
(Ca–calcite, Q–quartz)

hogy mindkét kőzetváltozatban a kalcit mellett megjelenik a kvarc is, de a kvarc mennyisége a középszemű típusban jóval nagyobb, mint a finom szemű változatban.

Kőzetfizikai tulajdonságok változása

A kezelőszer hatására bekövetkező kőzetfizikai tulajdonságok változását leginkább a kezeltetlen és a kezelés utáni próbatestek adatainak összehasonlításával lehet megítélni. A legfontosabb mért értékeket a 2. táblázat mutatja. A táblázat adataiból is kitűnik, hogy mindkét kőzettípus testűrűsége megnőtt a kezelés hatására. A növekedés mértéke a finom szemű mészkőváltozatnál jelentősebb, ahol a 100%-os kovásvav-etilészter-tartalmú szer hatására ('A') a testsűrűség-növekedés mintegy 8,7%-os, míg a csökkentett kovásvav-etilészter-tartalmú szer ('B') hatására a testsűrűség-növekedés közel 6,3%-os. A középszemű mészkőnél hasonló tendenciák mutathatók ki, de itt a testsűrűség növekedés csak 3,8%-os és 2,6%-os. Az ultrahang-

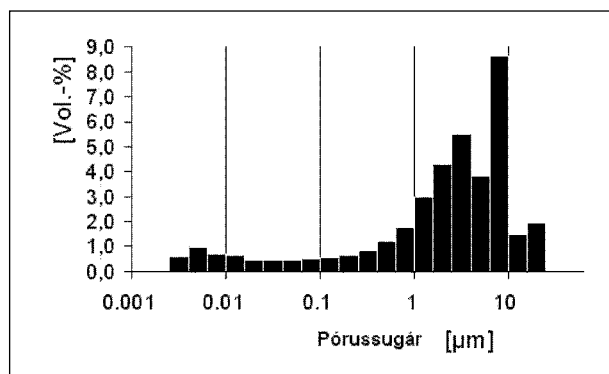
A kezeletlen és a kezelt durvamész-kő-típusok néhány fizikai tulajdonsága
 Selected physical properties of two-types of silica-acid-ester
 (A-type consolidant and B-type consolidant) treated and untreated limestones

Mintacsoport	Sűrűség, kg/m ³	Ultrahang-terjedési sebesség, km/s	Porozitás, V%	Kezelőszersz felvétele, m%	Porozításváltozás, V%	Húzószilárdság, MPa
Kezeletlen közép szemű mészkő	1957	2,773	23,12			2,44
'A' szerrel kezelt közép szemű mészkő	2031	2,958	19,37	4,06	-3,75	2,99
'B' szerrel kezelt közép szemű mészkő	2008	3,088	19,89	2,64	-3,23	3,34
Kezeletlen finom szemű mészkő	1646	2,359	37,14			1,32
'A' szerrel kezelt finom szemű mészkő	1789	2,534	31,95	7,32	-5,18	1,58
'B' szerrel kezelt finom szemű mészkő	1749	2,704	33,11	5,43	-4,03	1,66

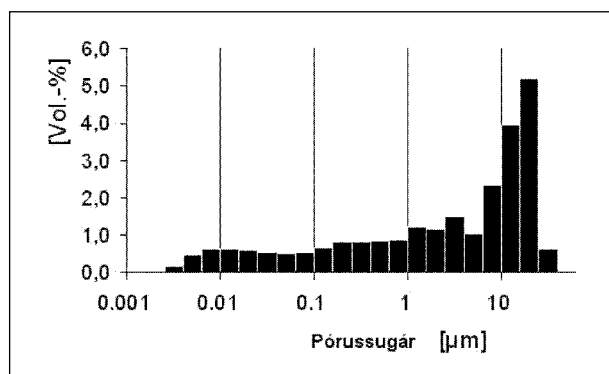
terjedési sebességek is nagyon hasonló értéknövekedést mutatnak, ha a kezeletlen és a kezelt mintákon mért értékeket összevetjük. Ez összecseng azzal is, hogy a kezelőszerekből a finom szemű kőzetváltozat vett fel nagyobb mennyiséget (7,3 és 5,4 m%-ot). A porozitáscsökkenés is a finom szemű változatnál jelentősebb, itt kerekítve 4 és 5,2%-os, míg a közép szemű változatnál kisebb mértékű porozitáscsökkenést (3,2 és 3,8%) lehetett mérni. A porozitási adatok és a kezelőszersz hatásának értékeléséhez nagyon fontos ismerni nemcsak a közlekedő (nyílt) porozitás abszolút értékét, hanem a póruseloszlást is. A 6. ábra a közép szemű, míg a 7. ábra a finom szemű kőzetváltozat póruseloszlását mutatja. A fő

különbség az 1 mikron feletti pórusok arányában mutatkozik meg, hiszen a közép szemű változatnál ebben a mérettartományban van olyan pórusméret, amely közel 9%-át adja a porozitásnak. Azaz nemcsak a pórusméretben, de a nagyobb méretű pórusok gyakoriságában is különbözik a két kőzetváltozat. A kevésbé porózus közép szemű kőzetváltozatnak a porozitása az 'A' kezelőszersz hatására 16%, míg a 'B' szer hatására 13,9%-kal csökken. A kiindulásként átlagosan 37,1% porozitással jellemezhető finom szemű kőzetváltozatnál a porozitáscsökkenés az 'A' kezelőszersz hatására mindössze 13,9%, míg a 'B' kezelőszersz hatására 10,8%.

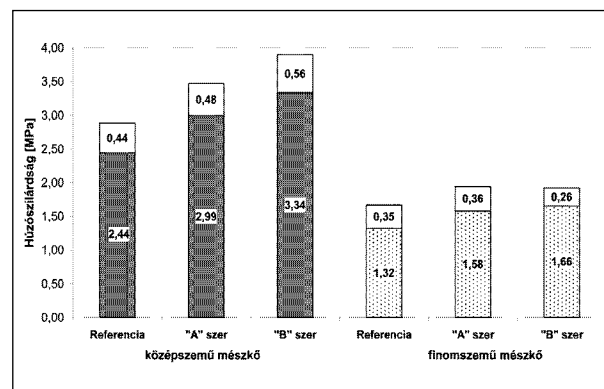
A húzószilárdsági értékek nem teljesen követik a testsűrűségnél, az ultrahang-terjedési sebességnél és porozitásváltozásnál megismert tendenciákat (2. táblázat, 8. ábra). Legfeltűnőbb diszkrepancia, hogy a közép szemű kőzetváltozatnál, az 'A' típusú szerből viszonylag nagyobb mennyiséget (4%) felvett minták kisebb szilárdsági értékkel bírnak, mint a 'B' szerrel kezelt minták, amelyekből átlagosan csak 2,6%-nyit vett fel a kőzet (2. táblázat és 8. ábra). A finom szemű kőzetváltozatra is igaz ez a trend, hiszen az is az 'A' szerből vett fel többet (átlagosan 7,3%-ot), de a 'B' szerrel kezelt változata (ebből csak átlagosan 5,4%-ot vett fel) mutat magasabb átlaghúzószilárdság-értéket (2. táblázat, 8. ábra).



6. ábra. Sósikúti közép szemű durva mészkő póruseloszlása
 Pore-size distribution of medium-grained limestone of Sósikút



7. ábra. Sósikúti finom szemű durva mészkő póruseloszlása
 Pore-size distribution of fine-grained limestone of Sósikút



8. ábra. A közép- és finom szemű mészkő húzószilárdságának változása kezelés hatására
 Tensile strength values and the standard deviations of medium-grained (left) and fine-grained (right) limestones prior and after silica-acid-ester consolidation

Eredmények értékelése

A kovasav-etilészter kezelőszerek hatására a vizsgált durvamész-kő-típusok (középszemű és finom szemű) testsűrűsége és ultrahang-terjedési sebessége megnőtt. A közepesen porózus középszemű változatnál ez a változás kisebb mértékű, mint a finom szemű kőzetváltozatnál. Azt már a korábbi tanulmányok is bemutatták, hogy a kőzet pórusrendszere befolyásolja és meghatározza a kőzetek viselkedését (Fitzner és Basten, 1992). Jelen vizsgálataink is alátámasztják ezt, hiszen megfigyelhető, hogy a finom szemű mészkő kezdeti porozitása magas, átlagosan 37,14% (2. táblázat). Ez a magas porozitásérték 13,9%-kal ('A' szer) és 10,8%-kal ('B' szer) csökken a kezelések hatására, míg a kezdetben átlagosan 23,12% porozitással bíró középszemű mészkőváltozatnál a porozitáscsökkenés jelentősebb, 16%-os ('A' szer) és 13,9%-os ('B' szer). A porozitáscsökkenés eltérő mértékét az is magyarázhatja, hogy a középszemű mészkő átlagos pórusmérete nagyobb, amely megkönnyíti a kovasav-etilészter kezelőszerek behatolását a pórusokba, és így a nagyobb, a közlekedő porozitás szempontjából kulcsfontosságú pórusok záródnak el először. A két kezelőszerek hatását összevetve azt tapasztaltuk, hogy a csökkentett kovasav-etilészter-tartalmú, 'B' jelű szer hatékonyabb a kőzetek szilárdságát tekintve, hiszen az ezzel kezelt kőzet próbatestek húzószilárdsága nagyobb mértékű, mint a 100 m%-os kovasav-etilészter-tartalmú, 'A' jelű szerrel kezelt próbatesteké. Mindezek alapján úgy tűnik, hogy az erősen porózus, karbonátos kőzeteknél inkább a kisebb kovasav-etilészter-koncentrációjú szerek felhasználása vezethet jobb eredményekre. A legmegfelelőbb kovasav-etilészter-koncentrációk beállítására és a kívánt szilárdítóhatás elérésének megadására még további laborkísérletek elvégzése szükséges.

Köszönet

A kutatómunkában és a cikk megírásához szükséges vizsgálatok elvégzésében segített *Kocsányiné dr. Kopecskó Katalin* (röntgendiffrakciós vizsgálatok értékelése), *Maróthy Edit* (labormérések), *Forgó Lea Zsuzsanna* (labormérések), *Jörg Rüdric* (göttingeni vizsgálatok nyomon követése, felügyelete), *Kovács S. Béláné, Árpás Endre László és Emszt Gyula*. A kutatómunkához anyagi támogatást biztosított a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj (BO/233/04) (T.Á.) és az OTKA (K63399). A németországi vizsgálatok a német-magyar kutatócsere-program keretében valósultak meg (MÖB-DAAD 30 sz. projekt).

Irodalom

- [1] Ahmed, H. – Török Á. – Lőcsei J. 2006. Performance of some commercial stone consolidating agents on porous limestones from Egypt. In: Fort, R., Alvarez de Buego M., Gomez-Heras M. & Vazquez-Calvo C. (szerk.) Heritage Weathering and Conservation, Taylor & Francis/Balkema, London. Vol. II, 735–740.
- [2] Brakel J. van – Modry S. – Svata M. 1981. Mercury porosimetry: State of art. Powder technology, 29, 1–12.
- [3] Fitzner B. – Basten D. 1992. Gesteinporosität – Klassifizierung, meßtechnische Erfassung und Bewertung ihrer Verwitterungsrelevanz / Kőzetek porozitása – csoportosítás, mérési módszerek és a mállási folyamatokban játszott szerepének értékelése, Ernst & Sohn GmbH. Verlag, 19–32.
- [4] Forgó, L. Z – Stüch, H. – Maróthy, E. – Siegesmund, S. – Török, Á. – Rüdric, J. 2006. Materialverhalten von natürlichen und mo-

dellhaft konsolidierten Tuffen. In: Auras, M., Snethlage, R. (szerk.) Denkmalgestein Tuff, Institut für Steinkonservierung, Mainz, Bericht Nr. 22, 65–75.

- [5] Gálos M. – Molnár I. 1983. Kőzetek húzószilárdsági vizsgálatának vizsgálattechnikai értékelése, Építőanyag, 35., 2. 71–77.
- [6] Horváth Z. 1998. Kőtisztítás. Kő és Gipsz, II, 3, 13–15.
- [7] Horváth Z. 1999. Kőjavítás dióhéjban. Kő, III, 1, 10–12.
- [8] Kertész P. 1988. Decay and conservation of Hungarian building stones. In: Marinos P.G. és Koukis, G.C. (szerk.) The Engineering Geology of Ancient Works, Monuments and Historical Sites. IEAG Conference Proceedings, Athens, Balkema, Rotterdam, II, 755–761.
- [9] Kleb B. – Török E. 1997. Geológiai praktikum, Nemzeti Tankönyvkiadó, 79–82, 125–129.
- [10] Roth, M. 1997. Kőkonzerválás és a kővédőszerekkel szemben támasztott követelmények. Építőanyag, 49, 1, 16–20.
- [11] S. Asztalos É. 1999. A kő életének védelme. Kő, III, 1, 20–21.
- [12] Török Á. 2002. Oolitic limestone in polluted atmospheric environment in Budapest: weathering phenomena and alterations in physical properties. In: Siegesmund, S., Weiss, T., S., Vollbrecht, A (szerk.) Natural Stones, Weathering Phenomena, Conservation Strategies and Case Studies. Geological Society, London, Special Publications 205, 363–379.
- [13] Török Á. 2003. Durva mészkőből épült műemlékek károsodása légszennyezés hatására. In: Török, A. (szerk.), Mérnökgeológiai Jubileumi Konferencia, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 287–301.
- [14] Török Á. – Gálos M. – Kocsányi-Kopecskó K. 2004. Experimental weathering of rhyolite tuff building stones and effect of an organic polymer conserving agent. In: Smith, B.J. & Turkington, A.V. (szerk.) Stone Decay, Its Causes and Controls. Donhead, Dorset, 109–127.
- [15] Török Á. – Hajnal G. – Emszt Gy. – Árpás E. L. 2005. A Mátyás-templom kőzetanyagának állapota. Építőanyag. 57.3, 74–80.
- [16] Török Á. – Siegesmund S. – Müller C. – Hüpers A. – Hoppert M. – Weiss T. (in press) Differences in texture, physical properties and microbiology of weathering crust and host rock: a case study of the porous limestone of Budapest (Hungary). Prykrl, R. & Smith, J.B. (szerk.): Building Stone Decay: From Diagnosis to Conservation, Geological Society, London, Special Publications 271, 261–276. (2007).

EGYESÜLETI HÍREK

A Beton Szakosztály 2006. november 21-én ankétot rendezett, melyen két előadás hangzott el: *dr. Orosz Árpád* kutató professzor, BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke: „Néhány gondolat a 4-es metró állomásainak szerkezeti kialakításáról”; *dr. Simon Tamás* egyetemi adjunktus, BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék: „A beton munkahézag nyírási teherbírása”.

* * *

A Kő- és Kavicsbányász Nap 2006 és a XXI. Téglás Napok rendezvényei „Az építés fejlődéséért” Alapítvány támogatásával valósultak meg. A támogatást ezúton is köszönjük.

* * *

Ismét megnyitotta kapuit Veszprém, a Vár u. 29. szám alatti Dubniczay házban a **Téglamúzeum**, új nevén a **TEGULARIUM**.

* * *

A magánszemélyek 2005. évi személyi jövedelemadó-jának 1%-ából Egyesületünk 288 560 Ft összegben részesült. Köszönjük felajánlásukat. Kérjük, hogy a jövő évben is támogassák Egyesületünket.

SZTE vezetősége

ANYAGTECHNOLÓGIA

Fő méret- és üzemjellemzők meghatározása az aprítóművek gépeinél

Csóke Barnabás

Miskolci Egyetem Eljárástechnikai Tanszék

ejtcsoba@gold.uni-miskolc.hu

Determination of principal dimensional and operational characteristics of comminution plant equipment

Technological design of the comminution process is a complex task. Namely, end products are manufactured through a series of crushing operations with intermediate classification. The individual steps of this process may differ by the nature of mechanical effects applied by the comminution machines like pressure, impact, shear or flexion. The task requires not only a proper selection of the equipment used

for the given crushing step but also the determination of the appropriate particle size distribution of the products using a suitable calculation method. Knowing these data the material balance of the technological process can be assessed and the dimensional and operational characteristics of the equipment established. This paper – to be published in three parts – describes dimensional characteristics of the equipment for coarse, medium and fine comminution as well as methods for the assessment of particle-size composition of their products.

1. Bevezetés

A technológiai folyamatban lévő aprító- és osztályozóberendezések termékei szemcseméret-eloszlásnak becslésére akkor van módunk, ha a gépi törés és az osztályozás leírására a megfelelő matematikai függvények, modellek ismeretese.

Nagy nehézségekkel jár azonban a modellek kialakításánál, hogy azok minden gépre, bármely anyag törésére alkalmas formában álljanak rendelkezésre (nyerjenek kidolgozást). Éppen ezért jár előnyökkel, különösen egy adott technológiai rendszer esetében olyan empirikus függvények alkalmazása, amelyek alakja az adott gépre jellemző. A paraméterek értékei az anyaggal kisebb-nagyobb mértékben ugyan változnak, de adott anyag esetén a paraméterek értéke is állandó. Egy adott üzemben tehát a feladat az empirikus törési függvény adott gépre vonatkozó

$$B(\zeta)$$

alakjának, valamint a függvény-paramétereknek a fő gépi fizikai jellemzőktől való függésének – $\zeta = f(\text{szemcseméret, fizikai paraméterek})$ függvénykapcsolat – a meghatározására korlátozódik, amely csekély számú üzemi mérést igényel.

E cél – a törési függvények felvétele – érdekében egyes gépeknek megfelelő kísérleti vizsgálati eljárásokat alakítottam ki, a törési technológia optimalására pedig módszert dolgoztam ki [3, 5]. Szisztematikus kutatások keretében számos durva- és középaprítás területén alkalmazott

törőberendezés – pofás törő, körtörő, kúpos törő, kalapácsos törő, röpítőtörő – empirikus törési függvényét határoztam meg munkatársaimmal üzemi vagy félüzemi méretű mérésekkel.

A gépek igényelt kapacitással összefüggő fő méret- és üzemjellemzői meghatározására a szakirodalomból tártam fel megfelelő összefüggéseket, amelyeket az üzemi tapasztalatokkal összevettem, a hiányzó területekre (pl. röpítőtörő) pedig szakirodalmi és katalógusadatok felhasználásával, korrelációs számítással jutottam elfogadható pontosságú empirikus képletekhez.

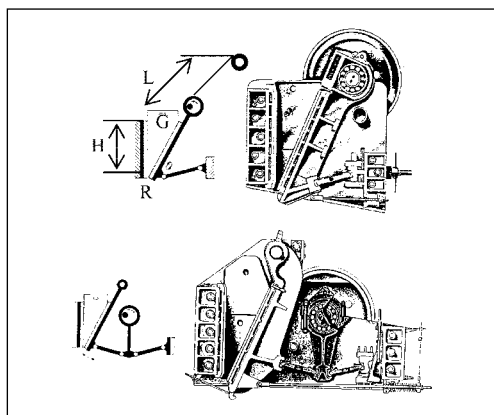
Korábbi munkámban a golyósmalmok méretezésének kérdésével foglalkoztam. Jelen cikksorozat a durva-, a közép- és finomaprítás berendezéseinek (aprítógépek) méretjellemzőit, valamint a termék szemcseméret-összetételének becslésére szolgáló módszereket ismerteti. A kérdéskört három részben tárgyalom: elsőként a réssel üzemelő durva- és középaprító gépekről (pofás, kúpos törőkről), azt követően a rotoros közép- és finomaprító gépekről (röpítőtörők, kalapácsos malmok, hengeres törők) és végezetül az osztályozóberendezésekről lesz szó.

2. Pofás és körtörők

A pofás törőket és körtörőket a kemény, koptató, rideg anyagok durvatörésére alkalmazzák, de középaprításra szerkesztett gépek is vannak.

