

## TARTALOM

- 94** BARITMIX-1 adalékanyaggal készült öntömörödő beton  
*Szendrei Zsolt ■ Nagy Bernadett ■ Dr. Salem Georges Nehme*
- 99** Kő- és Kavicsbányász Nap 2008  
*Dr. Gálos Miklós ■ Kárpáti László*
- 100** Megjelent a Holcim „Cement-beton Kisokos”  
*Pluzsik Tamás*
- 102** Összefüggések téglá és cserépipari termékek anyag-szerkezeti és száradási tulajdonságai között  
*Gömze A. László ■ Ludmila N. Gömze*
- 107** „Zsolnay 180” Kiállítás a Magyar Szabadalmi Hivatalban  
*Varju Zsuzsa*
- 108** Utókezelési módszerek hatása a beton korai zsugorodásból származó repedéseire  
*Sárosi Márton*
- 112** Egyesületi és szakhírek
- 114** Üvegipari alapanyagok mágneses tisztítása  
*Paróczai Csilla ■ Erdélyi János*
- 118** Építési zúzott kőanyag termékek közetfizikai jellemzése  
*Dr. Kausay Tibor*
- 123** Ipari gázok alkalmazása a szilikátiparban  
*Bak Lajos ■ Herczeg István*
- 125** Dr. Kertész Pál köszöntése 80. születésnapja alkalmából
- 126** Prof. Dr. Talabér József 90 éves

## CONTENT

- 94** Self-compacting concrete with aggregate BARITMIX-1  
*Zsolt Szendrei ■ Bernadett Nagy ■ Dr. Salem Georges Nehme*
- 99** Rock and Pebble Quarry Day 2008  
*Dr. Miklós Gálos ■ László Kárpáti*
- 100** Holcim „Cement-beton Kisokos”  
*Tamás Pluzsik*
- 102** Relations between the material structures and drying properties of ceramic bricks and roof tiles  
*László A. Gömze ■ Ludmila N. Gömze*
- 107** „Zsolnay 180” Exhibition in the Hungarian Patent Office  
*Zsuzsa Varju*
- 108** Effects of curing methods on plastic shrinkage concrete cracks  
*Márton Sárosi*
- 112** Society and professional news
- 114** Magnetic cleaning of the Glass Industry's Raw-Materials  
*Csilla Paróczai ■ János Erdélyi*
- 118** Rock physical characteristics of crushed stone products for construction  
*Dr. Tibor Kausay*
- 123** Use of industrial gases in the silicate industry  
*Lajos Bak ■ István Herczeg*
- 125** Salutation to Dr. Pál Kertész on the occasion of his 80th birthday
- 126** Prof. Dr. József Talebér is 90 years old

**A finomkerámia-, üveg-, cement-, mész-, beton-, téglá- és cserép-, kő- és kavics-, tűzállóanyag-, szigetelőanyag-iparágak szakmai lapja**

### SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Dr. GÖMZE A. LÁSZLÓ – elnök  
TÓTH-ASZTALOS RÉKA – főszerkesztő  
Prof. Dr. TALABÉR JÓZSEF –  
örökös tiszteletbeli elnök  
WOJNÁROVITSNÉ DR. HRAPKA ILONA –  
örökös tiszteletbeli felelős szerkesztő

### ROVATVEZETŐK

Anyagtudomány – Dr. SZÉPVÖLGYI JÁNOS  
Anyagtechnológia – Dr. KOVÁCS KRISTÓF  
Környezetvédelem – Dr. CSÖKE BARNABÁS  
Energiagazdálkodás – Dr. SZÜCS ISTVÁN  
Építőanyagipar – Dr. TAMÁS FERENC

### TAGOK

Apagyi Zsolt, Dr. Balázs György, Dr. Boksay Zoltán,  
Dr. Gálos Miklós, Dr. Józsa Zsuzsanna, Dr. Kausay Tibor,  
Kárpáti László, Mattyasovszky Zsolnay Eszter, Dr. Opoczky  
Ludmilla, Dr. Pálvölgyi Tamás, Dr. Rácz Attila, Dr. Révay  
Miklós, Schleifler Ervin

### TANÁCSADÓ TESTÜLET

Dr. Berényi Ferenc, Finta Ferenc, Kató Aladár, Kiss  
Róbert, Kovács József, Dr. Mizser János, Sági Lajos,  
Soós Tibor, Szarkándi János.

A folyóiratot referálja a Cambridge Scientific Abstracts.  
A szakmai rovatokban lektorált cikkek jelennek meg.

Kiadja a Szilikátipari Tudományos Egyesület  
1027 Budapest, Fő u. 68.  
Telefon és fax: 06-1/201-9360  
E-mail: info@szte.org.hu  
Felelős kiadó: Dr. SZÉPVÖLGYI JÁNOS SZTE ELNÖK

Egy szám ára: 1000 Ft  
A lap az SZTE tagok számára ingyenes.

A 2008. évi megjelenést támogatja:  
„Az Építés Fejlődéséért” alapítvány

Nyomdai munkák: Sz & Sz KFT.

Tördelőszerkesztő: NÉMETH HAJNALKA

Belföldi terjesztés: SZTE

Külföldi terjesztés: BATHYANY KULTUR-PRESS KFT.

### HIRDETÉSI ÁRAK 2009-TŐL

B2 borító színes	139 000 Ft + ÁFA
B3 borító színes	128 000 Ft + ÁFA
B4 borító színes	150 000 Ft + ÁFA
1/1 oldal színes	105 000 Ft + ÁFA
1/1 oldal fekete-fehér	58 000 Ft + ÁFA
1/2 oldal fekete-fehér	29 000 Ft + ÁFA

A fenti árak az ÁFA-t nem tartalmazzák. Az előfizetési és hirdetési megrendelő letölthető az SZTE honlapjáról.

A lap teljes tartalma olvasható a [www.szte.org.hu](http://www.szte.org.hu) honlapon.  
HU ISSN 00 13-970x INDEK: 2 52 50 ■ 60 (2008) 93-128

### A SZILIKÁTIPIARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET

#### TÁMOGATÓ TAGVÁLLALATI

3B Hungária Kft. ■ Air Liquide Kft. ■ Altek Kft. ■ Anzo Kft.  
Baranya Téglá Kft. ■ Basalt Kőzépítő Kőbányák Kft.  
Berényi Téglaiipari Kft. ■ Betonopus Bt. ■ Budai Téglá Zrt.  
Cemkut Kft. ■ Colas-Északkelet Kft. ■ Comlexlab Kft.  
Deco-Mat Kft. ■ Duna-Dráva Cement Kft. ■ Fátyolüveg Kft.  
Fehérvári Téglaiipari Kft. ■ G&B Elastomer Trade Kft.  
Gamma-Kerámia Kft. ■ GE Hungary Zrt. ■ Geoteam Kft.  
Holcim Hungária Zrt. ■ Hunext Kft. ■ Imerys Magyarország  
Tűzállóanyaggyártó Kft. ■ Interkerám Kft. ■ Keramikum Kft.  
KK Kavics Beton Kft. ■ KÓKA Kő- és Kavicsbányászati Kft.  
Kötés Kft. ■ KTI Nonprofit Kft. ■ Kvarc-Ásvány Kft.  
Libál Lajos ■ Licht-Tech Kft. ■ Magyar Téglás Szövetség  
Magyar Cementipari Szövetség  
Mályi Téglá Kft. ■ Messer Hungarogáz Kft.  
MFL Hungária Kft. ■ Mineralholding Co. Ltd.  
MTA KK Anyag- és Környezetkémiai Intézet  
Nagykanizsa Téglagyár Kft. ■ OMYA Hungária Kft.  
Pannon-Perlit Kft. ■ Perlit-92 Kft.  
Piarista Szakiskola, Gimnázium és Kollégium  
Saint-Gobain Weber Terranova Kft. ■ SIAD Hungary Kft.  
Szema-Makó Kft. ■ SZIKKTI Kft. ■ SZIKKTI Labor Kft.  
Tégla- és Cserépipari Szolgáltató Kft. ■ URSA Salgótarjáni  
Üvegyapart Zrt. ■ Wienerberger Zrt. ■ WITEG Kőporc Kft.  
Xella Magyarország Kft. ■ Zalakerámia Zrt.  
Zsindely „kas” Kft. ■ Zsolnay Porcelánmanufaktúra Zrt.

# BARITMIX-1 adalékanyaggal készült öntömörödő beton

**SZENDREI ZSOLT** ■ BME Építészmérnöki Kar ■ szendrei.zsolt@t-online.hu

**NAGY BERNADETT** ■ BME Építészmérnöki Kar ■ nagy.detti@gmail.com

**DR. SALEM GEORGES NEHME** ■ BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék ■ sgnahme@yahoo.com

## Self-compacting concrete with aggregate BARITMIX-1

A few years ago emerged the idea of utilization of the materials occurring in the waste rock pile of Rudabánya aiming at the liquidation of the environment load caused by these industrial by-products. In the course of our investigations carried out at the Construction Materials and Engineering Geology Chair of the Budapest Technical University we dealt with the preparation of a self-compacting concrete made with BARITMIX-1 aggregate originating from the Rudabánya waste rock pile. Our experiments aimed at the production of a heavy concrete prepared with the Rudabánya BARITMIX-1 heavy aggregate that could also be used in the construction industry and besides, it would be self-compacting. We kept in mind the importance of environmental aspects: utilization of the material of the waste rock pile, protection from radiation and saving the energy used for concrete vibration.

## 1. Bevezetés

### 1.1 A bánya története

Rudabánya és környéke nagy bányászmultra tekint vissza, már a neolitikum idején is működött bánya a területen. A Kr. előtti 6. évezredben megindult a rézérctermelés. A vasércbányászat körülbelül a Kr. e. 5. században kezdődött, először valószínűleg a korábbi rézércbánya meddőjéből nyerték ki a vasércet. A bánya kisebb-nagyobb szünetekkel üzemelt egészen 1985. december 31-ig.

1986-1988-ban elvégezték a szükséges felszámolási és rekultivációs munkákat, azóta szünetel a hatalmas külszíni fejtés [1].

2005 elején kezdtek el foglalkozni a meddőhányóban található, jelenleg veszélyes hulladéknak nyilvánított anyagok hasznosításával, sokat téve ezzel a környezetvédelem érdekében is. A kísérletekkel mi is ehhez a törekvéshez csatlakozunk, felhasználva a meddőhányóban található baritot öntömörödő nehézbeton készítéséhez.

### 1.2 Baritmix1

Az öntömörödő beton nehéz adalékanyagaként a rudabányai-II meddőhányó BARITMIX-1 nevű, baritot nagy mennyiségben tartalmazó anyagát használtuk. Az MSZ EN 4798-1:2004 szabvány szerint az adalékanyag akkor minősül nehéz adalékanyagnak, ha szemtestsűrűsége kiszáritott állapotban nagyobb, mint 3000 kg/m<sup>3</sup>.

A barit (BaSO<sub>4</sub>) színe fehér, sárgás, szürke, kékes, de lehet barna és vöröses is. Keletkezése során a mélyből feltörő oldatok közepes és magas hőmérsékleten átítatják a környező kőzetfeleléseket, azokat átalakítják.

Gyakran fordul elő üledékes kőzetekben, másodlagosan, mint mállástermék, szulfidos Pb-, Ag- Cu-teléreken, ritkán bauxit- és széntelepeken.

Lehet cseppkőszerű, gumós, szemcsés, önálló telérkitöltés és legyezőszerű baritrozsza is.

Használják nehézbeton adalékanyagként, karton és műnyomó papírok készítéséhez, a fehér festék alapanyagául, valamint a mélyfúrásoknál a fúróiszap nehezebbé tételére. A kémiai iparban kénsav és bárium vegyületeket állítanak elő belőle [2].

## Szendrei Zsolt

1987-ben született Budapesten. 2005-ben érettségizett a Szent László Gimnáziumban. A középiskolai évek alatt angol nyelvből középfokú nyelvizsgát szerzett. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építészmérnöki Karának negyedéves hallgatója, szerkezeti szakirányon. Várhatóan 2010-ben fog diplomázni.

## Nagy Bernadett

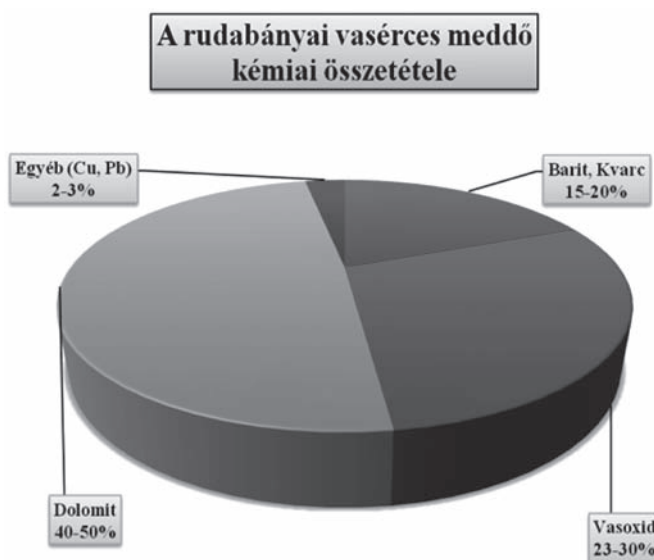
1987-ben született Budapesten. 2005-ben érettségizett a Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnáziumban. A középiskolai évek alatt angol és olasz nyelvből középfokú nyelvizsgát tett. 2005 óta a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építészmérnöki Karának nappali tagozatos hallgatója, szerkezeti szakirányon. Várhatóan 2010-ben fog diplomázni.

2007-ben a kari TDK szerkezeti szekciójának első helyét nyerték el az Öntömörödő nehézbeton című munkájukkal. A 2009-es OTDK-n ugyanebben a témában indulnak.

## Dr. Salem Georges Nehme

(1963), okl. építőmérnök (1992), vasbetonépítési szakmérnök (1996), egyetemi docens, a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék laborvezetője. Fő érdeklődési területei: nagyszilárdságú betonok és habarcsok területén végez kutatásokat. Az öntömörödő betonok tartóssági kérdései és összefüggése a porozítással még ismeretlenek (mész-köliszt hatása a tartósságra), emiatt a kutatásai erre a témakörre is irányulnak. Az öntömörödő betonok és acélszálas öntömörödő betonok alkalmazása a beton és vasbeton megerősítésében további, eddig még kiaknázatlan lehetőségeket nyújt. Betontechnológia különleges betonok területén pl. az öntömörödő betonok tömegbetonként való alkalmazásának és problémáinak megoldásával (hőmérséklet-eloszlás okozta repedések megszüntetése), tömegbetonok minőségellenőrzésével, látszóbetonokkal, nehéz adalékanyagokból betonok készítésével, a nehézbetonok vizsgálataival, másodlagos (építési -, bontási) építőanyagok újrahasznosításával, vasbeton szerkezetek megerősítése szénlammellával, vasbetonszerkezetek tartósságával foglalkozik. Acélszálas-erősítésű vasbeton lemezek átszuródási teherbírásának növelése acélszállakkal. A *fi*b Magyar Tagozat tagja.

A BARITMIX-1 tulajdonságaira vonatkozó adatok *Dr. Salem G. Nehme* tanulmányából, továbbá a *Pólus Kincs Zrt.* által közzétett termék adatlapjáról származnak (1. táblázat és 1. ábra).



1. ábra A BARITMIX-1 összetevőinek százalékos megoszlása  
Fig. 1. Percentile distribution of the components of BARITMIX-1

Maximális szemcse nagyság (mm)	8
A finomsági modulus átlagértéke	4,35
Átlag tömörítetlen állapot halmazsűrűség (kg/m <sup>3</sup> )	1847
Átlag tömörített állapot halmazsűrűség (kg/m <sup>3</sup> )	2056
Piknométeres sűrűségvizsgálat eredménye (kg/m <sup>3</sup> )	3360

1. táblázat A BARITMIX-1 adalékanyag tulajdonságai  
Table 1. Properties of the raw material of BARITMIX-1

„A vizsgált anyag sötétszürke színű, szemcsés, nagy finomrész-tartalommal. Erős, fehér színű kivirágzás látható az időjárásnak kitett felületeken. A szemcsék helyenként 10–20 cm-es kemény rögökké állnak össze, mivel az anyag 1989 óta szabadban van, egy helyen tárolva.” [3]

A vizsgálatok során kiderült, hogy a kisebb szemnagyságú rész szulfát tartalma mintegy 1,0 tömeg%.

### 1.3 Az öntömörödő beton

Az öntömörödő beton nevéhez hűen tömörítési energia közlése nélkül, pusztán a gravitációs erő hatására tömörödik, levegőtelenedik, a zsaluzatot hézagmentesen, légzárványok nélkül kitölti. Ennek oka, hogy viszkozitása a nagy finomrész-tartalomnak és a folyósítószer alkalmazásának (2. és 3. táblázat) köszönhetően kicsi.

Összetétel	Adalékanyag (tömeg%)	Adalék-szer	v/c	Kohósalak-tartalom a cementhez képest (tömeg%)	
1.	0/6 mm BARITMIX-1	60,32	Glenium C300	0,44	20
	0/4 mm homok	8,82			
	4/8 mm kavics	8,82			
	8/16 mm kavics	22,04			
2.	0/6 mm BARITMIX-1	54,38	Glenium 51	0,43	5
	0/4 mm homok	13,08			
	4/8 mm andezit	9,31			
	8/16 mm andezit	23,24			
3.	0/6 mm BARITMIX-1	54,38	Glenium 51	0,43	0
	0/4 mm homok	13,08			
	4/8 mm andezit	9,31			
	8/16 mm andezit	23,24			
referencia beton	0/6 mm BARITMIX-1	0,00	Glenium 51	0,43	30
	0/4 mm homok	54,98			
	4/8 mm kavics	20,00			
	8/16 mm kavics	25,02			

2. táblázat Betonösszetételek  
Table 2. Concrete compositions

cement	CEM I 32,5 RS (420 kg/m <sup>3</sup> )
kohósalak	
adalékanyagok	barit (Baritmix-I.) homok andezit/kavics
víz	
adalékszer	Glenium C300/ Glenium 51

3. táblázat Felhasznált anyagok  
Table 3. Materials used

A vizsgált öntömörödő nehézbeton előállításához öntömörödő jellegénél fogva kevesebb energia szükséges, mint a hagyományos betonéhoz, hiszen nem kell vibrálni. Ez a tény napjaink energiaproblémái között nem hanyagolható el.

A MSZ 4798-1:2004 szerint a betonokat többek között a testsűrűség alapján kell osztályozni. A kiszáritott állapotban 2000 kg/m<sup>3</sup>-nél nagyobb és legfeljebb 2600 kg/m<sup>3</sup> testsűrűségű betont közönséges (normál tömegű) betonnak, a 2600 kg/m<sup>3</sup>-nél nagyobb testsűrűségű betont nehézbetonnak nevezzük. Az általunk készített, barittartalmú, öntömörödő beton 2500–2600 kg/m<sup>3</sup> közé eső testsűrűségű közönséges beton volt.

## 2. Kísérletek

### 2.1 A kísérletek ismertetése

4 betonösszetételt készítettünk, referenciabetonnak a BARITMIX-1 adalékanyag nélküli öntömörödő betont választottunk, ehhez hasonlítottuk a BARITMIX-1 adalékanyaggal készült öntömörödő beton összetételeket, amelyek a 2. táblázatban találhatóak.

Kísérleti állandó volt a cement fajtája és mennyisége, valamint a közel állandó víz/cement tényező. Változó volt az adalékanyag összetétele és az adalékszer fajtája, valamint az örölt granulált kohósalak mennyisége. Nehéz adalékanyagként a rudabányai BARITMIX-1-et használtuk.

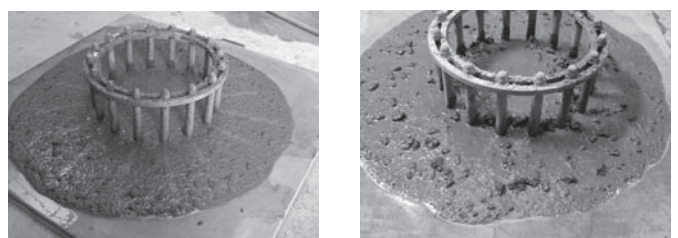
### 2.2 Vizsgálati módszer

Vizsgáltuk a különböző összetételű betonok blokkolási hajlamát, átfolyási idejét, testsűrűségét, nyomószilárdságát, vízzáróságát, fagyállóságát, kopásállóságát, zsugorodását. A következőkben az eredmények ismertetése olvasható.

### 2.3 Blokkolási hajlam

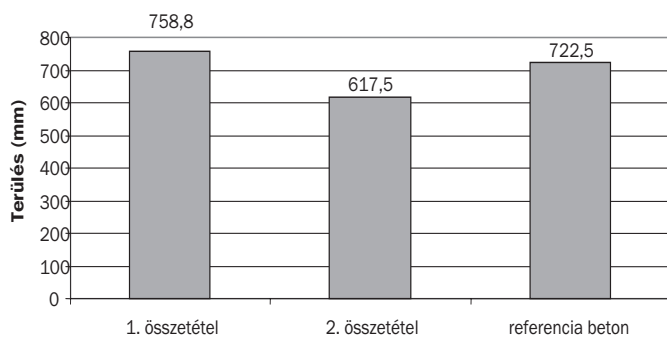
A blokkoló gyűrűs vizsgálattal egy bedolgozáskor fellépő jelenséget szemléltetünk, történetesen azt, hogy az adalékanyag szemek feltorlódhatnak a betonacélok között, így a beton esetleg nem tudja hézagmentesen kitölteni a zsaluzatot külső beavatkozás nélkül.

Az öntömörödő beton blokkoló gyűrűn keresztül mért területése 700-800 mm között kell (2. ábra), hogy legyen az FVB vizsgálat (Fließfähigkeit-Viskosität-Blockier → folyóképesség-viszkózitás-blokkolódás) alapján [4].



2. ábra Az 1. összetételű és a 2. összetételű [saját] beton területése  
Fig. 2. Cone slump of concrete: composition 1 and composition 2 (own)

A 3. ábrán látható, hogy az andezites keverék területése kisebb, tehát erősebb a gyűrű hatása. Ez azzal magyarázható, hogy az andezit szögletes szemei könnyebben összeakadnak, és jobban akadályozzák a beton területését a vasalás elemei között, mint a kavics gömbölyű szemei.



3. ábra Blokkológűrűvel mért tertülés  
Fig. 3. Cone slump measured with a blocking ring

Ezt igazolja az a megfigyelés is, hogy a szétterült kavicsos beton vastagsága a gyűrű közepétől a beton széle felé haladva egyenletesen csökken, míg az andezit adalékanyagos betonban ugrás van a gyűrűből kilépve.

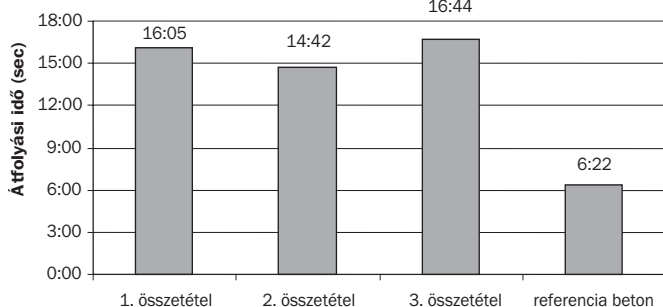
Tehát bedolgozhatósági szempontból előnyösebb a kavicsbeton, de az általános követelményeknek az andezit tartalmú is megfelel.

A 3. összetételű betonon nem végeztük el ezt a vizsgálatot.

### 2.4 Átfolyási idő

Az átfolyási idővel [4] szintén a friss beton egy lényeges tulajdonságát jellemezhetjük. Az átfolyási időt befolyásolja a víz mennyisége, a víz/cement tényező, a szemcsék alakja, mérete, a beton sűrűsége.

Öntömörödő beton esetében 12-15 másodperc az elvárható érték, de az általunk készített betonnal, figyelembe véve annak nagyobb testsűrűségét és a zúzott adalékanyag alakját (szögletes alakú), 18-20 másodperc is megfelelő. Ez jól érzékelhető a 4. ábrán. A kisebb testsűrűségű referenciabeton átfolyási ideje a legkisebb, markánsan elkülönül a többitől.

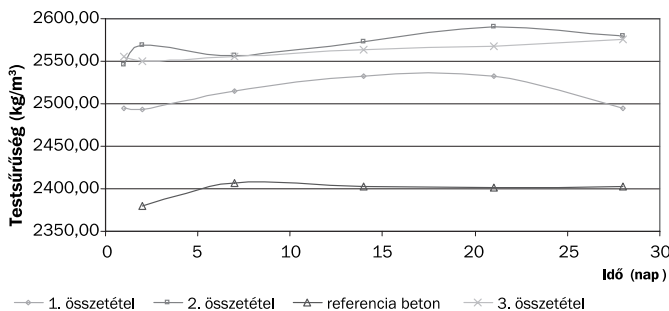


4. ábra Átfolyási idő  
Fig. 4. Flow-through time

### 2.5 Testsűrűség

Kísérletünkben 2500 és 2600 kg/m<sup>3</sup> közötti testsűrűségű betont készítettünk, ezt az értéket nehéz adalékanyag hozzáadásával értük el.

A 5. ábrán a különböző összetételű betonpróbatetek testsűrűségét tüntettük fel a koruk függvényében. Testsűrűség szempontjából a legjobban a 2. és a 3. összetételű beton felel meg, mert ezek esetében a beton elérte a 2550 kg/m<sup>3</sup> testsűrűséget. A kavics tartalmú beton testsűrűsége 2500 kg/m<sup>3</sup> és 2550 kg/m<sup>3</sup> között van.

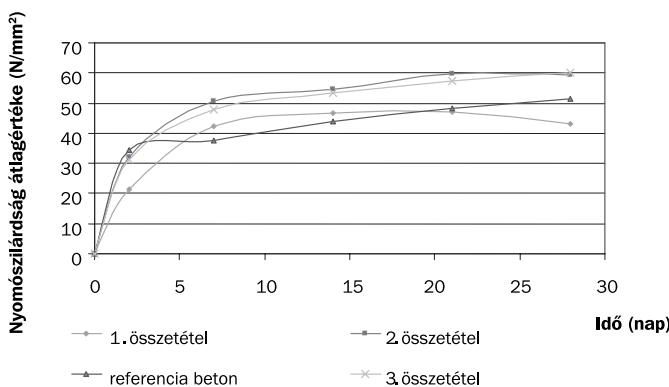


5. ábra A különböző betonösszetételek testsűrűsége a víz alatt tárolt próbatetek korának függvényében ábrázolva  
Fig. 5. Mass density of various concrete compositions as related to the age of specimens stored in water.

Nagyobb testsűrűség esetén csökken a beton felezési rétegvastagsága <sup>137</sup>Cs-mal (gamma-energia 0,66 MeV) és <sup>60</sup>Co-tal (gamma-energia 1,25 MeV) szemben, ennek következtében a belőle készült sugárvédő szerkezet vékonyabb lesz.

### 2.6 Nyomószilárdság

Az 6. ábrán az általunk készített beton nyomószilárdságának átlagértékét tüntettük fel 28 napos korig. Szilárdság szempontjából a legjobbnak a 2. összetételű beton bizonyult (4. táblázat). A 3. összetétel összetevői a 2. összetételtől csak az örölt granulált kohósalak-tartalomban különböznek. Így látható, hogy milyen mértékben befolyásolja a hidraulikus kötőanyag a szilárdulás folyamatát.



6. ábra Nyomószilárdság 15x15x15 cm-es kockán mérve  
Fig. 6. Compressive strength as measured on cubes sized 15 x 15 x 15 cm

	1. össze-tétel	2. össze-tétel	3. össze-tétel	referencia-beton
Átlagos nyomószilárdság (N/mm <sup>2</sup> )	43,26	59,4	59,96	51,52

4. táblázat A nyomószilárdság átlagértékei 150 mm méretű kockán mérve  
Table 4. Average compressive strength values measured on cubes of 150 mm edge length

A folyósító adalékszer kötéslassító hatása miatt az 1. összetételű beton szilárdulási folyamatát ábrázoló görbe laposabb, mint a többi.

A 7 napos szilárdsági értéke a referenciabetonnak a legrosszabb. Ez azért fontos megállapítás, mert meghosszabbíthatja a zsaluban tartás idejét, így többlet költséget eredményezhet.

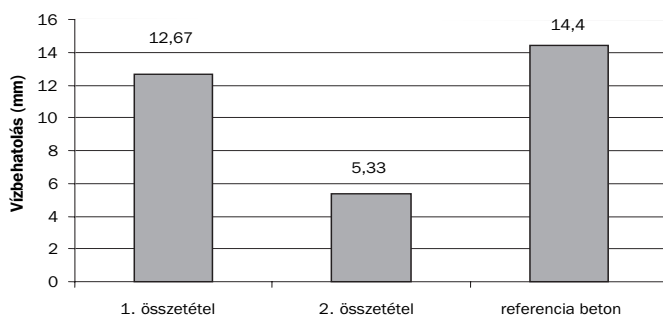
## 2.7 Vízáróság

A vízárósági vizsgálatot az MSZ EN 12390-8:2001 és az MSZ 4798-1:2004 szerint végeztük 72 órán keresztül 5 bar nyomáson, és a vízbehatolás alapján osztályoztuk a próbatesteket.

