

# SZILIKÁTTUDOMÁNY

## Los Angeles-vizsgálat az európai szabványosítás rendszerében

Árpás Endre – Emszt Gyula – Gálos Miklós – Kárpáti László

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék

### Bevezetés

Zúzottkövek, tört kavicsok közetfizikai minősítése szilárdsági és időállósági tulajdonságaik alapján történik. Ezeknél a halmazos építési kőanyagoknál a szilárdsági tulajdonságok meghatározása a különböző országok szabályozási rendszerében vagy forgódobos, vagy mozsaras vizsgálati módszerrel történik. Hazánkban, az érvényben lévő termékszabványok mindegyike a forgódobos halmazszilárdsági vizsgálatok valamelyikét, illetve közülük többnek a vizsgálati eredményét használja az alkalmasság megítélésére.

Az 1. táblázatban összefoglaltuk a termék-előírások vizsgálati módszerekre vonatkozó követelményeit. A táblázat jól szemlélteti, hogy a Los Angeles-vizsgálat, amely az építési kőanyagok szem nagyságtól függő halmazait dinamikus munkával aprózza, mindegyik előírásban ott van. Ezt erősíti az a tapasztalat is, miszerint ha egy kőzetről, annak megítéléséről szakmai körökben beszélünk, az első kérdés: „mennyi a losa?”

1. táblázat

Építési kőanyagok halmazszilárdsági vizsgálatokra vonatkozó követelményei

| Előírás    | Építési kőanyag megnevezése | Vizsgálati módszerek |              |             |                    |                   |
|------------|-----------------------------|----------------------|--------------|-------------|--------------------|-------------------|
|            |                             | Los Angeles          | Deval száraz | Deval vizes | Mikro-Deval száraz | Mikro-Deval vizes |
| MSZ 18291  | zúzottkő                    | X                    | X            | X           |                    |                   |
| MSZ 18292  | terméskő                    | X                    |              |             |                    |                   |
| MSZ 18293  | tört kavics                 | X                    |              |             |                    |                   |
| ÚT 2-3.601 | útépítési zúzott kőanyag    | X                    |              | X           |                    | X                 |

Vizsgálati rendünkben 1959-ig az MSZ 1991 és az MSZ 1992 számú szabványok írták elő a természetes kövek vizsgálati módszereit. Az MSZ 1991 számú szabvány zúzottkövek minősítésére a Stübel-vizsgálatot tartalmazta. A Stübel-vizsgálat a mozsárba (üstbe) helyezett zúzottkő mintára ható ütőmunka hatására bekövetkező aprózódást méri. Ez a vizsgálat csak a nagyobb szem nagyságú halmazokra adott jól használható eredményeket. Az út-

építés – mint nagy felhasználó – igényelte, hogy a kisebb szem nagyságú halmazok is megfelelően minősíthetők legyenek. Az Útügyi Kutató Intézetben és a Budapesti Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszékén folyó kutatási munka eredményeként 1959-től a kövizvizsgálati szabvány már előírja a Los Angeles- és Deval-vizsgálatokat is.

A Los Angeles-vizsgálat nemcsak a hazai, hanem a nemzetközi gyakorlatban is egyre szélesebb körben terjedt el. A halmazos termékek közetfizikai csoportba sorolása, minősítése a Los Angeles-vizsgálat vizsgálati eredményeinek felhasználásával megadott határértékekhez kötött. A Los Angeles halmazszilárdsági vizsgálat szerepének fontosságát az a tény is kiemeli, hogy az európai szabványosítási folyamatban a „Kőanyag halmazok mechanikai és fizikai tulajdonságainak vizsgálata” című sorozatban a Magyar Szabványügyi Testület a két fontos halmazszilárdsági vizsgálat harmonizált európai szabványát szinte egy időben jelentette meg.

Először az MSZ EN 1097-1:1988 1. rész: A kopásállóság vizsgálata (mikro-Deval) szabvány jelent meg, majd az MSZ EN 1097-2:2000 2. rész: „Az aprózódással szembeni ellenállás meghatározása” cím alatti kiadása a Los Angeles-vizsgálatot mint referencia-módszert, illetve az ütővizsgálatot mint alternatív módszert szabályozta.

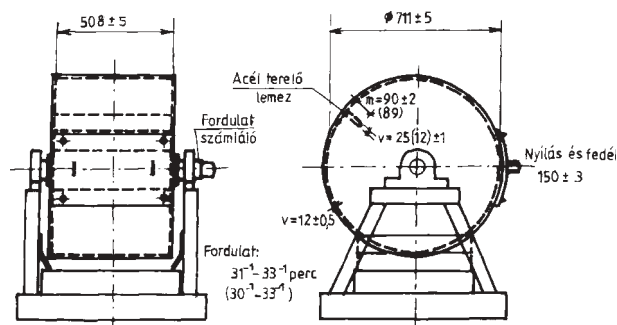
Mivel az európai szabványosítási rendszer még nem teljes, a termékszabványok kidolgozása még most folyik, így a közetfizikai minősítő vizsgálatokat ma még az építési kőanyagok szabványsorozatába tartozó MSZ 18287-1:1991 számú, „Építési kőanyagok szilárdságvizsgálata próbahalmazon. Los Angeles-vizsgálat” című szabvány előírásai szerint kell elvégezni. Látszatra ez a vizsgálati és minősítési gyakorlat kettősséget mutat. A valóságban azonban azért nem okoz gondot, mert a termék-előírások nemzetközi egységesítéséig a hazai előírásokban az érvényben lévő magyar vizsgálati szabványok a meghivatkozottak.

Az MSZ EN szabvány szerinti vizsgálatokra fel kell készülnünk. Ezért a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőanyagok és Mérnökgeológia Tan-

székén működő akkreditált Anyagvizsgáló Laboratóriumának kőzetvizsgáló laborrészlegében összehasonlító vizsgálatosorozatot végeztünk az MSZ és az MSZ EN szabványok előírásainak figyelembevételével. Reméljük, hogy a vizsgálatosorozat eredményei és az eredményeket, vizsgálati módszert értékelő tapasztalataink segítik az európai szabvány bevezetését és rendszerbe állítását.

## A Los Angeles-vizsgálat vizsgálattechnikai ismertetése

A Los Angeles-vizsgálat nagy átmérőjű dobban acélgolyók segítségével, dinamikus ütmunkával aprózza a kőzetanyagot. A vizsgáldobban terelőlemez van, amely a dob forgása közben felemeli a vizsgálandó kőzetanyagot az acélgolyókkal együtt. A terelőlemezről ezek lehullva, a kőzetet átkeverve, ütte aprózzák, és az aprózódás mértéke alkalmas a halmaz szilárdsági tulajdonságainak megítélésére. A Los Angeles-vizsgálat aprózódásnak az 1,6 mm-es vizsgálószitán átesett, lemorzsolódó finomszem-részt tekintik. A Los Angeles-berendezés (vizsgáldob) elrendezését és méreteit az új európai szabványban előírt tűrésekkel az 1. ábra mutatja. Megjegyezzük, hogy ezek a méretek a terelőlemez vastagságára vonatkozó előírások kivételével azonosak a magyar szabványban megadott méretekkel. Ahol eltérések vannak, ott a hazai előírások szerinti méreteket zárójelben tüntettük fel.



1. ábra

A vizsgálatához tartozó golyókészlet az európai előírások szerint 11 db acélgolyóból áll, amelyek mindegyike 45 és 49 mm közötti átmérőjű. Minden egyes golyó tömege 400 és 450 g közötti, a teljes készlet tömege pedig 4690 és 4860 g közötti kell, hogy legyen. A magyar szabvány golyókészlete 12 db-os. A golyók átmérője  $47 \pm 0,5$  mm, és egyenkénti tömegük 390 és 445 g közötti. Az európai szabványban, annak is az „A” mellékletében az alternatív szűk frakciók vizsgálatához szintén 12 db golyó használatát írja elő az MSZ EN is.

A vizsgáloberendezés méreteinél és tartozékainál minimális eltérés van a két előírás között. A Los Angeles-vizsgálat értékelésének szemléleti rendjében azonban nagy különbséget jelent az, hogy a korábbi magyar előírások szerint a vizsgálatot különböző szemmagyságú halmazokon lehet elvégezni, tehát a minősítés mindig az adott szemmagysághatáru termékre vonatkozik, míg a közös európai szabvány adott szemmagysághatáru – 10/14 mm szemmagysághatáru – vizsgálati mintára vonatkozik, azaz nem a termék, hanem így a termék kőzetanyaga kerül minősítésre.

Az MSZ EN 1097-2:2000 szabvány biztosít azonban „kiskaput” is az ún. szűk szemmagysági osztályú halmazok Los Angeles-vizsgálatára. A szabvány „A” melléklete szerint a referenciavizsgálat lehetséges kiegészítő vizsgálata elvégezhető a szűk szemmagysági osztályú mintákon.

A 2. táblázat az MSZ 18287-1:1991 szabvány szerinti vizsgálati osztályok, a 3. táblázat az MSZ EN 1097-2:2000 szabvány referencia-módszerének, míg a 4. táblázat az MSZ EN 1097-2:2000 szabvány tájékoztató vizsgálatának előírásait foglalja össze.

A vizsgálati anyagra vonatkozó magyar előírások olyan mintavételezést írnak elő, amely szerint az alaphalmaz olyan tömegű legyen, amelyből a vizsgálat a szükséges ismétlési számban elvégezhető. Vizsgálati gyakorlatunk  $n = 2$  ismétlési számot használ. Ha ezek átlaga legfeljebb 10%-ban tér el egymástól, úgy további, pontosító ismétlésre nincs szükség. Három vagy több vizsgálati ered-

2. táblázat

| Vizsgálati osztályok                                | I         | II        | III       | IV        | V         | Va        | VI        | VII        | VIII       | VIIIa      | IX         | X          |
|-----------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 70 – 80                                             |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            | 2500       |
| 60 – 70                                             |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            | 2500       | 2500       |
| 50 – 60                                             |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            | 2500       | 5000       |
| 35 – 50 mm szemmagyság esetében bemérendő anyag (g) |           |           |           |           |           |           |           |            | 5000       | 10000      | 5000       |            |
| 25 – 35                                             |           |           |           |           |           |           | 1250      | 5000       | 5000       |            |            |            |
| 20 – 25                                             |           |           |           |           |           |           | 1250      | 5000       |            |            |            |            |
| 12 – 20                                             |           |           | 2500      | 5000      | 2500      | 5000      | 1250      |            |            |            |            |            |
| 8 – 12                                              |           | 5000      | 2500      |           |           |           | 1250      |            |            |            |            |            |
| 5 – 8                                               |           |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |
| 2 – 5                                               | 5000      |           |           |           |           |           |           |            |            |            |            |            |
| Egy próbahalmaz vizsgálandó tömege (M), g           | 5000 ± 5  | 5000 ± 5  | 5000 ± 5  | 5000 ± 5  | 5000 ± 10 | 5000 ± 10 | 5000 ± 10 | 10000 ± 20 | 10000 ± 20 | 10000 ± 20 | 10000 ± 25 | 10000 ± 25 |
| Golyók száma                                        | 6         | 7         | 8         | 9         | 11        | 11        | 12        | 12         | 12         | 12         | 12         | 12         |
| Golyók össztömege (g)                               | 2500 ± 15 | 2920 ± 15 | 3330 ± 20 | 3750 ± 20 | 4580 ± 25 | 4580 ± 25 | 5000 ± 30 | 5000 ± 30  | 5000 ± 30  | 5000 ± 30  | 5000 ± 30  | 5000 ± 30  |
| Összforgulatszám                                    | 500       | 500       | 500       | 500       | 500       | 500       | 500       | 1000       | 1000       | 1000       | 1000       | 1000       |
| Számítási állandó L                                 | 90        | 100       | 105       |           | 120       |           |           |            |            |            | 125        |            |

mény átlagából képzett mértékadó eredmény képzésénél az átlagtól való eltérésnek már nincs szerepe.

Az európai szabvány előírja, hogy a laboratóriumba küldött minta tömege olyan legyen, hogy benne legalább 15 kg legyen a 10–14 mm közé eső vizsgálati szemnagysági osztály tömege. A 10/14 mm-es vizsgálati mintát úgy kell részmintákból összeállítani, hogy az feleljen meg a 3. táblázatban megadottaknak. Az MSZ EN ismétlési számra nem ad utasítást. A vizsgálat pontosságára az ismétlési határ (-r-) az összehasonlítási határ (-R-) körvizsgálattal történő meghatározásával ad összefüggéseket.

3. táblázat

| Vizsgálati minta szemnagysága                                                                           | A golyók száma, db | A golyók össztömege, G | Egy próbahalmaz vizsgálándó tömege, g |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 10–14 úgy, hogy 60–70% essen át a 12,5 mm vizsgálószítán, vagy 30–40% essen át a 11,2 mm vizsgálószítán | 11                 | 4690–4860              | 5000 ± 5                              |

4. táblázat

**Alternatív szűk szemnagysági osztályok**

| Szemnagysági osztályok, mm | A golyók száma, db | A golyókészlet tömege, g | Egy próbahalmaz vizsgálándó tömege, g |
|----------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| 4–8                        | 8                  | 3410–3540                | 5000 ± 5                              |
| 6,2–10                     | 9                  | 3840–3980                |                                       |
| 8–11,2                     | 10                 | 4260–4420                |                                       |
| 11,2–16,0                  | 12                 | 5120–5300                |                                       |

A vizsgálati anyag előkészítése a magyar szabványban szereplő 105 ± 5 °C-on, tömegállandóságig történő szárítással szemben az európai szabvány 110 ± 5 °C-on történő szárítást ír elő.

A vizsgálati eredmény kiszámítása az MSZ 18287-1:2000 számú szabvány szerint:

Los Angeles-aprózódási érték ( $a_{LA}$ ), amelyet 0,1% pontossággal kell kiszámítani:

$$a_{LA} = \frac{m - m_a}{m} \cdot 100,$$

ahol  $m$  a próbahalmaz kezdeti tömege, grammban;  
 $m_a$  az aprózódási veszteség tömege, grammban.

Los Angeles-szilárdsági érték (LA), amelyet 0,01 pontossággal kell kiszámítani:

$$LA = \frac{L}{a_{LA}} = \frac{L \cdot m}{100(m - m_a)},$$

ahol  $L$  a 2. táblázat szerinti állandó.

A vizsgálati eredmény kiszámítása az MSZ EN 1097-2:2000 számú harmonizált szabvány szerint:

$$LA = \frac{5000 - m}{50},$$

ahol  $m$  a szitamaradék 1,6 mm-es szítán, grammban.

A Los Angeles-érték ismétlési és összehasonlítási határértékére 28 laboratóriumban végzett körvizsgálatra hivatkozással 8 < LA 37 közötti értékszinthen az európai szabvány az alábbi összefüggéseket adja meg:

$$r = 0,06 LA$$

$$R = 0,17 LA$$

Ezúton is felhívjuk a figyelmet a vizsgálati eredmények pontos megnevezésére:

„Los Angeles-aprózódási érték”,

„Los Angeles-szilárdsági érték”,

„Los Angeles-érték”,

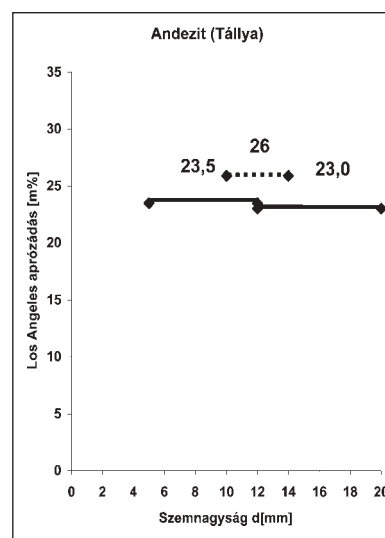
mivel a magyar és az európai szabványban azonos betűjel más-más mennyiséget, fogalmat stb. takar.

## A vizsgálati eredmények értékelése

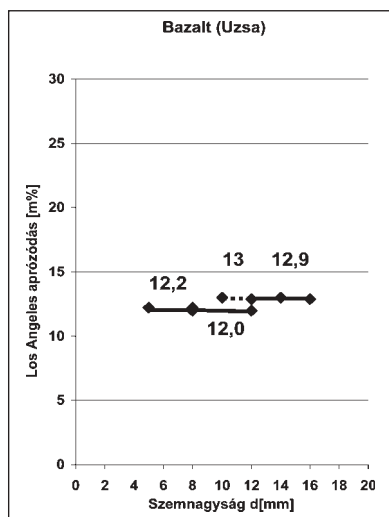
A BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékének közetvizsgáló laboratóriumában végzett összehasonlító vizsgálatok eredményeinek bemutatásával néhány olyan tapasztalatra szeretnénk felhívni a figyelmet, amelyek a Los Angeles-vizsgálatok eredményeinek értékelése során fontosak lehetnek.

A 2. és 3. ábrán közölt magmás kiömlési kőzetek Los Angeles-vizsgálati eredményei azt mutatják, hogy a Los Angeles-aprózódási érték szemnagysághatártól független. Az eredmények szinte azonosak, és a Los Angeles-érték jó egybeesést mutat a Los Angeles-aprózódási értékkel.

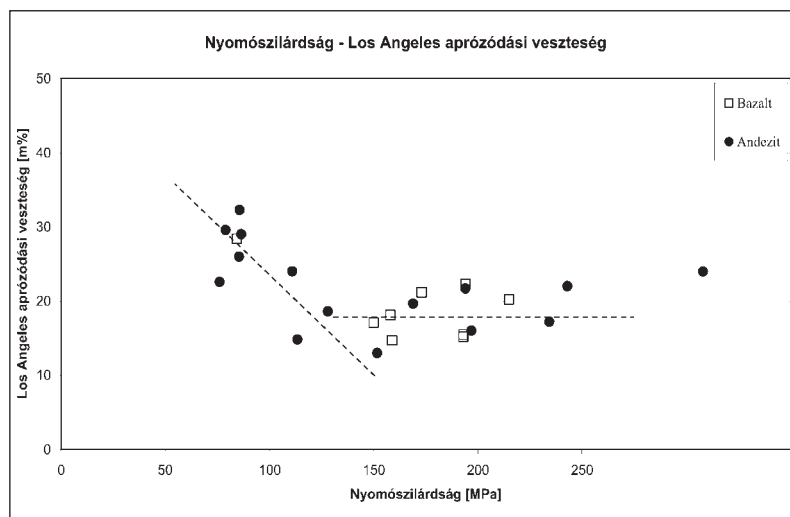
A fentiekkel nem egybevágó eredményeket mutatnak a karbonátos kőzeteken végzett vizsgálatok eredményei. Az általánosan elfogadott szemlélettel szemben ezeknél a kőzeteknél – tömött mészkő és dolomit – a Los Angeles-aprózódás értéke a nagyobb szemnagysághatárú termékek felé emelkedett (lásd 4. és 5. ábra). A Los Angeles-érték megfelelt a 8/12 mm szemnagysághatárú terméken mért értékeknek.



