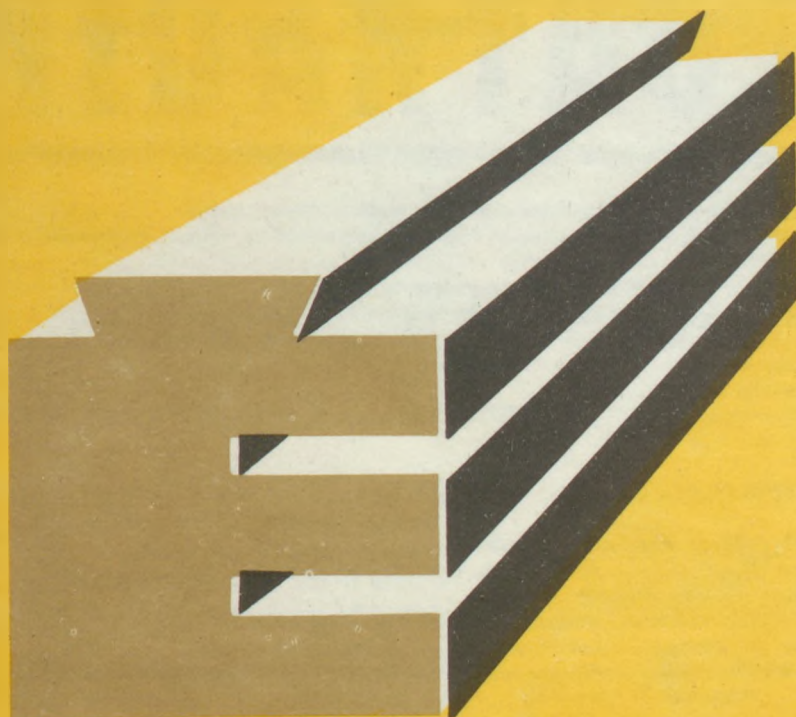


302935

5



# ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari  
Tudományos Egyesület  
folyóirata

**3**

XXXIX. ÉVFOLYAM  
BUDAPEST, 1987. MÁRCIUS  
ÉPÍTŐANYAG, 39 (3) 65—96 (1987)

A mész- és cement-,  
az üveg-, a finomkerámia-,  
a tégl- és cserép-,  
a kő-kavics- és a betonipar,  
a szigetelőanyagok iparának  
tudományos szakirodalmi  
folyóirata

Szerkesztőbizottság:

elnöke:

Dr. Talabér József

felelős szerkesztő:

Dr. Székely Ádám

tagjai:

Dr. Balázs György

Dr. Bálint Pál

Dr. Csizi Béla

Dr. Grofcsik Elemér

Iffy László

Dr. Jilek József

Dr. Kacsalova Lída

Dr. Kertész Pál

Dr. Kovács Róbert

Dr. Kunvári Árpád

Lenkei György

Dr. Mátrai József

Dr. Mihócs Ferenc

Dr. Opczky Ludmilla

Riesz Lajos

Sápi Lajos

Serédi Béla

Szetmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Trefil István

Dr. Träger Tamás

Wilwerger Ferenc

## TARTALOM

<i>Balog Anna</i> : A karbonátos kőzetek képződése, rendszerezésének alapjai .....	65
<i>Bálint Pál—Nedelykov Milán—Hámori Tiborné</i> : A mikrohullámú szárítás alkalmazása a kerámiaiparban .....	69
<i>Hinz Werner</i> : Emissziócsökkentés a cementiparban .....	72
<i>Balázs György</i> : Vízépítési cementtel kapcsolatos kutatások .....	79
<i>Szabó Károlyné</i> : Képlékenyítő- és folyósító hatású adalékszerek helyzete hazánkban .....	88
Egyesületi élet .....	92
Konferencia hírek .....	94
A világ szilikátiparából .....	95

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>А. Балог</i> : Образование карбонатных пород и основы их систематизации .....	65
<i>Балинт, П.—Недельков, М.—Хамори Т-не</i> : Применение микроволновой чesкой <sup>1</sup> в керамической промышленности .....	69
<i>Хинц, Вернер</i> : Снижение эмиссии в цементной промышленности .....	72
<i>Балаж, Дь.</i> : Исследования в области гидротехнических цементов .....	79
<i>Сабо, К-не</i> : Настоящее состояние применения пластификаторов и разжижителей бетонов в Венгрии .....	88

## INHALT

<i>Balog, Anna</i> : Entstehung der karbonatischen Gesteine und Grundlagen ihrer Systematisierung ...	65
<i>Bálint, Pál—Nedelykov, Milan—Frau Hámori, Tamásné</i> : Die Anwendung der Mikrowellettrocknung in der keramischen Industrie .....	69
<i>Hinz, Werner</i> : Die Verminderung der Emission in das Zementindustrie .....	72
<i>Balázs, György</i> : Forschungen bezüglich dem Zement für Wasserbau .....	79
<i>Frau Szabó, Károlyné</i> : Die Lage der Beton-Plastifikatoren und Verflüssigungsmittel in Ungarn .....	88

## CONTENTS

<i>Balog, Anna</i> : Formation of Carbonaceous Rocks, Principles of Classification .....	65
<i>Bálint, Pál—Nedelykov, Milan—Hámori, Tamásné</i> : Microwave Drying in the Ceramic Industry .....	69
<i>Hinz, Werner</i> : How to Reduce Emission in the Cement Industry .....	72
<i>Balázs, György</i> : Cement for Hydraulic Engineering .....	79
<i>Szabó, Károlyné</i> : Plasticizing and Superplasticizing Concrete Admixtures—the Hungarian Scene ..	88

## A karbonátos kőzetek képződése, rendszerezésének alapjai

BALOG ANNA

Budapesti Műszaki Egyetem, Ásvány- és Földtani Tanszék

Karbonátos kőzetnek nevezünk a 90%-nál nagyobb karbonát —  $\text{CaCO}_3$  vagy  $\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$  — tartalmú kőzeteket (Bárdossy, 1961). Tágabb értelemben azonban ide sorolhatók a 80—90% karbonát tartalmú kőzetek is. Ezeket azonban általában kettős névvel jelöljük (Pl. agyagos mészkő, alcuritos dolomit, stb.).

Az ennél kisebb %-ban karbonátot tartalmazó kőzeteket az átmeneti csoportba soroljuk be.

### 1. A karbonátos kőzetek képződési környezetei

#### A) Szárazföldi előfordulások

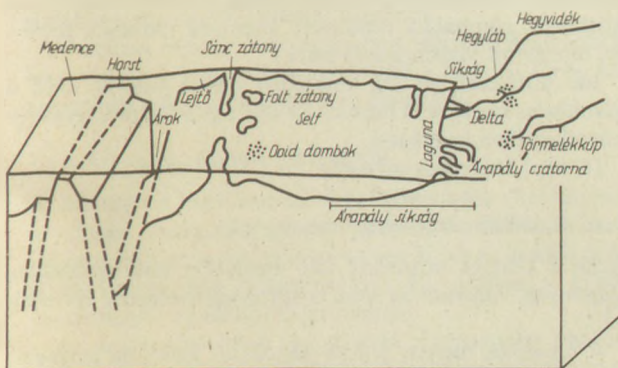
- Édesvízi tavak
- Karbonátot kiválasztó források
- Folyók, patakok

#### B) Tengeri képződési területek

- Árapályközi öv
- Lagúnák
- Self
- Zátony
- Zátonyelőtéri lejtő
- Medence

### 2. A karbonátos kőzetek képződését befolyásoló tényezők

- A víz hőfoka
- sótartalma
- mozgatottsága



1. ábra A karbonátos kőzetek képződési környezetei

- átlátszósága
- mélysége
- élővilágának jellege
- az aljzat morfológiája
- a viharok gyakorisága

Ezen elsődleges tényezőkön kívül, igen fontos szerepet játszanak a kőzeteket ért utólagos folyamatok, amelyek tulajdonképpen a kőzettévalás során érik a karbonátüledéket.

Ilyenek:

- Cementáció
- Átkristályosodás
- Tömörödés
- Oldódás
- Repedés és üregkitöltés.

Az utólagos folyamatok a karbonátok esetén igen fontosak, hiszen e kőzettípusok igen érzékenyen reagálnak rájuk. Elsődleges jellegeiket részben vagy egészben elvesztik, átkristályosodnak, esetleg kémiai összetételük is megváltozik.

### 3. A karbonátos kőzetek rendszere

A közelmúltban hazánkban Haas J. (1985) kísérletet tett a karbonátos kőzetek genetikai-szöveti rendszerének megalkotására.

A karbonátos kőzetek általában a törmelékeny kőzetekhez hasonlóan, a következő szöveti elemekből épülnek fel:

- határozott alakú és belső szerkezettel rendelkező szemcsékből (ösmaradvány, ooid stb.)
- a szemcsék közti, eredetileg mészsizapként lerakódott alapanyagból
- másodlagosan oldatból kivált, durvább kristályos kötőanyagból
- a szemcsék közötti pórusokból.

A 2. ábrán bemutatásra kerülő rendszer a szerkesztés alatt álló petrográfia könyv számára készült, (Haas J. 1985.) a nemzetközi gyakorlaton alapul, de lényegileg veszi figyelembe a szabad szemmel felismerhető bélyegeket.

A rendszer két nagy kőzetszaládra különül:

- Mészkő
- Dolomit

### 3.1 Mészkö közetcsalád

A mészkö közetcsaládon belül a további rendszerezés alapjául a szöveti jellegek, a domináns szemcseméret, illetve a szemcséközi anyag mennyiségének megfigyelése szolgál. Ezek alapján e közetcsaládon belül négy nagyobb csoportot különíthetünk el:

1. Helyben képződött biogén mészkövek
2. Szemcsevázú mészkövek
3. Kalcilutit alapanyagú mészkövek
4. Átkristályosodott mészkövek.

#### 3.1.1 Helyben képződött biogén mészkövek

Ebbe a csoportba azok a kőzetek sorolhatók, amelyek áthalmazást nem szenvedtek, helyben beágyazott élőlények vázából, vagy bekérgező élőlények életműködése során képződtek.

Ide tartoznak a zátony mészkövek, illetve az ún. stromatolitos mészkövek.

A zátonymészkövek a mészvázat kiválasztó korallok élettevékenységének következtében keletkeznek, a korallókon kívül a kőzetre jellemzőek az üregek, amelyek részben vagy egészben mészsizzappal vannak kitöltve.

A stromatolitos mészkövet az árapályközi övben mészvázat kiválasztó kék-zöld algák hozzák létre. A kőzet maga igen aprószemcsés, mikrolemezekből épül fel.

E csoport kőzeteire a korallós típusra a híres zebegényi mészkő, a stromatolitos típusra a triász dachsteini mészkő, algaszönyeges tagjai szolgálnak jó példaként. (1. kép: Algaszönyeges mészkő).



1. kép Algaszönyeges mészkő



2. kép Bioklasztos kalcirudit



3. kép Bioklasztos kalkarenit



4. kép Onkoidos mészkő

#### 3.1.2 Szemcsevázú mészkövek

Ide azok a kőzetek tartoznak, amelyek elsősorban karbonát-szemcsékből (ősmaradványok, ooid, stb.) épülnek fel. A szemcsék egymással érintkeznek, s a köztük levő teret finom, vagy durva kristályos kalcit tölti ki.

Leggyakoribb, amikor a szemcséket ősmaradvány vázak, váztöredékek alkotják. Itt a további osztályozás a szemcseméret alapján történik. (Bioklasztos kalcirudit = kavics nagyságú szemcsék; Bioklasztos kalkarenit = homok nagyságú szemcsék).

(2. kép: bioklasztos kalcirudit,

3. kép: bioklasztos kalkarenit).

Előfordul az is, amikor a szemcséket a szárazföldről behordott törmelékek alkotják, esetleg az ún. ooidok (ezek körkörös, gömbhéjas szerkezetű szemcsék, amelyek sekély, jól mozgatott vízben keletkeznek).

Ide tartoznak az ún. onkoidos mészkövek is, ahol a gömbhéjas szerkezet a mészkiválasztó algák élettevékenysége következtében keletkezik.

(4. kép: Onkoidos mészkő)

#### 3.1.3 Kalcilutit alapanyagú mészkövek

Azok a kőzetek tartoznak ide, amelyeket mikrokristályos alapanyag, valamint az ebbe beágyazódó szemcsék építenek fel.

A szemcsék mérete, jellege változatos lehet, de lényeges, hogy egymással nem érintkeznek, mintegy úsznak az alapanyagban.



5. kép Bioklasztos mikrites mészkő (kalcilulit)



6. kép Átkristályosodott mészkő

Ide tartozik például a mikrokristályos bioklasztos mészkő. Ezen kőzetcsoporthoz ez a típus a leggyakoribb. Ezek a kőzetek gyenge vízmozgású tengerrészben képződnek, ahol a mésziszap nem mosódik ki az üledékből. Ilyen terület a lagúna, a zátonyok mögötti háttér terület. (5. kép: Bioklasztos kalcilulit).

A mikrokristályos alapanyagú mészkövek között is előfordul, hogy a szemcséket ooidok, szárazföldről származó törmelékes elegyrészek alkotják.

Azokat a kőzeteket, amelyek igen kis mennyiségben (< 10%) tartalmaznak szemcséket, *afanerites mészkőnek* nevezzük.

Ezek a kőzetek többnyire vékonyrétegesek, lemezeseek, ritkábban vastagabb padokat alkotnak.

Általában csendes vizű lagúnában, mélyebb medencékben képződnek. A kalcilulitokra jellemző a kagylós törés, kézi-nagyítóval teljesen homogénnek látszanak.

### 3.1.4 Átkristályosodott mészkövek

A mészkövek esetében az átkristályosodás (kristálméret növekedés, csökkenés) gyakori jelenség. Az átkristályosodás sokszor nem az egész kőzetre terjed ki, és az eredeti szövet maradványai még felismerhetők. Ez esetben a kőzetek besorolhatók az előbbi csoportokba.

Az átkristályosodott mészkövek csoportjába azokat a kőzeteket sorolhatjuk, amelyeken eredeti szöveti bélyeg már nem ismerhető fel.

Itt a kőzeteket alapvetően a kristálmérettel jellemezhetjük. Így lehetnek apró-, közepes- és durvakristályos kőzetváltozatok.

Az átkristályosodás végbemehet kémiai, illetve az ásványos összetétel változása nélkül, de gyakori, hogy ezt a folyamatot a kőzetösszetétel változása is kíséri.

Az átkristályosodott mészkövek esetében a képződési korra, annak körülményeire nem tudunk következtetni.

### 3.2 Dolomit kőzetcsalád

A dolomit kőzetcsaládon belül két nagy csoport különíthető el:

Afanerites — elsődleges dolomit

Dolomitosodással létrejött — másodlagos dolomit.

#### 3.2.1 Afanerites dolomit (dolomikrit)

Ezek a kőzetek általában elzárt, tulsós lagúnákban mikrokristályos dolomitiszapként rakódnak le. További osztályozásuk, a megfelelő mészkőtípuséhoz hasonló, azaz lehet *mikrokristályos-szemcsés dolomit*, amikor a szemcsék mennyisége 50% alatti, azaz úsznak a mikrokristályos alapanyagban. A szemcsék általában dolomitosodott ősmaradvány váztöredékek, de ooidok is lehetnek.

A másik típus a *mikrokristályos dolomit*, amely uralkodóan mikrokristályos dolomitiszapból áll, szemcsét csak 10% alatti mennyiségben tartalmaz.

E kőzettípus vagy elsődlegesen dolomitiszapként rakódott le, vagy a mésziszapból igen hamar alakult át dolomittá.



7. kép Bioklasztos dolomit



8. kép Dolopátit

## KARBONÁTOS KÖZETEK

I. Mészkö	II. Dolomit
1. Helyben képződött biogén 1.1 Zátonymészkö 1.2 Stromatolitos mészkö	1. Afanerites (elsődleges)
2. Szemcse vázú 2.1 Bioklasztos 2.2 Intraklasztos 2.3 Ooidos 2.4 Egyéb	2. Dolomitosodással létrejött (másodlagos)
3. Kalcilulit alapanyagú 3.1 Szemcsés 3.2 Afanerites	3. Dedolomit
4. Átkristályosodott	
5. Speciális édesvízi	

Kémiai összetétel    Szövet    Fő kőzetalkotó    Szemcseközi anyag

A mészkövek osztályozási szempontjainak hierarchiája

2. ábra A karbonátos kőzetek rendszere (javaslat)

Mindkét esetben meleg, túlsós lagúnákban, valamint tavakban keletkezhet a kőzet, ahol a víz Ca/Mg aránya a Mg irányába eltolódik. Ez a típus általában vékony, mikroréteges, gyakran tartalmaz gipsz és anhidrit kristály-halmazokat.

### 3.2.2 Dolomitosodással létrejött, másodlagos dolomitok

Ebben a csoportban az osztályozás megegyezik a mészkövekével, hiszen a különböző mészkövek utólagosan dolomitosodtak.

Így az alábbi módon csoportosíthatjuk ezeket a kőzeteket:  
a) *Helyben képződött biogén mészüledékek dolomitosodásával létrejött dolomitok*

Leggyakrabban az erősen porózus zátonymészkövek dolomitosodhatnak. Bár a dolomitosodás során az eredeti szöveti bélyegek megsemmisülnek, a zátony eredetű dolomitok csaknem minden esetben felismerhetők.

Gyakori a stromatolitos mészkövek dolomitosodása is.

### b) Szemcséből felépülő mészkövek dolomitosodása

Elvileg minden mészüledék dolomitosodhat, s az eredeti bélyegek különböző mértékben maradhatnak meg. Ha az eredeti jellegek felismerhetők, a mészkö típusokhoz hasonlóan nevezzük őket:

- bioklasztos dolomit
- ooidos dolomit, stb.

### c) Átkristályosodott dolomit

Ez a típus a leggyakoribb, mivel a dolomitosodást az esetek nagy többségében átkristályosodás is kíséri, amely során az eredeti szöveti bélyegek teljesen eltűnnek. Ilyenkor dolopátit keletkezik, amelyet a kristálméret alapján osztályozhatunk tovább.

## Irodalom

Bárdossy Gy., (1961): Üledékes kőzeteink nevezékstanának kérdései. Földt. Közl. 91. 44—64.

Dunham, R. J., (1962): Classification of carbonate rocks according to depositional texture. — In: W. E. Ham: Classification of carbonate rocks. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 108—121.

Folk, R. L., (1959): Practical petrographic classification of limestones. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 43. 1—38.

Grabau, A. W., (1904): On the classification of sedimentary rocks. Amer. Geol., 33. 228—247.

Haas J., (1985): A karbonátos kőzetek rendszere. — In: Ed. Balog Anna: Kőzettani szemelvények. Földtani Társulati Kiadvány, pp. 189—201.

Pettijohn, F. J. (1975): Sedimentary rocks. Harper and Row, Publishers, New York.

A. Балог: Образование карбонатных пород и основы их систематизации.

Balog, Anna: Entstehung der karbonatischen Gesteine und Grundlagen ihrer Systematisierung.

Balog, Anna: Formation of Carbonaceous Rocks, Principles of Classification

# A mikrohullámú szárítás alkalmazása a kerámiaiparban

BÁLINT PÁL\*—NEDELYKOV MILÁN\*\*—HÁMORI TAMÁSNÉ\*

\*Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

\*\*Mikrohullámú Koordinációs Gazdasági Társaság, Budapest

## 1. A mikrohullámú szárítás elve

Az elektromos térbe helyezve polarizálódó anyagok, az ún. dielektrikumok polarizációjának alapvetően két típusát különböztetjük meg. Az egyik esetben külső elektromos tér indukálja a polarizációt, s annak megszűntével a dielektrikum polarizált állapota is megszűnik (deformációs és relaxációs polarizáció). A másik esetben a dielektrikumnak a tértől függetlenül is van spontán polarizációja (ferroelektromos polarizáció). A mikrohullámú szárításnál az első jelenség játszódik le.

Az anyagok elektromos kezelése során az anyagba betáplált energia egy része hővé alakul. Az energiának ezen hővé alakult részét nevezik dielektromos veszteségnek. Ez a jelenség a dielektromos hevítés lényege. A dielektromos veszteség nagysága frekvencia függő. Maximuma a mikrohullámú sávba esik, vagyis az elektromos tér energiájának legnagyobb része ebben a hullámhossz tartományban alakul át hőenergiává. A dielektromos kezelés során az anyagban keletkezett energia nemcsak az elektromos tér frekvenciájától, hanem magától az elektromos tér erősségétől is függ, mégpedig azzal négyzetesen arányos.

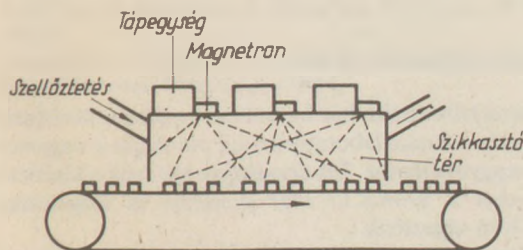
Az elektromos tér erőssége növelésének az átütési feszültség szab határt, ezért az ipari berendezések teljesítményének növelésénél a mikrohullámú berendezések bizonyultak használhatóknak.

A mikrohullámú szárítás során az anyagban lévő nedvesség elpárologtatásához szükséges energiát (hőt), a dielektromos veszteség szolgáltatja. A vizgőznek az anyagból való kivándorlása moláris-tömegáram révén megy végbe. Ugyanis a dielektromos energiaközlés révén az anyagban igen nagy energia-forrassűrűség jön létre. Hatására a nedves test belsejében a vizgőznyomás a környezetinél nagyobb értéket ér el. A belső túlnyomás miatt keletkezett nyomásgradiens moláris-tömegáramot hoz létre, mely biztosítja a vizgőznek a nedves anyagból való távozását.

## 2. A mikrohullámú szárítók jellemzői és hazai kifejlesztése

A mikrohullámú szárítóberendezések fő részei:

— anyagmozgató és



1. ábra. Szalagrendszerű mikrohullámú szikkasztó berendezés elvi vázlatja

- szellőztető mechanizmus
- mikrohullámú generátor
- csatoló tápvonal
- disszipálótér
- tápegység.

A dielektromos melegítéshez szükséges energia előállítását mikrohullámú generátorokkal végzik. Jelenleg mikrohullámú generátorként magnetronokat alkalmaznak (magnetron: olyan vákuumcső, amelyben az elektronok áramlását mágneses térrel befolyásolják).

Egy-egy szárítóberendezés általában több magnetronból áll. Számuk és villamos teljesítményük az elérendő szárítási teljesítménytől függően 2–150 kW között változik. Üzemi frekvenciájuk általában 2450 MHz, élettartamuk 4000–4500 üzemóra körüli [1].