Az ideális pórustartalom elérése érdekében több dologra is figyelni kell a beton készítése során. Gondos tömörítéssel lehet elkerülni a makropórusok kialakulását és növelni a vízáróságot. A beton öntömörödő jellegével kiküszöbölhettük a bedolgozás okozta kivitelezési problémákat.

Az adalékanyag egyenletes szemmegoszlásával is növelhető a vízáróság.

A vízárósági vizsgálatot az 1. és 2. összetételű betonon, valamint a referenciabetonon végeztük. Ha megnézzük a mért eredményeket a 7. ábrán, akkor azt látjuk, hogy a 2. összetétel a legjobb, de még a referenciabeton is az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerinti legszigorúbb XV3(H) környezeti osztálynak megfelelő vz20 vízárósági osztályba esik.

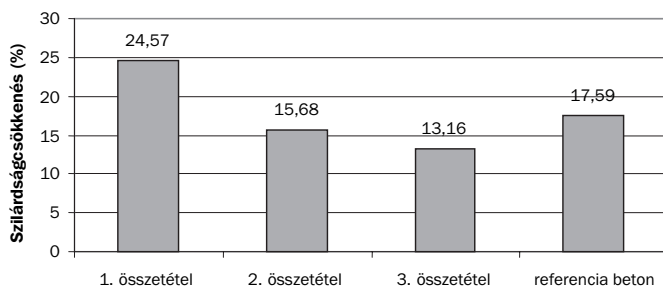


7. ábra A víz behatolása a próbatestekbe a vízárósági vizsgálat során  
Fig. 7. Water penetration into the specimens in the course of water-tightness testing.

## 2.8 Fagyállóság

A fagyállóság vizsgálatot 3%-os NaCl-oldatban 50 cikluson keresztül végeztük az MSZ 4798-1:2004 alapján.

Az általunk vizsgált próbatestek szilárdságcsökkenését a 8. ábra mutatja. Leolvasható, hogy az 1. összetétel esetében volt a legnagyobb a szilárdságcsökkenés, ez túl is lépi a megengedett 20%-ot. Az eredmény oka lehet, hogy a vizsgált összetételek közül ebben legmagasabb a víz/cement tényező. Legkedvezőbbnek a 3. összetétel bizonyult.



8. ábra A nyomószilárdság csökkenése a fagyállósági vizsgálat során  
Fig. 8. Decrease of the compressive strength during freeze and thaw tests

## 2.9 Kopásállóság

A megszilárdult beton kopásállóságát az MSZ 4715-4:1987 szerint vizsgáltuk.

A vizsgálat során a próbatestek térfogat csökkenését vizsgáljuk meghatározott intenzitású mechanikus száraz, illetve vizes koptatás során.

Ez azért lényeges követelmény, mert a beton, mint ipari padló ki lehet téve gördülő, súrlódó, csiszoló, csúszó igénybevételeknek, illetve súlyos tárgyak okozta sérülésnek.

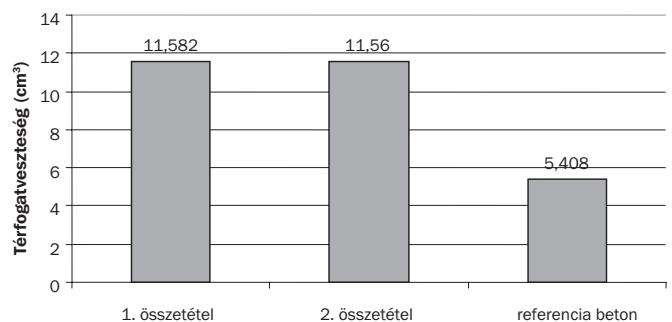
A beton kopásállóságában fontos szerepe van az adalékanyagoknak. Kemény adalékanyag felhasználásával javul a beton kopásállósága.

Az adalékanyag szemmegoszlására is érdemes figyelmet fordítani, mert befolyásolja a keverék vízigényét, s ezen keresztül a beton kopásállóságát. Ezért célszerű elérni, hogy az adalékanyag legnagyobb szemnagysága a lehető legnagyobb legyen, szemmegoszlása az "A" és "B" görbék közé essen.

Öntömörödő beton esetében annak ellenére, hogy sok a finomrész, és a  $d_{max}$  sem a lehető legnagyobb, lehet különlegesen kopásálló betont készíteni az alap konzisztencia csökkentésével és folyósítószer alkalmazásával.

A bedolgozott frissbeton levegőtartalma legfeljebb 1 térfogat% lehet.

Munkánk során Böhme-féle koptatógépet használtunk, és vizes koptatást végeztünk. A koptatást az 1. és 2. összetételű betonokon, valamint a referenciabetonon, összetételenként három próbatesten végeztük el, és ezek átlaga szerepel a 9. ábrán, az 5. táblázatban és a 10. ábrán.

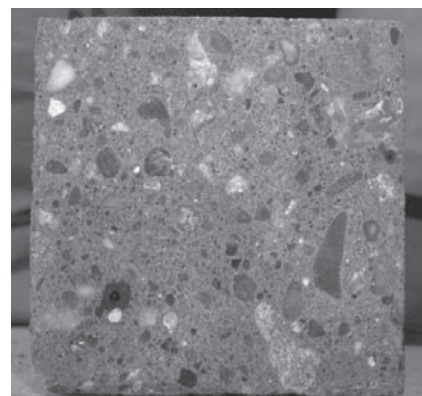


9. ábra Az egyes betonok térfogatvesztése a kopásállósági vizsgálat során  
Fig. 9. Volume loss of individual concretes in the course of wear resistance tests.

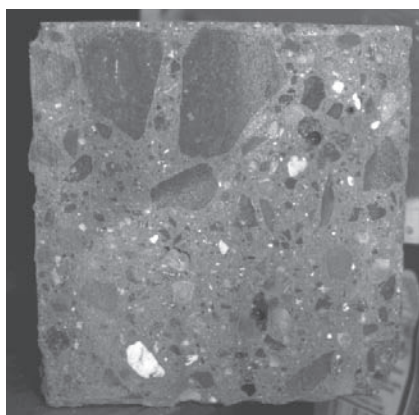
### Követelmény MSZ 4719 alapján

1. összetétel	igen kopásálló
2. összetétel	igen kopásálló
referenciabeton	különlegesen kopásálló

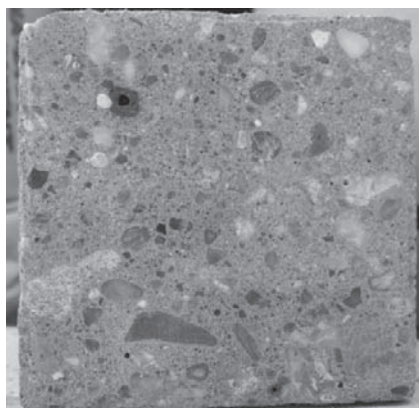
5. táblázat Különböző összetételű betonok kopásállósága  
Table 5. Wear resistance of concretes of different composition



a)



b)



c)

10. ábra Koptatott felületek; a) 1. összetétel; b) 2. összetétel; c) referenciabeton  
Fig. 10. Worn off surfaces; a) composition 1; b) composition 2; c) reference concrete

A 9. ábrán látható, hogy kopásállóság szempontjából a legjobbnak a referenciabeton bizonyult. Az 1. és 2. összetételekkel készült kísérleti öntömörödő betonok térfogatvesztése meglepően nagy az egyéb öntömörödő betonokhoz képest, de még így is különlegesen/igen kopásálló kategóriába tartoznak.

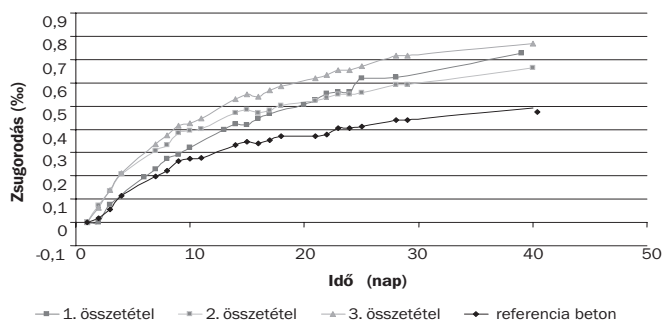
Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy a kísérleti betonban nem elhanyagolható mennyiségű BARITMIX-1 adalékanyag van, amelynek csekély ellenállása van a koptatással szemben. A 2. összetételű betont andezit zúzottkővel készítettük, amely kevésbé rideg, mint a referenciabeton kavicsa, de ez sem tudta ellensúlyozni a BARITMIX-1 kopásra gyakorolt kedvezőtlen hatását.

### 2.10 Zsugorodás

Sugárvédő szerkezetek esetén fontos a zsugorodás mértéke. A vastag szerkezeteken keletkező repedések számát és nagyságát minimalizálni kell. Ehhez szükséges, hogy a zsugorodás a lehető legkisebb legyen.

A zsugorodást 70×70×250 mm méretű próbatesteken vizsgáltuk, a mérési pontok távolsága 200 mm volt.

A 11. ábrából látható, hogy a referenciabeton zsugorodása a legkisebb, a 3. összetételű beton zsugorodása a legnagyobb.



11. ábra A különböző összetételű betonok zsugorodása  
Fig. 11. Shrinking of concretes of different composition

Az andezit és a kavics tartalmú betonok körülbelül azonos mértékben zsugorodnak, de az első héten, illetve a 28. napon túli zsugorodásban eltérnek. A 2. összetételű beton a betonozást követő első héten gyorsabban zsugorodik, de a 20. nap körül a zsugorodási görbe már laposabban emelkedik, mint az 1. összetételű beton görbéje. Bár a kavics adalékanyagú beton meredeksége kisebb, a végértéke nagyobb.

Megállapítható, hogy a BARITMIX-1 rontja a zsugorodási tulajdonságokat, az őrlött granulált kohósalak viszont javítja. Nehézbeton készítésekor erre fokozottan figyelni kell, hiszen sugárvédő szerkezetekben nem keletkezhetnek átmenő repedések, tudatosan kell megoldani a zsugorodás okozta feszültség csökkentését. A beton zsugorodását csökkenti a gyakori és alapos utókezelés. A felszínről kiinduló repedések megnyílásának elkerülésére sűrű kéregvasalást lehet alkalmazni, a statikailag betervezett hosszvasalás is gátolja a zsugorodást.

### 3. Összefoglalás

Összefoglalásként értékeltük a beton összetételeket az elvégzett vizsgálatok szempontjából, amivel szemléltetni szeretnénk a mérési eredmények közti különbségeket. Ezt mutatja a 6. táblázat.

	1. össze- tétel	2. össze- tétel	3. össze- tétel	referencia- beton
Vizsgálat neve	minősítés	minősítés	minősítés	minősítés
Blokkolási hajlam	igen jól megfelel	megfelel		jól megfelel
Átfolyási idő	megfelel	jól megfelel	megfelel	igen jól megfelel
Vízzároság (vízbehatalolás)	megfelel	igen jól megfelel		jól megfelel
Kopásállóság (térfogat veszteség)	megfelel	megfelel	jól megfelel	igen jól megfelel
Fagyállóság (nyomószilárdság veszteség)	megfelel	jól megfelel	igen jól megfelel	megfelel
Átlagos nyomószilárdság	megfelel	igen jól megfelel	igen jól megfelel	jól megfelel
Zsugorodás	megfelel	megfelel	megfelel	igen jól megfelel
Testsűrűség	megfelel	igen jól megfelel	jól megfelel	nem felel meg
Hajlító-húzó szilárdság	megfelel	jól megfelel		igen jól megfelel

6. táblázat A kísérleti eredmények értékelő táblázata  
Table 6. Evaluation table of the test results

A 2. összetételű beton a referenciabetonnal összehasonlítva közel egyező végeredményt kapunk. A kavics tartalmú, 1. összetétel szerinti beton értéke gyengébb, mint a 2. összetételhez tartozóé. Bár a kohósalak bizonyos vizsgálatok kimenetelét befolyásolta, az általunk felállított értékelési rendszerben azonos minősítést ért el a kohósalakot tartalmazó 2. összetétel és az ettől csak a kohósalak tartalmában különböző 3. összetétel.

Kiemelten jó értékeket kaptunk a kopásállósági és a fagyállósági vizsgálatokra.

Az öntömörödő nehézbeton kutatások a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszéken még csak most kezdődtek, de biztató eredményekkel kecsegtetnek. Jelenleg több kutatás is folyik ebben a témában. Vizsgálják, hogyan lehet nagyszilárd-ságú betont előállítani, illetve a sugárelnyelő képesség meghatározására végeztek felezési rétegvastagság vizsgálatot. A jövő nagyon sokszínűnek ígérkezik. A kutatandó területek száma végtelen: szálerősítés, nagyobb testsűrűség elérése, fagyállóság és vízzáróság követelményének szigorítása. A látszóbetonként való felhasználás sincs kizárva, mert szép a felülete és sötét-szürke színe van.

Az a jövőre vonatkozó elképzelés, hogy a barit meddőhányó újrahasznosítása és az energiatakarékosabb helyszíni betonbedolgozás szemlélete egyesül, ezzel hosszú életű és virágzó jövőt teremt az öntömörödő, barit adalékanyag beton felhasználásának.

#### Felhasznált irodalom

- [1] www.rudabanya.hu
- [2] Buday T. - Tóth L.: *Sugárvédő beton és habarcs* pp 10-11 Felsőoktatási Jegyzetellátó, 1969
- [3] Nehme, S. G. - Balázs L. Gy.: *Tanulmány a Rudabányai-II meddőhányó BARITMIX 1 nevű adalékanyagból nehéz beton gyártásához szükséges mérések elvégzéséről* Kutatási jelentés. pp 1-4, Budapest, 2007.
- [4] Grübl, P. – Lemmer, C. (2001a), *Anforderungen an die Frischbetoneigenschaften von SVB*, November 2001 Leipzig, Bauwerk Verlag GmbH Berlin, pp.25-50.
- [5] MSZ 4798-1:2004: *Beton. 1 rész. Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelés, valamint az MSZ EN 206-1 alkalmazási feltételei Magyarországon*
- [6] MSZ EN 12390-8:2001: *A megszilárdult beton vizsgálata. 8. rész: A vízzáróság vizsgálata*
- [7] MSZ 4715-4:1987: *A megszilárdult beton vizsgálata. Mechanikai tulajdonságok roncsolásos vizsgálata*
- [8] MSZ 4719-1982: *Betonok*

## Kő- és Kavicsbányász Nap 2008

**DR. GÁLOS MIKLÓS** • SZTE Kő- és Kavics Szakosztály

**KÁRPÁTI LÁSZLÓ** • SZTE Kő- és Kavics Szakosztály

A Szilikátipari Tudományos Egyesület Kő- és Kavics Szakosztálya 2008. október 16-án rendezte meg az iparág hagyományos seregszemléjét, a KŐ- és KAVICSBÁNYÁSZ NAP 2008 szakmai konferenciát. A kétévenkénti központi rendezvénynek idén a Hunguest Hotel Griff konferenciaterme adott otthont. A konferencia szervezésében közreműködőként a Magyar Bányászati Hivatal, a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék és a Magyarhoni Földtani Társulat vett részt.

A konferencián, melyet az Egyesület nevében köszöntőjével Asztalos István főtitkár nyitott meg, a kő- és kavicsipart foglalkoztató kérdések kerültek megbeszélésre és több előadás után hosszantartó megvitatásra. A levezető elnöki feladatokat nagy rutinnal Serédi Béla társelnök látta el.

Az Ütügyi Műszaki Előírások minősítési kérdéseivel az aszfaltútépítés területén Pallós Imre és Orbán Balázs foglalkozott. Az előadás két része egymásra épülően, de külön-külön is önálló előadásként a zúzottkövek szemszerkezetének minősítési kérdéseivel a gyártás és gyártásellenőrzés szabvány szerinti kérdéseivel foglalkoztak.

Szabó Máttyás előadásának címében ígérettel szemben, általános érdeklődésre számot tartóan, a minőségtanúsítás általános kérdéseivel foglalkozott. Példaként a BASALTKŐ Kft-nél működő minőségtanúsítási rendszert ismertette.

A vasúti ágyazati kőanyagok új európai szabvány szerinti minősítésének kérdéseivel Kemény Ágnes előadása foglalkozott. Ez az előadás váltotta ki az egyik legnagyobb hozzászólási kedvet.

Nemcsak iparágunkat érintő, hanem általános oktatáspolitikai kérdésekkel foglalkozott Grünwald Ferenc előadásában,

melyben a szakmunkásképzés új rendjét ismertette és szembeállított bennünket ennek nehézségeivel. A jövőben, a szakmunkásképzésben fokozott felelősség hárul a bányüzemekre és az üzemek által igényelt továbbképzésekre.

Érdekes színfoltja volt a konferenciának Lorberer Árpád *Hőbányászat a kőbányában* címmel megtartott előadása, melyben a geotermikus energia hasznosíthatóságának lehetőségére hívta fel a kő- és kavicsbányászok figyelmét.

Gárdai Szabolcs és munkatársai a mobil osztályozó és törőgépek hasznosíthatóságát mutatták be ismertette a különböző célra használható berendezések műszaki paramétereit. Előadásukat a bemutatottakon kívül prospektusanyaggal is gazdagították.

Programba illetően a konferencia résztvevői szeretettel köszöntötték Dr. Kertész Pált 80. születésnapja alkalmából. A köszöntőt az Ünnepelet meleg szavakkal köszönte meg.

A konferenciát jó hangulatú baráti és szakmai beszélgetésre is alkalmas féhérszital melletti „állófogadás” zárta. A visszajelzések ismeretében megállapíthattuk, hogy sikeres konferenciát tartottunk.

# Megjelent a Holcim „Cement-beton Kisokos”

**PLUZSIK TAMÁS** ■ alkalmazási tanácsadó ■ Holcim Hungária Zrt.

Mottó:

„A könyvek azért vannak, hogy megtartsák magukban a tudást, mialatt mi a fejünket valami jobbra használjuk.”

(Szent-Györgyi Albert)

Néhány héttel ezelőtt vehették először kézbe az érdeklődők azt a Holcim által kiadott szakmai könyvecskét, melynek címe „Cement-beton Kisokos”. A kiadvány csupán mérete miatt nevezhető könyvecskének, hisz tartalmát tekintve komoly szakmai anyag, amely hasznos információkat tartalmaz – szakmabelieknek és laikus érdeklődőknek egyaránt. Az olvasó 13 fejezetben minden lényeges tudnivalót megtalálhat benne a cementről, a betonról, a különféle betonfajták összetevőiről és kiegészítőiről, a felhasználási területekről, a beton tervezéséről, valamint sok-sok szakmai különlegességről. Úgy vélem, a kiadott anyag egyik fő erőssége a gyakorlatiasság, s habár olvasmányos is, tartalmi felépítése alkalmassá teszi mind a napi használatra, mind pedig célzott, alkalmi ismeretszerzésre vagy tanulásra.

Egy könyv születéséről lehet írni címszavakban – kigondoltuk, ötleteltünk, előkészítettük, összegyűjtöttük, átírtuk, megszerkesztettük, lektoráltuk, nyomdába adtuk –, bővebben kifejtve pedig akár egy másik könyvbe is foglalhatnánk a történeteket, amelyről ismét lehetne írni... Mellőzve az előbb vázolt lehetőségeket, a következő pár sor szóljon e könyvről és létrejöttének folyamatáról.

A történet két és fél éve kezdődött, amikor többünk fejében megfogalmazódott a gondolat, hogy egy alkalmazási útmutatót

kellene készíteni vevőinknek, szakmai partnereinknek, valamint a cement- és betontermékek felhasználóinak. A szándékot tettek követték, de ne tagadjuk, komoly hajtóerő volt az is, hogy a Holcim Magyarországon még nem jelentetett meg a cementtel és betonnal kapcsolatos átfogó jellegű kiadványt.

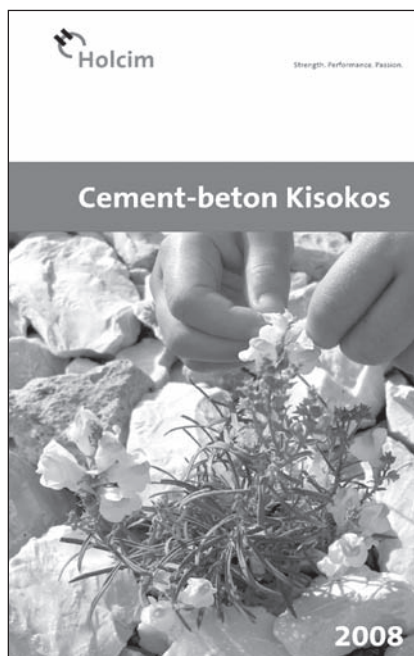
A lecke fel volt adva, lelkesedésünk pedig több szak-

terület közös ügyévé tette a dolgot. Másokat másolni nem akartunk, ezért az ötletelés, a szerzők kiválasztása és felkérése, illetve az előkészítés időszaka hosszúra nyúlt. Idő kellett ahhoz is, hogy letisztuljon a szerzők köre, kiderüljön, kikre számíthatunk és mi az, amit reálisan el tudunk érni. A könyv írása során néhány elképzelésünket félre kellett tenni – ezekről nem mondtunk le végleg –, de szerencsére mindig jött valami új ötlet az elmaradók pótlására. Több mint egy év telt el, mire sikerült azt a tartalmi bázist felépíteni, amely alapján elkezdődhetett a tényleges munka. A szerzők összehangolása kemény feladat volt, a szakmai tartalom mellett komoly figyelmet kellett fordítani az emberi tényezőkre is. A szerkesztőbizottság Holcimes és külsős tagjai csapattá kovácsolódtak az együtt töltött hosszú napok során, sokszor tízszer-húszszor is átolvastunk bekezdéseket, fejezeteket, s olykor komoly viták alakultak ki egy-egy konkrét kérdésben. Nem emlékszem, mikor lettünk készen a könyv megírásával, hiszen egy ilyen mű készítését jószerivel csak ab-bahagyni lehet, befejezni nem. Tudván ezt, biztos vagyok abban, hogy a szeptember közepén megjelent szakkönyv csak az első változat, mely minden bizonnyal még több, bővített és átdolgozott formában történő kiadást fog megélni. Engedtessek meg, hogy a szerzők és társszerkesztők nevének felsorolásával itt is megköszönjem mindazok segítségét, akik nélkül ez a mű nem jöhetett volna létre.

A Holcim „Cement-beton Kisokos” szerzői és szerkesztői: dr. Arany Piroska, dr. Balázs György, dr. Balázs L. György, dr. Buday Tibor, dr. Erdélyi Attila, Forgács Szilárd, Illés Ferenc, dr. Kausay Tibor, dr. Kovács Károly, dr. Liptay András, Migály Béla, Pluzsik Tamás, dr. Révay Miklós, dr. Salem Georges Nehme, Szegőné Kertész Éva, dr. Szegő József, Szilágyi János, dr. Tariczky Zsuzsanna, Tóth Tibor, dr. Ujhelyi János és dr. Zsigovics István.

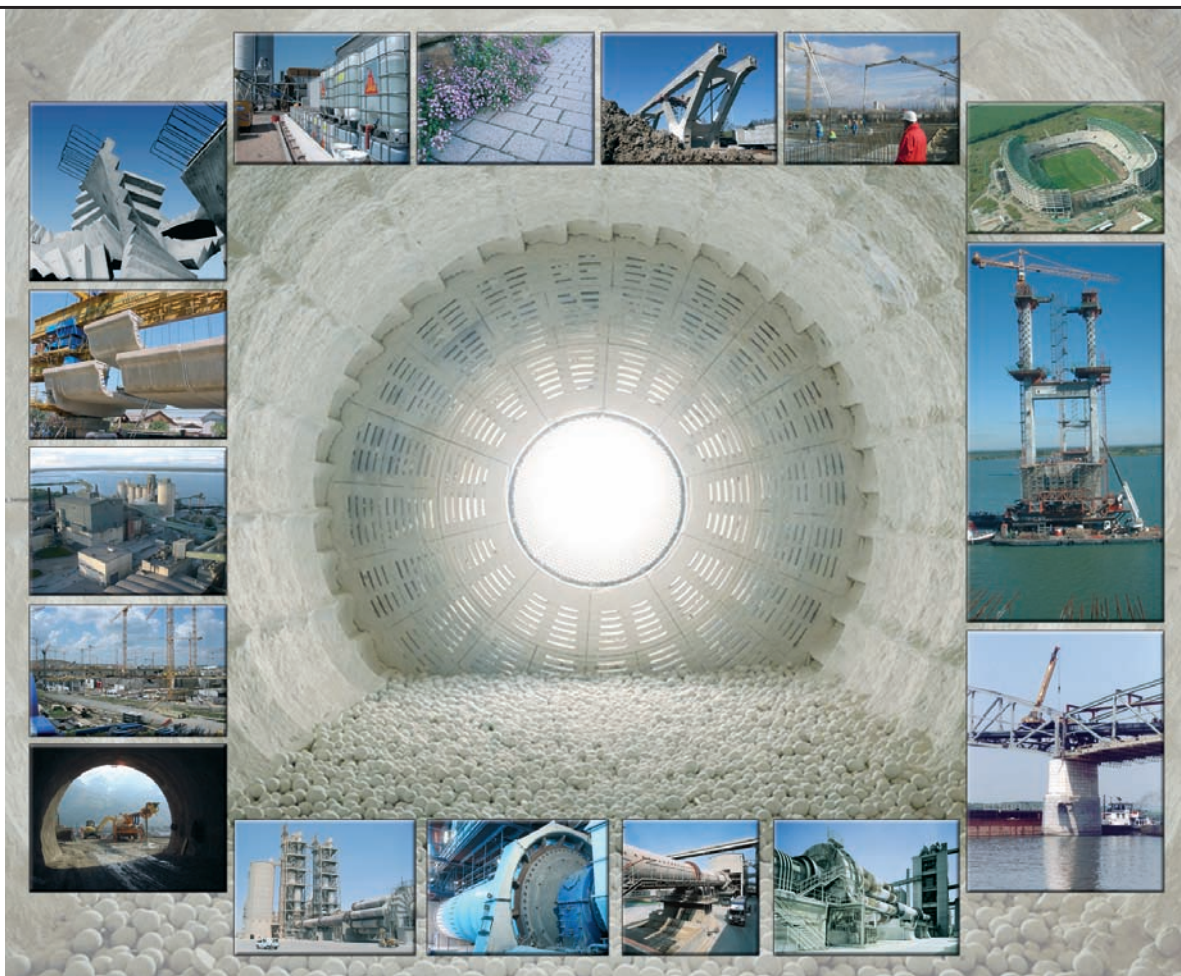
Szeretettel ajánlom kiadványunkat a cementtel és a betonnal foglalkozó szakemberek, a tervezésben és kivitelezésben érintettek, a szakterülettel ismerkedők, valamint a szakmában kevésbé jártas érdeklődők figyelmébe egyaránt.

A Holcim „Cement-beton Kisokos” név és levelezési cím megadásával térítésmentesen igényelhető Tóth Bálint marketing koordinátornál (e-mail cím: [balint.toth@holcim.com](mailto:balint.toth@holcim.com)).





# Concrete – Beton



## Sikával a cement kiváló üzleti lehetőséggé válik

A gyorsan változó világban kulcsfontosságú az a képesség, hogy az újdonságokat azonnal bevezessük a piacon. Mi azokra a megoldásokra koncentrálunk, amelyek a legnagyobb értéket nyújtják vevőinknek. Különleges megoldásainkkal és termékeinkkel segítjük az építetőket az építési folyamat során a legkülönbözőbb időjárási- és környezeti viszonyok mellett, a cementiparban, a betoniparban és az építkezés helyszínén is.



**Sika Hungária Kft. - Beton Üzletág**  
1117 Budapest, Prielle Kornélia u. 6.  
Telefon: (+36 1) 371-2020 Fax: (+36 1) 371 2022  
E-mail: info@hu.sika.com • Honlap: www.sika.hu

**MINŐSÉGÜGYI  
RENDSZERÜNK**

önkéntesen tanúsítva  
rendszeres felügyelettel  
ISO 9001 szerint



**KÖRNYEZETIRÁNYÍTÁSI  
RENDSZERÜNK**

önkéntesen tanúsítva  
rendszeres felügyelettel  
ISO 14001 szerint



# Relations between the material structures and drying properties of ceramic bricks and roof tiles

**LÁSZLÓ A. GÖMZE** • Department of Ceramics and Silicate Engineering, University of Miskolc • femgomze@uni-miskolc.hu

**LUDMILA N. GÖMZE** • IGREX Engineering Service Ltd. • igrexkft@t-email.hu

## Összefüggések téglá és cserépipari termékek anyagszerkezeti és száradási tulajdonságai között

(A XXIII. Téglás Napokon elhangzott előadás alapján.)