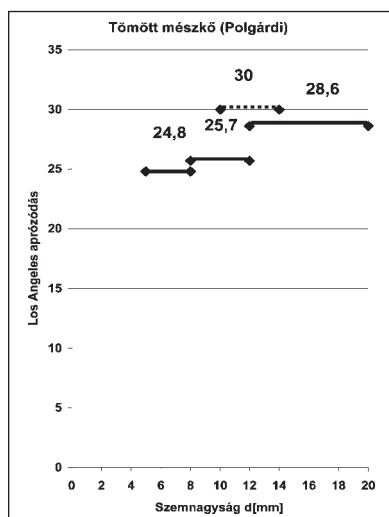
2. ábra



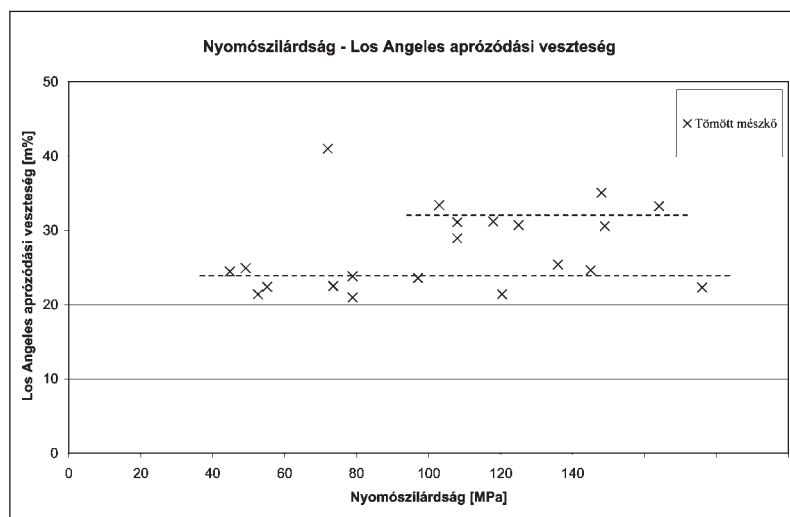
3. ábra



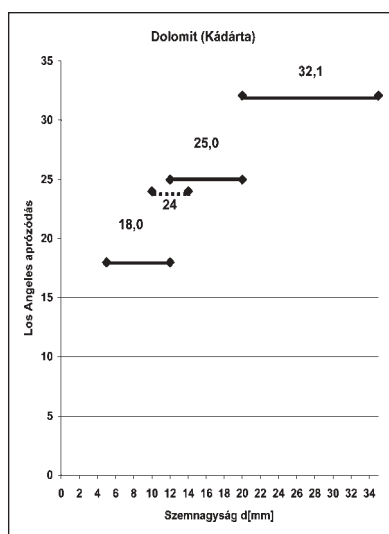
6. ábra



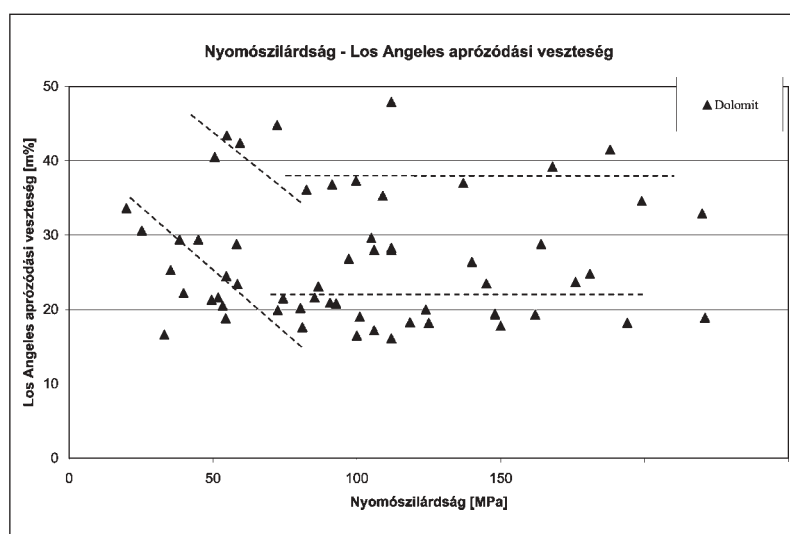
4. ábra



7. ábra



5. ábra



8. ábra

Az MSZ EN 1097-2:2000 számú szabvány szerinti vizsgálattal meghatározott Los Angeles-értékek (LA) az ábrákon pontozott vonallal jelölve:

|                          |    |
|--------------------------|----|
| andezit (Tállya)         | 26 |
| bazalt (Uzsa)            | 13 |
| tömött mészkő (Polgárdi) | 30 |
| dolomit (Kádárta)        | 24 |

Az építési kőanyagok szabványsorozata a Los Angeles-vizsgálatot a próbahalmazon végzett szilárdságvizsgálatok csoportjába sorolja. A vizsgálat elvét leíró meghatározásban a szabvány rögzíti, hogy a vizsgálati halmazokat meghatározott mennyiségű munkával aprítjuk, tehát az üte aprítás külső munka hatására bekövetkező szerkezeti változást eredményez. Hasonló a nyomószilárdsági vizsgálathoz, ahol a törés szintén külső munka hatására jön létre. A fentiek figyelembevételével vizsgáltuk a kőzetek egyirányú nyomószilárdsága és Los Angeles-aprózódási értéke közötti összefüggéseket.

Az összefüggések vizsgálatánál felhasználtuk a tanszéki laboratórium korábbi vizsgálati eredményeit, melyek közül több mint hetven vizsgálat az ún. zúzottkő-kataszter összeállításához készült (BME Ásvány- és Földtani Tanszék, SZIKKTI, 1983). A nyomószilárdsági vizsgálatokat szabványos henger alakú  $5 \pm 0,5$  cm átmérőjű, 10 cm magas próbatesteken, a Los Angeles-vizsgálatokat pedig laboratóriumi pofás törőn kétszer tört, 5/8 mm szemmagyságú szabványos próbahalmazon végeztük.

A 6. ábrán a magmás kiömlési kőzetek vizsgálati eredményei azt mutatják, hogy a 120 MPa-nál nagyobb szilárdságú andezitek és bazaltok Los Angeles-aprózódási értéke független a nyomószilárdság növekedésétől. A kisebb szilárdságú, „gyengébb” kőzetváltozatoknál a nyomószilárdság csökkenése az aprózódási veszteség növekedését eredményezi. Az ábrán a regressziós összefüggés jellegét szaggatott vonallal jelöltük.

A 7. és 8. ábrákon karbonátos kőzeteken kimutatott összefüggéseket ábrázoltunk. Karbonátos kőzeteknél a kristályosodottság mértéke különböző kőzetszöveti csoportba sorolja a tömött mészköveket és a dolomitokat.



*Los Angeles-vizsgálóberendezés  
a BMGE Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék  
kőzetvizsgáló laboratóriumában*

Tömött mészköveknél jól kimutatható, hogy a Los Angeles-aprózódási értéke független a kőzet nyomószilárdsától, csupán a kőzetszövet jellegétől függ. A kristályosodottabb kőzetváltozatok nagyobb aprózódási értéket (aprózódási veszteséget) mutatnak (lásd 7. ábra).

A dolomitoknál a kiömlési kőzetekhez hasonló összefüggések tapasztalhatók. A nagyobb szilárdságú kőzetváltozatoknál az aprózódási értékek közel azonosak, csupán a kőzet szöveti tulajdonságaitól függenek. Az alacsony szilárdságú dolomitoknál a szilárdság csökkenése az aprózódási veszteség növekedésével jár. A 8. ábrán a kijelölhető trendeket szaggatott vonallal jelöltük. Jól látható, hogy a tömött szerkezetű és a fellazult, finom kristályos szövetű kőzetváltozatok egymással párhuzamos regressziós összefüggést mutatnak.

A vizsgálati eredmények közötti összefüggések bemutatásával nem az volt a célunk, hogy átszámítási képleteket adjunk meg a két meghatározó minősítő kőzetfizikai anyagjellemző (egyirányú nyomószilárdság – Los Angeles-aprózódási érték) között, hanem az, hogy felhívjuk a figyelmet az építési kőanyagoknál a darabos és a halmazos termékek minősítési gyakorlatában a két eljárás fontosságára.

## **Összefoglalás**

A Los Angeles-vizsgálat a halmazos építési kőanyagtermékek fontos minősítő vizsgálata. A vizsgálat európai szabályozási rendje, megtartva a Los Angeles-berendezésre vonatkozó előírásokat a korábbi nemzetközi és hazai gyakorlattal szemben, amikor is a vizsgálatot különböző szemmagysághatárú halmazokon lehetett elvégezni, bevezette a 10/14 mm szemmagysághatárú vizsgálati mintán készítenendő vizsgálatot. A 10/14 mm szemmagysághatárú minta referenciavizsgálata mellett, kiegészítő vizsgálatként enged meg alternatív vizsgálatot adott szűk szemmagysághatárú halmazokon. Ez az egységesítés a korábbi előírásokkal szemben nem termék-, hanem kőzetminősítési szemléletű. A magyar szabvány termékcentrikus, az európai pedig kőzetanyagot minősítő. Előnye, hogy a mérési eredmények nemzetközi szinten összehasonlíthatók.

Az MSZ EN 1097-2:2000 előírásai alapján meghatározott Los Angeles-érték jó közelítéssel megfelel az MSZ 18287-1:1991 számú szabvány IV. vizsgálati osztálya szerinti Los Angeles-aprózódási értéknek. Vizsgálati tapasztalatunk az, hogy a kisebb szemmagysághatárú halmazokon meghatározott Los Angeles-aprózódási értékek alacsonyabb értékűek, ezért ezeket a vizsgálati eredményeket a termékminősítésnél az MSZ EN szemléleti rendjébe átvinni nem szabad, tehát az esetleges átértékelésnél a szemmagysághatár nem érdektelen jellemző.

A jelenleg érvényben lévő termékszabványok és előírások a kőzetfizikai minősítésnél az MSZ 18287-1:1991 szabvány szerint végzett Los Angeles-aprózódási értéket használják. Várhatóan a termékekre vonatkozó előírások korszerűsítése az MSZ EN 1097-2:2000 számú európai

harmonizált szabvány szerint meghatározott Los Angeles-érték használatát fogja megkövetelni.

Vizsgálati tapasztalataink hozzájárulhatnak ahhoz, hogy a hazai minősítési gyakorlatban a közetfizikai alkalmassági vizsgálatok közül kiemelten fontos Los Angeles-vizsgálat a jövőben is megőrizze vezető helyét, és a szakmai köztudatban a „Los Angeles-aprózódási érték”, a „Los Angeles-szilárdsági érték”, valamint a „Los Angeles-érték” vizsgálati eredményeket helyes fogalmi rendben használjuk.

A Los Angeles-vizsgálat vizsgálattechnikai értékelése az OTKA T 026393 számú kutatási munka keretei között, az alapkutatói program támogatásával készült.

#### Irodalom

MSZ 18287-1:1991: Építési kőanyagok szilárdságvizsgálata próbahalmazon. Los Angeles-vizsgálat.

MSZ EN 1097-2: Kőanyagalmazatok mechanikai és fizikai tulajdonságainak vizsgálata. 2. rész: Az aprózódással szembeni ellenállás meghatározása.

Budapesti Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszék, Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet Betonosztály: Különböző zúzottkővek beton-adalékanyagkénti alkalmazásának kutatása. Kutatási zárójelentés. (BME 204.005/79, SZIKKTI 3-44-III/79, Budapest, 1983).

\* \* \*

## Dr. Talabér József gyémántokleveles kohómérnök

A Miskolci Egyetem Tanácsa 2002. szeptember 3-án nyilvános ünnepi ülést tartott. Az ülésen részt vett *dr. Medgyessy Péter* miniszterelnök, az egyetemi karok dékánjai, továbbá mintegy 300 meghívott (országgyűlési képviselők, Borsod-Abaúj-Zemplén megye, valamint Miskolc megyei jogú város vezetői, az egyetem korábbi rektorai, hazai és külföldi egyetemek képviselői, az egyetemmel kapcsolatban lévő ipari, kereskedelmi, gazdasági szervezetek képviselői).

Az egyetem rektora, *prof. dr. Besenyei Lajos* üdvözölte a megjelenteket, majd *dr. Medgyessy Péter* miniszterelnök rövid köszöntője következett. A Miskolci Egyetem Bartók Béla Zeneművészeti Intézetének hallgatói köszöntötték az elsőéveseket. A rektor megköszönte a hallgatók műsorát, megemlékezett az egyetem 2001/2002. tanévben elhunyt oktatóiról, majd felkérte *dr. Böhm Józsefet*, a Műszaki Földtudományi Kar dékánhelyettesét, tegye meg előterjesztését a kari díszoklevelek adományozására.

Gyémántoklevelet kapott 6 fő, köztük **dr. TALABÉR JÓZSEF** aranyokleveles kohómérnök. Aranyoklevél elismerésben részesült 40 fő. Ezután az egyetem rektora **SIGNUM AUREUM UNIVERSITAT** kitüntetést adott át *dr. Bognár Gyula* úrnak.

Az ünnepség után került sor a Felsőoktatási Fejlesztési Program keretében megvalósult beruházások – főbejárat, előadótermek – ünnepélyes átadására.

Prof. dr. Talabér József 1942-ben szerezte mérnöki oklevelét Sopronban, a József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Bánya- és Kohómérnöki Karán. Első munkahelye a Magyar Állami Kőszénbánya Rt. volt, ahol hamar felismerték kiváló szakmai és emberi képességeit. 1945-ben a Barbid és Ferroszilícium Gyár főmérnökévé nevezték ki. 1949-ben az Ipari Minisztérium Mész-Cement-Üveg és Finomkerámia Főosztály Termelési és Műszaki Osztályának vezetője lett. Ezzel elkezdődött egy, a

magyar szilikátiparban egyedülálló szakmai karrier. 1952-ben kinevezték az Építőanyagipari Minisztérium Cementipari Igazgatósága főmérnökévé.

Ipari vezetői tevékenysége mellett kutatói munkát is végzett. 1955-ben a kémia tudomány kandidátusa, 1992-ben a műszaki tudományok doktora lett.

Tudására a felsőoktatás is igényt tartott. 1965-től a Veszprémi Vegyipari Egyetem tanára, 1967-1975 között a BME Építőanyagok Tanszék vezetője, később egyetemi tanára lett.

A cementipari beruházások mind az ő keze nyomát viselik. Egyik, talán legérdekesebb munkája az 1 Mt/év kapacitású DCM-beruházás volt, amelyben hazánkban először vezették be a Lepol-rendszerű égetési technológiát.

1963-ban a SZIKKTI igazgatója lett. Ezzel tevékenysége az egész szilikátiparra kiterjedt. Az intézetet európai hírű kutató- és tervezőintézeté fejlesztette. Az intézetnek jelentős része volt a szilikátipar 60-as években megindult erőteljes fejlődésében. Képviselte a szilikátipart az OMFB kutatásokat koordináló bizottságában, részt vett a MTA Műszaki Kémiai, valamint Szilikátkémiai Bizottság munkájában.

Szakirodalmi tevékenységét az 1977-ig megjelent 75 szakkikke, továbbá a Cementipari Kézikönyv főszerkesztőjeként végzett munkája, valamint három szakkönyv társszerkesztői tevékenysége jellemzi.

Mindezen tevékenységek mellett a Szilikátipari Tudományos Egyesület főtitkára volt 1958–1975 között, illetve elnöke 1975-től 1990-ig. Egyesületünk Tiszteletbeli Örökös Tagja, az Építőanyag c. szaklap szerkesztőbizottságának elnöke.

A fentiekből egy kiváló tudós és ipari vezető, közéleti ember képe áll előttünk, aki tudott dolgozni, dolgoztatni és tehetséges emberekből ütőképes csapatot szervezni. Munkáját több magas állami és tudományos kitüntetéssel ismerték el. Gratulálunk és jó egészséget kívánunk!

*Molnár Gyula*

# Az alkáliák és a cement

**Talabér József**

Az alkáliák fontosságát és kapcsolatát a cement és adalékanyagok alkáli-tartalmával csak a múlt század negyvenes éveiben kezdték el vizsgálni. Fontosságára csak akkor figyeltek fel igazán, mikor az angol Sfontow arról számolt be, hogy a betonok erősen duzzadnak abban az esetben, ha kémiai reakció megy végbe a cement viszonylag nagy alkáli-tartalma és az adalékanyagok között.

Ettől kezdve intenzíven foglalkoztak az alkáli-szilikát reakciókkal és azok káros következményeivel. Minden esetre szembeűnő, hogy a portlandcementek egyéb alkotóihoz képest kevesebbet törődtek a cement nyersanyagaiból származó alkáli-vegyületekkel, a  $K_2O$ -val és az  $Na_2O$ -val. Szerencsére a hazai cementek ezekből a gyártástechnológiai szempontból is kellemetlen, a korszerű klinkergyártó kemencékben feldúsuló kísérő anyagokból nem tartalmaznak veszélyes mennyiségeket [1, 2, 3]. Veszedelemesek azok az alkáli-vegyületek is, amelyek a betonkészítéskor kerülnek a rendszerbe. Ezen a téren is szerencsések vagyunk, mert a magyar beton-adalékanyagok általában kevés alkáliát tartalmaznak [1, 2, 3]. Veszélyessé válhat azonban ez a kérdés akkor, ha betonkészítéskor (esetleg takarékosági okokból) olyan nyersanyagokat használnak fel, amelyekben sok az alkáli. Az agyagtartalmú beton-adalékanyagok és alkáli-tartalmú homokok (pl. Pécs környéki homokok) okozta veszélyekre kell itt felhívni a figyelmet.