A mikrohullámú szárítókat célszerű szakaszosan működtetni, azaz a szárítási ciklusokat több fázisra bontani. Így a termék kíméletesebben és tökéletesebben szárad.

A termék mozgatása fajtától függően történhet folyamatosan (tányér, csésze, disztárgyak) és szakaszosan (nagyfeszültségű kerámiák). Egy szalagrendszerű szikkasztó berendezés elvi vázlata az 1. ábrán látható [2].

Az üzemeltetés során a ventilációhoz szükséges forró levegőt rendszerint a magnetronok hűtésénél nyerik.

A berendezések üzembe helyezése és leállítása, valamint karbantartása igen egyszerű.

Hazánkban a mikrohullámú technika kifejlesztésére az INDUSTRIALCOOP KV egyik tagszövetkezete, a RADELKIS vállalkozott. Munkájuk eredményességét mutatja, hogy az általuk kifejlesztett különböző nagyteljesítményű mikrohullámú generátorok hatásfoka eléri a 80–85%-ot.

A hazai mikrohullámú háttérpar lehetővé tenné a kerámiaipari mikrohullámú szárítók kifejlesztését.

## 3. A mikrohullámú szárítás kerámiaipari alkalmazása

A mikrohullámú energia ipari felhasználása kb. 30 évvel ezelőtt vált lehetővé, a rádiólokátorok kifejlesztésével. A mikrohullámú energiának szárítást előidéző hatását már 1947-ben megjelent publikációk ismertették. Felhasználását kezdetben azonban akadályozta a több kW teljesítményű generátorok hiánya. E probléma csak az 1950-es évek elején oldódott meg, amikor egyre több vállalat hozott forgalomba folyamatos üzemelésű magnetronokat, melyek maximálisan kb. 2,5 kW teljesítmény előállítására voltak alkalmasak. A nagy teljesítményű, folyamatos üzemű magnetronok megjelenése fellendítette a mikrohullámú energia ipari felhasználását és az 1960-as évektől kezdődően egyre több berendezést készítettek dielektromos kezelésre [3].

A mikrohullámú szárítás kerámiaipari alkalmazása Franciaországban valósult meg először. A 60-as évek derekán kísérleteket kezdtek kerámiaipari termékek nagyfrekvenciás és mikrohullámú szárítására. A kísérleti eredmények bizta-

1. táblázat

Az üzemi szárítási idő változása  
a szárítás módjától függően

Termék	Szárítási idő (perc)	
	Hagyományos (konvekciós) szárítás	Mikrohullámú szárítás
W. C.-csésze		
— meghúzási idő	260	45
— bőrkeményedés elérése	260	15-30
Tányér, csésze, dísztárgy	180	6
Fayance csempe	—	12
Nagyfeszültségű szigetelő	100-200 (óra)	3 (óra)

tóak voltak: a termékek legrövidebb, hibamentes szárítását a mikrohullámú szárítással érték el [4].

1968-69-ben újabb kísérleteket folytattak a mikrohullámú szárítóberendezések kifejlesztése érdekében a Société le Materiel Telephonique mérnökei. A kísérletek sikeresek voltak s ennek eredményeként két francia kerámiagyárnak adtak el mikrohullámú szalagszáritókat.

Az újfajta berendezést WC-csészek, tányérok, csészek, dísztárgyak, ill. fayance csempék és nagyfeszültségű szigetelők szárításánál használták.

M. Guerga [2, 5] szerint a tapasztalatok azt mutatták, hogy a mikrohullámú szárítás számos előnnyel rendelkezik. Ezek közül a legfontosabbaknak a következőket tartotta.

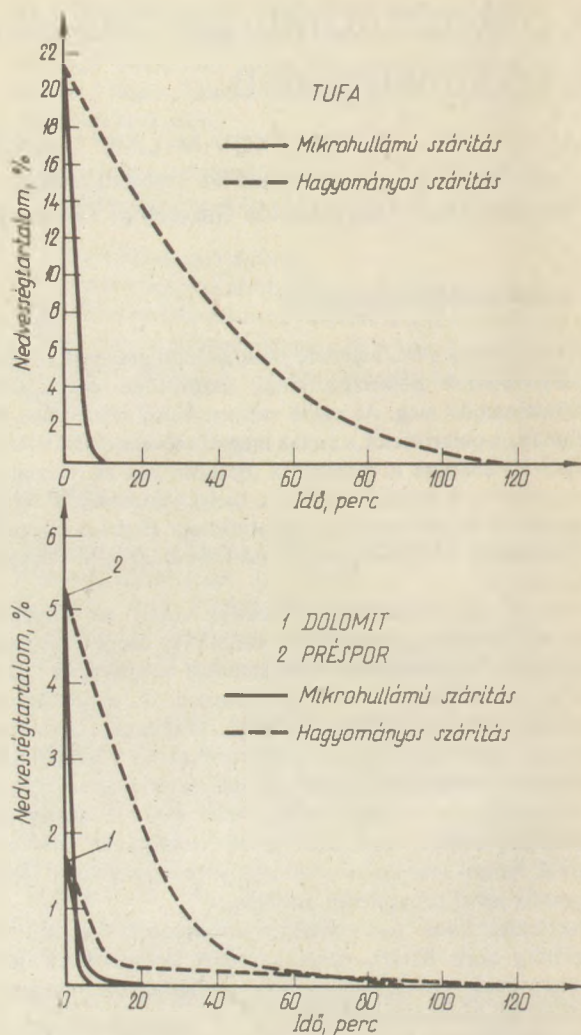
1. Az öntött vagy formázott anyag melegszik, a száraz gipszforma hideg marad.
2. Az anyag belseje melegszik jobban, de minden vízmolekula is melegszik.
3. A hagyományoshoz képest fordított hőmérséklet-gradiens miatt a felszíni „kérgesedés” nem keletkezik.
4. A folyamat jól szabályozható, a beavatkozás azonnal hat, késleltető tényezők nélkül.
5. A berendezés beavatkozó része bizonyos távolságon belül tetszés szerint elhelyezhető.
6. A hőközlés igen gyors, a száradási sebesség a hagyományosnak sokszorosa.

Ez utóbbi megállapítást támasztják alá az 1. táblázatban látható különböző szárítási idők.

Az 1. táblázatból látható, hogy a legjobb eredményeket a nagyfeszültségű szigetelők és a tányérok mikrohullámú szárításánál érték el.

A francia berendezéseket a szárítási folyamat mindhárom szakaszában alkalmazzák: előszárítás (pl. csészegyártásnál), szárítás (pl. tányérokna), szilárdítás (pl. vázák, levesestálak és kannák).

A kísérletek folytatódtak, s nemcsak Franciaországban. M. Mori [6] napjainkban végzett olaszországi kísérletekről számol be, amelyeknek során falburkolólapok, edényárúk és szaniterárúk mikrohullámú szárítását végezte el. Kísérletei során az infravörös és a mikrohullámú szárítás kombinációját alkalmazta. Ennek oka, hogy számításai szerint a mikrohullámú szárításhoz szükséges berendezések ára és üzemeltetési költségei igen magasak. Ugyanakkor kiemeli, hogy a hagyományos (konvekciós) és az infravörös szárítással szemben a mikrohullámú szárítás gyorsabb és a termék alakja itt közömbös. Végül is a mikrohullámú és az infravörös szárítás kombinálását ajánlja hozzátéve, hogy meg kell állapítani azt az optimális arányt, amely mellett a szárítás is tökéletes és az üzemeltetési költségek is elfogadhatóak.



2. ábra. Mikrohullámú szárítóban, ill. 105 °C-on szárított nyersanyagok szárítási görbéi

2. táblázat

Szemcsés kerámiai nyersanyagok laboratóriumi  
mikrohullámú szárításának jellemzői

Meg- nevezés	Liter- súly g/l	Szemcse- méret mm	Szárítási időtartam (perc) (0% nedvességtartalomig)	
			105 °C	mikrohullámú szárítóban
Dolomit	1733	< 2	90	20
Préspor	1023	< 0,8	120	6
Tufa	1068	< 12	120	12

#### 4. Laboratóriumi kísérletek

Az üzemi felhasználáshoz hasonlóan a mikrohullámú szárítás az ipari és a kutató laboratóriumok munkáját is nagymértékben meggyorsíthatná. Ezt támasztják alá azok a kísérletek is, amelyeket a SZIKKTI Durvakerámia és Szigetelőanyag Osztályán végeztünk.

Kísérleteinket három különböző nedvességtartalmú kerámi nyersanyaggal, dolomittal (1,7%), csempe-présporral (5,3%) és tufával (21%) végeztük.



A nyersanyagokat kétféle módon szárítottuk:

- hagyományos szárítóban 105 °C-on;
- és egy, a RADELKIS által gyártott 860 W teljesítményű kísérleti mikrohullámú berendezésben.

A kísérlet során mindkét módszernél az anyag nedvességtartalmát mértük az idő függvényében. Az adatok alapján megrajzoltuk a szárítási görbéket, melyek a 2. ábrán láthatók.

A mikrohullámú szárítás során 2 perces ciklusokat alkalmaztunk a görbe felvételekor, majd a mérési adatok alapján megállapított szárítási idővel, folyamatos szárítással is megisméltük a mérésekét. A kísérleti nyersanyagok esetében a kétféle mérés eredményei azonosak voltak.

Az 1. ábra és a 2. táblázat alapján megállapítható, hogy — a mikrohullámú szárítás nagymértékben lerövidíti a szárítási időt. A tufa esetében tizedére, a présornál huszadára és a dolomitnál kb. 1/4-ére csökkent a szárítás időtartama (2. táblázat).

- az anyagok másképp viselkednek a mikrohullámú szárítóterben, mint a hagyományos szárítóban. Erre utal, hogy a szárítási görbék egymáshoz viszonyított meredeksége — a szárítás sebessége — különböző a két módszer esetén.

- mikrohullámú szárítás esetén a szárítási sebesség nagyobb mértékben függ az anyag szövetszerkezetétől, mint a hagyományos szárításnál.

Az elvégzett kísérletek egyértelműen bizonyítják, hogy a mikrohullámú szárítás alkalmazásával a szárítási idő szemcsés anyagoknál igen nagy mértékben csökkenthető. A szárítási görbék jellegét, ill. a szárítási sebességet befolyásoló tényezők részletes vizsgálatára azonban további kísérletek szükségesek.

## Összefoglalás

Az irodalom, valamint az elvégzett kísérletek egyértelműen bizonyítják, hogy a mikrohullámú energiaközlés eredményesen alkalmazható a kerámiai szárítástechnikában és ezáltal a szárítás időtartama nagymértékben lecsökken.

Széleskörűen alkalmazható mind a laboratóriumi technikában — főként nedvesség meghatározására —, mind ipari szárítóknál.

A kerámiaiparon belül eddig főként a finomkerámiai termékek tányérok, csempék, szaniterárúk, nagyfeszültségű szigetelők szárításához alkalmazták, de durvakerámia-ipari és tűzállóanyag ipari alkalmazásának sincsenek elvi akadályai.

Hazai alkalmazásának bevezetéséhez a RADELKIS által kifejlesztett mikrohullámú technika szolgálhat bázisul.

## IRODALOM

- [1] Hallier, B.: Trocken und Verfestigen feinkeramischer Geschirrmassen durch Mikrowellen. Keramische Zeitschrift 28. Nr. 3. 1976.
- [2] Guerga, M.: Le chauffage des matériaux céramiques en hyperfréquence. Industrie Céramique, 1968/6.

- [3] Imre, L.: Szárítási Kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Bpest, 1982.
- [4] Blint, C.: Essais d'application de la haute fréquence et de l'hyperfréquence au séchage des produits céramiques. L'Industrie Céramique 1967/6.
- [5] Guerga, M.: Le chauffage hyperfréquentiel. L'Industrie Céramique 1968/7.
- [6] Mori, M.: Experimentation with and Application of Radiation Drying in the Production of Ceramics. Interbrick, Vol. 2. No. 3, 1986.

### Bálint Pál–Nedelykov Milan–Hámori Tamásné: A mikrohullámú szárítás alkalmazása a kerámiaiparban

Ismertetik a mikrohullámú szárítás elvét és a szárítóberendezések főbb jellemzőit, valamint a kerámiaipari alkalmazásának eddigi tapasztalatait. Laboratóriumi kísérleteket végeztek különböző nedvességtartalmú és szövetszerkezetű kerámiaipari szemcsés nyersanyagok mikrohullámú szárítására.

A kísérleti eredmények megfeleltek az irodalmi adatoknak, miszerint a szárítás időtartama a mikrohullámú szárítás alkalmazásával jelentősen csökkenthető. A laboratóriumi kísérleteket a RADELKIS által gyártott kísérleti szárítóban végezték.

### Валит, П.–Недельков, М.–Хамори Т-не: Применение микроволновой сушки в керамической промышленности

В статье описываются принципы микроволновой сушки, а также главные характеристики сушильного оборудования и опыт применения ютого оборудования в керамической промышленности. Были проведены лабораторные эксперименты микроволновой сушки керамических зерновых сырьевых материалов различной влажности и текстуры. Полученные экспериментальные результаты соответствуют литературным данным, согласно которым продолжительность сушки может быть значительно снижена за счет применения микроволновой сушки. Лабораторные испытания были проведены в экспериментальной сушилке производства РАДЕЛКИС.

### Bálint, Pál–Nedelykov, Milan–Frau Hámori Tamásné: Die Anwendung der Mikrowelletrocknung in der keramischen Industrie.

Es wurde der Begriff und die wichtigere Parameter der Mikrowelletrocknung, sowie die bisherigen Erfahrungen dessen in der keramischen Industrie mitgeteilt. Laboruntersuchungen wurden für die Mikrowelletrocknung verschiedener keramischer, körniger Materialien mit abweichendem Nassgehalt und Textur durchgeführt. Die Versuchsergebnisse entsprachen den literarischen Angaben, dh. die Trocknungsdauer kann durch die Anwendung des Mikrowelletrockners bedeutend abgenommen werden. Die Laboruntersuchungen wurden in dem durch RADELKIS hergestellten Versuchstrockner durchgeführt.

### Bálint, Pál–nedelykov, Milan–Hámori, Tamásné: Microwave Drying in the Ceramic Industry

Principles, characteristics of dryers and experiences are discussed based of laboratory-scale experiments made with ceramic raw materials of different moisture content and texture. It is stated that drying times can be drastically cut by microwave drying. The laboratory tests were made in a Hungarian-Made RADELKIS device.

# Emissziócsökkentés a cementiparban\*

HINZ, WERNER

Lengerich, Német Szövetségi Köztársaság

A cementipari emissziócsökkentés olyan intézkedéseket követel, hogy megfelelő műszaki színvonalon legyen biztosítható az egészséges környezet. A cementipar környezetvédelmi feladatai főleg az alábbi területekre vonatkoznak:

- a levegő tisztántartása,
- zaj elleni védekezés,
- rezgés csökkentés,
- táj- és vízvédelem.

Ebben a cikkben a levegőtisztaság javítására vonatkozó lehetőségekkel foglalkozunk.

1985-ben a világ cementiparának termelése kerekén 950 millió tonna volt. A termelés 1976 óta több mint 25%-kal növekedett. A legnagyobb cementtermelők: Kína, Szovjetunió, Japán és az Amerikai Egyesült Államok. Európa — beleértve a Szovjetuniót is — a világ cementtermeléséből 40%-kal részesedik.

1 kg cement előállításakor — a gyárak kialakításától és az alkalmazott eljárásoktól függően — 6–12 m<sup>3</sup> levegő vagy füstgáz keletkezik, ez a világ cementtermelésére vonatkoztatva évente kb. 10 billió, másodpercenként pedig kb. 3,5 millió m<sup>3</sup>-t jelent. Ezek a levegő- és gázmennyiségek más oldalról is gondot jelentenek, mégis elsősorban azt követelik a cementipari mérnököktől az egész világon, hogy állandóan tevékenykedjenek a levegő tisztántartása érdekében.

A mai műszaki színvonalat csak az 1986 februárjában kibocsátott, a levegő tisztaságára vonatkozó NSZK közigazgatási előírás — röviden „TA levegő”-nek nevezik — alapján lehet meghatározni (1. táblázat). Egyébként Svájcban is hasonló előírás van érvényben, mindkét országban a régi berendezések szanalására vonatkozó határidővel.

Ha figyelembe vesszük

- a portalanítástechnika műszaki fejlődését és
- az eljárástechnika műszaki és energiagazdasági fejlődését, az NSZK-ra megállapítható, hogy míg 1955-ben a cementiparban, a termelésre vonatkoztatott fajlagos porkibocsátás 1,5% volt, 1980-ra ez 0,03% alá csökkent (1. ábra).

A hatósági közigazgatási előírások mellett az NSZK-ban a Német Mérnökök Szövetségének irányelvei vannak — röviden VDI irányelveknek nevezik — a „Műszaki Színvonal”-ról. Már 1958 áprilisában megjelent az első irányelv „Porkibocsátás a cementiparban” címmel. A 2. ábrán szemléletesen látható az a folyamatos törekvés, amelyet a „Műszaki színvonalért” tettek.

A gyártási eljárás fokozatainak megfelelően

- a nyersanyag kitermelése mészmárgából, agyagból és homokból, a nyersanyag-előfordulás szerint;
- ezek előkészítése töréssel és őrléssel, egyidejű szárítás mellett;
- a nyersliszt-homogenizálás;
- az égetés;
- az égetett termék, a klinker közbenső tárolása;
- a klinker cementté őrlése gipsz és kohósalak adagolása mellett; és végül
- a csomagolás és rakodás

\* A „PROTENVITA '86” környezetvédelmi kiállításához kapcsolódó szakmai előadássorozaton 1986. szeptember 23-án elhangzott előadás.

1. táblázat

„TA levegő” értékek a cementiparban

TA levegő Nr.	Emisszió	Határérték mg/m <sup>3</sup> -ben
3.2.3.	Összes por (Tömegáram 0,5 kg/h)	50
3.3.2.4.1.	(Mészhidrátberendezéseknél a határérték nedves füstgázra vonatkozik)	
3.1.4.	Por alakú szervesetlen anyagok	I. osztály (Cd, Hg, Tl) (tömegáram > 1 g/h) 0,2 II. osztály (As, Co, Ni, Se, Te) (tömegáram > 5 g/h) 1 III. osztály (Pb, Cr, F, Mn stb.) (tömegáram > 25 g/h) 5 (g/m <sup>3</sup> )
3.3.2.3.1.	Gáz alakú szervesetlen anyagok	SO <sub>2</sub> klinkerégető kemencék 0,4 SO <sub>2</sub> egyéb égető berendezések (beleértve a mészkemencéket is) 0,5
3.1.6.		
3.3.2.3.1.		NO <sub>x</sub> klinkerégető kemencék rostélyos előmelegítővel 1,5 (NO <sub>2</sub> -ként megadva) klinkerégető kemencék ciklonos előmelegítővel, a füstgáz hőtartalmának hasznosításával 1,3 klinkerégető kemencék ciklonos előmelegítővel, a füstgáz hőtartalmának hasznosítása nélkül 1,8
3.3.2.4.1.		Dolomit és mészkő égető berendezések, forgókemencék 1,8 egyéb kemencék 1,5
3.1.6.		egyéb tüzelő berendezések 0,5

során 1 tonna cement előállításához 2,6–2,8 tonna nyersanyagot, klinkert, gipszet — ill. szenet és kohósalakot — porfinomságúra őrlnek meg. A gépekben és a szállítóeszközökben ezek 5–10%-a felporzik, amit el kell szívni és a levegő- vagy gázáramból le kell választani. 1 tonna

Mellék- és nyomelemek a nyersanyagokban és a cement nyerslisztben

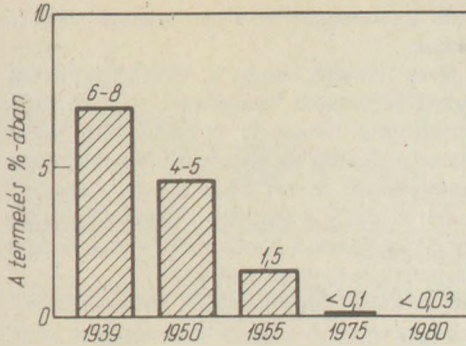
Elem	Anyag és agyaggala	Mészke és mészmárga	A nyerslisztben lévő mennyiség (keverék: 25:75 por nélkül)
			10 <sup>-4</sup> tömeg % (ppm)
V	98-170	10-80	32-102
Zn	59-115	22-24	31-47
Cr	90-109	1,2-16	23-39
Ni	67-71	1,5-7,5	18-23
Pb	13-22	0,4-13	4-15
As	13-23	0,2-12	3-15
Cd	0,016-0,3	0,035-0,1	0,04-0,15
Tl	0,7-1,6	0,05-0,5	0,21-0,78
Cl	15-450	50-240	40-290
F	300-990	100-940	300-950
Br	1-58	5,9	4,7-18,9
J	0,2-2,2	0,25-0,75	0,24-1,1

Mellék- és nyomelemek a nyers- és fűtőolajban

Alkotórész	Fűtőolaj „S”	Nyersolaj
	10 <sup>-4</sup> tömeg % (ppm)	
Hamu	100-1000	10-500
Alkália (K <sub>2</sub> O + Na <sub>2</sub> O)	25-153	3-55
Cl	< 10-(1100)	—
F	10-20	—
J	—	0,05-0,8
Zn	5-85	—
Cr	2-4	—
Ni	5-43	< 0,01-8
Pb	1-34	—
As	< 0,01-0,1	0,005-0,14
Cd	0,02-0,4	—
Tl	< 0,02-0,12	—
V	2-117	< 0,01-240

Mellék- és nyomelemek a nyugatnémet kő- és barnaszénben

Alkotórész	Kőszén	Barnaszén
	10 <sup>-4</sup> tömeg % (ppm)	
Cl	100-2800	1000-1300
F	50-370	ny
Br	7-11	ny
J	0,8-11,2	ny
Zn	16-220	1-70
Cr	5-80	0,9-8
Ni	20-80	0,6-1,9
Pb	11-270	0,8-6
As	9-50	0,3-9
Cd	0,1-10	0,1-2,4
Tl	0,2-4	0,07-0,30
V	30-50	2-7



1. ábra. az NSZK cementiparának összes porkibocsátása

cement előállításához körülbelül 1,6 tonna nyersanyagot vezetnek be az égetési folyamatba.

Egy modern, optimális hulladékkezelő és koncentrált telepített berendezésekkel rendelkező cementgyárban a távozó levegő- és füstgázmennyiségek kisebbek, mint az olyan régebbi berendezéseknél, amelyek termelési idejük során bővítte, javítva, modernizálva lettek.