Napjainkban, amikor az energiaköltségek eldönthetik egy-egy vállalat, vagy iparág versenyképességét, különösen fontos, hogy megértsük a téglá és cserépipari termékek szárításakor lejátszódó termodinamikai folyamatokat és anyagszerkezeti változásokat. Munkájukban a szerzők rámutatnak a formázott nyers téglák és kerámia tetőcserepek anyag- és pórusszerkezetének a szárítási folyamatban betöltött szerepére, különös tekintettel a 100 °C-nál magasabb hőmérsékleten történő szárítás lehetőségeire és korlátaira. Az elvégzett vizsgálatok, elemzések rámutattak, hogy a formázott nyerstégla és kerámia tetőcserep tele van néhány mikrométer, vagy ennél is kisebb méretű pórusokkal és kapillárisokkal, amelyekből a vízcsepp eltávolításához – felületi feszültségének leküzdéséhez – több MPa nagyságú belső nyomás létrehozása szükséges. Ekkora belső „gőznyomás” előállítása csak a jelenleg elterjedtnél lényegesen magasabb szárítási hőmérsékleten lehetséges! A szárítási hőmérséklet növelésével – a szárítási művelet gyorsításával – minden esetben csökkent a formázott nyerstégla és kerámia tetőcserep száradási zsugorodása; jelentősen lecsökkentve így a zsugorodás által gerjesztett húzófeszültség nagyságát.

Kulcsszavak: szárítás, mikroszerkezet, pórusszerkezet, porozitás, hőátadás

Keywords: drying, microstructure, pore-structure, porosity, heat transfer

## 1. Introduction

Engineers and experts working at brick and ceramic roof tile manufacturing plants have been engaged in making the drying of produced green bodies more efficient already since the end of the 19<sup>th</sup> century [1, 2]. However, the first theoretic study – significant in respect of material science as well – was hallmarked with the name of Pukall W. [3] at the end of the twentieth years of the last century. This apparent delay of the applied theoretic researches is obvious, since the demand aiming at the theoretic and experimental analysis of material flowing, transformation and thermal processes occurring during the drying of such complicated material structures like extruded green bricks or pressed ceramic green roof-tiles, presented itself for the first time only at the middle of the 20<sup>th</sup> century, when artificial dryers came into general use [4, 5, 6, 7].

From this era it is worth mentioning the name and work of Csiszkij A.F. [8] determining not only the shrinkage, the bending- and compressive strength of the dried profiles on the basis of regression equations, but establishing at the given temperature also the „critical drying time” pertaining to the knee presenting itself at the end of the linear drying, shrinking section, based on the Bigot curves. For the analyses – for setting the regression equations – Csiszkij altered the raw material composition, the mineral- and moisture content, the drying temperature as well as the relative moisture content of the drying air. His work is all the more significant because in the field of ceramics he was the first scientific researcher to process the obtained test results by means of mathematical-statistic methods. Later Csiszkij's results were developed further on by Schmidt H. [9] and Ratzenberger H. [10 and 11] applying the quadratic polynomial regression model.

**László A. Gömze**

is head of Department of Ceramics and Silicate Engineering in the University of Miskolc since 1999. He has got scientific degree „Candidate of Technical and Engineering Sciences” at Moscow University M. I. S. I. in 1985, and has a wide range of experiments both in engineering and research works at different companies and in teaching of students at universities. Finishing the Civil Engineering University of Moscow (Russia) in 1973, L. A. Gömze started his working activity as structural engineering at the design department in Hungarian firm Building Ceramics (Épületkerámia) in Budapest. In 1986 he was already the managing director of the famous Hungarian porcelain manufactory HOLLÓHÁZA. Leaving Hollóháza in 1990 he used to work as associated professor at University of Miskolc. Since 1995. L. A. Gömze is regularly invited to the TU Bergakademie Freiberg, TU Madrid and other universities of EU countries. As invited professor he has reading courses for master and PhD students in topics of ceramics with extremal mechanical and physical properties, and in themes of forming, drying and sintering of ceramics and CMC materials and bodies. He also has wide range experiments in study of rheology, as well as in mechanical and mathematical modelling of rheological properties of non-linear viscoelastic-plastic materials like clay-minerals, structural ceramics and ceramic-fibre reinforced ceramic-matrix composites. He has good experiments in examination and development of new material compositions and technology both for tradition and high-tech ceramics and CMC-s.

His research works are presented in 78 research reports, 3 books, 2 patents and more than 100 scientific articles. László A. Gömze is member of several Hungarian and international organization in fields of ceramics, material sciences and chemistry. He is member of „Kerpely Antal Doctoral School” of material sciences and technologies. Since 1996 he has successfully supervised several PhD students in fields of ceramics and ceramic matrix composites.

**Ludmila N. Gömze**

is the managing director of engineering service firm IGREX Ltd. Finishing the Civil Engineering University of Moscow (Russia) in 1974 she started her working activity as structural engineer at Hungarian design institution VIZITERV in Budapest. Further she continued her job as designer engineer at firm KEVITERV in city Miskolc. In her working experiments she has met first time with the problems of productions and technologies of ceramic items at the porcelain manufactory HOLLÓHÁZA in 1987. Since then she has a wide range experiments in examination, research and development of new material compositions and technologies both of traditional and high-tech structural ceramics as well as of ceramic matrix composites. The research works of Ludmilla N. Gömze are presented in several research reports, conference publications and 5 scientific articles in different German and Hungarian journals.

From among the European researchers analysing the drying sensitivity and drying properties of the raw materials for brick and ceramic roof-tile production, Bálint Pál and Tóth Kálmán [12] were among the first to succeed in stating the relation between mineral composition of the mining materials used for green production and the parameters of the applied manufacturing and drying technology using the regression equation with 0,9 correlation coefficient. Their work was focused among others on plasticity, the drying sensitivity and the porosity of the dried product (profiles) as a function of the montmorillonite and chlorite content of the different mining materials used for the production and the mass ratio of grains less than 10 µm resp. 2 µm fractions. More publications were issued on the statistic method applied by them and the results of their research work [13, 14].

Several reports were published in the journal „Építőanyag” (*Building material*) on the results attained in the analysis of the drying properties of mining materials for the brick and tile industry. Surely, the most important works of them are those elaborated by Bálint P. [14], Sopronyi G. [15], as well as Vértessy K. and Verdes S. [16], testing by up-to-date mathematical and statistic methods the drying properties of the newly formed green products of the brick and tile industry as a function of the mineral content of the mining materials – the quantity of materials belonging to the caolonite, illite and smectite group. The obtained regression equations enabled the conclusion that it was the quantity – the proportion – of the mineral materials belonging to the smectite group that exercised the greatest influence on both the drying process and the physical and mechanical properties of the dry semiproducts.

## 2. Materials, theoretical and experimental procedures

Nowadays, apart from the quality, it is the specific energy costs that essentially determine the market competitiveness of a product or technology. As far as the reduction of the specific energy costs is concerned, it is of vital importance to understand and correctly interpret the thermomechanical processes occurring during drying and dehydration of brick and tile basic materials and formed green bodies [17]. The discovery and comprehension of physical-chemical connections and relations between the microstructure as well as the drying and dehydration properties of brick and tile basic materials resp. green bodies can significantly contribute to the improvement of the efficiency of the applied drying technologies and the reduction of the specific energy costs of the drying procedures [18]. At the same time the ever increasing transmission capacity of the raw material preparation and extrusion machines of the production lines applied in the brick and tile industry [19] also requires that the pressed green products be dried during a considerably shorter period. During our research work aiming at the discovery and comprehension of the relations between the material structure of the brick and ceramic roof-tile green products as well as their drying and dehydration properties, 18 basic materials – mining materials – from Hungary, 6 ones from Romania and 4 ones from Austria were analysed. Our tests were aimed at replying the following questions:

- What does the extent of drying shrinkage and drying sensitivity depend on?
- Mechanical stresses of what character and what size do occur during the drying of green bricks and roof-tiles?
- How is the drying procedure influenced by the temperature, the relative moisture content of the drying air as well as the mineral composition, the moisture content and the microstructure of the green brick?
- What can cause dehydration cracks following perfect drying?

When examining the drying properties of the green brick and pressed ceramic roof-tile, we determined first of all the mineral composition of the obtained mining materials using a Bruker D8 ADVANCE type X-ray apparatus, then established

the BET and Langmuire specific surface area of the uncrushed samples taken from them by means of a Tristar-3000 apparatus. Thereafter we measured the moisture content of the obtained basic – mining – materials; and carried out the usual thermo-analytical tests by plotting the DTA, TG and DTG curves in the temperature range of

$$20\text{ °C} \leq T \leq 1000\text{ °C} \quad (1)$$

using a derivatograph. Having completed the above basic tests we prepared mixtures according to the formulas specified in the experimental plan then adjusted the moisture content values as required for forming. We used a laboratory muller to produce the grain size and grain structure required for forming, then prior to the extrusion we determined again the BET and Langmuire specific surface areas. The green profiles required for the tests were produced by means of a KEMA –PVP5 type vacuum extrusion machine, while a „HÓKER” type climatic chamber was used for drying. This type of climatic chamber has an advantage whereby the temperature and the quantity of the drying air can be regulated together with its relative moisture content and flow rate. For plotting the Bourry-Morozov drying diagrams shown in Fig. 1., we measured the length, the cross section and the mass of the tested profiles per given time units.

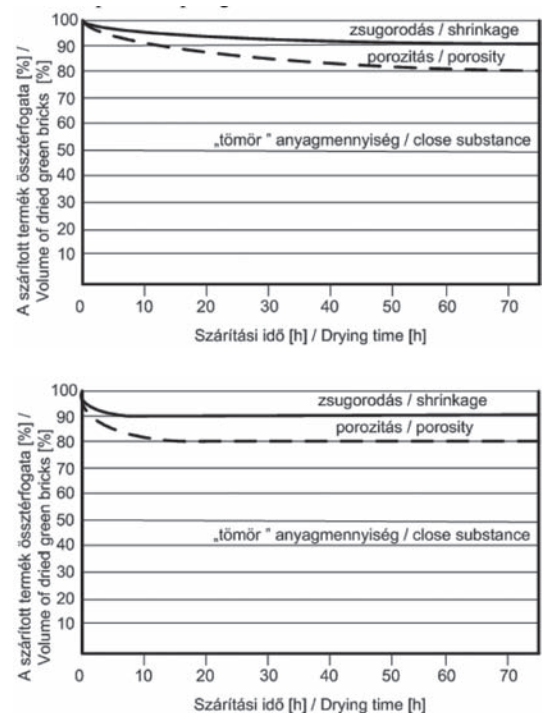


Fig. 1. Typical Bourry-Morozow diagrams of the drying procedure of the green bricks  
1. ábra Nyers téglá száradási folyamatának tipikus Bourry-Morozov féle diagramja

Our tests showed that the basic materials – materials –, the Bourry-Morozow diagrams of which had a greater – more inclined – negative angular coefficient at the initial section, were more sensitive. The green bricks prepared therefrom shrank significantly quicker – more intensively – in the initial phase of the drying procedure compared to those having a less inclined negative angular coefficient in the same phase.

For the mathematical determination – calculation – of the energy required for the convective drying of the green bricks and green ceramic roof tiles in an in-line chamber type quick-drier, a so-called agitator vessel model was used under adiabatic thermal- and energy-transfer conditions. Later, having learned the work of Junge K., Tretau A. and Specht E. [20], we used for our tests the mathematical relations developed by them. For the simulation of the kinetics of quick drying, the above authors have developed a very well applicable software as well, enabling the simple and quick modelling – testing – of the relation among the supply air mass flow, the green product water load, the energy requirement of drying, the evaporation rate and the planned drying curve.

To our regret, the Junge-Tretau-Specht software was not available for us; thus we tested the mathematical relations given in their work [20] by means of the MathCAD program wellknown for us. Mainly the curves shown in Fig. 2., taken over from the author's work, raised our interest, whereby the increase of the temperature of the drying air involves considerable decrease of the energy requirement of drying.

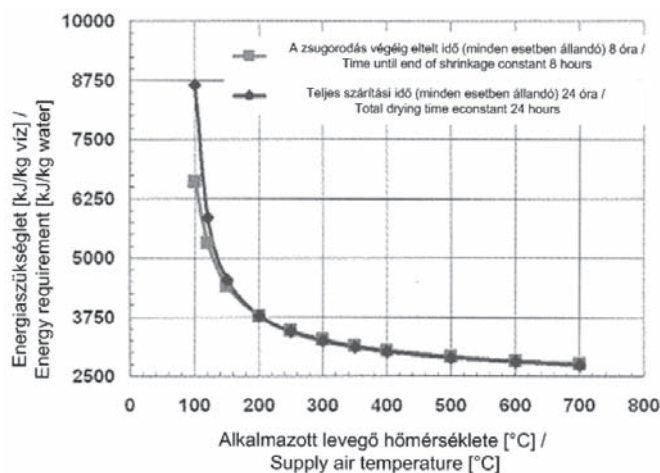
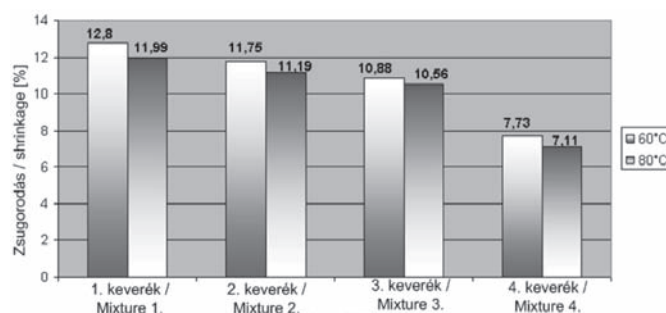


Fig. 2. Energy requirement of drying as function of supply air temperature (taken from [20])

2. ábra A szárítási energia igénye a betáplált levegő hőmérsékletének függvényében (átvéve: [20])

In their above mentioned work [20] the authors also describe that as a result of quicker drying at higher temperature the drying shrinkage of the green brick products will decrease. We often experience the phenomenon of reduced drying shrinkage as well; Fig. 3 shows an example demonstrating the drying shrinkage of green bricks composed of 4 mixtures of different composition.



Components [dkg]	Mixture 1.	Mixture 2.	Mixture 3.	Mixture 4.
T	40	40	40	40
A	100	100	120	100
B	100	100	100	100
C	100	100	100	100
D	50	0	40	50
Sawdust	0	0	0	23,4
Total	390	340	400	413,4

Fig. 3. Drying shrinkage of green bricks composed of 4 different composition  
3. ábra Különböző összetételű keverékből készített nyerstégglák száradási zsugorodása

### 3. Results and discussion

Fig. 3. showing the drying shrinkage of the green bricks as a function of the mineral composition and the drying temperature, clearly demonstrates that the composition has at least the same influence on the drying shrinkage as the temperature. From among the mining materials illustrated in the figure „A” contained more of montmorillonite and illite, „B” of illite and smectite, „C” of illite and chlorite and „D” of chlorite and mainly silica flour (exceeding 50%). At the same time materials „A” and „D” contained also muscovite and kaolinite in appr. 5 to 10 mass%. The saw-dust added in 3 mass% as a pore-forming additive has a remarkable drying shrinkage reduction effect!

The differences in the drying shrinkage and drying sensitivity of the green bricks made of different basic materials, mixtures, revealed the importance of the mineral composition, the moisture content, the microstructure, the grain- and pore-sizes of the applied basic materials. While testing the material structures to discover the effect of the microstructure on the drying shrinkage, it was interesting to observe how the tetartoid [18] crystal structure of the quartz (Fig. 4) reminded of the water molecule structure [17]; respectively how the dipolar H-O-H chain [21] formed by the water molecules resembled the -Si-O-Si-O- crystal chain of the silicate soda glass [22].

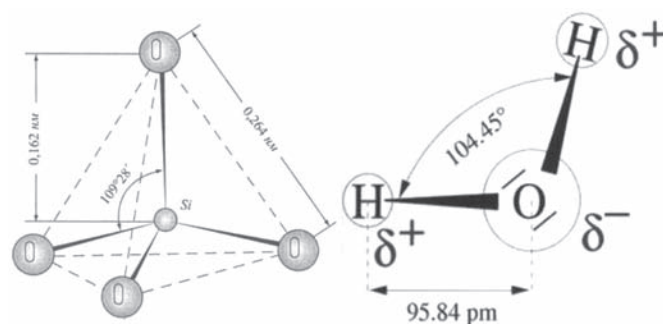


Fig. 4. Structure of the quartz crystal and the water molecule  
4. ábra A kvarckristály és a vízmolekula szerkezeti felépítése

It is due partly to its above mentioned material structure, partly to its dipolar property, that water can be so properly used for wetting the basic materials of bricks and ceramic tiles, the mineral mixtures rich in quartz. At the same time it is well-known that the tensile stress produced by the surface stress in the water drop can be determined on the basis of the following relation:

$$p = \frac{2\sigma \cdot \cos \alpha}{r}, \quad [\text{Pa}] \quad (2)$$

where:

$\alpha$  – wetting angle,

$\sigma$  – surface stress of the water drop, [N/m],

$r$  – radius of the water drop, [m].

Consequently it is essentially important to learn the microstructure (Fig. 5.) of the raw materials to be applied even before forming (extrusion).

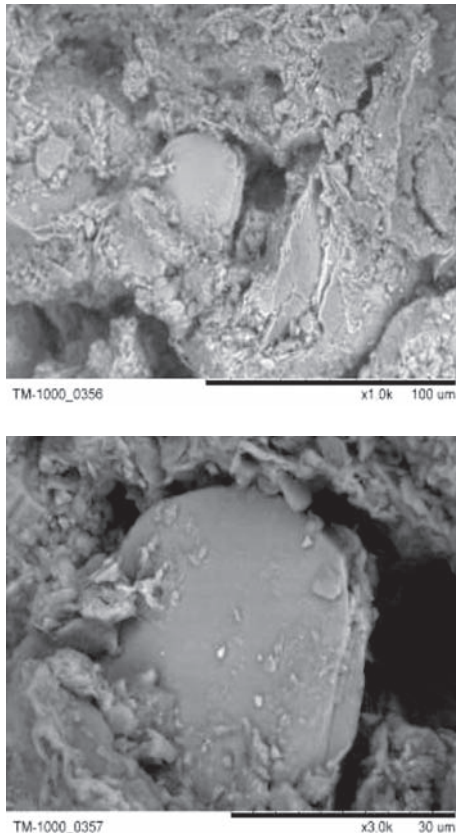


Fig. 5. Microstructure of the clay from Mezőberény  
5. ábra A mezőberényi agyag mikroszerkezete

In Fig. 5. the size, the shape and the open porosity of the different grains of the mining material used for brick production can be observed well, and the form and size of the gaps (cavities) among the grains can also be seen well. By means of the figure the total volume of the pores and „gaps” in the clay used for green production can be determined as follows:

$$V_{p\ddot{o},a} = \sum_{i=1}^A V_{npi} + \sum_{j=1}^F V_{zpj} + \sum_{k=1}^C V_{kpk} + \sum_{l=1}^D V_{htl}; \quad [\text{m}^3] \quad (3)$$

After the extrusion the free gaps among the grains will cease; part of them will be converted into closed or open pores and capillaries, while the other part of them will definitively cease; the total pore volume can be determined as follows:

$$V_{p\ddot{o},e} = \sum_{i=1}^E V_{npi} + \sum_{j=1}^F V_{zpj} + \sum_{k=1}^G V_{kpk}; \quad [\text{m}^3] \quad (4)$$

The symbols used in relations (3) and (4) are as follows:

A, B, C, E, F and G – number of the open and closed pores as well as capillaries in the clay used for green production respectively in the extruded green brick.

D – number of the gaps among the grains of the clay prior to extrusion.

$V_{npi}$  – i-th open pore volume, [m<sup>3</sup>],

$V_{zpj}$  – j-th closed pore volume, [m<sup>3</sup>],

$V_{kpk}$  – k-th capillary volume, [m<sup>3</sup>],

$V_{htl}$  – l-th gap volume among the grains, [m<sup>3</sup>].

The specific pore volume of the clay used for green production can be determined by means of the following relation:

$$V_{af} = \frac{V_{a\ddot{o}}}{V_{p\ddot{o},a}} \cdot 100\%; \quad [\%] \quad (5)$$

while for the determination of the specific pore volume of the extruded green brick the following relation can be applied:

$$V_{ef} = \frac{V_{nt\ddot{o}}}{V_{p\ddot{o},e}} \cdot 100\%; \quad [\%] \quad (6)$$

where:

$V_{a,\ddot{o}}$  – total volume of the clay used for green production, before extrusion; [m<sup>3</sup>]

$V_{nt,\ddot{o}}$  – total volume of the extruded green „compact” brick, before drying; [m<sup>3</sup>]

While the green products for brick production are extruded, respectively the green ceramic tiles are pressed, the water used for the forming processes „gets jammed” into these open and closed pores, the capillaries and gaps among the grains, which is to be removed during drying. The smaller the pores filled with water are – in case of identical total volume – the more energy will be required for their removal (evaporation). Thus for example in case of a 200 μm diameter pore the heat transferred to the water drop shall ensure that the pressure produced by evaporation surpass the 1,5 MPa tensile stress produced by the surface stress of the water drop. In case of a water drop jammed in a 2 μm diameter pore this value is already 150 MPa! Dryers and drying technologies applied at present are not capable of producing evaporation „steam-pressure” of such an extent. Among others it is due to the high pressure required to remove the water from the micropores that at least 1 to 3% water still remains in each case in the green brick and ceramic roof-tile products when drying is over.

Quick drying at high temperature of porous materials like green bricks or ceramic roof-tiles raises several questions. For example: What will happen when the water in steam form passes across the „wall” of the product at high pressure, through a nanometre diameter, needle-like capillary and arrives in one or more macrometre size pores [23]? or: How can the phenomenon of the so-called „heat pipe effect” observable in such cases be explained [17]? The reply to these questions can be found only in the changes occurred in the material structure – the micro- and nano-structure – of the formed green brick and ceramic roof-tile during the drying procedure (Fig. 6 and 7).

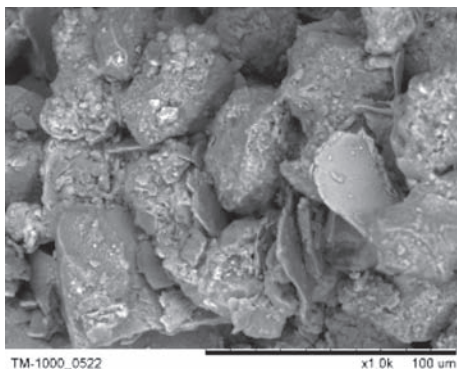
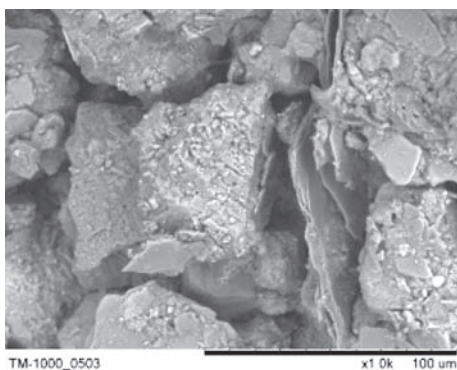


Fig. 6. Change in the material structure of the green brick in case of drying at 150 °C and 300 °C

6. ábra A nyers téglá anyagszerkezetben végbement változás 150 °C és 300 °C-os szárítás esetén

Fig. 6. illustrating the material structure at thousand times magnification demonstrates how the surface of the grains building up the green brick, the form and size of the gaps among the grains change during the drying procedure as a result of temperature increase. When the drying temperature is increased from 150 °C to 300 °C, the size of the gaps among the grains considerably increases, while the grains themselves will become smaller due to the thermal shrinkage. The gaps among the grains will continue to exist in the form of closed pores or capillaries even after burning, thus the applied drying temperature and technology are of decisive importance in respect of the material structure, the thermal physical properties and the mechanical strength of the burnt brick and tile products.

Fig. 7. demonstrates the material structural changes over the surface of a single grain of the green brick as a function of the drying temperature, at ten thousand times magnification.

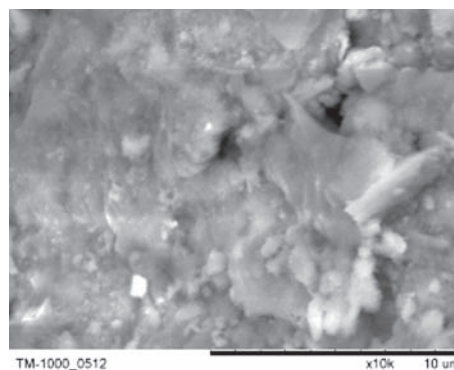
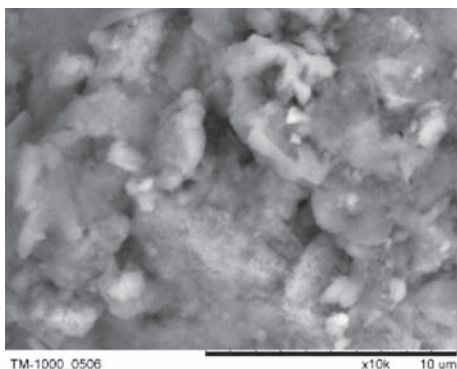


Fig. 7. Change of the material structure of a single grain  
7. ábra A szemcse anyagszerkezetének változása a szárító hőmérséklet hatására

According to Fig. 7, as the temperature is increased from 150 °C to 300 °C, the tested independent grain – of some 10 μm size only – became essentially more compact; while the number of the open pores over its surface considerably decreased and their size became smaller. Simultaneously, as the drying temperature increased the surface of the tested grain became less articulated, while the number of the submicronous and nano-size crystals – grains – considerably increased.

#### 4. Conclusions

The results of the performed thermodynamical analyses, drying experiments and material structural tests can be summarised as follows:

- Prior to drying, the material structure of the formed green brick and ceramic roof-tile is rather articulated, it is full of some micrometer or smaller pores and capillaries, thus internal pressure of more MPa shall be produced to surpass the surface stress. The production of such an internal „steam-pressure” requires considerably higher drying temperature compared to the value being generally in use at present!
- As the drying temperature was increased – the drying process was accelerated – the drying shrinkage of the formed green bricks and ceramic roof-tiles decreased in each case, reducing thereby the tensile stress in the drying product produced by the shrinkage.
- The material structural tests performed on the produced profiles before and after drying revealed that as the drying temperature increased, the gap among the micrograins increased as well, while the grains themselves shrunk. At the same time due to the great number of gaps – pores and capillaries – among the micrograins, and their increased size resulted from more intensive drying, the shrinkage of the produced profiles decreased as far as the macro-size was concerned.
- The drying temperature and the drying dynamics can essentially influence the material structure of the brick and ceramic roof-tile, whereby also their mechanical and physical properties, most important in respect of their application, will be influenced. The discovery and comprehension of these relations require further tests and researches.