A kérdés rendkívül összetett, ugyanis az alkáli-tartalom szoros összefüggésben van a cement és a beton más alkotórészeivel és tulajdonságaival.

A beton káros duzzadását elsősorban az alkáli-kovász-víz rendszerben végbemenő reakciók okozzák. Ezekkel a reakciókkal a hetvenes évekig alig foglalkoztak. A cement- és betontechnológusok akkor kezdtek ezekre a folyamatokra felfigyelni, amikor Észak-Európában és különösen Észak-Amerikában tömegesen jelentkeztek az ilyen jellegű, sok esetben igen súlyos betonkárosodások (pl. autópályák vasbeton hídjainál).

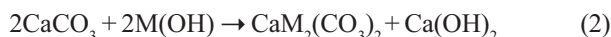
E cikk szerzője még az 1990-es években a Műegyetem Építőanyagok Tanszékén foglalkozott az alkáli-klorid reakciókkal [4]. Talán nem lesz érdektelen, ha a nem publikált munkának a cementekkel foglalkozó néhány gondolatát felelevenítjük és kiegészítjük.

Az alkáli-kovász reakciók sebessége és mértéke jelentősen függ az  $SiO_2$  kristályosodási fokától, diszperzitásától, a hőmérséklettől és sok más tényezőtől. A kristályos kvarc csak igen kis mértékben reakcióképes. A betonban lévő alkáli ez esetben csak felületileg reagál a nem reakcióképes kovászval, és az adalékanyag felületén alkáli-szilikát-hidrátok keletkeznek [5].

A fontosabb reakciók a következők [2]:



Az alkáliérzékeny karbonátokat tartalmazó beton-adalékanyagok karbonátjaival mennek végbe az ún. alkáli-karbonát reakciók. Ilyen anyagok az Egyesült Államokban, Németországban, Lengyelországban gyakoriak, de nálunk is számolni lehet velük. A reakciók a következők:



Dolomittartalmú adalékanyagoknál pedig:



A keletkezett alkáli-karbonát pedig a következőképpen reagál a rendelkezésre álló  $Ca(OH)_2$ -dal:

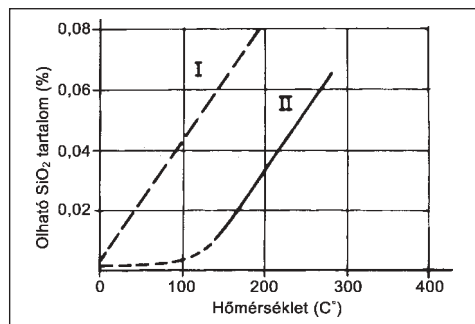


Az alkáli-kovász reakciók csak akkor mehetnek végbe, ha a beton-adalékanyagban lévő reakcióképes kovász az oldatba menő alkáliakkal érintkezik. Döntő kérdés tehát az oldható alkáliák mennyisége, amely nem egyenlő a teljes alkáli-tartalommal.

A portlandcementklinker alkáli-tartalma különböző formákban fordulhat elő. Mennyisége természetesen függ a felhasznált nyersanyag alkáli-tartalmától, az égetési feltételektől (pl. by pass alkalmazásától), és nagymértékben függ a hűtés sebességétől.

Az égetés után az alkáliákból gyakran szulfátvegyületek képződnek, de beépülhetnek az aluminátokba vagy a szilikátokba is. Az  $Na_2O$  főleg az aluminátokhoz, a  $K_2O$  pedig főleg a szilikátokhoz kötődik.

A kristályos kvarc és az amorf kovász oldhatóságát az 1. ábrán szemléltetjük

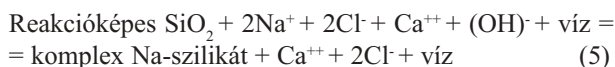


1. ábra. Az I. jelű görbe az amorf  $SiO_2$  a II. jelű görbe a kovász oldhatóságát mutatja a különböző hőmérsékleten [1]. Alkáli-szilika reakciók

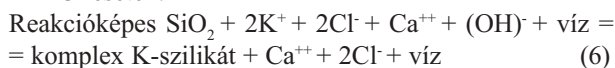
A vízzel érintkező cementben az alkáli-vegyületek viszonylag gyorsan oldódnak, azonban az oldhatóság a klinker összetételétől függően erősen változhat. A vízoldható alkáliák mennyisége a hidratáció első órájában a teljes alkáli-tartalom 20-60%-át érheti el.

A megkötő cement  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -tartalma és az alkáliák (pl. NaCl) közti reakciók vizsgálatánál feltételezték, hogy a hidroxilionok reakcióba lépnek a kovással, a kalcium- és kloridionok pedig oldatban maradnak. Ezért fontos a cement hidratációja során keletkező folyadék fázis-vizsgálata. A reakció az alábbi hipotetikus egyenlettel fejezhető ki

NaCl esetén:

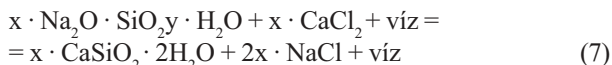


KCl esetén:



A folyamatokat befolyásolja a részt vevő ionok mérete [5].

Ha az alkáliérzékeny adalékanyag kalcium-hidroxid jelenlétében alkáli-oldatokkal érintkezik, a  $\text{Ca}^{++}/(\text{OH})^-$  molarány alapvetően befolyásolja a reakciót. Ha a reakció a fenti egyenlet értelmében megy végbe, a  $\text{Ca}^{++}/(\text{OH})^-$  molarány 0,5-nél, vagyis a  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  molarányánál nagyobb lesz. Ennek következtében alkáli-szilikát komplexek képződnek. Ha a molarány 0,5-nél kisebb, kalcium-szilikát-hidrát komplexek képződnek a következő egyenlet szerint:



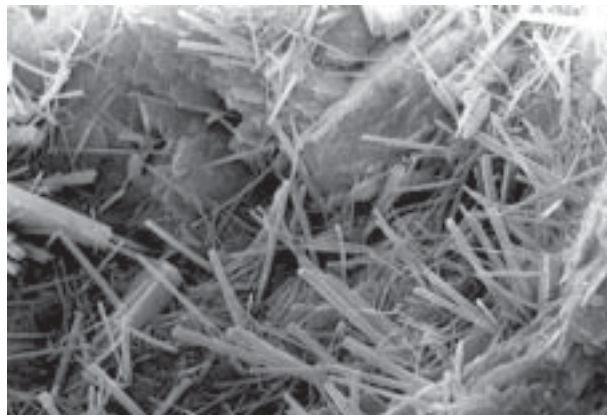
A folyamatot Idorn és munkatársai [6] munkásságát is figyelembe véve a következőkben foglalhatjuk össze:

- a  $\text{Ca}^{++}/(\text{OH})^-$  molarány annál kisebb, minél kevésbé reakcióképes a homokos kavics;
- az alkáli-kovassav reakció sebessége függ az alkáli-koncentrációtól;
- a  $\text{K}^+$  és  $\text{Na}^+$  ionok behatolása a reakcióképes kovasszemcsékbe függ az ionok méretétől, így a káliumionok behatolása a reakcióképes kovassavba gyorsabb, mint a nátriumionoké. Ez magyarázhatja, hogy a nagyobb káliumtartalmú portlandcement érzékenyebb, mint a nátriumtartalmú cement. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a káliumtartalmú vegyületek okozta duzzadás nagyobb, mint a nátriumot tartalmazó cementeké;
- a K-szilikát komplex jobban oldható vagy/és mozgékonyabb, mint a megfelelő Na-szilikát komplex;
- az alkáli-kovassav reakciók függenek a hőmérséklettől.

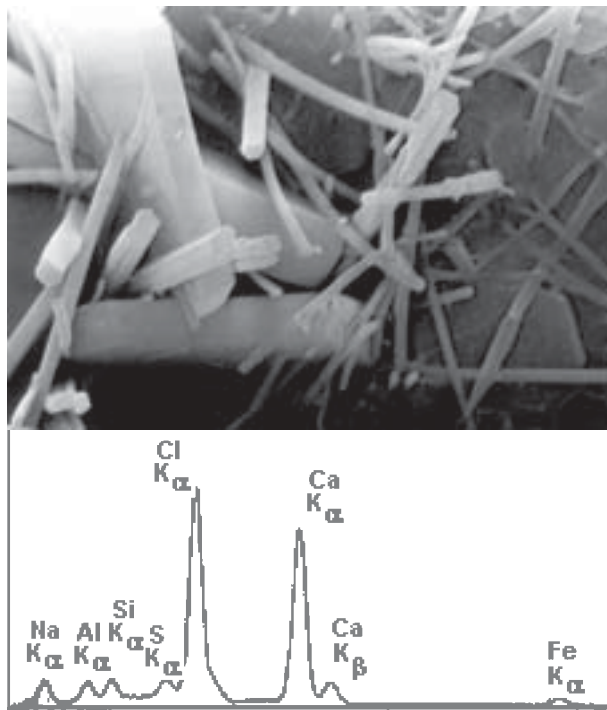
Betonban az alkáli-kovassav reakciók amorf fázisokat és néhány kristályos fázist eredményeznek. A kristályok közötti gél és a kristályos fázisok mennyiségét a sziliká-

tok, az alkáliák és a kalcium mennyisége határozza meg. Mikroszkópi, de még elektronmikroszkópi képen sem lehetett ilyen kristályos fázisokat azonosítani a tobermorithoz való hasonlóságuk miatt.

A 2-3. ábrák a váci CEM I 42,5 R cement elektronmikroszkópi képét mutatják be 28 napos szilárdulást követően, 1,5 évig telített NaCl-ban való tárolás után ( $v/c = 0,3$ ). A tobermoritszerű kristályok némi alkáliát és jelentős mennyiségű kloridot tartalmaznak (l. 3. képhez tartozó röntgenspektrum).



2. ábra (1 cm = 5,2  $\mu\text{m}$ )  
(A felvételeket a SZIKKTI Szilikátkémiai Osztályán készítették)



3. ábra (1 cm = 1,6  $\mu\text{m}$ )

Az alkáliák jelentős hatást gyakorolnak a klinker és a klinkerásványok kialakulására. A modulusok és a mésztelítettség szerepével nem kell foglalkoznunk. Kevésbé

ismert a szulfatizációs fok szerepe. Ez a klinker szulfát- és alkáli-tartalmának hányadosa és azt fejezi ki, hogy az  $\text{SO}_3$  hány százaléka van alkáli-szulfát alakjában lekötve:

$$\text{SzF} = \frac{100 \cdot m(\text{SO}_3)}{m\text{Na}_2\text{O} + m\text{K}_2\text{O}} \% \quad (8)$$

A képletben az  $m$  a zárójelben lévő oxid mólszázalékában kifejezett mennyiségét jelenti.

A másik jellemző az  $\text{Na}_2\text{O}$  ekvivalens:

$$\text{Na}_2\text{O}_{\text{ekv.}} = \text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{ K}_2\text{O} \% \quad (9)$$

Ennek bevezetése azért indokolt, mert az  $\text{Na}_2\text{O}$  és  $\text{K}_2\text{O}$  moláris tömegük arányában mutatnak hasonló duzzadási jelenségeket.

Az alkáliák mindenekelőtt a belitbe és az aluminátokba épülnek be, és csak kisebb mértékben az alit és a ferrit kristályrácsába. Az alkáliák beépülése stabilizálja a belitet és az aluminátokat.

A reakciók során képződő fontosabb vegyület a  $\text{KC}_{23}\text{S}_{12}$ , amely a  $\text{K}_2\text{O}$  és a  $\text{C}_2\text{S}$  reakciója során képződik. Ez stabilis vegyület, amely az égetés során nem alakul át  $\text{C}_3\text{S}$ -tá még akkor sem, ha a rendszerben esetleg mészfölösleg jelentkezik. Az azonban lehetséges, hogy 1%-nál kisebb  $\text{K}_2\text{O}$  esetén annak teljes mennyisége beépül a belitbe.

A sztöchiometrikusnál nagyobb  $\text{K}_2\text{O}$ -tartalomnál a klinker  $\text{C}_3\text{S}$ -tartalmának egy része elbomolhat  $\text{KC}_{23}\text{S}_{12}$  és szabad mész keletkezés kíséretében, így a  $\text{K}_2\text{O}$ -tartalom növekedése az alittartalom csökkenését eredményezheti. Ez független az aluminátmodulustól és a szulfatizációs foktól, de kis AM esetén a klinker ferrittartalmának növekedésével csökken az olvadék viszkozitása. Ez viszont kismértékben javítja a  $\text{C}_3\text{S}$ -képződés feltételeit.

Az alkáli-beépülés hatására gyors hűtés esetén a nagy hőmérsékleten képződő módosulatok és a  $\text{C}_2\text{S}$  stabilizálódik. Ezzel a belit hidraulikus tulajdonságai annyira javulhatnak, hogy 28 nap után az alittal csaknem azonos szilárdság érhető el. Ez teszi lehetővé az ún. ABC cement („aktivált belitcement”) gyártását.

Az alkáliák beépülése a klinkerbe a szulfatizációs foktól függ. Alacsony szulfatizációs fok mellett (60%) a káliumnak mintegy 20%-a van lekötve a klinkerben. Ugyanilyen feltételek mellett az  $\text{Na}_2\text{O}$  beépülése 50-60%.

A szulfatizációs fok növekedése (100-120%) a  $\text{K}_2\text{O}$  beépülését nagyobb, az  $\text{Na}_2\text{O}$  beépülését kisebb mértékben csökkenti.

A klinkerfázisba be nem épült alkáliák szulfátokat képeznek. 140%-nál nagyobb szulfatizációs foknál a szulfátfölösleg már  $\text{CaSO}_4$ -képződést eredményez.

Többen vizsgálták az alkáliák és a szulfatizációs fok hatását a klinkerásványokra, különösen az alitra. Skalny rámutatott, hogy a klinkerben előforduló alkáliák a klinker  $\text{SO}_3$ -tartalmától függően vagy szulfátok ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) alakjában vannak megkötve, vagy beépülnek a

szilikátokba (pl.  $\text{KC}_{23}\text{S}_{12}$ ), illetve az aluminátokba. Ez befolyásolja a klinkerásványok szerkezetét és ezen keresztül a hidraulikus reakciókat is [8].

Boykova az aluminátokba való alkália-beépülést vizsgálta. Megállapította, hogy a  $\text{C}_3\text{A}$  struktúráját lényegesen befolyásolják az alkáliák, és ezek mennyiségétől függően négy modifikációt különböztetett meg. Azt is megállapította, hogy a  $\text{K}_2\text{O}$  a  $\text{C}_3\text{A}$  hidratációját meggyorsítja, az  $\text{Na}_2\text{O}$  pedig lassítja [9].

Mint érdekességet említem meg, hogy több szerző megkérdőjelezi a  $\text{KC}_{23}\text{S}_{12}$  összetételű fázis létezését, mert ennek sztöchiometrikus  $\text{K}_2\text{O}$ -tartalma 4,47%. Ezzel szemben a mi klinkerjeinkben a  $\text{K}_2\text{O}$ -tartalom 0,5-2,0% között változik. Ezért szerintük inkább egy káliummal stabilizált  $\text{C}_2\text{S}$ -ről kellene beszélni [10].

Végül meg kell jegyezni, hogy a  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  és a reakcióképes kovasav közötti reakció bonyolult, melynek mechanizmusa ma sem teljesen ismert.

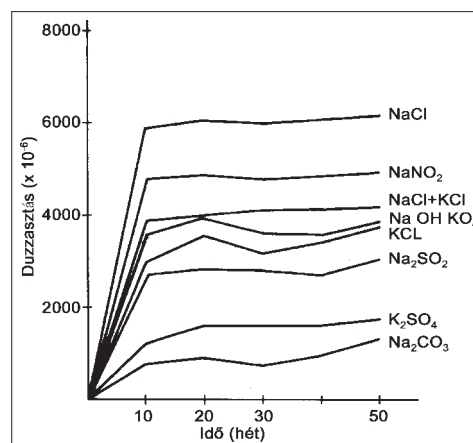
A közölt elektronmikroszkopos felvétel is tanúsítja, hogy nem kerülhető meg a cement-alkália-klorid rendszer vizsgálata. E téren a hazai kutatók közül Balázs és Tamás munkásságát kell kiemelni.

## Alkáli-vegyületek hatása az alkáli-szilika reakciók okozta duzzadásokra

Az alkáli-kovasav reakciók mindig okozhatnak káros duzzadást. A termodinamikailag instabil szilikátfázis reagál a cementből és az adalékanyagokból vagy más anyagokból származó (sózás) alkáliakkal. Ilyenkor gél keletkezik, amely a hidratáció során képződő kristályok között helyezkedik el.

Sokkal fontosabb azonban a hozzáadott alkáliák hatása. Ezzel kapcsolatban érdekes kísérleteket végeztek el japán kutatók [11]. Kis alkáli-tartalmú cementet ( $\text{Na}_2\text{O}_{\text{ekv.}} = 0,60$ ) és andezitet használtak a vizsgálathoz. A rendszer teljes alkáli-tartalmát 2,0%  $\text{Na}_2\text{O}$  ekvivalens értékre állították be, néhány alkáli-vegyület hozzáadásával.

A duzzadás mértékét a 4. ábrán láthatjuk.



4. ábra

Az ábráról látható, hogy az adagolt alkáli-vegyületek duzzadásra gyakorolt hatása nagy. Rá kell mutatni arra is, hogy az NaCl által okozott duzzadás jóval nagyobb, mint a KCl esetében.

A kísérleteink során tanulmányoztuk az alkáli-karbonátok  $\beta$ - $C_2S$  hidratációjára gyakorolt hatását. Megállapítottuk, hogy az első 24 órában gyorsítják a hidratációt. A Na-karbonát hatása erősebb, különösen a hidratáció elején.