Amint a röviden összefoglalt gyártási eljárásokból is megállapítható, a cementgyár egyes gyártó berendezéseiben nagyon különböző összetételű porok keletkeznek.

Lényegében a következő porfélések különböztethetők meg: nyersanyagpor, kemencepor, klinkerpor, szénpor, cementpor. A kemencepor kivételével a porfélések ugyanazt a kémiai összetételt mutatják, mint a kiinduló anyag.

A kemence füstgázában levő por

- termikusan nem módosult nyerslisztből;
- dehidratálódott agyagösszetevőkből;
- dekarbonizálódott mézskőből és különböző átmeneti új ásványi képződményekből, egészen a klinkerásványokig bezárólag; valamint
- a szilárd tüzelőanyag hamurészecskéiből áll. A kemencepor alkotórészei többnyire mint karbonátok, szilikátok, szulfátok és kloridok vannak jelen.

A tisztított gáz porában főleg azok az alkáli-, kén- és kloridvegyületek dúsulnak fel, amelyek a kemence zsugorítózonájában kb. 1450 °C klinkerhőmérsékletnél gőzzé válnak. Emellett a kemenceporok nehézfém vegyületeket is tartalmaznak.

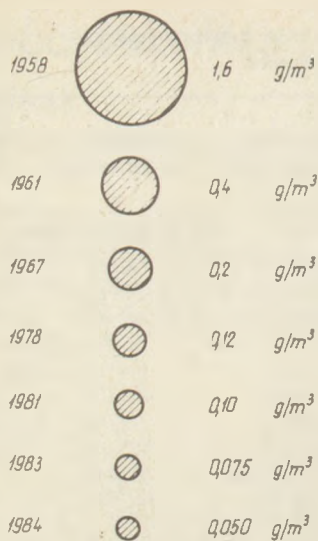
### Káros anyagok és körfolyamatok

A cementipar nyersanyagai a cement számára lényeges fő alkotórészek, a CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> mellett, természetükből adódóan olyan különböző mellék- és nyomelemeket is tartalmaznak, amelyek a cementtulajdonságokra csak kis mértékben vagy egyáltalán nem hatnak, de melyek a levegő tisztántartása szempontjából 1979 augusztusa óta lényeges és a világ szakemberei számára meglepő jelentőséget nyertek.

Ez érvényes a tüzelőanyagokra (szén, olaj), valamint nyersanyagkomponensként vagy tüzelőanyagként felhasznált más iparági hulladékanyagokra is. Ezek a nyomelemek (gyűjtőfogalomnak megfelelően) a cementipar nyersanyagaiban olyan koncentrációkban és kémiai vegyületekben vannak jelen, amelyek általában jelentéktelenek (2., 3., 4. táblázat).

A nyomelemek a környezetre nézve csak akkor lényegesek, ha azok az égetési folyamat révén az égetendő anyag meghatározott frakcióiban feldúsulnak és így többnyire még más kémiai vegyületté is átalakulnak. A nyomelemekben való

feldúsulás függ a cementklinker-égetés fizikai jellemzőitől és csak elgőzölgés és az ahhoz csatlakozó kondenzáció okozhatja. Más vegyületekké való átalakulással ennél a termikus folyamatnál mindig kell számolni. Ehhez egy rövid összefoglalót kell adni az égetési eljárás anyagkörfolyamatairól.



\* Normálállapotra vonatkoztatva

2. ábra. Új klinkerégető kemencék poremissziójának korlátozása a VDI 2094 szerint

### Belső körfolyamat

A füstgázaram, amely a klinkerégető kemencében az égetendő anyagárammal szemben, ellenáramban halad, az égetendő anyag porán kívül olyan illó vegyületeket is tartalmaz, amelyek a betétanyag, a nyersanyagok és a tüzelőanyagok elgőzölgött és disszociált alkotóelemeiből reakciók útján keletkeztek a kemencegázban. Az égető berendezés hidegebb tartományában vagy a kemence után kapcsolt szárítóberendezésekben ezek az illó vegyületek kondenzálódnak, lecsapódnak a betétanyagokra és a kemencegáz porrészeszkéire. A betétanyagra lecsapódott rész a melegebb kemencerészekbe kerül és ott ismét elgőzölög, ilyen módon képezi a belső körfolyamatot.

### Külső körfolyamat

Az illó vegyületeknek a porral a kemencéből kijutó részét a gáztisztító berendezésekben a kemenceporral együtt leválasztják. Ha ezt a port a nyersanyag-keverékhez ismételtlen hozzáadják, kialakul a külső körfolyamat.

Az illó vegyületeknek az a része lesz a környezetbe kibocsátva (emittálva), amelyet a tisztagáz tartalmaz, vagyis azon porrész, amelyet a gáztisztító berendezés nem választ le. Az égetés során a kb. 1400 °C zsugorítási hőmérsékleten a kemencébe bekerült illó vegyületeknek nem gőzölög el a teljes mennyisége. Egy rész az égetendő anyagban marad és az égetési termékben, a klinkerben megkötődik.

Minél magasabb az illó részek forráspontja, annál nagyobb a cementklinkerben való kötési fok. Ezáltal csökken a dúsulási lehetőség a tisztagázban.

Egyes elemek kemencében való viselkedésének meghatározására a mérlegvizsgálatok szolgálnak. Ezeket a méréseket nem könnyű lefolytatni, a mérési eredmények szórása elkerülhetetlen. A gyakorlatban egyrészt a belépő, másrészt a kilépő oldalon bizonyos hiányrészek adódnak, ezek azonban a mérlegösszeg 10%-át nem léphetik túl. Például a tallium vizsgálata megmutatta, hogy az a körfolyamat, amely az elektrofilterben leválasztott por visszavezetése folytán alakult

ki, központi jelentőséggel bír a nyomelemek viselkedésének megítélésakor.

A 3. ábrán látható, hogy a talliumvegyületek — a klinkerégetési folyamatra vonatkozólag — különösen alacsony forrásponttal tűnnek ki. A portalanító berendezések nagy leválasztási fokánál és alacsony klinkerbeépülési foknál a talliumvegyületek a körfolyamatokban egészen addig dúsulnak fel, ameddig a parciális nyomás olyan nagy nem lesz, hogy a vegyületek a klinkerrel együtt a kemencerendszerből távoznak és egyensúly alakul ki.

A belső és külső körfolyamatok kialakulásával az illó vegyületek koncentrációi a bevitt többszörösére nőhetnek. A rendszeren belül feldúsult káros anyagáramok üzemzavar esetén a szabadba juthatnak.

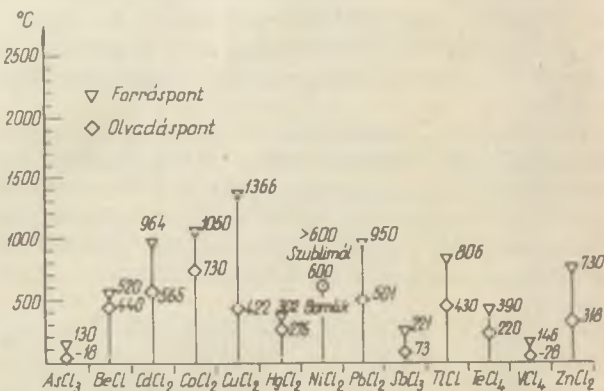
Az illó nyomelemek viselkedése függvényében adott esetben az extrém módon feldúsult nyomelem-körfolyamatok kialakulását úgy mérsékelhetik, hogy a külső körfolyamatot vagy annak egy részét megakadályozzák, például az elektrofilterben leválasztott por kemencerendszerből való elvezetésével. Ilyen egyedi esetben végrehajtott intézkedés tulajdonképpen a nyomelememisszió csökkenéséhez is vezet. Miután ezek az ismeretek és mérési adatok az adott cementgyárakban rendelkezésre állnak, szükség esetén rövid időn belül elfogadhatják és alkalmazhatják a leírt megoldást. A klinkerégetési eljárás során keletkező nyomelemvegyületek új porellenállási görbék felvételének szükségességét is felvethetik, ezek azonban általában nem mutatnak lényeges különbséget a kemencepor többi alkotórészeihez hasonlóan az elektrofilterben való leválasztási viselkedésben.

A nyomelemek forgókemencében való viselkedéséről kialakult ismeretek alapján rostélyos előmelegítővel ellátott forgókemencénél (4. ábra) a nehézfémemisszió elhárítására a berendezés indulásakor, leállásakor, valamint üzemzavar esetén a segédkéményt kinyitják, a kemenceportalanítást pedig lezárják.

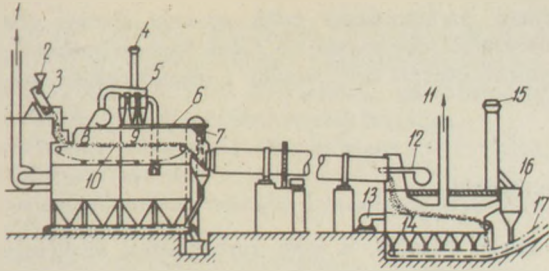
Amint a technológiai vázlatból látható (5. ábra), a segédkéményhez a zárócsappantyú alatt egy járulékos gázvezetékkel csatlakoztatnak, amely a kemencegázokat a főgázvezetékbe vezeti.

A túlmelegedés elkerülésére a segédkémény vezetékébe axiálventilátor segítségével friss levegőt vezetnek. Az így lehűtött gázt ezután az elektrofilterben normál feltételek mellett megtisztítják.

Egy üzemzavarhelyzetet a következőképpen írunk le:  
Távozó gáz mennyisége a segédkéményből 25 000 m<sup>3</sup>/h  
Friss levegő mennyisége 80 000 m<sup>3</sup>/h

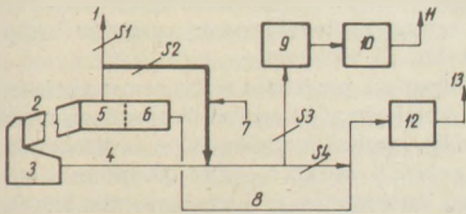


3. ábra. Kiválasztott kloridok termikus viselkedése



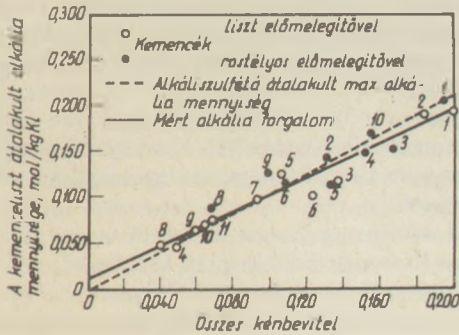
4. ábra. Forgókemencék égetőberendezés rostélyos előmelegítővel és előkalcinátorral

1 távozó gáz a portalanítóhoz, 2 nyerslisztfeladás, 3 granuláló tányér, 4 segédkemény, 5 közbelső portalanítás, 6 az előkalcinátor második tüzelése, 7 porfeladás, 8 szárítókamra, 9 forró kamra, 10 vándorrostély, 11 meleglevegő hasznosítás, 12 primerlevegő és tüzelőanyag, 13 hűtőlevegő, 14 rostélyhűtő, 15 távozó levegő kéménye, 16 portalanítás, 17 klinkerszállítás



5. ábra. A segédkemény megkerülésének technológiai folyamatábrája

1 egykori segédkemény, 2 kemence, 3 hűtő, 4 hűtőből távozó levegő, 5 forró kamra 6 szárítókamra 7 friss levegő, 8 kemencéből távozó gáz, 9 nyersmalom, 10 elektrofilter, 11 tisztagáz a malomból, 12 elektrofilter, 13 tisztagáz a kemencéből



6. ábra. Kénlekötés a klinkerégető kemencében lejátszódó reakciókban

Forrókamra hőmérséklete	1030 °C
Szárítókamra hőmérséklete	450 °C
Hőmérséklet az elektrofilter előtt	120 °C
Tisztagáz portartalma	40 mg/m <sup>3</sup>

#### Gáz alakú emissziók

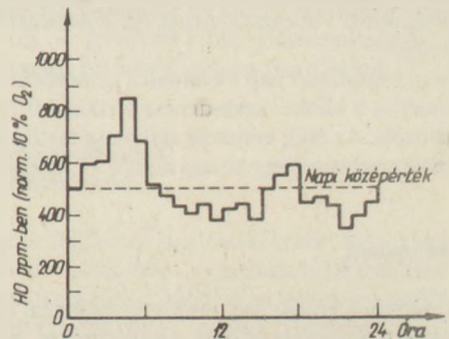
A klinkerégető forgókemencék gáz alakú emissziójának fő összetevői: N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> és vízgőz (H<sub>2</sub>O). Ezenkívül kis mennyiségben tartalmaznak kénvegyületeket (SO<sub>2</sub>), nitrogén-oxidokat (NO, NO<sub>2</sub>), valamint CO-t és H<sub>2</sub>S-t. A nyersanyagokból és tüzelőanyagokból származó kén az 1000 °C feletti hőmérsékleten és az elégségnél biztosított levegőfeleslegnél SO<sub>2</sub>-vé oxidálódik, ami az egyidejűleg elpárolgott alkáliakkal alkálszulfidá alakulva az égetett termékkel vagy porral együtt hagyja el a kemencét.

A maradék SO<sub>2</sub> a kemencéből távozó gázban oxigen jelenlétében a nyersanyag CaCO<sub>3</sub> tartalmával, valamint az abból az égetésnél keletkező CaO-al kalciumszulfidá alakul.

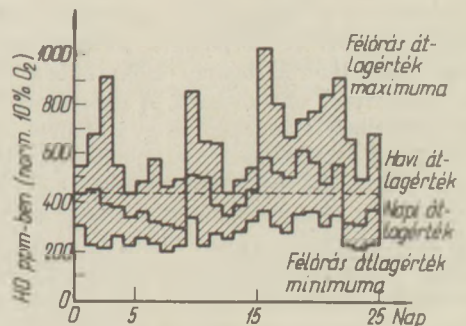
Alkálifeleslegnél a kemencerendszerben az összes bevitt kénből 88–100% a cementklinkerben és a kemenceporban megkötődik. 0–12% SO<sub>2</sub> a tisztagázzal emittálódik (6. ábra). Kénfeleslegnél az SO<sub>2</sub> emisszió nagyobb is lehet. Megfelelően beállított nyersliszttel a kénfelesleg bizonyos tartományban szabályozható. Ez a reakció nemcsak magában a kemencében játszódik le, hanem folytatódik a kemencék után kapcsolt hűtőkben és a szárítva őrlő berendezésekben is, ahol az az őrlésnél keletkező új, reakcióképes felületek jelenlétében a vízgőztől különösen aktívvá válik. Szulfidos vagy szervesen kötött kén és elégtelen légszűrés jelenlétében a kemence hőcserélőjében, már viszonylag alacsony hőmérsékleten az SO<sub>2</sub> szabadabbá válhat. Az SO<sub>2</sub> emisszió azonban az utáncapcsolt szárítva-őrlő berendezéssel, ill. hűtőtoronnyal csökkenthető. A klinkerégetési és őrlési folyamatban tehát hatékony kéntelenítés játszódik le. Emiatt lehet a cementiparban általában a környezetre nézve hátrány nélkül nagy kén-tartalmú tüzelőanyagokat felhasználni.

A klinkerégetési eljárás során lényegesen nehezebb a nitrogén-oxid emisszió csökkentése. A klinkerégető kemencék minőségi okokból megkívánt és csak kismértékben változtatható, nagy égetési hőmérséklettel és nagy légszűrésrel jellemezhető üzemvitele mindenekelőtt termikus NO-t hoz létre. A világszerte lefolytatott mérések a kemence után nagyon különböző NO emissziót mutatnak. A mérőműszerek szalagszélessége 300–2200 ppm NO<sub>x</sub> mérési határú. Az SO<sub>2</sub> emisszióval kapcsolatos ismereteinkkel ellentétben a kemence után kapcsolt hűtőtoronyokban vagy szárítva őrlő berendezésekben NO<sub>x</sub> lekötést nem állapítottak meg. Az ott mért alacsonyabb koncentrációkat csupán a levegővel való hígulásra lehet visszavezetni.

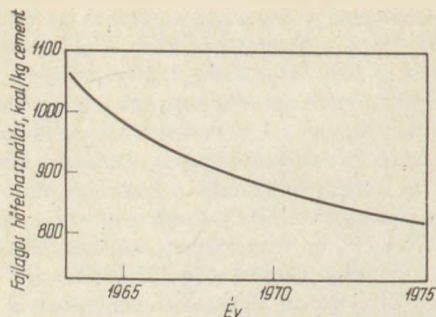
A nagyszámú rövid idejű és hosszantartó vizsgálatok révén időközben ismertté vált, hogy a klinkerégetés során a nitrogénképződést minőségileg az alábbiak befolyásolják: A felhasznált tüzelőanyag, az előkalcináló berendezés építési módja és üzemeltetése, illetve a pöttüzelés módja és a



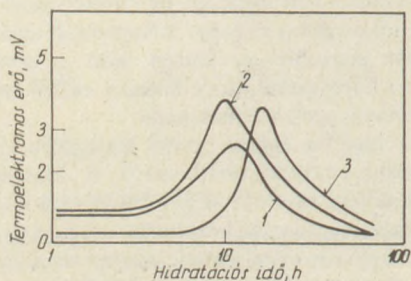
7. ábra. Ciklonos előmelegítővel ellátott forgókemence NO emissziójának napi változása



8. ábra. Forgókemence NO emissziójának havi változása



9. ábra. Fajlagos hőfelhasználás csökkenése



10. ábra. Porkibocsátás csökkentése a cementgyárakban

szekunder tüzelőanyag tulajdonsága, a nyersanyag égethetősége, a lángalak, illetve az égő, az égőbeállítás és a légfelszegtényező.

Az  $\text{NO}_x$  emissziót befolyásoló tényezők nagyságrendje kemencénként változó, ezeket eddig még nem sikerült megbecsülni. A felsorolt befolyásoló tényezők a csökkentési intézkedésekhez támpontul szolgálhatnak. Az ismeretek gyarapítása érdekében ezért jelenleg kísérlet sorozatokat végeznek az NSZK-ban és más országokban. Egy égetőberendezés tisztított gázában levő  $\text{NO}_x$ -tartalom ingadozásait a 7. és 8. ábra szemlélteti. Az eredményeket egy hosszantartó mérés során nyerték.

A 7. ábrán bemutatott nap folyamán a kemence zavarmentesen üzemelt és a klinker szabadmész tartalma 0,7 és 1,2% között változott. Az  $\text{NO}_x$  emisszió alakulása tartós üzemben lévő azonos kemencénél egy hónap alatt a 13. ábrán látható.

### Portalanító típusok

A cementiparban a levegő tisztítására ma csaknem kizárólag elektrosztatikus porleválasztókat, textilszűrőket és kavicságyas szűrőket alkalmaznak. Tömegelőhatáson alapuló, pl. centrifugális porleválasztók elsősorban az egyes termelési fokozatokon belül találhatók, így az őrlőrendszerekben, előmelegítőekben és a pneumatikus szállításnál keletkező porok leválasztására. A portalanító berendezések kiválasztásánál mindenkor a nemzeti előírásokban szereplő emissziós határértékek az irányadók. A tervezésnél célszerű szigorúbb követelményeket szabni, hogy a későbbi üzemelés során is elkerüljék a túllépéseket. A portalanító berendezések biztonságos kiválasztása csak akkor lehetséges, ha az üzemeltető az előírt és a tervezési határérték között műszaki és gazdasági megfontolások alapján dönt. Az emissziócsökkentés annál magasabb műszaki színvonalon biztosítható, minél inkább a rendszeres felügyelettel, karbantartással szavatolják a berendezések üzembiztonságát, folyamatos működésképességét, ahelyett, hogy az állandó üzemeltetés

melletti porkibocsátási érték további direkt, abszolút csökkentését irányozzák elő. Különösen a termeléstől függő zavarhelyzeteknél kell elkerülni a megnövekedett emissziókat.

### Textilszűrők

A kisebb méretek, a jobb karbantartási lehetőségek, a nagyobb megbízhatóság és a kisebb beruházási költségek miatt a textilszűrőknél a sűrített levegő tisztítású rendszerek kerültek előtérbe. Kisnyomású, ill. visszakeringtetett levegő tisztítású szűrőket csak ritkán építenek be. Így a sűrített levegő tisztítású textilszűrő (Jet-filter) kifejlesztése helyes irányú lépés volt sok cementipari felhasználási területen. A tömlőkopások csökkenése, a nagy fajlagos felületi terhelések lehetősége, a tisztítási mechanizmus egyszerűsítése az élettartam és egyben az üzembiztonság egyértelmű növekedését eredményezte (5. táblázat).

A textilipar a 3. generációs tűzött nemezsűrőanyagokkal együtt a portalanítandó közegekhez illeszkedő olyan tartozékokat is szállít, amelyek megkönnyítik a karbantartást. Ennek ellenére az NSZK-ban kb. 6,— DM/100 000  $\text{m}^3$  átszívott gáz, ill. levegő karbantartási és üzemfenntartási költséggel kell számolni.

Textilszűrőket elterjedten alkalmaznak cső- és golyósmalmok, szárítók, törők, osztályozó és szállító berendezések, silók, rakodó berendezések, levegőhűtők, rostélyhűtők távozó levegőjének tisztítására.

Klinkerégető kemencék füstgázainak portalanítására az NSZK-ban eddig nem alkalmaztak textilszűrőket. Alkalmazásuk esetén a következő előnyökkel, ill. hátrányokkal kell számolni:

#### Előnyök:

- kis levegőmennyiségknél kis beruházási költségek;
- finom porrészecskék magas leválasztási foka.

#### Hátrányok:

- rövid szűrőanyag élettartam;
- magas karbantartási és javítási költségek;
- helyi harmatpont-túllépés lehetősége;
- pótfűtés szükségessége a kemence üzemzavara esetén;
- a határhőmérséklet túllépésének lehetősége;
- nagyobb elektromos felügyeleti ráfordítás;
- a szűrőanyagban káros anyagok lerakódása;
- a használt szűrőanyagok külön hulladékok.

Ha bizonyos esetekben a poremissziót csökkenteni kívánják, új berendezés tervezése előtt meg kell vizsgálni, hogy vajon a meglévő berendezések, ebben az esetben a

5. táblázat

Szűrőterhelés [ $\text{m}^3/(\text{m}^2\text{h})$ ]

	Mechanikus	Sűrített levegő
	tisztítás	
Szénmalmok	< 60	100–120
Szárító, szárítva őrlő berendezések, rostélyhűtők		
Cementmalmok	60–80	120–140
Szállító-berendezések, törők, silók, rakodó berendezések	80–100	100–140
	100–120	120–160

textilszűrők utólagos javításával, korszerűsítésével nem érhetőek-e el ugyanolyan emisszió-csökkentési eredmények. A hatásfoknövelő javítások gyorsabban, gazdaságosabban elvégezhetőek, mint új szűrőberendezés beépítése.