References

- [1] Nohratyan K. A.: *Sushka i obzhig v promishlennosti stroitel'noi keramiki*; Kiev; Naukova Dumka (1962)
- [2] Tamás Ferenc: *Szilikátipari kézikönyv* (Handbook of Silicate Industry); Műszaki Könyvkiadó, Budapest (1982)
- [3] Pukall W.: *Über die Vorgänge beim Trocknen Keramischer Rohmassen*; Sprechsaal; No. 22., p. 429-450 (1928)
- [4] Macay H.H.: *Clay-material relationships and the international mechanism of drying*; Trans Brit. German Soc.; v. 41. (1942)
- [5] Nossova S. A.: *Sushilki dlya glin*; Ministerstvo Promislenosti Stroitel'nih materialov; Moscow (1946)
- [6] Bulavin I. A.: *Proizvodstvo keramicheskikh plitok*; Promstrojizdat, Moscow, (1949)
- [7] Budnikov P. P.: *Technologie der keramischer Erzeugnisse*; VEB Verlag Technik; Berlin (1953)
- [8] Csiskij A. F.: *Steklo i keramika*, v. 4; p: 11-13 (1954)
- [9] Schmidt H.: *Physikalische und chemische Untersuchungsverfahren in der Grobkeramik*, Teil VIII., Sprechsaal 113;p. 125-127. (1980)
- [10] Ratzenberger H.: *Bestimmung der Trocknungsempfindlichkeit toniger Materialien*; Unveröffentlichter Forschungsbericht; IBK; Weimar (1989)
- [11] Ratzenberger H.: *Bestimmung der Trocknungsempfindlichkeit nach neuen Gesichtspunkten*, Baustoffindustrie No. 2. p.: 48-49. (1990)
- [12] Bálint P., Tóth K.: *Analyse einer Vielzahl von Ziegelton-Kennwerten durch Datenverarbeitung mittels Computer*; Tonindustrie Ztg. V. 97., No., 5. p.: 122-125 (1973)
- [13] Bálint P., Szóke B., Juhász J., Skorecz T.: *Equilibrium moisture diagrams for the drying of clays*; Ceramics International, v. 7., No. 1., p. 35-39 (1981)
- [14] Tóth K., Bálint P., Bakos J.: *The Examination of Drying Sensitivity of Hungarian Ceramic Raw Materials by Alviset's Method*; Építőanyag, v. 20. No.8., p.302-306. (1968)
- [15] Sopronyi Gábor: *Testing of Drying Sensitivity by the „Barelattograph”*; Építőanyag, v. 30. No.6., p.219-222. (1978)
- [16] Vértesffy K., Verdes S.: *Connexion between Drying and Physical Chemical Characteristics of Ceramic Raw Materials and Bodies*; Építőanyag, v. 37. No.7., p.193-201. (1985)
- [17] Junge K., Tretan A., Specht E.: *Drying of green bricks – Material-related principles, kinetics and energetics*; Zi-ANNUAL 2008. p. 28-71. Edited by Fischer A., Bauverlag BV GmbH, Gütersloh (2008)
- [18] Rabuhin A. I., Saveliev V. G.: *Fizitseskya himiya tugoplavkikh nemetalitseskikh i silikatnih soedinenij*; Infra-M; Moscow (2004)
- [19] Händle F. at all: *Extrusion in Ceramics*; Springer Verlag, Berlin-Heidelberg (2007)
- [20] Junge K., Tretan A., Specht E.: *Energy expenditure for drying of green bricks in chamber dryers*; Zi-ANNUAL 2007., p. 25-38; by Müller W. and Fisher A.; Bauverlag BV GmbH; Gütersloh (2007)
- [21] Emilian G. P., Corbara F.: *Technologia ceramica le materie prime*; volume 1., ISBN: 88-8138-043-9 (2001)
- [22] Gömze A. L.: *Kerámian – jegyzet*; Anyagmérnöki BSc (nappali); <http://keramia.uni-miskolc.hu>
- [23] Schlünder E-U: *Drying of Porous Material During the Constant and the Falling Rate Period*; A Critical Review of Existing Hypotheses; Drying Technology; v. 22., No. 6. p: 1517-1532 (2004)

„ZSOLNAY 180” Kiállítás a Magyar Szabadalmi Hivatalban

180 éve született „a legnagyobb magyar fazekas”, Zsolnay Vilmos. Az évforduló alkalmából a Magyar Szabadalmi Hivatal kiállítást rendezett „Zsolnay 180” címmel.


A „Tudomány-művészettechnika” alcímmel évek óta zajló kiállítás-sorozat e három emberi tevékenységforma egymásra hatását, egymásra épülését, egymás általi kölcsönös meghatározottságát kívánja bemutatni. Zsolnaynak az ezoin a legismertebb találmánya, azonban két másik, nagy jelentőségű műszaki újdonság is született Zsolnay munkássága nyomán: a porcelánfajansz és a pirogránit. A kiállítás rendezői arra törekedtek, hogy Zsolnay munkásságának minden szeletéből felvilántsanak néhány érdekes tárgyat vagy dokumentumot. A látogatók megismerkedhetnek a különböző technológiával készült dísz tárgyakkal, sőt néhány kísérleti darabbal is. Látható volt Zsolnay Vilmos egyetlen szabadalommal védett találmánya, egy keménycserépből készült bélyegnedvesítő készülék, valamint néhány korabeli kísérleti eszköz is. Néhány érdekes eredeti kiviteli terv ugyancsak helyett kapott a falakon, csakúgy, mint a gyár archívumból származó érdekes dokumentumok másolatai, valamint korabeli fotók is.

A Zsolnay védjegyek különböző változatai (közülük az egyik egy muzeális értékű hivatali lajstromkönyvben) is szerepeltek a kiállításon.

Az épületdíszeket egy-két eredeti darabon kívül számos – néha különleges részletességű, vagy különleges helyről készült – színes felvételen mutatták be a kiállítás rendezői.

A tárgyakat főként a pécsi Zsolnay múzeum, az Iparművészeti Múzeum, valamint az Országos Műszaki Múzeum bocsátotta az MSZH rendelkezésére. A Magyar Televízió „Századfordító Magyarok” sorozatának Zsolnayról és a gyárról készült filmje is megtekinthető volt a kiállításon.

Varju Zsuzsa  
Magyar Szabadalmi Hivatal



# CEMKUT

**Szakértelem biztos alapokon**

**CÍM:** 1034 BUDAPEST, BÉCSI ÚT 122-124. • **LEVÉLCÍM:** 1300 BUDAPEST, PF.:230  
**TEL.:** +36 1 388 3793, +36 1 388 4199, +36 1 368 8433 • **FAX:** +36 1 368 2005  
**E-MAIL:** CEMKUT@MCSZ.HU • **INTERNET:** WWW.CEMKUT.HU

**SZOLGÁLTATÁSAINK:**

- **Terméktanúsítás, üzem és üzemi gyártásellenőrzés alapvizsgálata, tanúsítása, folyamatos felügyelete**
- Cement, nyersanyagok, cement-kiegészítő anyagok, mész és mésztermékek, gipsz és gipsz kötőanyagok fizikai és kémiai vizsgálata
- Habarcatok, betonok vizsgálata
- Cementek betontechnológiai vizsgálata európai szabványok szerint
- Beton-kiegészítő anyagok és adalékanyagok alkalmassági vizsgálata, betontermékek vizsgálata
- Szilikátipari nyers-és alapanyagok, gyártásközi anyagok, szilikátbázisú építőanyagok kémiai, termoanalitikai vizsgálata
- Helyhez kötött technológiai légszennyező források, munkahelyi, környezeti levegő és zaj vizsgálata, értékelése; egyéb légtechnikai mérések elvégzése
- Tanácsadás, Szakértés, Kutatás-fejlesztés

A NAT ÁLTAL **NAT-6-0037/2007** SZÁMON AKKREDITÁLT TANÚSÍTÓ,   
**NAT-3-0006/2007** SZÁMON AKKREDITÁLT ELLENŐRZŐ,   
**NAT-1-1249/2007** SZÁMON AKKREDITÁLT VIZSGÁLÓ,   
 A 4/1999. (II.24.) GM RENDELET ALAPJÁN **122/2007** SZÁMON KIJELÖLT,   
 AZ EURÓPAI UNIÓBAN **1414** AZONOSÍTÓ SZÁMON BEJEGYZETT SZERVEZET

# Utókezelési módszerek hatása a beton korai zsugorodásból származó repedéseire<sup>1</sup>

SÁROSI MÁRTON ■ PORR Építési Kft. ■ marton.sarosi@porr.hu

## Effects of curing methods on plastic shrinkage concrete cracks

In the construction industry cracks are among the most common damages on buildings. They have influence on the structural behavior as well as the serviceability of the structures.

The purpose of this study was to determine a crack and shrinkage sensitive concrete mixture, and to test conventional and advanced, time sparing curing methods on this. In the case of conventional curing method, water was sprayed on the surface of the concrete, while advanced curing method was carried out by adding super absorbing polymers to the mixture during mixing. The properties were tested between intense drying circumstances. According to the experimental results it is statable that both methods have their technical advantages, but the convenient curing method has to be always determined by considering the properties of the certain concrete structure.

Key words: curing, super absorbing polymers, shrinkage

Kulcsszavak: utókezelés, nagy vízfelvételű polimerek, zsugorodás

## 1. Bevezetés

A beton építményeken keletkező károk között a repedések vezető helyet foglalnak el. A repedések befolyásolják az építmény teherbírását és használhatóságát. A mélyépítési szerkezeteknél gyakran kell az erőtan követelmények mellett használhatósági követelményeknek is teljesülniük, ilyen például a szerkezet vízzárósága. Ezeket a használhatósági követelményeket egy, a kivitelezés, vagy az üzemeltetés során keletkező repedés negatívan befolyásolhatja [1].

Kutatásaimat, amelyek diplomamunkám alapját képezték, a stuttgarteri egyetem (Universität Stuttgart) Építőanyagok Tanszékének (Institut für Werkstoffe im Bauwesen) és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékének vezetésével végeztem. Egyes tervbe vett kísérletekre a diplomamunka által szabott szűk időkeretek miatt nem kerülhetett sor. A jelenleg legelterjedtebb utókezelési módszerek a locsolás (vízpermet), párazárás, elárasztás és letakarás. Munkám során a locsolásos utókezelést és a napjainkban teret hódító *belső* utókezelési módszert hasonlítottam össze. A *belső* utókezelés lényege: nagy víztartalmú, a vizét később leadó polimer adagolása. A kísérleteket a stuttgarteri egyetem anyagvizsgáló laboratóriumában végeztem.

## 2. Vizsgálatok

### 2.1 Célkitűzések és kísérletek

A kísérletek célja a *belső* utókezelés eredményességének megfigyelése volt. Az első lépés egy olyan betonkeverék készítése volt, amely erőteljes szárító körülmények hatására hajlamos korai zsugorodásból származó repedésre. Ezzel az ún. „referenciakerékkel” (II. keverék, 1. táblázat) lehetett megkezdni az eltérő utókezelési módszerek hatásának megfigyelését. A kísérletet 30 °C-os és 50% relatív páratartalmú klímazobában végeztük. Ilyen körülmények között a betonfelület erőteljes szárító hatásnak van kitéve. A beton bedolgozása utáni első 8 órában lehetett a *korai zsugorodásból* (*plastic shrinkage*; *Früh-*

*schwinden*) származó repedésekre számítani és ezt próbáltuk két utókezelési módszerrel megakadályozni. Korai (képlékeny) zsugorodást, „töppedést” okoz a keverővíz elpárolgása a felület készre simításától kezdve a kötés megindulásáig: ezalatt – nevezik pihenési, pihentetési időnek (Liegezeit) is – a beton még könnyen alakítható (nem lépésálló) utóvibrálható. A diszperzió – cementpép, vagy bármely más finomszemcsés anyag szuszpenziója – először a szabad felület felé párologva veszti a vizét, majd a szemcsék süllyedése/tömörödése után a víz a felületi húzófeszültség révén a kapillárisokból fölfelé szívódik és elpárolog (ezért hívják kapilláris zsugorodásnak is). A felső réteg térfogatcsökkenését az alsók fékezik és ezért a felület szabálytalanul, térképszerűen megrepedezik. Ez a korai (friss, képlékeny, kapilláris) zsugorodás a 4 mm/m-t is elérheti és a repedések tágassága 0,5–2,0 mm, mélységük akár 10 cm is lehet [2].

A vizsgálataimhoz megalkottunk egy repedésfigyelő rendszert. Ez a megfigyelőrendszer egy szoftver (képrögzítő program) és egy hardver (webkamera, számítógép) egységből áll, amellyel egy 9 cm × 11 cm méretű területen lehetséges a repedések megfigyelése. A webkamera felbontása miatt a megfigyelt terület nem lehetett nagyobb, ezért a rendszert csak irányítottan keletkező repedések megfigyelésére lehetett alkalmazni.

A repedések megfigyelése önmagában nem volt elegendő, ezért számos kapcsolódó kísérlet is szükséges volt a repedések pontos miértjének megértéséhez.

A *kétféle* utókezelési módszer közül a hagyományos „locsolásosnál” a beton felületét adott időközönként a felületre egyenletesen permetezett vízzel nedvesítettük.

A másik módszernél *belső* utókezelést végeztünk a friss betonba kevert nagy vízfelvételű polimerekkel (SAP – Super Absorbent Polimers). Ezeket leginkább nagy szilárdságú betonoknál (HSC High-Strength Concrete) alkalmaztuk. Itt az autogén (*belső*) zsugorodás meggátlásában, ill. megszüntetésében volt nagy szerepe, *belső* víztartalékokat nyújtva a cement szemcséknek hidratációjuk során. A kísérletek során polyakril savakat használtunk, mivel a vízfelvételi arányszámuk (felvett vízmennyiség/saját tömeg) az összes ismert polymer közül ezeknek a legnagyobb, saját tömegüknél akár tízszer több vizet

Sárosi Márton (1983)

2007-ben végzett a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőmérnöki Kar Szerkezetépítő szak Geotechnika és Magasépítési szakirányán. 2006-2007-ben 8 hónapos Erasmus ösztöndíjon vett részt a Stuttgarteri Egyetemen. 2007. augusztusától a Strabag AG Alagútépítésnél dolgozott munkahelyi mérnökként. 2008. szeptemberétől építésvezető a Porr Építési Kft. Speciális Mélyépítésnél. Érdeklődési köre: beton utókezelése, lőttbeton

<sup>1</sup> Az SZTE 2007. évi Diplomadíj pályázatán díjazott diplomamunka alapján



képesek felvenni. Ezek a polimerek az általuk abszorbeált vizet képesek a beton kötése során fokozatosan visszaadni, így a kötés során a felületi feszültség által a beton belső rétegeiből elvont vízmennyiséget folyamatosan pótolni tudják [3]. Így megszűnik a többi utókezelési módszernél szükséges külön emberi és anyagi ráfordítás.

A vizsgált betonkeverékek összetételüket tekintve hasonlóak voltak (1. táblázat). Ahhoz, hogy a betonkeverékek az adott körülmények között hajlamosak legyenek repedésekre, követelmény volt a nagy víz/cement tényező, melynek következtében a beton kivérzésre hajlamosá vált. A keverékek mindegyike sok finomrészt tartalmazott, mely a vízmegtartó képességet, így a repedésérzékenységet is megnövelte [4]. Ez minden elkészített keverékre jellemző volt. Az utókezelési módszerek ellenőrzésekor elegendő repedéshajlamú a II. keverék (1. táblázat) volt, így ez lett a "referencia keverék".

## 2.2 Repedéskép megfigyelése

A repedéskép megfigyelésére kétféle módszert alkalmaztunk. Az első kísérletnél egy nagyméretű (160×60×8cm), csak körbemenő vasalással ellátott lemezen vizsgáltuk a repedések keletkezését. A vasalásnak a betonlemez zsugorodása során létrejövő alakváltozás meggátlásában volt szerepe. A kísérletek 8 órán át tartottak és óránként jegyeztük fel a beton felületén történt változásokat.

A második kísérletnél az alkalmazott lemez méret sokkal kisebb volt. Itt egy 6 mm-es vaslemezekből összehegesztett 20×30×8 cm-es zsalut használtunk, amelyben különböző keresztmetszet gyengítéseket hajtottunk végre: ezzel a repedéseket irányítottuk. Ennél a kísérletnél lehetett alkalmazni a már említett webkamerás repedésfigyelő rendszert.

Mind a nagyobb, mind a kisebb lemezeket a klímaszobában (30 °C és 50% relatív páratartalom) egy szélcsatorna alá helyeztük, amelyben egy ventilátor segítségével 5 m/s-os szélsébséget állítottunk elő. Ezek a körülmények tovább növelték a friss betont érő szárító hatást.

## 2.3 A vízveszteség mérése

A vízveszteség méréséhez külön erre a célra elkészített zsalura volt szükség (30×30×8 cm). A zsalut a friss betonnal megtöltve, egy digitális mérlegre helyezve mérhető volt az elpárolgott víz mennyisége.

## 2.4 A zsugorodás mérése

A zsugorodási próbatesthez szintén egy 30×30×8 cm-es zsalura volt szükség. A friss beton zsaluba helyezése után a zsalu szélére erősített analóg nyúlásmérő órával, és a betonba szúrt, referenciapontként szolgáló két vastüskével lehetett a beton zsugorodásából eredő alakváltozásokat mérni, már a beton egy óras korától kezdve.

Az adatokat mindkét mérés során (2.3, 2.4) 24 órán keresztül rögzítettük, az első nyolc órában óránként, utána a 24 órás megfigyelés végén.

## 2.5 Betonszilárdság mérése

**Korai mérések:** 4, 7, és 24 óra után elvégzett mérésekkel meghatároztuk a nyomószilárdságot és a hajlító-húzószilárdságot. A próbatestek mérete 160×40×40 mm volt.

**Késői mérések:** A nyomószilárdsági és hasító-húzószilárdsági méréseket 1, 3, 7, és 14 nap után mértük 10×10×10 cm-es próbatesteken.

Jelölés Felhasználás	Mérték- egység	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
		160×60×8 cm lemez				30×20×8 cm lemez			
Nyomószilárdság*	N/mm <sup>2</sup>	13,25	15,5	15,1	15,5	-	-	-	-
Cement (360 kg/m <sup>3</sup> )	-	CEM I 32,5 R	CEM II/A-LL 32,5 R						
Víz tartalom	kg/m <sup>3</sup>	270				198			
Víz/cement tényező	-	0,75				0,55			
Adalékszerek									
Képlékenyítő	%	-	0,12	-	-	0,12	0,58	-	-
Polimer	%	-	0,2	-	0,2**	0,2	-	-	-
Kiegészítő anyag									
Kvarcliszt	kg/m <sup>3</sup>	-	135						
Adalékanyag									
Szemeloszlási görbe***		A8	C8						
Összes finomrésztartalom (d ≤ 0,125 mm)	kg/m <sup>3</sup>	476	680						
Frissbetontulajdonságok									
Terület	cm	56	49	51	49	49	52	52	34
Légpórustartalom	%	2,5		2,2	2,5		2,2		-
Frissbetontestsűrűség	kg/dm <sup>3</sup>	2,119	2,223	2,304	2,220	2,228	2,229	2,308	-
Utókezelés		-	-	pol.	víz	pol.	pol./víz	-	-

\* 14 nap után 10×10×10 cm oldalhosszúságú próbakockán mérve

\*\* zsaluba helyezés után betonfelületen elhíntve

\*\*\* MSZ 4798-1:2004

1. táblázat A különböző keverékek jellemzői  
Table 1. Properties of the used mixtures

## 2.6 A hőfejlődés mérése

A repedésterjedési kísérletekhez kapcsolódóan mérhető volt a különböző betonkeverékek hőfejlődése. Ehhez a betonlemezbe hőszenzorokat telepítettünk. A hőmérsékletet 3 ponton mértük: a betonlemez középső keresztmetszetében, a betonlemez felületén, valamint a külső környezet hőmérsékletét.

## 3. Eredmények

### 3.1 Repedéskép megfigyelése

#### 3.1.1 Repedéskép megfigyelése a 160×60×8 cm-es betonlemezeken

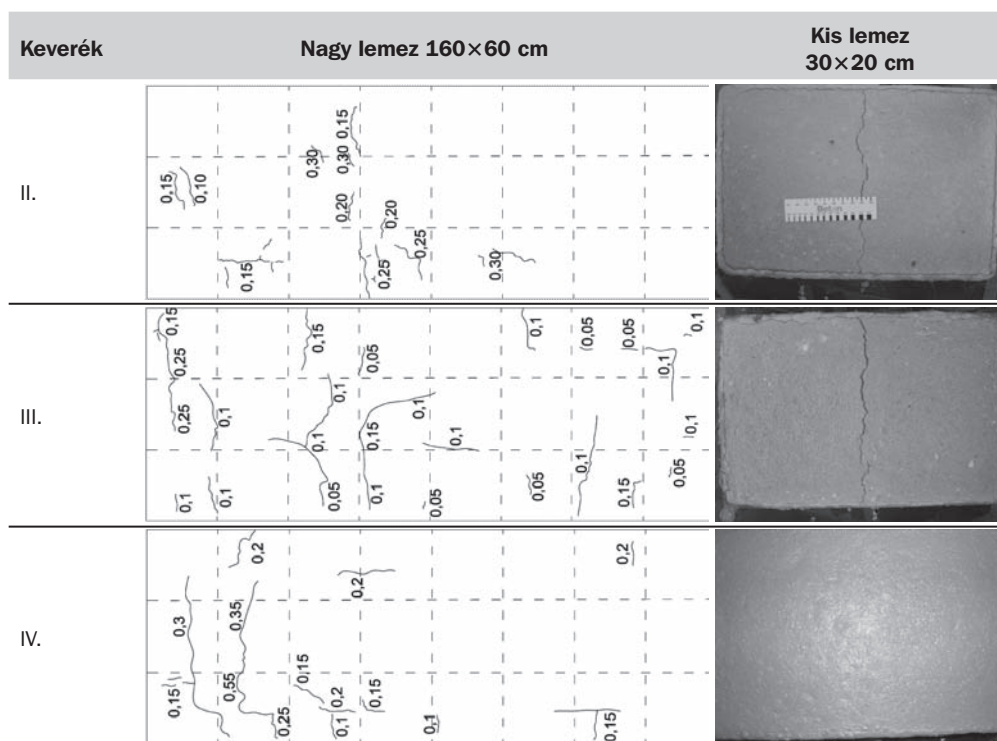
Az eredmények a 2. és 3. táblázatban találhatóak.

Keverék jele	Betonfelület	Vízvesztesség	Repedésterület** nagylemez / kislemez (mm <sup>2</sup> )	Repedés- tágasság (mm)
I.	nem szép	nagyon erős	-	-
II.	nem szép	erős	355 / 120*	0,25 / 0,60*
III.	nem szép	nem jelentős	360 / 240*	0,12 / 1,2*
IV.	szép	erős	450,8 / 50*	0,23 / 0,25*
V.	nem szép	nincs	140*	0,7*
VI.	szép	nincs	180*	0,9*
VII.	nem szép	nincs	25*	0,3*
VIII.	nem szép	nincs	-	-

\* kis lemezeknél

\*\* repedések hossza x repedéstágasság

2. táblázat A repedéskép megfigyelés eredményei  
Table 2. Results of the crackmonitoring



3. táblázat A lemezek repedései  
Table 3. Crack pattern of the slabs

**I. keverék:** A keverék nem repedt meg, a zsaluba helyezés után hirtelen feladta a vizet a felületére, amely a nagy víztartalom és a többi keverékhez képest kicsi vízmegtartó képesség eredménye. Felülete nem esztétikus, a kivérzés miatt létrejött cementpép réteg könnyen eltávolítható, leveles állapotú volt. Utókezelés nem volt.

**II. keverék:** Összetétele az I. keverékétől csak a hozzáadott kvarciszit által megnövekedett finomrésztartalomban különbözött. Ezáltal a vízmegtartó képessége jelentősen megnövekedett, a kivérzés ugyan nem szűnt meg, de csökkent. A betonfelület, a felületre feladott víz miatt nem volt esztétikus. A repedésképen 10–20 cm hosszú, 0,25 mm átlagos szélességű repedések jelentek meg a lemez ventilátor felőli és középső harmadában, egyenletes eloszlással. Utókezelés nem volt.

**III. keverék:** A keverék összeállítása hasonló volt a II. keverékéhez, de ez tartalmazott a cement tömegére vonatkoztatott 0,2% SAP polimer adalékot. Ennél a keveréknél nem, vagy csak alig jelent meg a beton felületén a többletvíz, így a megszilárdult felület egyenletes és jó minőségű volt. A polimer adagolással mégsem sikerült a repedéseket meggátolni. A repedések átlagos szélessége csökkent ugyan, de a repedésszám, és így a repedések átlagos felülete növekedett.

**IV. keverék:** A betont hagyományosan utókezeltük, a kötési folyamat során egyenletes mennyiségű és időközű vízfelhordással. A keverék összetétele teljesen megegyezett a referencia keverékkel. Az utókezelés a zsaluba helyezés utáni első 3 órában történt, óránként 75 g/m<sup>2</sup> vízmennyiség (összesen 225 g/m<sup>2</sup>) betonfelületre való permetezésével. Az utókezelésnek köszönhetően a betonfelület szép egyenletes lett, de a repedésfejlődést ez

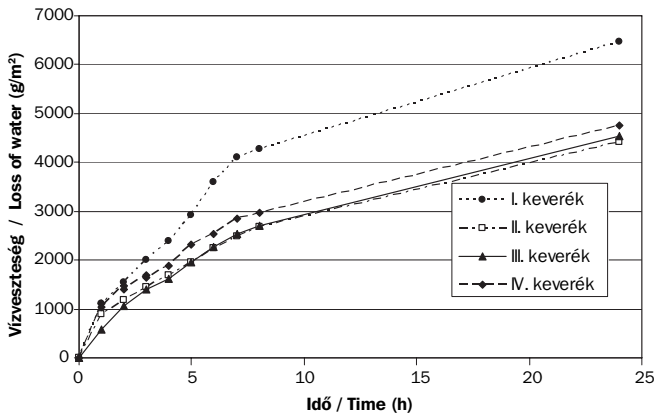
a módszer sem tudta meggátolni. A repedésszélesség jelentéktelen mértékben csökkent, de a repedések száma és hossza, így a repedésfelület is, növekedett.

#### 3.1.2 Repedéskép megfigyelése a 30×20×8 cm-es kisméretű betonlemezeken

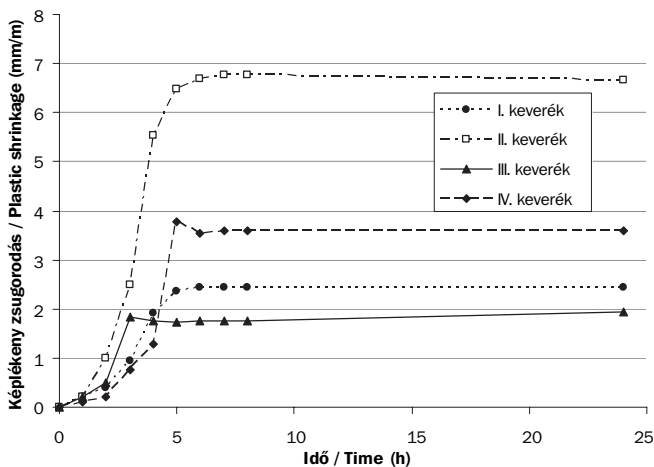
Az I. „nem repedő” keverék kivételével az összes keveréknek megvizsgáltuk a repedéshajlamát irányított repedések esetén is. Az itt kapott eredmények jelentősen különböztek a nagyméretű lemezeken tapasztaltaktól. A csökkentett keresztmetszet 2 cm vastag volt, ami erőteljesebbé tette a beton kiszáradását és zsugorodását abban a keresztmetszetben. A repedésszélesség többszörösére növekedett minden keverék esetén (2. táblázat).

### 3.2 Vízvesztés mérése

Az eredmények azt mutatták, hogy az egyenlő víztartalmú keverékek közül annak nagyobb a vízvesztése, amelyiknek a legkisebb a finomrész tartalma, illetve a vízmegtartó képessége. A kezdeti vízvesztés összefügg a beton felületére feladott vízzel, amely onnan a párolgás hatására gyorsan távozik. Látható volt, hogy az SAP polimerek a beton kivérzését megszüntetve csökkentették az első órai vízvesztését (1. ábra).



1. ábra A keverékek vízvesztése  
Fig. 1. Water loss of the concrete mixtures



2. ábra A keverékek képlékeny zsugorodása  
Fig. 2. Plastic shrinkage of the concrete mixtures

### 3.3 A zsugorodás mérése

A repedések méretei általában jól tükrözték a keverékek zsugorodásának mértékét. A zsugorodást az első 8 órában óránként mértük (2. ábra). Látható, hogy a II. „referencia” keverékhez képest a kétféleképpen utókezelt III. és IV. keverék zsugorodási értékei jóval kedvezőbbek voltak.

### 3.4 Betonszilárdság zöld/ fiatal betonon

#### Korai mérések

A korai zsugorodás által okozott repedéseknél, amelyek a betonozást követő első 16 órában keletkeznek, nagy jelentősége van a beton korai szilárdságának [5]. Ez egészen fiatal korban nehezen mérhető, de néhány óra elteltével már meghatározható. Jelen keverékek esetében az összetételt úgy választottuk meg, hogy a beton repedésekre hajlamos legyen. A kezdeti szilárdsági értékek annyira alacsonyak voltak, hogy a repedések az első szilárdságmérési kísérletek előtt kialakultak. Ezért a korai zsugorodásból származó repedések megelőzése szempontjából alkalmasabb lehet egy helyesen megválasztott repedésre nem érzékeny betonösszetétel.

#### Késői mérések

A hosszú távú szilárdsági kísérleteknek a repedések szempontjából nem, de a keverékek pontosabb besorolása és ismerete szempontjából nagy jelentőségük volt. Az 1. táblázatban látható, hogy milyen hatása van a nagy víz/cement tényezőnek, vagy éppen az SAP polimereknek a beton szilárdulására.

### 3.5 A hőfejlődés mérése

A hőfejlődés mérésekor az utókezelés hatását vizsgáltuk a betonban keletkező hidratáció hő elvezetése szempontjából. A polimerek hatása volt a legjelentősebb a hőkiegyenlítés szempontjából. A III. keveréknél alig jelentkezett különbség a keresztmetszet közepén és a lemez felületén mért hőmérséklet között. A külső utókezelés, a felparmezett víz szintén alkalmas volt a beton hűtésére (IV. keverék), de ennek nem volt jelentős hatása a keresztmetszet középső részeire.