A folyamat hatásmechanizmusa azzal magyarázható, hogy a kevésbé oldható  $CaCO_3$  képződik, amely kicsapódva csökkenti az oldat kalciumion-telítettségét, melynek hatására a  $\beta$ - $C_2S$  hidrolízise meggyorsul. Valószínű, hogy hasonló a mechanizmus a  $C_3S$ , valamint a cement esetében is.

Az alkáliák okozta káros duzzadás mellett szólni kell ezek szilárdulásra gyakorolt hatásáról is. A kérdéssel e lap hasábjain egy korábbi közleményben [5] már volt szó, ezért a témával csak érintőlegesen foglalkozunk. E hatás szorosan összefügg a szulfatizációs fokkal is. Alkáli- és szulfátszegény klinkerek felhasználásával készült cementek kötése és szilárdulása a szilikát- és alumínátmódulus növekedésével csak kisebb mértékben gyorsul.  $K_2O$  jelenlétében 100-140%-os szulfatizációs fok esetén a szilárdulás kismértékben gyorsul, 60%-nál viszont e folyamatok jelentősen elhúzódnak. Hasonló körülmények között  $Na_2O$ -tartalom esetén jelentős, a szulfatizációs fokkal jelentősen növekvő mértékű kezdőszilárdság-növekedés mutatkozik.

Mindezekkel arra szeretnénk volna felhívni a figyelmet, hogy az alkálinak a cement tulajdonságaira gyakorolt

befolyását nem szabad egyoldalúan megítélni, ugyanis kedvező és kedvezőtlen jelenségeket felölelő komplex hatásról van szó.

#### Irodalom

- [1] Révay, M.– Péntek, L.: A cementek alkáli-tartalma és a felhasználásukkal készült betonok közötti összefüggések. SZIKKTI 1-126-I/N 1989. sz. jelentés.
- [2] Kausay, T.: Beton-adalékanyagok alkáli reakciója...
- [3] Révay, M.– Jankó, A.: Alkáli-betonadalék reakció kutatása a hazai cementek és betonadalékok felhasználásával. CEMKUT Kft. 8/98 K sz. Zárójelentés, 1998.
- [4] Talabér, J.: A cementek klór, alkáli és nehézfém oxidjainak hatása a cement, illetve a beton minőségére és tartósságára. Budapesti Műszaki Egyetem, Építőanyagok Tanszék, 1991.
- [5] Knöfel, Dietlert. J. Strunge, Joseph Dreizler, Ingo: Alkáli- és kénvegyületek hatása a cement tulajdonságaira. Építőanyag, 1990. 2. sz. Zement-Kalk-Gips: 1985-3-150.
- [6] Gunnar M. Idorn: „Alkalis in cemente” Technical University of Denmark, Copenhagen, 1983.
- [7] S. Chatterji – N. Thaulow – A. D. Jensen: Studies of alkali-silika reakcion. Cement and Concrete Research (1986, 1987).
- [8] Jawed, I. et Skolny, J.: Alkalies in cement: a review, Cement and Concrete (1977).
- [9] Boikova, A. J.: Ordered and disordered structures of tricalcium silicate solid solutions. Proc. 9<sup>th</sup> Conf. Silicate Ind. Budapest, 1968.
- [10] Svendsen, J.: Alkalianner Zement aus hochalkali Rohstoffen, mit energiewirtschaftlich günstige Krföhrenstechnik, Z.K.G 19.89.380.
- [11] Kin-ichi Nakano – Shigehiro Kohayasi – Seiichi Nagaoka: Influence of Reactive Aggregate and Alkali Compounds on Expansion of Alkali-Silika Reaction. Rio de Janeiro, Nemzetközi Cementkémiai Kong. 1986.

## Ipari Formatervezési Nívódíj

Az Ipari Formatervezési Nívódíj elnyerésére a nyilvános pályázatot a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium, az Oktatási Minisztérium és a Magyar Formatervezési Tanács hirdették meg. A kiírásban az alábbi fontosabb követelményeket határozták meg.

A pályázat célja: az új és példaértékű magyar termékek bemutatása; a hazai termékek nemzetközi versenyképességének javítása a formatervezés eszközeivel; a kiemelkedő színvonalú formatervezés elismerése.

A pályázaton olyan gyártott vagy kereskedelmi forgalomra érett, formatervezett, 3 évnél nem régebbi termékkel lehetett részt venni, amely a Magyar Köztársaság területén készült és döntő részben hazai alkotók munkája.

Az idei versenyre összesen benyújtott 121 pályázat közül 11 pályázat érkezett a szilikátipar (üveg, porcelán, kerámia) területéről.

**Formatervezési Nívódíjban részesült: Gesztus porcelánkészlet. Tervező: Tamás Ákos. Gyártó: Herendi Porcelánmanufaktúra.**

Az elért eredményhez gratulálunk!

**Az „Építőanyag” c. folyóirat 2002. évi megjelenését támogatta:**  
**• PRO RENOVANDA CULTURA HUNGARIAE ALAPÍTVÁNY**  
**• IPAR MŰSZAKI FEJLESZTÉSÉÉRT ALAPÍTVÁNY**  
**• AZ ÉPÍTÉS FEJLŐDÉSÉÉRT ALAPÍTVÁNY**

# SZILIKÁTTECHNIKA

## Beremenden 30 éves a korszerű cementgyártás

Katona Lajos\* – Riesz Lajos\*\*

\* Duna-Dráva Cement Kft. Beremendi Gyára

\*\* Magyar Cementipari Szövetség

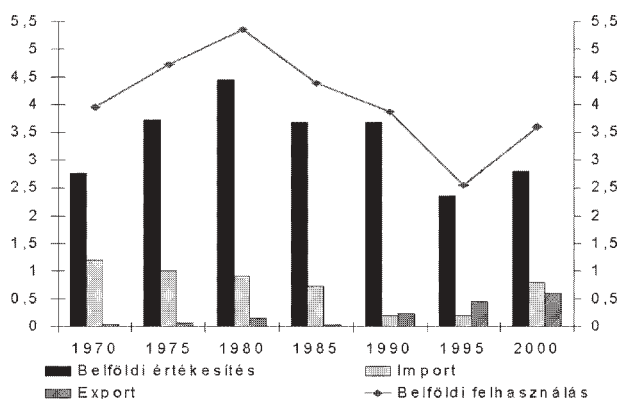
Az idén volt 30 éve, hogy 1972. június 13-án kigördült az I. sz. forgókemencéből az első tonna klinker, és ezzel kezdetét vette Beremenden a korszerű cementgyártás. Nem a beremendi volt az első cementgyár, amely a háború után épült, 1953-ban kezdődött a termelés a hejőcsabai aknamecés üzemben, és 1963-ban indult a váci Lepol-kemencés gyár. Azonban a beremendi új üzem felépítéséről született döntéssel nyílt meg az első lehetőség a hazai cementipar előtt, hogy a kor színvonalán létesüljön új cementgyár. Az elmúlt 30 év bizonyította az akkori döntés helyességét, ezért a beremendi gyár üzembe helyezését méltán tekintjük fordulópontnak a magyar cementipar fejlődésében.

Beremenden a cementgyártásnak hagyománya van. Schaumburg-Lippe német herceg, a község és környéke egykori tulajdonosa által 1910-ben építtetett gyár – kisebb megszakításokkal ugyan – több évtizeden keresztül szolgálta a hazai építőanyag-ellátást. A kezdeti néhány ezer tonnás cementtermelés az 1960-as évekre 100 000 tonna/évre futott fel, hogy azután átadja a helyét az égett mészhidráttal gyártásának.

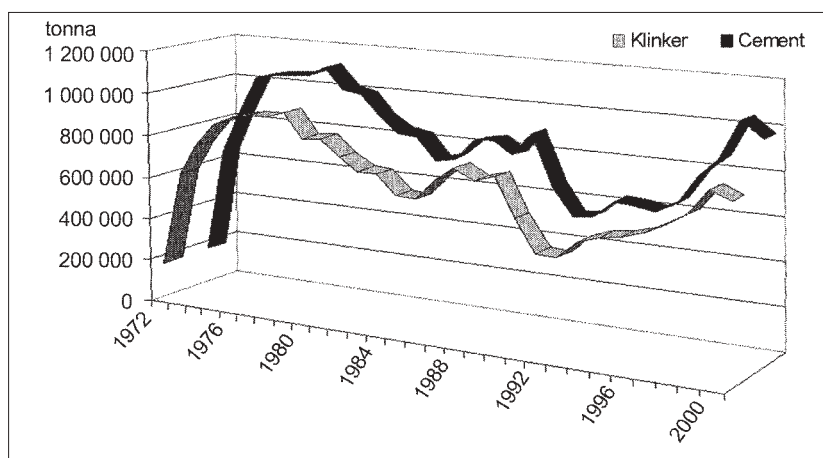
A magyar cementfelhasználás a 60-as években meglődött (1. ábra). A hazai, addigra jórészt elavult technológiával működő üzemek kapacitása a váci gyárral együtt sem győzte a cementigények kielégítését. A nehezen beszerezhető importcement 1970-ben meghaladta az 1 millió tonnát, ami akkor a teljes felhasználás 25%-át jelentette. Előrelátó – azt is mondhatnánk kicsit megkészt –

döntésnek bizonyult tehát 1966-ban az, hogy elhatározták a beremendi új gyár megépítését. A döntéshozók az ország déli felének ellátatlanságát, a beremendi és nagyharsányi feltárt nyersanyagvagyon és az akkor közel 60 éves cementgyártási tradíciót vették figyelembe. A gyár megépítése jó befektetésnek bizonyult. Mielőtt azonban ezt részleteznénk, álljon itt néhány olyan feltétel, tapasztalat és tanulság, amely a jó eredmények elérését lehetővé tette.

- A nyersanyagok hosszú távra megfelelőnek bizonyultak. A régi bányában a művelés előrehaladásával fokozatosan megkezdődött a nagyharsányi bánya anyagának bevonása a cementgyár ellátásába.
- A gyárépítés során a technológia kiválasztása a létesítés kulcsmomentuma volt. A gyakorlatban bevált, paramétereit nagyüzemben igazolt alaptechnológia és a nemzetközi referenciákkal rendelkező német KHD mint koncepciótervező és szállító kiválasztása hosszú időre meghatározta a gyár műszaki színvonalát. A kibontakozást az sem tudta megakadályozni, hogy a hazai, illetve a KGST-beli szállítók egyes berendezéseket nem az alaptechnológia szintjén gyártottak.
- A hazai műszaki tervezés első nagy cementgyári objektuma a beremendi volt. Az alaptechnológiára építve készültek az építész- és a technológiai tervek, amelyek megvalósítása a későbbi gyártervezésekhez is sok tapasztalattal szolgált. A műszaki célszerűség, a takarékos megvalósítás mellett más szempontok, bizonyos mértékig még a kordivat is helyet kapott. „Amelyik gép nincs, azzal nem lehet baj” alapelv a beremendi tervezéssel vonult be a cementiparba.
- Az építési munkákról külön tanulmány szólhatna. A kivitelezés értékelésénél nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy az akkori hazai építéstechnológiai felkészültség nem hasonlítható össze annak mai színvonalával.
- A gyár a fő határidőkre elkészült, a technológiai szerelés, a próbaüzem, az üzembe helyezés biztosította az eredeti célkitűzések maradéktalan teljesítését: az első évben a névleges kapacitás 15%-os, a



1. ábra. A hazai cementpiac, export, import (millió t)



2. ábra. A gyár termelési adatai

második évben 65%-os, a negyedik évben pedig 100%-os kihasználását (1 millió tonna cement). Az eredmények mögött sok, köztük néhány nehéz probléma sikeres megoldása áll. A kitartó munka, a közreműködő hatóságok és intézmények támogatása, a részt vevő vállalatok összefogása és a gyári dolgozók szívóssága, szorgalma meghozta az eredményt, az első európai színvonalú hazai cementgyárat. Ezért elismerés és köszönet illeti valamennyi, a megvalósításban részt vevő szervezet dolgozóit és vezetőit.

Egy gyár megítélésében az eredmények számítanak: a termelés mennyisége, a kibocsátott termékek minősége, a működés műszaki és gazdasági paramétereinek alakulása. Nézzünk ezek közül néhányat.

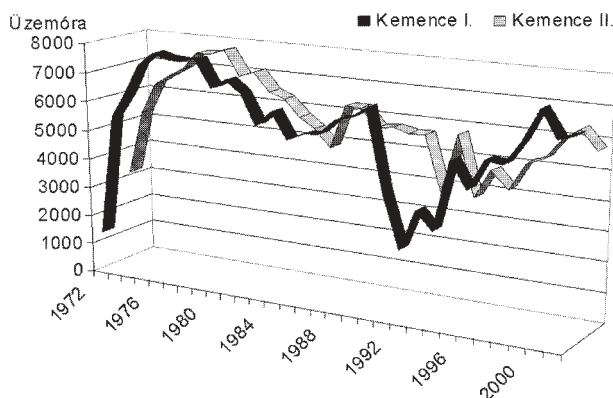
- A gyár megindulása óta több mint 21 millió tonna klinkert termelt, és 25 millió tonnát meghaladó cementet állított elő az elmúlt 30 évben (2. ábra). Az 1 millió tonnás termelési szint csak a gazdasági recesszió éveiben esett vissza, és reméljük, a gyár a továbbiakban is magas kapacitáskihasználással fog üzemelni.
- A termelési eredményeket a fő technológiai berendezések megbízhatósága, nagyfokú rendelkezésre ál-

lása tette lehetővé. Amikor a piaci igények ezt szükségessé tették, évi 300 üzemnap feletti időkihasználással üzemeltek a kemencék (3. ábra). Mindez csak a berendezések gondos üzemeltetésével, alapos megelőző karbantartással és szakszerű javításokkal volt elérhető. Különösen az üzemelés első 20 évében okozott gondot a hazai ipari háttér hiánya és a külföldi alkatrész-utánpótlás nehézsége.

1. táblázat

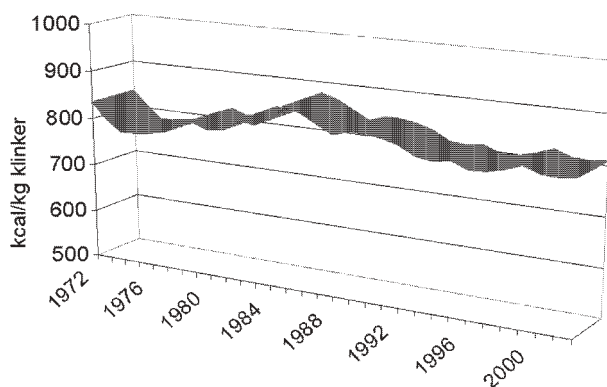
A cementválaszték fejlődése

| Cementfajta        | Részaránya, % |      |
|--------------------|---------------|------|
|                    | 1975          | 2001 |
| CEM I. 52,5 N      | –             | 16   |
| CEM I. 42,5        | 2             | 2    |
| CEM II./A-M 42,5 N | –             | 35   |
| CEM II./A-V 32,5 R | –             | 24   |
| CEM II./A-V 32,5   | 98            | 23   |
| CEM II./B-M 32,5   | –             | –    |

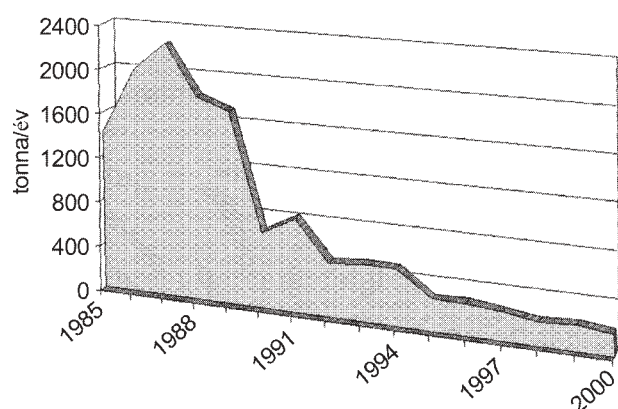


3. ábra. A kemence üzemórák alakulása

- A versenyképességet egyre inkább a termékek minősége és választéka határozza meg. A gyár piaci régiójában, Dél-Magyarországon és a szomszédos országokban még a recessziós időszakokban is el lehetett adni a termékeket. A gyár első éveiben két-fajta cementet (80% feletti klinkerhányaddal) gyártottak, a nagy szilárdságú cement részaránya 10% alatt maradt (1. táblázat). Az elmúlt évben 5 fajta cementet termeltek, a nagy szilárdságú cement aránya 53%, a nagy kezdőszilárdságú termékeké 40% volt, miközben a klinkerhányad 80% alá csökkent. Utóbbi köztudottan a CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkenését is eredményezi. Az elmúlt években végrehajtott fejlesztések eredményeként nőtt a termékek egyenletessége.
- A működés fontos mutatója az energiafelhasználás (4. ábra). Az energiaárak – különösen az utóbbi 10-15 esztendőben – bekövetkezett emelkedése következtében kulcskérdéssé vált a termelés energiaszük-



4. ábra. A fajlagos hőfelszabadulás



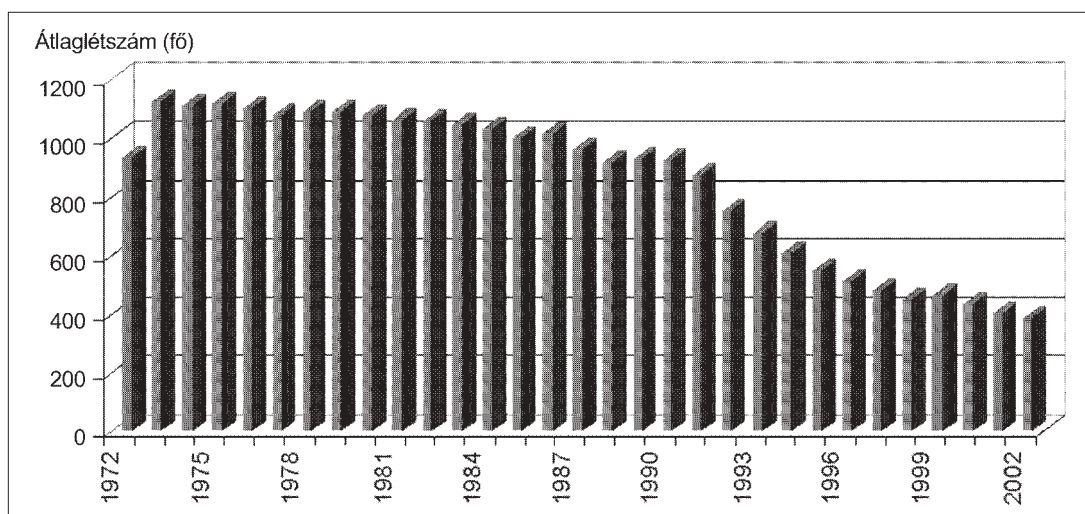
5. ábra. A szilárdanyag-emisszió csökkenése

séglete. A csökkentésnek technológiai korlátai vannak. A már végrehajtott fejlesztések (gumiabroncs tüzelése) mellett az alternatív anyagok további bevezetése, valamint a kisebb klinkerhányaddal készülő termékek arányának növelése jöhet még szóba mint energiafelhasználást csökkentő intézkedés.