2.1. Pofás törők

A pofás törőknek két meredek, alul hegyesszöget bezáró törőfelületük van; az egyik áll, a másik ehhez váltakozva közeledik-távolodik, miközben a közetdarabokat nyomással aprítja. Az egyingás típusú törőknél a mozgó törőlap felfüggesztése és hajtása egybeesik, a kétingás törőknél kettéosztott. (1. ábra.)



1. ábra. Egy- és kétingás pofás törő
Single and twin-jaw crusher

A pofás törőt az alábbi méretviszonyok jellemzik (Tarján G [1]):

- garatméret: $G = 1,2 X_{0,80}$, ahol $X_{0,80}$ a feladás 80%-os szemcsemérete
- garathossz: $L = 1,5 G$
- törőtér magassága: $H = 2 G$
- löket: $l = 0,06 G^{0,85}$
- gépi aprítási fok: $r_g = G/R = 6 \dots 8$

Pofás törők szemcseméret-eloszlása

A pofás törők töretének szemcseméret-eloszlását a résméretnél durvább feladásból a

$$B(\xi) = \left(\frac{\xi}{\xi_{\max}} \right)^n \quad (1)$$

empirikus Schuhmann–Gaudin (S–G) jellegű törési függvényrel [3, 5] becsülhetjük meg, az összefüggésben $\xi = x/R$, $\xi_{\max} = x_{\max}/R$, és x a szemcseméret, R a résméret. Ezen empirikus törési függvény a résméret és a töret szemcseméret-eloszlása közötti kapcsolatot tárja fel, azaz azt a törvényszerűségét fejezi ki, hogy a feladás $x > R$ darabjaiból, szemcséiből, az R résmérethez viszonyítva a ξ méretarányú szemcsék a töretben mindig ugyanazon $B(\xi)$ tömegarányban keletkeznek. Az üzemi mérés során tehát olyan közetdarabok aprításából határozhatjuk meg a függvényeket, amelyeknek mérete nagyobb a mindenkori karakterisztikus törőgép résméreténél (e résméreténél kisebb közetdarabok tovább nem aprózódnak a pofás és kúpos körtörőkben).

Katalógus és szakirodalmi (Mular–Bhappu [6]) adatokból elvégzett korrelációs számítások alapján a különböző gyártmányú kúpos körtörők törési függvényeinek paramétereit az 1. táblázatban foglaltuk össze (a számításokat Rácz József végezte el).

1. táblázat

Különböző körtörők törési függvényének paramétere
Fracture function parameters of various gyratory crushers

Körtörő gyártmánya (katalógus)	Függvényparaméterek	
	$\xi_{\max}$	n
TRAYLOR (kétingás)	1,204	0,876
MULAR (kétingás) adataiból	1,223	0,842
ROXON (egyingás)	1,542	0,806
STEDMAN (egyingás)	1,48	0,807

A pofás törők T [t/h] feldolgozóképesége

A réssel működő gépek kapacitása alapvetően két tényezőknek – a kiömlési keresztmetszetnek és a törőfelületek mozgási sebességének – a függvénye. Erre elméleti úton összefüggések is levezethetők, a pofás törőre például az 1 löket alatt távozó anyagtérfogat és a kritikus löketség a törő e részéből el tud távozni) szorzataként [1].

Mindezek ellenére leggyakrabban empirikus összefüggéseket alkalmaznak, amelyekben a kapacitás a kiömlési szelvénynek a függvénye, pofástörőre:

$$Q = \alpha A = \alpha RL \quad (2)$$

összefüggéssel számolható, ahol:

Q	– kapacitás, t/h	L, mm	α
k	– állandó	400	0,55
R	– résméret, mm	600	0,6
L	– réshossz, m	1000	0,65
A	– kiömlőrés szelvénye	1260	0,75
		1500	0,8

H. Schubert [2]

Az α tényező Tarján G. szerint: $\alpha = 850 (R L \text{ m-ben!})$

Hajtómotor teljesítményszükséglete

A Q kapacitású törő hajtómotorjának teljesítményszükséglete a W_f fajlagos törési munka ismeretében:

$$P = W_f Q, \text{ ahol } W_f = 0,2 \dots 0,7 \text{ kW} \cdot \text{h/t}. \quad (3)$$

A törés fajlagos munkaszükséglete durvaaprításkor Kick–Kipicsev-összefüggéssel is megbecsülhető:

$$W_{fK} \cong C_K \lg (X_0/x), \text{ kW} \cdot \text{h/t}, \quad (4)$$

amelyben

X_0 a feladás átlagos szemnagysága, %

x a töret átlagos szemnagysága, %

C_K a közet apríthatóságától függő tényező becslhető értéke: szénre 0,53; mészkőre 0,79; foszfátércre 0,73; andezitre 1,25; bazaltra 1,2.

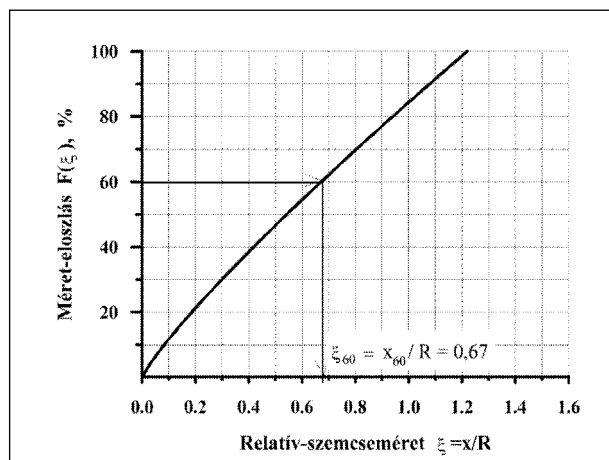
A) Példa

Pofás törő (kétingás) méretezendő 140 t/h kapacitásra, $X_0 = 800$ mm szemcse-nagyságú mészkő aprítására, 60%-ban $x_{60} = 80$ mm szemcse-nagyságú töret előállítására.

1. lépés: rés méret megállapítása a törési függvény alapján, az (1) egyenlet erre az esetre:

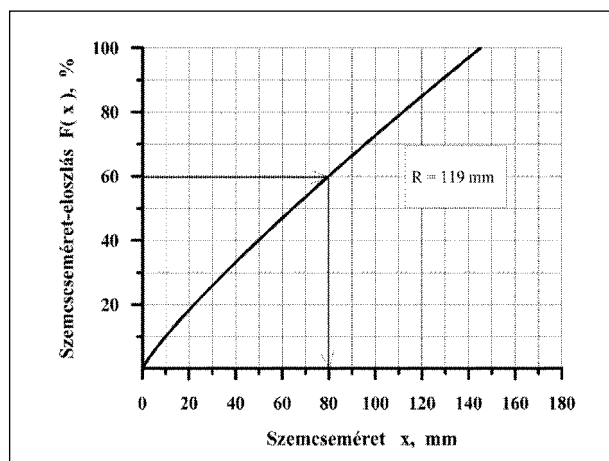
$B(\xi = \xi_{60}) = (\xi_{60}/\xi_{\max})^n$, azaz

$0,6 = (x_{60}/1,22R)^{0,855}$, amelyből $R = x_{60}/[1,22(0,6)^{1/0,855}] = 80/[1,22(0,6)^{1/0,855}] = 119$ mm.



2. ábra. Pofás törő töretének relatív szemcse méret-eloszlási függvénye: (1) összefüggésből

Relative particle size distribution function of a jaw crusher product, correlation (1)



3. ábra. Pofás törő töretének szemcse méret-eloszlási függvénye: (1) összefüggésből $R = 119$ mm rés méreténél

Relative particle size distribution function of a jaw crusher product: from correlation (1) at gap size $R = 119$ mm

Az előbbi számítás menetét szemlélteti a 2. és 3. ábra, amelyek alapján az $\xi_{60} = x_{60}/R$ összefüggésből a rés méret most is $R = x_{60}/\xi_{60} = 80/0,67 = 119$ mm.

2. lépés: szükséges a törőtér L hosszúságának meghatározása a összefüggésből, valamint a fő méretek becslése. A Tarján-féle α tényezővel számolva $L = Q/(\alpha R) = 140/(850 \cdot 0,119) = 1,38 \text{ m} \approx 1,4 \text{ m}$. A garat $G = L/1,5 = 0,93 \text{ m} \approx 0,9 \text{ m}$, a törőtér magassága $H = 2G = 1,8 \text{ m}$. Aprítási fok ellenőrzése: $r_g = G/R$; $6 < r_g = 0,9/0,119 = 7,6 < 8$.

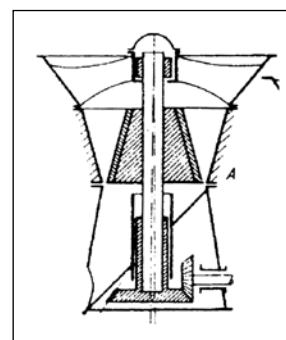
3. lépés: a teljesítményszükséglet meghatározása. A 3. és 4. összefüggésből, valamint a feladás átlagos szemnagyságát $X_0 = 400$ mm-re becsülve és a töret átlagos szemcse méretét a töret 50%-os szemcse méretével jellemezve a 3. ábra alapján $x = x_{50} = 64$ mm.

$P = QC_K \lg(X_0/x) = 140 \cdot 0,79 \cdot \lg(400/64) = 88 \text{ kW}$.

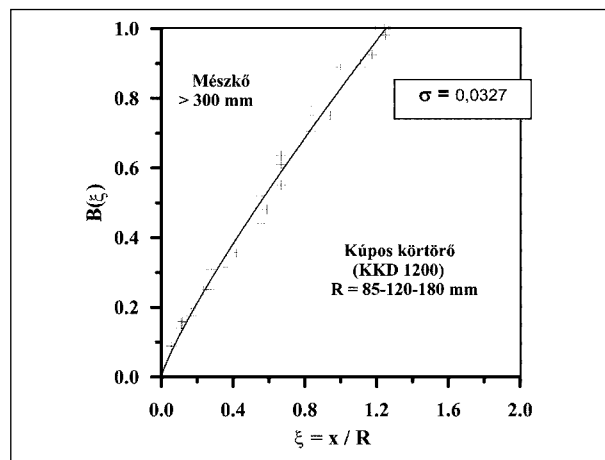
A névleges motorteljesítmény 20%-kal nagyobbra választandó, $P_m = 105 \text{ kW}$.

2.2. Körtörők

A körtörőket durva aprításra (ritkábban középaprításra) alkalmazzák. E körtörő kúpos törőkben az aprítás a külső álló és a belső forgó törőkúp között nyomással történik.



Körtörő
Gyratory crusher



4. ábra. Körtörő mért törési függvénye
Fracture function of a gyratory crusher as measured

A kúpos körtörő általunk végzett üzemi méréssel különböző rés mérettel kapott szemcse méret-eloszlási adatokból származtatott empirikus törési függvényét a 4. ábra szemlélteti. Az ábra adatiból a vizsgált KKD körtörők töretének szemcseösszetételét a

$$B(\xi) = \left(\frac{\xi}{\xi_{\max}} \right)^n = \left(\frac{\xi}{1,251} \right)^{0,843} \quad (5)$$

empirikus törési függvénnyel becsülhetjük meg, amely a rész méret és a szemcseméret kapcsolatát fejezi ki [22], az összefüggésben $\xi = x/s$, és x a szemcseméret, s a legszűkebb rész méret.

A körtörők Q [t/h] feldolgozóképesége [1]:

$$Q = \alpha A = \alpha \pi R D_a, \quad (6)$$

ahol R rész méret, m ;

D_a az álló törőkúp alsó átmérője;

α konstans, $\alpha = 1050$

A hajtómotor teljesítményszükségletét a pófás törőnél megismert módon a (3) és (4) összefüggésekkel számíthatjuk.

3. Kúpos törők

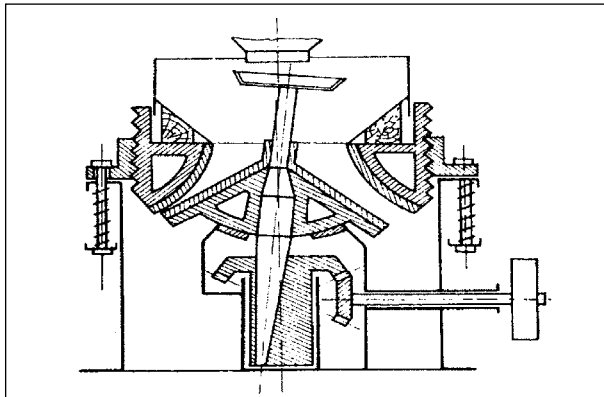
A Symons standard és rövid fejű kúpos törőket a nagy szilárdságú kőzetek (andezit, bazalt, építési hulladékoknál a betonok) aprítására alkalmazzák. A Symons kúpos törőkben az aprítás a külső álló és a belső hüvelyben alátámasztott, támolygó mozgást végző törőkúpok között többnyire ütéssel történik.

3.1. Symons kúpos törők szemcseméret-eloszlása

A kúpos törők (5. ábra) törétének szemcseösszetételét a

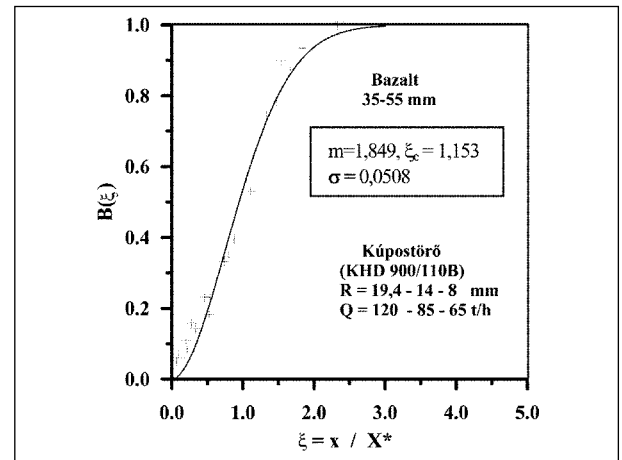
$$B(\xi) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{\xi}{\xi_c} \right)^m \right] \quad (7)$$

empirikus törési függvénnyel becsülhetjük meg [3, 5], amely most is a rész méret és a szemcseméret kapcsolatát fejezi ki, az összefüggésben $\xi = x/X^* = c s$ és x a szemcseméret, s a legszűkebb rész méret; ξ_c a 63%-os relatív



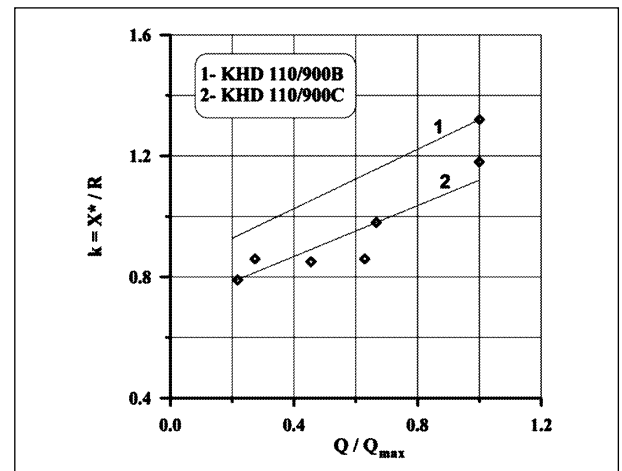
5. ábra. Symons kúpos törő
Symons type cone crusher

szemcseméret, azaz $B(\xi = \xi_c) = 0,63$. A c értéke a gép terhelésétől függ, leggyakrabban $c \approx 1$.



6. ábra. Symons kúpos törő törési függvénye (törétének relatív szemcseméret-eloszlása)

Fracture function of a Symons type cone crusher (relative particle size distribution of its crushed product)



7. ábra. A c tényező függése a gép terhelésétől (törétének relatív szemcseméret-eloszlása)

Dependence of the c factor from the load of the machine

A 6. és 7. ábrán Uzsán korábban a KHD törőkkel végzett mérési adatokat tüntettük fel.

Az alábbi három függvény a SANDVIK (ALLIS) kúpos törők jellegzetes törési függvényei. A függvény-paraméterek meghatározása a katalógusokból és Mulár munkájából [7] származó adatokból történt. Az első függvény a H-22MF törőé:

$$B(\xi) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{\xi}{0,875} \right)^{1,423} \right]; \quad (8)$$

a második a H-22M törőhöz tartozik (az összefüggésekben $\xi = x/s$):

$$B(\xi) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{\xi}{0,923} \right)^{1,509} \right]; \quad (9)$$

MULAR adataiból [7] sekunder és terciér kúpostörőre:

$$B(\xi) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{\xi}{1,017} \right)^{2,119} \right] \quad (10)$$

3.2. Symons kúpos törők kapacitása és a hajtómotor teljesítményszüksége

A Symons kúpos törők Q [t/h] feldolgozóképesége (Tarján G [1]):

$$Q = \alpha D^{\beta} s, \quad (11)$$

ahol: D a törőkúp (alsó) átmérője, m,
 s a kihordórés minimális mérete, m,
 $\beta = 2 \dots 2,5$
 $D < 1,5$ m $D > 1,5$ (Tarján-Csöke),
 $\alpha = 3611$ (standard, Symons),
 $\alpha = 4710$ (rövid fejű kúpos törő).

Hajtómotor teljesítményszüksége [1]:

$$P = k D^{1,8}, \quad (12)$$

ahol $k = 50$ (standard) és $k = 65$ (rövid fejű törőre)

B) Példa

Symons kúpos törő méretezendő 140 t/h kapacitásra, $X_0 = 80$ mm szemcsenagyságú andezit aprítására, 75%-ban $x_{75} = 30$ mm szemcsenagyságú töret előállítására.

1. lépés: rész méret megállapítása a törési függvény alapján, az (7) egyenlet (SANDVIK H-22M) erre az esetre:

$$B(\xi = \xi_{75}) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{\xi_{75}}{\xi_c} \right)^m \right],$$

azaz

$$\begin{aligned} 0,75 &= 1 - \exp \left[- \left(\frac{x_{75}/s}{\xi_c} \right)^m \right] = \\ &= 1 - \exp \left[- \left(\frac{30/s}{0,923} \right)^{1,509} \right], \end{aligned}$$

amelyből $s = 30 / [0,923 \ln(4)^{1/1,509}] = 26$ mm.

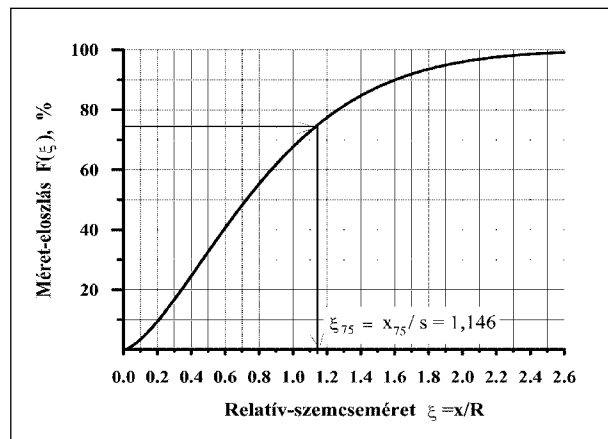
Az előbbi számítás menetét szemlélteti a 8. és 9. ábra, amelyek alapján az $\xi_{75} = x_{75}/s$ összefüggésből a rész méret most is $s = x_{60}/\xi_{60} = 30/1,146 = 26$ mm.

2. lépés: a törő szükséges átmérőjének a meghatározása a $Q = \alpha D^{\beta} s$ összefüggésből.

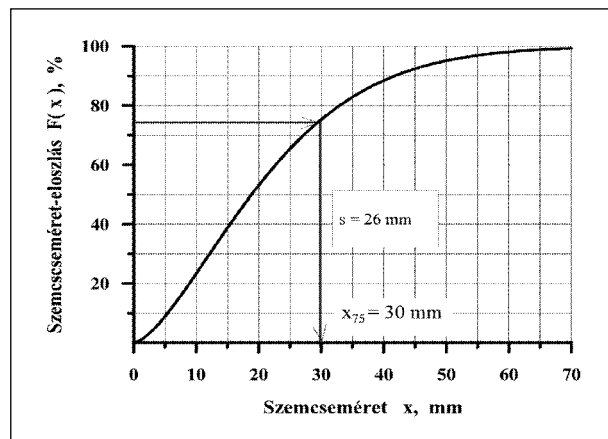
A Tarján-féle α és β tényezővel számolva $D = [Q/(\alpha s)]^{1/\beta} = [140/(3611 \cdot 0,026)]^{1/2,2} = 1,20$ m.