## 4. Eredmények összefoglalása

A mai trendeknek megfelelően a beton utókezelésére fordított munkaidőnek és élőmunka-szükségletnek a csökkentése fontos feladat. Egy olyan utókezelési módszer, amely a gyártás helyén, ellenőrzött körülmények között végezhető és az építési helyszínen nem, vagy csak alig igényel többlet ráfordítást, jelentősen előnyös a hagyományos, munkaterületen történő és a munkavégzés minőségétől erősen függő utókezeléssel szemben. A hagyományos és a korszerű utókezelési módszerek közti költségoldali különbségek azonban csak akkor kiaknázhatók, ha a két módszer műszaki tartalma közel egyenértékű. A tapasztalatok azt mutatják, hogy vékony, nagyfelületű szerkezeteknél nagy jelentősége lehet a jól megválasztott utókezelésnek a korai zsugorodás okozta repedések szempontjából. Az utókezelésnek jelentős hatása van a repedések keletkezési időpontjára és terjedésére. A repedések megfigyelésénél megállapítható, hogy nagy mértékű szárító hatás esetén az alkalmazott utókezelések a repedésfelületet nem, csak a repedéstágasságot, illetve a felület minőségét tudták javítani. Az SAP polimeres utókezelésnél a repedésfelület kissé növekedett az utókezelés nélküli betonéhoz képest, több vékony repedés keletkezett és az összrepedéshossz megnőtt, de az egyes repedések tágassága a felére csökkent. A hagyományos utókezelésnél a repedéstágasság kis mértékben csökkent. Ennél a módszernél a felületre való vízfelhordás jobb időbeni elosztásával – az első várható repedések keletkezése előtt nagyobb mennyiségű vízfelhordás – az eredmények javíthatók. A betonfelület minőségét tekintve megállapítható, hogy az SAP polimerekkel a betonban levő többletvíz megtartva megszüntethető a beton kivérzése és ezáltal a felület esztétikája is javul. A kísérleteket összehasonlítva elmondható, hogy a nagyobb betonlemezekben eltérő hatása volt ugyanazon utókezelési módszernek, mint a kisebb betonlemezekben. A polimerekkel történő utókezelés a kisméretű lemezeknél a nagyon vékony szerkezeti vastagság esetén nem volt olyan

hatásos, mint nagy lemezek esetén, míg a felületi utókezelés az előbbi estén mutatott jobb eredményeket. A hagyományos, nedves utókezelési módszer a kellő időben, szakszerűen végrehajtva megfelelő védelmet nyújthat. Az újfajta modern utókezelésnek, SAP polimerpor felhasználásával azonosan kedvező hatásai vannak, mint a hagyományos utókezelési módszernek, alkalmazását egyéb szempontok (gazdaságosság, munkaerő ráfordítás, kivitelezhetőség) indokolják.

## 5. Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönetet mond konzulenseinek Dr. Balázs L. György (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék) és Dr. Hans-Wolf

Reinhardt (Universität Stuttgart Institut für Werkstoffe im Bauwesen) egyetemi tanároknak, illetve Sven Mönnig úrnak (Universität Stuttgart Institut für Werkstoffe im Bauwesen) a munkája során nyújtott segítségükért.

### Felhasznált irodalom

- [1] Thienel, K.-Ch.: *Skript für Vorlesungen Bauschäden*. Universität München, 2006
- [2] Erdélyi A.: *A zsgorodás fajtái. Kérdésfeltevés*. Cement – Beton Zsebkönyv, 2007
- [3] Mönnig S.: *Water saturated super absorbent polymers used in high strength concrete*. Otto Graf Journal Vol. 16, 2005
- [4] Wischers, G.; Manns, W.: *Ursachen für das Entstehen von Rissen in jungem Beton*. Betontechnologische Berichte 1973, Heft 4, pp.: 67-94
- [5] Manns, W.: *Rissvermeidung bei der Betonherstellung – Ursachen und Erkenntnisse zur Rissbildung von grünem und jungem Beton*. Betontechnologische Berichte 1993, Heft 10, pp.:502-510



### BAU 2009 SZAKVÁSÁR

A BAU az építéset, az építőanyagok és az építérendszerek legjelentésebb szakvására Európában, és minden építőanyag tekintetében a vezető szakvásár az ipari és egyéb célú létesítmények, a lakásépítés és a belsőépítészet területén.

A **BAU szakvásár 2009. január 12–17.** között kerül megrendezésre az **Új Münchener Vásárváros** területén. A rendező a Messe München GmbH.

Valamennyi építőanyagra kiterjedően a BAU 2009 szakvásár olyan témaköröket állít előtérbe, amelyek szinte minden építőipari ágazatban megoldásokkal szolgálnak és főként az építészeket, tervezőket és projektfejlesztőket foglalkoztatják.

A **BAU 2009 vezető témái** ezért a következők:

- **Energiahatékony építés** (homlokzat-technológia, napenergia-hasznosítás, hőszigetelés, passzívházak, energia-gazdálkodás),
- **Épület-felújítás** (épületek felújítása, helyreállítása és korszerűsítése),
- **Akadálymentes építés** (tehát az épületek olyan építése, kialakítása és berendezése, hogy azokba bárki beléphessen és azokat bárki használhassa fizikai korlátoktól, életkortól függetlenül).

**A legfontosabb szegmensek:** alumínium, felvonók és mozgólépcsők, kültéri kialakítás, épületkémia, padlóburkolatok, energetika és napenergia-hasznosítás, burkolólapok és kerámia, épület-automatizálás és épületvezérlés, üveg, fa és műanyag, természetes kő, záruk és vasalatok, építészeti szoftverek és hardver, acél, rozsdamentes acél, horgany és vörösréz, földszerű és kőanyagok, kapu- és parkolórendszerek, nyílászárók, téglák és tetőszerkezetek.

További információ: [www.bau-muenchen.com](http://www.bau-muenchen.com)



2008. október 14-én *Megjelent a HOLCIM „CEMENT-BETON KISOKOS”* 2008 címmel ankétot szervezett a Beton Szakosztály. Az ankéton előadást tartott Dr. Zsigovics István, Pluzsik Tamás, Dr. Balázs L. György és Szegőné Kertész Éva. Az ankét a Magyar Mérnöki Kamara által akkreditált rendezvény volt és a résztvevők számára 1,5 pont járt.

**Tekintse meg!**  
**<http://www.betonopus.hu>**

# PROFI TERMÉKCSALÁD



**POROTHERM PROFI**  
Tégla, síkra csiszolva!

**PROFIPANEL FÖDÉMELEM**  
Bármilyen alaprajzra!

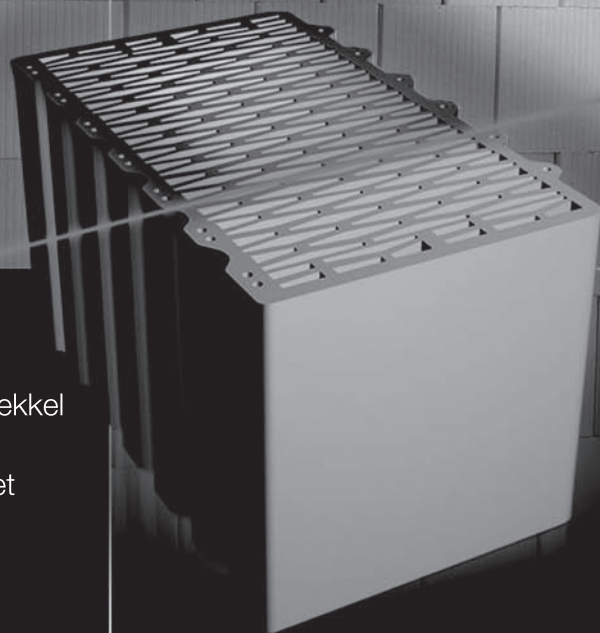
# SIMÁN!

## Porotherm Profi

- Új téglatechnológia Magyarországon
- Síkra csiszolt blokktegla, komplex rendszerben, kiegészítő elemekkel
- 4-22%-kal jobb hőszigetelő képesség
- Falvastagságtól függően akár 80%-kal kisebb habarcsszükséglet

## Profipanel

- Teljesen sík alsó felületű vasbeton födemelem
- Bármilyen alaprajzra
- 50%-kal gyorsabb, könnyű beépítés
- A beépítés idejére a helyszínre szállítva



**POROTHERM PROFI**  
CONSTRUMA Újdonságdíj 2008

Keresse a Wienerberger által kiképzett  
és ellenőrzött kivitelezőket  
– a **Porotherm Profikat!**

 **POROTHERM**

Wienerberger Téglaiipari zRt.  
Tel.: (1) 464 7040,  
info@wienerberger.hu,  
www.wienerberger.hu

# Üvegipari alapanyagok mágneses tisztítása

**PARÓCZAI CSILLA** • Tondach Magyarország Zrt.

**ERDÉLYI JÁNOS** • Miskolci Egyetem, Kerámia- és Szilikátmérnöki Tanszék

## Magnetic cleaning of the Glass Industry's Raw-Materials

In this report we show the effect of magnetic cleaning. We cleaned the quartz-sand, dolomite, feldspar and limestone with Eriez CMT-5 Magnetic Trap. Every raw-materials was cleaned for 10 times. Beside the magnetic cleaning, we make morphological investigations with SEM (Scanning Electron Microscope), and element analysis with EDS (Energy Dispersive Spectroscopy). After the compare we found that the dolomite and the feldspar together contain more contaminant than the quartz-sand alone. So we suggest, to also clean the feldspar and dolomite before use as a glass mixture, not only the quartz-sand.

Keywords: glass industry, raw materials, quartz-sand, dolomite, feldspar, limestone, magnetic cleaning, SEM, EDS

Kulcsszavak: üvegipar, nyersanyagok, kvarchomok, dolomit, földpát, mészkő, mágneses tisztítás, SEM (pásztázó elektronmikroszkóp), EDS (elektrondiszperziós spektrometer/spektroszkópia)

## 1. Bevezetés

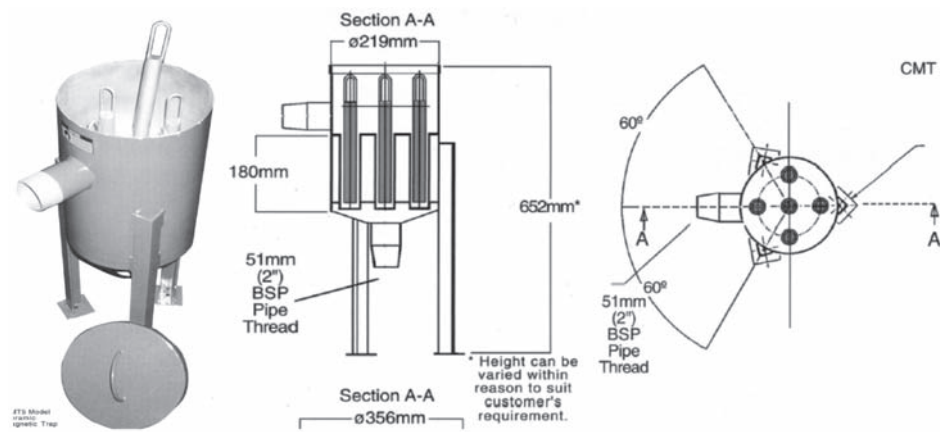
A szilikátiparban – a többi iparághoz hasonlóan – a késztermék minőségére rendkívül nagy hatással van a gyártáshoz használt alap- és segédanyagok ásványtani és kémiai összetétele [1, 2, 3, 4, 5]. Így van ez az üvegiparban is, ahol a felhasználásra kerülő alapanyagok (kvarchomok, dolomit, földpát, mészkő) káros (fémes) szennyeződései nagy hatással bírnak úgy az üvegolvasztáskor lejátszódó átalakulási folyamatokra, mint a kész üveg fizikai, mechanikai és optikai tulajdonságaira. Így például Minko és Nartzev [6] szerint az üveg olvasztása során az oxidációs vagy redukciós atmoszféra hatására a két és három vegyértékű vas oxidjai folyamatosan átalakulnak egymásba ( $Fe(II) \leftrightarrow Fe(III)$ ). Ugyanakkor a két és három vegyértékű vas-oxid aránya jelentős mértékben befolyásolja nemcsak az üvegolvadék viszkozitását [7, 8], hanem az abból gyártott készüveg (termék) optikai tulajdonságait is [9, 10, 11]. Minko és Nartzev munkájukban rámutattak arra is, hogy a két vegyértékű vas oxidjainak ( $FeO$ ) hatására 1200 °C fölött az üvegolvadék nagyon agresszív válik a kádkemence falzatával szemben, meggyorsítva annak termikus korrózióját. Ugyanakkor Dyadenko és Lebetzkij [12] rámutattak arra, hogy az optikai üvegszálak-

## Erdélyi János

A Miskolci Egyetem Gépészmérnöki Karán szerzett diplomát 2004-ben, mint szerszámgéptervező. Az egyetemi tanulmányok befejezése után a Sályi István Gépészeti Tudományok Doktori Iskola doktorandusz hallgatója volt. A hároméves képzés letelése után, a Kerámia és Szilikátmérnöki Tanszéken helyezkedett el, mint egyetemi tanársegéd, jelenleg is ott dolgozik. Számos hazai és nemzetközi konferencián részt vett és előadást is tartott, köztük a Szilikátipari Tudományos Egyesület rendezvényein is (Üvegipari Konferencia 2007, 2008; Téglyás Napok 2007, 2008). Hazai és nemzetközi konferencia kiadványokban, folyóiratokban közel 15 cikke jelent meg.

ban a vas-oxid jelenléte egyáltalán nem megengedhető. Valóban az olyan egyszerű üvegek, mint az úsztatott float-síküveg transzmissziós tulajdonságait is rendkívüli mértékben képesek rontani a két és három vegyértékű vas oxidjai [13, 14, 15, 16, 17]. A vas-oxid arányának növekedése károsan befolyásolja az üvegolvadék hőátadási tulajdonságait, valamint a viszkozitáshőmérséklet görbének meredekségét, ezáltal jelentősen lecsökkentve a kidolgozási hőmérséklet tartományát. Ez nemcsak optikai hibákat okozhat, de a mechanikai szilárdságot is nagymértékben csökkenti [7, 18, 19].

Az ipari tapasztalatok és a fent ismertetett szakirodalmi elemzések alapján egyértelmű a  $Fe_2O_3$  és különösen az  $FeO$  káros hatása a szilikát üvegek tulajdonságaira, ezért törekedni kell arra, hogy minimalizáljuk az üvegolvasztó kemencébe a vas-



1. ábra Eriez CMT 5-ös mágnesesapda [10]  
Fig. 1. Magnetic trap Eriez CMT 5

oxidok bevitelét az üvegolvasztáshoz használt alap- és segédanyagokkal. Ezért az általunk elvégzett vizsgálatok az üvegipari alapanyagok vastalanítására (vas-oxid mentesítésére) irányultak. Tettük ezt annál is inkább, mert a használt alapanyagok közül jelenleg csak a kvarcliszt esik át flotációs és mágneses tisztításon.

A továbbiakban be kívánjuk mutatni az általunk használt mágneses tisztítás berendezését, a különböző üvegipari alapanyagokon elvégzett vas-oxid leválasztási kísérlet eredményeit és kiértékelését, valamint a levonható szakmai következtetéseket.

## 2. Alapanyagok és a kísérleti vizsgálat

Vizsgálatainkkor az alapanyagok mágneses tisztításához az Eriez CMT 5-ös modellt használtuk (1. ábra).

Az Eriez CMT 5-ös mágnescapda főbb jellemzői:

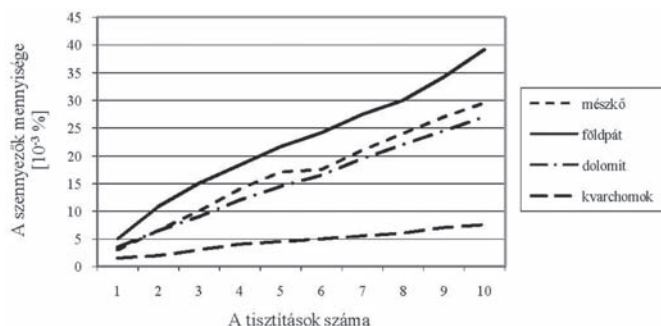
- A tisztítási eljárás nedves eljárás.
- A finom és darabos fémes szennyezőket is eltávolítja a tisztítandó anyagból.
- A berendezésben 5 mágnesrúd található, melyeknek ereje egyenként 10 500 Gauss.
- A mágneseken belül 6 pólusváltás van – ennek köszönhetően a tisztítandó anyag egyszeri végighaladásával a mágneses leválasztás mágnesrudanként hatszor megy végbe.
- A berendezés kétféle módon üzemeltethető, vagy gravitációs módon vagy szivattyúzva a zagyot [20].

A következő üvegipari alapanyagokon végeztünk tisztítási vizsgálatokat: kvarchomok ( $\text{SiO}_2$ ), dolomit ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ), földpát ( $\text{R}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ) és mészkő ( $\text{CaCO}_3$ ). A vizsgált alapanyagokon kívül az üvegolvasztáshoz használt keverék (1. táblázat) tartalmaz még szódat, nátrium-szulfátot és kocszot is. Ezeket az anyagokat azért nem tisztítottuk, mert vagy mesterségesen állítják elő vagy nagyon kis mennyiségben tartalmazza a keverék [1, 2].

Alapanyag	%
Kvarchomok	54,890
Szóda	19,790
Dolomit	13,970
Nátrium-szulfát	0,480
Mészkő	5,300
Földpát	3,320
Kocsz	0,039
Víz	2,210

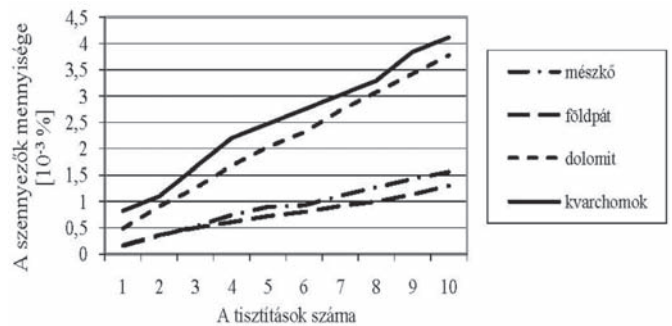
1. táblázat A kísérletben felhasznált üvegipari keverék összetétele  
Table 1. Composition of the glass raw mix used in the experiment

A vizsgálat során az 1. ábrán bemutatott berendezésen minden alapanyagot tízszer engedtünk át. Minden egyes ciklus után mértük a mágnesen maradt szennyezők mennyiségét. Első lépésként megvizsgáltuk, hogy az egyes alapanyagok külön-külön mennyi mágnessel leválasztható szennyezőt tartalmaznak (2. ábra).



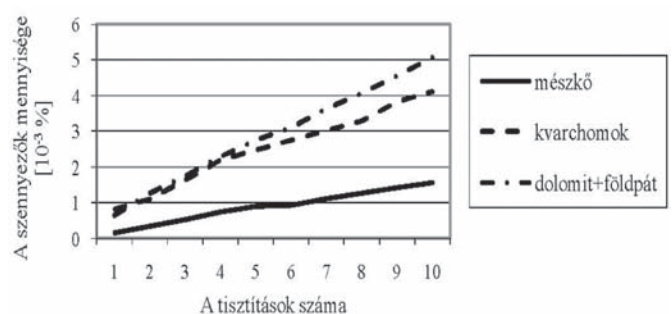
2. ábra A mágnes által leválasztott szennyezők százalékos eloszlása az egyes alapanyagok szerint (kumulatív görbe)  
Fig. 2. Percental distribution of contaminations separated by the magnetic trap for certain raw materials (cumulative curve)

Mint az a 2. ábrán látszik, önmagukban vizsgálva az alapanyagok közül a legtöbb mágnesezhető szennyezőt a földpát tartalmazta, a legkevesebbet pedig a kvarchomok. Viszont ha az 1. táblázat szerinti üvegösszetételt vizsgáljuk, akkor a keverékbe vitt mennyiségeket is figyelembe véve, összességében a kvarchomokkal visszük be legnagyobb mennyiségben a mágnesezhető fémes szennyezőket; azaz a két- és három vegyértékű vas oxidjait. A 3. ábra azt mutatja, hogy az egyes alapanyagok a keverék-összetétel alapján milyen mennyiségű mágnessel leválasztható szennyezőt juttatnak az üvegolvadékba.



3. ábra A mágnes által leválasztott szennyezők mennyisége a keverék-összetétel alapján (kumulatív görbe)  
Fig. 3. Amount of contaminations separated by the magnetic trap proportionally to the composition of the mixes (cumulative curve)

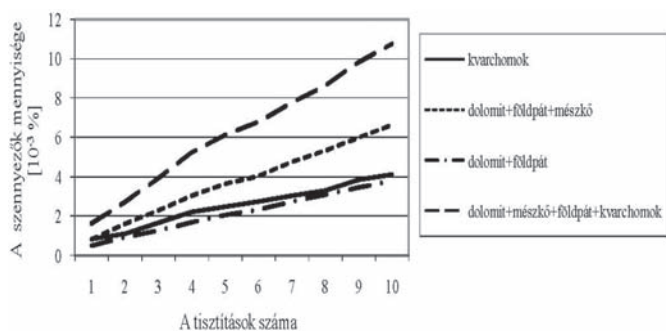
Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapítható, hogy az üvegolvadékba a legtöbb mágnesezhető szennyező a kvarchomokkal, illetve a dolomittal kerül be. Viszont ha megvizsgáljuk, hogy a dolomit és a földpát együtt az olvasztási keverék milyen mértékű szennyeződését okozza (4. ábra), láthatjuk, hogy a velük együttesen bevitt fémes szennyezők mennyisége nagyobb, mint a kvarchomokkal bevitté.



4. ábra A mágnesezhető szennyezők mennyisége az üvegrecept alapján (kumulatív görbe)  
Fig. 4. Amount of magnetizable contaminations by the glass recipe (cumulative curve)

## 3. Az eredmények kiértékelése

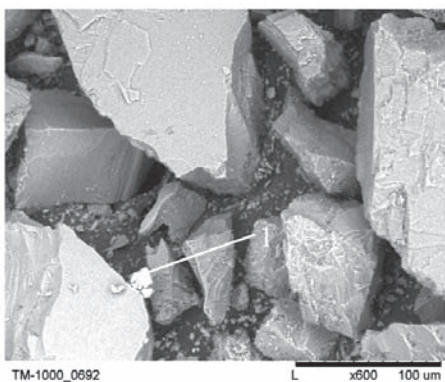
Az általunk mágneses tisztítással leválasztott fémes szennyezők kumulatív görbéit az 5. ábrán összegeztük. Az ábrán jól látható, hogy a dolomittal, földpáttal és mészkővel (dolomit + földpát + mészkő) az üvegolvadékba együttesen bevitt mágneses (és paramágneses) tulajdonságú szennyezők mennyisége lényegesen több a kvarchomokkal bevitt mennyiségénél. Az 5. ábrán feltüntettük azt is, hogy milyen mértékű az olvasztási keverék összes mágnesezhető (fémes) szennyezettisége (dolomit + mészkő + földpát + kvarchomok).



5. ábra Az alapanyagok által együttesen bevitt szennyezők mennyisége a kvarcchomokhoz viszonyítva (kumulatív görbe)

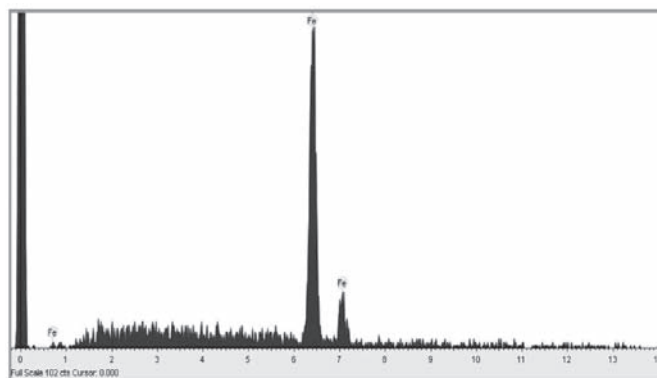
Fig. 5. Amount of contaminations get in together by raw materials correlated to quartz-sand (cumulative curve)

A mágneses tisztítás mellett elvégeztük a keverék készítéshez használt alapanyagok morfológiai vizsgálatát is a Kerámia- és Szilikátmérnöki Tanszéken található, Hitachi TM-1000 scanning elektron mikroszkóp segítségével. Az elkészített felvételek közül a 6. ábra a földpát szemcseszerkezetét mutatja, ahol az 1. jelű szemcse feltehetően valamilyen fémes szennyező. Ezért elvégeztük az 1. szemcse EDS analízisét is (pontra fókuszálva). A kapott összetételt a 6. ábra röntgen spektruma ismerteti.



TM-1000\_0692

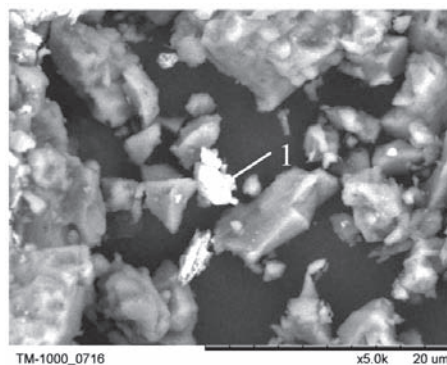
L x600 100 um



6. ábra A földpát SEM képe és a feltehetően fémes szennyező EDS spektruma (pontra fókuszálva)

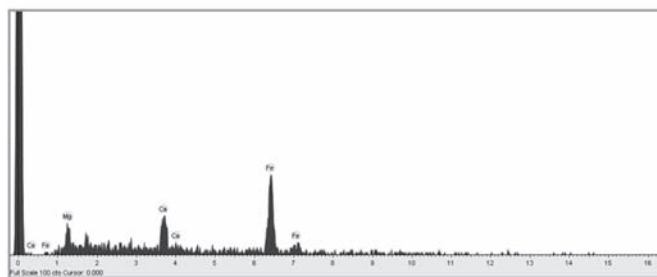
Fig. 6. SEM picture of the feldspar and EDS spectrum of the presumably metallic contaminant (focused into one point)

Az EDS spektrumból jól látható, hogy a földpáton belül megvizsgált szemcse oxigén nélküli elemi anyagra vetített vas-tartalma eléri a 96%-ot. Hasonlóan megvizsgáltuk a dolomitot is, különös tekintettel arra, hogy benne milyen, mikroszkóppal is észrevehető fémes szennyeződés található. A kapott eredményeket a 7. ábra ismerteti.



TM-1000\_0716

x5.0k 20 um

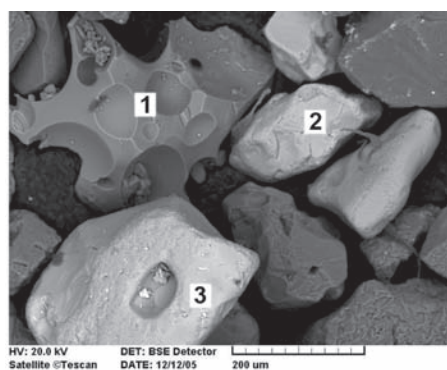


7. ábra A dolomit SEM képe és a feltehetően fémes szennyező EDS spektruma (pontra fókuszálva)

Fig. 7. SEM picture of the dolomite and EDS spectrum of the presumably metallic contaminant (focused into one point)

Tekintettel arra, hogy a 7. ábrán látható (1) jelű szemcse geometriai alakját és színét tekintve lényegesen eltért környezetétől, anyagösszetétele meghatározása céljából röntgen diffraktogramot készítettünk róla. A felvett EDS spektrum alapján megállapítható, hogy a vizsgált szemcse oxigén nélküli elemi anyagra vetítve 9% kalciumot, 10% magnéziumot és 80% vasat tartalmaz. Ebből természetesen a vas az, amely kimondottan káros az üvegyártás szempontjából.

Az alapanyag vizsgálatok után, megvizsgáltuk, hogy a mágnes az alapanyagban többféle módon jelenlevő fémes oxidok közül melyeket képes eltávolítani. A mágnes által leválasztott anyagokról szintén készítettünk SEM felvételeket, majd EDS elem analízist. A mágnes által leválasztott szennyezők közül három, egymástól jól elkülöníthető szemcsét láthatunk a 8. ábrán, melyeket az 1, 2, és 3 számok jelölnek.