- A gyár környezetvédelmi megítélésére mindig nagy gondot fordítottak. A fizikai és erkölcsi avulás mellett az előírások szigorodása, a technikai fejlődés és a racionalizálás igénye elengedhetlenné teszik a folyamatos fejlesztést. Az elmúlt 30 évben a környezetvédelmet szolgáló berendezések úgyszólván teljes egészében kicserélődtek. Az intézkedések eredményeként a gázkomponensek ( $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ) emissziója évek óta a megengedett határérték alatt van. Leglátványosabban a kibocsátott szilárd anyag mennyisége csökkent (5. ábra).
- A bányákban a művelés során a természeti értékek védelme, a rekultiváció végrehajtása jelenti a tájvédelem érvényesítését, a gyár területén a zöldterületek kialakításával és gondozásával óvják a környezetet.

- Nagyon fejlődött a technológiában alkalmazott irányítástechnika. A gyár létesítése idején, a kor színvonalán épült nagy terű központi vezérlő működése a relés technikán alapult. Az évek során végrehajtott fejlesztésekkel a számítógépes irányításra, a képernyőtechnikán alapuló digitális rendszerre tértek át. Az irányítástechnika korszerűsítése, főként az utóbbi 12 évben végrehajtott beruházási és munkaszervezési intézkedések eredményeként a gyári átlagos létszám az induláskor meglévőnek egyharmadára csökkent (6. ábra).

A gyár indulásakor és azt követően is állami vállalat volt, a Cement- és Műszerek keretében, az akkori műszaki és gazdasági lehetőségek között érte el sikereit. A 90-es években bekövetkezett magánosítás szabad utat adott a kezdeményezéseknek, a külföldi szakmai befektetők műszaki-gazdasági know-how szolgáltatása tette lehetővé a sikeres fejlődést. A tulajdonosok előrelátó vállalati stratégiáját, lényeglátó szakértelmüket, nagyvonalú ökonómiai és ökológiai gondolkodását elismerés illeti. A BCM, ahogyan nagyon sokan ismerik, a váci gyárral történt fúziót követően már a Duna-Dráva Cement Kft. gyaraként működik.



6. ábra. A létszám alakulása

A 30 év alatt nagyon sok közreműködő támogatását élvezhettük, akikkel a sikereken is osztozunk. A cementgyártási tradíció – amelyet a kialakult termelési kultúra, a dolgozók apáról fiúra, a munkás és vezető generációk egymásra átörökölt tapasztalatai és a munkával, a gyárral kapcsolatos magatartás jellemez – az elmúlt 30 évben elért eredmények egyik forrása. A mű az egykori és mai dolgozók alkotása, amiért az évfordulón elismerés és köszönet jár.

Amikor a 30. évfordulón visszatekintünk a gyár történetére, azt is tudnunk kell, hogy a versenyben nincs megállás, a továbbfejlesztésen állandóan munkálkodni kell. A szénhid-

rogén tüzelés alternatívájaként fel kell készülni a szén alkalmazására, a másodlagos anyagok további felhasználására, a nyersanyag-beszállítás racionalizálására, a termékválaszték kompozit cementekkel történő bővítésére. A szinttartó, pótló beruházások is rendszeres feladatot jelentenek a gyár számára. Csak ezek végrehajtásával őrizhető meg a versenyképesség, a gyár cementiparban és környezetében elfoglalt helye, csak így valósítható meg a tulajdonosok régi-új célkitűzése, hogy a BEREMENDI GYÁR a nyugat-európai standardnak megfelelő, gazdaságosan működő üzem maradjon továbbra is. Ezen kell munkálkodni a következő 30 évben.

\* \* \*

## BESZÁMOLÓ RENDEZVÉNYRŐL

### A PhD-hallgatók anyagtudományi napjáról

A Szilikátipari Tudományos Egyesület, az MTA Anyagtudományi és Szilikátkémiai Munkabizottsága és az MTA VEAB Szilikástechnológiai Munkabizottsága közös rendezésében 2002. szeptember 16-án Veszprémben, a VEAB-székházban tartottuk az anyagtudománnyal foglalkozó PhD-hallgatók konferenciáját, amely egyben az angol nyelven előadók számára előadói verseny is volt. Az első helyezett Magyarországot fogja képviselni – 2003-ban Isztambulban – az Európai Kerámiai Társaság VIII. Nemzetközi Konferenciáján rendezendő előadói versenyen. (Európa valamennyi országa egy-egy jelöltet nevezhet be, akinek a költségét a rendezők fizetik.)

Összesen 7 előadás volt. A magyar nyelven megtartott beszámolók gazdagították a konferencia programját. Az előadói versenyen a nagyszámú jelentkező miatt két párhuzamos szekcióban folytak az előadások, és két zsűri pontozta a hallgatók teljesítményét. A két szekció együttes zsűrielnöke és az I. zsűri elnöke is Szépvölgyi János, a kémia tud. doktora volt; a zsűri tagjai: Lenkei György, a volt FIM vezérigazgató, az SZTE képviselője; Boksay Zoltán, a kémia tud. doktora és Bakos István PhD. A II. zsűri elnöke Lukovits István, a kémia tud. doktora volt; a zsűri tagjai: Lenkei Mária, a SZIKKTI Kft. igazgatója, az SZTE képviselője; Mohai Ilona PhD és Károly Zoltán PhD.

A Miskolci Egyetem 3 versenyző hallgatóval és 11 magyar nyelvű előadással bizonyította, hogy az egyetemen nemcsak a szakmai munkára, hanem a hallgatók „életre való” felkészítésére is nagy energiát fordítanak. Külön köszönet illeti Roósz András professzort, aki nagyon sok időt fordított a hallgatók útjának megszervezésére. A Veszprémi Egyetem 13 angol nyelvű előadással szerepelt. Az MTA KK kutatói, Kálmán Erika professzor asszony közreműködésével, 3 hallgatót küldtek a versenyre, mivel 5 hallgató éppen külföldi konferencián szerepelt.

Köszönet minden egyetemen és kutatóintézetben minden egyes felkészítő tanárnak, hiszen tőlük, tőlünk sem-

miféle felmérés nem kérdezi meg, hogy mennyi munka fekszik egy-egy prezentációban!

A zsűri a nemzetközi konferencia gyakorlata alapján 0–20-ig pontozott: tartalom, érthetőség, megjelenítés szempontok szerint, és három pontot adhatott az összegző benyomás alapján.

A két szekcióból következően a két első helyezett: Kovachné Csorbai Hajnalka (KK) és Hajba László (VE); a két második helyezett: Kuzsella László (ME) és Tax Zoltán (VE) lett. Isztambulba Kovachné javasolta a zsűri, mivel témája leginkább illeszkedik a konferencia tematikájához. A közönségtől a legtöbb szavazatot Kuzsella László kapta. Az első és második helyezettek között 0,25 pont volt az eltérés. Elmondható, hogy a négy hallgató kiemelkedően szép teljesítményt nyújtott.

Az egyes szempontokat külön értékelve: a tartalomra az egyes zsűritagoknál maximális 19 pontot kapott K.-né Csorbai Hajnalka (1 főnél), Tax Zoltán (2 főnél), Póczik Péter (1 főnél), Laczkó László (1 főnél); az érthetőségre 20 pontot kapott Póczik Péter (1 főnél), K.-né Csorbai Hajnalka (1 főnél); a megjelenítésre 19 pontot kapott K.-né Csorbai Hajnalka (2 főnél), Póczik Péter (1 főnél), Szilágyi Tamás (2 főnél), Hajba László (1 főnél), Lenkovics Zoltán (2 főnél), Bíró Szabolcs (1 főnél), Tax Zoltán (1 főnél), Mihály Judit (1 főnél).

A fentiekből látszik, hogy a 19 hallgató közül 9 mondhatja el magáról, hogy a három szempont szerinti értékelésnél legalább egy kritérium alapján a legjobb volt, vagy a legjobbak között szerepelt.

Az összejevetel anyagi fedezetét az SZTE biztosította, amiért ezúton is köszönetet mondunk. Ugyancsak köszönet illeti a zsűri tagjait, akiknek komoly és felelősségteljes döntést kellett hozniuk. Külön köszönjük Szépvölgyi Jánosnak, hogy elvállalta az elnöki teendőket ellátását. A PhD-hallgatók pedig nagy örömet szereztek mindannyiunknak, bizonyítva azt, hogy nem kell vészharangot kongatni, mert van UTÁNPÓTLÁS a tudományos kutatói pályán!

A késő délutánig elhúzódott rendezvény utolsó mondatával zárnám rövid beszámolóm: „Ez jó mulatság, férfimunka volt!”

Kotsis Leventéné

# Az adalékszerek hatása a cement repedésérzékenységre

Balázs György – Csányi Erika – Gombor Péter

## 1. Bevezetés

Útbetonok, víztartó edények, nagy tömegű vízepítési betonok stb. tartósságát nagymértékben befolyásolják a fiatal beton repedései.

A beton megrepedésének a jelensége számos tényező egymásra hatásának a következménye. Nevezetesen a beton először köt, azután szilárdulni kezd. A beton szilárdulása révén ellenáll az egyidejűen létrejövő zsugorodási alakváltozásnak. A zsugorodás hatására, mivel az nem jöhet létre szabadon, lassú alakváltozás is fellép, s ez a zsugorodási feszültségeket kissé csökkenti. A cement hidratációhője, valamint a külső hőmérséklet hatására a betonban hőmérséklet-különbség következik be. A fizikai és mechanikai tényezők egymásra hatásának eredményeként akkor lép fel repedés, ha a zsugorodásból és a betonban kialakuló egyenlőtlen hőmérséklet-eloszlásból keletkező feszültségek túllépik a beton húzószilárdságát, a hatásukra fellépő alakváltozás eléri a beton nyúlóképességét.

A kutatók és a gyakorlati szakemberek arra törekedtek, hogy kimutassák a befolyásoló tényezők hatását a beton repedésérzékenységre. Coutinho [1] **gyűrűs vizsgálat**a abból állt, hogy vasmag köré körgyűrűt betonoztak, melyet a betonozás után azonnal állandó relatív légnedvesség-tartalmú és hőmérsékletű térben helyeztek el. A repedésérzékenység mértéke az a betonozástól eltelt időtartam volt, amikor a gyűrű az együttes tényezők hatására megrepedt. A beton vizsgálatához 70-80%, a habarcs vizsgálatához 55% relatív légnedvességű és 20 °C hőmérsékletű tárolóteret ajánlott.

Ilyen kísérlettel az Építőanyagok Tanszéken is próbálkoztunk, de az eredmények nem voltak megbízhatók.

Springenschmid [2] útbetonok repedésérzékenységeinek vizsgálatára az 1. ábrán feltüntetett repesztőkeretet használt. A kísérlethez kialakított próbatest keresztmetszete 10 x 10 cm, egyenes szakaszának hossza 100 cm volt. A gerenda a két végén mereven befogottnak tekinthető (hosszirányban gátolt alakváltozás), mivel a távolságtartó acélrudak nagy átmérőjűek, és hőtágulási együtthatójuk nagyon kicsi.

A kísérleteket klímakamrában végezték, és igyekeztek ugyanazokat a körülményeket létrehozni, mint amelyek az útpálya betonjában is megvannak. A kísérlet során mérték a betonhőmérsékletet és a próbatestben fellépő feszültséget.

Az összes eredményt figyelembe véve Springenschmid a kísérletből az útbetonépítésre vonatkozóan a következő gyakorlati következtetéseket vonta le.

a) A betont nyári időben lehetőleg minél kisebb hőmérsékleten kell bedolgozni, mert a betonhőmérséklet-

nek döntő hatása van a repedésérzékenységre. A napsugárzás ellen védősátorral, a megkötött betonra víz permepezésével el kell érni, hogy a beton 30 °C-os léghőmérséklet esetén 8 órás, 20 °C-os léghőmérséklet esetén 12 órás koráig csak kismértékben melegedjék fel.

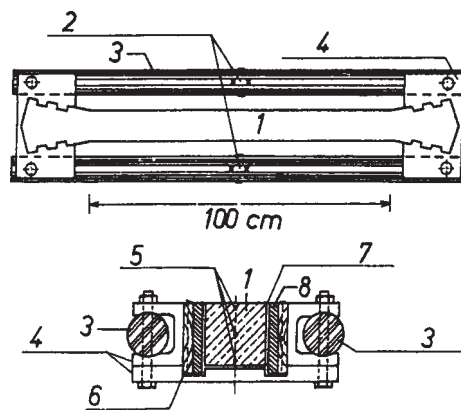
b) A nulla feszültségű hőmérsékletnek megfelelő kor (30 °C esetén 12 óra, 20 °C esetén 18 óra) után a beton lassan hűlhet le. Ezt – szélsőséges hőmérséklet esetén – hőszigetelő takarással lehet elérni.

c) Van egy kritikus kor, amikor a beton különösen érzékeny a megrepedésre. Ez 30 °C-os friss beton esetén 8-14 óra, 20 °C-os friss beton esetén 12-20 óra közötti.

d) Növeli a repedésérzékenységet a

- nagy kezdőszilárdságú cement,
- nagy hőtágulási együtthatójú durva adalékanyag,
- beton kiszáradása,
- lemezvastagság csökkenése.

e) Az útépítésben megkövetelt merev konzisztencia és kis víz-cement tényező kismértékben csökkenti a repedésérzékenységet.



1. ábra. A repesztő keret [1]

Jelölés: 1 – 10x10 cm<sup>2</sup> betongerenda;

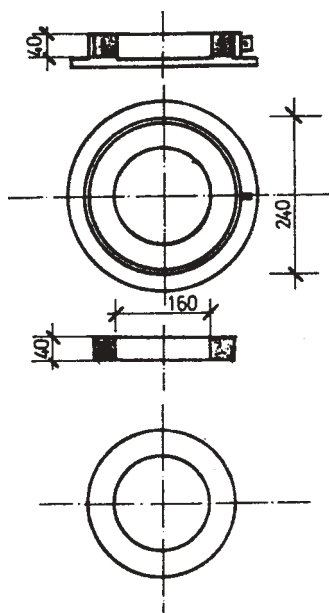
2 – felragasztott nyúlásmérő; 3 – Ø 70 mm speciális acélrúd,  $\alpha = 0,8 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ ; 4 – acélszerelvény,  $\alpha = 10 \cdot 10^{-3} / ^\circ\text{C}$ ; 5 – termoelemek; 6 – fazsalu; 7 – 0,1 mm vastag fólia; 8 – műanyaghab

Ezek a kutatások azóta is folynak [3]-[7].

Míg a gyűrűs kísérlet betonok repedésérzékenységeinek vizsgálatára kevésbé jó, addig szabványsűrűségű cementpépek vizsgálatára több kutató [8] alkalmasnak találta. Ilantzis [9] szerint a megrepedési idő és a befolyásoló paraméterek között használható függvénykapcsolat nem írható fel, ugyanakkor kísérlettel elég jól meghatározható az egyes tényezők hatása a repedésre.

Franciaországban szabványosították a cementpép repedésérzékenységének a vizsgálatát (AFNOR-P 15-434 és AFNOR-P 15-402). Az FDP 15-434 sz. 1960. évi dokumentációs lapja 40 mm magas, 90 mm belső, 127 mm külső átmérőjű gyűrűt írt elő.

Az Építőanyagok Tanszéken [1] az előbbi gyűrűt módosították azért, hogy a pépgyűrű keresztmetszete azonos legyen a zsugorodási vizsgálatra és a hajlító-húzó vizsgálatra készített hasábok keresztmetszetével. A sablon egy acélkorong alaplemezből áll, amelyre felcsavarozható a mag és a gyűrű külső zsaluzatát alkotó rugalmas acélgyűrű (2. ábra). A cementpép kötése után e külső gyűrű eltávolítható, majd a cementpép gyűrű szabad felülete érintkezik a klimatizált légtérrel, egy oldala pedig a maghoz szorul. Az elrendezés a pépgyűrű keresztmetszetére nézve szimmetrikus.



2. ábra. Az Építőanyagok Tanszéken kidolgozott gyűrűs sablon [1]

A kísérlet részletes leírását [1] tartalmazza, azt röviden összefoglaljuk, mert a továbbiakban ismertetett kísérletek során e kísérleteket kiindulási alpnak tekintettük.