3. lépés: a teljesítményszükséglet meghatározása.

$P = k D^{1,8}$ összefüggés felhasználásával $P = 50 \cdot 1,2^{1,8} = 69$ kW.



8. ábra. Symons kúpos törő töretének relatív szemcseméret-eloszlási függvénye: (9) össze-függésből
 Relative particle size distribution function of a Symons type cone crusher's product, correlation (9)



9. ábra. Symons kúpos törő töretének szemcseméret-eloszlási függvénye: (9) összefüggésből $s = 26$ mm rész méretnél
 Particle size distribution function of a Symons type cone crusher's product: from correlation (9) at gap size $s = 26$ mm

A névleges motorteljesítmény 20%-kal nagyobbra választandó, $P_m = 83$ kW.

4. Pofás és kúpos törők töretszemcseméret-eloszlásának becslése a rész méretnél finmabb szemcséket is tartalmazó feladás esetén

A töretszemcse-eloszlás becslésénél valójában tekintettel kell lenni arra is, hogy a feladás rész méretnél kisebb közetdarabjai, szemcséi nem szenvednek törést. Az $F(x)$ töret-szemcseeloszlás tehát:

a) Pofás törők és kúpos körtörők esetében:

$x \leq R$ szemcsékre:

$$F(x) = F(x) + [1 - F(x = R)]B(x), \quad (13)$$

$x > R$ tartományban:

$$F(x) = F(x = R) + [1 - F(x = R)]B(x). \quad (14)$$

b) Symons kúpos török esetében pedig (King, R. P.):

$x \leq 0,65s$ szemcsékre:

$$F(x) = F(x) + [1 - F(x = 0,65s)]B(x), \quad (15)$$

$x > 0,65s$ tartományban:

$$F(x) = F(x = 0,65s) + [1 - F(x = 0,65s)]B(x), \quad (16)$$

ahol $F(x)$ a feladás szemcseeloszlása.

Irodalom

- [1] Tarján, G.: 1981. Mineral Processing I. AK, Budapest.
- [2] Schubert, H.: Aufbereitung fester Rohstoffe (I). VEB Deutsch. Verl. Für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1987.
- [3] Csőke, B.: Simulation and optimization of crushing technologies. Gospodarka Surowcami Mineralnymi, Polska Akademia Nauk, Kraków, 1995/4, Tom 11. p. 480–491.
- [4] Szpravocnyik po Obogasceniju rud. Nedra. Moszkva, 1972.
- [5] Csőke, B. – Pethő, Sz. – Földesi, J. – Mészáros, L.: Optimatization of Stone-Quarry Technologies. Comminution 1994. (Ed. K.S.E. Forssberg – K.Schönert). ELSVIER. Amsterdam-Lausanne-New York-Oxford-Shannon-Tokyo, 1996. pp. 447–459.
- [6] Csőke, B.: Golyósmalmok fő méret- és üzemjellemzőinek meghatározása számítógéppel. Építőanyag, 2005/1.
- [7] Mular, A. L. – Bhappu, R. B.: Mineral processing plant design. AIME, New York, 1980.
- [8] King, R. P.: Simulation – the modern cost effective way to solve crusher circuit processing problems. International Journal of Mineral Processing, 1990, 29, pp. 249–265.

BESZÁMOLÓ RENDEZVÉNYRŐL

XXIII. Cementipari Konferencia

2006. november 6–7.

Nagy érdeklődés mellett, 100-nál több regisztrált résztvevővel tartották meg Zalakaroson, a Hotel Karos Spa rendezvénytermében a XXIII. Cementipari Konferenciát. A rendezvény két napján 20 előadás hangzott el, amelyek a cementipar aktuális témáinak széles körét érintették. Mégis valamilyen formában szinte mindegyik előadás a cementipari környezethez és környezetvédelemhez kapcsolódott.

A rendezvényt Oberitter Miklós, a Magyar Cementipari Szövetség elnöke, a Duna-Dráva Cement Kft. vezérigazgatója nyitotta meg. A vendégek és résztvevők üdvözlése után Dr. Juhász István előadása következett az adórendszert érintő főbb változásokról, majd Fegyvernek Sándor főosztályvezető (Önkormányzati és Területfejlesztési Minisztérium) megbízásából Bíró Marianna ismertette az Új Magyarország Fejlesztési Terv prioritásait és a cementgyártásra gyakorolt hatásait. Dr. Pálvölgyi Tamás, az MCSZ ügyvezetője a cementipart érő globális kihívásokat és azokra adható hazai válaszokat tárgyalta. A betonipar innovációs törekvéseit és eredményeit Asztalos István, a Szilikátipari Tudományos Egyesület főtitkára (a SIKA Hungária Kft. ügyvezetője) foglalta össze.

A folytatásban Skene Richárd elnök-igazgató (Holcim Hungária Cementipari Zrt.) látta el az elnöki teendőket. Urbán Ferenc (CEMKUT ügyvezető) az intézet szakmai-tudományos tevékenységét, jövőbeni fejlesztési terveit,

valamint hazai és nemzetközi kapcsolatait ismertette. Riesz Lajos a cementipari termékfejlesztési tendenciákkal foglalkozott, dr. Hilger Miklós a környezetvédelem aktuális kérdéseit, a CO₂-kibocsátás kereskedelem rendkívül fontos fejleményeit, majd a hulladékhasznosítás napirenden lévő feladatait tárgyalta. Bolczek Veronika (Német Cementgyártók Szövetsége) az emisszió-monitoring követelményeiről és gyakorlatáról adott elő, Sigmond Béla (CEMKUT) az intézet ezzel kapcsolatos tevékenységéről adott számot.

A második napon Katona Lajos igazgató (beremendi gyár) elnökölésével kezdődött a konferencia. Gábel Viktória (CEMKUT Kft., társszerző: Opoczky Ludmilla és Sas László) a klinkergyártási paraméterek öröklhetősége és az őrlés energiaszükségletére gyakorolt hatását elemezte. Sas László (váci gyár, társszerző: Opoczky Ludmilla) a szulfatizációs fok és a klinker vízdoldható krómtartalma közötti összefüggést vizsgálta, Laczkó László (CEMKUT Kft., társszerző: Révay Miklós) a másodlagos taumazitos szulfátkorróziót választotta előadása témájának.

A továbbiakban Kerekesné Szántó Katalin (Holcim Hungária Cementipari Zrt.) (társszerzők: Molnár László és Drágossyné Zoltai Judit) előadását Szántó József (Lábatlani Cementgyár) ismertette. Bemutatta a Holcim által a biztonságos és balesetmentes munkavégzés érdekében alkalmazott módszereket, eszközöket. Hulladékhasznosítás tárgyban hangzott el Emszt Gábor (Lábatlani Cementgyár, társszerzők: Hubai István és Szántó József) előadása az egész gumibroncs, valamint a fáradtolaj-együttétetés műszaki megoldásáról.

Az utolsó részben Demény Péter (Holcim Zrt.) elnökölt. Változatos témájú, az üzemi gyakorlatot ismertető előadások következtek. Kovács Zoltán az Egységes Környezet-használati Engedélyben előírt feladatokról szolt. Molnár Péter (váci gyár) érdekes előadását a kőbányában előkészített szintosztásról rövid animációval színesítette. Boa János (Lábatlani Cementgyár, társszerző: Ikanov Imre) a kötélpálya szállítószalaggal való kiváltását, Tóth István (váci gyár) a cementrakat föliázásának bevezetését, Papp István (Hejőcsabai Cementgyár) a klinkertároló bővítését ismertette. Lebenszki Balázs (Hejőcsabai Cementgyár) a Holcim korszerű, megelőző karbantartási módszerét mutatta be. A beruházásokról szóló előadások, miként az üzemeltetéssel kapcsolatosak is, a cementiparban folyó élénk innovációs tevékenységről tettek tanúbizonyságot. A konferencia eredményességét és tanulságait zárszavában Demény Péter foglalta össze.

A rendezvény alkalmával adták át Oberitter Miklós vezérigazgatónak az MCSZ közgyűlése által adományozott „Cementiparért” kitüntetést. A minisztériumi „Kiváló Munkáért” kitüntetést Szarkándi János, a Duna-Dráva Cement kereskedelmi vezérigazgatója vette át Asztalos Istvántól, az Egyesület főtitkárától. A konferenciához kapcsolódó gálavacsorán Oberitter Miklós elnök emlékezett meg a CEKUT Kft. megalakításának 15. évfordulójáról. A társaság tevékenységét méltató köszöntésre Urbán Ferenc ügyvezető válaszolt.

Riesz Lajos

Keverőmalmok bemutatása és alkalmazási előnyei

Mannheim Viktória

Miskolci Egyetem Eljárástechnikai Tanszék

ejtviki@uni-miskolc.hu

Demonstration and Application Advantages of a Stirred Ball Mill

Stirred ball mills are generally used for fine and ultrafine grinding of ceramic materials and paint pigments in food- and chemical industry. This paper presents a summary of the professional literature for wet grinding with laboratory stirred ball mills. Due to the high centrifugal forces they usually operate with greater energy efficiency than alternative grinding devices. The summary of the professional literature and experimental results too have shown that the particle size of products is finer in the stirred ball mills. This equipment is still up-to-date and relatively new one and only few investigations have been previ-

ously published on the scale-up of stirred ball mills. The main question concerning the scale-up of stirred ball mills is which conditions have to be fulfilled to produce identical grinding results with differently sized machines and how different stirred media mills should be operated to achieve optimum results. The laboratory stirred ball mill is operating with turbulent flow. The scale-up model is possible in case of similar geometry, equal grinding media and equal filling ratios and can be used in both mills (industrial and laboratory stirred ball mill). The power consumption of the stirred ball mill for scale-up was determined by a method based on the dimensional analysis. A new scale-up model has been presented on the basis of the laboratory measurements on the laboratory mill.

1. Bevezetés

A keverő golyósmalmok különleges, finomörlésre megfelelő örlőberendezések. Alkalmazásuk viszonylag egyszerű felépítésük és kedvező energiafelhasználásuk folytán került az utóbbi években előtérbe. Az örlőtestek és a keverőszerkezet egyidejűleg történő működése megnöveli az aprítási eredményt, és megrövidíti a szükséges örlési időt. Keverő golyósmalmokkal, a nagyobb centrifugális erők következtében, lényegesen finomabb szemcseméret-eloszlásokat érhetünk el, mint hagyományos golyósmalmokban. A hagyományos golyósmalom működését – az igen finom őrlémények előállításakor – törés nélküli szemcse-súrlódás, kinetikus és potenciális energiavesztések, felmelegedés, erős zajhatás és alacsony energetikai hatásfok jellemzi. A gazdasági szempontokat figyelembe véve pedig megemlítendő, hogy a keverő golyósmalmok beruházási költsége kisebb, mint a hagyományos golyósmalmoké. A szakirodalmi háttérrel alaposan áttekintve született a gondolat, hogy a finomörlés területén végzett kutatásaimat keverő golyósmalommal végezzem. Keverő golyósmalmokat napjainkban elsősorban festék- és kerámiái anyagok finomörléséhez, valamint az élelmiszer-, gyógyszer- és alapanyagiparban alkalmaznak. Alkalmazásuk a biotechnológiában a mechanikai sejtfeltáráshoz, illetve nagy koncentrációjú szén-víz és szénolaj szuszpenziók gyártásánál is elterjedt [1, 2].

2. Keverőmalmok általános bemutatása

2.1. Történelem: a múlt

Az első keverő golyósmalom kialakítása 1928-ban Klein és Szegvári [3] tervei alapján történt. Az általuk megalkotott,

ún. „lassú járású keverő golyósmalom” alapját egy vertikális hengeres örlőtér jelentette, amelyben keverőelemként egy centrálisan kialakított, üreges keverőtengelyre szerelt keverőtárcsák szolgáltak, ahol a malomátmérő- és a malomhosszméretek megegyeztek. A kavicskeverékből álló örlőtestek töltési foka ebben a malomban még rendkívül magas (90%) volt. A Szegvári [4] által 1950-ben továbbfejlesztett vertikális, gyorsabb járású keverő golyósmalom geometriai méreteiben (kisebb malomátmérő és nagyobb malomhossz) és a keverőtengely kerületi sebességében (nagyobb kerületi sebesség) tér el elődjétől. A centrális tengelyen elhelyezett keverőelemként keverőpálcák szolgálnak. 1958-ban a Hochberg és Bosse [5] munkássága alapján elkészült gyors járású, tömött keverőtárcsás „homokmalom” hódította meg a világot, amelyet festékpigmentek előállításához alkalmaztak. Örlőtestként kis szemcseméretű (0,42–0,84 mm) Ottawa-homok szolgált, amelynek töltési foka a malomban 50%. A homokmalom az 1963-ban elsőként kialakított, mai „gyorsjárasú keverő golyósmalom” alapja.

2.2. Történelem: a jelen

A napjainkban alkalmazott gyors járású keverő golyósmalmok (a továbbiakban: „keverőmalmok”) elődjeiktől a keverő beépítési módjában, az örlőtér és a kihordás kialakításában különböznek. A különleges finom (ultrafinom) örlésre megfelelő keverőmalmokban az örlőtestek mozgását az örlőtérben centrálisan beépített keverőszerkezet végzi. Az örlőtestek az aprításhoz szükséges mozgási energiájukra a keverőszerkezet forgatásával tesznek szert a keverő és az örlőtestek, valamint az örlőtestek között fellépő súrlódó erő közvetítésével. A számos alkalmazási

területnek megfelelően a keverőmalmok műszaki kivitelezésének is számos formája lehetséges. Az őrlőtér és a keverőszerkezet különböző kialakítási lehetőségének függvényében Engels [6] három csoportba osztotta a picon elérhető berendezéseket a keverőelemek kialakítása szerint, amelyek az alábbiak: teljes őrlőtér (lyuktárcsás, tömör tárcsás vagy réstárcsás keverőelemekkel), körőrlőtér (tüskés keverőelemek) és pálcás őrlőtér (pálcás keverőelemek) keverőmalmok. A keverőmalmok igen elterjedt típusa a nedves és száraz üzemmódban is működő, 10 µm alatti termék előállítására alkalmas „SALA keverőmalom” (rövidítése: SAM, gyártó: SALA International AB, Svédország) [2].

Az alkalmazott őrlőtestek többnyire 0,2–3,0 mm közötti golyók, amelyeket főként üvegből, acélból, homokból, műanyagból vagy kerámiából készítenek. Őrlőtestként azonban más alakú őrlőtestek (cylpebs, ballpebs, kocka stb.), a feladott anyag durvább szemcséi (autogén keverőmalmok) vagy idegen anyag szemcséi is szolgálhatnak. A malmok üzemelhetnek folytonosan vagy szakaszosan, osztályozóval zárt vagy nyitott folyamatban, továbbá száraz vagy nedves üzemmódban.

3. Nedvesőrlési folyamat keverőmalmokban

3.1. Nedvesőrlési folyamatot befolyásoló jellemzők

A keverő őrlés fő műszaki paramétereit számos eljárás-technikai körülmény, jellemző befolyásolja. A keverőmalomban történő nedvesőrlési folyamatot befolyásoló paraméterek közül – Mölls és Hörnle [7] (1972) – összesen 44 fontosabb jellemzőt emeltek ki, amelyek az őrlés során változtathatók, beleértve a kihordásnál elhelyezett szita jellemzőit is. A leírt paraméterek között vannak olyanok, amelyek a nedvesőrlés folyamán optimálhatók és a továbbiakban állandó értéken tarthatók, pl. a keverőtengely kerületi sebessége és malomfaltól való távolsága, és természetesen vannak olyan jellemzők, amelyeknek optimálása – adott malom esetén – nem lehetséges, pl. a keverőelemek átmérője.

A fentiekben említett jellemzők csoportosítása az alábbiak szerint történik:

- *geometriai jellemzők*: az őrlőtér, az őrlőtestek és a keverő geometriája, az őrlőtér falának kialakítása;
- *üzemi jellemzők*: a feladás tömegárama, a keverőtárcsa kerületi sebessége, a mozgatás módja, a szilárdanyag-tömegkoncentráció (nedvesőrlés) és az őrlőtestek töltési foka;
- *anyagjellemzők*: a keverő, az őrlemény és az őrlőtestek anyagtulajdonságai.

3.2. Őrlési finomság és fajlagos őrlési energia

Korábbi őrlési vizsgálatok eredményei alapján megállapították, hogy az aprítási eredményt elsősorban a bevezetett

fajlagos energia határozza meg. Nedvesőrlés során a malmokban a szemcseaprításra fordított energiát elsősorban az őrlőtestek, ill. az őrlőtestek és az őrlendő anyag között fellépő súrlódási folyamat és részecskeütközések, valamint a folyadéksúrlódás emésztí fel [8].

Az őrlemény finomsága, azonos őrlőtestek és azonos őrlési feltételek alkalmazása mellett, a fajlagos energia függvényeként írható le. A fajlagos energia (E_M) növelésével egyre finomabb őrleményt kapunk az őrlés során, és az őrlemény szemcseméret-eloszlási görbéje egyre inkább az origó felé tolódik el a feladáshoz képest.

Charles [9] szerint az *átlagos szemcseméret* az alábbi összefüggésekkel adható meg:

$$\bar{x} = C \cdot E_M^{\frac{1}{m-1}} \quad (3.1)$$

$$dE_M = C \cdot \frac{dx}{x^m} \quad (3.2)$$

A (3.2) egyenlet integrálása után ($m \neq 1$) a *fajlagos őrlési energiát* leíró összefüggéshez jutunk:

$$E_M = \frac{C}{m-1} \cdot \left(\frac{1}{x_1^{m-1}} - \frac{1}{x_0^{m-1}} \right) \quad (3.3)$$

Az egyenletekben x_1 az őrlemény, x_0 a feladott termék szemcsemérete, C és m az üzemi körülményekre és az anyagra jellemző állandók, m értéke: 1,5–2.

Stehr [10] szerint a fajlagos energiát az üzemi jellemzők közül a keverőtárcsa kerületi sebessége, a szilárdanyag-tömegkoncentráció és a szuszpenzióátáramlás befolyásolja. Az őrlőtérbe bevezetett fajlagos energia értékét, nyomatókmérés adataiból, folyamatos őrlésre az alábbi összefüggéssel határozzuk meg [1]:

$$E_M = \frac{P - P_0}{\dot{m} \cdot c_m} = \frac{(M - M_0) \cdot 2\pi \cdot n}{\dot{m} \cdot c_m} \quad (3.4)$$

Szakaszos őrlés esetén:

$$E_{M(t)} = \frac{\int_0^t (M(t) - M_0) \cdot 2\pi \cdot n \cdot dt}{m_a} \quad (3.5)$$

Az egyenletekben P az őrlőtérbe bevezetett teljesítmény, $\dot{m}$ a szuszpenzió tömegárama, M és M_0 a hajtómotor forgatónyomatéka és annak értéke üresjáratban, és m_a az aprított anyag tömege.

A fajlagos energia szoros kapcsolatban áll az *őrlőtestek töltési fokával*. Az őrlőtestek töltési foka az ún. „őrlésaktív térfogat” relatív mennyiségének és ezzel együtt az összes bevezetett energia meghatározó mértéke. Az őrlőtestek töltési foka keverőmalmokban általában 40–80%. Ennél kisebb töltési fok az őrlőtestek közötti távolságot megnövelve kisebb terhelési intenzitást eredményez [3]. Csökkenő töltési fokkal csökken az őrlésaktív térfogatok relatív mennyisége, nő az azonos aprítási eredmény eléréséhez szükséges energiaszükséglet, és ezzel egyidejűleg durvább terméket kapunk. Viszont a bevezetett fajlagos energia, mint meghatározó tényező, nem elegendő ahhoz,

hogy leírjuk vele a töltési foknak az aprítási eredményre gyakorolt hatását.