HV: 20.0 kV

DET: BSE Detector

DATE: 12/12/05

200 um

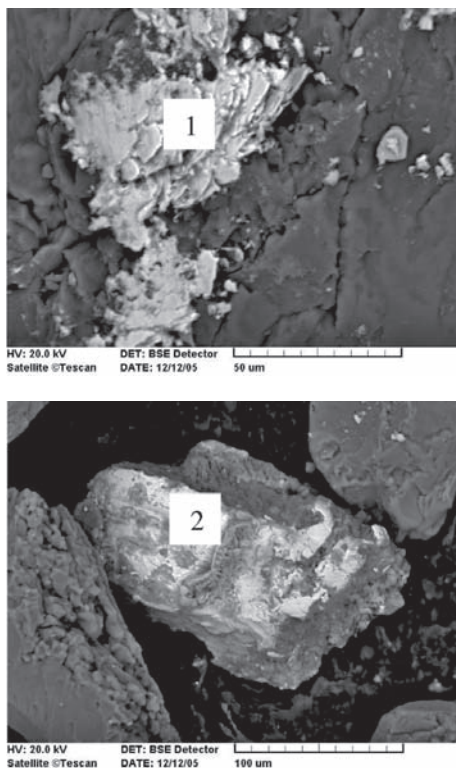
8. ábra A mágnes által leválasztott szennyezők SEM képe, a vizsgált szemcsék megjelölésével

Fig. 8. SEM picture of the contaminants separated by the magnetic trap with marking of the particles examined



Az 1. számú szemcse egy magas szilícium (36%), kalcium (34%) és magnézium (11%) tartalmú, titánnal (2%) és vassal (1%) is enyhén szennyezett anyag, feltehetően mészkő. A 2. és a 3. számú szemcsék vas (44–66%) és titán (30–50%) tartalmú fémes vegyületek, melyek különálló szemcsékként jelentek meg a kvarchomokban.

A tisztítás során két olyan szemcsét is leválasztott a mágnes, amelyekbe tökéletesen beágyazódtak a 9. ábrán bemutatott 1 és 2 jelű szemcsék. Az elemi összetétel meghatározásból kiderült, hogy ezek a beágyazódott szemcsék fémekben gazdag szennyezők. Az 1. számú főleg krómmal (18%) és nikkellel (9%), a 2. számú pedig vassal (98%) szennyezett. Az ilyen jellegű (szemcsébe vagy szemcsére ráépült) szennyezést nehezebb mágnessel eltávolítani, tekintettel arra, hogy minél nagyobb a hányados – azaz az alapszemcse és a szennyező anyag tömegének viszonya – annál nagyobb mágneses erőter szükséges a szemcse elmozdításához, eltávolításához.



9. ábra A mágnes által leválasztott szennyezők SEM képe  
Fig. 9. SEM picture of the contaminants separated by the magnetic trap

#### 4. Összefoglalás

Az elvégzett vizsgálatok alapján a következők állapíthatók meg:

- Az üvegyipari keverékek alapanyagai közül vasoxidban és mágneses tulajdonságokkal bíró egyéb fémekben legszennyezettebb a földpát és a mészkőliszt míg a legkevésbé szennyezett a már előzetesen flotációs tisztításnak alávetett kvarchomok. Ennek ellenére a legtöbb vas szennyezést a kvarchomokkal visszük be az üveglvadékba, tekintettel arra, hogy úgy a sík, mint az öblösüveg gyártásnál a kvarchomok aránya a használt alapanyagokból, önmagában is eléri, vagy meghaladja az 50%-ot.

- Az elvégzett vizsgálatunk azt mutatják, hogy a kvarchomoknál lényegesen kisebb arányt képviselő dolomit, földpáttal és mészkőliszttel összességében lényegesen több fémes szennyezőt és vasoxidot viszünk be az üveglvadékba, mint a kvarchomokkal, ezért javasoljuk, és szükségesnek tartjuk ezeknek az alapanyagoknak is az előzetes vas-oxid mentesítését.
- Az általunk vizsgált üvegyipari alapanyagok legnagyobb százalékban vas, titán és nikkellel szennyezettek. Ezek leválasztására, s így egy jobb minőségű alapanyag előállítására – mint ahogy vizsgálatunkból kiderült – kiválóan alkalmas eszköz a mágnes.

#### Felhasznált irodalom

- [1] Dr. Tamás Ferenc: *Szilikátipari Kézikönyv*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1989
- [2] Dr. Knapp Oszkár – Dr. Korányi György: *Üvegyipari kézikönyv*. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1964
- [3] Szilágyi Katalin – Dr. Gömze A. László – Polacsek Gábor: *Investigation and determination of the admixture ratio of fly ash aiming at the optimization of mechanical properties of the cement produced*; *Építőanyag* v 60. No 2. p.44-48 (2008)
- [4] Kristály Ferenc – Dr. Gömze A. László: *Remnants of organic pore-forming additives in conventional clay brick materials: Optical Microscopy and Scanning Electron Microscopy Study*; *Építőanyag* v 60. No 2. p.34-38 (2008).
- [5] Gömze A. László – Kovács Ákos: *Investigation of rheological properties of asphalt mixtures*; *Építőanyag* v 57. No 2. p.34-38 (2008).
- [6] Minko N. I. – Nartzev V. M.: *Vliyanie sostava stekla na korrozivny tzirkonij-soderezhshih ogneuporov v steklovarennoj petchi*; *Steklo i keramika*, v. 83, No 10, p. 3-9 (2007)
- [7] Szemán József: *A viszkozitás szerepe az üvegyártásban*, *Építőanyag* 58. évf. 2006. 1. szám
- [8] Bezborodov M. A.: *Vyazkost' silikatnih steklo*; Minsk; Nauka i technika; p. 1-352 (1975)
- [9] Paróczai Csilla – Dr. Gömze A. László: *Investigation of parameters influence on optical properties of silicon glasses*, *MicroCAD 2004* (ISBN 963 661 608 6), Miskolc
- [10] Paróczai Csilla – Dr. Gömze A. László: *How do the Different cleaning Technologies of Row Materials Influence on Optical Properties of Clear Glasses*, *MicroCAD 2005* (ISBN 963 661 646 9), Miskolc
- [11] Guloyan, Yu. A.: *Yavleniya perenosa v tehnologii stekla*; *Steklo i keramika*, v. 83, No 10. p.7-16 (2007)
- [12] Dyadenko M. V. – Lebentzkij I. A.: *Steklo gly volokonnoj optiki*; *Steklo i keramika* v. 84, No. 9. p.19-24 (2008)
- [13] M. A. Bin Hussain – M. H. Idrees - M. M. Khan: *Effect of the composition of raw materials and nucleating agents*, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, Vol. 67 (2002) 563.577
- [14] Paróczai Csilla – Dr. Gömze A. László: *A keverék-összetétel hatása az üveghibák jellegére és gyakoriságára*, *Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka* (ISBN 973 8231 44 2), 2005
- [15] Masayuki Yamane – Yoshiyuki Asahara: Cambridge University Press 0521580536 – *Glasses for Photonics*
- [16] The Waste & Resources Action Programme: *Feasibility Study for the Reduction of Colour within the Glass Furnace*, ISBN: 1-84405-090-4, 2004.
- [17] Donald R. Askeland: *The Science and Engineering of Materials*. PWS Publishing Company, Boston. Page 199. 1994, 3rd edition
- [18] Harry Bastow: *American Glass Practice*, The Glassworker, Pittsburgh, Pa. Riverfront Museums, Inc. PO Box 469 Morgantown, WV 26507-0469 2004
- [19] Dr. Gömze A. László: *Az üveg hengerlésének néhány elméleti kérdése a fel-dolgozandó üveglvadék fiziko-mechanikai tulajdonságainak figyelembevételével*. Kézirat. Miskolc, NME, 1980. 1–49. old.
- [20] Paul Fears – Dr. Gömze A. László – John Curwen: *Üveg és kerámia nyersanyagok mágnesezhető szennyezőanyagainak mágneses leválasztása*. Kerámia-és Szilikátipari kutatások és mérnök képzés a Miskolci Egyetemen, Szakmai Tudományos Konferencia, Miskolc, 2003. 05. 20-21.

# Építési zúzott kőanyag termékek kőzetfizikai jellemzése<sup>1</sup>

DR. KAUSAY TIBOR ■ BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék ■ betonopu@t-online.hu

## Rock physical characteristics of crushed stone products for construction

Crushed stone and crushed gravel shall be qualified according to both the *properties of the raw material* and the *technological properties* acquired in the course of processing. Standards and codes classify stone products based on the properties of the raw material into *rock physical groups* while based on their technological properties - into *product classes*. Since the implementation of the European stone product standards in Hungary exists the principal question (raising a lot of practical problems): based on what material, where, how and by what method and requirements shall the classification into rock physical groups take place. The paper offers an arguments based alternative for the determination of rock physical properties performed on *products* (the performance of which is unconditionally expected in the case of their use as aggregates for concrete) - not only because of adherence to the well proven traditions but also in order to conserve the user's (customer's) and investor's (builder's) unquestionable rights of controlling the construction site as well as to secure both the quality and the durability of our new buildings.

Key words: rock physics, aggregates for concrete, crushed stone, evaluation of conformity of products

Kulcsszavak: kőzetfizika, betonadalékanyag, zúzottkő, termékminősítés

AJÁNLÁS: Dr. Kertész Pál tanár úrnak 80. születésnapja alkalmából, tisztelettel

## 1. Bevezetés

Az adalékanyagul szolgáló építési zúzott kőanyag termékek alapanyagát az építési gyakorlatban általában és jelen dolgozatban azon aprózódási és időállósági kőzetfizikai tulajdonságokkal jellemezzük, amelyeknek termékminősítő szerepük van. Az építési kőanyagok – 1978-1991 között, a Budapesti Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszékének vezetésével készült, 50 szabványból álló, MSZ 18280–18297 jelű – magyar nemzeti szabványrendszere azt az elvet követte, hogy – bár a kőzetfizikai tulajdonság voltaképpen az in situ kőanyag anyagtani sajátja – a kőzetfizikai tulajdonságok a zúzottkő és zúzottkavics termékeken is meghatározhatók, és így termékminősítésre is felhasználhatók kell legyenek. A közelmúltban az európai szabványok honosításával ennek az elvnek további alkalmazásában zavar támadt, mert az európai szabványoknak való feltétlen megfelelésre törekvéssel a felhasználó elveszítheti (az aszfaltútépítés területén el is veszítette) a kőzetfizikai tulajdonságok megvásárolt terméken való vizsgálatának lehetőségét, és ráadásul még az időállósági követelmény is lazább lett. A beton és vasbeton építés területén e két minőségrontó változtatás egyike sem engedhető meg, mert a beton és vasbeton építmények tervezési használati élettartama egyszerűbb esetben is 50 év, igényesebb esetben (pályaburkolatok, alagutak, hidak, vízepítési műtárgyak, erőművek stb.) pedig 100 év, amely nagytartósságú betonok készítését követeli meg. Jelen dolgozatban a betonadalékanyagul szolgáló, megvásárolt zúzottkő és zúzottkavics termék kőzetfizikai tulajdonságai meghatározásának termékminősítésre kidolgozott módszerét mutatjuk be, különös tekintettel az új szabályozási körülményekre.

<sup>1</sup> A Mérnökgeológia-Kőzetmechanika 2008 Konferencián, 2008. november 26-án, Budapesten elhangzott előadás rövidített változata.

Kausay Tibor

(1934) Okl. építőmérnök (1961), okl. vasbeton-építési szakmérnök (1967), egy. doktor (1969), műsz. tud. kandidátusa (1978), címz. egy. docens (1985), Ph.D. (1997), a BME címz. egy. tanára (2003). Gróf Lónyay Menyhért emlékérmes (2003), MTESZ emlékérmes (2006).  
Munkahelyei: 1963-1994: SZIKKTI Betonosztálya; 1994-1996: BETONOLITH K+F Kft.; 1996-tól: BETONOPUS Bt. 1968 óta külsősként tanít a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszéken. Testületi és egyesületi tagsága: MMK, MTA SzSzB Megyei TT, fib MT, SZTE, ÉTE, MFT, KTE. Főbb kutatási területei: Beton- és vasbetonszerkezetek, betontechnológia, adalékanyagok és építési kőanyagok anyagtana. Publikációinak száma mintegy 160.

## 2. Történeti áttekintés

Az MSZ 1992:1959 (NZ jelű) és az MSZ 11300:1959 (Z jelű) zúzottkő és zúzalék szabványokban a kőzetfizikai tulajdonságok fogalma még nem szerepelt, a szilárdsági és időállósági követelményeket akkor még a következőképpen írták le:

- A zúzottkő anyaga *fagyálló* kőzet legyen. A kőanyagot a károsodás nélkül kiállott fagyasztási ciklusok száma alapján fagyállósági osztályba sorolták. A vizsgálat módszere: MSZ 1991:1960.
- A zúzottkő *nyomószilárdsága* – más kikötés hiányában – nem lehet kevesebb, mint 1500 kg/cm<sup>2</sup>, (azaz 150 N/mm<sup>2</sup>). A vizsgálat módszere: MSZ 1991:1960.
- A zúzottkő a *Stübel-féle ütőszilárdságra* előírt követelményt elégítse ki. Az ún. „jósági értékszám” követelménye mélységi és kiömlési kőzetekre ≥ 60 érték volt. A vizsgálat módszere: MSZ 11300:1959.

A kőzetfizikai csoport fogalma először az MSZ 1992:1970 „Zúzott kőtermékek” című szabványban jelent meg. A zúzottkőveket és zúzottkavicsokat a *Los Angeles, a száraz és vizes Deval, valamint a magnézium-szulfátos és nátrium-szulfátos aprózódás* alapján A, B, C kőzetfizikai csoportba sorolták be. Az 1970 évi zúzottkő szabvány létrehozása, a kőzetfizikai csoport és a KZ termékek fogalmának megalkotása elsősorban *dr. Kertész Pál* (BME Ásvány- és Földtani Tanszék) és az őt támogató *dr. Reznák László* (Ütügyi Kutató Intézet) érdeme, akik a magyar nemzeti „építési kőanyagok szabványrendszer”-ét kidolgozó „Kő szabványbizottság” munkájában meghatározó szerepet töltek be.

Az MSZ 1992:1970 szabványt felváltó MSZ 18291:1978 „Zúzottkő” termékszabványban és az MSZ-07-3114:1991 „Útépítési zúzott kőanyag” közlekedési ágazati szabványban is a Los Angeles aprózódás, a száraz és a vizes Deval aprózódás, a nátriumszulfát-oldatos és a magnéziumszulfát-oldatos kris-

tályosítási aprózódás tartozott a kőzetfizikai jellemzők csoportjába.

A későbbi ágazati szabályozásban (ÚT 2-3.601:1998 „Útépítési zúzott kőanyagok” utügyi műszaki előírás) a száraz Deval aprózódás és a nátriumsulfát-oldatos kristályosítási aprózódás elvesztette termékminősítő erejét, de új jellemzőként a vizes mikro-Deval aprózódás belépett a kőzetfizikai csoportba.

A legutóbbi utügyi műszaki előírásban (ÚT 2-3.601:2006) már a vizes Deval aprózódás sem szerepelt, és a kőzetfizikai csoportot a Los Angeles aprózódás, a vizes mikro-Deval aprózódás, és a magnéziumsulfát-oldatos kristályosítási aprózódás alkotta, az új európai kőanyagalmaz (adalékanyag) termékszabványok (MSZ EN 13043:2003 aszfaltadalékanyag, MSZ EN 12620:2006 betonadalékanyag, MSZ EN 13242:2003 kötőanyag nélküli és hidraulikus kötőanyagú kőanyagalmazok) hatására.

Az ÚT 2-3.601:2006 utügyi műszaki előírás a kőzetfizikai csoportok tekintetében megegyezett az MSZ 4798-1:2004 betonszabvány (az MSZ EN 206-1:2002 európai betonszabvány magyar nemzeti alkalmazási dokumentuma) kőzetfizikai csoportokra vonatkozó követelmény-rendszerével és a követelmények vizsgálatának módjával.

Az MSZ 4798-1:2004 szabvány és az ÚT 2-3.601:2006 utügyi műszaki előírás közös sajátága volt, hogy a zúzott kőanyagok kőzetfizikai tulajdonságainak vizsgálatát és a termékminősítést összhangba hozta az európai kőanyag termékszabványok (MSZ EN 13043:2003, MSZ EN 12620:2006, MSZ EN 13242:2003) és vizsgálati szabványok (MSZ EN 1097-2:2007, MSZ EN 1097-1:2004, MSZ EN 1367-2:1999) módszerével úgy, hogy az időállósági tulajdonság (magnéziumsulfátos aprózódás) követelménye sem csökkent.

A 2008. március 25-én megjelent és 2008. május 15. óta alkalmazott ÚT 2-3.601-1:2008 utügyi műszaki előírás érvénybe lépésével az aszfaltkeverékek és az aszfalt felületi bevonatok zúzott adalékanyagaira nézve felülírták ÚT 2-3.601:2006 utügyi műszaki előírást. Ezzel az útépítési zúzottkővek egységes szemlélete és szabályozása az utügyi műszaki előírásokban megszűnt; sajnálatos módon megszüntették a kőzetfizikai csoportok fogalmát és alkalmazását; kötelezővé tették a kőzetfizikai (fizikainak nevezett) tulajdonságok referencia-vizsgálatát; ezzel elvették a vevőtől (kivitelező, építető, beruházó) a lehetőséget, hogy a leszállított termék kőzetfizikai tulajdonságait megvizsgálja és ellenőrizze; a magnézium-sulfátos kristályosítás követelményét Magyarországon meg nem engedett mértékben lazították.

Ezek a változtatások az 50, illetve 100 év tervezett használati élettartamú, nagyteljesítőképességű, zúzottkő és zúzottkavics adalékanyagú betonok esetén megengedhetetlenek, amiért hangsúlyosan előtérbe kerül az MSZ 4798-1:2004 betonszabvány alkalmazása és a kőzetfizikai tulajdonságokra adott előírásának mélyrehatóbb kifejtése.

### 3. Betonadalékanyagul szolgáló zúzottkő és zúzottkavics frakciók kőzetfizikai csoportja

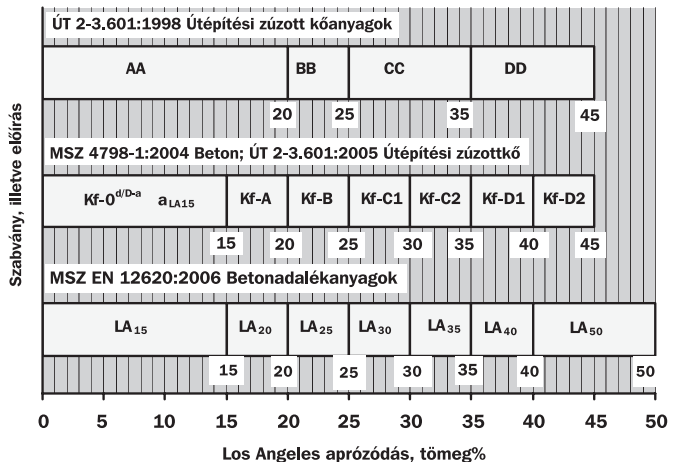
#### 3.1 Kőzetfizikai osztályok besűritése

A Los Angeles aprózódási és a szulfátos kristályosítási aprózódási osztályoknak az új európai szabványokban (MSZ EN 13043:2003, MSZ EN 12620:2006, MSZ EN 13242:2003

stb.) szereplő határértékei sajnos nem egyeznek meg a régi magyar, az MSZ 1992:1970 szabvány szerinti (A, B, C, D) és a vele azonos ÚT 2-3.601:1998 utügyi műszaki előírás szerinti (AA, BB, CC, DD) kőzetfizikai csoportok határértékeivel, és bizonyos szemnagyságoknál egymástól is eltérnek. Különösen feltűnő a magnézium-sulfátos kristályosítás legszigorúbb követelményének magas európai határértéke (az MS<sub>18</sub> osztályban 18 tömeg%), amelynek hazai követelménye sokkal szigorúbb (a Kf-A kőzetfizikai csoportban 10 tömeg%) és átvétele nem indokolható.

Megjegyezzük, hogy az MSZ EN 12620:2003 szabvány a durva (2 mm feletti) adalékanyagokra közvetlen fagyállóság vizsgálati módszerként az MSZ EN 1367-1:2007 szerinti fagyállóság és fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatot írja elő. Gond, hogy az előírt 10 fagyasztási és olvasztási ciklus a hazai mérsékeltövi kontinentális éghajlati körülmények közepette kevés, és a legnagyobb fagykárosodást nem az előírt 1%-os, hanem a 3%-os nátrium-klorid oldat okozza.

A hazai aprózódási osztályok európaiktól való eltérése miatt az MSZ 4798-1:2004 betonszabvány és az ÚT 2-3.601:2006 utügyi műszaki előírás – az európai szabványokhoz alkalmazkodva – a korábbi C, ill. CC kőzetfizikai csoportot C1 és C2 csoportra, a korábbi D, ill. DD kőzetfizikai csoportot D1 és D2 csoportra osztotta fel (1. ábra). Ezáltal az európai aprózódási osztályok határértékeinél az új magyar kőzetfizikai csoportoknak is határértéke van, a régi határértékek feladása nélkül. A Kf-0 jeltű, az eddigieknél szigorúbb kőzetfizikai csoport bevezetése is az európai szabványokhoz való igazodást szolgálta.



1. ábra Kőzetfizikai csoportok a Los Angeles aprózódás alapján a különböző szabványokban és előírásokban

Fig. 1. Rock physical groups figuring in various standards and codes classified by the Los Angeles method of comminution

#### 3.2 Zúzottkő és zúzottkavics betonadalékanyag frakciók kőzetfizikai csoportja

Az európai szabványok a 10–14 mm szemnagysághatáru Los Angeles, mikro-Deval, szulfátos kristályosítási vizsgálati minták referencia-vizsgálatát írják elő, de megengedik nemzeti előírás szerinti alternatív-vizsgálati szemnagysághatárok alkalmazását is. Ezt a körülményt használjuk ki az építéshelyre leszállított zúzott betonadalékanyag termékek (frakciók) vizsgálata lehetőségének megőrzésére. Az alternatív-vizsgálatokra azért van szükség, mert a referencia-vizsgálathoz szükséges

10–14 mm szemmagysághatárú vizsgálati mintát a zúzottkő termékből (a Z 0/22 és afeletti Z termékosztályú, általában alárendeltes célra használatos frakciók kivételével) nem lehet előállítani. Ezért Magyarországon az MSZ 4798-1:2004 szabvány elve szerint, *betonadalékanyag esetén*, megegyezés alapján szabad a Los Angeles, a mikro-Deval, a szulfátos kristályosítási vizsgálatot alternatív-vizsgálatként, a vonatkozó európai szabvány (MSZ EN 1097-2:2007, MSZ EN 1097-1:2004, MSZ EN 1367-2:1999) szerint, de a zúzott kőanyag frakciók szemmagysághoz igazított vizsgálati anyagon elvégezni (MSZ 4798-1:2004).

A betonadalékanyagként alkalmazott zúzottkővet és zúzottkavicsot az önszilárdság és az időállóság jellemzésére a Los Angeles aprózódás, a mikro-Deval aprózódás és a magnézium-szulfátos kristályosítási aprózódás vizsgálat eredménye alapján az 1. táblázat szerint, az MSZ 4798-1:2004 szabványban foglaltakat követve közetfizikai csoportba kell sorolni. A zúzottkő *nyersanyag vizsgálata során a referencia-vizsgálatot*, de a zúzottkő és zúzottkavics *termék vizsgálata során az alternatív-vizsgálatot* kell alkalmazni. Ez a közetfizikai csoport rendszer egyesíti magában a hagyományos magyar közetfizikai csoport besorolást és a kőanyag-halmazok aprózódási (szilárd-

sági) tulajdonságainak európai követelményeit. Az 1. táblázat a zúzottkő termékek közetfizikai csoportján kívül bemutatja azok jelét és alkalmazhatóságát is beton készítés céljára.

A zúzottkő vagy zúzottkő termék akkor sorolható be valamely közetfizikai csoportba, ha az ugyanazon szemmagyságú laboratóriumi mintából (frakcióból) előállított vizsgálati anyag a közetfizikai csoport minden követelményét egyidejűleg kielégíti.

Az ÚT 2-3.601-1:2008 útügyi műszaki előírás az aszfalt-útépítőipar – mint legnagyobb zúzottkő felhasználó – igényének megfelelően a zúzottkő és zúzottkavics frakciók szemmagysághatáraként az MSZ EN 13043, MSZ EN 13242, MSZ EN 13285 szabványokban – és MSZ EN 12620 szabványban is – szereplő, és az aszfaltútépítésben használatos ún. „alap + 1 kiegészítő szitasorozat”-ot (benne a 5,6; 11,2; 22,4; 45 mm nyílású szitákkal) használja, amely követelményhez a kőbányaipar általában alkalmazkodik, és ezt a betonépítésben is tudomásul kell venni. Ha a zúzottkő vagy zúzottkavics frakció szemmagysághatára az „alap + 1 kiegészítő szitasorozat” szerinti, akkor ezt a körülményt az alternatív-vizsgálati minta szemmagysághatáraival is követni kell. Az alternatív Los Angeles vizsgálat ebben az esetben alkalmazandó jellemzői a 2.

Tulajdonság és vizsgálati módszer	Vizsgálati minta szemmagysága (mm)	Közetfizikai csoportok referencia-vizsgálatok esetén (jele felső indexben „r”)						
		Kf-0 <sup>d/D-r</sup>	Kf-A <sup>d/D-r</sup>	Kf-B <sup>d/D-r</sup>	Kf-C <sup>d/D-r</sup>		Kf-D <sup>d/D-r</sup>	
					Kf-C1 <sup>d/D-r</sup>	Kf-C2 <sup>d/D-r</sup>	Kf-D1 <sup>d/D-r</sup>	Kf-D2 <sup>d/D-r</sup>
Los Angeles aprózódás, M%, MSZ EN 1097-2	10–14	LA <sub>15</sub> ≤ 15	LA <sub>20</sub> ≤ 20	LA <sub>25</sub> ≤ 25	LA <sub>30</sub> ≤ 30	LA <sub>35</sub> ≤ 35	LA <sub>40</sub> ≤ 40	LA <sub>45</sub> ≤ 45
Mikro-Deval aprózódás, vizes eljárás, M%, MSZ EN 1097-1	10–14	M <sub>DE10</sub> ≤ 10	M <sub>DE15</sub> ≤ 15	M <sub>DE20</sub> ≤ 20	M <sub>DE25</sub> ≤ 25	M <sub>DE25</sub> ≤ 25	M <sub>DE30</sub> ≤ 30	M <sub>DE30</sub> ≤ 30
Kristályosítási veszteség MgSO <sub>4</sub> oldatban, M%, MSZ EN 1367-2	10–14	MS <sub>5</sub> ≤ 5	MS <sub>10</sub> ≤ 10	MS <sub>15</sub> ≤ 15	MS <sub>18</sub> ≤ 18	MS <sub>21</sub> ≤ 21	MS <sub>25</sub> ≤ 25	MS <sub>30</sub> ≤ 30
Tulajdonság és vizsgálati módszer	Vizsgálható szemmagyság tartománya** (mm)	Közetfizikai csoportok alternatív-vizsgálatok esetén (jele felső indexben „a”)						
		Kf-0 <sup>d/D-a</sup>	Kf-A <sup>d/D-a</sup>	Kf-B <sup>d/D-a</sup>	Kf-C <sup>d/D-a</sup>		Kf-D <sup>d/D-a</sup>	
					Kf-C1 <sup>d/D-a</sup>	Kf-C2 <sup>d/D-a</sup>	Kf-D1 <sup>d/D-a</sup>	Kf-D2 <sup>d/D-a</sup>
Los Angeles aprózódás, M% MSZ EN 1097-2	3–80	a <sub>LA15</sub> <sup>d<sub>1</sub>-d<sub>2</sub></sup> ≤ 15	a <sub>LA20</sub> <sup>d<sub>1</sub>-d<sub>2</sub></sup> ≤ 20	a <sub>LA25</sub> <sup>d<sub>1</sub>-d<sub>2</sub></sup> ≤ 25	a <sub>LA30</sub> <sup>d<sub>1</sub>-d<sub>2</sub></sup> ≤ 30	a <sub>LA35</sub> <sup>d<sub>1</sub>-d<sub>2</sub></sup> ≤ 35	a <sub>LA40</sub> <sup>d<sub>1</sub>-d<sub>2</sub></sup> ≤ 40	a <sub>LA45</sub> <sup>d<sub>1</sub>-d<sub>2</sub></sup> ≤ 45
Mikro-Deval aprózódás, vizes eljárás, M% MSZ EN 1097-1	3–20	a <sub>MD10</sub> <sup>d<sub>1</sub>-d<sub>2</sub></sup> ≤ 10	a <sub>MD15</sub> <sup>d<sub>1</sub>-d<sub>2</sub></sup> ≤ 15	a <sub>MD20</sub> <sup>d<sub>1</sub>-d<sub>2</sub></sup> ≤ 20	a <sub>MD25</sub> <sup>d<sub>1</sub>-d<sub>2</sub></sup> ≤ 25	a <sub>MD25</sub> <sup>d<sub>1</sub>-d<sub>2</sub></sup> ≤ 25	a <sub>MD30</sub> <sup>d<sub>1</sub>-d<sub>2</sub></sup> ≤ 30	a <sub>MD30</sub> <sup>d<sub>1</sub>-d<sub>2</sub></sup> ≤ 30
Kristályosítási veszteség MgSO <sub>4</sub> oldatban, M% MSZ EN 1367-2	2–80	a <sub>Mg5</sub> <sup>d<sub>1</sub>-d<sub>2</sub></sup> ≤ 5	a <sub>Mg10</sub> <sup>d<sub>1</sub>-d<sub>2</sub></sup> ≤ 10	a <sub>Mg15</sub> <sup>d<sub>1</sub>-d<sub>2</sub></sup> ≤ 15	a <sub>Mg18</sub> <sup>d<sub>1</sub>-d<sub>2</sub></sup> ≤ 18	a <sub>Mg21</sub> <sup>d<sub>1</sub>-d<sub>2</sub></sup> ≤ 21	a <sub>Mg25</sub> <sup>d<sub>1</sub>-d<sub>2</sub></sup> ≤ 25	a <sub>Mg30</sub> <sup>d<sub>1</sub>-d<sub>2</sub></sup> ≤ 30
ha a 4 mm feletti adalékanyag 100 tömeg%-a zúzottkő								
A zúzottkőbeton <sup>†</sup> legnagyobb nyomószilárdsági osztálya, amelynek készítéséhez a zúzottkővet fel szabad használni	C80/95		C60/75	C40/50	C20/25	C16/20	C12/15	C8/10
	ha a 4 mm feletti adalékanyag 30 tömeg%-a zúzottkő és 70 tömeg%-a kavics							
C100/115		C80/95	C50/60	C30/37	C25/30	C20/25	C16/20	

<sup>†</sup> A zúzottkőbeton olyan beton, amelynek 4 mm, vagy 8 mm, vagy 12 mm feletti része zúzottkő. A 4 mm alatti rész mindenképpen homok (és esetleg hozzáadagolt finomszemű kiegészítő anyag) legyen.