A megrepedés időpontját elektromos elven működő berendezéssel regisztrálták. Mivel a cementfajtán kívül a víz-cement tényező és a kötősszabályozó adalékszerek hatását vizsgálták, először a cementpépek kötési idejét határozták meg. A gyűrűket – a vasaggal együtt – a

1. táblázat

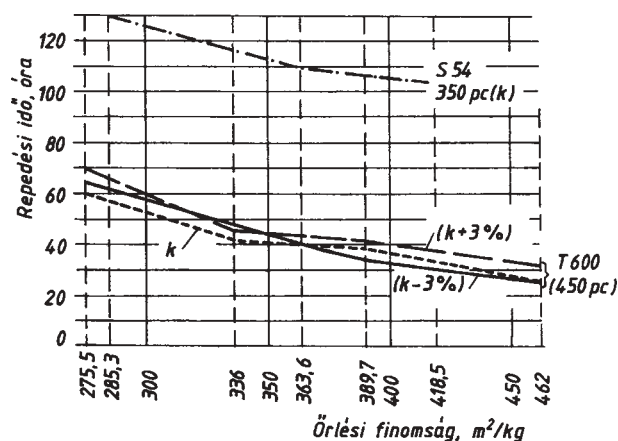
A vizsgált cementek fő tulajdonságai

| Cement jele                       | C <sub>3</sub> A-tartalom,<br>% | Fajlagos felület,<br>m <sup>2</sup> /kg |
|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|
| Perlmooser PZ 475 (osztrák)       | 14,7                            | 549                                     |
| Perlmooser PZ 375 (osztrák)       | 12,5                            | 396                                     |
| Svéd nagy kezdőszilárdságú cement | 13,5                            | 389                                     |
| Váci 450 pc                       | 12,5                            | 345                                     |
| Váci 350 kspc 20                  | 15,6                            | 269                                     |
| S 54 jelű 350 pc                  | 0,9                             | 313                                     |

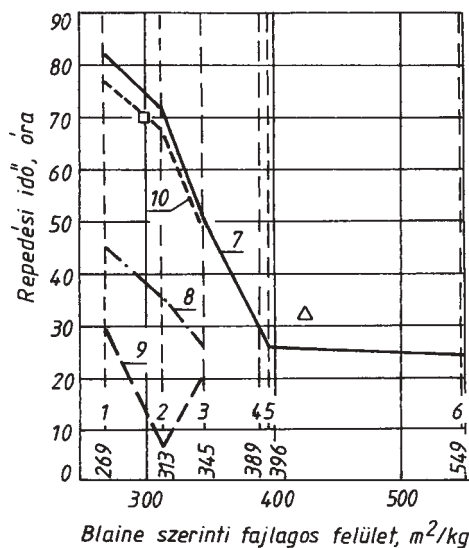
kötési idő végétől számított 24 óra múlva kivették a sablonból, és 20 °C hőmérsékletű, 65% relatív légnedvességű térben tárolták. A repedésérzékenység mérőszámának a bekeveréstől a megrepedésig eltelt időt tekintették. A húzószilárdságot, zsugorodást, tömegvesztiséget 4 x 4 x 16 cm méretű hasábokon határozták meg, ezeknek a levegővel érintkező felülete a gyűrűvel egyezett meg.

A kutatás során az 1. táblázat szerinti hazai és külföldi cementeket vizsgálták. A kutatás fő eredményei:

- a gondosan elvégzett gyűrűs vizsgálat alkalmas a cement repedésérzékenységének a vizsgálatára;
- keverővíz szempontjából a kötővizet tekintették összehasonlítási alpnak. Ehhez képest a  $\pm 3\%$  eltérés a repedésérzékenységet lényegesen nem változtatta meg (3. ábra);



3. ábra. Gyűrűs kísérlettel meghatározott repedési idők a cement örlési finomsága függvényében [1] ( $k$  = kötővíz)



4. ábra. A cementek örlési finomságának és a kötősszabályozó adalékszereknek a hatása a pépgyűrűk repedési idejére [1]

- Jelölés: 1 – Váci 350 kspc-40; 2 – S 54 jelű 350 pc;  
3 – Váci 450 pc; 4 – nagy kezdőszilárdságú svéd pc;  
5 – Perlmooser PZ 375 (osztrák); 6 – Perlmooser PZ 475 (osztrák);  
7 – vegyszer nélkül; 8 – 1% CaCl<sub>2</sub>-dal; 9 – 2% CaCl<sub>2</sub>-dal;  
10 – 0,05% citromsavval; □ – CEM I 32,5S; △ – CEM I 52,5

c) a repedésérzékenységre meghatározó szerepe a cement őrlési finomságának volt (4. ábra). Indokolt tehát az útépitési cementtel kapcsolatos azon követelmény, hogy a cement fajlagos felülete ne legyen 300 m<sup>2</sup>/kg-nál nagyobb;

d) a cement tömegére vonatkoztatott 1% kalcium-klorid kötőgyorsító adalékszer – függetlenül a cement őrlési finomságától – a repedési időt kb. a felére, 2% kalcium-klorid kb. a 38%-ára csökkentette az adalékszer nélküli pépéhez viszonyítva. Ugyanakkor 0,05% citromsav kötőkésséltető adalékszer a pépgyűrű megrepedési idejét csak kb. 5%-kal csökkentette.

## 2. A kísérlet leírása

### 2.1. A kutatás célja

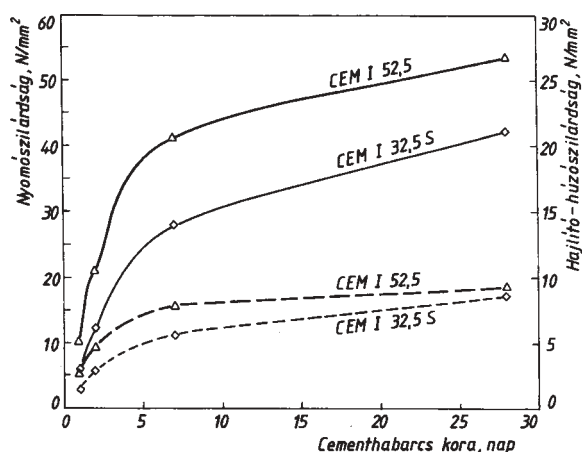
Az előzőekben ismertetett kísérletekből kiindulva annak a vizsgálata, hogy az adalékszerek (a kötőgyorsítót kivéve) hogyan hatnak a cement repedésérzékenységre. E kutatásokat Gombor Péter építőmérnök-hallgató diplomamunkájában foglalta össze [10]. A kutatást két szerzőtársa irányította.

### 2.2. A felhasznált anyagok

A kísérlethez kétféle, egymástól eltérő minőségű cementet használtunk: beremendi **CEM I 52,5** jelű és lábatlani **CEM I 32,5 S** jelű portlandcementet.

A CEM I 52,5 jelű finomra őrölt, nagy szilárdságú portlandcement. A CEM I 32,5 S jelű szulfátálló portlandcementet – a kutatás idején – a Paksi Atomerőmű átmeneti

hulladékártóolója építéséhez azért használták fel, mert a gyártott cementek közül ennek a legkisebb a hidratációhője. A vizsgált cementek kémiai és fizikai jellemzőit a 2. táblázatban foglaltuk össze. A szabványos szilárdságokat az 5. ábrán szemléltetjük.



5. ábra. A cementek szilárdságának időbeli alakulása a szabványos cementvizsgálat során

A kísérletekhez azokat az adalékszereket választottuk ki, amelyeket a Paksi Atomerőmű átmeneti hulladékártóoló építéséhez is használtak.

A felhasznált **adalékszerek** a SIKA Hungária Kft.-től származnak.

**Plasztiment-BV40:** módosított lignin-szulfonát-alapú betonfolyósító adalékszer szerkezeti és látszóbeton céljára. Azonos bedolgozhatóság mellett növeli a beton szilárdságát és tömörödési hajlamát. Alkalmazásával a keverővíz mennyisége lényegesen csökkenthető (10%-ig). Adagolása: 0,2-0,8% a cement tömegére vonatkoztatva. Üzemelő keverőbe adagolható.

2. táblázat

Vizsgált cementek jellemzői

| Vizsgált jellemző                    | CEM I 52,5 | CEM I 32,5 S |
|--------------------------------------|------------|--------------|
| Izzítási veszteség, m%               | 1,25       | 0,59         |
| Híg sósavban oldható rész, m%        | 1,04       | 0,70         |
| SiO <sub>2</sub> , m%                | 20,24      | 20,41        |
| CaO, m%                              | 63,67      | 63,02        |
| MgO, m%                              | 2,03       | 2,22         |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , m%  | 2,90       | 6,20         |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , m%  | 5,93       | 3,73         |
| Na <sub>2</sub> O, m%                | 0,42       | 0,35         |
| K <sub>2</sub> O, m%                 | 0,25       | 0,21         |
| SO <sub>3</sub> , m%                 | 2,75       | 2,83         |
| Kloridtartalom, m%                   | <0,01      | <0,01        |
| Szabad CaO, m%                       | 1,01       | 0,77         |
| AM                                   | 2,04       | 0,60         |
| C <sub>3</sub> S                     | 52,04      | 55,44        |
| BC <sub>2</sub> S                    | 18,53      | 16,75        |
| C <sub>3</sub> A                     | 8,54       | 0,65         |
| C <sub>4</sub> AF                    | 8,82       | 17,79        |
| C <sub>2</sub> F                     | -          | 0,58         |
| C <sub>12</sub> A <sub>7</sub>       | 1,90       | -            |
| CaSO <sub>4</sub>                    | 4,67       | 4,81         |
| Sűrűség, g/cm <sup>3</sup>           | 3,08       | 3,18         |
| Fajlagos felület, m <sup>2</sup> /kg | 425        | 298          |

3. táblázat

Cementpépek tervezett adalékszer-tartalma

| Cement jele  | Adalékszer       |                                               |
|--------------|------------------|-----------------------------------------------|
|              | típusa           | mennyisége a cement tömegére vonatkoztatva, % |
| CEM I 52,5   | -                | 0,0                                           |
|              | Plasztiment-B 40 | 0,2                                           |
|              | Sikament-10 HRB  | 0,5                                           |
|              | Sika-Retarder    | 0,4                                           |
|              | Sika-Frostschutz | 1,2                                           |
|              | Sika-Frostschutz | 1,0                                           |
| CEM I 32,5 S | -                | 0,0                                           |
|              | Plasztiment-B 40 | 0,2                                           |
|              | Sikament-10 HRB  | 0,5                                           |
|              | Sika-Retarder    | 0,4                                           |
|              | Sika-Frostschutz | 1,2                                           |
|              | Sika-Frostschutz | 1,0                                           |

**Sikament-10 HRB:** erős folyósító hatású, formaldehidmentes adalékszer. Alkalmazásával jelentősen (30%-ig) csökkenthető a keverővíz mennyisége, nem lép fel kivérzés és szedimentáció. Nagyon jó a konzisztenciátartó képessége. Adagolása: 0,4-1,2% a cement tömegére vonatkoztatva, keverővízbe adagolva.

**Sika-Retarder:** foszfátalapú kötésslassító betonhoz és habarcsához. Képlékenyítő mellékhatású, így azonos bedolgozhatóság mellett nagyobb szilárdság alakul ki. Adagolása: 0,1-3,0% a cement tömegére vonatkoztatva. Járó keverőbe kell adagolni, a pontos adagolást előkísérlettel kell meghatározni.

**Sika-Frostschutz:** alumínázbázisú fagyásálló adalékszer téli betonozáshoz. Kloridmentes, az acélbetétet nem támadja meg. Adagolása: 1,0% a cement tömegére vonatkoztatva. Járó keverőbe vagy keverővízbe kell adagolni.

A kísérletek során vizsgált cementpépek tervezett adalékszer-tartalmát a 3. táblázatban foglaltuk össze.

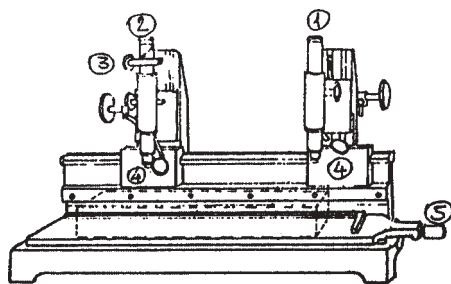
### 2.3. A cementpép tulajdonságainak vizsgálata

Az 1. fejezetben [1] ismertetett vizsgálatokat – a mérés megbízhatósága érdekében – kismértékben finomítottuk.

A cementpépek minden tulajdonságát Vicat-készülékkel meghatározott **szabványos folyósságú pépen** vizsgáltuk.

A **kötési idő kezdetét és végét** szintén Vicat-készülékkel határoztuk meg.

A **szilárdság** meghatározásához – a szabványos cementhabarcsokhoz hasonlóan – 40 x 40 x 160 mm méretű hasábokat készítettünk. A próbatesteket – sablonostul – 55-60% relatív nedvességtartalmú térben tároltuk, majd  $24 \pm 2$  óra múlva, a sablonból kivéve, mésztelített vízzel telt kádba helyeztük. A víz hőmérséklete  $19 \pm 2$  °C volt. A 24 órától csak kötésslassító adagolása esetén tértünk el jelentősen. A 0,5 %-os Sika Retardert tartalmazó péphasábok 24 órás korban még ujjal benyomhatóak voltak, a 2-3%-ot tartalmazókat pedig csak 48-72 óra után lehetett kiszaluzni. Addig fóliával takartuk le a próbatesteket, nehogy kiszáradjanak. Ennél az adagolásnál megfigyeltük, hogy a próbatestek felületi rétege – vízben való tároláskor – kissé megrúgott.



6. ábra. Leitz-Wetzlar típusú zsugorodásmérő készülék

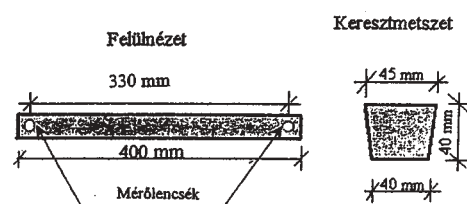
Jelölés: 1 – célzómikroszkóp; 2 – mérőmikroszkóp;  
3 – okulármikrométer állító csavarja; 4 – fényvezető tükrök;  
5 – próbatestet állító szán csavarja

Az így előkészített próbatesteken 1, 2, 3, 7 és 28 napos korban szilárdsági vizsgálatokat végeztünk: először a hajlító-húzó szilárdságot határoztuk meg 10 cm-es támaszközön, majd a nyomószilárdságot a próbatestek két-két eltört darabján.

A próbatesteket vizsgálat előtt 15 perccel vettük ki a tárolókádból; ez az idő elegendő volt a testsűrűség meghatározására.

A **zsugorodás méréséhez** Leitz-Wetzlar típusú zsugorodásmérő mikroszkópot használtunk (6. ábra).

A próbatestek hosszmeretét úgy választottuk meg, hogy az a mikroszkóp mérési tartományába beleessen (de a minél nagyobb pontosság elérése érdekében igyekeztünk hosszú hasábokon mérni). A cementpép keresztmetszetét pedig a szilárdsági vizsgálatokhoz használt hasábokéhoz hasonlóan, a 7. ábra szerint alakítottuk ki.



7. ábra. A zsugorodás méréséhez készített próbatestek

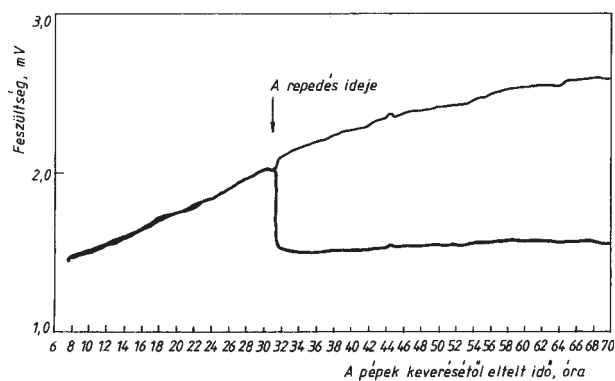
A cementpépeket külön erre a célra készített zsaluzatba dolgoztuk. A zsaluelemek belsejét fóliával béleltük ki, hogy a zsalun keresztül víz ne távozhasék el. A cementeket ugyanúgy kevertük, dolgoztuk be, mint a szilárdsági vizsgálatoknál. A tárgymikrométereket a bedolgozás után 30 percen belül elhelyeztük a cementpépeken, kissé benyomva, hogy a péppel együtt mozogjanak alakváltozás közben. A méréseket a bekeveréstől számítva legkésőbb 3 órán belül elkezdtük, attól függően, hogy a keverék kötési ideje hogyan változott. Az első 24 órában több mérést végeztünk, utána naponta egyet, a minták 10 napos koráig. A tárolótér hőmérséklete 20-22 °C, légnedvesség-tartalma 55-60% volt.

A **repedésérzékenységet gyűrűs kísérlettel** vizsgáltuk. A gyűrűvel végzett előkísérleteknél [1] már látszott, hogy az eljárás rendkívül érzékeny a próbatestek homogenitására. A keverés vagy a bedolgozás során keletkező bármilyen egyenetlenség (elégtelen keverés, beszoruló buborékok) repedési helyet jelöl ki. Mivel a zsugorodás az egész minta tömegére kihat, a repedés pedig a leggyengébb keresztmetszetben következik be, az egyenetlenségek a repedési idő megrövidülését okozzák. Kezdetben gondunk volt a regisztrálással is, ugyanis a vezetőrétegnek alkalmazott Graphit 33 típusú grafit spray nagy szakadónyúlása miatt a próbatest repedése után még vezetőképes maradt egy ideig, és ez akadályozta a pontos mérést (a repedési idők nagy szórását mutattak). Ezért később 8B-s grafitceruzával vittük fel a vezetőréteget, ennek nem volt számottevő nyúlása. A repedésérzékenység érzékelésének a módszerét Damokos Ádám tudományos munkatárs dol-

gozta ki. Alapja, hogy a megszilárdult (többségében 24 ± 2 órás), kiszaluzott próbatest palástjára grafitréteget viszünk fel, majd nagy nyúlóképességű gumigyűrűvel rászorítunk egymással szemben négy elektródát („betonozva” a keresztmetszet gyengült volta).

Elektródaként 0,5 mm átmérőjű rézvezeték szolgált. A gyűrűhöz szimmetrikusan csatlakozó négy elektróda közötti grafitréteg egy Wheatstone-híd négy ellenállását képezte. Ha a grafitréteg ellenállása időben változott is (minimálisan), mind a négy negyed ellenállása közel azonosan változott. Két szemben lévő elektródát elektromos árammal (percenként 2 másodpercig 5 V feszültség) tápláltunk, míg a másik két elektróda között a feszültségkülönbség zérus volt. Ha az ellenállások viszonya időben folyamatosan meg is változott, a regisztrátum görbéje folytonos vonal lett.