Textilszűrők hatásfok növelése utólagos javítás esetén:

- szűrőfelület növelése;
- elszívási teljesítmény növelése a ventilátor teljesítményének megváltoztatásával;
- a beépített szűrőszövet optimalítása;
- a hamislevégő belépés felülvizsgálata;
- megelőző karbantartás.

### Elektromos leválasztók

A cementgyárakban az elektromos leválasztókat elsősorban a forgó- és aknakemencék, másodsorban szárítók, szárítva örlő berendezések, valamint vízbepermetezéses cement- és nyersmalmok portalanítására alkalmazzák.

A cementiparban alkalmazott elektrofilterek gáz- és vándorlási sebességeit a 6. táblázat tartalmazza.

Az elektrofilterek alapelve évek óta változatlan maradt, részleteiben azonban legújabbán fontos továbbfejlesztések történtek. Ezáltal nemcsak a tartós üzemre vonatkozó portalanítási fok javult, hanem a névlegestől eltérő terhelések esetén az üzembiztonság is. A filterkonstrukción végrehajtott változtatások, mint például nagyobb elektródátávolságok, új formák és anyagok a szóró- és lecsapató elektródáknál, a tisztagáz portalanításának csökkentése mellett további előnyöket és megtakarításokat eredményeztek a beruházási, karbantartási és javítási költségek területén. Az elektrofilterek elé épített kondicionáló hűtők kifejlesztésével, a vízpermetezés megfelelő szabályozásával, a távozó gáz hőmérsékletét az elektrofilter előtt 130–150 °C-ra csökkentik, hogy jobb portalanítási fokot érjenek el. A kondicionáló hűtő ahhoz is hozzájárul, hogy a füstgáz viszonyok a forgókemence után, az elektrofilterbe való belépés előtt stabilizálódjanak. Csökkenti és kiegyenlíti a porkibocsátást az égetőberendezés változó üzemiállapotainál és mérsékli az üzemzavaroknál is.

Impulzus-feszültséggel működő elektrofiltereknél az ismert filterkonstrukció megmarad, csak az elektromos szerelvény bővül egy impulzusgenerátorral. Ennek segítségével az egyenáramra rövid ideig impulzusok szuperponálódnak, ezek a szórócsúcsokon nagyobb töltő-térféket hoznak létre anélkül, hogy a közepes áramsűrűséget megnövelnék. Szakmai körökben még nem alakult ki egyértelmű vélemény az ezzel a technikával elérhető portalanítási fok javítási lehetőségével kapcsolatban. Messzemenő egyetértés van azon-

6. táblázat

Gáz- és vándorlási sebességek cementgyári berendezésekhez alkalmazott elektrofilterekben

Berendezés	Közepes gázsebesség m/s	Vándorlási sebesség m/s
Nedves eljárású forgókemence	0,9–1,3	0,1–0,13
Forgókemence rostélyos előmelegítővel	0,8–1,2	0,08–0,12
Forgókemence ciklonos előmelegítővel és hűtőtoronnyal	0,8–1,2	0,08–0,12
Aknakemence	0,6–1,0	0,06–0,10
Rostélyhűtő	0,5–0,8	0,04–0,08
Szárító, szárítva örlő berendezés	0,6–1,2	0,06–0,12
Csömalmom vízbepermetezéssel	0,6–1,0	0,06–0,10

ban abban, hogy szemi-pulzátorok segítségével, vagyis a filterfeszültségnek a milliszekunderes tartományban való pulzálásával, a feszültség félhullámok elfojtásával árammegtakarítás érhető el.

Amit a textilszűrők hatásfokának javítására felsoroltunk, az az elektrofilterekre is érvényes.

Elektrofilterek hatásfok növelése utólagos javítás esetén:

- lecsapató felületek kiegészítése, ill. növelése;
- a nagyfeszültségű betáplálás optimalítása, az erőterek felosztása, pótaggregát telepítése;
- az elektródák tisztításának felülvizsgálata, ill. optimalítása;
- a nyersgázáram kondicionálása vízbepermetezéssel;
- a nyersgáz áramlási viszonyainak felülvizsgálata, ill. optimalítása;
- a szigetelő kamrák fűtése és tömítése záró levegővel;
- a szóró és lecsapató elektródák kiképzésének javítása;
- a filter áramellátásának modernizálása;
- javítás a hamislevégő csökkentésével.

### A klinkerhűtő portalanítás különleges esete

A cementipar levegőtisztasági problémái között hosszú ideig az egyik legnagyobb a klinkerhűtőből távozó levegő tisztítása volt. A távozó levegőhőmérséklet normál esetben kb. 250 °C, olykor azonban 100–500 °C között is ingadozhat, a nyersgáz portartalma, a porfinomság a klinkerhűtő után a változó kemenceüzem és a nyersanyag egyenetlensége miatt a normál értéktől széles határok között eltérhet. Jelenleg beváltak a kavicsréteg szűrők, eléjük kapcsolt mechanikus leválasztókkal, valamint a textilszűrők.

A rostélyhűtőből távozó levegő tisztítása, ha azt nem használják fel teljesen a szárítva örlésnél, jelenleg néhány berendezésnél a kemencegázokkal együtt, egy közös elektrofilterben történik. Ezzel a megoldással egy emisszióforrással kevesebbel rendelkezünk és ideális esetben az elektrofilter előnye még a hőmérséklettől, gázmennyiségtől, nyersgáz portartalomtól kevésbé függő leválasztási fok.

### Eljárás technika integrált környezetvédelemmel

A cementipar fejlesztési tendenciái között fontos helyet foglal el az emisszió csökkentése. A portalanítási technika műszaki szintje mindenekelőtt a problémás esetekben meghatározó.

A „műszaki színvonal” eredeti értelmében lehetővé teszi olyan portalanító berendezések tervezését és üzemeltetését, amelyek a cementgyárakban a hatékony emissziócsökkentéshez járulnak hozzá.

A cementiparban a levegő tisztántartásának javítására további tendencia a gyártástechnológia és az integrált környezetvédelem fejlesztése energiamegtakarítás céljából.

A cementipar a klinkerégetés fajlagos hőfelhasználását az utóbbi évtizedekben folyamatosan csökkentette (9. ábra) és ezzel együtt folyamatosan csökkent a kemencéből távozó gázok égésből származó szennyező része is.

A cementipari porleválasztók, ill. emisszióforrások számának csökkentésére az alábbi lehetőségek vannak:

- a klinkerhűtő levegő nem különválasztott portalanítása:
  - = a kemencegáz és a klinkerhűtőből távozó levegő közös portalanítása;
  - = a hűtőből távozó levegő hasznosítása nyersanyag szárításra;

— a nyersmalmok vagy szénőrlő malmok levegőjének nem különválasztott portalanítása:

= a kemencegázok hasznosítása nyersanyag szárításra;

= a kemencegázok hasznosítása szénzsáritásra.

Fenti megoldások természetesen nagymértékben hozzájárulnak a távozó gáz- és levegőmennyiségek csökkentéséhez is. Az NSZK-ban az utóbb épített nagyberendezéseket rostélyhűtő helyett bolygó-, ill. szatellit-hűtővel látták el. Ez a bolygóhűtő azzal jellemezhető, hogy eljárástechnikailag nem keletkezik hűtőlevegő. Ez normál esetben kb. 1 m<sup>3</sup> hűtőlevegő/kg klinker. Az évi 1 millió tonna cement teljesítményű nagyberendezéseknél a távozó levegő mennyisége 200 000–250 000 m<sup>3</sup>/h-val csökken. Mindenesetre egy adag „levegő tisztántartás”-t kell a megerősödött zajvédelemmel kiegyenlíteni.

A hűtőlevegő, ill a kemencegáz hőjének nyersanyag- vagy szénzsáritásra való hasznosítása ugyancsak csökkenti a távozó levegő mennyiségét. Ehhez jön még az a kedvező hatás is, hogy a szárítási folyamat révén nedvesített (kondicionált) nyersgáz elektrofilterrel kedvezően portalanítható. A technológiában keletkező hulladékeleg felhasználható még egyéb célokra is, pl. szociális létesítményeknél, vagy kis tüzelőberendezések kiváltásánál.

Mindezen intézkedések energiamegtakarítással is járnak és csökkentik mind a távozó levegő mennyiségét, mind az emisszió források számát (10. ábra).

Az indítási eljárások jobb megoldása, elsősorban a ciklonos hőcserélővel ellátott forgókemencéknél, azt eredményezi, hogy ma már nem építik be azokat a segédkémenyeket, amelyek a kemence nyersgázát indításkor és leálláskor az atmoszférába juttatták.

Rostélyos előmelegítővel ellátott forgókemencéknél azon tapasztalatokra, hogy milyen hátránnyal jár az üzemzavar, indulás, leállás során a segédkémeny-üzemből adódó váratlan többlet hideglevegő bejutása az elektrofilterbe, már rámutattunk. Ez is integrált környezetvédelem és hozzájárul a porkibocsátás további csökkentéséhez.

*Хинц, Вернер: Снижение эмиссии в цементной промышленности*

*Hinz, Werner: Die Verminderung der Emission in der Zementindustrie*

*Hinz, Werner: How to Reduce Emission in the Cement Industry*

Víztárolók, vízmedencék, aknák, pincék vízzáróvakolat-szigetelésére kétféle megoldást javasolunk:

### 1) RESOLIT® 131

vízzáró cementhabarcs-kiegészítő anyag, amely fokozza a tömörséget és vízzáróságot eredményez.

Adagolás: a cement tömegére számítva 10–15%

### 2) RESOLIT® KM 257

vízzáró száraz porvakolat.

10 kg poranyagot 2 liter vízzel elkeverve a habarcs 20 perc várakozási idő után felhasználásra kész.

A felhordás két rétegben a cementes vakolatokhoz hasonlóan történik.

Gyártja:



Építőanyagipari  
Vállalat

Építési Műanyagfeldolgozó  
Gyára, Barcs

Szaktanácsadás: **KEMIKÁL Marketing és Értékesítési Osztály**

Budapest VII., Kazinczy u. 10.

Telefon: 428-969, 221-066



# Vízépítési cementtel kapcsolatos kutatások\*

BALÁZS GYÖRGY

Budapesti Műszaki Egyetem

## 1. A vízépítési cement fogalma

A vízépítési cementet vízépítési tömegbetonokhoz használják fel.

Tömegbetonoknak általában az olyan speciális rendeltetésű betonokat nevezzük, amelyeknek az erőjátékát a cement kötése és szilárdulása kezdeti szakaszában keletkező hidratációhő — annak nagy méretei miatt — döntően befolyásolja. Ugyanis mind a kísérletek, mind a gyakorlati tapasztalat azt bizonyították, hogy a cement kötéshője miatt a szilárduló tömegbetonban nagy hőmérséklet és nagy hőmérséklet-különbségek alakulhatnak ki, amelyek káros belső igénybevételekhez és alakváltozásokhoz, a szerkezet tönkremeneteléhez vezethetnek. A tömegbetonon belüli hőmérsékletek és hőmérsékletkülönbségek a cement hidratációhőjétől és annak időbeni alakulásától, a külső hőmérsékleti viszonyoktól (léghőmérséklet, szél, napsütés), továbbá a beton méreteitől, hővezetési tényezőjétől, fajhőjétől, testsűrűségétől, ill. az ezekből számítható és értelmezhető hőmérsékletvezetési tényezőtől (diffuzivitástól), a beton kezdeti (beépítési) hőmérsékletétől, valamint a zsaluzat méretétől, fajtájától és nedvességtartalmától függnek [1].

Rendeltetésüket tekintve megkülönböztetünk vízépítési tömegbetonokat és egyéb létesítményeket (nagy hídfők, pillérek, életvédelmi létesítmények, vastag alaptektek).

A vízépítési tömegbetonok lényegesen különböznek a többtől. Ugyanis míg az egyéb szerkezetek esetén rendszerint kielégítő egy adott betonszilárdság elérése, addig a vízépítési műtárgyakban beépítésre kerülő nagytömegű, sokszor több százezer köbméter betonnal szemben elsősorban nem szilárdsági, hanem tartóssági követelményeket támasztunk. Itt utalunk Martin [2] tanulmányúti beszámolójára, amelyben az amerikai betongátek fejlesztésének az irányáról azt írja, hogy a mérnökök jelenlegi felfogásában már nem a beton szilárdsága, hanem a tartóssága a vízépítési betonok legfontosabb jellemzője, vagyis az, hogy a beton 25 vagy 50 év múlva hogyan viselkedik.

A vízépítési tömegbetonok tartósságát következő tényezők befolyásolják:

- szilárdság,
- fagyállóság,
- vízzáróság,
- kopásállóság,
- ellenállás a kavitációval és egyéb ütésekkel szemben,
- ellenállás a betont érő külső víz (talajvíz, tárolt, ill. folyóvíz) és hordalék agresszivitásával, valamint a belső (cementpép és adalékanyag közti vegyi reakciók) vegyi hatásokkal szemben,
- mozgások vagy megakadályozásuk esetén feszültségek, ill. repedések keletkezése a betonban amiatt, hogy eltérő hőtágulású, ill. eltérő zsugorodású és duzzadású anyagokat tartalmaz.

A vízépítési tömegbetonokhoz egyrészt kisebb betonszilárdság is elégséges, mint a többi tömegbetonhoz, másrészt a felhasznált cement nagy mennyiségénél fogva érdemes

olcsóbb és hőtechnikai szempontból kedvezőbb speciális cementet előállítani. További tárgyalásainkban elsősorban erről a cementről beszélünk.

A cement mennyiségének a megválasztása betontervezési kérdés. Figyelembe kell venni az alábbiakat:

A cementtartalom növelésével fokozottan kielégíthető követelmények:

- a) szilárdság,
- b) vízzáróság,
- c) bedolgozhatóság,
- d) acélbetét korrózióvédelme,
- e) kopásállóság,
- f) fagyállóság.

Az alábbi követelmények viszont a cementtartalom csökkentésével elégíthetők ki inkább:

- g) zsugorodás mérséklése,
- h) hőfejlés mérséklése,
- i) gazdaságosság.

A cementtartalom műszakilag helyes csökkentését szolgáló egyik legfontosabb lehetőség a  $d_{max}$  növelése a lehetséges felső határig.

E cél elérése érdekében javasoltuk a Dunakiliti Duzasztómű építéséhez  $d_{max} = 63$  mm-t [3].

Ha a cement mennyiségét az elérendő betonszilárdság, tömörség és bedolgozhatóság szempontjából a legkedvezőbbben választottuk meg, akkor azt a cementet kell előnyben részesíteni, amelyiknek a legkisebb a tömegegységére vonatkoztatott hidratációhője. Ha azonban figyelembe vesszük azt is, hogy az előírt betonszilárdságot különböző cementmennyiségekkel lehet elérni, akkor azt a cementet kell előnyben részesítenünk, amely  $beton\ m^3$ -re vonatkoztatva a legkisebb hőemelkedést hozza létre. Ennek mértékegységéül pl. a nyomószilárdságnak és a hidratációhőnek a viszonyát használhatnánk, de jobb mértékegység a húzószilárdság és a hidratációhő viszonya, mivel a hidratációhő repedéseket hozhat létre, amelyek viszont függnek a beton adott időpontban meglévő húzószilárdságától. (A repedésképződésre a beton nyúlóképessége is hatással van és ez annál nagyobb, minél kisebb az  $E$ .) Továbbá annál kisebb a betonban a hidratációhő okozta igénybevétel, minél kisebb a hőmérsékletesés (grádiens) a magtól a zsaluzat felé. Ez a hőmérsékletesés pedig annál kisebb lesz, minél lassabban szabadul fel a hidratációhő, azaz a húzószilárdság és hidratációhő viszonyát a keverés pillanatától kezdve időben változó minőségjelzőszámként kell vizsgálni.

Azokat a cementeket nevezzük különleges vízépítési cementeknek, amelyek ezt a kettős kívánást, vagyis a hidratációhő (J/g) csökkenését, és a hőfejlődési görbe elnyújtását teljesíteni tudják.

## 2. A hidratációhő meghatározása

A hidratációhő meghatározásának a cementiparban használatos eszközei (adiabatikus kaloriméter, izotermikus kaloriméter, hőátadásos kaloriméter, oldáshőmérés) legfeljebb arra alkalmasak, hogy a számításba jövő cementeket a maximális hidratációhő szempontjából összehasonlítsuk, de a hidratá-

\* A XVIII. Szilikatkémiai ankéton Balatonalmádban 1986. X. 17-én elhangzott előadás.

cióhő időbeni alakulásának az elbírálására beton próbatesteken (pl. 1 m<sup>3</sup>-es kocka) elvégzett mérések a legalkalmasab-  
bak.

A nagyméretű betonban uralkodó hőviszonyokat legjobb-  
ban adiabatikus kaloriméterrel lehet modellezni (a rend-  
szerből a hő eltávozását megakadályozzuk). Elfogadható az  
olyan hőátadásos kaloriméter is, amelyben a hővesztés nem  
túl gyors.

### 3. A vízepítési cementekkel szemben támasztott követelmények

A vízepítési cementekkel szemben támasztott követelmények-  
nek a mérsékelt, illetve a kis hőfejlesztésű cementek felelnek  
meg. Gazdasági szempontból a *mérsékelt hőfejlesztésű cemen-  
teket* részesítik előnyben. A különböző országok előírásai  
szerint e cementek 7 napos szabványos hidratációhője max.  
60–70 kal/g = 250–293 J/g. Jellemzőjük még a nagy utó-  
szilárdulás: ezért e cementeket, illetve a belőlük készített  
betonokat nem a 28 napos, hanem a 90 napos szilárdságukkal  
jellemezzük.

### 4. A cement megválasztásának a lehetőségei

A vízepítési cementtel szemben támasztott követelménynek  
tisztá portlandcementek és  
heterogén portlandcementek  
egyaránt megfelelhetnek.

#### 4.1 Tiszta portlandcementek

Tiszta portlandcementek hidratációhője csökkentésének az  
útja a nagy hőfejlesztésű klinkerásványok (C<sub>3</sub>S és C<sub>3</sub>A)  
mennyiségének a csökkentése a kis hőfejlesztésű klinkerásvá-  
nyok (βC<sub>2</sub>S és C<sub>4</sub>AF) javára. A négy fő klinkerásvány  
hidratációhője Szimeonov szerint az 1. táblázatban látható.

A szabványos vízepítési cementek összetétele a különböző  
országok előírásai szerint:

- 30–50 m% C<sub>3</sub>S
- 25–40 m% βC<sub>2</sub>S
- ≤ 8 m% C<sub>3</sub>A

Hazánkban két olyan cementtípus van, amelyik a köve-  
telményeknek megfelel vagy azokat megközelíti, az S 54 és az  
S 100 jelű 350 pc. Ezek tájékoztató jellemzői

	bélapátfalvai		látatlani	belit
	S 54	S 100	S 54	cement
7 napos hydr.- hő, J/g	191	260–280	200–220	130
C <sub>3</sub> S		52		30
βC <sub>2</sub> S		23		44
C <sub>3</sub> A		7		—
C <sub>4</sub> AF		14		17
Fajlagos felület, m <sup>2</sup> /kg		350	430	250

A SZIKKTI Cementosztálya (dr. Opotzky Ludmilla) 1964-  
ben a Nagymarosi Duzzasztómű előkísérleteihez állított elő  
belit típusú cementet, amelynek a 7 napos hidratációhője  
hőátadásos kaloriméterben 130 J/g volt (1. táblázat) [4].

A megépített gátak adatai mégis azt bizonyítják, hogy e két  
cementtípust — kivéve az USA-t, ahol a Bureau of Reclama-  
tion által 1949 óta épített több nagygátban tiszta II. típusú  
(S 54) cementet használtak — ritkán alkalmazzák és a  
hidratációhő csökkentését inkább cementklinkert helyet-  
tesítő hidraulikus pótlékok adagolásával érik el. Ennek  
elsősorban gazdaságossági okai vannak.

#### 4.2 Heterogén portlandcementek

A heterogén portlandcementekben a klinker egy részét  
hidraulikus kiegészítő anyaggal helyettesítik. A számításba  
vehető hidraulikus kiegészítő anyagok:

granulált kohósalak,

puccolánok:

természetes: trasz

mesterséges: szállópernye.

A *kohósalak* a nyersvasgyártás mellékterméke. Keletkezési  
hőmérséklete és kémiai összetétele hasonló a portlandklin-  
keréhez, csak az alkotók aránya más. Cementgyártáshoz  
akkor jó, ha legalább 90 m%-s üveges állapotú. Ezt általt  
érik el, hogy a salakolvadékot hideg vízzel hűtik (gran-  
nulálják). A kohósalak gerjesztőanyaga az SO<sub>3</sub>, illetve a  
mész. Rendszerint önmagában is szilárdul, de nagyon lassan.  
Végzilárdsága nagy. A cementben a klinker 80 m%-a  
helyettesíthető kohósalakkal. A kohósalak-portlandcement-  
nek az ellenállása lágú és szulfátos vizekkel szemben jó. A  
kohósalak a beton vízzáróságát nem javítja, fagyállóságát  
rontja a tiszta portlandcementéhez képest. A kohósalak  
csökkenti a hidratációhőt, és pedig Hampe kísérletei szerint 3  
napos korban kb. 0,4-szerese, 7 napos korban kb. 0,5-szöröse  
a tiszta portlandcement hőfejlesztésének. A kohósalak —  
Buday kísérletei szerint [5] — nem növeli a cement szabványos  
zsugorodását a tiszta portlandcementéhez képest.

Hazánkban gyártott kohósalak-portlandcementek és  
kötéshőjük 7 napos korban az Építőanyagok Tanszék  
kísérletei szerint hőátadásos kaloriméterben:

hejőcsabai 350 kspc 20	250 J/g
váci 350 kspc 20	293 J/g
váci 350 kspc 40	286 J/g
váci 250 kspc 60	250 J/g

Tudjuk azonban, hogy a pontos salaktartalom nem ismert,  
mert az MSZ 4702 szerint

kspc 20 esetén	0–20 m%
kspc 40 esetén	20–40 m%
kspc 60 esetén	40–60 m%

között változhat.