<sup>\*\*</sup> A vizsgálható szemmagyság tartománya, amely a vizsgálati minták szemmagyságát öleli fel.

1. táblázat A zúzottkő betonadalékanyagok közetfizikai csoportja (MSZ 4798-1:2004 alapján)  
Table 1. Rock physical group of crushed stone aggregates for concrete (based on MSZ 4798-1:2004)

táblázatban, az alternatív mikro-Deval vizsgálat jellemzői a 3. táblázatban, az alternatív magnézium-szulfátos kristályosítási vizsgálat jellemzői a 4. táblázatban találhatóak.

Zúzottkő és zúzottkavics frakciók jele	Vizsgálati szem-nagyság (mm)	Vizsgálati minta tömege (g)	Golyók száma	Összes golyó tömege (g)	Összes fordulat száma
KZ 2/4	3-4	5000±5	6	2500±15	500
KZ 4/8	4-8	5000±5	7	2920±15	500
KZ 8/11	8-11	5000±5	9	3750±20	500
KZ 11/16	11-16	5000±8	10	4165±25	500
KZ 16/22	16-22	5000±10	11	4580±25	500
KZ 22/32	22-32	10000±10	12	5000±30	1000
NZ 0/4	3-4	5000±5	6	2500±15	500
NZ 4/11	4-8 8-11	2500 2500±5	8	3330±20	500
NZ 11/22	11-16 16-22	2500 2500±10	11	4580±25	500
NZ 22/32	22-32	10000±10	12	5000±30	1000
NZ 32/56	32-45 45-56	5000 5000±20	12	5000±30	1000
Z 0/4	3-4	5000±5	6	2500±15	500
Z 0/11	4-8 8-11	2500 2500±5	8	3330±20	500
Z 0/22	4-11 11-22	2500 2500±10	11	4580±25	500
Z 0/32	8-16 16-32	2500 2500±10	12	5000±30	500
Z 0/45	22-32 32-45	5000 5000±20	12	5000±30	1000
Z 0/80	45-63 63-80	5000 5000±25	12	5000±30	1000
Z 4/22	4-11 11-22	2500 2500±10	11	4580±25	500
Z 22/45	22-32 32-45	5000 5000±20	12	5000±30	1000
ZK 0/4	3-4	5000±5	6	2500±15	500
ZK 4/8	4-8	5000±5	7	2920±15	500
ZK 4/11	4-8 8-11	2500 2500±5	8	3330±20	500
ZK 8/11	8-11	5000±5	9	3750±20	500
ZK 8/16	8-11 11-16	2500 2500±8	10	4165±25	500
ZK 11/22	11-16 16-22	2500 2500±10	11	4580±25	500

2. táblázat Los Angeles vizsgálat jellemzői alternatív vizsgálat esetén, ha a zúzottkő vagy zúzottkavics frakció szemmagyság-határa az „alap + 1 kiegészítő szitasorozat” szerinti

Table 2. Characteristics of a Los Angeles test in case of an alternative test where the particle size limit of the crushed stone or crushed gravel fraction conforms to the “basic + 1 additional series of sieves”

Zúzottkő és zúzottkavics frakciók jele	Vizsgálati szem-nagyság (mm)	Golyók tömege dobonként (g)
KZ 2/4	2-4	500±5
KZ 4/8	4-8	2500±5
KZ 8/11	8-11	4500±10
KZ 11/16	11-16	5500±10
NZ 0/4	2-4	500±5
NZ 4/11	8-11	4500±10
NZ 11/22	11-22	6000±10
Z 0/4	2-4	500±5
Z 0/11	4-8	2500±5
Z 0/22	8-16	5000±10
Z 0/32	11-22	6000±10
Z 0/45	11-22	6000±10
Z 0/80	11-22	6000±10
Z 4/22	11-22	6000±10
ZK 0/4	2-4	500±5
ZK 4/8	4-8	2500±5
ZK 4/11	8-11	4500±10
ZK 8/11	8-11	4500±10
ZK 8/16	8-16	5000±10
ZK 11/22	11-22	6000±10

3. táblázat Mikro-Deval vizsgálat jellemzői alternatív vizsgálat esetén, ha a zúzottkő vagy zúzottkavics frakció szemmagyság-határa az „alap + 1 kiegészítő szitasorozat” szerinti

Table 3. Characteristics of a Micro-Deval test in case of an alternative test where the particle size limit of the crushed stone or crushed gravel fraction conforms to the “basic + 1 additional series of sieves”

Zúzottkő és zúzottkavics frakciók jele	Vizsgálati minta szem-nagysága (mm)	Vizsgálati adag tömege (g)
KZ 2/4	2-4	200-210
KZ 4/8	4-8	200-210
KZ 8/11	8-11	300-310
KZ 11/16	11-16	500-520
KZ 16/22	16-22	600-630
KZ 22/32	22-32	800-830
NZ 0/4	2-4	200-210
NZ 4/11	4-11	250-260
NZ 11/22	11-22	550-570
NZ 22/32	22-32	800-830
NZ 32/56	32-45	800-830
Z 0/4	2-4	200-210
Z 0/11	Szét kell szitálni (2-4) és (4-11) mm szemmagyságú részmintára	
Z 0/22	Szét kell szitálni (2-4), (4-11) és (11-22) mm szemmagyságú részmintára	
Z 0/32	Szét kell szitálni (2-4), (4-11), (11-22) és (22-32) mm szemmagyságú részmintára	
Z 0/45	Szét kell szitálni (2-4), (4-11), (11-22), (22-32) és (32-45) mm szemmagyságú részmintára	
Z 0/80	Szét kell szitálni (2-4), (4-11), (11-22), (22-32) és (32-45) mm szemmagyságú részmintára	
Z 4/22	Szét kell szitálni (4-11) és (11-22) mm szemmagyságú részmintára	
Z 22/45	Szét kell szitálni (22-32) és (32-45) mm szemmagyságú részmintára	

1. megjegyzés: A szétszított mintákat egyenként kell vizsgálni, és a vizsgálati eredmények súlyozott átlagával kell a termék magnézium-szulfátos aprózódását jellemezni. A 2 mm alatti és a 45 mm feletti szemeket nem kell vizsgálni.

2. megjegyzés: A Z 0/22, Z 0/32, Z 0/45 és Z 0/80 frakciók esetén elegendő a két legnagyobb tömegarányú részmintát megvizsgálni.

4. táblázat Vizsgálati adagok tömege alternatív magnézium-szulfátos kristályosítási vizsgálat esetén

Table 4. Mass of the tested batches in case of the alternative crystallization test with magnesium-sulfate

#### 4. Betonadalékanyag frakciók előállítása zúzottkő termékekből

A legfontosabb 4 mm szemmagyság feletti, MSZ 4798-1:2004 betonszabvány szerinti szemmagyságú zúzottkő betonadalékanyag frakciók az ÚT 2-3.601-2:2008 útügyi műszaki előírás szerinti zúzottkő termékekkel az 5. táblázat szerint tekinthetők közel azonosnak, ill. a zúzottkő termékekből az 5. táblázat szerint keverhetők össze. A keverési arány a zúzottkő termék tényleges szemmegoszlásának és a betonadalékanyag frakció tervezett szemmegoszlásának függvényében kerüljön meghatározásra.

MSZ 4798-1:2004 szerinti zúzottkő betonadalékanyag frakció szemmagysága (mm)	Utalás az ÚT 2-3.601-2:2008 útügyi műszaki előírás szerinti zúzottkő termékre
4/8	azonos a KZ 4/8 jelű zúzottkő termékkel
8/12	azonosnak vehető a KZ 8/11 jelű zúzottkő termékkel
8/16	KZ 8/11 + KZ11/16 jelű zúzottkő termékek megfelelő arányú keverésével állítható elő
8/20	KZ 8/11 + KZ 11/16 + KZ 16/22 jelű, vagy a KZ 8/11 + NZ 11/22 jelű zúzottkő termékek megfelelő arányú keverésével állítható elő
16/20	azonosnak vehető a KZ 16/22 jelű zúzottkő termékkel
16/24	azonosnak vehető a KZ 16/22 jelű zúzottkő termékkel
16/32	KZ 16/22 + KZ 22/32 jelű zúzottkő termékek megfelelő arányú keverésével állítható elő

5. táblázat Zúzottkő betonadalékanyag frakciók előállítása az ÚT 2-3.601-2:2008 útügyi műszaki előírás szerinti zúzottkő termékekből

Table 5. Production of crushed stone aggregate fractions for concrete from crushed stone products conforming to code ÚT 2-3.601-2:2008

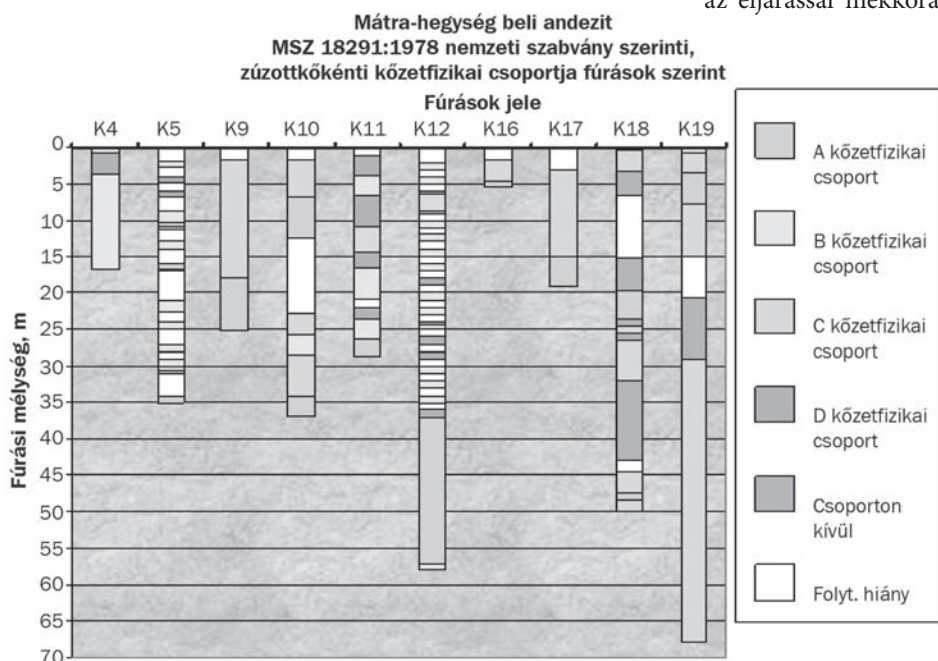
#### 5. A kőalapanyag kőzetfizikai tulajdonságainak meghatározása

Az európai zúzott adalékanyag termékszabványok a zúzott termékeken el nem végezhető referencia-vizsgálatok szabványosítása által az aprózódási és időállósági tulajdonságoknak az alapanyagban, illetve a tört, de még osztályozatlan félkész terméken történő meghatározását sugallja.

A referencia-vizsgálatok kétségtelenül alkalmasak a kőalapanyag kőzetfizikai tulajdonságainak meghatározására a műrevalóság kutatása, a bányafal megnyitása, a jövesztés, esetleg a havi vagy heti termelés kijelölése során. Azzal egyet lehet érteni, hogy a kőalapanyag zúzottkő gyártási műrevalóságának megítélésére a kutatás során vett fúrásmagok anyaga kőzetfizikai csoportjának meghatározása a 10–14 mm szemmagysághatárú vizsgálati minta referencia-vizsgálatával történjék.

Az európai termékszabványok megalkotói ezzel szemben a folyótermelésből – annak mennyiségétől függetlenül – legalább féléves (Los Angeles aprózódás), illetve legalább kétéves (mikro-Deval és szulfátos kristályosítási aprózódás) gyakorisággal vett minták referencia-vizsgálatát írták elő, az ÚT 2-3.601-1:2008 útügyi műszaki előírás a minták évente legalább egy, a fagyállóság tekintetében két évente legalább egy referencia-vizsgálatáról szól, ami elgondolkodtató. A kőanyag minősége egy kőbányán, vagy annak egy részén belül is igen változatos (2. ábra).

Ezért a kőalapanyag kőzetfizikai tulajdonságainak meghatározásához nem elegendő az átlag, hanem a terjedelem és szórás meghatározása is szükséges. El kell hagyni az átlag szerinti minősítést, és be kell vezetni a jellemző érték szerinti értékelést, értve alatta az építő- és építőanyagiparban általánosan elfogadott 5%-os alsó küszöbértéket. A tapasztalati jellemző érték – amely a tapasztalati átlag és az elfogadási tényezővel szorzott tapasztalati szórás különbségeként (jellemző érték = átlag – alulmaradási tágasság) képezhető – egyenlő vagy nagyobb kell legyen az előírt jellemző értéknél. Az elfogadási tényező nagysága a mintaszámon kívül attól is függ, hogy az eljárással mekkora alapsokaságot (minősítési tételt) kívánunk jellemezni, milyen a kőanyag útjának követhetősége a kitermelés, a feldolgozás, a tárolás, a szállítás folyamán. Minél kevesebb mintával, minél nagyobb alapsokaságot, minél rosszabb követhetőségi feltételek mellett jellemzünk, az elfogadási tényező értéke annál nagyobb szám kell legyen. Mindez azért szükséges, mert a kőbányában, ill. feldolgozó üzemben vett mintákon végzett referencia-vizsgálattal a vevőt és a beruházót is kirekesztjük a kőzetfizikai tulajdonságoknak a megvásárolt zúzottkő terméken való ellenőrzésének lehetőségéből, miáltal a felhasználó lényegesen nagyobb kockázatot vállal, mint amikor általa is ellenőrizhető (vagy végezhető) módon a kőzetfizikai tulajdonságok vizsgálata a zúzottkő terméken történik. Csak ilyen rendszer működése esetén szabadna a kőzetfizikai tulajdonságokat az MSZ



2. ábra Példa a kőzet előfordulás kőzetfizikai változatosságára  
Fig. 2. An example of rock physical diversity of rock occurrence

EN 13043:2003, MSZ EN 13242:2003, MSZ EN 12620:2006 európai termék szabvány, és az azokat fenntartás nélkül követő műszaki előírások szerint a 10-14 mm szemmagysághatárú vizsgálati minták referencia-vizsgálatával meghatározni. Ilyen rendszert a kőbányaipar saját minőségirányítási rendszerében a megfelelőségi nyilatkozat háttereként akár önállóan is működtethetne, a vevő pedig mérlegelhetné, hogy annak eredményeit a termék átadás-átvételi eljárás alapjául elfogadja-e, vagy ragaszkodik a termékből vett minta – e dolgozatban ismertetett – alternatív-vizsgálatának elvégzéséhez.

Fontos hangsúlyozni, hogy a zúzott betonadalékanyagok ÚT 2-3.601-2:2008 ütügyi műszaki előírása lehetővé teszi a termék közetfizikai tulajdonságainak alternatív-vizsgálatát.

Végezetül idézzük *Láczay-Fritz Oszkár* műszaki főigazgató építészt (Országház), aki 1930-ban megjelent könyvében ezt írta: „a Műegyetemen lévő állami anyagvizsgáló kísérleti állomás...(vizsgálati eredményei)... mindenkor csak a beküldött bizonyos kődarabokra vonatkoznak és így azok alapján csakis a bányából eredő legjobb kövekre lehet következtetni, nem pedig az átlagra, de legkevésbé minden abból a bányából eredő kőre. Ha biztosak akarunk lenni abban, hogy bizonyos bányából beszerzett kő rendelkezik-e azokkal a tulajdonságokkal, melyeket a kísérleti állomás arra a kőre vonatkozóan kimutat, akkor minden egyes szállított követ hozzáértő és gyakorlott szemmel a kísérleti állomás pecsétjével ellátott mintadarabbal kell összehasonlítani... Miután ezekkel a vizsgálatokkal nincsen az ugyanabból a kőbányából származó minden fejtési anyag jellemzve, a műegyetemi Kísérleti Állomás arra törekszik, hogy a mostani kővizsgálat helyébe a kőbányavizsgálatot vezesse be. Tudjuk, hogy egyetlen kőbányán belül mennyire eltérő lehet a kőanyag minősége.”

#### Felhasznált irodalom

- [1] MSZ 1991:1960 *Természetes építőkövek vizsgálati módszerei*
- [2] MSZ 1991:1967 *Természetes építési kövek és közüzalékok vizsgálati módszerei*
- [3] MSZ 1992:1959 *Zúzottkő és zúzalék többször tört és osztályozott (NZ jelű)*
- [4] MSZ 1992:1970 *Zúzott kötermékek*
- [5] MSZ 4798-1:2004 *Beton. 1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség, valamint az MSZ EN 206-1 alkalmazási feltételei Magyarországon*
- [6] MSZ 11300:1959 *Zúzottkő és zúzalék egyszer tört és osztályozott (Z jelű)*
- [7] MSZ 18291:1978 *Zúzottkő*
- [8] MSZ EN 206-1:2002 és MSZ EN 206-1:2000/A1:2004 és MSZ EN 206-1:2000/A2:2005 *Beton. 1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség*
- [9] MSZ EN 1097-1:1998 és MSZ EN 1097-1:1996/A1:2004 *Kőanyaghalmozatok mechanikai és fizikai tulajdonságainak vizsgálata. 1. rész: A kopásállóság vizsgálata (mikro-Deval)*
- [10] MSZ EN 1097-2:2000 és MSZ EN 1097-2:1998/A1:2007 *Kőanyaghalmozatok mechanikai és fizikai tulajdonságainak vizsgálata. 2. rész: Az aprózódással szembeni ellenállás meghatározása*
- [11] MSZ EN 1367-2:1999 *Kőanyaghalmozatok termikus tulajdonságainak és időállóságának vizsgálati módszerei. 2. rész: Magnézium-szulfátos eljárás*
- [12] MSZ EN 12620:2006 *Kőanyaghalmozatok (adalékanyagok) betonhoz (Az angol nyelvű változat évszáma 2003 volt)*
- [13] MSZ EN 13043:2003 *Kőanyaghalmozatok (adalékanyagok) utak, repülőterek és más közforgalmú területek aszfaltkeverékeihez és felületi bevonatokhoz*
- [14] MSZ EN 13242:2003 *Kőanyaghalmozatok műtárgyakban és útépitésben használt kötőanyag nélküli és hidraulikus kötőanyagú anyagokhoz*
- [15] MSZ EN 13285:2003 *Kötőanyag nélküli keverékek. Előírások*
- [16] MSZ-07-3114:1991 *Útépitési zúzott kőanyag. Közlekedési ágazati szabvány*
- [17] ÚT 2-3.601:1998 *Útépitési zúzott kőanyagok. Ütügyi műszaki előírás*
- [18] ÚT 2-3.601:2006 *Útépitési zúzottkövek és zúzottkavicsok. Ütügyi műszaki előírás*
- [19] ÚT 2-3.601-1:2008 *Útépitési zúzottkövek és zúzottkavicsok. 1. rész: Kőanyaghalmozatok utak, repülőterek és más közforgalmi területek aszfaltkeverékeihez és felületi bevonataihoz. Ütügyi műszaki előírás*
- [20] ÚT 2-3.601-2:2008 *Útépitési zúzottkövek és zúzottkavicsok. 2. rész: Zúzott kőanyaghalmozatok út-, pálya- és hídbetonokhoz*
- [21] *Láczay-Fritz Oszkár: A természetes építőkövek elmállása és gyors pusztulásának megakadályozása. Királyi Magyar Egyetemi Nyomda. Budapest, 1930. pp. 27. és pp. 40-41.*

## Ipari gázok alkalmazása a szilikátiparban

**BAK LAJOS** ■ alkalmazástechnikai vezetőhelyettes (metallurgia és üvegipar) ■ lajos.bak@messer.hu

**HERCZEG ISTVÁN** ■ alkalmazástechnikai mérnök (ipari alkalmazások) ■ istvan.herczeg@messer.hu

### Oxigén felhasználása az üvegiparban

Az elmúlt évtizedekben az üvegiparban meglehetősen sok oxigént használtak fel üvegalakításra, feldolgozásra. Az utóbbi tíz évben kezd elterjedni az üvegolvasztásban is az oxigén alkalmazása. A Messer Hungarogáz Kft. jelentős szerepet vállalt ebben, mert nem csak oxigént képes szállítani, hanem égőt és szabályozást is.

Az elmúlt évben fejlesztett ki a Messer Csoport egy új égőcsaládot, amellyel a vevők igényei szerinti előnyöket lehet elérni. Néhány gondolatot adunk közre ebben a vonatkozásban.

### Oxigén az égési folyamatban

Az ipari égési folyamatok hatásfoka két úton (1. ábra) növelhető: az éghető anyag és az égéslevegő előmelegítésével, amikor figyelembe kell venni az NO<sub>x</sub>-képződés növekedését, vagy oxigén hozzáadásával.

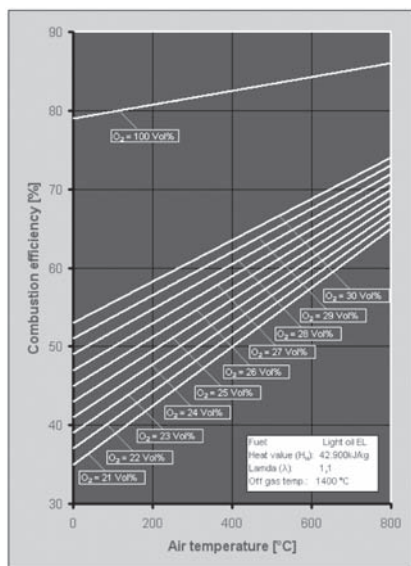
A 79% N<sub>2</sub>-ballaszt miatt levegős tüzelésnél csak alacsony lánghőmérséklet érhető el. Ez azt jelenti, hogy magas füstgáz hőmérsékletnél az abból következő füstgáz-hővesztesség csak alacsony tüzeléstechnikai hatásfokot eredményez.

Az oxigént különböző módokon juttathatjuk a reakció-térbe:

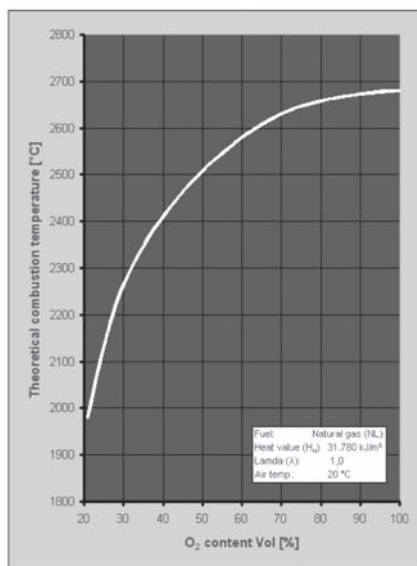
- oxigén-tüzelőanyag égő,
- direkt O<sub>2</sub> injektálás a láng elegyképződésébe,
- az égéslevegő oxigén dúsítása.

A 2. ábrán az elméleti égéshő látható a földgáz sztöchiometrikus elégetése közben az oxigén dúsítás függvényében. Ebből kivüláglík, hogy már csekély oxigén-dúsítás következtében is jelentősen nagyobb lánghőmérséklet érhető el, és ezáltal energiát takaríthatunk meg, vagy a teljesítményt növelhetjük.

Az oxigénes égők alkalmazása költség- és időhatékony megoldás a termelési kapacitás és a rugalmasság növelésében. A



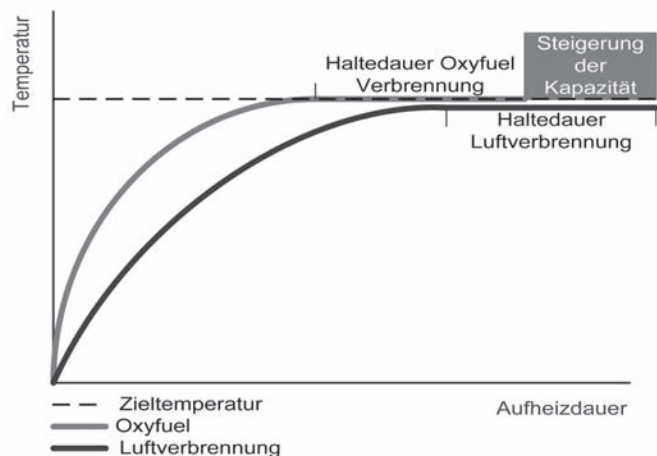
1. ábra Az égéslevegő hőmérsékletének és az O<sub>2</sub>-koncentrációjának a befolyása a tüzeléstechnikai hatásokra



2. ábra A földgáz sztöchiometriai elégetésénél keletkező elméleti égéshő az égéslevegő O<sub>2</sub>-tartalmának függvényében

meglévő és az új kemencéken egyaránt csökkenthetők a hevített tonnánkénti specifikus költségek és az emissziós értékek.

Az oxigénre optimalizált hevítő kemencék építésénél a beruházási költségek 30%-os csökkentése is elérhető. Az ok az acélszerkezet és a tűzálló anyagok mennyiségének csökkenése a kisebb kemencék építése miatt, a magasabb termelési teljesítmény és a kisebb füstgázáram.



3. ábra Alacsonyabb beruházási költségek az újonnan épített berendezéseknél

### Frissbeton hűtése

A nyári forróságban különösen komoly nehézséget okoz a frissbeton technológiai előírásoknak megfelelő hőmérsékleten történő előállítás. Meleg a sóder, meleg az adalékanyag, a víz sem olyan hideg és ráadásul a silókban tárolt cement is magas hőmérsékletű. A mélyhűtött cseppfolyós ipari gázok segítenek a frissbeton hűtésében.

A betonmixer kocsikba lánzsán keresztül bejuttatott cseppfolyós nitrogén – számos előnyével és hátrányával – már régóta ismert és használt betonhűtési eljárás. A Messer kifejlesztett

egy új cementhűtési eljárást, amely segíti a megfelelő hőmérsékletű frissbeton előállítását. A cementhűtéshez cseppfolyós nitrogén vagy szén-dioxid használható. A Messer Hungarogáz Kft. a cseppfolyós gázok mellett a komplett cementhűtési technológiát is telepíti partnerei számára.

### Szénpor malmok, silók „vész”-inertizálása

A szénport előállító malmokat a hozzákapcsolódó technológiai berendezésekkel együtt (tartályok, silók, tartálykocsik) fokozott tűz- és robbanásveszély fenyegeti. A biztonságosabb termeléshez, anyagtaroláshoz a Messer speciális szén-dioxid gázon alapuló „vész”-inertizáló rendszert fejlesztett ki, amely csak „vész” esetén lép működésbe, így segítve a tűz- és robbanásveszély kialakulását. A rendszer teljesen automatikusan

működtethető, ill. mindig az adott igényeknek megfelelően illeszthető a megrendelő vezérlő rendszeréhez.

A Messer Hungarogáz Kft. ügyfelei számára rendelkezésre bocsátja a gázbeadagoló- és ellátórendszerek komplett tervezése, ill. telepítése mellett, az ipari gázok szilikátipari alkalmazása területén nemzetközi projekteknél összegyűjtött sok éves szakmai tapasztalatát. Naprakész információkkal áll az érdeklődők rendelkezésére szakmai kérdések megválaszolásában és technológiák kidolgozásában.