Bárhol reped is meg a gyűrű, valamelyik ág ellenállása hirtelen megnő, ami a műszer kapcsain feszültségugrást eredményez. A millivolt érzékenységu regisztráló műszer éles kitéréssel jelzi a repedés időpontját. A 8. ábrán jellegzetes grafikont mutatunk be a repedés észlelésére.



8. ábra. Gyűrűs vizsgálat eredményeinek értékelő grafikonja CEM 32,5 S jelű cement esetén

A regisztrálóberendezés négy egységből állt:

- a vizsgáló térben elhelyezett gyűrűk,
- a kapcsolótábla a tápegységgel, kapcsolóreléssel, egyenirányító egységekkel,
- nullpontszabályozó feszültségosztó, külön stabilizált feszültségforrással,
- regisztráló műszer (számítógép).

A percenkénti 2 másodpercig tartó feszültség a kötés menetét nem befolyásolta.

A próbatestek kialakításához a cementet és a szabványos folyóssághoz szükséges mennyiségű vizet habarcskeverőben kevertük össze a szabványos cementvizsgálat keverési programjával. A pépet a szabványos ejtőgéppel dolgoztuk be, de mivel a kötésvízzel készített cementpép tapadása nagyobb, mint a cementhabarcsé, 2 x 60 ejtést alkalmaztunk a 60 ejtés helyett.

A pépeket több rétegben dolgoztuk be. Minden egyes réteget szurkálással, döngöléssel buborékmentesítettünk, majd a bedolgozott réteg felérdesítése után vittük fel a következő réteget. A kezdeti tapasztalatok után a homo-

genizálás érdekében további intézkedéseket tettünk. A CEM I 52,5 jelű cementet a keverés előtt 0,5 mm-es lyukbőségű szitán átszitáltuk, hogy az esetleg összetömrődött cement véletlenül se kerüljön a keverékbe.

A gyűrűket a bedolgozás után azonnal 55-60% relatív nedvességtartalmú térbe helyeztük és a megrepedésig ott tároltuk. A kiszaluzást többnyire 24 ± 2 órás korban végeztük el, ettől csak a kötésslassítóval készített cementpép esetén tértünk el (ebben az esetben 24 és 72 órás kor közé esett a kiszaluzás). A klimatizált tér az egyensúlyi helyzet beállása miatt lényeges. Részletes bemérése (hőmérséklet, légmozgás, páratartalom térbeli és időbeni változása) is komoly munkát igényelt.

Az ismertetett intézkedések hatására a pépgyűrű keresztmetszetében legfeljebb néhány, tized milliméter átmérőjű buborékot találtunk, azokat is egyenletesen elosztva, és lényegében tömör törésfelületet nyertünk.

A kísérlet érdekessége volt, hogy a CEM I 52,5 cementtel és 2% Sika Retarder (kötésslessítető) adalékszerrel készített gyűrű nem repedt meg! Ennek oka az lehet, hogy a cementpép szilárdulása nagyon lassan kezdődött, és a gyűrűt csak 72 órás korban lehetett kiszaluzni, amikorra a zsugorodás jelentős része már végbement.

## 2.4. A kutatás eredményeinek értékelése

### 2.4.1. Az adalékszerek hatása a szabványos folyósságu cementpépek vízigényére és kötési idejére

Megállapítások a 4. táblázatban összefoglalt vizsgálati eredmények alapján:

- A vízigényt döntően a cementek fajlagos felülete határozta meg. A különbséget az adalékszerek befolyásolták ugyan, de az arányok megmaradtak.
- A kis mennyiségben (0,2%) adagolt képlékenyítő adalékszer a vízigényt nem változtatta meg, 0,5%-ban adagolva is csak 1-2%-kal csökkentette.
- Ezzel szemben a kis mennyiségben (0,4%) adagolt folyósító már 1-2% vízigénycsökkenést eredményezett, nagyobb mennyiségben (1,2%) adagolva pedig 3-4%-ot.
- 0,5% kötésslessítető adalékszer hatása gyakorlatilag elhanyagolható volt, 3%-ban adagolva is legfeljebb 1-1,5%-os vízigénycsökkenést okozott.
- A fagyásgátló adalékszer mindkét cement vízigényét kissé növelte.
- A cement kötési idejét – ahogy ezt vártuk – a kötésslessítető adalékszer növelte, és a CEM I 52,5 jelű cementre volt nagyobb a hatása (2-7-szeres).
- A CEM I 32,5 S jelű cement kötési idejét a képlékenyítő és folyósító adalékszerek harmadánegyedére csökkentették, míg a CEM I 52,5 jelű cementét alig befolyásolták, ill. a nagy folyósító adalékszer-tartalom növelte. A kísérlet megismétlése során is hasonló eredményre jutottunk.
- A fagyásgátló adalékszer hatása nem volt jelentős.

Cementek vízigénye és kötési ideje különböző adalékszerek hatására

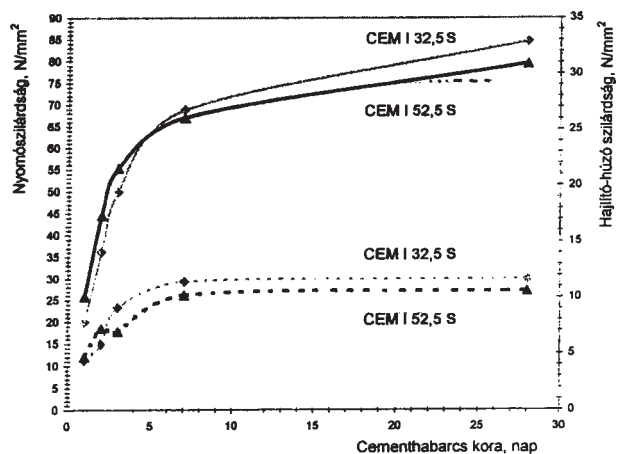
| Adalékszer fajtája | Adalékszer mennyisége, % | CEM I 32,5 S cement (Lábatlan) |                          |                           | CEM I 52,5 cement (Beremend) |                          |                           |
|--------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|
|                    |                          | Vízigény, %                    | Kötési idő kezdete, perc | Kötési idő vége, óra:perc | Vízigény, %                  | Kötési idő kezdete, perc | Kötési idő vége, óra:perc |
| -                  | 0                        | 25,5                           | 180                      | 5:30                      | 33                           | 45                       | 4:30                      |
| Plasztiment        | 0,2                      | 25,5                           | 50                       | 6:50                      | 33                           | 45                       | 4:30                      |
| BV40               | 0,5                      | 23,5                           | 30                       | 2:45                      | 32                           | 30                       | 3:40                      |
| Sikament           | 0,4                      | 23                             | 70                       | 6:30                      | 31,33                        | 40                       | 4:00                      |
| 10 HRB             | 1,2                      | 22                             | 25                       | 1:30                      | 29,67                        | 60                       | 12:30                     |
| Sika Retarder      | 0,5                      | 25,33                          | 230                      | 16:00                     | 32,67                        | 90                       | 10:00                     |
|                    | 2,0                      | 24,67                          | 280                      | 17:00                     | 31,67                        | 330                      | 23:00                     |
|                    | 3,0                      | 24,5                           | -                        | -                         | 31,5                         | -                        | -                         |
| Frostschutz        | 1,0                      | 26                             | 130                      | 8:00                      | 34,33                        | 60                       | 4:00                      |

- A vizsgálat ellentmondásai olykor kétségbe vonják a VICAT-készülék adalékszeres cementpépek vizsgálatára való alkalmasságát. Például a nagy mennyiségben adagolt folyósító adalékszer olyan tömör struktúrát eredményez a pépben, ami a kötési időtől függetlenül nagymértékben befolyásolja a készülék rúdjának vagy tűjének behatolását (a fellépő nagy sűrűlódás miatt). Egy másik példa a keverés intenzitása és időtartama: ugyanazt a keverési időt alkalmaztuk adalékszermentes és adalékszeres tartalmazó pépek esetén is, hogy ne legyen újabb változó paraméter, de nem valószínű, hogy mindig ez volt az optimális.

#### 2.4.2. Az adalékszerek hatása a szilárdság időbeli alakulására

A szabványos cementvizsgálat eredményei (5. ábra) jól tükrözik a cementek minőségét: a CEM I 52,5 a nagyobb, míg a CEM I 32,5 S kisebb szilárdságú.

A szabványos konzisztenciájú cementpépek vizsgálatának eredményei már nem ezt a tendenciát mutatták, a kisebb vízigényű CEM I 32,5 S jelű cement szilárdsága lett nagyobb (9. ábra).

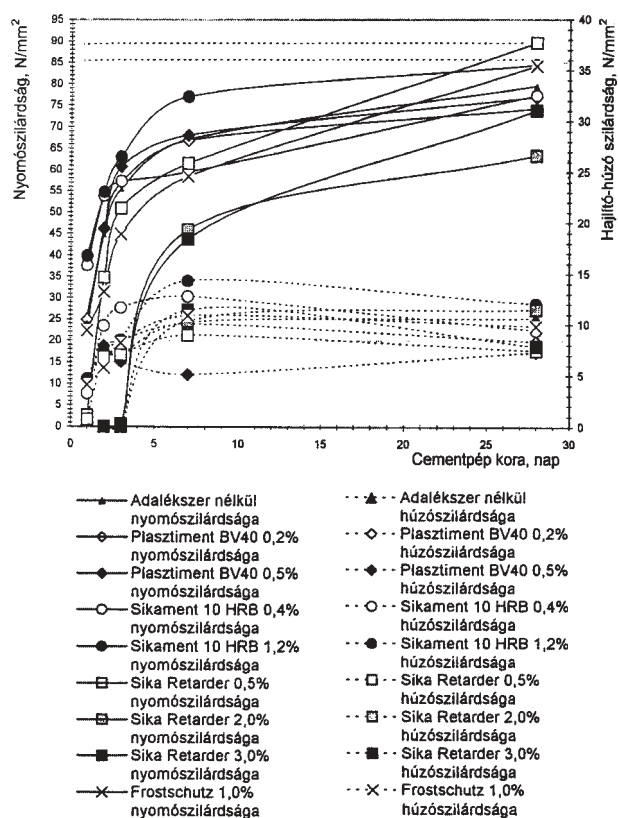


9. ábra. Szabványos konzisztenciájú cementpépek szilárdulásának összehasonlítása

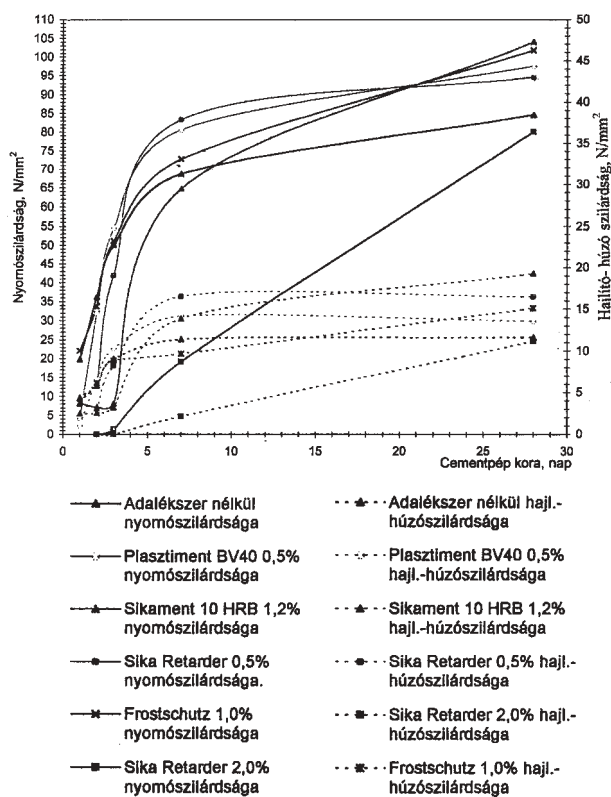
A 10. és 11. ábrán jól látszik, hogy a szilárdságok időbeli alakulását esetenként jelentősen megváltoztatta egy-egy adalékszer használata.

#### 2.5. A repedésérzékenységet befolyásoló tényezők és hatásuk

A könnyebb értékelhetőség érdekében egymás alatt ábrázoltuk (7 napos korig) a húzószilárdság, a zsugorodás és a repedésérzékenység változását az adalékszerek és a kor függvényében (12. és 13. ábra).



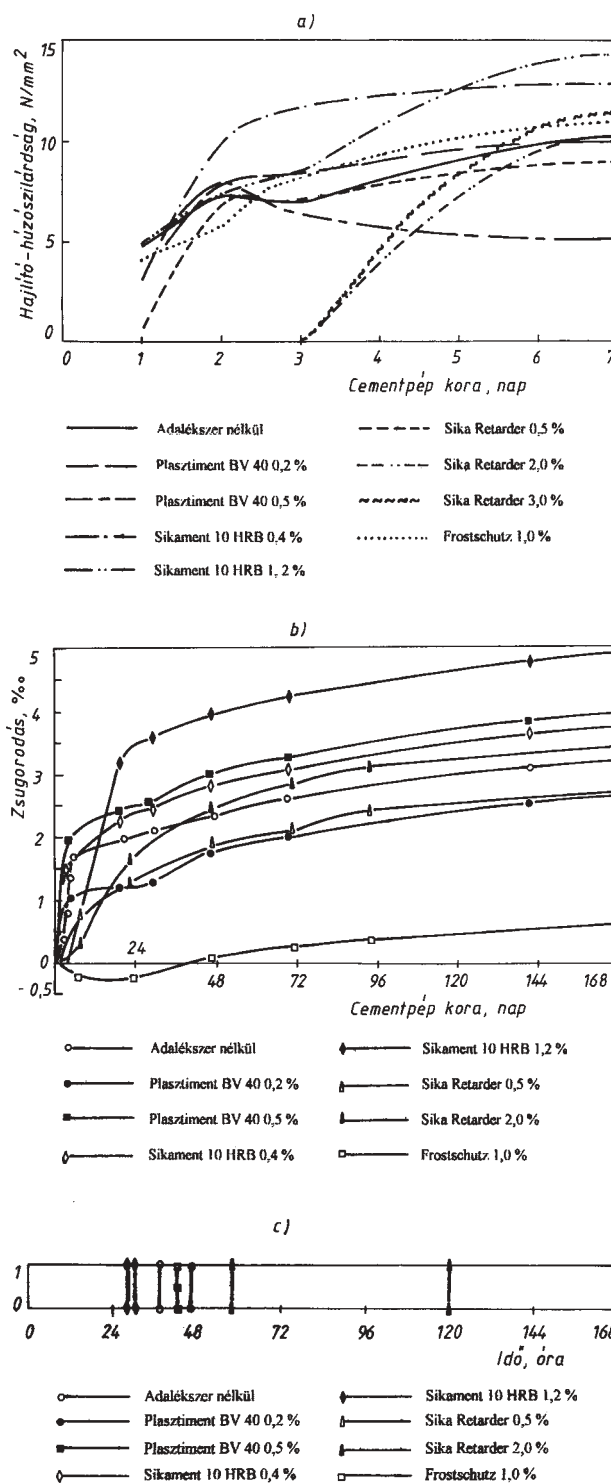
10. ábra. Adalékszerek hatása CEM I 52,5 jelű cementtel készített pépek szilárdságának időbeli alakulására



11. ábra. Adalékszer hatása a CEM I 32,5 S jelű cementtel készített pépek szilárdságának időbeli alakulására

Az egyes adalékszer hatását az alábbiakban értékeljük:

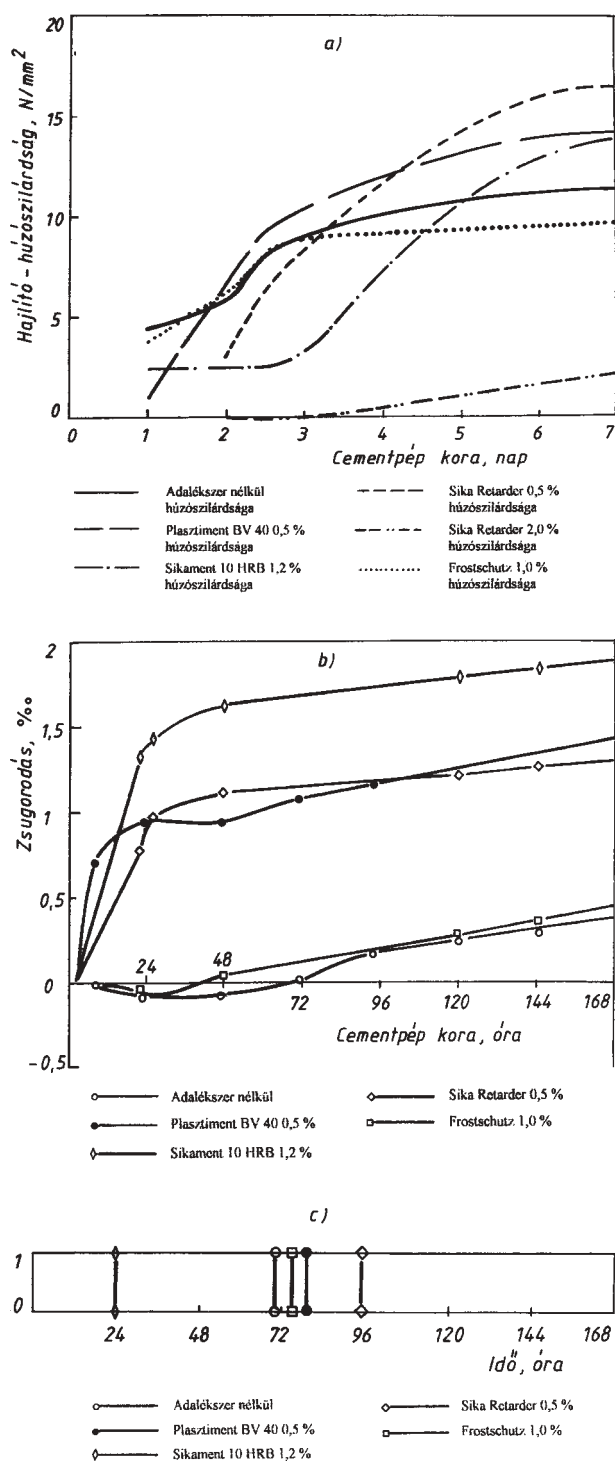
- A CEM I 32,5 S jelű cement repedésérzékenysége a **folyósítót** (1,2% Sikament 10 HRB) tartalmazó cementpép esetén nőtt a legjobban. Ezt azzal magyarázzuk, hogy a cementpép hajlító-húzó szilárdsága a megrepedés időpontjáig alig változott, míg a zsugorodás rohamosan nőtt. Ez a folyósító a CEM I 52,5 jelű cement repedésérzékenységét is növelte (az adalékszer nélküliéhez képest), de kisebb mértékben, amit a kezdeti húzószilárdság kedvezőbb alakulásával magyarázunk.
- A **kötéskésleltető adalékszer** (Sika Retarder) befolyásolta a legkedvezőbben a repedésérzékenységet. Ennek az lehet az oka, hogy a kötés kezdete után rohamosan nőtt a húzószilárdság, míg a zsugorodás lassan (a fagyásgátlót kivéve ebben az esetben lett legkisebb a zsugorodás). A 12. ábra azt is szemlélteti, hogy a kötéskésleltető adalékszer mennyiségének a növelésével (0,5-ről 2%-ra) lényegesen javult a repedésérzékenység. A pépgyűrűt csak 72 órában tudtuk kizsaluzni és műszerre kötni, és ez a gyűrű egyáltalán nem repedt meg.
- A **képlékenyítő adalékszer** (Plasztiment BV 40) hatására a repedési idő kismértékben növekedett, aminek okai a következők lehetnek: a cementpép zsugorodása nőtt, ugyanakkor a kezdeti húzószilárdság növekedésének hatása jelentősebb volt. A CEM I



12. ábra. Az adalékszer hatása a CEM I 52,5 jelű cementtel készített pépek repedésérzékenységének időbeli alakulására

a) hajlító-húzó szilárdság; b) zsugorodás; c) repedésérzékenység

52,5 jelű cement esetén a húzószilárdság a második napot követően visszaesett, ami a megrepedés közvetlen oka lehetett. A Plasztiment BV 40 kisebb adagolás esetén jobban növelte a repedési időt, a kisebb zsugorodásnak megfelelően.