Bunge [11] szerint a fajlagos energia meghatározható a *terhelési intenzitás* (BI) és a *terhelési gyakoriság* ($BH = \omega t$) szorzataként is:

$$E_M = BI \cdot BH \quad (3.6)$$

Kwade [12, 13] feltételezése szerint a terhelési intenzitást az őrlőtestek mérete (d_g), az őrlőtestek sűrűsége (ρ_g) és a keverőtárcsa kerületi sebessége (v_k) határozzák meg:

$$BI = d_g^3 \cdot \rho_g \cdot v_k^2 \quad (3.7)$$

Más oldalról, a fajlagos őrlési energia keverőmalomban az őrlőgolyók keverőtengely és a malomfal közötti helyzeti energia különbségével egyenlő, ami átalakul kinetikus energiává. Következésképpen a fajlagos energia a keverőtárcsa átmérőjével (d_k), az őrlőtestek tömegével (m_g) és a centrifugális gyorsulással arányos (a_c) [8]:

$$E_M \propto d_k \cdot V_g \cdot (\rho_g - \rho_f) \cdot a_c \cdot \frac{1}{V_i} = d_g^3 \cdot (\rho_g - \rho_f) \cdot v_k^2 \cdot \frac{1}{V_i} = \frac{BI}{V_i} \quad (3.8)$$

Minden előírt őrlési finomsághoz az igénybevétel intenzitásának egy meghatározott optimális értéke tartozik, ezért az intenzitást befolyásoló üzemi jellemzőket bármilyen körülmények között úgy kell megváltoztatni, hogy az intenzitás értéke mindig optimális értéken maradjon. Ha a terhelési intenzitás az optimális értéktől eltér – túl alacsony vagy túl magas –, nő a fajlagos energiafelhasználás. Azonos fajlagos energia és nagyobb őrlőtér mellett kapjuk a legfinomabb terméket, mert ebben az esetben kisebb terhelési intenzitás lép fel, vagyis az optimum mélyebben van.

Steher [10], Mankosa [14] és Stadler [15] kutatási eredményei azt mutatják, hogy az aprítási eredmény és a fajlagos energia közötti kapcsolatot az őrlőtestek geometriai, anyagi és fizikai tulajdonságai határozzák meg. A legfontosabb jellemző az *őrlőtestek mérete*. Az őrlőtest méretének a feladásra kerülő szilárd anyag szemcseméretéhez kell igazodnia, mert a termék maximális szemcseméretét elsősorban az őrlőtestméret határozza meg. Kisebb őrlőtestméret megnöveli az őrlőtestek közötti érintkezések számát, nagyobb terhelési gyakoriságot és finomabb őrlésményt eredményez. Előzetes őrlési vizsgálatok azt mutatják, hogy túl kicsi méretű őrlőtestek ($< 0,2$ mm) alkalmazásával alig történik aprítás, mert nagyon kicsi a terhelési intenzitás ahhoz, hogy az őrlésmény szemcséi aprózódjanak. Nagyobb szilárdságú anyag őrlése és/vagy finomabb őrlésmény előállítás a fajlagos energiafelhasználás növelésével jár. Ahhoz, hogy egy meghatározott termékfinomság eléréséhez szükséges fajlagos energiaszükségletet minimalizáljuk, olyan őrlőtesteket kell alkalmaznunk, amelyek kemény és kicsi primer részecskékből épülnek fel. Az őrlésmény mediánértékét (x_{50}) vizsgálva megfigyelhető, hogy növekvő őrlőtestátmérővel ez az érték egy minimum értékig csökken; a minimumpontnál az őrlőtest mérete optimális. Vagyis az optimális érték eléréséig, azonos fajlagosener-

gia-befektetés mellett, kisebb őrlőtestátmérővel kisebb mediánérték érhető el. Az őrlőtest méretének további növelésével ismét növekszik a mediánérték, az őrlőtérben az őrlőtestpályák összeszűkülnek, és egyes őrlőtestek nem haladnak át a magas energiasűrűségű területeken. Így az aprítás céljának és az igényelt termékminőségnek megfelelően kiválasztható az optimális őrlőtestátmérő, amelynél a szükséges fajlagos energia minimális. Az őrlőtest sűrűségének a szuszpenzió viszkozitáshoz kell igazodnia. Meghatározott termékfinomság az őrlőtestméret és a töltési fok optimális értékének kiválasztásával érhető el [8, 16].

A két őrlőtest közötti felületet a köztük lévő őrlésményszemcsék terhelik, ún. háromszemcsés abrazív kopás jön létre. Növekvő töltési fokkal az *őrlőtestek kopása* nem kerülhető el, de ez az őrlőtestek megfelelő kiválasztásával csökkenthető. Tehát, a keverőmalomban történő őrlés esetén fontos jelentőséggel bír az őrlőtestek helyes kiválasztása.

4. Teljesítményszükséglet meghatározása keverőmalomban

A keverőmalom szakirodalmának tanulmányozásából kitűnt, hogy a malom teljesítményszükségletének meghatározására a ma rendelkezésre álló ismeretek nem elégségesek. A keverőmalom teljesítményszükségletének meghatározását dimenzióanalízis alkalmazásával tartottam célszerűnek. Kísérleti tapasztalatok szerint egy folyadékkeverő teljesítményszükséglete (P_k) a tartály és a keverő méreteitől (D_k, d_k), a keverő fordulatszámától (n), a kevert folyadék sűrűségétől (ρ_f) és dinamikai viszkozitásától (μ_f), ill. – ha a keverőtartályban folyadéktöltésér keletkezik – még a nehézségi erőtől (g) is függ [17]:

$$P_k = \varphi(d_k, w_k, D_k, H, n, \rho_f, \mu_f, g) \quad (4.1)$$

ahol

w_k a keverő szélessége, m és

H a folyadék magassága a tartályban, m.

A keverőmalom teljesítményszükségletét (P_m) az előbbieken felsorolt paraméterek mellett egyéb tényezők is befolyásolhatják. Elsősorban azért, mert a keverő mellett őrlőtestek (őrlőgolyók) végzik az őrlést, ill. a folyadékközeg mellett szilárd anyag is jelen van. Ilyen paraméterek például az őrlendő anyag és az őrlőgolyók fizikai és geometriai sajátosságai (d_g), az őrlőtestek töltési foka (φ_g), valamint a szilárdanyag-tömegkoncentráció (c_m). A kutatásaimhoz vertikális, tömör tárcsás laboratóriumi keverőmalom alkalmaztam.

Feltételeztem, hogy a

$$P_m = \varphi(d_k, w_k, D_m, n, c_m, \varphi_g, d_g, \rho, \mu, g) \quad (4.2)$$

összefüggés létezik, ahol D_m a keverőmalom belső átmérője, m.

A (4.2) összefüggés felírható hatványfüggvény formájában [16]:

$$P_m = A \cdot d_k^a \cdot w_k^c \cdot D_m^e \cdot d_g^f \cdot n^h \cdot \rho_s^i \cdot \mu^m \cdot g^n$$

$$\frac{ML^2}{T^3} = L^a \cdot L^c \cdot L^e \cdot L^f \cdot \left(\frac{1}{T}\right)^h \left(\frac{M}{L^3}\right)^i \left(\frac{M}{LT}\right)^m \left(\frac{L}{T^2}\right)^n \quad (4.3)$$

A behelyettesítés és az ismeretlen kitevők szerinti csoportosítás után:

$$P_m = A \cdot d_k^5 \cdot n^3 \cdot \rho \left(\frac{d_k^2 n \rho}{\mu}\right)^{-m} \left(\frac{d_k n^2}{g}\right)^{-n} \times$$

$$\times \left(\frac{w_k}{d_k}\right)^c \cdot \left(\frac{D_m}{d_k}\right)^e \cdot \left(\frac{d_g}{d_k}\right)^f \quad (4.4)$$

A (4.4) egyenletben felismerhető a keverési Reynolds-szám (Re) és a Froude-szám (Fr). Abban az esetben, ha az üzemi készülék geometriailag hasonló a laboratóriumi berendezéshez, akkor a következő geometriai arányok azonosak lesznek:

$$\frac{w_k}{d_k}, \frac{D_m}{d_k}, \frac{d_g}{d_k}$$

A kifejezés a dimenziómentes Euler-szám (Eu, ellenállás-tényező), így az egyenlet leegyszerűsödik:

$$\frac{P_m}{d_k^5 n^3 \rho} = Eu = A \cdot Re^{-m} \cdot Fr^{-n} \quad (4.5)$$

Az A konstans értéke a keverőmalom geometriai arányaitól és az örlési paraméterektől függ:

$$A = f\left(\frac{w_k}{d_k}, \frac{D_m}{d_k}, \frac{d_g}{d_k}, c_m, \varphi_g\right)$$

Az m , n hatványkitevők, valamint az A állandó meghatározása csak kísérleti úton lehetséges. Ha a keverő nem diszpergál levegőt a szuszpenzióba, akkor a nehézségi erő kifejezésre juttató Froude-szám (és Vortex-szám) hatása nem érvényesül, és semmiféle szerepe nincs a keverőmalom teljesítményszükségletében. (A levegőbeszívás nem kívánatos jelenség a keverésnél, ezt az üzemállapotot célszerű elkerülnünk, amit az $n < n_{krit}$ mindenkor betartásával érhetünk el). Ha egy meghatározott keverőmalom-típussal végzünk teljesítményszükséglet-méréseket, akkor a mérési pontoknak az Eu-Re diagramban egy közös görbére kell esniük:

$$Eu = A \cdot Re^{-m} \quad (4.6)$$

A Re-szám ismeretéhez, a geometriai méretek és üzemi paraméterek ismerete mellett, fontos a szuszpenzió térfogati koncentrációjának (c_v), a szuszpenzió sűrűségének (ρ) és dinamikai viszkozitásának (μ) az ismerete is:

$$Re = \frac{\rho \cdot v_k \cdot d_k}{\mu} \quad (4.7)$$

A szuszpenzió dinamikai viszkozitása reológiai mérésekkel határozható meg, amelynek során a szuszpenzió folyási tulajdonságait ismerjük meg. A mérések eredménye a τ - du/dy reogram, ami alapján a szuszpenziót valamely folyadéktípusba besorolhatjuk. (Az időtől, azaz a reológiai előéletől is függő folyási viselkedést mutató közegeknél a mérési eljárás értelemszerűen bonyolultabb.)

Áttekintve az elméleti [18] és kísérleti vizsgálatokat [16], az abszolút viszkozitási tényező az alábbi matematikai formában írható fel ($c_v > 0.01$ esetén):

$$\frac{\mu}{\mu_0} = 1 + 25 \cdot c_v + 4600 \cdot c_v^5 \quad (4.8)$$

Az összefüggésben szereplő μ_0 a szemcse nélküli szuszpenziós közeg viszkozitása, az állandók és az n kitevő értékét matematikai úton határoztam meg. A kísérleti vizsgálatok azt mutatják, hogy az alkalmazott szuszpenzió (gyöngyösoroszi meddőből) $c_v = 0.1$ értékig időben állandó newtoni szuszpenzió. A laboratóriumi keverőmalomban kapott Reynolds-szám értéke 10^5 és 10^6 között van, következésképpen a berendezés turbulens tartományban dolgozik. *Turbulens tartományban* az Eu-szám függetlenné válik a Re-számtól ($m = 0$), az Eu-Re görbe az $Eu = A$ szerinti vízszintes egyenessel helyettesíthető, és így a keverőmalom teljesítményszüksége:

$$P_m = A \cdot d_k^5 \cdot n^3 \cdot \rho \quad (4.9)$$

A laboratóriumi keverőmalom üzemi alkalmazására vonatkozóan (scale-up modellt alkalmazva) olyan szempont szerint járhatok el, amelynek során a térfogategységre vonatkoztatott teljesítményigény értéke a laboratóriumi (l index) és az ipari méretre azonos, azaz érvényesül az alábbi összefüggés:

$$\frac{A \cdot d_k^5 \cdot n^3 \cdot \rho}{d_k^3} = \frac{A \cdot d_{k,l}^5 \cdot n_l^3 \cdot \rho}{d_{k,l}^3} \quad (4.10)$$

Ha az A és ρ értékek azonosak, akkor az ipari keverőmalom keverőtengelyének fordulatszáma kifejezhető a laboratóriumi keverőmalom fordulatszámának ismeretében:

$$n = n_l \left(\frac{d_l}{d_k}\right)^{2/3} = n_l \cdot k^{-\frac{2}{3}} = n_l \left(\frac{1}{k}\right)^{2/3} \quad (4.11)$$

Irodalom

- [1] Reinsch, E. – Bernhardt, C. – Husemann, K.: Zum Energieverbrauch bei der nassen Feinstzerkleinerung in Rührwerksmühlen, Aufbereitungstechnik, 3/1997 (38. Jahrgang), pp. 152–160.
- [2] Forssberg, E. – Wang, Y. – Persson, H.: Trockene Feinstmahlung von Dolomit mit der Rührwerkskugelmühle SAM 7.5 – Einfluss von Mahlkörper und Mahlhilfsmittel, Aufbereitungstechnik, 5/1995 (36. Jahrgang), pp. 211–217.
- [3] Engels, K.: Die Dispergierverfahren in der Lack- und Farbenindustrie unter besonderer Berücksichtigung der schnelllaufenden Rührwerksmühlen, Farbe und Lack, 5/1965 (71. Jahrgang), pp. 375–385.
- [4] John, W.: Von der Trommelmühle zur Ringkammermühle, Farbe und Lack, 6/1973 (79. Jahrgang), pp. 537–542.

- [5] *Kraus, W. – Giersiepen, G.*: Technische Informationen über die Sandmühle, Farbe und Lack, 5/1961 (67. Jahrgang), pp. 302–306.
- [6] *Engels, K.*: Perlsandmühlen mit ringförmigen Mahlraumquerschnitt, Farbe und Lack, 11/1984 (90. Jahrgang), pp. 910–915.
- [7] *Stehr, N.*: Zerkleinerung und Materialtransport in einer Rührwerkskugelmühle, PhD Dissertation, Braunschweig, 1981.
- [8] *Mannheim, V.*: A finom őrlés eljárástechnikai jellemzői keverőmalmokban, BKL-Bányászat, 132/6., 1999, pp. 471–478.
- [9] *Tarján, G.*: Mineral Processing. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1986.
- [10] *Stehr, N.*: Nassfeinstmahlung mit Rührwerksmühlen in der Keramik, Symp. Moderne Mahlverfahren in der Keramik, 1988.
- [11] *Bunge, F.*: Mechanischer Zellaufschluss in Rührwerkskugelmühlen, VDI-Verlag: Reihe 3, Nr. 287, Düsseldorf, 1992.
- [12] *Becker, M. – Kwade, A. – Schwedes, J.*: Feinstzerkleinerung keramischer Rohstoffe und Mahlkörperverschleiss in Rührwerksmühlen, Aufbereitungstechnik, 8/1997 (38. Jahrgang), pp. 430–438.
- [13] *Kwade, A. – Blecher, L. – Schwedes, J.*: Beanspruchungsintensität und Bewegung der Mahlkörper in Rührwerksmühlen, Chem.-Ing.-Techn. 69 (1997), pp. 836–839.
- [14] *Mankosa, M.J. – Adel, G.T. – Yoon, R.H.*: Effect of media size in stirred ball mill grinding of coal, Powd. Tech. 49 (1986), pp. 75–82.
- [15] *Stadler, R. – Polke, R. – Schwedes, J. – Vock, F.*: Nassmahlung in Rührwerksmühlen, Chem.-Ing.-Techn. 62 (1990), pp. 907–915.
- [16] *Mannheim, V.*: Ércbányászati meddő-komponensek fizikai feltárásának kutatása nedves őrléssel, PhD értekezés, Miskolc, 2005.
- [17] *Fonyó, Zs. – Fábry, Gy.*: Vegyipari művelettan ismeretek, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1998.
- [18] *Tarján, I.*: A mechanikai eljárás technika alapjai, Miskolci Egyetemi Kiadó, 1997.

BESZÁMOLÓ RENDEZVÉNYRŐL

„XXI. Téglás Napok” Konferencia

2006. október 26–27.

Balatonvilágoson, a Hotel Frida Family oktatási központban tartotta a Szilikátipari Tudományos Egyesület Téglá és Cserép Szakosztálya, valamint a Magyar Téglás Szövetség már hagyományosnak mondható közös konferenciáját. A magas szakmai színvonalú konferencián a hazai téglá- és cserépipar vezető menedzserei közül 35 fő képviselte az iparágat. A szakállamtitkárság képviselői, két műszaki egyetem oktatói, német gépgyártó cégek tulajdonosai, valamint hazai szakemberek tartottak előadásokat az aktuális lakáspolitikai helyzetről, az új technológiai és fejlesztési irányokról, a legújabb szilikátipari kutatásokról, valamint az energialiberalizációról.

Az előadásorozatot Kiss Róbert, az SZTE Téglá és Cserép Szakosztály elnöke nyitotta meg.

Ezt követően Bíró Marianna építésgazdasági referens, a Területfejlesztési és Építésügyi Szakállamtitkárság képviselőjében az építésügyi helyzetéről, valamint az Új

Magyarország Fejlesztési Tervéről és annak várható jövőbeni kihatásairól tartott előadást.

Harmadik előadóként *Frank Appel*, a Hans Lingl Anlagentechnik GmbH ügyvezetője mutatta be gépgyártó cége legújabb fejlesztéseit és a közeljövőben megjelenő technikai újdonságait.

Dr. Gömze A. Lászlónak, a Miskolci Egyetem tanszékvezető egyetemi docensének előadása a téglá- és cserépipari agyagásványok aprítása során megfigyelhető mechanokémiai jelenségekkel és ásványtani átalakulásokkal foglalkozott.

A veszprémi Pannon Egyetem tanszékvezető egyetemi docense, *dr. Kovács Kristóf* a durvakerámiák mikroszerkezete és fagyállósága közötti összefüggések vizsgálata során tapasztalt kutatási eredményeiket ismertette.

Dr. Mikó József, a Miskolci Egyetem PhD egyetemi docense, a műszaki tudományok doktora a falazótéglák hőszigetelő képességének pórusképző anyagok bekeverésével történő növeléséről tartott előadást.

Szintén a Miskolci Egyetemről *Paróczai Csilla* doktórandsz a kerámiacserepek mázainak hevítőmikroszkópos olvadási és területes vizsgálata során tapasztaltakat osztotta meg a hallgatósággal.

A Ziegelmundstückbau Braun GmbH ügyvezetője, *Dipl. Ing. Markus Rank* ismertette a most 80 éves, nagy hagyományokkal rendelkező szájnnyíláskészítő cég legújabb fejlesztéseit, valamint a nyugat-európai új terméktrendeket.

A nap záróelőadását *Nácsa Gergely*, a Wienerberger Téglaiipari Zrt. munkatársa tartotta, aki bemutatta a közelmúltban átadott Tiszavasvári Téglagyár technológiai megoldásait.

A konferencia második napját *Bodnár György*, a Magyar Téglás Szövetség elnöke nyitotta meg, majd átadta a szót *Csider Lászlónak*, az ÖTM Lakásügyi Titkárság vezetőjének. Az építőipar és a lakáspolitikai jelenlegi, valamint várható jövőbeni helyzetéről szóló ismertetés után a jelenlévők kerekasztal-beszélgetés keretein belül Bíró Marianna építésgazdasági szakreferens részvételével vitatták meg az elhangzottakat, mondták el észrevételeiket és javaslatukat.

A délelőtti második nagy témája az energiapiaci liberalizáció gyakorlata volt. A mindenkit érintő téma megvitatása szintén kerekasztal-beszélgetés formájában folyt, *Kovács József*, a Wienerberger Téglaiipari Zrt. termelési igazgatójának vezetésével.

A kétnapos konferenciasorozat *Bodnár György* zárszava után ebéddel zárult.