További információ:  
Messer Hungarogáz Kft.  
Tel: 06-1/435-1122, 06-1/435-1143  
[www.messer.hu](http://www.messer.hu)





## Dr. Kertész Pál köszöntése 80. születésnapja alkalmából<sup>1</sup>



A Szilikátipari Tudományos Egyesület Kő- és Kavics Szakosztálya minden év december havának elején tartja hagyományos évzáró klubnapját, amikor az év eseményeire való visszatekintés mellett egy-egy – szűkebb, vagy tágabb értelemben – a szakmánkat érintő egyéb kérdésről is, kötetlen formában, beszélgetni tudunk. Pár évvel ezelőtt ezen a neves alkalmon, a kővel kapcsolatosan közösen gyűjtöttük össze és elemeztük a szállóigévé

vált mondásokat, aforizmákat, azokat a gyakran használt megállapításokat, amelyek mindennapi életünkben a „kő” egyedülállóságát fejezik ki. Többek között ott hangzott el az a megállapítás, hogy a „kövek élnek”, a „köveknek lelkük van”. Ez az igazság arra a következtetésre ad lehetőséget, hogy a „kövek lelke” meg tudja érinteni az Embert és így egy életre meghatározhatja az emberi életutat.

Most, amikor 80. születésnapja alkalmából az SZTE Kő- és Kavics Szakosztálya, tisztelői, munkatársai, tanítványai és barátai nevében köszöntjük Dr. Kertész Pált, óhatatlanul az jut eszünkbe, hogy Ő az, akit a KŐ lelke közel hatvan éve megérintett, beépült életébe, szakmai életútját meghatározta, sikereit megalapozta. Budapesten 1928. október 19-én született. Egyetemi tanulmányait a Budapesti Műszaki Egyetem Mérnöki Karán 1951-ben fejezte be. 1951. október 15-én kezdte meg tanársegédi szolgálatát az Ásvány- és Földtani Tanszéken. Egyetemi doktori értekezését 1961-ben védte meg és 1972-ben megszerezte a műszaki tudományok kandidátusa MTA fokozatot. A Tanszéken tanársegédként, adjunktusként, majd egyetemi docensként oktatott és kutatott nyugdíjba vonulásáig. 1994-ben ment nyugdíjba, de azóta is aktívan vesz részt az Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék oktatási és kutatási munkáiban, a Tanszék ipari- és nemzetközi kapcsolatainak ápolásában.

A tényszerű bibliográfiai adatok bővebb taglalása helyett, ilyen szép, kerek évfordulón azt kell számba venni, hogy mi az, amit a szakma, azaz mi mindannyian az Ünnepelettől az említett érintés következtében kaptunk. A számbavétel nem lehet mentes a szubjektivitástól. A szívből fakadó köszöntés magában hordozza annak a baráti kapcsolatnak minden elemét, amely a köszöntőnek tanítványi, munkatársi, baráti helyzetből fakad. Az általánosan megfogalmazott „kő lelkének érintése” valójában egy kővel nevesíthető, nevezetesen az andezitével, a dunakanyari andezitokéval, amely kőzetfajta Dr. Kertész Pál tanítómesterének Dr. Papp Ferenc professzornak, sokunk „Feri-bácsi”-jának is kedves kőzete volt.

A kőzetek tulajdonságainak megismerésére Dr. Kertész Pál hozta létre az ÉKME, ill. BME Ásvány- és Földtani Tanszékén azt a kőzetfizikai laboratóriumot, mely az ezerkilencszázötvenes évek elején a műszaki kövizsgálatok területén egyedülálló volt és példaképévé vált a kutatóintézetekben – ÉMI, KTI, SZIKKTI – később kialakított laboratóriumoknak. Itt készültek hazánkban először alakváltozási vizsgálattal kiegészített egyirányú nyomóvizsgálatok, valamint a Műegyetem Anyagvizsgáló állomásától megörökölt Deval-

készülékben és az akkor új Los Angeles berendezésben halmazszilárdsági minősítő vizsgálatok.

A laboratórium fejlesztése mindenkor Dr. Kertész Pál szívügye volt. Irányításával kezdődtek meg a laboratóriumban hengeres próbatesteken a közvetett húzószilárdsági vizsgálatok, amelyek ma már a geotechnikai szabványban brazilvizsgálatként szabványosított vizsgálatok, valamint a KBFI-vel közösen fejlesztett triaxiális berendezésben a triaxiális közetvizsgálatok és a tanszéken kialakított reológiai vizsgálóberendezés segítségével a kúszási vizsgálatok. Iniciálója volt a közetmechanika területén a törésmechanikai szemlélet meghonosításának.

Az újra való fogékonyág jellemezte mindenkor Dr. Kertész Pál tevékenységét. Jó példa erre, hogy amikor az ezerkilencszáznyolcvanas évek elején, az útpítés területén, a francia vizsgálati gyakorlatban megjelent a Mikro-Deval vizsgálat, rögtön szorgalmazta a szükséges vizsgáló berendezés legyártását. Így vált lehetségessé, hogy hazánkban a Műegyetemen és a SZIKKTI-ben egyszerre indulhattak meg a kutatások ezzel a vizsgálati eljárással, amely mára mind az útpítési kőanyagok, mind pedig a vasúti ágyazati kőanyagok területein, meghatározó minősítő vizsgálatává vált.

Az építési kőanyagok mindkét termékfeleségénél – mind a darabos, mind pedig a halmazos termékek – vizsgálati és minősítési gyakorlatában szerzett tapasztalatai a szabályozási, szabványosítási munkában hasznosultak. Kezdeményezte az előkészítő anyagok kidolgozásával az építési kőanyagok szabványrendszerének kimunkálását. Meghatározó szerepe volt többek között a bennünket közvetlenül érintő három termékiszabvány a *Zúzottkő*, a *Homok, homokos-kavics, kavics*, valamint az *Építőkövek* című szabványok megjelenésében. Az építési kőanyagokkal foglalkozó szakbizottság lelke és motorja volt. Az időállósági viselkedés megítélésére az ún. „változási jellemző” gyakorlati használatára tett javaslatára már, az Ő munkásságát elismerő budapesti RILEM szakbizottsági ülésén is megvitatásra került. Örömmel tapasztalhatjuk, hogy ez a minősítési eljárás jelent meg mind az építőkövek burkolólapok, mind pedig a zúzott kőanyagok időállósági minősítésénél az európai szabványokban és így az MSZ EN-ekben is. A fagy hatásának megítélésénél kültéri elhelyezésű burkolólapok esetében a hajlítószilárdság változási jellemzője, a zúzott kőanyagoknál a Los Angeles aprózódással szembeni ellenállás-változása a minősítés alapja.

A kövek szeretete, a kövek lelkének ismerete sugárzott szavaiból egyetemi óráin, hazai és nemzetközi konferenciákon tartott előadásain. Ki kell emelni ezek közül az Egyesületünk által szervezett Szilikátipari Konferenciákat, a SZILIKONF-okat, amelyeken külön szekciót szervezett a kő- és kavicsipart foglalkoztató kérdések megbeszélésére. Hazai és nemzetközi szakmai közéleti szereplésével tanítványokat, barátokat és tisztelőket gyűjtött maga köré. Széleskörű kapcsolatain keresztül megbecsülést szerzett iparágunkban folyó tudományos munkáknak, melynek mindenkor az volt a célja, hogy a gyakorlati munkát segítse.

Most, amikor a rohanó időben egy pillanatra megálltunk, mindannyiunk nevében, kinek-kinek a használatos megszólítása szerint – „kedves Pál”, „kedves Pali”, „kedves Pali bácsi”, „kedves Pál bátyánk”, „tisztelt Tanár Úr”, „tisztelt Professzor Úr”, „mélyen tisztelt Dr. Kertész Pál” és a tanszéki laborban régóta használt „Apukánk” – nyolcvanadik születésnapodon minden szépet és jót kívánva szeretettel és megbecsüléssel köszöntünk. Mind a Szakosztály, mind pedig az SZTE összes tagja nevében mondjuk: Isten éltesse!

Dr. Gálos Miklós  
Kő- és Kavics Szakosztály elnök

<sup>1</sup> A KŐ- és KAVICSBÁNYÁSZ NAP 2008 konferencián elhangzott köszöntő

## Prof. Dr. Talabér József 90 éves

2008. október 6-án ünnepelte 90. születésnapját Dr. Talabér József. Ezen alkalmából október 20-án a BME Oktatói Klubjában köszöntötte őt 62 kollégája és barátja.

Az ünnepséget Dr. Józsa Zsuzsanna nyitotta meg. Egyesületünk elnöke, Dr. Szépvölgyi János köszöntötte elsőként Professzor Urat, majd Dr. Gömze A. László, az Építőanyag folyóirat részéről, Dr. Balázs György, Dr. Józsa Zsuzsanna és Dr. Petró Bálint a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem részéről, Riesz Lajos az egész cementipar nevében, Dr. Kovács Kristóf a Veszprémi Egyetemről és Wojnárovitsné dr. Hrapka Ilona a SZIKKTI részéről fejezte ki jókívánságait. Ezt követően Urbán Ferenc, Sulyok Tamás és Szörényi Márta is üdvözölték a Professzor Urat.

„Tisztelt Hölgyeim és Uraim! Kedves Professzor Úr!

Az SZTE tagsága és vezetősége nevében szeretettel és tisztelettel köszöntelek 90. születésnapod alkalmából.

Körülnézve a teremben az embert *deja vu* érzése fogja el: 10 évvel ezelőtt, 1998. október 27-én itt a BME-n került sor egy hasonló ünnepségre, azzal a kis különbséggel, hogy akkor Talabér József és a jelenlevők is 10 évvel fiatalabbak voltak.

Az interneten elérhető egy 1998-as fénykép, amelyen ünnepeltünk látható kollégái és barátaik körében. Talabér József valószínűleg szerencsés géneket örökölt, mert az elmúlt 10 évben külsőleg alig, habitusát tekintve pedig egyáltalán nem változott. Szellemileg éppoly friss, mint korábban. Erről éppen az SZTE idei közgyűlésén győződhattunk meg, mikor az Építőanyag című folyóiratunk elmúlt 50 évéről tartott érdekes előadást.

Számosan vagyunk a teremben, akik ünnepeltünk szakmai testvéreinek, gyermekeinek és unokáinak tekinthetjük magunkat. Közülünk többen ma is köszöntik az ünnepeltet.

Vannak aztán közöttük olyanok, akik nem a szűkebb szakmában, hanem az élet egyéb területén kerültek kapcsolatba Professzor Úrral. Nyugodtan mondhatom: mindenkire mély hatást gyakorolt és gyakorol az a bölcsesség és emberszeretet, amely ünnepeltünk – hogy úgy mondjam – attribútuma.

Kedves Professzor Úr! Szeretettel gratulálunk Neked e kerek évfordulón. Adja Isten, hogy még sokáig élvezhessük mindazokat a szellemi és lelki örömeket, melyeket társaságod nyújt számunkra.”

Dr. Szépvölgyi János  
Szilikátipari Tudományos Egyesület

„Az Építőanyag Szerkesztőbizottsága nevében tisztelettel és szeretettel köszöntöm a 90 éves Dr. Talabér József professzor urat, a lap örökös tiszteletbeli elnökét. Felelősségteljes állami és gazdasági beosztása mellett szerkesztőbizottsági elnökként Talabér professzor mindig talált időt arra, hogy szeretett lapunk tartalmát, műszaki és tudományos törekvéseit szakmailag irányítsa; a megjelenéshez szükséges pénzügyi feltételeket előteremtse. Szerkesztőbizottsági elnöksége alatt élte lapunk fénykorát. Ekkor az Építőanyag havi gyakorisággal, évi 12 alkalommal jelent meg; benne neves hazai és külföldi szerzők – tudósok – publikáltak. A magas tudományos színvonalnak köszönhetően az egyes cikkek végén megjelenő 4 nyelvű összefoglalóból számos külföldi műszaki tudományos folyóirat és kiadó referálta lapunkat.

Az 1990-es évektől a hazai építőanyag-ipari vállalatok privatizációjával a lap szerepe és szakmai jelentősége ártérkelődött. Talabér professzor szakmai felkészültsége és emberi habitusa jelentős mértékben hozzájárult ahhoz, hogy az Építőanyag nem csak túlélte ezt a gazdaságilag is nehéz időszakot, de az anyagtudományok,



„a legjobb szó a mi,  
a legrosszabb szó az én”

anyagtechnológiák és az építőanyag-ipar területén mára már a Kárpátok régió egyik legjelentősebb tudományos, szakmai folyóirata lett. Lapunkban angol nyelven ma már szívesen publikál egyre több neves külföldi szakember is.

Az Építőanyag Szerkesztőbizottsága a folyóirat nyilvánossága előtt is szeretné megköszönni a 90 éves Dr. Talabér József professzor úrnak az évtizedeken át nyújtott önzetlen segítségét, akinek szakmai javaslataira és támogatására a jövőben is igényt tart. Professzor Úrnak születésnapja alkalmából jó egészséget, további alkotó munkájához és családjához sok örömet, boldogságot kíván.”

Dr. Gömze A. László  
Építőanyag folyóirat

„Miután Palotás László professzor urat vallásossága miatt nyugállományba helyezték, átmenetileg egy évig Bölcskey Elemér professzor vezette a tanszéket. Ezt követően Talabér professzor úr vezette az Építőanyagok Tanszéket 1969-1973 között.

Talabér professzor urat a tanszék dolgozói tisztelték, szerették, nagy munkabírása, szakmai felkészültsége, emberi magatartása, kapcsolatteremtő képessége miatt. Nem ismerek olyan embert, aki rossz szót szolt volna róla.

Egy rendelet miatt – mely szerint tanszéket vezető másodállásban nem volt szabad – nem lehetett tovább tanszékvezető. De ezután is rendszeresen bejárt a tanszékre, különböző feladatokat látott el nagyjából 80 éves koráig.

Mik fűződnek az Ő nevéhez a tanszéknek?

Talabér József kezdeményezésére és Szabó János államtitkár támogatásával a SZIKKTI társulási szerződést kötött az Építőanyagok Tanszékkel. A személyes kapcsolat mindig jó volt, és csak az akkori egyetemi vezetés szűklátókörűségén múlott, hogy nem lett gyümölcsöző.

A tanszék kutató munkájának összefogására, irányítására és tudományos színvonalának ellenőrzésére létrehoztuk a Kutatási Tanácsot, amely a rendszerváltásig működött. A tanács vezetője Dr. Talabér József volt, tagjai Dr. Palotás László egyetemi tanár és Dr. Juhász Zoltán tudományos főmunkatárs. Ez a tanács tartotta a kapcsolatot az egyetem hasonló szerveivel, elkészítette a tanszék kutatási tervét és azt összehangolta az egyetemével. A szükségnek és munkaigényességének megfelelően megszervezte a kutatók beszámoltatását, majd ezt követően javaslatot tett a munka további sorsára. Ez a beszámoltatás az ipari megbízásokból adódó kutatásokra is kiterjedt.

Dr. Talabér József tanszékvezető kezdeményezésére jelentették meg a Tudományos Közlemények sorozatot. A tanszék törekvése az volt, hogy átfogó tudományos ismertetést adjon. Kezdve az irodalmi adatokkal, részletesen ismertetve a kutatás felépítését, munkamódszereit, a kutatási eredmények értékelését. A Tudományos Közlemények német, angol és orosz nyelvű összefoglalót is tartalmaztak.

Kedves Professzor Úr! Örülünk, hogy évtizedek óta munkatársai lehetünk Professor Úrnak, és hogy most az Építőmérnöki Kar dékánja nevében átadhatjuk a Vásárhelyi Pál emléktáblát. További szép éveket kívánunk szeretettel! Isten éltesse sokáig jó egészségben!”

*Dr. Balázs György és Dr. Józsa Zsuzsanna  
BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék*

„Talabér József kollégával több alkalommal találkoztam különböző munkák, megbízások révén, de ismertük egymást az egyetemi oktatómunka során is. Kapcsolatunk akkor vált szorosabbá, amikor a Magyar Tudományos Akadémián doktori munkáját védte meg. A Bíráló Bizottság egyik tagja, ahogy a németek mondják: „Doktorvater”-e voltam. Sikeres védece után beszélgettünk, és megkérdeztem, hogy miért csak most adta be értekezését, miért nem korábban, hiszen ő egy hazai, sőt nemzetközi szinten is elismert szakteknitely. Válasza: Tudod, annyit dolgoztam, hogy most volt arra időm és lehetőségem, hogy munkám eredményeit értekezésbe foglaljam össze.

Színvonalas munka volt, csont nélkül átment. Kapcsolatunk az eltelt időszak óta is szívélyes és baráti maradt. Ezért is tettem eleget örömmel a felkérésnek, hogy 90. születésnapj rendezvényén tisztelettel és szeretettel köszöntsem, jó egészséget és hosszú életet kívánva.”

*Dr. Petró Bálint  
BME Építész mérnöki Kar*

„Talabér professzor elismert ipar- és tudományszervezői tevékenysége az egész szilikátiparra kiterjedt, számunkra mégis elsősorban „cementes” marad. A Magyar Általános Kőszénbánya Rt. felsőgallai cementgyárában 1942-ben kezdte pályafutását, igaz hamarosan az összes ipari üzem – a karbidgyártól a szénlepárlóig – műszaki vezetője lett. Ezt követően főhatósági munkakörben is a szilikátipar, majd a cementipar műszaki irányítója. Az első korszerű hazai cementgyár, a Dunai Cement- és Mészmu a vezetésével épült meg, de a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet igazgatójaként valamennyi, azóta létesült új cementgyár (Beremend, Hejőcsaba, Bélapátfalva) magán viseli keze nyomát. Nevéhez fűződik a hazai cementkutatás fejlesztése, személyi és tárgyi feltételeinek megteremtése. A felsőoktatásban, az egyesületi munkában következetesen képviselte a magyar cementipart.

Talabér professzort a szakemberek a tudásáért tisztelték, amely az országhatáron túl is elismertséget szerzett számára. Határozottsága és következetessége, optimizmusa és kiváló irányítókészsége jól kamatozott a nagy és sokszor nehéz feladatok megoldásában. Emberiessége és közvetlen személyisége osztatlan elismerést aratott az emberek körében. Mind ezt köszönik a magyar cementesek, amikor a jeles évfordulón szeretettel köszöntik az ünnepeltet.”

*Riesz Lajos  
Magyar Cementipari Szövetség*

“Kedves Professzor Úr!

Én ugyan nem dicsekedhetek olyan hosszú ismeretséggel, mint az előttem szóló Riesz Lajos, de így is van annak legalább 35 éve, hogy először találkoztunk.

A veszprémi kollegák köszöntését hozom és azt a bizonyosságot, hogy a Talabér nevet a ma nálunk tanuló anyagmérnökök is megismerik a cementtechnológia előadásain.

Eredetileg betonból akartuk elkészíteni ezt a szerény ajándékot, de nem tudtuk vele 28 napot várni, így végül üveget választottunk mondván, hogy ez is szilikát, mindegyikben ugyanaz a tetraéder van úgyis.

Minden nagy tudós mögött ott áll egy csodálatos asszony, ezért a köszöntés, a köszönet Magdikának is szól.

Sok boldogságot kívánok! Vivat, crescat, floreat!”

*Dr. Kovács Kristóf  
Pannon Egyetem*

“Az ünnepelt 1964-től 83-ig, nyugállományba vonulásáig az ÉaKKI, majd jogutóda a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet igazgatója volt. Irányításával építették fel a SZIKKTI Bécsi úti székházát, amelyet európai hírű kutató intézetté fejlesztett. Vezetése alatt a SZIKKTI az egész magyar szilikátipar fejlesztésének a mozgatórugója lett, összehangolva az alapkutatás-fejlesztés és technológiai megvalósítás feladatait, kijelölve a távlati fejlesztés irányait.

Az intézet korszerűen felszerelt és műszerezett laboratóriumokkal, gazdag könyvtárral rendelkezett. Létszáma a szilikátipari nagyberuházások időszakában 1200 főre növekedett. A tervező-technológiai részlegek mellett a kutatás-fejlesztés Üveg, Durvakerámia, Szigetelőanyag, Finomkerámia, Különleges Anyagok, Cement, Beton, Szilikátkémiai, Energetikai, Automatizálási és Távlati Fejlesztési Osztályokon folyt. Elmondható, hogy az Intézet kutatói, munkatársai élvonalban publikáltak hazai és nemzetközi folyóiratokban, pályadíjakat nyertek, szabadalmak kidolgozásában, egyetemi oktatásban vettek részt. A nemzetközi konferenciákon való részvétel és külföldi társintézetekkel kialakított kapcsolatok is fémjelzték a kutatás színvonalát.

Sajnos a 80-as évek közepétől elkezdődött az intézet hanyatlása. Megszűntek a nagyberuházások, csökkent a kutatási megbízások száma, felszámolták a hatósági felügyeletet ellátó ÉVM-t. A tervezők 1990-ben Technológiai és Környezetvédelmi Fejlesztő Vállalat néven kiváltak az intézetből. A maradék SZIKKTI 1992-ben csődhelyzetbe került, majd 1996-ban felszámolták. A kutató részlegek közül jelenleg három Kft. működik: a Cement, Beton és Energetikai Osztályok utódaként a CEMKUT Kft., a Finomkerámia és Különleges Anyagok Osztályából a SZIKKTI Kft. és a Szilikátkémiai Osztályból a SZIKKTI Labor Kft.

A SZIKKTI nagyjából 1980-ig terjedő 15 éves „aranykorszaka” dicséri Talabér professzor úr tehetségét, szakmai tudását, páratlan szervező-készségét és munkabírástát. Nemcsak mint intézetigazgató, hanem mint közéleti személyiség, az SZTE elnöke, az Építőanyag folyóirat szerkesztőbizottságának vezetője, mint egyetemi oktató és tudományos kutató is jeleskedett.

Drága Professzor Úr engedje meg, hogy 90. születésnapja alkalmából szívből gratuláljunk, további jó egészséget és szeretettel családjá körében hosszú életet kívánva. Isten éltesse sokáig!

*Wojnárovitsné dr. Hrapka Ilona  
SZIKKTI Labor Kft.*

**A beküldendő teljes kézirat a következő részekből áll: szöveges törzsrész, irodalom, kivonatok, ábrajegyzék (ábra aláírásokkal), táblázatok (táblázat címmel), ábrák, fotók, a szerző rövid szakmai életrajza.**

A lentebb rögzített paraméterekkel készített kézirat **javasolt terjedelme 5 oldal; indokolt esetben max. 6 oldal lehet, ábrákkal együtt.**

A cikk tartalmáért és közölhetőségéért a szerző a felelős.

## A CIKK CÍME, SZERZŐJE, HIVATKOZÁS

A cikk címe legyen rövid, tárgyilagos és figyelemfelkeltő. Egysorosnál hosszabb címet lehetőleg ne használjunk.

**A cím alatt a szerző neve (tudományos fokozat nélkül), munkahelye neve, a szerző e-mail címe** következik.

Ha a közlemény eredetileg előadási vagy poszteranyag volt valamelyik konferencián, rendezvényen, akkor ezt jelezni kell a szerzők adatai után.

## SZÖVEGRÉSZ, FEJEZETEK

A word dokumentum margó beállításai: fent 3 cm, lent 3 cm, bal 2,5 cm, jobb 2,5 cm. Papírméret: A4.

A szövegrész betűmérete 10 pt, normál, sorkizárással igazítva. Szimpla sorköz. Betűtípus Times New Roman.

A cikkben mindenhol az SI-rendszer mértékegységeit kell használni.

## IRODALMI HIVATKOZÁSOK

A cikkek szerzői igyekezzenek áttekinteni a témára vonatkozó és fontos szakirodalmakat, és ezt közölnék is. A kézirat szövegében az irodalmi hivatkozásokat szövegbeni sorszámuk beírásával kell megadni, pl. [6], a hivatkozási sorrend szerint számozott irodalomjegyzéket kell készíteni.

Meg kell adni a hivatkozott közlemény bibliográfiai adatait a következő minták szerint:

– Folyóirat esetén: Tóth, Gy. – Máté, B.: Földtani tényezők bazaltbányák művelésénél. Mélyépítéstudományi Szemle. XXIV. évf. 4. szám (2004), pp. 145-148.

– Könyv esetén: Vadász, E.: Magyarország földtana. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1960.

Ezekről eltérő esetekben értelemszerűen kell eljárni.

## ÁBRÁK, TÁBLÁZATOK

Ábrának minősülnek a vonalas rajzok, grafikonok, fotók is. **A szövegben legyen benne az ábrák, táblázatok hivatkozása.** Ez a szerző útmutatása arra, hogy hová kívánja az ábrát, táblázatot helyezni. Az ábrákat nem kérjük a szövegbe beszerkeszteni, kérjük külön-külön képfájlban stb. megadni. A táblázatok a közlés sorrendjében, a kivonat után legyenek elhelyezve, vagy külön fájlba téve. Lehetőleg **minden ábrának, táblázatnak legyen címe magyar és angol nyelven.** Lehetőség szerint kerüljük a terjedelmes táblázatokat.

Kérjük figyelembe venni, hogy a **megjelenés színe fekete-fehér! Bizonyos színek szürke változata ugyanolyan árnyalatú, emiatt a grafikon vagy ábra nem értelmezhető.**

Ábrák elektronikus jellemzői: tiff, jpg vagy eps kiterjesztés, 300 dpi felbontás fotó esetén, 600 dpi felbontás (a megjelenítés méretében) vonalas ábra esetén.

## KIVONAT, KULCSSZAVAK

A cikkhez – a nemzetközi referálás érdekében – külön **kivonatot** kell készíteni **angol nyelven** (ha ez nem oldható meg, magyar nyelven), mely tartalmazza a **cikk címét** is. A kivonat ismertesse a közlemény legfontosabb eredményeit negyed oldal – max. fél oldal terjedelemben.

A szerző adjon meg olyan kulcsszavakat magyar és angol nyelven, melyek a cikk legfontosabb elemeit jelölik.

## SAKMAI ÉLETRAJZ

Szigorúan szakmai életrajz nagyjából 500 karakter terjedelemben.

## LEKTORÁLÁS

A cikkeket a Szerkesztő Bizottság lektoráltatja. Az apróbb, technikai vagy nyelvhelyességi változtatásokat a szerkesztő közvetlenül átvezeti a kéziratban. A lektor által javasolt, lényeges és változtatásokról a főszerkesztő a szerzőt értesíti. Mivel a cikk tartalmáért nem a lektor, hanem a szerző felelős, a szerző nem kötelezhető a lektori javaslatok elfogadására.

## KORREKTÚRA

A szerzőnek a korrekktúrára megküldött kefelevonatot postafordultával vissza kell juttatni.

## KAPCSOLATTARTÁS

Az elkészített cikkekre és kiegészítéseire szükség van elsősorban elektronikus változatban. Az értelmezhetőség miatt előfordulhat, hogy a nyomtatott, fekete-fehér változatot is kérjük.

E-mail: rekaa@yahoo.com vagy info@szte.org.hu.

Postai cím: Szilikátipari Tudományos Egyesület, 1027 Budapest, Fő u. 68.

**Kérjük a szerzőket, hogy adják meg postai címüket, vezeték és mobil telefonszámukat, e-mail címüket a gyors egyeztetés, elérhetőség érdekében.**

## INHALT

- 94** Selbstverdichtender Beton, angefertigt mit dem Zuschlagstoff BARITMIX-1  
*Zsolt Szendrei ■ Bernadett Nagy ■ Dr. Salem Georges Nehme*
- 102** Zusammenhänge zwischen der Materialstruktur und den Trocknungseigenschaften bei Ziegel- und Dachziegelprodukten  
*Ludmila N. Gömze ■ László A. Gömze*
- 108** Wirkung der Nachbehandlungsmethoden auf Betonrisse infolge der Fröhschwindung  
*Márton Sárosi*
- 114** Reinigung von Rohstoffen der Glasindustrie durch Magnetisierung  
*Csilla Paróczai ■ János Erdélyi*
- 118** Gesteinphysikalische Merkmale des Steinsplittmaterials als Baustoff  
*Tibor Kausay*

## СОДЕРЖАНИЕ

- 94** Самоуплотняющийся бетон, изготовленный с добавкой БАРТИМИКС-1  
*Сендреи, Ж. ■ Надь, Б. ■ Салем, Г. Неме*
- 102** Взаимосвязь между материально-структурными свойствами продуктов кирпичной и черепичной промышленности и их склонностью к усыханию  
*Гёмзе, Л.Н. ■ Гёмзе, А.Л.*
- 108** Влияние методов последующей обработки бетона на его склонность к растрескиванию за счет ранней усадки  
*Шароши, М.*
- 114** Магнитная очистка исходных материалов стекольной промышленности  
*Пароцаи, Ч. ■ Ердעי, Я.*
- 118** Характеристика продуктов строительной каменной щебенки с точки зрения физических свойств породы  
*Каушай, Т.*

## ELŐFIZETÉS

Fizessen elő az  
ÉPÍTŐANYAG c. lapra!

Az előfizetés díja  
1 évre **4000 Ft.**

Előfizetési szándékát kérjük az alábbi elérhetőségek egyikén jelezze:

Szilikátipari  
Tudományos Egyesület

Telefon/fax:  
06-1/201-9360

E-mail:  
info@szte.org.hu

Előfizetési megrendelő letölthető az Egyesület honlapjáról:  
[www.szte.org.hu](http://www.szte.org.hu)