Klinkerásványok hidratációhője

1. táblázat

Klinker- ásvány	Keletkezett hőmennyiség, J/g					
	3 nap múlva			6 hónap múlva		
	3	7	28	3	6	12 (feltéte- lezett)
C <sub>3</sub> S	405	460	480	520	565	670
βC <sub>2</sub> S	21	105	167	196	230	350
C <sub>3</sub> A	590	660	870	930	980	1100
C <sub>4</sub> AF	175	250	376	415	—	570

### 4.3 Traszportlandcement

A trasz vulkáni tufák cementfinomságú örleménye. A traszban lévő aktív kovasav (aktívnak nevezzük a kovasavat, ha mésszel szobahőmérsékleten reakcióba tud lépni) a cement szilárdulása során felszabaduló  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -dal kalcium-szilikát-hidrátot alkot, ezáltal növeli a cement szilárdságát. A trasz lassítja a cement szilárdulását, de a végszilárdság eléri a trasz nélküli cementét. A keletkezett kalcium-szilikát-hidrátok kolloid gél formájában a legkisebb hézagokat is kitöltik. Átkristályosodásuk lassú folyamat. Ugyancsak a traszban lévő alumínátokkal reakcióba lép a mész és kristályos kalcium-aluminát vegyületeket alkot, hidratációhőjük 7 napos korban kb. 10%-a a tiszta portlandcementének.

A trasz növeli a beton zsugorodását, illetve duzzadását és általában csökkenti is a fagyállóságát, de nem mindig (Rambert és Racine [6]).

A traszok puhábbak a klinkernél, ezért a klinkerrel együtt örölve finomabbra őrlődnek. Emiatt sok esetben a helyszínen keverik a cementhez (a keverésnek intenzívnek kell lennie). Ausztriai trasz kísérletek szerint (Böhmer és Wogrin [7]) viszont fagyállóbb volt a beton, ha a cementtel együtt őrlték a traszt.

Hazánkban nem gyártanak traszportlandcementet. Régebben gyártottak és a helyszínen is működtek traszkeverő berendezések.

A traszt akkor nevezzük megfelelőnek, ha aktív kovasavtartalma eléri a 70 m%-ot. 1964-ben a Nagymarosi Duzzasztómű előkísérletei során a rátkai és a mogyoródi traszt vizsgáltuk. A rátkai trasz volt az aktívabb [4].

Az adagolható trasz mennyiség általában nem több 20 m%-nál.

### 4.4 Pernyeportlandcement

A pernye porszéntüzelésű kazánok hamuja. Összetételét az elégetett szén összetétele határozza meg. Bázikusnak nevezzük a pernyét, ha  $\text{CaO} + \text{MgO} : \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$  arány egynél nagyobb, és savanyúnak nevezzük, ha egynél kisebb. A bázikus pernye önmagában is szilárdul, a savanyú pernye mész jelenlétében, a traszhoz hasonlóan. Vízépítési cementhez savanyú pernye használható.

A klinker helyettesítésére adagolható maximális mennyiség magbetonban 35 m%, külső betonban 25 m% (USA Hadmérnöki Kar).

A világ építési gyakorlatában három alapvető módszert alkalmaznak a pernye betonba juttatására:

a) A cementgyárban összeőrlik a portlandcementtel és pernyeportlandcementként kerül forgalomba. Így használják fel a pernyét pl. Franciaországban és részben hazánkban is. Így elérhető az egyenletes cementminőség. Hátránya, hogy a pernyét először a cementgyárba kell szállítani és cementként kerül a munkahelyre. A klinker és a pernye együttörölésének hátránya lehet az, hogy a pernye könnyebben aprózódik, mint a klinker. Tehát, ha az őrlést fajlagos felületre állítják be, akkor a klinker fajlagos felülete kisebb lesz a cementénél, ami a cement megszokott fajlagos felületéhez viszonyítva kisebb szilárdulási sebességet eredményez. Külön kellene tehát őrlölni, azután homogenizálni, amely utat — technológiai okok miatt — rendszerint nem követik.

b) A száraz pernyét közvetlenül a betonkeverőbe adagolják egyik betonalkotóként. Előnye, hogy a pernyét csak egyszer kell szállítani. Hátránya a) alatti módszerrel szemben, hogy a pernye tárolásához és adagolásához külön eszközök kellene, a külön adagolt pernye növeli az adagolás hibalehetőségét és a nyári hónapokban akadozhat a pernye

beszerzése. Továbbá elmarad a pernye hidraulikus aktivitásának az őrlés során bekövetkező növekedése.

c) A pernyét vizes pép alakjában az építéshelyen juttatják a betonkeverőbe. Japán kutatók szerint ez egyszerűbb és jobb minőségű betont eredményez. A tárolással és a beszerzéssel kapcsolatos hátrányok b) alattal egyeznek meg.

A pernye használatát a betonban gazdaságossági szempontokon túl műszaki (technológiai) előnyöket nyújtó tulajdonságai is indokolják [8–13]:

#### Technológiai előny lehet:

— Javul a friss betonkeverék bedolgozhatósága öröletlen pernye esetén, amit a „kenőanyagként” viselkedő pernye okoz a rendszerben egyenletesen eloszló, többnyire gömbalakú szemcséi révén, amelyek csökkentik a nyers beton belső súrlódását.

— Kisebb mértékű a vízfeladás örölt pernye esetén (kivérzés).

— Csökken a bedolgozáskor keletkező légbuborékok, hézagok mennyisége, vagyis tömörebb struktúra alakul ki.

— Az öröletlen pernyeszemcsék közel gömb alakja és sima felülete miatt csökken a vízigény. Minél finomabb a pernye és minél többet adagolnak belőle, annál kisebb lesz a keverővíz szükséglet (ezt kísérleteink nem igazolták), ami szintén a beton tömörebbé válását okozza. A pernyék növekvő el nem égett anyagtartalmával azonban ezek a hatások leromlanak.

— A pernye-portlandcementtel készített betont könnyebb szivattyúzni, mint a tiszta portlandcementtel készítettet.

— Csökken a beton repedési hajlama (repedésérzékenysége).

#### Betontechnológiai hátrány ezekkel szemben:

— Hosszabb utókezelést igényel, mint a tiszta portlandcementtel készített beton.

— A DIN 1045 szerint ugyanúgy viselkednek a pernyetartalmú betonok fagy-olvadással szemben, mint a tiszta portlandcementtel készítették, de azonos mennyiségű légpórushoz több légpórusképző adalékszerre van szükség. Ennek oka a szénrészecskék jelenléte, amelyek az adalékszer egy részét adszorbeálhatják.

#### A nyomószilárdsággal kapcsolatos általános megjegyzések:

— A pernye a tiszta cementnél lassúbb puccolános reakciói következtében csak 10-14 napos kor után járul hozzá a szilárdság növekedéséhez. 28 napos korban és azon túl — bizonyos cementhelyettesítési fokig — növekedés és jelentős utószilárdulás figyelhető meg.

— A 45  $\mu\text{m}$  feletti frakció növekedése kisebb cementmegtakarítást okoz.

2. táblázat

A váci klinker és a 2 jelű cement ásványi összetétele (ÉAKKI vizsgálata szerint)

Ásványi összetétel jellemzője	Váci klinker	2 jelű klinker
$\text{C}_3\text{S}$ , m%	57,92	30,27
$\beta\text{C}_2\text{S}$ , m%	15,46	43,58
$\text{C}_3\text{A}$ , m%	10,07	—
$\text{C}_4\text{AF}$ , m%	7,69	16,39
Szabad CaO, m%	2,19	0,09
MgO, m%	2,48	0,60
$\text{CaSO}_4$ , m%	0,64	—
Izzítási veszteség, m%	2,94	—
Egyéb, m%	0,61	—
Mésztelítettségi tényező	0,915	0,84
Szilikátmodulus	2,60	1,82
Aluminátmodulus	2,14	0,39

— Az el nem égett anyagtartalom változása csak olyan mértékben befolyásolja a szilárdságot, mint ahogy azt a vizigény alakulása alapján várni lehet.

— A vízben való hosszabb előtárolás vagy folyamatos víz alatti tárolás pernyecadagolás esetén különösen kedvező szilárdságot eredményez.

A pernye-portlandcementtel készített betonok *zsugorodása* (duzzadása) csak lényegtelenül tér el a tiszta cementtel készítettétől. Megállapították továbbá, hogy

— a keverék víztartalmának csökkenésével (amit a pernye hozzáadása okoz) csökken a zsugorodás is.

— A kémiai zsugorodás következtében fellépő porozitás kisebb, mint a szokványos betonoké. Ezt azzal magyarázzák (Rousseu, 1973), hogy kezdetben több az inert pernyeszemcsékből álló töltőanyag, kevesebb a zsugorodó komponens (kolloid hidrátok). Később, a szilárd váz kialakulása után a további hidratáció már nem okoz jelentős méretváltozást, mivel a hidráttermékek a pórusokban helyezkednek el.

— A víz gyors elpárolgása a beton felületi rétegéből növelheti a plasztikus zsugorodás veszélyét. Ennek okát részben a kisebb mértékű vízfeladásra vezetik vissza.

A pernye *csökkenti a cement hidratációhőjét*. A hidratációhő az azonos mennyiségű tiszta cementének csak a 10–15%-a 7 napos korban. Ez nagytömegű betonokban jelentős előny.

A pernyét gyakran a *betonok tartósságának* növelése érdekében használják. A jól tömörített betonnak számos előnyös tulajdonsága van.

— Vízjárásági vizsgálatok eredményei szerint a pernyecadagolás általában csökkenti a víz behatolási mélységét. Ezt a hatást a pernye minősége, mellyel együtt a vizigény is változik, befolyásolja.

— A kisebb permeabilitás jó ellenállást nyújt a vízoldható szulfátok káros hatásával szemben. A vegyi ellenállóképesség fokozása szempontjából nagy jelentőséget tulajdonítanak annak a ténynek, hogy a portlandcement hidratációja során felszabaduló — porozitást növelő —  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -dal a pernye reakcióba lép. A kialakuló „szekunder” hidro-szilikátok tömörebbé teszik a betont. A  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  részbeni megkötése csökkenti a különböző korrózió veszélyét is.

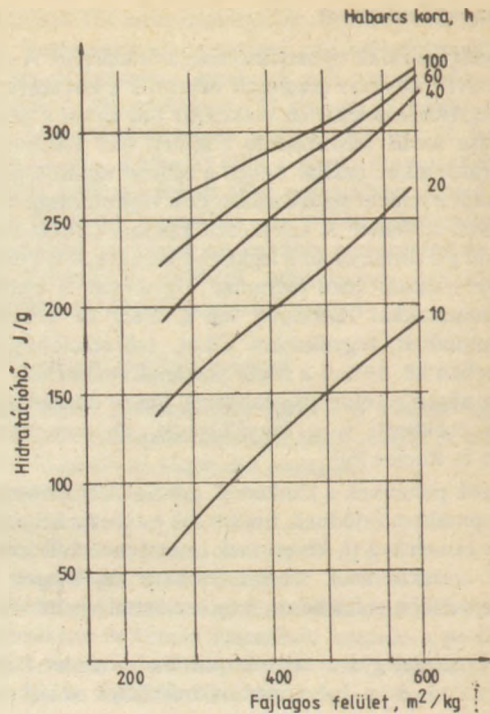
— Számos bizonyíték szolgál arra az előnyös hatásra is, hogy a pernye visszaszorítja a káros duzzadást okozó *alkáli-adalék* reakciót.

Egyes kutatások szerint a pernyetartalmú beton *fagyállósága* kisebb, mint a pernye nélkülié. Más kutatások viszont a kedvezőtlen viselkedés okára mutatnak rá. Nevezetesen a vizsgálatokat rendszerint olyan korai időpontban (28 nap) kezdték meg, amikor a pernye lassú szilárdulása folytán, egy nem teljesen kialakult, gyengébb szerkezet van jelen. 2-3 hónapos korú mintákat vizsgálva nem észleltek különbséget a tiszta cementek fagyállóságához viszonyítva.

Végül megemlítjük, hogy a legújabb kísérletek (Kovács [14]) kimutatták, hogy a pernye-mész reakció felületi jellegű, a reagált szemcséken a feltárolás mélysége 1–1,5  $\mu\text{m}$ , tehát a 3  $\mu\text{m}$ -nél nagyobb pernyeszemcsék belsejében lévő, potenciálisan aktív  $\text{SiO}$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  nem vesz részt a reakcióban. Ez az egyik oka, hogy az öröletlen pernye kevésbé aktív, mint az örölt pernye.

ÖNORM előírások (B 3319) a vegyi összetételre

$\text{SiO}_2$	42–60 m%
$\text{Al}_2\text{O}_3$	16–32 m%
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	3–12 m%
CaO	5–20 m%



1. ábra. A fajlagos felület hatása a hidratációhőre

MgO	≤ 5 m%
izzitási veszteség	≤ 5 m%
$\text{SO}_3$	≤ 5 m%
szabad CaO	≤ 2 m%

Az ASTM C 68–83 szerinti kémiai követelmények:

$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	≥ 70 m%
$\text{SO}_3$	≤ 5 m%
izz. veszteség	≤ 12 m%
nedvességtartalom	≤ 3 m%

Hazánkban jelenleg

bélapátfalvai 350 ppc 10,
beremendi 350 ppc 10,
beremendi 350 ppc 20 és
látatlan 350 ppc 10

cementet gyártanak.

A pernyét a bélapátfalvai és a beremendi gyárban együtt őrlik a klinkerrel, míg a látatlan gyárban a dorogi pernyét utólag keverik a megőrölt klinkerhez. Az Építőanyagok Tanszék által mért 7 napos hidratációhők (J/g):

	1982	1985
beremendi 350 ppc 10	281	kb. 320
látatlan 350 ppc 10	272	

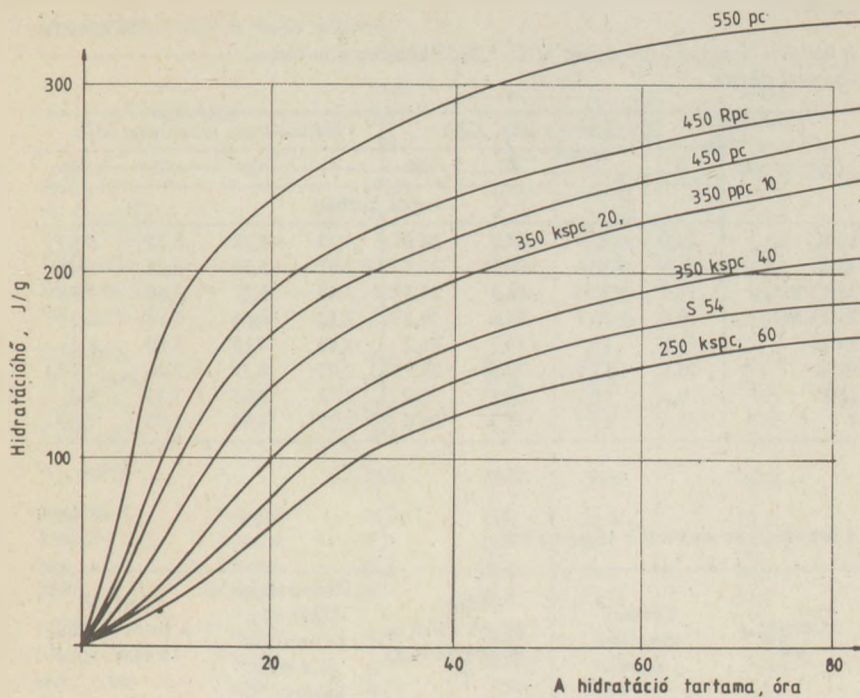
Buday [5] mérései szerint a beremendi 350 ppc 10 cement 28 napos szabványos zsugorodása kb. 25%-kal nagyobb volt a beremendi 450 pc-énél, Kovács R. kísérletei szerint nem volt nagyobb.

#### 4.5 Háromkomponensű cementek

A schlüsselburgi gát építése során 83 m% kohósalak-portlandcement és 17 m% trasz keverékéből álló cementet használtak fel. Az Orlik-gátban a háromkomponensű cement összetétele 45–55 m% pc + 20–25 m% kohósalak + 35–20 m% pernye volt. Más példák is felhozhatók [1].

A háromkomponensű cementekkel az a cél, hogy mind a kohósalak, mind a puccolán előnyös tulajdonságai érvényesüljenek.

Korábban [4] megvizsgáltuk a háromkomponensű cemen-



2. ábra. Gyári cementjeink hidratációhőjének időbeni alakulása 20 °C környezeti hőmérsékleten

teket is a SZIKKTI által előállított kísérleti alapcementekkel. A kohósalakot a klinkerrel együtt örölték, míg a traszt és a pernyét utólag keverték a cementhez. A kísérlet eredményei szerint:

a) ha a cement 25 m%-át rátkai trasszal vagy tatabányai pernyével vagy 40 m%-át kohósalakkal helyettesítettük, közel azonos szilárdsági eredményeket kaptunk;

b) ha a cement 25 m%-át kohósalakkal és további 15 m%-át rátkai trasszal helyettesítettük, akkor a háromkomponensű cement szilárdsága földnedves habarcsvizsgálattal már 28 napos korra, képlékeny habarcsvizsgálat szerint kb. 1 éves korra elérte az alapcement szilárdságát;

c) a b) alatti cement hidratációhője 7 napos korban 74%-a volt az alapcementének. (Ez a hidratációhő kb. megfelel annak, hogy a kohósalak 50%-nyi, a pernye 10%-nyi hő fejlődést 7 napos korra.)

A háromkomponensű cementek gyártását Kovács R. [15] már 1983-ban felvetette mint energiatakarékos megoldást.

1982-ben [16] a vízépítési cementek egyik fontos lehetőségeként ismertette, összesen 40, ill. 50 m% együttes hidraulikus

kus pótlékot adagolva a cementbe. A szilárdságot azonban csak 28 napos korig vizsgálta, hidratációhőt nem adott meg. A 28 napos szilárdság alapján a 20 + 20, 25 + 15, ill. 30 + 10 arányban adagolt kohósalak + pernye látszik jobbnak a 40% arányban adagolt kohósalaknál.

Végül Kisbán G. és Kovács R. [17] a háromkomponensű cementekre ismertetett sok kísérleti (szilárdsági) eredményt. A kutatáshoz beremendi klinkert, dunaujvárosi kohósalakot és pécsi, illetve gyöngyösvizontai természetes, valamint gyöngyösvizontai örölt pernyét használtak fel. A készített cementek fajlagos felülete 280–340 m<sup>2</sup>/kg között változott. Megállapították, hogy mind a nyomó-, mind a hajlítószilárdság

25 m% kohósalak + 15 m% pernye  
ill. 20 m% kohósalak + 10 m% pernye  
tartományában maximális volt. Bár e cementek 3 napos szilárdsága a tiszta cementének csak 40–50%-a volt, 90 napos korra elérte vagy megközelítette azt. A hidratációhőre nem közöltek adatokat.

3. táblázat

A kísérleti cementek őrlési finomsága, kötéseje és térfogatállandósága (Építőanyagok Tanszék szerint)

Cement jele	Szitamarádék (%)		Fajl. fel. m <sup>2</sup> /kg Blaine szerint	Kötés		Kötés víz m%
	900-as	4900-as		kezdeté	vége	
	szitán					
10 K	2,1	14,5	288	2 ó 10 p	5 ó	28
40 K	5,3	25,5	261	2 ó 10 p	5 ó	28
25/15 R	2,5	16,5	349	1 ó 45 p	4 ó 30 p	29
25/15 M	3,5	15,5	268	2 ó 19 p	4 ó	30
25 M	8,5	21,0	250	2 ó 00 p	3–4 ó	29
25 R	6,0	24,0	362	2 ó 15 p	5 ó	29
25 P	3,0	18,5	259	3 ó 40 p	6 ó	34
2	2,8	21,3	246	2 ó 44 p	5–6 ó	35

Megjegyzés: a térfogatállandósági vizsgálatnak megfelelték.

A kísérleti cementek szilárdságai MSZ 523-53 képlékeny habarcs vizsgálat szerint

Cement jele	Nyomószilárdság, MPa				Hajlító-húzó szilárdság, MPa			
	7	28	90	180	7	28	90	180
	napos korban							
10 K	23,0	32,9	37,6	44,6	5,27	5,38	6,72	8,55
40 K	11,0	19,4	29,7	33,1	2,92	5,38	6,21	8,45
25/15 R	11,7	23,4	28,9	39,5	3,43	5,22	7,60	7,76
25/15 M	9,5	16,1	24,1	29,2	3,12	4,66	6,14	6,25
25 M	11,0	15,1	16,7	21,2	3,43	4,18	5,09	8,45
25 R	10,1	17,6	24,6	28,7	2,42	4,31	5,26	7,77
25 P	9,1	18,1	26,8	32,9	2,71	5,03	7,10	7,02
2	7,3	12,7	21,9	28,0	2,27	3,98	4,95	7,60

5. táblázat

A betonkockák maximális hőmérséklete

Cement jele	Cement-tartalom, kg/m <sup>3</sup>	Max. hőmérséklet a középpontban, °C	Hőmérséklet különbség (2 óras kor és a max. között), °C	Eltelt idő a betonozástól a max.-ig, óra
10 K	200	37,9	16,1	53
10 K	300	49,5	24,8	36
40 K	200	31,5	12,9	79
40 K	300	35,9	17,6	79
25 R	200	31,0	10,5	68
25 R	300	40,3	15,3	45
25/15 R	300	41,6	18,8	54
25/15 M	300	41,6	17,5	49

6. táblázat

1 J/g hidratációhőre vonatkoztatott szilárdság 2 napos korban

Cement jele	Nyomó-	Húzó-	Húzó- és nyomó-szilárdságok viszonya (2 napos)
	szilárdság MPa · g/J		
10 K	0,133	0,0100	0,075
40 K	0,080	0,0100	0,123
25 R	0,204	0,0135	0,068
25 M	0,091	0,0077	0,085
25 P	0,195	0,0086	0,065
25 P/15 M	0,100	0,0089	0,090
25 P/15 R	0,100	0,0081	0,080
2	0,228	0,0195	0,089

#### 4.6 A cement fajlagos felülete

A fajlagos felületet általában tömegegységre értelmezik: cm<sup>2</sup>/g, m<sup>2</sup>/kg — de puccolános kötőanyagokat, cementétől eltérő sűrűségük miatt, szokás a térfogategységre eső felülettel is jellemezni, s a cement ezen mérőszámával összehasonlítni.

A fajlagos felületet hazánkban Blaine módszerével jellemzik.

A vízepítési cementek őrlési finomságát illetően két felfogás uralkodik:

a) Egyes kutatók durvább őrlést javasolnak (kb. 7–10 m% maradék a 4900-as szitán) azzal az indokkal, hogy kisebb hőfejledést és kisebb zsugorodást eredményez.

b) A szakemberek másik csoportja azt állítja, hogy a finomra örölt cement jobban bedolgozható, vízzáróbb betont, illetve habarcsot ad, és ezért azt javasolják, hogy a vízepítési cementeket a 4900-as szitán 4-5 m% maradékra öröljék.