Felegyi Mihály műszaki igazgató
Tondach Magyarország Zrt.

*Kellemes karácsonyi ünnepeket
és sikerekben gazdag új évet kívánunk!*



ÉPÍTŐANYAG-IPAR

Szén-dioxid-kibocsátás engedélyezése és jelentés az első hitelesítési időszak tapasztalatai alapján*

Tóthné Kiss Klára,
ÉMI-TÜV Bayern Kft.
tothosan@chello.hu

Licensing Carbon-dioxide Emission and Report Based on the Experience of the First Certification Period

Paper describes environmental concerns of the carbon dioxide emission. Based on certification experience gained in the glass,

refractory, tile and brick industries, it emphasizes principal elements of law (like the concept and limits of facilities, threshold value, essential changes) and the principles helping uniform interpretation as well as technological features necessary for the exact determination of the emissions.

1. Bevezetés

A Föld légkörébe jutó gázok egy csoportja felelős az ún. üvegházhatásért, amelynek lényege, hogy ezek a gázok átengedik a napfényt a Föld felszínére, azonban az üvegházhatású gázok (továbbiakban ÜHG) egy burkot képezve, a Föld felszínéről visszaverődő infrasugarak egy részét nem engedik távozni az űrbe, hanem visszatartják azokat. Ezzel hozzájárulnak az üvegházhatáshoz. A gázok mennyiségének növekedése a Föld felmelegedését okozza. A felmelegedés az elmúlt évszázadban 0,7 °C volt. A jelenlegi évszázadban ennek a felmelegedésnek a többszörösét prognosztizálják. Az egyes gázok üvegházhatása különbözik attól függően, hogy milyen a gáz szerkezeti összetétele, és mennyi az élettartama az atmoszférában. A szakértők az ún. globális felmelegedési potenciállal (Global Warming Potential, GWP) számszerűsítették az ÜHG-k relatív felmelegedést okozó hatását 100 évre vetítve, a szén-dioxidhoz viszonyítva. Az 1. táblázatból jól látható, hogy a CO₂-gáz GWP-je 1, azonban koncentrációja olyan mértékben meghaladja a többi ÜHG koncentrációját, hogy relatív hozzájárulása a felmelegedéshez 65%-os, és így mint a legjelentősebb ÜHG-t tartják számon.

1992-ben Rio de Janeiróban definiálták az Éghajlatváltozási Keretegyezményt (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC). Az egyezmény 1994-ben lépett hatályba, és mára a világ összes országa csatlakozott hozzá. A kedvezőtlen emissziós folyamat megállítására azóta már több nemzetközi kezdeményezés indult, amelyek közül a Kyotói Egyezmény

1. táblázat
ÜHG koncentrációja a légkörben és részesedése az üvegházhatásban

Concentration of gases causing greenhouse effect in the atmosphere and their share in that effect

ÜHG	GWP	Koncentráció 2000-ben, ppm	Relatív részesedés a globális üvegházhatásban	
CO ₂	1	365	365	65,00%
CH ₄	21	1,72	36,1	6,40%
N ₂ O	206	0,312	64,3	11,40%
O ₃	2000	0,04	80	14,20%
Egyéb				3,00%

Forrás: elemző tanulmány

(Kyoto Protokoll, KP) a legeredményesebb. A Kyotói Egyezmény alapján 2003-ban elfogadott Európai Unió Kibocsátás Kereskedelmi Program (European Union Emission Trading Scheme, EU ETS) a világ első nemzetközi emissziócsökkentési programja. Ebben kb. 12 000 vállalat vesz részt, amelyek a világ CO₂-kibocsátásának feléért felelősek. 2005. január 1-jétől az EU ETS-t az Európai Unió 25 országa alkalmazza. A 2003/87/EC Irányelv szerint a tagállamoknak meg kell határozni az irányelv hatálya alá eső ipari létesítmények összevont szén-dioxid-kibocsátásának éves felső határát. A tagállamok ennek az összes kibocsátásnak megfelelő kvótát kapnak, amelyet a Nemzeti Kiosztási Terv (NKT) keretében szétosztanak az érintett létesítmények között. Az

* A 2006. 05. 23-i üvegipari szakmai konferencián elhangzott előadás.

EU ETS-ben érintett létesítmények az állam által adott ingyenes kvótával minden évben kötelesek elszámolni, hitelesített jelentést tenni a 2004/156/EK határozat alapján. Amennyiben túllépik a kiadott keretet, akkor vásárlással fedezik a hiányt, ha megtakarítanak, akkor a feleslegben lévő kvótát eladhatják.

2. Meghatározások, alapinformációk értelmezése

2.1. 272/2004. (IX. 29.) Kormányrendelet hatálya: tevékenységek

A 272/2004. (IX. 29.) Kormányrendelet (továbbiakban: Kr.) meghatározza (1. melléklet) azon tevékenységeket és üvegházhatású gázokat (CO₂), amelyek 2005. január 1-jétől csak az Országos Környezet- és Vízügyi Főfelügyelőség által kiadott kibocsátási engedély alapján végezhetők.

- Energiatermelés: (I.) > 20 MWth villamos energia és hőtermelés, (II.) ásványolaj-feldolgozás, (III.) kokszolás.
- Fémek termelése és feldolgozása: (IV., V.) vas- és acélgártás.
- Ásványanyag-ipar: (VI.) > 500 t/nap cement, > 50 t/nap mész és (VII.) > 20 t/nap üveg- és üveg-szálgártás.
- Kerámiatermékek égetéssel történő előállítása: (VIII.) > 75 t/nap és/vagy 4 m³ kemencetérfogat + 300 kg/m³ árusűrűség, tetőcserep, tégl, tűzálló tégl, csempe, kőáru vagy porcelángártás.
- Egyéb tevékenységek: (IX.) cellulóz- és 20 t/nap papír- és kartongártás.

A rendelet azokra a létesítményekre vonatkozik, amelyek a fenti tevékenységek valamelyikét végzik. Kulcskérdés volt már az engedélykérelem során, 2004. IV. negyedévében, hogy mi tartozik bele a létesítménybe. Bár a fenti kormányrendelet egyértelműen meghatározza a létesítmény fogalmát, mégis számos megoldás született mind az engedélykérelemben, mind a kibocsátási jelentésbe bevont CO₂-kibocsátást eredményező műszaki berendezések körét illetően. A kérdés, hogy az olvasztó- és égetőkemencén kívüli berendezések, amelyek egyértelműen a termékgyártási folyamathoz tartoznak, és bennük fűtés történik (ezáltal CO₂-kibocsátás is), a létesítményhez tartoznak-e. A válasz az alábbi 2.2 pont alapján egyértelműen igen. Egy létesítményben azonban a technológiai tevékenységen kívüli, pl. fűtés, melegvíz-előállítási célú tüzelőberendezések is előfordulnak. A létesítmény részét képezik ezek a berendezések is, hiszen műszakilag kapcsolódó berendezések, továbbá a 2004/156/EK határozat nyomon követési és jelentési alapelvek (teljesség, költséghatékonyság) érvényesítése is ezt mutatja (lásd. 2.3 pontban).

2.2. Létesítmény fogalma, határa, küszöbérték

A létesítmény:

- helyhez kötött műszaki egység – egy vagy több a Kr. 1. mellékletében felsorolt tevékenység folyik,
- azzal technológiailag összefüggő tevékenység,
- az adott telephelyen folytatott tevékenységhez műszakilag kapcsolódó tevékenység,
- amely az ÜHG kibocsátását eredményezi,
- vagy arra közvetlen hatással van.

Egy létesítménynek minősül:

- egy telephelyen,
- egy üzemeltető,
- azonos római számú tevékenységek és
- a II–X. szám alatti technológiai tevékenységek berendezései és kapcsolódó tüzelőberendezések.

Az ásványanyagiparban gyakran előfordul, hogy több kisebb-nagyobb kapacitású égető- vagy olvasztókemencét üzemeltetnek, ez esetben kulcskérdés a kapacitások értelmezése. A Kr. 1. melléklet értelmező rendelkezése szerint: amennyiben egy telephelyen több berendezést (azonos római számmal jelölt tevékenységen belül) üzemeltetnek, ezen berendezések kapacitásának összegét kell figyelembe venni.

A kibocsátások nyomon követésére vonatkozó előírások megengedik, hogy egy létesítmény azonos tevékenységtípushoz tartozó különböző forrásaiból származó kibocsátásokat az adott tevékenységtípusra összesített adatként adja meg az üzemeltető. Mit jelent ez a gyakorlatban? A tüzelőanyag-felhasználást nem szükséges berendezésként (pl. kemencésként, fűtőberendezésként) hitelesített mérőeszközzel mérni, elég, ha az összes felhasznált tüzelőanyag mennyiségéről rendelkezésre áll a hitelesített mérőeszközzel mért fogyasztási adat. A technológiai kibocsátás esetében, amennyiben azonos minden kemencénél a felhasznált karbonátos, illetve a szervesanyag-tartalmú alapanyag, nem szükséges kemencésként külön-külön mérni az alapanyagokat, elegendő, ha az összes felhasznált alapanyag mennyiségéről rendelkezésre áll hiteles mérőeszközzel mért mennyiségi adat.

2.3. Nyomon követési és jelentési alapelvek (2004/156/EK határozat)

A ÜHG kibocsátásának nyomon követését és jelentését a következő alapelveknek megfelelően kell végezni, ugyanis egy létesítmény megfelelően minősített kibocsátási jelentésében szereplő összkibocsátási értéket használja az illetékes hatóság annak ellenőrzésére, hogy az üzemeltető erre a létesítményre átadta-e a megfelelő számú kibocsátási egységet.

- *Teljesség:* a tevékenységhez tartozó valamennyi forrásból származó, tüzelésből származó és technológiai eredetű összes kibocsátásra kiterjed (kivéve: közlekedésben használt belső égésű motorokból származó kibocsátás).

- *Következetesség*: összehasonlíthatóság biztosítása.
- *Átláthatóság*: a hitelesítő és a hatóság számára is az újbóli meghatározás lehetővé tétele.
- *Pontosság*: a tényleges adatok a lehető legkisebb bizonytalansággal, a mérőműszer, vizsgálóberendezés karbantartása, kalibrálása, ellenőrzése.
- *Költséghatékonyság*: a nagyobb pontosságból eredő, fejlődésarányos többletköltség, műszakilag kivitelezhető és ne járjon aránytalanul nagy költséggel.
- *Lényegesség*: torzításmentesség, hiteles és kiegyensúlyozott mérleget adjon a létesítményből származó kibocsátásról.
- *Megbízhatóság*: hitelt érdemlő.
- *A teljesítmény javítása a kibocsátások nyomon követése és jelentése terén*: hatékony és megbízható eszközként segítse a teljesítmény javítását.

2.4. Változások

A létesítményt üzemeltető részéről és a hitelesítő részéről is kérdés, hogy melyek azok a változások, amelyeket 15 napon belül be kell jelenteni. Úgy tűnik, hogy a Kr. egyértelműen meghatározza ezt, azonban a gyakorlat nem ezt mutatta:

- a kibocsátási engedély alapjául szolgáló adatokban történt bármilyen változás;
- a tevékenység végzéséhez és a létesítményhez kapcsolódó *lényeges változás*.

A Kr. az alapfogalmak között meghatározza, mit tekintünk lényeges változásnak:

- létesítmény kiterjedésében,
- műszaki jellemzőiben,
- termelési kapacitásban,
- technológiában,
- tüzelőanyag alkalmazásában,
- berendezésekben

végzett minden olyan átalakítás, amely az ÜHG kibocsátást legalább 10%-kal módosítja.

Az üzemeltetők egy része minden változást jelentett, pl. szakaszos üzemeltetés esetén leállások, indulások, alapanyag, adalékanyag változása, másik része pedig az alapadatok megváltozásáról sem adott tájékoztatást. A változással kapcsolatos jelentési kötelezettségek a tervezett 272/2004-es Kormányrendelet módosításakor pontosításra kerülnek (szakmai szervezetek már véleményezték a rendelettervezetet 2006 szeptemberében).

3. Kibocsátások meghatározása

A szén-dioxid-kibocsátás megállapítását, nyomon követését a Bizottság 2004/156/EK határozata és a Kr. 2. sz. mellékletében meghatározottak szerint kell végezni. Az üzemeltető által egy adott létesítmény kibocsátásainak meghatározásához használt megközelítési módok összességét, a nyomon követés módszertanát, a nyomon követési

követelményeket a kibocsátási engedélyek tartalmazzák, a követelményekben történt minden változást engedélyeztetni kell.

A kibocsátás meghatározása történhet számítással és közvetlen méréssel, ha az pontosabb eredményt ad, mint a számítás, azonban a mérést számítással is alá kell támasztani. A számításokat minden létesítményre, illetve tevékenységre külön-külön kell elvégezni.

A szén-dioxid-kibocsátás alapvetően kétféle forrásból származik:

- *tüzelésből eredő kibocsátás*: kibocsátás ($t \text{ CO}_2$) = tevékenységi adat (TJ) $\times$ kibocsátási tényező ($t \text{ CO}_2/\text{TJ}$) $\times$ oxidációs tényező;
- *technológiai eredetű kibocsátás*: kibocsátás ($t \text{ CO}_2$) = tevékenységi adat (t vagy ezer m^3) $\times$ kibocsátási tényező ($t \text{ CO}_2/t$ vagy $t \text{ CO}_2/\text{ezer } \text{m}^3$) $\times$ konverziós tényező.

A tevékenységre vonatkozó adatok az anyagáramra, a tüzelőanyag-felhasználásra, a kiindulási anyagra vagy a termékkibocsátásra vonatkozó információkat foglalják magukban, tüzelőanyagok esetén fűtőértékként meghatározott energiatartalommal (TJ), a kiindulási vagy kilépő anyagoknál pedig tömegben vagy térfogatban (t vagy ezer m^3) kifejezve. A tevékenységre vonatkozó adatok adatmeghatározási szintjéről szintén az engedélyek rendelkeztek.

3.1. Tüzelésből eredő kibocsátás

A tevékenységi adat – tüzelőanyag mennyisége és fűtőértéke – meghatározása a legtöbb esetben nem okozott problémát, az engedélyekben meghatározottak szerint történt, tüzelőanyag-típusonként. A mennyiségmérésnél a kérdés mindig az, hogy hol és mivel mérünk, a mérőeszközök hiteles mérésre alkalmasak-e. A hol azért kérdés, mert tudnunk kell, hogy a mért adat mely berendezések tüzelőanyag-felhasználását foglalja magában. Ha a létesítménybe tartozó berendezések egyértelműen meghatározásra kerültek (lásd: engedélykérelem A3 adatlap, illetve az engedély) és az a létesítmény valamennyi CO_2 -forrását is magában foglalta, akkor a költséghatékony és átlátható megoldás a létesítmény teljes fogyasztásának a mérése hiteles mérőeszközzel. A mérőeszköz hiteles állapotának igazolása sem volt egyszerű kérdés, hiszen a mérőeszköz a szolgáltató (gáz esetén) vagy az eladó (szilárd tüzelőanyag esetén) tulajdona, a hitelesítési bizonyítványok beszerzése ezért a szolgáltatótól vagy az eladótól történt.

A létesítményhez tartozó berendezések között egyes üzemeltetők nem vették figyelembe a technológiailag szorosan kapcsolódó berendezéseket, illetve a kiegészítő fűtőberendezéseket, ugyanakkor a létesítmény teljes fogyasztásáról rendelkezésre állt hiteles tüzelőanyag-felhasználási mennyiségi adat. Az olvasztó-, égetőkemencék vagy más technológiai berendezések pontos tüzelőanyag-fogyasztásának mennyiségméréséhez a hiteles mérőórák

felszerelése vagy ha a nem hiteles mérőeszköz rendelkezésre állt, a mérőeszközök hitelesítése, kalibrálása indokolatlan költséget jelentett az üzemeltetőnek.

A fűtőértéket az engedélyekben meghatározottak szerint – szolgáltatói mérési adat vagy a rendeletben meghatározott érték – kellett számításba venni.

3.2. Technológiai eredetű kibocsátás

A technológiai kibocsátás számítására két lehetőséget kínál a Kr., karbonátos vagy oxidos meghatározást. A karbonátos alapú számításnál a tevékenységi adat meghatározásához a gyártási folyamat bemeneti oldalát, a karbonáttartalmú alapanyagok és szénttartalmú adalékanyagok alábbi adatait kell pontosan ismerni:

- alapanyag mennyisége,
- alapanyag kémiai összetétele.

Az oxidos alapú meghatározásnál pedig a késztermék alábbi adatait kell pontosan ismerni:

- késztermék mennyisége,
- késztermék kémiai összetétele.

Az oxidos alapú számításnál az adatokat – a tevékenységi adatot és a kibocsátási tényezőt – korrigálni kell a kemencébe nem karbonátként bejutott anyagokkal (újrahasznosított üvegcserep vagy alternatív tüzelőanyag és a jelentős alkálifém- és alkáliföldfém-oxid-tartalmú nyersanyagok). Az üzemeltető kérelme alapján a hatóság döntött ebben a kérdésben is. A döntése az engedélyben jelent meg, amely nem minden esetben egyezett meg az üzemeltető kérelmével. Lehet azt mondani, hogy az ásványanyagiparban (üveg, tűzálló anyag, cserep, tégl) a karbonátos alapú meghatározás vált gyakorlattá.

3.2.1. Az alapanyag mennyiségének a meghatározása

Az üveg- és tűzállóanyag-iparban az alapanyagok mennyiségének hiteles mérése alapanyagokként nem okozott gondot, hiszen a keverékkészítés receptúrák szerint, pontosan mért és elszámolt anyagmennyiségek alapján történik. Az adagolómérlegek rendszeres ellenőrzése is a technológiai folyamat része.

A cserep- és téglagyártásban a felhasznált alapanyagok mennyiségének meghatározására az alábbi módszereket engedélyezték:

- bányamérés, földtani mérés,
- szalagmérleg az agyagfeladásnál,
- a késztermék tömege alapján.

A földtani mérés abban az esetben fogadható el, ha a mérési jegyzőkönyv is rendelkezésre áll, és a depózott agyag mennyiségét adja meg, a depóban lévő agyagról készült műszaki becslés nem mérés. A mérést évfordulókor kell elvégezni, nem csak a depó képzésekor. A bányaméréssel csak a depóban lévő nedves anyag mennyiségéről van információ. A tevékenységi adat pontos meghatározásához a depó és az égetőkemence közötti termelési fázisokban lévő agyagot is figyelembe kell venni a számításnál mind az év elején (termelés indításakor), mind az év végén (termelés leállításakor).

A szalagmérleggel gyakran a tárolósilóba (puffer) bemenő agyag mennyiséget mérik, ami nem egyezik meg az égetésre kerülő agyag tömegével. A keletkezett nyers és szárított selejt a legtöbb helyen visszaforgatásra kerül, kérdés, hogy a szalagmérleg előtt vagy után. Ha előtte, pl. a depóba, akkor azt az agyagot is számításba vettük a CO₂-kibocsátásnál, amit nem égettünk ki. A tevékenységi adat pontos meghatározásához a technológiai sor felépítésétől függően a szalagmérleg és az égetés közötti készletekkel is számolni kell mind az év elején (termelés indításakor), mind az év végén (termelés leállításakor).

Mindkét módszernél számolni kell az agyag nedvességével, hiszen a depóban, illetve a szalagmérlegen nedves agyag van, a számítás további részében pedig a száraz agyagra vonatkozó kémiai összetételi adatok állnak rendelkezésre.

A késztermék tömeg alapján történő számításnál az égetett késztermék típusonkénti darabszámából és az egyes terméktípusok egységtömegéből számítással határozzák meg a felhasznált száraz agyag mennyiségét. Az így kiszámított égetett készárutömegből az agyag égetési hőmérsékletén mért izzítási veszteségével az égetésre került száraz agyag mennyisége kiszámítható. Természetesen ez a számítás egyben feltételezi, hogy a termék gyártása során rendszeres és dokumentált mérések történnek az égetett termék tömegét illetően, illetve a termék egységtömegének mérésre hiteles és ellenőrzött mérőeszközök állnak rendelkezésre.