Általánosan megállapítható, hogy az aktívabb cementek durvábbra, a kevésbé aktívak finomabbra örölhetők. Természetesen ezt a cement ásványi összetételén kívül a cement alkalmazási területe, illetve a cementtel szemben támasztott követelmények is befolyásolják.

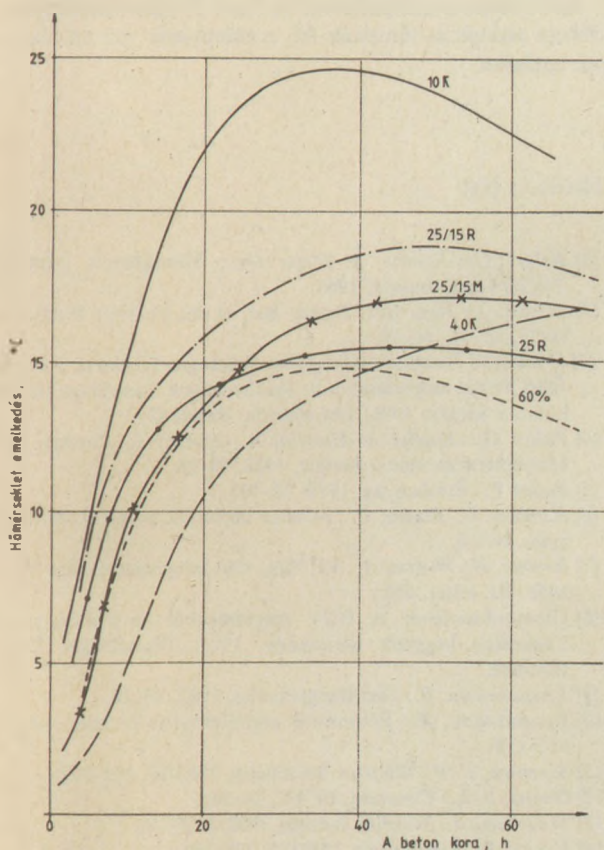
A cement őrlési finomságának a hatását az 1. ábra szemlélteti. Az ábrán 50 m% C<sub>3</sub>S tartalmú tiszta portlandcement hidratációhőjét a fajlagos felület függvényében ábrázoltuk. Míg 10 óras korban kétszer akkora fajlagos felülethez kb. kétszer akkora hidratációhő tartozott, 100 óras korban csak kb. 20%-kal nőtt a hidratációhő, amíg a fajlagos felület megkétszereződött.

#### 5. Kísérleti eredmények a hidratációhővel kapcsolatban

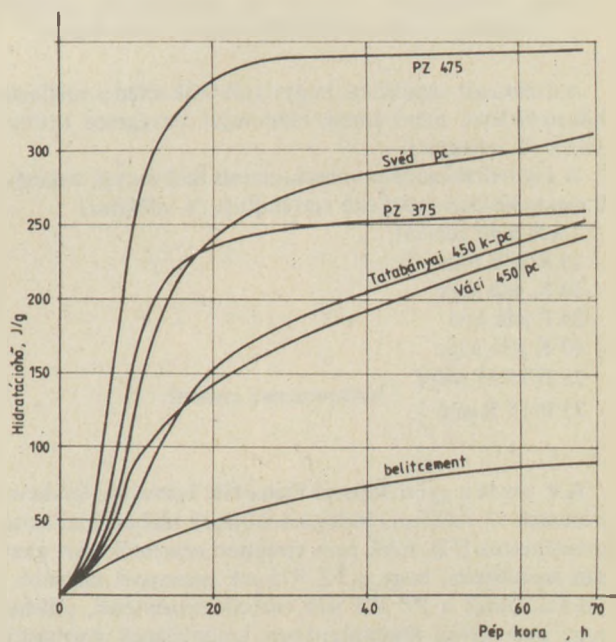
Gyári cementjeink hidratációhőjének időbeni alakulását a 2. ábra szemlélteti. Bár ezek átlagos értékeknek tekinthetők, az egyedi értékek ezekről lényegesen eltérhetnek, jó tájékoztatást adnak a vízepítési cementek tartományára.

1965-ben a Nagymarosi Duzzasztómű betontechnológiájának előkészítése során váci klinkerből állítottunk elő heterogén cementeket és ezekkel, valamint Opotzky Ludmilla irányításával előállított 2 jelű, ún. belitcementtel (2. táblázat) kísérleteztünk. A cementek fizikai tulajdonságait a 3. és 4. táblázatban foglaltuk össze.

Tulajdonság	Váci 450 pc	Osztrák		Svéd nagy kezdő- szilárdságú pc	
		PZ 375	PZ 475		
		jelű cement			
SiO <sub>2</sub> , m%	19,48	20,10	20,08	19,21	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , m%	6,77	6,47	6,84	7,04	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , m%	3,31	2,88	2,18	3,20	
CaO, m%	63,27	62,13	62,69	64,24	
MgO, m%	0,54	2,29	1,70	0,43	
SO <sub>3</sub> , m%	2,87	3,47	3,75	3,59	
C <sub>3</sub> S, m%	52,0	43,5	43,9	54,5	
βC <sub>2</sub> S, m%	17,5	25,9	25,8	15,1	
C <sub>3</sub> A, m%	12,5	12,5	14,7	13,5	
C <sub>4</sub> AF, m%	4,9	6,1	6,5	6,2	
A <sub>c</sub> , cm <sup>2</sup> /g	3450	3960	5490	3890	
Nyomó- szilárd- ság, MPa	1 napos	8,5	13,8	25,6	12,1
	2 napos	17,8	23,6	37,1	22,8
	7 napos	43,0	38,2	48,6	44,9
	28 napos	59,7	52,3	55,2	57,4
Hajlító húzó szil., MPa	1 napos	1,69	3,00	5,30	1,86
	2 napos	3,49	5,30	6,48	3,68
	7 napos	8,71	7,50	7,93	7,25
	20 napos	10,55	8,83	9,02	9,07



3. ábra. Hőmérsékletemelkedés 1 m<sup>3</sup>-es hőszigetelt betonkockában. A cementtartalom 300 kg/m<sup>3</sup>



4. ábra. A győri Mosoni-Duna-híd építéséhez tervbevetett cementek hidratációs-hője 20 °C környezeti hőmérsékleten. Összehasonlításul a 2. jelű betífcement

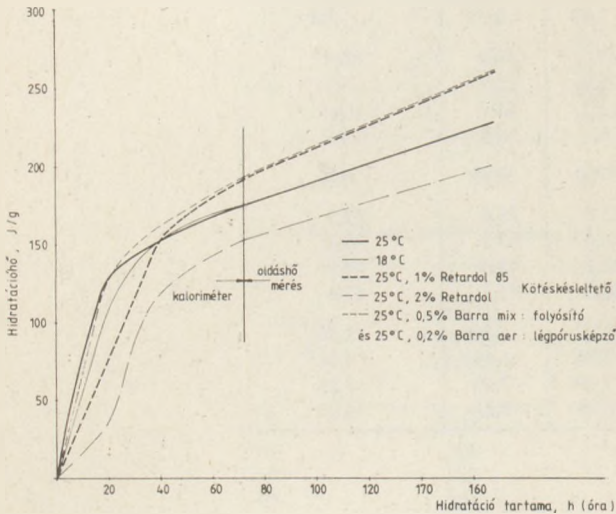
A jelek magyarázata:

- K = kohósalak
- P = bányai pernye
- M = mogyoródi trasz
- R = rátkai trasz

A betűk melletti számok az alkotók százalékos arányát jelentik.

Az 1 J/g hidratációhőre vonatkoztatott szilárdságok

Kora, nap	Cement jele					
	PZ 475	PZ 375	svéd	V 450	T 450 K	
1	0,069	0,054	0,063	0,062	0,033	nyomószil.
2	0,090	0,086	0,091	0,071	0,045	
1	0,014	0,0092	0,012	0,009	0,002	hajlító-húzó szil.
2	0,017	0,016	0,018	0,012	0,006	



5. ábra. Belpátfalvai 350 ppc 20 hidratációhője különböző körülmények között (SZIKKTI vizsgálati eredményei)

A 3. ábra azt szemlélteti, hogy az alkotók mind a maximális hőmérsékletet, mind annak időpontját lényegesen befolyásolják (5. táblázat).

A J/g hidratációhőre vonatkoztatott szabványos szilárdság 2 napos korban csökkenő sorrendben (6. táblázat)

- 2 jelű belít cement,
- 25 R jelű trasz
- 10 K jelű kspc,
- 25 P jelű ppc
- 40 K jelű kspc
- 25 P/15 M jelű } 3 komponensű cement
- 25 P/15 R jelű }

A 4. ábrán a győri Mosoni-Duna-Híd építéséhez tervbevelt cementek (7. táblázat) hidratációhőjének időbeni alakulását szemléltettük [13]. Ezek nem vízépítési cementek. Azt akartam szemléltetni, hogy a PZ 475-nek mennyivel nagyobb a hidratációhője a PZ 375 jelű osztrák cementénél, jölehet, hogy csak őrlési finomságukban különböznek egymástól. Másrészt valamennyi cement hidratációhője mennyivel nagyobb a 2 jelű belítcementénél.

Ez az ábra is szemlélteti, hogy nem elég a vízépítési cement fajtáját előírni, fajlagos felületét is szigorú határok között kell tartani.

A 7. táblázatban feltüntetett cementek 1 J/g hidratációhőre vonatkoztatott szilárdságai csökkenő sorrendben (8. táblázat):

- PZ 475 (nagy fajlagos felületű)
- svéd pc,
- PZ 375,
- V 450,
- T 450 K.

Tehát a nagy fajlagos felületű cementnek nagy ugyan a kezdeti hidratációhője, de nagy a kezdeti szilárdsága is, tehát legkedvezőbb a hidratációhőre vonatkoztatott szilárdsága. Ezzel szemben a legkisebb fajlagos felületű tatabányai 450 K pc-é a legkisebb. Ezek a kísérleti eredmények a nagyobb őrlési finomság mellett szólnak.

A Dunakiliti Duzzasztómű építéséhez — egyeztetve a CEMŰ-vel — többféle vízépítési cementet számításba vettünk, de a választás végül is a belpátfalvai 350 ppc 20-ra esett, mivel az alapcement S 100 típusú (450 pc) és a pernye tovább csökkenti a hidratációhőt. CEMŰ vállalta az egyenletes minőséget. A cement kiválasztása során számításba vettük a cement minőségét, várható minőségegyenletességét és árát. Bár a váci 250 kxpc 60 olcsóbb lett volna, hidratációhője is megfelelő, de e cementtel kevés vizsgálatot végeztek és a sokoldalú, elsősorban tartóssági vizsgálatra nem volt idő.

Az 5. ábrán a belpátfalvai 350 ppc 20 hidratációhőjének időbeni alakulását tüntettük fel, a számításba vett adalékszerek hatására.

## IRODALOM

- [1] Balázs Gy.–Erdélyi A.–Weiss Gy.: Tömegbeton. Mérnöki Továbbképző Intézet, 1968.
- [2] Martin, J.: Ann. Inst. Techn. Bat. et des Fravaux Prebl. 6 k. (1953) 61. sz., 66–90.
- [3] Dunakiliti Duzzasztómű betontechnológiai feladatai. Vízépítőipari Tröszt megbízásából az Építőanyagok Tanszéken készített kutatási jelentés 1986. Témafelelős: Balázs Gy.
- [4] Balázs Gy.–Erdélyi A.–Horváth A.–Opatzky L.–Zimonyi Gy.: Mélyépítéstudományi Szemle, 1968, 18–26.
- [5] Buday T.: Építőanyag, 1979, 98–101.
- [6] Rambert, O.–Racine, C.: Bulletin Techn. de Suisse Rom. 1956. márc. No. 6.
- [7] Böhmer, H.–Wogrin, A.: VI. Nagy Gát kongresszus, New York, 1958. III. kötet, 635.
- [8] Útbetonkísérletek. A BUV megbízásából az Építőanyagok Tanszéken készített tanulmány, 1984. Témafelelős: Deme Istvánné.
- [9] Lewandowski, R.: Das Baugerwerke, 1982, 23–25.
- [10] Lewandowski, R.: Betonwerk und Fertigteile-Technik, 1983/3, 152–158.
- [11] Sorensen, E. V.: Silicates Industriels, 1982/10, 223–227.
- [12] Owens, B. L.: Concrete, 1979/7, 21–26.
- [13] Mouritzen, J.: Nordisk Betong, 1980/2, 27–36.
- [14] Kovács R.: Építőanyag, 1975/10, 375–381.
- [15] Kovács R.: Építőanyag, 1984. 332–338.
- [16] Kovács R.: Szilikástechnika, 1982. 11–15.
- [17] Kisbán G.–Kovács R.: Szilikástechnika, 1984. 127–130.
- [18] Balázs Gy.: Szilikástechnika, 1985. 97–101.
- [19] Balázs Gy.–Borján J.–Gulyás K.–Józsa Zs.–Kászonyi G.–Szombathy Z.–Tarczky Zs.: Mélyépítéstudományi Szemle, 1980. 296–304.



**Balázs György: Vízépítési cementtel kapcsolatos kutatások**

Az előadásban ismertettem a vízépítési cement fogalmát. Rámutattam a kis hidratációhő jelentőségére. A kis, ill. mérsékelt hidratációhőjű cement előállítható tiszta pc-ből (S 54, S 100 jelű és belitecement), valamint hidraulikus pótlékkal. Számításba vehetők a három komponensű (klinker, kohósalak és pernye vagy trasz) cementek. Kísérletek alapján bemutattam, hogy a cement alkotóitól és őrlési finomságától hogyan függ a hidratációhő, valamint azt, hogy a nagyobb őrlési finomságú cementeknek nagyobb az 1 J/g hidratációhőre vonatkoztatott szilárdsága. Végül rámutattam, hogy a Dunakiliti Duzzasztóműhöz azért választottuk a bélapátfalvai 350 ppc 20-at, mert az új gyárban jó minőségű és S 100 típusú az alapcementje és a cement örölt gyöngyösvisontai pernyét tartalmaz.

**Балаж, Дь.: Исследования в области гидротехнических цементов**

Дается определение понятия «гидротехнический цемент», а также значения низкой теплоты гидратации. Цементы с низкой или умеренной теплотей гидратации могут быть получены из бездобавочных цементов (Ш-54, Ш-100, белитовый цемент), а также из цементов с различными гидравлическими добавками. Последние могут быть двух- и трехкомпонентными (klinker, доменный шлак, зола ТЭЦ, трасс и т. д.). Показана зависимость теплоты гидратации от состава цемента, его тонкости помола, установлено, что у цементов повышенной тонкости помола прочность, приходящаяся на 1 Двудль/г выше. Дается объяснение выбора цемента для строительства Дунакилитского Бодохранилища: этим цементом является белапатфальвский цемент марки 350 зольный цемент-20, который изготавливается из цемента Ш-100 с добавкой 20% дьнедьешвишонтской золы.

**Balázs, György: Forschungen bezüglich dem Zement für Wasserbau.**

Es wurde der Begriff des Zementes für Wasserbau dargelegt, und die Bedeutung der niedrigen Hydratationswärme betont. Der Zement mit niedrigen, bzw. mässiger Hydratationswärme kann aus reinem Portlandzement (S 54, S 100, und Belitecement) oder aus Dreikomponenten-Zement (Klinker, Hochofenschlacke und Asche oder Trass) hergestellt werden. Auf Grund der Versuche wurde dargestellt, dass wie die Hydratationswärme von den Zementkomponenten und der Mahlfeinheit abhängt, sofern das, dass die feineren Zemente eine höhere — auf 1 J/g Hydrationswärme bezogene — Festigkeit haben. Für eine bestimmte Wasserbauarbeit wurde ein Zement nach den ungarischen Normvorschriften 350 ppc-20 gewählt, weil dieser ein guter Klinker (Tonerdemodul 1) und gemahlte Asche von Gyöngyösvisonta enthält.

**Balázs, György: Cement for Hydraulic Engineering**

One of the most important properties of title material is its low hydration heat. This aim can be well achieved by using normal portland cement (e.g. S 54, S 100 or belite type), with hydraulic additives. Even ternary cements (clinker + blastfurnace slag + fly ash) can be considered. Diagrams are presented on hydration heat in function of cement constituents and grinding fineness. Fine ground cement have a higher strength based on unit hydration heat. Type 350 ppc-20, manufactures at the Bélapátfalva factory was chosen for the planned Dunakiliti dam, because the basic clinker here is of S 100 type, of moderate sulfate resistance, and a ground fly ash used as a hydraulic additive.

# Képlékenyítő és folyósító hatású betonadalékszerek helyzete hazánkban\*

SZABÓ KÁROLYNÉ

KEMIKÁL Építőanyagipari Vállalat, Budapest

Az utóbbi években az adalékszerek hazánkban is mind jelentősebb szerepet játszanak a betonkészítés folyamatában. A betonnal szemben támasztott követelmények nőnek, sokrétűbbé válnak. A betonnak az adott alkalmazási területen fellépő igénybevételeket tartósan, biztonságosan és nem utolsósorban gazdaságosan ki kell elégítenie. Ezenkívül egyre fokozódó jelentősége van a nyersanyagokkal, az energiával és az élőmunkával való takarékoságnak.

A növekvő minőségi igények egy részét szokásos összetételű betonokkal nem, vagy csak jelentős költségtöbblettel, ill. más műszaki tulajdonságok romlása árán lehet kielégíteni. Ez a felismerés vezetett az adalékszerek használatához. A betonadalékszerek céltudatos műszaki-fejlesztési munka eredményei, adott betontechnológiai folyamatok műszaki megoldásának eszközei. Vegyipari készítmények, melyeket keveréskor a betonba adagolva a szilárdulás folyamatát a friss, a szilárduló és megszilárdult beton tulajdonságait előnyösen módosítják.

A korszerű betontechnológia az adalékszereket nem pusztán segédanyagoknak, hanem a beton alkotóanyagának tekinti. Az adalékszerek megnevezése azt a hatást jelzi, amelynek érdekében azt elsősorban adagolják; ez a főhatás.

Az adalékszerek azonban a beton egyéb tulajdonságát is megváltoztatják: ezt nevezzük mellékhatásnak.

A különböző adalékszerekkel a beton következő tulajdonságai befolyásolhatók kedvezően:

- kötési folyamat
- bedolgozhatóság
- szivattyúzhatóság
- hidratációs hőfejlődés
- kezdeti és végszilárdság
- fagyállóság
- agresszív hatásokkal szembeni ellenállás
- időjárás és vízállóság

Az adalékszerek hatása elsősorban a felhasznált cement vegyi és ásványi összetételétől, őrlésfinomságától, a betonban lévő mennyiségétől, az adalékanyag fajtájától és szemszerkezetétől, a betonkeverék viztartalmától, a keverés módjától és időtartamától, valamint a hőmérséklettől függ. A hazai forgalomban lévő adalékszereket 7 csoportba sorolhatjuk a főhatásuk szerint:

1. Képlékenyítő
2. Folyósító
3. Késleltető
4. Szilárdulásgyorsító
5. Légpórusképző
6. Tömítő
7. Fagyásgátló

Hazánkban a KEMIKÁL Építőanyagipari Vállalat a betonadalékszer-gyártás bázisvállalata. A gyártott és forgalomba hozott adalékszereinek mennyisége 1985. évben kb. 5200 tonna volt. Ha meghatározzuk ezen mennyiség felhasználásával készíthető vegyszeres beton mennyiségét, az ajánlott adagolások és  $300 \text{ kg/m}^3$  cementtartalmú beton figyelembevételével, ez kb.  $900\,000 \text{ m}^3$ -nek adódik.

Ha az éves szinten felmerülő betonigényt  $10\text{--}12$  millió  $\text{m}^3$ -nek vesszük, mindössze  $900\,000 \text{ m}^3$  készült a vállalatunk által gyártott adalékszerekkel. Ez az arány valamivel többnek adódik —  $13\text{--}14\%$  —, ha számításba vesszük az egyéb gyártók által forgalomba hozott, ill. importból beérkezett adalékszerek mennyiségét is. Ez az arány messze nem éri el az adalékszer-felhasználásban élenjáró országokat, ahol a beton  $50\text{--}60\%$ -át készítik betonadalékszerekkel. A nagyobb mértékű adalékszer felhasználást hazánkban több tényező fékezi:

- a forgalomban lévő betonadalék-szerek egy része tőkés importból származik, ezek behozatala korlátozott;
  - a termékválaszték még mindig nem teljes;
  - a potenciális felhasználók sok esetben nem kellően tájékozottak a betonadalékszer-felhasználással kapcsolatban az előnyökről — és problémákról sem —, ezért idegenkednek az alkalmazástól;
  - egyes üzemekben a műszaki apparátus erős leterheltsége miatt nem foglalkoznak ezzel a megoldással (nincs rá idő, pénz, energia);
  - sok betongyárból hiányoznak a vegyszeradagolóhoz szükséges adagoló berendezések;
  - vannak olyan minőségjavulást eredményező hatások, melyek nem realizálódnak azonnal gazdasági megtakarításként, s ez sok esetben az alkalmazás gátját jelenti (pl. a szerkezet élettartamának növekedése, a tömörség, fagyállóság, vízzáróság stb. javulása következtében).
- Az adalékszereket alapvetően 2 csoportba sorolhatjuk:
- speciális igények kielégítésére használt szerek,
  - általánosan használható szerek.

A speciális igényeket kielégítő szerek megoldhatatlan műszaki probléma áthidalását teszik lehetővé (pl. hézag nélküli, nagyterefogatú szerkezetek készítése, alacsony hőmérsékleten végzett betonozás), ezért alkalmazásuknál a gazdasági megfontolás általában csak az adalékszer kiválasztására terjed ki.

Az általánosan használható szereknel azonban az adalékszer alkalmazása az eldöntendő kérdés. Az általánosan használható szerek közé soroljuk a képlékenyítőket, folyósítókat, szilárdulásgyorsítókat, kombinált hatású szereket. A képlékenyítő- és folyósítószerek alkalmazása az elérhető műszaki előnyökön túl gazdaságos is.

Az állami építőiparban felhasznált beton jelentős mennyisége betongyárakban készül. A beton szállíthatósága megkívánja, hogy a beton konzisztenciája a képlékeny és kissé képlékeny konzisztencia tartomány közé essen, ez felel meg a szerkezetbe történő beépíthetőség-bedolgozhatóság feltételeinek. A klasszikus betontechnológia szerint a képlékeny konzisztenciájú beton  $10\%$ -kal több keverővízzel készül (adalékszer alkalmazása nélkül), mint a kissé képlékeny konzisztenciájú. Azonos betonminőség elérése érdekében természetesen ezzel arányosan több cementet kell tartalmazzon. Képlékenyítőszert alkalmazásával, mint pl. PLASTOL BF a beton képlékenysé válik anélkül, hogy a keverővizet, cementtartalmat növelnénk, ugyanakkor a betonminőség változatlan marad. Ezzel összefüggésben a beton szilárdsága azonos cementmennyiség alkalmazása esetén  $10\text{--}20\%$ -kal

\* 1986. szept. 18-án a Beton Szakcsoportban elhangzott előadás.

növekszik, ill. a tervezett szilárdság annnyival kevesebb cementtel is elérhető.