3.2.2. Az alapanyag kémiai összetételének meghatározása

Az alapanyagok kémiai összetételének meghatározására az 1. adatmeghatározási szint megengedi a legjobb ipari gyakorlathoz való iránymutatások alkalmazását, a 2. adatmeghatározási szintnél az anyagösszetételt meghatározó laboratóriumnak az EN ISO 17025 szabvány szerint akkreditálnak kell lennie. Mindkét változat előfordult az engedélyezett módszerek között.

Az üvegiparban, saját laboratóriumban a legjobb ipari gyakorlat szerint végzik az alapanyagok és késztermékek kémiai vizsgálatát. Számos esetben előfordul, hogy ipari körvizsgálattal (pl. cégcsoporton belül) ellenőrzik a vizsgálati eredményeket, így a legjobb ipari gyakorlat anyagspecifikus mérési módszerekkel igen pontos adatokat szolgáltat. A feldolgozott alapanyagok homogének, az alapanyagokból a szállítmányonkénti mintavétel, a mintavételi szabályok betartása nem jelent gondot az üveg- és tűzállóanyag-iparban.

Abban az esetben, ha a legjobb ipari gyakorlat mellett az akkreditált labormérést kontrollként előírja az engedély, nem mindegy, hogy milyen módszerrel végzi az ellenőrző mérést az akkreditált labor. Az anyag sajátosságainak megfelelő vizsgálati módszertől nem lehet eltekinteni, ellenkező esetben használhatatlan és kémiailag fals adatok keletkeznek.

A tégl- és cserepipari alapanyagok vizsgálati eredményei extrém példákat is produkáltak attól függően, hogy milyen akkreditált laboratórium végezte a mérést, és a

mintavétel hogyan történt. A kisebb téglagyárakban nem állt rendelkezésre az engedélyben meghatározott háromhavonkénti akkreditált laboratórium által végzett mérés, így sok esetben egy mérési eredmény képezte a számítás alapját.

Az agyagok egy agyagbányán belül is eltérő összetételűek, az agyag depózásának is az egyik célja a nyersanyag tulajdonságainak javítása. Azt váránk az agyagvizsgálatok eredményéből, hogy a technológiai homogenizálást követően a kémiai vizsgálatok jó közelítéssel egyeznek. De sajnos nem, aminek az oka többnyire a mintavételi körülményekben keresendő. A háromhavonkénti ellenőrző méréshez olyan átlagmintát kell készíteni, amely a gyártási időszakot jól reprezentálja. A mintavételi szabályok létrehozása és szigorú betartása elengedhetelen követelménye a CO₂-kibocsátás nyomon követési módszertanának.

Az agyag karbonátos alkotóinak meghatározása tisztán kémiai vizsgálattal nagyon nehéz, és sok hibát is rejt magában. A szilikátos anyagok, ásványok karbonátos összetevőinek mérésében fontos szerepe van a műszeres méréseknek. A fázisösszetételre a röntgendiffrakció

vizsgálat, a karbonátok bomlási folyamatáról, a bomlási folyamat eredményeként képződő CO₂-ról pedig a derivatografiás vizsgálat, a DTA görbék adnak részletes, gyors és pontos információt. Egy derivatografiás vizsgálat az agyagok szervesanyag-tartalma, illetve az égetési hőfokon mért izzítási veszteség is meghatározható.

4. Összefoglalás, további célkitűzések

A vonatkozó jogszabályok részletes ismertetése nélkül foglaltam össze azokat a legfontosabb tapasztalatokat, amelyeket a 2005. évi kibocsátások hitelesítése során mint vezető hitelesítő szakértő szereztem többnyire az ásványanyag-ipari (üveg-, téglá- és cserépgyártás) területén. Az első elszámolási időszak tapasztalatai, az egységes értelmezés minden érintett szereplő (üzemeltető, engedélyező hatóság és a kvótáról rendelkező minisztérium) részére rendkívül fontos, hiszen a kibocsátások pontos, torzításmentes ismerte a további kibocsátáscsökkentések alapját képezi, amely mindannyiunk rövid és hosszú távú érdeke.

* * *

BAU 2007

2007. január 15-20. között 40 ország mintegy 2000 kiállítója mutatja be Európa legnagyobb építőanyag-szakovására új termékeit, rendszereit és technológiáit. A BAU ezzel elfoglalja az Új Münchener Vásárváros teljes területét, a 17 vásárcsarnok 180 ezer négyzetméterét.

A bemutatott kínálat minden eddigénél szerteágazóbb, melyek közül a lényegesebbek:

- A **kőanyagok és kerámiák** kínálata kötermékeket, mészhomokkővet, betonárúkat, habkőveket, szálerősítő cementtermékeket, vakolatokat, esztrichanyagokat, hő- és vízszigetelő anyagokat vonultatja fel.
- A **tetőanyagok és tetőablakok** összesen mintegy 10.000 négyzetmétert foglalnak el. Ebben a kínálati csoportban többek között a téglá- és tetőcserépgyártók mutatják be termékeik szerteágazó választékát és kimagasló tulajdonságait – a falazótéglától a tetőcserépen át a teljes épületrészekig.
- Az **építőipari vegyszerek** átfogó képet adnak a piaci kínálatról az A4-es és A5-ös vásárcsarnok 15 000 négyzetméterén – hiszen csak a német vegyipar mintegy 50 000 termékkel szolgálja ki az építőipart.
- Az **építészeti felületek**, amelyek főként a nagy épületek és ipari létesítmények arculatát határozzák meg, a vásárváros keleti részét uralják. Kiemelkedő fénypontja a szakováranak esztétikai szempontból is a **kerámia- és járólapok** bemutatója. A **természetes és műkö felületek** 2007-ben először mutatkoznak be önálló kínálati csoportban.
- A nemzetközi **üvegipar** élenjáró vállalatai a C2-es csarnokban mutatják be legújabb üvegtermékeiket

és üvegépítészeti fejlesztéseiket, megoldásaikat. A színvonalas kialakítású standokat a „Visions of Glass” jelmondat kapcsolja össze, és 2007-ben is jelen lesz a sikküveggyártás valamennyi vezető gyártója.

- A **napenergia-hasznosítás** önálló csoportot alkot. A „napenergia távlatai” jelmondat jegyében a kiállítók a napenergia hőtechnikai és villamos hasznosítását mutatják be építészeti és építőmérnöki megvilágításban.
- A 2005-ös szakovárhoz viszonyítva szintén nagyobb területet foglalnak el a szoftverházak a **BAU IT** keretében.

A BAU 2007 keretében ismét számos építészeti és mérnöki díjat adnak át, többek között az 1:1 „Első ház” díjat (amelyet a berlini Bauwelt szakfolyóirat hirdetett meg), valamint az „Esztetika és szerkezet” díjat (a müncheni DETAIL szakfolyóirat díját). A Bajor Mérnöknap fénypontja a mérnöki díj átadása lesz, és hagyományosan a BAU mellett hirdeti ki az építőanyag-piaci Oscar-díj nyertesét a duisburgi Wohlfarth Kiadó. Ezenkívül a német építőipar számos szakmai szövetsége használja ki a BAU 2007 adta lehetőséget a szakmai találkozók, kongresszusok és szimpóziumok rendezésére.

Január 17-én Német-Magyar Építőipari Napot tartanak, ahol összegzik az együttműködési tapasztalatokat (eset tanulmányokkal bemutatva a közös munka folyamatát), biztosítják a szakemberek eszmecseréjét. A bankok képviselői ismertetik, hogy milyen pénzügyi források állnak rendelkezésre.

A vásár magyar szervezői a jelentkező szakembereket, szakmai csoportokat kalauzolják, az azonos érdeklődésű szakembereknek konzultációt, tárgyalási lehetőséget biztosítanak.

További információ: *Promo Kft., Telefon: 06-1/224-7765. E-mail: hunmunch@elender.hu*

Útépítési zúzottkövekkel szemben támasztott követelmények

Puchard Zoltán

Colas Hungária Kft. Technológiai Igazgatóság

technologia@colashun.hu

Requirements for crushed materials for roads

The domestic aggregate usage was exceeding an extremely high amount in the last years, causing tremendous constraints for the quarries especially from quality point of view.

In the foregoing period beside the continuously relatively high production two other issues: the special requirements

of road construction companies with sensitive materials and the more strict criteria set by the new EN standard of asphalt production will cause difficulties for the technology oriented staff of aggregate production firms.

This article is focusing on the summary of these special needs and provides some ideas for providing higher and higher quality row materials.

1. Bevezetés

A hazai kőzetfelhasználás az elmúlt esztendőben kiemelkedő mennyiséget ért el, a bányák hosszabb időszakon keresztül kapacitáshatárig kihasználva működtek, a gyártott mennyiséget szinte nem is a depókba, hanem közvetlenül a szállító járművekre helyezték el. Ilyen kiemelt mennyiségű gyártás mellett a minőségi követelmények teljesítése igen nehéz, szakembert és technológust próbáló feladat.

Az útépítési célú felhasználásra gyártott kőzetekkel szemben a követelmények az elkövetkező időszakban jelentősen szigorodni fognak az új európai aszfalttermék-szabványok bevezetésével. Ez különösen az aszfaltkeverékek szemeloszlásának pontossági követelményeire igaz.

A hazai gyakorlatban nemrég bevezetett teljesítményelvű aszfaltok, valamint a közeljövőben bevezetésre kerülő további technológiák speciális igényeket is támasztanak az alkalmazott kőzetekkel szemben.

2. Korszerű kőzetvizsgálati módszerek egy kivitelezői laborban

A hagyományos kőzetvizsgálatok mellett a Colas Hungária Kft. központi laboratóriuma felkészült a speciális kővizsgálatra is.

Az ismert, alapvető kőzetfizikai vizsgálatok közül laboratóriumi munk alkalmas micro-Deval-, Los Angeles-, valamint szulfátos kristályosítás elvégzésére is. A kőzetfizikai vizsgálatok mellett – az országban különlegesnek számító – polírozódásvizsgáló berendezéssel is rendelkezik, melyek segítségével mind a korábbi MSZ, mind pedig a vonatkozó EN szabvány szerint meghatározható a kőzetek besorolása (1. ábra).

Az egyes bányákból származó kőzetfrakciók – főleg a finomrészt tartalmazó 0/2-es és 0/5-ös frakciók – esetében igen lényeges paraméternek látjuk az agyagásványok – kaolinit, montmorillonit stb. – szennyeződésének elemzését. Ennek céljából a laboratórium felszerelkezik metilénkék-vizsgálat elvégzésére is.

3. Az aszfalt új gyártásközi ellenőrzési rendszeréből eredő kihívások

Az aszfaltgyártás jövőbeni ellenőrzésének rendszerét az MSZ EN 13108-21:2006-os európai szabvány tartalmazza (2. ábra). A felállított követelményrendszer a korábbiaknál jóval szigorúbb elvárásokat támaszt. Míg a jelenleg is érvényben lévő, hazai Útügyi Műszaki Előírás három vagy némi kopórétegek esetében négy helyen írja elő az aszfaltok szemeloszlási görbéjének megfelelőségét, addig

Minták polírozódás vizsgálatra
Samples for polishing test



Polírozódás- (PSV) vizsgálat
Polishing (PSV) test



Los Angeles-vizsgálat
Los Angeles test



Micro Deval-vizsgálat
Micro Deval test



1. ábra. Korszerű kőzetvizsgálati eszközök a Colas Hungária Kft. központi laboratóriumában
Modern aggregate test equipment in the Central Laboratory of Colas Hungary

A1. táblázat: Megengedett eltérések abszolút százalékban a gyártás megfelelőségének értékeléséhez

Oszlop	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Sor	Átesett ^a százalék	Egyedi minták, megengedett eltérés az előírt összetételtől (A3.2.)					Négy minta középértéke, megengedett eltérés az előírt összetételtől (A3.3.) az előírt értéktől megengedett eltérés középértéke (A5.)				
		Finom szemcsés keverékek	Durva szemcsés keverékek	Öntött aszfaltkeverékek	Érdesített homokaszfalt		Finom szemcsés keverékek	Durva szemcsés keverékek	Öntött aszfaltkeverékek	Érdesített homokaszfalt	
					Finom szemcsés keverékek	Durva szemcsés keverékek				Finom szemcsés keverékek	Durva szemcsés keverékek
1.	D	+5 -8	+5 -9	+5 -8	+5 -8	+5 -9	± 4	± 5	± 4	± 4	± 5
2.	D/2 vagy jellemző durva szita	± 7	± 9	± 8	± 7	± 9	± 4	± 4	± 4	± 3	± 4
3.	2 mm	± 6	± 7	± 8	± 5	± 7	± 3	± 3	± 3	± 2	± 3
4.	jellemző finom szita ^c	± 4	± 5	–	± 4 ^b	± 5	± 2	± 2	–	± 2	± 3
5.	0,063 mm	± 2	± 3	± 4	± 2	± 3	± 1	± 2	± 2	± 2	± 2
6.	oldható kötőanyag- tartalom	± 0,5	± 0,6	± 0,5	± 0,6	± 0,6	± 0,3	± 0,3	± 0,25	± 0,25	± 0,3

^a Az 1,4 D nyílásméretű szitán átesett anyagmennyiség 100% követelményhez a megengedett eltérés -2%.

^b A D = 4 mm vagy az alatti névleges legnagyobb szemmagyságú ÉHA keverékek esetén a jellemző finom szitán a megengedett eltérés ± 10% legyen.

^c A D/2-nyílásméretű szita nem minden keverékhez alkalmas. Alternatívaként lehet, hogy mind egyik termékhez a termékasz-
ványban meghatározható szitanyílásméret, amely különösen fontos az anyag jellemzésében.

2. ábra. Az MSZ EN 13108-21:2006-os szabvány gyártásközi ellenőrzésre vonatkozó A1. táblázata
Table A1 of MSZ EN 13108-21:2006 standard concerning control of asphalt production

az aszfalt gyártásközi vizsgálatait előíró hivatkozott európai szabvány öt ponton fogja meg a görbét, ráadásul több esetben a korábbi hazai előírásban megadott, megengedett eltéréseknél szigorúbb határokkal.

A követelmények az előzetes vizsgálatok szerint a jelenlegi rendszerben csak a keverékek 50–80%-a esetén teljesülnek. Annak érdekében, hogy az új követelményeknek megfeleljen az aszfaltgyártás, szükség van a közetfrakciók méreten kívüli részeinek igen szigorú kontrollálására, továbbá az UKZ frakciók esetében a lehetőség szerinti minél homogénebb szemeloszlás biztosítására.

Természetesen az aszfaltkeverőkben is szükséges fejlesztéseket tenni a keverékek gyártási pontosságának további fokozására. A gyártásközi ellenőrzés fokozása érdekében megfontolandó a mintavételek rendszerének esetleges sűrítése.

4. A szennyezettségre vonatkozó kritériumok

Az MSZ EN 13043 szabvány a korábbi hazai gyakorlattól eltérően előírásokat tartalmaz a közetek szennyeződéstartalmának besorolása szempontjából is. A szennyeződés mérésének több módszere is ismert, ezek közül a szabvány a metilénkék-vizsgálat szerinti besorolást tartalmazza (3. ábra). A metilénkékérték meghatározását az EN 933-9 szabvány szerint kell elvégezni. A metilénkékérték

6. táblázat: A megengedett metilénkékérték (MB_F) szerinti osztályok

MB _F -érték g/kg	Osztály MB _F
–	MB _F NT ^a
≤ 10	MB _F 10
≤ 25	MB _F 25
> 25	MB _F megadott
Nincs követelmény	MB _F NR

^a Az MB_FNT osztály esetén nincs vizsgálati követelmény.

3. ábra. Az MSZ EN 13043:2003-as szabvány 6. táblázata a közetek metilénkék-kategóriájának meghatározásához
Table 6 of MSZ EN 13043:2003 for determining the clearness category of methylene blue

szerinti besorolás akkor szükséges, ha a kőanyaghalmoz finomrész-tartalma (0,063 mm alatt) 3–10% közé esik.

A metilénkék-vizsgálaton kívül számos egyéb módszer is létezik az agyagos és egyéb szennyeződések meglétének kimutatására. Például derivatográffelvételek alkalmazásával a montmorillonit- és kaolinitásványok százalékos mennyisége kellő pontossággal meghatározható, segítséget nyújtva a közetek változásának értékelésére, valamint a szennyeződött közetek elkülönítésére.

5. A porszennyezettség csökkentése

Az aszfaltkeverő telepeken folyamatosan megfigyelhető – az ország több részéről érkező közetek felhasználása

mellett is –, hogy a szállópor-terhelés igen jelentős, a kőzetekkel a keverőbe érkező por mennyisége igen magas. Egyes becslések szerint ez a mennyiség a teljes kőzetmennyiségre vonatkoztatva mintegy 2-3%-ot tesz ki, amely érték mind környezeti, mind gazdasági szempontból túlzottnak mondható.

A Colas-csoport kőzetbányáiban több helyen is megvizsgáltuk annak lehetőségét, hogyan lehetne a törési mechanizmus során csökkenteni a porszenyezés mennyiségét. Javaslatunk szerint a finom szennyeződés bányában való csökkentése igen jelentős hasznot hozhatna az aszfaltgyártás során. Különös tekintettel igaz ez a jelentős távolságra szállított kőzetek esetében, hiszen akár 1-2% többletszállítási költség is jelentős terhet jelent a kivitelezők számára, nem beszélve a keverőkben keletkező nagy mennyiségű saját por elszállításának, illetve elhelyezésének költségéről, valamint a többletenergia-költségről és a környezetvédelmi díjakból származó egyéb kiadásokról.

6. Napjainkban megjelenő speciális igények

Az elmúlt években megjelentek olyan különleges aszfaltkeverékek, amelyek speciális igényeket támasztanak a kőzetekkel szemben is. Ilyen az egyre kedveltebben alkalmazott színes aszfaltok köre, ahol a kőzet színének is igazodnia kell az elvárásokhoz.

A nyugat-európai gyakorlatnak megfelelően várhatóan egyre fontosabb lesz az útburkolat érdessége, melynek jelentős szerepe lehet a balesetek számának csökkentésében. Egyes városi utakon – ahol nem a nehéz teherforgalom, hanem az utóbbi szempont a meghatározó – a kiemelkedő közfizikai elvárásokkal szemben indokoltabb a PSV értéket előírni.

7. Összefoglalás

A korábbiakban röviden felvázolt, újszerű aszfaltgyártási elvárások tükrében megállapítható, hogy az új aszfalttermékszabvány magasabb minőségi követelményeket támaszt a keverékgyártókkal szemben, mint a korábbi előírások. Ezek teljesítéséhez már a kőbányákban szükségessé válhat minőségi javítást célzó intézkedések bevezetése. Ezen intézkedéseknek két fő területe: a szemeloszlás precizitásának és homogenitásának biztosítása, valamint a portartalom csökkentése, illetve a finomrész-tartalom károsanyag-tartalmának kontrollálása.

Javasoljuk annak megfontolását, hogy egyes speciális keverékek előállításához (nagy merevségű aszfaltok, kiemelt minőségű kopórétegek) a bányák készüljenek fel magasabb és homogénebb minőségű anyagok gyártásával. Ezen anyagok magasabb fokú biztonságot adnának a felhasználók számára az aszfaltkeverékek minőségének biztosításához.

A kiírásoknál jobban kell mérlegelni, hol milyen elvárásokat szükséges megfogalmazni, mely kritériumok előírása indokolt. Fentiek tükrében a kőbányáknak szélesebb kínálatot kell igazodniuk a piac új kihívásaihoz.



A hódmezővásárhelyi Alföldi Porcelángyár alapítása és működése

(1965-től a rendszerváltásig)

Abból a célból vezérelve, hogy az utókor részére megmaradjon az Alföldi Porcelángyár (AP) létrehozásának, felépítésének folyamata, Higi László, a gyár első igazgatója úgy kívánta, hogy akkori munkatársai – mindahányan gyáralapítók is – minderről egyfajta dokumentációt készítsenek. A történeti igazsághoz tartozik, az AP létesítéséhez a döntéseket az is erősítette, hogy a mindig híres vásárhelyi fazekasipar és majolikagyár, valamint az ezekhez csatolható munkaerő és az Alföld másik kincse, az algyői földgáz mint működésbiztosító energiaforrás rendelkezésre álltak.

Azon a földön, ahol még most is áll az AP, 50 évvel ezelőtt még aranylő búzatáblák hajladoztak. Őseink által és egy már elmúlóban lévő generáció verejtékével öntözött földön jött létre 1965–67-ben – majd új beruházásokkal bővült – az AP, ahol a gyár műszaki vezetői és szorgos munkásai sok éven át megélhetést találtak.

Akkor sokan azt kívántuk, hogy a 20. század hazai nagyipari alkotása magunknak és utódainknak, magyar népünknek a javát szolgálja végtelen időig. Viszont a rendszerváltás és az utána következett privatizációs hullám következtében tulajdonlasi vágyak is ébredtek (mind gyáron belül, mind kívülről), melyek megrendítették a porcelángyár szervezeti és működési egységét. Eredményként – új tét, új nyereséyalapon – lényegében megszűnt az emberi remények szerint „örök időkre szánt” gyárkomplexum.

Mostanság a város szélén különböző tulajdonba került kerámiai üzemek működnek, ezek napjainkban már a felszámolás, megszűnés határán állnak, és leginkább nem magyar tulajdonúak.

A hajdani, működtető „porcelánosok”, akik még közöttünk vannak, vagy azok, akiket az élet másfelé sodort, tudják, hogy a GYÁR szíve most is dobog, és Vásárhely határában, földjében mélyen betonba ágyazva talán elpusztíthatatlan, megújulva fennmarad majd.

Magam részéről, aki a gyár első időszakától kezdve húsz éven át laboratórium- és technológiafejlesztési vezető voltam, sok jó munkatárssal válllvetve dolgoztam, vettem a bátorságot – azok nevében is, akikkel már nem léphetek kapcsolatba –, hogy az AP kezdeti és egy következő időszakáról valamelyest kései híradást próbáljak tenni (együttal Hódmezővásárhely helytörténeti anyagát is gyarapítani).

Az AP létrehozásában számos, különböző beosztásba került műszaki és szakmunkás, munkás ember került egymással munkakapcsolatba mind Hódmezővásárhelyről, mind az ország más részeiből. Képzettségükkel és létszámukkal mindvégig biztosították a gyár működését és fejlődését. Egyesek az utód üzemeknek ma is értékes tagjai.

A gyár kialakulásában, fejlődésében országos ipari, kutatóintézmények (pl. SZIKKTI, az ÉVM- FIM Finomkerámia Osztálya) egyaránt közreműködtek.

*Dr. Kozma Béla okl. vegyész,
volt porcelángyári (1965-1985) laborvezető.*

ENERGIAGAZDÁLKODÁS

„CORA” típusú gáz-levegő keverékes tüzelőrendszer

J. Dietl, HORN Glasanlagen GmbH

Bevezetés

A „CORA” mozaikszó a constant ratio (állandó arány) szavak összevonásából keletkezett, s ezzel a tüzelőrendszer legfontosabb előnyét már meg is neveztük.

A HORN által kifejlesztett gáz-levegő keverékes tüzelőrendszer a hagyományosan ismert rendszerek elvén működik, és minden földgázzal, valamint cseppfolyós propángázzal (LPG) is üzemeltethető. A fő különbség ugyanakkor abban áll, hogy a gáz-levegő keverés, valamint az arányszabályozás nem Venturi-, ill. injektorkeveréssel történik.

A tüzelőrendszer alapváltozatát 1999-ben helyezték üzembe, azóta számos berendezésben több mint 200 szabályzóállomáson működik eredményesen.

Az égéslevegőt radiálventilátorok szolgáltatják, és egy csőelosztó vezetékhálózaton keresztül az adott keverő- és szabályzóállomáshoz vezetik.

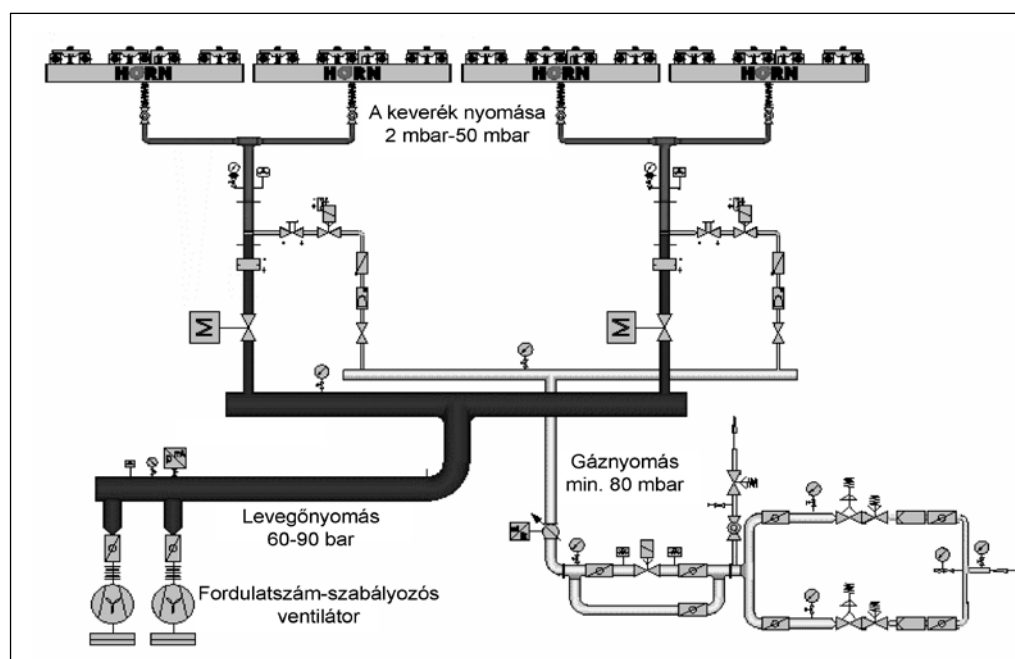
A rendszer vezérléséhez szükséges gázberendezések elé egy gázszűrő és nyomásszabályzó állomást kapcsolnak, melyek egy 80 és 95 mbar között beállítható állandó értékre szabályozott gáz-előnyomásról gondoskodnak.

A berendezés vezérléséhez szükséges gázellátás biztonsági szerelvényekkel kezdődik, melynek részei a főágban lévő gázbiztonsági szelep és a nyomáskapcsolók a minimális és maximális gáz- és égéslevegő-nyomás figyelésére.

Ezt követően egy gázmérő órát lehet beiktatni az összes gázmennyiség, ill. az egyes felhasználók (pl. elosztócsatornák vagy feederek) gázfogyasztásának mérésére.

Ezután egy elosztóvezetékén keresztül a gáz a keverő- és szabályzóállomáshoz áramlik, és ott az adott szabályzóállomáshoz jut.

A keverő- és szabályzóállomáson elkészített gáz-levegő elegy a keverékezővezetékén keresztül az adott égőelosztó csöveken át a felszerelt égőkhoz kerül.



A rendszer vázlatos leírása

* A 2006. májusi üvegipari konferencián elhangzott előadás szerkesztett változata.

A CORA rendszer előnyeit a hagyományos tüzelőrendszerekkel szemben az alábbi műszaki megoldások mutatják

1. Az égéslevegő állandó értékre szabályozott előnyomása

A fordulatszám-szabályozóval ellátott ventilátorok segítségével egy pontosan behatárolt, 60 és 90 mbar közötti égéslevegő-nyomást lehet biztosítani, amelyet azután konstans kiindulónyomásként lehet szabályozni a levegőelosztóban az adott teljesítményszabályzó szelepek előtt.

Ennek következtében az egyes szabályozónak kölcsönösen egymásra gyakorolt hatása elkerülhető, valamint az egész rendszer csillapítása és stabilizálása elérhető.

További pozitív hatásként merül fel a nem elhanyagolható mértékű energiamegtakarítás is:

- a fordulatszám-szabályzóval ellátott ventilátorok által történő automatikus nyomás szabályozásából adódóan a ventilátormotorok energiaszükséglete az adott fűtésteljesítményhez illeszkedik;
- az alkalmazott keverők nyomásvesztése sokkal csekélyebb, mint a Venturi-, ill. injektorkeverőké, és emiatt itt kisebb statikus nyomású ventilátorokat lehet alkalmazni, ami ugyancsak árammegtakarítást eredményez.

2. Pontosán definiált teljesítményszabályozás

Az egyes szabályozónak fűtési teljesítményét az égéslevegő mennyiségével szabályozzák úgy, hogy a gáz mennyiségét egy speciális arányszabályzóval a levegőmennyiséghez arányosan hozzászabályozzák.

Az égéslevegő szabályozásához lineáris karakterisztikájú, az adott teljesítménynek megfelelő, meghatározott Kv-értékkel rendelkező, szabályozókúpokkal ellátott motoros szabályozószelepeket alkalmaznak.

Mindebből következik az égéslevegő pontos adagolása és az optimális szabályozási folyamat biztosítása.

3. Gáz-levegő arányszabályozás

A motoros szabályozószelep és a keverőcső közé egy mérőperemet helyeztek el. A mérőperemen mért levegőnyomás-különbséget – amely függ az átáramló levegő mennyiségétől – egy speciális gázszabályzóhoz vezetik, amely azután egy utánkapcsolt fojtószelep segítségével ugyanezt a nyomáskülönbséget a gázoldalon is beállítja, s ezáltal a gázmenyiséget arányosan a levegőmennyiséghez szabályozza.

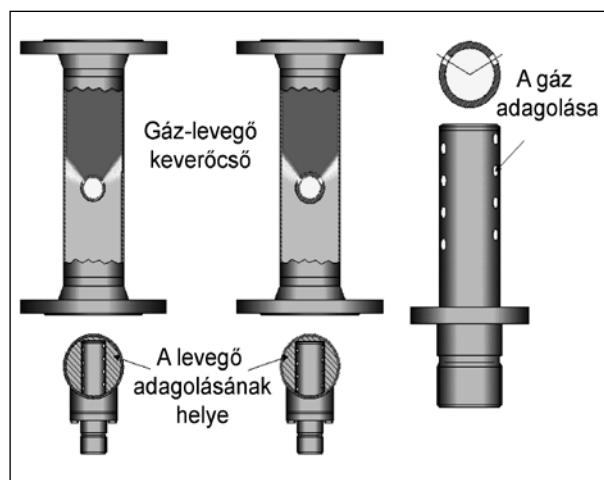
Ellentétben a nyomásfüggő Venturi-, ill. injektorkeverőkkel, a mennyiségfüggő arányszabályozás a teljes szabályozási tartományban stabil gáz-levegő arányt biztosít.

A kemencetérnyomásból vagy az égőfűvókák kereszt-

metszetének változásából következő, elkerülhetetlen hatásokat a rendszer mindenféle negatív hatás nélkül kiegyenlíti.

4. Gáz-levegő keverő

A HORN cég által kifejlesztett keverőcsőben a gázt kényszerkeveréssel juttatják be a légáramba. A gáz- és levegőáramlási keresztmetszeteket a fűtési teljesítménynek megfelelően számítják ki és határozzák meg annak figyelembevételével, hogy még minimálisan átáramoltatott mennyiségek esetén is turbulens áramlási sebességek alakuljanak ki, és a megfelelő keveredés biztosítva legyen.



Gáz-levegő keverő

A keverők az alábbi szabványméretekben és teljesítménytartományokban készülnek:

- NA 40 – teljesítménytartomány: 40–80 kW
- NA 50 – teljesítménytartomány: 100–200 kW
- NA 65 – teljesítménytartomány: 220–280 kW
- NA 80 – teljesítménytartomány: 300–450 kW

A keverők mindenfajta gázzal (földgáz, városi gáz, cseppfolyós propán) üzemeltethetők.

Előnyei:

- az injektor-, ill. Venturi-keverőkkel ellentétben kicsi a nyomásvesztés;
- a turbulens áramlási sebességek jó keveredési tulajdonságot tesznek lehetővé, ami különösen az alacsony teljesítménytartományban fontos;
- egy, a későbbiekben esetleg szükségessé váló teljesítményváltozáshoz alkalmazkodni lehet a gázfűvókabetétek cserélhetősége révén.

5. Biztonsági berendezések

A CORA típusú gáz-levegő keverékes tüzelőrendszer az alábbi biztonsági berendezésekkel van felszerelve, és megfelel az idevonatkozó DIN EN 746-2 sz. szabvány (Ipári hőtechnikai berendezések) irányelveinek.

Gázbiztonsági szelep a fő gázvezetésekre.

- Gázbiztonsági szelep szabályozózónánként.
- Gáznyomáskapcsoló min.-max. gáznyomásértékre.
- Levegőnyomás-kapcsoló min. levegőnyomás-értékre.
- Gáznyomáskapcsoló min. keveréknomás-értékre.

Vészleállítás. Áramkimaradásból vagy nem megfelelő gáz-, ill. levegőnyomásból adódó vészleállítás esetén a főágban lévő gázbiztonsági szelep, valamint az egyes zónák gázbiztonsági szelepei lezárják a gázáramlást (két, sorba kötött biztonsági szelep). Az üzemzavar megszűnése után a berendezést kézi visszaállítás után ismét üzembe kell helyezni.

A keverővezeték biztosítása. Visszalökés, ill. visszaégés ellen a keverővezetékben a keverő után egy nyomáskapcsoló, ill. zónánként a keverők előtt egy gázbiztonsági szelep van beépítve. Az alapterheléshez szükséges mennyiséget a levegőszabályzó szelep kerülővezetékén lévő speciális kézi szabályzószelleppel kell beállítani és rögzíteni. A keverékvezetékben a nyomáskapcsoló figyel a keveréknomást, és megengedhetetlen nyomásesés esetén a gázhozzávezetést a gázbiztonsági szelep csak az adott szabályzó zónában állítja le. A normális üzemi feltételek helyreállítása után az adott zónához történő gázszállítás ismét szabaddá válik.

* * *

FOLYÓIRATSZEMLE

Válogatás a Zement-Kalk-Gips folyóirat cikkeiből

A 2006. évi 1–8. szám publikációinak címfordítása

ZKG 1/2006

Henrich B.: Korszerű örlőüzem MPS malmokkal Exrtemadurában (Észak-Spanyolország). 57–62. old.
Zor M. – Šenel M. – Külečki U. E.: A támasztógörgők és tengelyek számítógépes optimalizálása. 63–71. old.
Hummel H-U. – Krämer G.: Gipsz-zeolit lemezek a külső légkör minőségének javítására. 2. rész. 72–80. old.

ZKG 2/2006

Harder J.: A klinkerhelyettesítő anyagok fejlesztése a cementiparban. 58–64. old.
Mersmann M.: Új típusú klinkerhűtő – kérdések és válaszok. 65–71. old.
Hennig A.: A feltárás mértékének előreláthatósága repesztes bányászat esetén. 72–80. old.

ZKG 3/2006

Ahrens M. – Konstantinovic Z.: Összehangolt portalanító berendezés és energiatényező-kiegyenlítés cementgyárak számára. 2. rész. 68–77. old.
Baier H.: Szilárd tüzelőanyag-helyettesítők az együttegetéses technológiát alkalmazó gyárak részére. 78–85. old.
Gebhart W.: Újra üzemképesé teszi kemencéjét a „kemencedoktor” (2. rész). 86–93. old.

ZKG 5/2006

Ahrens M. – Konstantinovic Z.: Összehangolt portalanító berendezés és energiatényező-kiegyenlítés cementgyárak számára. 3. rész. 44–53. old.
Drebensedt C. – Schmieder P.: Egy mészkőbánya üzemeltetésével kapcsolatos kutatások. 54–62. old.
Krennbauer F.: Szekunder tüzelőanyagok és hatásuk a klinkerégetésre. 63–71. old.
Dimmig – Osburg A. – Pietsch I. – Pakush J.: Polimer

adalékszerek és hatásuk a cement mikrostruktúrájára a szilárdulás kezdetén. 72–83. old.

ZKG 6/2006

Agrawal M.C. – Modi B.K.: A cement szilárdságának előrebecslése. 39–45. old.
Marinov D. – Penzov T.: Új szenzor és mikroprocesszor-modulok a körfolyamatos rendszerű golyósmalmokhoz. 46–54. old.
Combrink A.: Az ADAMS – a por alakú termékek PE zsákokba töltésére alkalmas új eljárás. 55–58. old.
Kretschmar H-J. – Lubenau U.: A CO₂ föld alatti tárolása és a cementipar. 59–67. old.
Bellmann F. – Stark J.: A cementhabarcsok szulfátállóság-vizsgálatával kapcsolatos új eredmények. 68–76. old.

ZKG 7/2006

Marmor F. – Petzoldt O.: Költséghatékony portalanítás zsákszűrővel. 1. rész. A portalanítás műszaki és fizikai alapelvei. 54–61. old.
Rößler K. – Boe E.: Szekunder tüzelőanyag hasznosítása kiváló folyamat-ellenőrzéssel (APC). Dyckerhoff esettanulmány. 62–69. old.
Plank J. – Wistuba S. – Stephan D.: Szabályos és ortorombos rendszerben kristályosodó, alumínátot tartalmazó portlandcementklinker. 70–80. old.
Atzeni C. – Orrù D. és társai: Mészpépek és a felhasználásukkal készült habarcsok reológijával kapcsolatos észrevételek. 81–87. old.

ZKG 8/2006

Gemmer M. – Schneider W.: A korszerű forgókemencés klinkerégetés fejlesztésének helyzete. 40–46. old.
Lechner S.: Az új piaci igényeket kielégítő, nagyméretű Maerz PFR kemencék. 47–55. old.
Marmor F. – Petzoldt O.: Költséghatékony portalanítás zsákszűrővel. 2. rész. A zsákszűrők tervezése. 56–62. old.
Schott D. L. – Lodevijks G.: Nagyméretű silók homogénizációs teljesítőképessége. 63–71. old.
Schutter-Blume W.: Biztonsági előírások mindenkinek: a HOLCIM internetes tréningje. 72–79. old.

Dr. Révay Miklós

A COLAS-ÉSZAKKŐ Kft. és a minőségbiztosítás 2006-ban

Sipos István műszaki igazgató
Csillag Pál minőség-ellenőrzési vezető

Egy cég munkájának értékeléséhez az egyik legfontosabb szempont az elvégzett munka, vagy a gyártott termék minősége. Így vagyunk ezzel a kőbányaszatban is, hiszen a legfontosabb visszajelzéseket a gyártott és értékesített zúzottkő minősége alapján kapjuk megrendelőinktől. A minőségbiztosítás a gyártási folyamat meghatározó eleme, amely végigkíséri a kő útját a robbantástól az értékesítésig.

A legfontosabb esemény a minőségügy területén, hogy 2006 január 1-jétől életbe lépett az új ÚT 2-3.601:2006 Útügyi Műszaki Előírás. Az előírás a bevezetett MSZ EN szabványokkal harmonizált, melyben már az új frakciók szerepelnek.

Üzemeinkben az átállást bonyolította, hogy megrendelői oldalról a rendelések – a 2005-ös évről áthúzódó szerződések és kiírások miatt – még a régi zúzottkő-frakciókra szóltak. A felmerülő, egyidejű régi és új termékek gyártásának igénye technológiai és késztermék-tárolási oldalról sem lehetséges. Az átállás az üzemeinkben a megrendelések kifizetésével, az év második felében, különböző időpontokban vált lehetségessé.

Az átállás költségei:

– új osztályozósíkok	20,0 M Ft,
– új laborszíták beszerzése	2,5 M Ft,
– alapvizsgálatok a terméktanúsításhoz	5,6 M Ft,
– terméktanúsítás költségei	3,2 M Ft.