Nézzünk egy példát, hogyan alakulnak a költségek vegyszer nélkül és vegyszer alkalmazása esetén:

Az MI 04.-19-ben szereplő betonreceptekből: C 350;  $D_{max}$  16 mm; m 5,3 (II).

Betonminőség	Alkotó	Konzisztencia			
		FN	KK	K	F
C20	Cement	310	360	430	500
	Víz	150	180	210	245
	Adalék	1870	1860	1720	1570

FN = földnedves

KK = kissé képlékeny

K = képlékeny

F = folyós

### Költségösszehasonlítás

#### C 20-16/K minőségű beton előállítása a cél

Vegyszer nélkül

430 kg/m<sup>3</sup> cement × 1464,— Ft/kg  
(átl. cementár) = 629,5 Ft/m<sup>3</sup> beton  
0,5% PLASTOL BF alkalmazása esetén elegendő, ha KK-nak megfelelő cementtartalommal készítjük a betont  
360 kg/m<sup>3</sup> cement × 1464 Ft/kg = 527 Ft/m<sup>3</sup>  
szükséges 1,8 kg PLASTOL BF 10,2 Ft/kg termelői ár  
1,8 kg/m<sup>3</sup> × 10,2 Ft/kg = 18,4 Ft/m<sup>3</sup>  
összesen: 545,4 Ft/m<sup>3</sup>

Az adalékszer alkalmazásával elérhető megtakarítás:

84 Ft/m<sup>3</sup> beton

A folyósítószeret nagyobb szilárdságú önthető, ill. előregyártott betonoknál célszerű alkalmazni. Az alkalmazás célja a frissbeton bedolgozhatóságának, tömörségének többletvíz adagolás nélküli javítása. Kissé képlékeny frissbetonhoz keverve, ily módon folyós önterülő betonkeverék állítható elő, mely szűk keresztmetszetű, sűrű vasalású zsaluzatba is könnyen jól bedolgozható, és szivattyúval is szállítható. Ezt a hatást a klasszikus betontechnológia csak 15-20% többlet keverővíz adagolásával tudta elérni. A jelentős többlet víz egyrészt lényeges szilárdságvesztést okozott, melynek ellensúlyozása többlet cementadagolást tett szükségessé, másrészt növelte a beton kivérzésre való hajlamát, csökkentette az összetartó-képességét.

A folyósítók adagolásának másik célja a betonkeverékek viztartalmának jelentős csökkentése (15-20%-os) anélkül, hogy a keverék bedolgozhatósága romlana. A víz-cement tényező csökkentése következtében nő a beton kezdő- és végszilárdsága, javul a vízzárósága és fagyállósága, fokozódik a kopásállósága és kémiai ellenálló-képessége.

Mind a képlékenyítő, mind a folyósítószer alkalmazásával, hogy növelik a beton tömörségét, növelik a korrózióvédő tulajdonságát a külső agresszív közegekkel szemben, ezáltal a betonacél korróziós veszélyeztetettsége csökken.

A folyósítók cementtakarékos betonok készítésére is felhasználhatók. Adott konzisztenciájú frissbeton keverék, adott szilárdsági jellemzők mellett folyósítószer-adagolás segítségével kisebb víz- és cementtartalommal készíthető, mint adalékszer nélkül.

Szintén egy példán szeretném bemutatni, hogyan alakulnak a költségek folyósítószer alkalmazása esetén:

#### C 20-16/F minőségű beton előállítása a cél

Vegyszer nélkül

500 kg/m<sup>3</sup> cement × 1464 Ft/kg  
(átl. cementár) = 732 Ft/m<sup>3</sup> beton  
1,5% VISKOMENT V alkalmazása esetén elegendő KK-nak megfelelő konzisztenciával készítjük a betont  
360 kg/m<sup>3</sup> cement × 1464 Ft/kg = 527 Ft/m<sup>3</sup>  
szükséges 5,4 kg VISKOMENT V 16 Ft/kg termelői ár  
5,4 VISKOMENT V × 16 Ft/kg = 86,4 Ft/m<sup>3</sup>  
összesen: 613,4 Ft/m<sup>3</sup> beton

Az adalékszer alkalmazásával elérhető megtakarítás:

118,6 Ft/m<sup>3</sup> beton

Mindkét bemutatott példából jól látható, hogy amennyiben a képlékenyítő- és folyósítószeret cementmegtakarításra kívánjuk felhasználni, az elérhető gazdasági eredmény mindkét esetben igen jelentős.

A cementmegtakarítás mellett egyéb költségcsökkentő és növelő tényezők is fellépnek:

#### Költségcsökkentő tényezők

- A folyósítóhatás kihasználása esetén:  
tömörítési (vibrációs) idő és energia csökkentése, esetleg megszűnése;  
bedolgozás élőmunka igényének csökkenése;  
vibrátorok, munkagépek számának csökkenése, élettartamuk növekedése;  
zsaluk, formák lassúbb elhasználódása;  
felületjavítási költségek csökkenése.
- A v/c csökkentés lehetőségének kihasználása esetén:  
cementmegtakarítás — amennyiben a fellépő szilárdságnövekedésre nincs szükség;  
gőzérleléshez szükséges energia és idő csökkentés;  
sablon forduló-idejének — sablonpark mennyiségének — csökkentése;  
a szilárdságnövekedés miatt esetenként betonacél megtakarítás;  
vízzáró bevonatok elhagyása.

#### Költségnövelő tényezők

- a felhasznált adalékszer ára;
  - az adalékszer tárolásával, adagolásával kapcsolatos költségek.
- A beton előállítási költségeket közvetlenül nem érintő tényezők:
- Betonminőség javulás — tömörség, fagyállóság —, ezáltal élettartam növekedés;
  - a dolgozók munkakörülményeinek javulása;
  - a bedolgozási munka könnyebbé válása, vibrációs zajcsökkenés, könnyebb zsaluk, sablonok stb.

A gazdaságosság elemzése összetett folyamat. A folyósító- és képlékenyítőszer gazdaságossága fenti tényezők alapján számítható az adalékszer nélkül készült betonok hasonló paramétereire viszonyítva.

A gazdaságosság vizsgálatának elősegítésére az 1. táblázatban bemutatom a KEMIKÁL által forgalomba hozott betonadalék-szerkezetet az ajánlott adagolási mennyiségük és egységáruk feltüntetésével. A táblázat utolsó oszlopában az egyes termékek 1 m<sup>3</sup> betonkeverékre vonatkoztatott anyagköltségét számoltam ki 300 kg/m<sup>3</sup> cementtartalmú beton esetén.

1 m<sup>3</sup> betonkeverékre vonatkoztatott adalékszer költség

Főhatás jele	Adalékszer	*Ajánlott adagolás kg/m <sup>3</sup> beton	Termelői ár Ft/kg	Vegyszer-költség 1 m <sup>3</sup> betonra, Ft
S-FG	KALCIDUR NV-3/N	12,0	7,8	93,6
S	TRICOSAL S III.	18,0	7,6	136,8
FG	BARRA FROST	3,0	10,0	30,0
P	PLASTOL BF	1,5	10,2	15,3
P	PLASTOL K	1,8	6,5	11,7
P	BARRA FLUID	1,5	34,11	51,2
L-P	BARRA PLAST 75 L	1,2	13,5	16,2
F	VISKOMENT V	4,5	16,0	72,0
K	RETARDOL F	3,0	5,3	15,9
K	RETARDOL 85	4,8	10,2	49
K	BARRA LENT	3,0	49,5	148,5
T	TRICOSAL N	3,0	15,4	46,2
L	BARRA 55	0,15	71,0	10,6

\* 300 kg/m<sup>3</sup> cementadagolású beton esetén

Magyarországon 1982-85. években forgalmazott képlékenyítő- és folyósíthatósági betonadalékszer jellemzői

Terméknév	Egységár Ft/kg	Tökésimport-hányad, %	Átlagos adagolás cementtömeg %	Keverhető beton m <sup>3</sup> /kg	Átlagos cementmegtakarítás	
					%	kg/m <sup>3</sup>
PLASTOL BF	10,20	—	0,5	0,5714	8	28
BARRA PLAST C	45,80	83	0,3	0,9523	8	28
BARRA PLAST 75 L	13,50	29,5	0,4	0,7143	8	28
BARRA FLUID	34,11	57,7	0,5	0,5714	12	42
PLASTOL K	6,5	—	0,6	0,4743	8	28
RAVENIT BV 65	20,48	100	0,5	0,5714	8	28
VISKOMENT V	16,0	—	1,5	0,1905	15	52,5
BP-1-A	20,0	—	1,5	0,1905	15	52,5
BARRA SUPER	63,76	70	1,5	0,1905	15	52,5
MELMENT L-10	24,0	100	1,5	0,1905	15	52,5
SIKAMENT	60,0	100	1,5	0,1905	15	52,5

A következőkben tekintjük át a hazai forgalomban lévő képlékenyítő- és folyósítószer tulajdonságait. A 2. táblázatban az adalékszer márkanevét, termelői árát, tökés import tartalmát, átlagos adagolását cementtömeg %-ban, a jelzett adagolás mellett 1 kg adalékszerrel keverhető betonmennyiséget m<sup>3</sup>-ben, végül a képlékenyítőhatás hasznosítása révén elérhető átlagos cementmegtakarítás mértékét százalékosan, illetve természetes mértékegységben tüntettem fel.

A 2. táblázatban szereplő adalékszereink közül jelenleg is forgalomban lévő KEMIKÁL termékekről rövid tájékoztatást adok:

PLASTOL BF  
PLASTOL K  
BARRA PLAST 75 L  
BARRA FLUID  
VISKOMENT V

#### PLASTOL BF

Kloridmentes, szulfidlúgbázisú, légpórusképző mellékhatású betonképlékenyítő-szer. Javítja a beton bedolgozhatóságát, ill. azonos bedolgozhatóság esetén 5-10% keverővíz-csökkentést tesz lehetővé. A vízcökkentés következtében a

beton 28 napos nyomószilárdsága 10-20%-kal nő, ill. az előírt szilárdság kb. 10%-kal kevesebb cementtel érhető el. Csökken a beton szétosztályozódása, javul vízzárósága és korrózióállósága. Az alumínátcementek kivételével minden, legalább 350-es minőségű hazai cementtel alkalmazható. Minden legalább 150 kg/m<sup>3</sup> cementet tartalmazó, természetes szilárdulású beton és vasbeton készítéséhez használható. Keverővízzel hígítva kell a betonkeverőbe adagolni. Javasolt adagolása: 0,4-0,6% a cement tömegére számítva.

#### PLASTOL K

Kloridmentes, szulfidlúgbázisú kötészélesztető mellékhatású képlékenyítő-szer. A frissbeton konzisztenciáját és a megzilárdult beton tulajdonságait a PLASTOL BF-hez hasonló mértékben javítja, de kötészélesztető mellékhatása következtében a beton hosszabb ideig megőrzi bedolgozhatóságát. Ez különösen a mixerkocsis transzportbetonoknál igen előnyös. A beton korai szilárdulását is lassítja, de a szilárdság 7 napos korban utoléri a vegyszer nélküli betonét. A PLASTOL BF-nél hígabb, így további hígítás nélkül adagolható a keverővízbe vagy közvetlenül a betonkeverőbe. Javasolt adagolása: 0,6% a cement tömegére.

### *BARRA PLAST 75 L*

Kloridmentes, szulfitlúgot és szintetikus légbuborékképzőt tartalmazó kombinált hatású képlékenyítő-légbuborékképző szer. Alkalmazható minden 350-es és 450-es cementtel (az aluminátcementeket kivéve) természetes szilárdulású beton és vasbeton készítéséhez a konzisztencia javítására, a keverővíz mennyiségének csökkentésére és kisméretű légbuborékok képzésére. Ennek szilárdságnövelő hatása kompenzálja a légtartalom szilárdságcsökkentő hatását, emellett hozzájárul a vízzáróság és a fagyállóság növekedéséhez.

Kisebberheléseknek kitett út és térburkolatok, szabadtéri műtárgyak készítéséhez általánosan ajánlott szer.

### *BARRA FLUID*

Kloridmentes, ligninszulfonátot és szintetikus hatóanyagokat tartalmazó, fokozott hatású képlékenyítőszer. Szivattyúzott betonokhoz különösen előnyös. Minden 350-es és 450-es cementhez használható, az aluminátcementeket kivéve. A beton szilárdulását, légpórustartalmát nem befolyásolja.

A BARRA FLUID-ot a keverővízzel hígítva kell a betonkeverőbe juttatni. Javasolt adagolása: 0,5–0,8%, de legalább 1,5 kg/m<sup>3</sup>.

### *VISKOMENT V*

Kloridmentes, melamin-lignin-formaldehid gyanta bázisú szintetikus folyósítószer. Alkalmazható minden legalább 270 kg/m<sup>3</sup> 350-es vagy magasabb szilárdságú cementtel készülő, természetes szilárdulású vagy gőzérlelt betonhoz. A beton konzisztenciáját 2 osztállyal javítja, ill. képlékeny v. folyós betonok előállítása során 15–20% víz megtakarítását teszi lehetővé. Képlékenyítő hatása a beton hőmérsékletétől és összetételétől függő sebességgel csökken, ezért ajánlatos a betont minél hamarabb, 20 °C-on lehetőleg 20 percen belül bedolgozni. Mivel kloridmentes, feszített betonokhoz is alkalmazható.

Javasolt adagolása: 1–2,5% a cement tömegére. Adagolható a keverővízzel, de legcélszerűbb a kész betonhoz hozzákeverni.

A hazai betonadalékszer-gyártás és -forgalmazás bázisa a KEMIKÁL Építőanyagipari Vállalat. A problémákat ismerve és azok megoldására folytatunk fejlesztési munkát, melynek elsődleges célja, hogy lehetőleg hazai alapanyagbázison (esetleg szocialista importhányaddal) gazdaságosan előállítható egyenletes minőségű termékeket tudjunk biztosítani a mindenkori műszaki igényeknek megfelelő választékban és mennyiségben, por- és folyadékformában egyaránt.

A másik alapvető feladat a felhasználók széles körű, színvonalas tájékoztatása az adalékszer-felhasználással kapcsolatos előnyökről és problémákról.

A fentiek alapján indokolt volt egy olyan kutatási-fejlesztési munka megkezdése, mely a külföldi adalékszer típusok hazaiakkal való helyettesítését, valamint a meglévő magyar gyártmányok korszerűsítését irányozza elő. Ez a kutatási célkitűzés összhangban van a melléktermék- és hulladékhasznosításra törekvő országos programokkal is.

Várhatóan a népgazdasági érdekek megfelelően a cement- és energiatakarékossági program teljesítése során a betonadalékszerekkel elérhető eredményeket mind jobban felismerik és így azok felhasználása nagyobb mértékben előtérbe kerül.

*Сабо, К-не: Настоящее состояние применения пластификаторов и разжижителей бетонов в Венгрии.*

*Frau Szabó, Károlyné: Die Lage der Beton-Plastifikatoren und Verflüssigungsmittel in Ungarn*

*Szabó, Károlyné: Plasticizing and Superplasticizing concrete Admixtures—the Hungarian Scene*

# Egyesületi élet

## A Szilikátipari Tudományos Egyesület 1986. évi tevékenységéről

Az 1986. február 20-án megtartott XIV. tisztújító küldött közgyűlésünk kijelölte az egyesület öt évre szóló feladatait, amelyből következtek az 1986. évre meghatározható konkrét cselekvési irányok is. Az 1986. év a VII. ötéves terv induló éve, amikor a népgazdaság külső és belső feltételei a középtávú tervidőszakra elképzelhető képest tovább romlottak. Nyilvánvalóan a munkánk előterébe is azok a törekvések kerültek, amelyek a kedvezőtlen feltételekhez való rugalmasabb alkalmazkodással, a gazdaság teljesítő képességének, a versenyképes termékek részarányának növelésével, a műszaki fejlesztést végző szakemberek innovációs készsége fejlesztésének igényével függnek össze.

Szakosztályaink, központi bizottságaink, szakcsoportjaink, üzemi-intézményi csoportjaink az Elnökség által egy évvel ezelőtt jóváhagyott program szerint végezték munkájukat, de a rugalmassági követelményeknek megfelelően egy sor olyan aktuális kérdéssel is foglalkoztak, amelyek menet közben merültek fel.

Szervezeti tevékenységünk azokon az akciókon keresztül mutatható be legjobban, amelyeket az esztendő folyamán szerveztünk és lebonyolítottunk.

Február 20-án került sor, mint ismeretes a XIV. tisztújító közgyűlésünk megtartására, amikor az egyesület létszáma 2250 volt, jelenleg a létszámunk 2285.

Június 3-4-én BÉlapátfalván volt az V. tudományos őrlesei kollokvium.

Augusztus 27-28-án Szegeden tartottuk a Szilikátipari Ifjúsági Napokat, melyről meg kell említeni a rendkívül nagy érdeklődést úgy az előadások, mint a szakmai kirándulások iránt.

Jó kezdeményezésnek ítélték meg a résztvevők, hogy megismerkedhettek a Csongrád megyei MTESZ történetével és tevékenységével, valamint a József Attila Tudományegyetem iparágunkat érintő oktató-kutató tevékenységével is.

Szeptember 11-12-én Balaton-Tapolcán a hőszigetelőanyag kollokvium volt.

Október 14-15-én a finomkerámiai napokat rendeztük meg.

Október 16-17-én a XVIII. Szilikátkémiai ankétot rendezte meg a Cementszakosztály és a Szilikátkémiai Bizottság Balatonalmádban.

November 13-14-én a 9. üvegipari napok megrendezésére került sor Tokodon.

December 15-16-án Budapesten kerültek megrendezésre a harmadik téglás-napok.

A fentiekben túl természetesen egy sor ankét, kollokvium és egyéb összejövetel is volt.

Az említett ún. kiemelten kezelt rendezvények időbeosztásával kapcsolatban kérem a szakosztályokat és a központi bizottságokat, hogy az év egészében egyenletesen elosztva próbálják szervezni.

A nem központi rendezvények bonyolításához, ill. meghirdetésére bevezetésre kerül a Rendezvény Naptár, melyet havonta állítunk össze, elsősorban gazdasági megfontolásokból. Tapasztalataink szerint a rendezvények száma jóval több, mint ami a Rendezvény Naptárban megjelenik. Tudjuk, hogy jóval előre meg kell adni a rendezvények helyét, idejét,

de ezzel a rendezvények tervszerűsége is növelhető. Az éves programok összeállításánál már gondolni kellene erre és mintegy munkatervként szerepelhetnek egy-egy szervező egységénél.

Külföldi cég által finanszírozott gyártmányismertetőre ez évben sajnos csak két esetben került sor. Kérnénk, hogy a jövőben az ez irányú szervező munkát kiemeltebben kezeljük.

Társ Egyesületekkel közösen több rendezvény megtartására került sor. Kapcsolataink az ET-vel, az SZVT-vel, az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesülettel jónak mondható.

Az év folyamán Egyesületünk képviselőiben több külföldi konferencián és tanulmányúton vettek részt Egyesületünk tagjai. Tökés viszonylatban

— XIV. Nemzetközi Üvegkongresszuson Indiában 2 fővel,  
— a VIII. Nemzetközi Cementkémiai és Technológiai Kongresszuson Braziliában 3 fővel voltunk képviselve.

Szocialista viszonylatban Bulgáriában kettő, NDK-ban egy, Csehszlovákiában két rendezvényen képviseltettük magunkat. 1987. évre áthúzódik még az 1986. évre tervezett VI. Nemzetközi Ásványgyapot Konferencia, amely NDK-ban kerül megrendezésre és öt fővel képviseltetjük magunkat.

A nehéz körülmények mellett is tartani tudtuk az előző években kialakult színvonalat. Úgy gondolom, hogyha az Egyesület továbbra is élvezzi a vállalatok vezetőinek eddigi támogatását, úgy az eddigi szint tartható lesz.

Egyesületi munkánkban mind nagyobb részt vállalnak az üzemi-intézményi csoportjaink. Ami megmutatkozik a csoportok által szervezett rendezvények számában, a nagy rendezvényeken és központi előadásokon való részvételük arányában is. Mind szorosabb kapcsolat alakul ki a megyei MTESZ-szervezetek és vidéki csoportjaink között is. Ilyen konkrét kapcsolat van Pest, Baranya, Borsod, Csongrád és Heves megyékben.

Fontos láncszemét képezik üzemi csoportjaink annak a kapcsolatnak, amely a szakszervezetekkel való együttműködés területére vonatkozik. Az Egyesületünk több tagja részt vesz önmaga is a szocialista brigádok munkájában. Az érdeklődést tanúsító brigádvezetőket meghívják a csoport rendezvényeire.

A szakszervezetekkel való kapcsolat továbbfejlesztése céljából jó kezdeményezésnek tartjuk a Durvakerámiai Szakosztály, valamint a Téglá- és Cserépipari Tröszt Szakszervezeti Intéző Bizottságának együttműködését, ahol ez évben pl. közösen mérték fel és dolgoztak ki javaslatokat az iparágban dolgozó műszakiak helyzetének javítására.

Az Egyesületi munkánk végzéséhez komoly segítséget kaptunk a MTESZ főtitkárától, helyettesétől és munkatársaitól. A több évig vitatott kérdésekben sikerült közös nevezőre jutnunk. Az Egyesület hivatalos apparátusát érintő kérdésekben véleményünket kikérjük és észrevételeinkre reagálnak.

Az Építők Szakszervezetével való kapcsolatunk az eddig érvényben levő együttműködési megállapodásunk alapján történt. Ez év augusztus 19-én értékeltük az eddigi együttműködésünk formáit és tartalmát.

Megállapítottuk, hogy az együttműködésre továbbra is szükség van, de ez ne szűküljön le csak a vezetők és a vezető testületek közötti kapcsolatra, hanem a műszaki-közgazdasági értelmiség gondjainak megoldásához nyújtsanak segítséget, és segítsenek abban, hogy az Egyesületekben végzett

munka mint társadalmi munka kapjon elismerést az üzemekben, intézményekben is.

A jövő év folyamán az együttműködési megállapodás újra megfogalmazásra kerül.

Az Építésügyi Minisztériummal való kapcsolatunk sokrétű, az Egyesület véleményét kikérik az ágazatot érintő perspektivikus kérdésekben. Az Intéző Bizottság szükségesnek tartja a minisztériummal érvényben lévő megállapodás újra fogalmazását.