Az ÚT 2-3.601:2006 Útügyi Műszaki Előírásban szereplő terméktanúsításnak megfelelő Megfelelőségi nyilatkozat [(2+) és (4)] szerinti kiadása az új frakciók gyártásának kezdete előtt nem lehetséges.

Szeptember 30-ig 3,5 millió tonna zúzottkővet termeltünk a CÉK üzemeiben. Ezt csak több műszakos munkarendek bevezetésével tudtuk elérni. A műszakok növelése magával vonta a létszámnövekedést. A 207 fős törzslétszám helyett 300 fő dolgozik az üzemekben. A minőségbiztosítás elengedhetetlen része dolgozóink folyamatos oktatása.

Fejlesztések a minőségbiztosítás területén:

- laboreszközök,
- laborakkreditáció,
- laboratóriumok,
- minőségirányítási rendszer EN ISO 9001.



Társaságunk célja, hogy – mint hazánk vezető kőbánya-vállalkozása – folyamatos fejlesztésekkel, a kor színvonalának megfelelő gépekkel, berendezésekkel, számítógépes eszközökkel folyják a termelés. Ennek keretében beszerezzük laboratóriumainkba a francia Arcade cég WIL laborprogramját. A program előnye, hogy a szokásos szemmegoszlási és közetfizikai vizsgálatok jegyzőkönyvén kívül statisztikai kiértékelésre is képes. Így vizsgálati szám (pl. az utolsó 15) vagy időtartam (max. 6 hónap) szerint tudunk gyűjtést végezni. Ez segíti a minőségingadozás folyamatos nyomon követését, továbbá a ledepózott zúzottkőről, ismerve a gyártás időszakát, megfelelő ismereteink lesznek. Célunk továbbá a kezelőfelületek oly módon történő kialakítása, hogy a program segítségével lehetőségünk legyen Minőségi Bizonyítványok kiállítására.

EGYESÜLETI ÉS SZAKHÍREK

VÍG JENŐ 75 éves



Kispesten született 1931-ben. A Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnök Karán 1957-ben szerzett oklevelet, majd 1978-ban a Budapesti Műszaki Egyetem gazdaságmérnök szakán vált mérnök-közgazdásszá – középfokú német nyelvvizsga birtokában.

1960-tól van közvetlen munkakapcsolata a szilikátiparral, mivel az Építésügyi Minisztérium Üvegipari Igazgatóságának volt a dolgozója különböző beosztásokban.

Az ÉVM Építőanyag-ipari Főosztály műszaki ügyekkel foglalkozó helyettes vezetőjeként a szilikátipari vállalatok – üvegipar, cementipar, téglagyár, kőbányászat, kerámiaipar, szigetelőanyag-gyártó ipar – tevékenységét felügyelte. Munkatílusa menedzsertípusú volt, ösztönözve a minőségi és gazdaságos termelésre a vállalatokat. Az információ gyors és részletes továbbítására, a munkakapcsolatok megteremtésére újszerű lehetőségeket biztosított.

1986-tól lehetőséget kapott a kerámiaiparban ezen munkatílusának kibontakoztatására vállalatvezetői szinten, a Pietra Rt.-nél. Hatékony termékstruktúra-váltást hajtott végre, korszerű kerámiatermékeket gyártó üzemet hozott létre, amely a hazai piacon és exportterületen is versenyképes volt.

A hazai durvakerámia- és finomkerámia-kapacitás arányainak változtatását a fejlesztési feladatok végrehajtásával biztosította. 1998-ban ment nyugdíjba, de tapasztalatát szívesen adja át ma is.

Egyesületünk elnöki feladatait 1995-től öt éven keresztül látta el, ebben az időszakban készült az 50 éves jubileumi kiadvány, amely bemutatta egyesületünk értékes tevékenységét.

Munkásságát 1997-ben Magyar Köztársasági Arany Érdemkereszttel is elismerték, Egyesületünk 2001-ben örökös taggá választotta.

A Szilikátipari Tudományos Egyesület nevében, megköszönve értékes munkáját szeretettel gratulálunk, és azt kívánjuk, hogy még sokáig elégítse ki a vele szemben támasztott igényeket, jó egészségben folytassa hasznos tevékenységét családjá és közösségünk érdekében.

* * *

BESZÁMOLÓ RENDEZVÉNYRŐL

Szakember-találkozó Kárpátalján

2006. szeptember 25–28.

„Az EU házhoz jön” program keretében szak- és üzletember-találkozót, valamint előadássorozatot szervezett Kárpátalján a Szilikátipari Tudományos Egyesület Szigetelő Szakosztálya. a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium támogatásával.

Ukrán, ill. kárpátaljai részről az ungvári, munkácsi, beregszászi megyei adminisztrációnak a gazdasági élettel és építéssel foglalkozó vezetői, az oktatás képviselői vettek részt. Magyar részről 17 szervezet mutatta be termékeit és tevékenységét: AMBDER TRADE '97 Kft., AUSTROTHERM Kft., CEMKUT Kft., DÖRKEN Kft., Duna-Dráva Cement Kft., ÉMI Kht., G & B Elastomer Trade Kft., Heraklith Hungária Kft., ISOLA Kft., KIUT Térségfejlesztési Egyesület, MINERALHOLDING Kft.,

Saint-Gobain Weber Terranova Kft., SZIKKTI Labor Kft., TERC Kft., Villas Hungária Kft., Zsindely „kas” Kft., XELLA Pórusbeton Magyarország Kft.

Az előadássorozat lehetőséget biztosított a felvetődő kérdések megválaszolására és a kialakult személyes kapcsolatok folytatására is. Beszámoltunk az európai uniós belépésünket követő hazai gondjainkról, tapasztalatainkról is (pl. feketemunka, körbetartozás, tőkehiány stb.). Fontos az őszinte tájékoztatás, az együttműködés, a szakemberek továbbképzése, amely hozzájárulhat a versenyképesség növeléséhez.

Egy-egy konkrét témát kiragadva, a vendéglátók igényét teljesítve mutattunk rá az általunk javasolt műszaki megoldási lehetőségekre, amelyek nagy figyelmet keltettek mind az egyetemi hallgatók, mind a kis- és középvállalkozók, valamint a kárpátaljai adminisztráció szakemberei körében. Előadásainkkal hozzájárultunk a résztvevők szakmai látókörének szélesítéséhez.

A Megyei Közigazgatási Hivatalban is tartottunk előadásokat a főépítész konferencia résztvevőinek. Sikertől szakmai élményt nyújtunk, s a prospektusok, névjegy-

kártyák átadásával talán egy jövőbeni üzleti kapcsolat magvait elvetnünk.

A küldöttségben részt vevő, magasan kvalifikált szakértők a cégérdekektől független, általános ismereteket és információt közvetítettek az Ungvári Nemzeti Egyetem hallgatóságának és a Megyei Közigazgatási Hivatal szakembereinek. A hallgatóság az információkat újdonságként érzékelte, és az előadásokat együtt gondolkodással követte.

A témák jól illeszkedtek oktatási anyagaikhoz: így pl. az épületszigetelés, homlokzatképzés. Hasznos információnak számított a kölcsönös kereskedelem (építési anyagok és szerkezetek kereskedelme) kibővítését szolgáló forgalomba hozatali eljárásokra vonatkozó előadás is, amely nemcsak a magyarországi, hanem a teljes Európai Unióra vonatkozó szabályozást ismertette.

Tapasztaltuk, hogy ukrán-magyar vonatkozásban a szakmai kifejezések többlépcsős értelmezésre szorulnak. Az egyetemi közegben a magyarul beszélőknek ajánlottuk, hogy a nálunk jól bevált „Képes építőipari szótárt” szerkesszék meg ukrán nyelven is. Nálunk angol-német-magyar változat van. Ez alapján az angol-magyar-ukrán változat viszonylag könnyen megszerkeszthető. Segítséget jelentene az ottani magyar anyanyelvűeknek, és mindkét országban a műszakiaknak, ha a jövőben várhatóan nagyobb mértékűt a kereskedelmi és az építőipari együttműködés.

Ajánlottuk továbbá, hogy az egyetemi képzési anyagot közelítsék a nyugati, így a magyar rendszerhez is, és ehhez mi segítséget nyújthatnánk a BME Mérnöki Karának bevonásával. Megfontolandó, hogy a magyar anyanyelvű, végzős egyetemi hallgatókat meghívjuk, és teljes ellátás biztosítása mellett célirányos szakmai oktatást nyújtunk számukra. Így a visszatérő végzős hallgatók szakmai szemlélete, felkészültsége magas szintű lehetne, és környezetüket is eredményesen befolyásolhatnák.

Az előadásokon többek között szó volt arról, hogy az új betonkövetelmények szerint a betonösszetétel tervezésénél a használati élettartamot helyezik előtérbe, a megfelelő szilárdság mint elsődleges szempont teret veszít. Helyette egy összetett követelmény jelenik meg, a teljesítőképesség (szilárdság + tartósság).

A cement fajtája, ásványi összetétele befolyásolja a betonösszetételt, a tömöríthetőséget, a konzisztenciát, a friss beton légtartalmát, a cementkő megfelelő mikrostruktúráját, azaz a tartós beton megvalósíthatóságát. A Duna-Dráva Cement Kft. e piaci igények figyelembevételével elkezdte a CEM III/B 32,5 N-S szulfátálló kohósalakcement gyártását.

A nagy kiegészítő adalékanyagot tartalmazó cementek megjelenése új lehetőséget kínál a betontechnológia, betontervezés területén. Speciális, piacorientált tulajdonságú cementek állíthatók elő, mivel a teljesítőképesség egyes elemeinek a felhasználók igényei szerinti módosítására teremt lehetőséget.

Az uniós támogatásra váró beruházások jó része szennyvíztisztítási és csatornázási célokat szolgál. A szennyvíztelepek NT (HPC) betonja CEM III/B 32,5 N-S szulfátálló kohósalakcementtel készíthető el szakszerűen.



Az előadók: Kovács József, Melega Antal, Haraszi László, Farkas Imre, Ohodnyik Xénia, dr. Kovács Károly, dr. Rudnyánszky Pál, Pozsonyi László, dr. Kharkhalis Mikola, Rákóczi András

Előadásunkban ismertettük az új, EU-harmonizált épületenergetikai rendeletet, amely előremutató lehet az ukrán szabályozások kidolgozásához, továbbá egy hazai mintaprojekt eredményeit (a dunaújvárosi SOLANOVA-épület), ahol európai uniós támogatással egy panelépület energetikai (és esztétikai) felújítása során sikerült alacsony energiájú házat létrehozni.

Az öt évenként megrendezendő anyagtan oktatási értekezletre javasoljuk meghívni a tanári kar képviselőit. Az eddigi értekezleteken az erdélyi, a felvidéki, a délvidéki, a horvát főiskolák magyarul beszélő tanárai vettek részt. Ezt most Kárpátaljára is kiterjeszthetnénk.

Ungváron megtekintettük a tízfős Magyar Melódiák Kamaraegyüttes előadását, amely a hetvenes évek derekán szerveződött újjá. A jelenlegi programjukkal európai turnéra indulnak, de magyarországi támogatást is várnak, amelyet az ungvári konzulátusnak kellene szorgalmaznia.

Rendezvényünk befejezése után Ungváron tartotta konferenciáját a Kárpátaljai Megyei Kereskedelmi és Iparkamara, amely vezetésének átadtuk információs anyagainkat.

A hazautazást az előző évek gyakorlata alapján úgy szerveztük, hogy felkerestük és ápoltuk korábbi kapcsolatainkat. A munkácsi várban – az általunk helyreállított két romos helyiségben – az 1998. december 16-án átadott Petőfi- és Rákóczi-szobák további fenntartásának teendőit rögzítettünk az új várigazgatóval, a 10 éves évforduló előkészítése érdekében. Munkácson felkerestük a Szent István Líceumot, ahol *Kristofori Olga* igazgatónőnek átadtuk a magyar nyelvű iskolának szóló oktatási segédeszközöket, irodai anyagokat és könyveket. Beregszászon meglátogattuk a Kárpátaljai Református Püspökség főjegyzőjét, a Diakóniai Jószoigálat vezetőjét, *Nagy Béla* igazgatót, és ruhaneműket, magyar nyelvű könyveket, irodaszereket adtunk át feladatuk támogatásaként.

A Szigetelő Szakosztály 10 éves tevékenységét értékelő konferencia a 2005-ös kárpátaljai tevékenységet tartotta a legeredményesebbnek. (Építőanyag 2005/4.) A jelenlegi 2006-os előadásainkat az egyetem tanári kara, a hallgatók, a közigazgatási hivatal szakemberei sikertörténetként értékelték kérve, hogy ilyen szellemben segítsük a továbbiakban is a munkájukat.

Dr. Rudnyánszky Pál, SZTE-társelnök



A Tégla- és Cseréipari Tröszt nyugalmazott vezérigazgatója életének 75. évében hosszú, méltósággal viselt súlyos betegség után elhunyt. Búcsúztatása 2006. szeptember 25-én volt a család, a barátok és a volt munkatársak jelenlétében Újpesten, a Megyeri temetőben.

Mint korosztálya minden tagjának, neki is meghatározta életét a második világháború. Mivel azonban ő a mai Szlovákia területén született, és a gimnáziumban szlovákul és németül tanult, otthon viszont magyarul beszéltek, ez elég ok volt egy érthetetlen nacionalista államhatalom számára, hogy minden ingatlanától megfosztva elűldözze a családot szülőhelyéről. Néhány bőrrönddel menekülve igen szerény viszonyok között települtek le Sátoraljaújhelyen.

A középiskola befejezése után dolgoznia kellett a Hollóházi Porcelángyárban. Kereskedelmi adottságai korán meglátszottak, így a gyár termékeinek utazó forgalmazója lett, majd a gyár ösztöndíjasaként a budapesti Közgazdaságtudományi Egyetemre került, melyet kiváló eredménnyel elvégezve ismét a porcelángyárban kapott munkát mint kereskedelmi vezető.

Hollóházán kötött házasságot, mely egyetértésben és boldogságban telt közel 50 éven keresztül, és itt kezdődtek a boldog évek, melyet két gyermekük születése és igen gyors szakmai felemelkedése jelentett.

Hamarosan Budapestre került a Finomkerámia-ipari Országos Vállalathoz, majd az Építéstudományi Minisztériumba. A kitűnő megjelenésű, három nyelven beszélő, szakirányú egyetemet végzett fiatal ember nagyon hamar vezető beosztásba került, a Vállalatfelügyeleti Főosztály vezetője lett még 40. életéve előtt. A 60-as évek Magyarországa nem rendelkezett képzett vezetőkkel. Az építőanyag-iparra különösen jellemző volt ez. A cementipar, az üvegipar és különösen a téglapár küzdött megoldhatatlannak látszó problémákkal. Általános építőanyag-hiány jelentkezett, a beruházások rendre sikertelenek voltak.

A minisztérium vezetése elhatározta a téglapár átszervezését, trösztí szervezetre kívántak kialakítani új vezérigazgatóval. Erre a pozícióra Andrasovszky Györgyöt szemelték ki. Ő csak azzal a feltétellel fogadta el a felkínált állást, ha a szakma kiemelt fejlesztési forrást és a rosszul fizetett munkatársak soron kívüli bérfejlesztést kapnak. A feltételeket elfogadták, és a kérések jogosságát az idő hamarosan igazolta.

Az új vezérigazgató hamarosan ütőképes munkatársakat talált, létrehozta a „tégلاسok nagy családját”, és néhány év alatt a téglapár az építőanyag-ipar mintaágazata lett. A beruházások hozták a kívánt eredményt, és a téglatermelés 1976-ban meghaladta a 2 milliárd darabot (amit azóta sem lehetett túlszámolni).

Andrasovszky György az életét a köz javának szentelte, kezdeményezésére és aktív közreműködésével Balatonszárszón oktatási és üdülési központ épült, ahol több ezer szakember kapott képzést, és több tízezer dolgozó talált felüdülést.

A sikorsorozat azonban egészségügyi okokból megszakadt. Érezte, hogy nem tudna olyan szinten megfelelni a követelményeknek, ahogyan azt saját magától is elvámá, ezért nyugdíjazását kérte. Nyugdíjasként súlyos műtétek sorát kellett elszenvednie, melyeket példátlan testi és lelki erővel viselt el. Szelleme azonban töretlen volt, minden iránt érdeklődő, a hírekre folyamatosan vágyó, kiváló memóriával rendelkező ember maradt. Hú társa – felesége – viselte azt a keserű sorsot, ami ilyen helyzetben minden asszony osztályrészé.

Halálában a sors kegyes volt hozzá, mert szenvedés nélkül, gyorsan távozott a földi világból 2006. szeptember 14-én.

Emlékét, eredményeit – a családon kívül – egy szakma örökre megőrzi. Szeretettel és tisztelettel emlékszik rá jelen sorok írója.

Péter Gyula

2007. január 23–26. BUDMA 2007. Poznan, Lengyelország. Nemzetközi Építőipari Szakkiállítás. (www.budma.pl)

2007. január 23–27. SWISSBAU 2007. Basel, Svájc. Nemzetközi Építőipari Szakkiállítás. (www.messe.ch)

2007. június 6–9. Stone+tec 2007. Nürnberg, Németország. Nemzetközi Természetes Kő- és Kőfeldolgozási Szakkiállítás. (www.stone-tec.com)

PIACVÉDELEM = TANÚSÍTOTT MINŐSÉG

A németországi transzportbetonipar korábbi és mai gyakorlata

A Szilikátipari Tudományos Egyesület – együttműködve a Magyar Betonszövetséggel – szakmai továbbképzést szervezett a magyar transzportbetoniparban dolgozó szakemberek számára. A két alkalommal – 2006. szeptember 19-én, szerdán és 2006. október 10-én, kedden – azonos tartalommal megrendezett egy-egy napos tanfolyam keretében az érdeklődő kollégák betekintést kaptak: hogyan működött/működik Németországban a transzportbetonok gyártásának külső és belső ellenőrzése.

A továbbképzéshez segédlet is készült hasonló címmel, amelyet minden megjelent szakember díjmentesen megkapott. A tanfolyamot *Asztalos István*, az SZTE főtitkára nyitotta meg. Ezt követően *dr. Karsainé Lukács Katalin* tagozatvezető és *Bencze Zsolt* tudományos segédmunkatárs tartották a továbbképzés szakmai részét.

Először Bencze Zsolt ismertette a német gyakorlatot, majd ezzel párhuzamosan dr. Karsainé Lukács Katalin adott tájékoztatást a magyarországi helyzetről. Milyen szervezetek és hogyan működtetik az ellenőrzési rendszert, milyen a kapcsolat az építőanyag-felügyeleti hatóságokkal? Hogyan folyik a minőségirányítás és ellenőrzés a transzportbeton-ipari gyakorlatban? Milyen jogszabályok segítik a munkát? Mit nyújtanak tagjaiknak ezen a területen a szakmai szövetségek?

A továbbképzést követő kérdések és válaszok után a megjelent érdeklődők állófogadás keretében szakmai konzultációt, baráti beszélgetést folytattak.

Hibaigazító

A folyóirat előző számában, *Gál Loránd – Mohai Ilona – Szépvölgyi János*: Cinkferritek előállítására rádiófrekvenciás termikus plazmában c. cikkben

- 66. oldal, bal hasáb, alulról negyedik sor kezdete helyesen: A módszer előnye, ...
- 69. oldal, 4. ábra angol nyelvű aláírása helyesen: Particle size distribution of product from Run O1
- 69. oldal, 5. ábra angol nyelvű aláírása helyesen: SEM micrographs of products from Runs P1 (a) and O1 (b), respectively
- 70. oldal, Irodalom felsorolásánál helyesen: [9] Druska, P., Steinike, U., Sepelák, V.: Journal of Solid State Chemistry 146 (1999) 13.

[10] Mészáros, I.: Materials, Science Forum 414-4 (2003) 275.
A hibás közlésért a t. Szerzők és Olvasók elnézését kérjük.

A kiadó