A felsőoktatási intézményekkel a hagyományos együttműködést folytattuk. Megelégedéssel vettük tudomásul, hogy az egyetemek a szilikátipari vállalatokkal való kapcsolatokat is igyekeznek erősíteni. Ezt szolgálta pl. a Miskolci Nehézipari Egyetemen tartott tudományos konferencia, melynek témája „A szilikát- és építőanyag-ipari vállalatok számára végzett kutatások eredményeivel” foglalkozott.

Az egyetemek és főiskolák diploma pályázatait az évben is értékeltük és elismertük.

Az Egyesületi tevékenységünkben fontos helyet tulajdonítunk az Építőanyag folyóiratunknak. Többoldalú kritika érkezett az Egyesület vezetőségéhez a lap tartalmát illetően. Az Intéző Bizottság a kritikai megjegyzések figyelembevételével átalakította, kibővítette a szerkesztő bizottságot, az újonnan megalakult szerkesztő bizottság megfelelő intézkedéseket határozott el, melynek eredményeiről a későbbiekben tudunk beszámolni.

Az Egyesületben végzett kimagasló tevékenységéért az év folyamán hat fő részesült Kiváló Munkáért miniszteri kitüntetésben, hat fő Szilikátiparért Érdemérem kitüntetésben, egy fő MTESZ-díjban, három főt MTESZ-empléklappal jutalmaztak. Egy fő a fiatalok közül az Alkotó Ifjúsági Pályázaton nyert. Kilenc diploma pályázatot díjaztunk. Ezentúl a különböző nagy rendezvények szervezői tiszteletdíjban részesültek.

Az 1987. évi célkitűzéseink meghatározását számunkra megkönnyíti, hogy a IV. n. év során október 18-án került megrendezésre a MTESZ XIV. Tisztújító Közgyűlése, amelynek határozata az egyesületünk számára is megfelelő iránypontokat ad.

A közgyűlésről október hó végén beszámoltunk az Intéző Bizottságnak és tájékoztattuk az Igazgatók Fórumát is.

Egyesületünk Intéző Bizottsága, valamint a Vállalati Igazgatók Fóruma megvitatta a MTESZ XIV. Tisztújító Küldött-közgyűlésének határozatait, melyekből kiemelten egyetértését fejezte ki abban, hogy

— az Elnöki Tanács 1983. évi határozata rendezte a MTESZ jogállását és állami felügyeletét, valamint ehhez kap-

csolódóan a különböző egyesületi szervezeteinkben folyó tevékenység elismerését és elismertetését.

— Fontosnak tartjuk a Szövetség azon tevékenységét, melylyel felvállalta a reálértelmiségérdekközvetítő és érdekképviseleti funkcióját, és ennek keretében — együttműködve az illetékes állami és társadalmi szervekkel — feltárta és feltárja a műszaki fejlődést gátló tényezőket.

— Helyesnek tartjuk azt, hogy erőfeszítéseket és konkrét javaslatokat tett a MTESZ vezetősége az értelmiségi pályán dolgozók teljesítménnyel összhangban levő fokozott anyagi és erkölcsi elismerésére, hogy ezzel is növelhető legyen a műszaki pályák vonzereje.

— A Szövetség nagy súlyt helyez arra, hogy üzemi-intézményi csoportjaink tevékenységére a párt- és szakszervezeti szervek nagyobb figyelmet fordítsanak, a társadalmi és politikai szervek tájékozódjanak tevékenységükről, illetve beszámoltatással, feladatok, programok egyeztetésével segítsék munkájukat.

Összhangban a MTESZ és az Egyesületünk XIV. Tisztújító Küldött-közgyűlésének határozataival, 1987. évben munkánk középpontjában az alábbi főbb célkitűzések megvalósításának a segítségét tartjuk szükségesnek:

— A kutatási eredmények gyors és széles körű felhasználásának elősegítése úgy a termelésben, mint a műszaki fejlesztés területén.

— Javaslatok kidolgozásában való részvétel a központi irányítási rendszer tökéletesítésére.

— A vállalati-intézményi és a központi szervezetek útján a szerződéses és szakértői munkák körének bővítése, ezzel egyidejűleg az Egyesület gazdálkodási helyzetének javítása.

— A technológiai és munkafegyelem javítására javaslatok kidolgozása, ennek érdekében a tartalékok feltárása.

— Az alkotó munka feltételeinek javítása, aminek nem elhanyagolható részét kell képezze a fő munkahely szerepének növelése. Ez nem vonatkoztatható el a reálértelmiség helyzetével való további, kiemelt törődéstől.

— Szervezeteink tagsága sorában helyet foglaló magas képzettségű szakembereknek javaslataikkal, véleményalkotásukkal elő kell segíteniök a kutatás-fejlesztés céljaira fordítható anyagi eszközök célszerű és szelektív felhasználását, elő kell segíteni a *minőség* javítása érdekében tett erőfeszítéseket.

— Az állami és társadalmi szervekkel még szorosabb kapcsolatokat kell kialakítani feladataink eredményes megoldása érdekében.

Dr. Mihócs Ferenc  
főtitkár

# Konferencia hírek

„Poranal '86” III. Szemcseméret-analitikai és portechnológiai szimpózium  
1986. szeptember 16–18.

A szimpóziumot a Méréstechnikai és Automatizálási Tudományos Egyesület Összetételi és Környezetvédelmi Mérések Szakosztálya Részecskeanalitikai Szakcsoportja, az Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület, a Gépipari Tudományos Egyesület, a Magyar Kémikusok Egyesülete és a Szilikátipari Tudományos Egyesület közreműködésével rendezte Balatonfüreden.

A szimpóziummal egy időben kiállításon kerültek bemutatásra az egyes témákhoz kapcsolódó műszerek, berendezések.

A mintegy 200 amerikai, angol, csehszlovák, finn, japán, jugoszláv, francia, magyar, NDK, NSZK, osztrák és szovjet szakember aktív részvételével megtartott szimpóziumon 36 előadás hangzott el, 20 poszter került bemutatásra.

A szimpózium szekciói:

Porok és szuszpenziók tulajdonságai  
Szemcseméret-analízis mérés technikája  
A részecskeanalitika mérőkészülékei és berendezései  
Alkalmazástechnika  
Környezetvédelmi portechnológia  
Poszter szekció

A szimpóziumon az alábbi, a szilikátiparhoz közvetlenül kapcsolódó előadások hangzottak el:

Tscharnuter, W.–Weiner, B.  
(USA)

A részecskenagyság megoszlásának meghatározása fotonkorrelációs spektroszkópiával

Matsuo, Y.  
(Japán)

Környezeti aeroszolok szemcseméret-eloszláson alapuló mérése és érzékelése

Eder, Fr. (NSZK)

Gyors részecske-celemzés centrifugálásos módszerrel

Eder, Fr.  
(NSZK)

Automatikus felületmérés

Hlavary, J.–Antal, L.

(Magyarország)

Szilárd minták szemcseméretének meghatározása infravörös spektrofotometriás mennyiségi meghatározásokhoz

Ruuskanen, J.–Huovilainen, R. T.

(Finnország)

Szemcseméret meghatározása optikai transzmissziós méréssel

Tömösy, L.–Molnár, K.–Örvös, M.

(Magyarország)

Fluid diszperz nedves porleválasztó készülécsalád kifejlesztése

Verdes, S.–Opoczky, L.–Mrákovics, K.–Török, K.

(Magyarország)

Lézergranulometria az őrléstechnológia szolgálatában

Csiszár, A.

(Magyarország)

A porleválasztó berendezések hazai ipari háttere és fejlesztésének fő iránya

Csató, P.–Hegyessy, Gy.

(Magyarország)

Részecskeméret és koncentráció meghatározása diszperz rendszerekben fényszóródásmérés alapján

Pátkay, F.–Tardos, J.

(Magyarország)

Tűzött nemez ipari szűrőanyagok fejlesztési eredményei

Kálmán, I.–Kutta, J.

(Magyarország)

Nagy térfogatú pormintavevő üzemegészségügyi vizsgálatokhoz

Kárpáti, J.

(Magyarország)

A foglalkozási porterhelés ellenőrzésének stratégiája

A szimpózium azon túlmenően, hogy széles körű tájékoztatást adott a résztvevők számára az említett témakörökben, lehetővé tette a közvetlen tapasztalatcserét is, így nagyon hasznosnak bizonyult a legkülönbözőbb ágazatokban tevékenykedő szakemberek számára.

Sircz János

## „HŐSZIGETELŐ-ANYAG ANKÉT”

Balaton-Tapolca, 1986. szept. 11–12.

A Szilikátipari Tudományos Egyesület Szilikátkémiai Bizottsága és Szigetelőanyag Szakcsoportja, valamint az Építőipari Tudományos Egyesület Hőszigetelő Szakbizottsága közös szervezésben, másfél napos „Hőszigetelő-anyag” kollokviumot rendezett.

Lengyel József, a Tapolcai Szigetelőanyag-gyár igazgatója, az első nap délutánján tartott üzemlátogatás során fogadta az ankét résztvevőit, és ismertette a gyár termelésének főbb adatait és feladatait.

Dr. Mátrai József, egyesületünk főtítkárhelyettese, a szakmai nap megnyitó előadásában, az SZTE és az ÉTE nevében üdvözölte a kollokvium résztvevőit. Emlékeztetett arra, hogy hasonló szakmai rendezvényre utoljára 10 évvel ezelőtt került sor. Örömmel állapította meg, hogy az előadók és a hallgatók között kutatók, tervezők, vállalati fejlesztők, felhasználók, szabványosítók és kutatásirányítással foglalkozó minisztériumi szakemberek egyaránt megtalálhatók. Ezt a tényt a kollokvium sikere szempontjából jó kiindulási feltételnek tartotta.

A továbbiakban az építőanyag-ipar VI. ötéves tervi műszaki fejlesztési tevékenységét néhány számszerű adattal



jellemezte. Ezzel összefüggésben kiemelte, hogy az összes (1387 mFt) műszaki fejlesztési ráfordításon belül a vállalati források 1173,7 mFt-ot tettek ki. A KMFA összege 381,3 mFt volt.

A szigetelőanyag-iparban a KMFA ráfordítás 27,7 mFt-ot, míg az ehhez kapcsolódó vállalati hozzájárulás 30 mFt-ot ért el. Ezen a területen a vállalatok összes műszaki fejlesztési ráfordításainak összege valamivel meghaladta a 107,6 mFt-ot.

A szigetelőanyag-iparon belül a szálalás hőszigetelő-anyagok kutatására az elmúlt öt évben 20,5 mFt-ot fordítottunk, amit alacsonynak kell minősíteni.

A számszerű adatok értékelését követően a SZIKKTI-ben készült részletes elemzésre (Dr. Kunvári Árpád: A KMFA finanszírozású építőanyag-ipari műszaki fejlesztés VI. ötéves eredményei, problémái, tanulságai) alapozva összefoglalta a VI. ötéves tervi építőanyag-ipari fejlesztések legfontosabb tanulságait. Ezek szerint a sikeres KMFA kutatások eredményességét leginkább előmozdító tényezők a következők voltak:

- a bevezetés (alkalmazás) kedvező vállalati fogadókésztsége,
- a megoldás olyan fokú kidolgozottsága, amely alkalmas az üzemi bevezetésre,
- a szükséges kutatási-fejlesztési költségkeret biztosítása, az elvi megoldástól egészen a bevezetésig,
- a jó és céltudatos együttműködés a kutatók és a vállalati fejlesztők között,
- a kutató-fejlesztő-megvalósító együttes felelőssége és közös, konkrét személyekre szóló anyagi érdekltsége.

Az előzőekben felsorolt tényezők hiánya viszont a kutatók nem kellő hasznosulását, esetenként kudarcát eredményezte.

Javasolta, hogy az elmúlt öt év tanulságait a szigetelőanyag-ipar fejlesztése érdekében ebben a tervciklusban közösen hasznosítsuk.

Az anketon elhangzott 9 előadás áttekintést adott:

- a Tapolcai Szigetelőanyag-gyár VII. ötéves tervben várható fejlesztési-feladatairól,
- a szálalásanyagok és gyártási technológiák általános fejlődési tendenciáiról,
- a szilikátszálak gyakorlati alkalmazása szempontjából fontos minőségi követelményekről,
- a hőszigetelő-anyagok piacának hazai helyzetéről és kutatási következményeiről.

A témák aktualitását igazolta, hogy a rendezvényen 12 intézmény 60 szakemberrel képviseltette magát.

Dr. Mátrai József elnöki zárszavában a kollokviumot valamennyi résztvevő szempontjából hasznosnak és eredményesnek minősítette. Külön is kiemelte azokat a legújabb kutatási, fejlesztési és alkalmazástechnikai eredményeket, amelyek az egész iparág további fejlődése szempontjából alapvető fontosságúak. A kollokvium azt is bebizonyította, hogy az iparág területén széles körű, elmélyült kutató-fejlesztő tevékenység folyik. Erre alapozva javasolta, hogy a Tudományos Egyesület rendezésében a jövőben rendszeresen, kétvenként tartsák meg a Szigetelőipari Napokat.

Befejezésül köszönetet mondott az előadóknak és szervezőknek, továbbá a házigazdának, a Tapolcai Szigetelőanyag-gyárnak.

## A világ szilikátiparából

### Falazótömbök

A falazótömbgyártó ipar tevékenységét legjobban a Thermalite vállalat példáján lehet érzékeltetni. A vállalat többek között a Holdon megjelenő első embert, Armstrong asztronautát kérte fel arra, hogy a vállalat egyik felavató díszében hangoztassa a könnyű betonfalazóblokk előnyeit.

Pályázatokat hirdettek, amelynek díja floridai utazás volt, vagy ígéretet tettek arra, hogy helyet foglalnak a nyertes számára egy űrkomputázon. Valamennyi között legeredményesebb a Johnsen Vállalat volt, amelyik bejelentette, hogy különleges szolgáltatás keretén belül, gyakorlatilag a vevő által kívánt bármilyen téglát hajlandó előállítani, és támogatást nyújt a vevőnek a tégláépület tervezésében.

Ugyanez a vállalat Tudor-rózsákkal díszített téglákat állított elő, színes téglákat gyártott, csavart téglákat állított elő az Erzsébet-korszaknak megfelelő csavart kémények dívatjának kielégítésére, a boltívek és a sarokképződmények kialakításához szükséges téglákat hoz forgalomba stb.

A különleges termékek piacának megkeresése és megteremtése azonban lényegesen nehezebb azoknak a vállalatok-

nak, amelyek olyan köznapi termékekkel jelennek meg, mint amilyen a homok és a kavics.

Miután Nagy-Britanniában az építkezések üteme lecsökkent, és ennek megfelelően a homok- és a kavicskereslet egyre jobban visszaesett, ezért több nagyvállalat az USA felé orientálódott.

Sok vállalat beruházásokat végzett az USA-ban és kőbányákat vásároltak, betonkeverék-gyártó üzemeket vettek át.

Nagy-Britannia építőanyag-iparának egyik legnehezebb helyzetben levő ágazata a cementipar. Ebben az ágazatban a kereslet alig lehet befolyásolni, viszont az árakat messzeemenően megszabja a három legnagyobb cementipari vállalat által alkotott kartell.

A cementipari vállalatokat mindenképp a nyugtalanítja, hogy esetleg nem tudják felvenni a versenyt az olcsó külföldi importált cementtel. Eddig mindenesetre az importált olcsó cement a brit piacokon csak egészen kis %-ban tudott meghonosodni.

(Gray, J.: Selling moves into fashion: Building materials. = Financial Times, 1986. 29. 846. sz. február 4. p. IV.)

## Eredményes próbapörgetés kerámia turbinával

A Sundstrand Corp. üzeme a Turbomach teljes sebességen és teljesítménnyel eredményesen próbálta ki radiális kerámia turbinakerekét. A kisegítő erőművi egységként szolgáló turbinát 93 800 ford/perc sebességgel forgatták. A turbina anyaga szilíciumnitrid. A teljesítmény növeléséhez szükséges méretnövelés jó kilátásokkal kecsegtet. A szilíciumnitrid alapanyagai könnyebben elérhetők, mint a nikkel-kobalt ötvözeteké, amiket a hagyományos gázturbinákban alkalmaztak.

(Amer. Ceram. Soc. Bull. 1986. 3. sz.)

## Kerámia turbina forgórész a Mazda MX-03 gépkocsiban

A Hiroshima Co közlése szerint kerámia alapú turbinával szerelik fel a Mazda MX-03 prototípusának 1,962 literes hármas forgórészes forgómotorját. A gép turbinakamrájában a kerámiabélést hevítés útján tágitott alumínium burkolatba sajtolják bele. A forgórész is alumíniumból készül, de ezekbe kerámia égéskamra hornyokat öntenek. A forgórész vashornynak kerámia tömítésük van, ugyancsak kerámiaalapú a motor tömítése is, ami közvetlenül a rotor oldalában van rögzítve. A kerámia bélésű turbinaház magasabb hőmérséklet és egyenletes hőmérsékletelosztást biztosít a forgómotor egyes zónái között. A motor ezen része forgácsolható kerámiából készül, ami lehetővé teszi a tartó nyílások, gyújtógyertya furatok és tömítési hornyok kialakítását.

(Amer. Ceram. Soc. Bull. 1986. 3. sz.)

## Kerámiaüzemet indít a Corning cég az NSZK-ban

Az amerikai Corning Glassworks nyugatnémet leányvállalata a Corning GmbH, Wiesbaden Kaiserslauternben katalizátor hordozó kerámietestek gyártását kezdi el 1986. júliustól az autóipar számára. Az új üzem a világ katalizátorhordozó gyártás 65–70%-át viszi, a fennmaradó 30–35% a japán licencadó NGK cégé. Dél-Koreában az ázsiai térség igényeinek fedezésére építenek hasonló üzemet. Az európai igény 1986-ban 2,2–2,5 millió darab, 1987-ben 3 millió darab lesz. Ha az NGK 1988-tól Belgiumban elkezd a gyártást, akkor a Corning GmbH piaci részesedése Európában 100%-ról 70-re csökken. Az üzem kapacitása 5 millió test/év. Indításkor 150 munkás dolgozik és 70 M/DEM forgalmat várnak. A kaiserslauterni Corning Keramik GmbH 1987-ben túljut a fedezeti ponton, esetleg a leírások után is.

(Handelsblatt, 1986. jún. 10.)

## Szuperplasztikus kerámiai szerkezeti anyagok Japánban

A nagoyai Állami Ipari Kutatóintézetben (Government Industrial Research Institute) Fumihiro Wahai olyan ittrium-cirkon polikristályokat (Y-TZP) állított elő, 0,3  $\mu\text{m}$  átlagos szemcsenagysággal, amelyek korlátozott hőfoktartományban és viszonylag kis nyúlásérték mellett szuperplasztikusak. A tetragonális Y-TZP előállítására 3 mólszázalék ittriumot tartalmazó szilárd oldatot nyomóhatás nélkül zsugorítanak. A kapott próbák az eredeti hosszúság 120%-val megnyújthatók. A hajlítószilárdság azonos a szilíciumnitridével és az anyag felülete rendkívül sima. Míg az átlagos kerámiák alakíthatósága (duktilitás) meglehetősen alacsony, az Y-TZP szuperplaszticitása révén 40-szer könnyebben alakítható, mint a szilíciumnitrid vagy szilíciumkarbid. Ezek még 1200 °C-on is csak 3%-kal nyújthatók.

A szuperképlékenység fellépése kerámiáknál bizonyos hőmérséklet-tartományban új lehetőségeket ígér a kerámia alkatrészek gyártásában. Lehetővé válik a kovácsolás, sajtolás, rúdsajtolás és az elkészült darabokat már nem, vagy alig kell forgácsolni. A japán kutatóintézetben folytatják a szuperképlékeny kerámiák kutatását és a szuperképlékenység fellépésének vizsgálatát.

(Frankfurter Zeitung, Blick D. D. Wirtschaft, 1986. jún. 11.)

## Jól fejlődik a csehszlovák szilikátipar

Az 1986–1990 időszakban a Csehszlovák szocialista Köztársaság üveg- és kerámia-termelése 18%-kal növekszik, szemben az előző öt éves időszak 11 százalékos termelésnövekedésével. A termelésnövekedés mind a hazai, mind a külföldi igények kiszolgálására hasznosítható.

A cseh üveget a világ hetven országába exportálják. Az üvegszál, üvegszövet és optikai üvegszál termelés növekedése a leghangsúlyosabb, de a színes TV-képcső előtermékéből is több készül. A szilikátipar elsősorban a hazai felvevő iparok számára kíván nagyobb választékot és mennyiséget biztosítani. A síküveg termelés évi 53 Mm<sup>2</sup>-ről 74 Mm<sup>2</sup>-re nő, és ezen belül is nő az üsztatott üveg aránya. Csökken a fajlagos energiafogyasztás és az üzemek munkáslétszáma is. Az üvegipar ilyen alakulását az észak-csehországi Retenicében 1987-ben induló második üsztatott üveggád segíti elő. Az első berendezést üsztatott üveg gyártására 1969-ben indították. A fejlesztés következtében nő a biztonsági, bútor- és tükrőüvegyártás is. A nyugat-szlovákiai Trnavában (Nagyszombat) a Skloplast új üvegszálgyárat indít, a litomyšli üvegyár termelését korszerűsítik, hogy a villamosipar számára is jól használható üvegselymet gyárthasson.

Korszerűsítik a fűtőberendezéseket és növelik az üveg-cserép visszaolvasztás arányát az olajmegtakarítás érdekében.

(Refractories Journal, 1986. május-június.)

---

*A szerkesztésért felel:*

Dr. Székely Ádám

*Szerkesztőség:*

Budapest VI., Anker köz 1—3. 1368

Telefon: 226-497

*Felelős kiadó:*

Dr. Varga György

*Kiadja:*

Delta Szaklapíró és Műszaki Szolgáltató Leányvállalat

Budapest VII., Garay u. 5. 1442

Telefon: 415-583, 215-440

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Hírlapkézesítő Hivatalok és a Posta Hírlapelőfizetési és Lapellátási Irodáján 1900 Budapest V., József Nádor tér 1. vagy átutalással a 215-96 162 pénzforgalmi jelzőszámra.

Egy szám ára 26,- Ft. Előfizetés egy évre 312,- Ft.

Külföldön terjeszti a Kultúra, 1389 Budapest, Pf. 149 és a Magyar Média 1392 Budapest Pf 86-253

Neotyp Nyomdaipari Szolgáltató Kiszövetkezet  
Felelős vezető: Kurucz Gábor

**INDEX: 25250**  
**HU ISSN 0013—970 X**