13. ábra. Az adalékszerek hatása a CEM I 32,5 S jelű cementtel készített pépek repedésérzékenységének időbeli alakulására

a) hajlító-húzó szilárdság; b) zsugorodás; c) repedésérzékenység

- A fagyásgátló adalékszer (Frostschutz) mind a két cement esetén nagymértékben csökkentette a zsugorodást, és kismértékben a kezdeti húzószilárdságot. Ezek a hatások a repedési idők csekély növekedését eredményezték.

- Az ábrák összehasonlításakor azonnal feltűnik, hogy a CEM I 32,5 S jelű cement repedési ideje sokkal nagyobb, mint a CEM I 52,5 jelű cementé, ami köszönhető a kisebb fajlagos felületnek, a kisebb víz-igénynek és az ebből következő kisebb zsugorodásnak. Az Építőanyagok Tanszék korábbi kutatásainak [1] egyik eredménye az a megállapítás volt, hogy a cement fajlagos felületének meghatározó szerepe van a cementpép repedésérzékenységére. A 4. ábrán a korábbi kutatások adataiból szerkesztett görbe mellett feltüntettük az általunk vizsgált két cement repedésérzékenységét is. A pontok jól illeszkednek a görbéhez, igazolva a korábbi megállapítást.

### 3. Összefoglalás

A kutatás során az adalékszerek hatását a cement repedésérzékenységére gyűrűs módszerrel vizsgáltuk. A 40 x 40 mm keresztmetszetű cementpép gyűrűt 160 mm átmérőjű belső vasmag köré dolgoztuk be. A megrepedés időpontját számítógép segítségével regisztráltuk. Mivel a cementfajtán kívül az adalékszerek hatását is vizsgáltuk, ezért először meghatároztuk a szabványos folyósságú péphez tartozó vízmennyiséget, majd a kötési időket. A gyűrűket a vasmaggal együtt a bekeveréstől számított 24 óra múlva kivettük a sablonból és 17-19 °C hőmérsékletű, 55-60% relatív légnedvesség-tartalmú klímakamrába helyeztük.

A repedésérzékenység mérőszámának a bekeveréstől a megrepedésig eltelt időt (óra) tekintettük.

A cementpépek hajlító-húzó és nyomószilárdságát 40 x 40 x 160 mm-es hasábokon, 1, 2, 7 és 28 napos korban mértük, a zsugorodást pedig 40 x 45 x 400 mm-es hasábokon vizsgáltuk a kötés kezdetétől 7 napos korig.

A kísérlethez két eltérő fajlagos felületű hazai portlandcementet használtunk (CEM I 52,5 és CEM I 32,5 S jelűeket).

A kísérletek alapján a következőket állapítottuk meg:

- A megfelelően elvégzett gyűrűs vizsgálat alkalmas a cement repedésérzékenységének vizsgálatára, de a körülményekre (készítés, tárolás) különös gondot kell fordítani.
- A gondos repedésérzékenység-szilárdság-alakváltozás vizsgálatok között fellelhető összefüggések rávilágítanak a repedési jelenség bonyolult voltára.
- Az adalékszer nélküli cementpépek esetében a megrepedés akkor következett be, amikor a zsugorodás növekedésével nem nőtt arányosan a húzószilárdság (tehát a húzószilárdság stagnálása vagy a zsugorodás intenzívebb növekedése okozhatta a repedést).
- A kötéskeletető adalékszer kis mennyiségben adagolva növelte a repedési időt, nagy mennyiségben adagolva a repedés nem következett be. Ennek oka, hogy a kísérlet körülményeit a lassú kötés megváltoztatta (pl. csak a harmadik napon lehetett kizsugluzni a pépeket).
- A képlékenyítő adalékszer növelte a repedési időket, de hatása nem volt jelentős.

- A folyósító adalékszer minden esetben csökkentette a repedési időt, és hatása jelentős volt. Ennek két oka is van, egyrészt növelte a zsugorodásokat, másrészt csökkentette a kezdeti húzószilárdságot.
- A fagyásgátló adalékszer hatására nem számottevően, de növekedtek a repedési idők.

A vizsgálati eredmények alapján megfigyelhető volt a kétféle cementfajta eltérő viselkedése, amit elsősorban az eltérő fajlagos felület okozott.

Az elvégzett kísérletek azt a célt szolgálták, hogy minél jobban megismerjük a repedésérzékenységet befolyásoló belső tényezőket, és az eredmények alapján lehetőség nyíljon a befolyásolásra (csökkentésre).

#### Irodalom

- [1] Balázs Gy. – Borján J. – Cary Silva Jaime – Liptay A. – Zimonyi Gy.: A cement repedésérzékenysége. BME Építőanyagok Tanszék Tudományos Közlemények, ÉTK, 1972.
- [2] Springenschmid, R.: Über geschnittene Fugen und frühzeitige Verkehrsfreigabe. 2 Europischer Symposium über Betonstrassen. Bern, 1973. Berichte B5.
- [3] Springenschmid, R. – Nischer, P.: Untersuchungen über die

Ursache von Querrissen im jungen Beton. Beton- und Stahlbetonbau 68 (1973) H. 9, S. 221-226.

- [4] Springenschmid, R.: Die Ermittlung der Spannungen infolge von Schwinden und Hydratationswärme im Beton. Beton- und Stahlbetonbau 79 (1984) H. 10, S. 263-269.
- [5] Breitenbücher, R.: Zwangspannungen und Rißbildung infolge Hydratationswärme. Dissertation TU München, 1989.
- [6] Hintzen, W.: Zum Verhalten des jungen Betons unter zentrischem Zwang beim Abfließen der Hydratationswärme. Dissertation RWTH Aachen (1998); ebenso Schriftenreihe der Zementindustrie, H. 59 (1998).
- [7] Hintzen, W. – Thielen, G.: Betontechnische Einflüsse auf die Rißbildung infolge Hydratationswärme. Betontechnische Berichte 1998-2000. Verein Deutscher Zementwerke e.V. Forschungsinstitut der Zementindustrie, S. 61-72.
- [8] Mailjan, R. L.: Metodika iszpütanija i ocenki uszadocnoj trescsinosztojkoszti betonov. Beton i Zselezobeton, 1968. 8. f. p. 40-42.
- [9] Ilantzis, N. A. I.: La résistance en traction et la fissuration des pates pures de ciment. Annales de l'Institut Technique du Batiment et des Travaux Publics. 1958. II. k. 131. f. pp. 1231-1254.
- [10] Gombor P.: Az adalékszerek hatása a cement repedésérzékenységre. Diplomamunka, 2001. Konzulensek: Dr. Balázs György és Csányi Erika.

\* \* \*

## NEMZETKÖZI VÁSÁROK

### BAU 2003 Az építőipar vezető szakvására München, 2003. január 13–18.

A nemzetközi építőanyag-ipar legfrissebb újdonságait a kétévente megrendezendő BAU, az építőanyagok szakvására mutatja be. A szakma csúcstalálkozóját közel négy évtizede, 1964 óta folyamatosan megrendezik. A német és nemzetközi kiállítók már régóta a BAU-ra időzítik termékújdonságaik bemutatását.

2003 januárjában ismét 40 ország összesen 1800 vállalata vesz részt a müncheni vásáron. A vásár mintegy 200 000 látogatót vonz. A kiállítók 160 000 négyzetméter területen mutatják be termékeiket.

A látogatók megismerkedhetnek a tervezés, az építés és az épületfenntartás legújabb fejlesztési eredményeivel. A város különleges vonzereje alkalmas arra, hogy az embereket, a témákat egymáshoz vezesse. Fontos lehetőség a szakemberek és az építőanyagok kapcsolatahoz.

A vásári stratégia Európára koncentrál, jelmondata: „INNOVÁCIÓ EURÓPÁÉRT”.

Az építőipari szakembereknek Európa stratégiáját kell kialakítaniuk. A nagy volumenű építményeket ma már nemzetközi cégek tervezik, építik. Erre a magyar építőiparnak és építőanyag-iparnak fel kell készülnie. Ezt természetesen a nemzetközi anyagbeszállítókkal közösen valósítják meg.

További információ: Ravasz Ágota, Promo Kft., Messe München International hivatalos magyarországi képviselője (1064 Bp., Rózsa u. 55.), tel.: 342-6748, fax: 352-1567.

Utazásszervezés, szállásfoglalás: Léka Ildikó, Interpress Travel (1065 Bp., Bajcsy-Zsilinszky út 21.), tel.: 302-7525/110, fax: 302-7530.

### Lipcsei Nemzetközi Vásárok 2003. március 20–23.

Magyarország legfontosabb gazdasági partnere Németország, melyen belül Szászország kiemelkedő szerepet tölt be. Magyarország a 14. helyet foglalja el a német kereskedelmi partnerek sorában.

Szászország és Magyarország között a gépjárműipar hagyományosan a legfontosabb kereskedelmi ágazatnak mondható. Lipcse város számára Magyarország – Csehország és Lengyelország mellett – a három legfontosabb partnerország egyike. Lipcse szeretné a „Kelet kapuja” pozícióját megtartani.

A Lipcsei Vásár a világ legrégebbi vásárának számít, de egyúttal a legfiatalabbnak és legmodernebbnek is. 1966-ban adták át a modern hatású vásárterületet. A vásárt az 1990. évi német újraegyesítés óta a kelet-németországi sikertörténetként tartják számon. Jelenleg túlnyomórészt lakó- és irodaépületek terén.

Sikeres kiállítások zajlanak az autó és közlekedés, az építőipar, a műemlékvédelem és a fogyasztási cikkek témakörében. A kiállítók száma 10 800, a látogatók száma 1,7 millió. Az 1996-ban megnyitott kongresszusi centrum a vásár jelentős növekedését jelentette.

További információ: Interpress Kiállítások Kft., a Lipcsei Vásárok magyarországi képviselője. Seifert Ibolya (1065 Bp., Bajcsy-Zsilinszky út 21. I/5.), tel.: 302-7525/120-as mellék, e-mail: seifertinterpress.hu

Kosztirán János

# Ökologikus lakásépítés

Márkus Gábor

## Bevezetés

Amikor az Egyesült Államok volt alelnöke, Al Gore Földünk legdélibb pontján, az Antarktiszon meglátogatott egy kutatóállomást, a tudós egy jégmintát mutatott neki, amit az imént hozott ki a fúró. A jégben, mint évgyűrűk, pontosan nyomon lehetett követni az egyes éveket. Újjával haladt vissza a két évtizeddel ezelőtti jégig. „Látja, itt fogadta el az USA kongresszusa a levegőtisztasági törvényt” – mondta. Vagyis a világ végén egy ország emissziójának kismértékű csökkenését is ki lehetett mutatni.

Egy magasabb társadalmi követelményrendszert és a hatályos európai uniós és globális szerződéseket (Rió, Kiotó) figyelembe véve kötelességünk az erőforrásokkal kíméletesen bánni, hogy a jövő fejlődéséhez is forrásokat hagyjunk.

Mindemellett viszont Magyarországra vonatkozóan van egy óriási mennyiségi lakásszükséglet, főként szociális lakásszükséglet, amely kielégítését a közeljövőben el kell kezdeni.

Ha a jelenlegi lakásállomány közel 4 millió, és ezt a mennyiséget az ország lakosaihoz képest elegendőnek tartjuk, valamint egy lakás élettartamát 100 évben határozzuk meg – a paneles épületek műszaki (nem energetikai, gépészeti) élettartamát a tervezés időszakában is csupán 80-100 évben határozták meg –, akkor csupán ahhoz, hogy a *jelenlegi minőségi szintet* tartsuk, évente a 4 millió lakás 1/100 részét (vagyis 40 000 db-ot évente) le kellene bontani, és 1/100 részét (vagyis 40 000 db-ot évente) újra kellene építeni. (Tavaly mintegy 4500 lakást bontottak le, ami – feltéve, hogy a mennyiségi növekedést nem tekintjük elérendő célnak – 950 éves várható élettartamnak felel meg. Más szóval a mennyiségileg elegendő 4 milliós lakásállomány szinten tartásával, a jelenlegi bontási ütemet figyelembe véve, a ma épült épületek 950 év múlva kerülnek csak lebontásra.)

A statisztikai adatokban a növekedés azt jelenti, hogy az élettartamukat jóval meghaladó lakások sem kerülnek lebontásra, vagyis az országban folyton növekszik az olyan építmények száma, amelyek csak embertelen körülmények közötti lakhatást tesznek lehetővé, és a statisztikai adatokban „lakás” címszó alatt szerepelnek.

Az egyik oldalon: környezetbarát, alacsony energiafogyasztású, ökologikus lakás épült már ezerszámra, de ezek nem igazán olcsók. A másik oldalon: olcsón megépíthető lakást már rengeteget építettek. Kérdés, hogy ezek hosszú távon olcsók-e.

## A „hosszú távon olcsó” kifejezés értelmezése

Az épületek „pályafutásában” három szakaszt különböztetünk meg: az épület létesítése, használata és bontása.

Az ökologikusnak mondható épület a teljes életciklusra vetített energiafelhasználás tekintetében energiatakarékos, nem csupán az építés szempontjából. Figyelem! Az épület teljes életciklusába az építés mellett a bontás ugyanúgy beletartozik, mint az üzemeltetés.

A „beépített energia” (embodied energy) gondolata a '60-as évek végén, '70-es évek elején fogalmazódott meg, ill. fejlődött ki, amikor az olajválság következtében a kutatók rádőbrentek a fosszilis energiahordozók szükségére. A beépített energiára számos definíció látott napvilágot, amelyek közösek abban, hogy megbecsülik azt az energiát, amelyet egy bizonyos termékbe kell fektetni, hogy az eljusson a fogyasztóhoz, mégis többfajta koncepciót tükröznek.

1974-ben az IFIAS (International Federation of Institutes for Advanced Study) a beépített energiára a következő fogalommeghatározást fogadta el: „A beépített energia azon energiák összessége, amelyet egy bizonyos termék, ill. szolgáltatás előállításához a Föld készletéből veszünk el.”

Ez a definíció számos helyzetben és számos terméknel jól alkalmazható, azonban az építőipar különös módon világított rá a problémára.

Az építőipar óriási tömegű, alacsony értékű ásványi anyagot használ (Nagy-Britanniában évenként és fejenként több mint 4 tonnát), ami az épület tömegének 85%-át teszi ki. Ezenél az anyagoknál a helyszínre szállításhoz, ill. bedolgozáshoz felhasznált energia messze a legjelentősebb energiakomponens.

A hagyományos értelemben vett „beépített energia” csak addig a pontig számolja össze az energiakomponenseket, amíg a termék eléri a gyárkaput.

Mindezek figyelembevételével az építőipar számára újabb, nemzetközileg elfogadott fogalommeghatározást vezettek be.

## A beépített energia

„A beépített energia azon energiakomponensek összege, amelyet a nyersanyag kitermeléséhez, az építőanyag, ill. építési termék előállításához, bármely állapotban történő szállításához, valamint a helyszínen történő beépítéshez használnak.” Mértékegysége MJ/kg, ill. GJ/kg. (CIB W 96 Architectural Management Congress, Brighton, UK, 18-19 September 1998).

Mivel az építőipari termékek beépített energiájának nagy része a szállításból adódik, a nagy tömegű, alacsony értékű anyagok esetén a környezet védelme szempontjából nem kevésbé fontos a „beépített CO<sub>2</sub>-mennyiség” fogalma sem.

## A beépített CO<sub>2</sub>-mennyiség

„A beépített CO<sub>2</sub>-mennyiség az adott anyag beépített energiája következtében kibocsátott CO<sub>2</sub>-mennyiségnek és az előállítás kémiai folyamata során kibocsátott CO<sub>2</sub>-mennyiségnek az összege.”

### Az életciklusra vetített energiamérleg

Az életciklusra vetített energiamérleg (life-cycle energy balance) a létesítésen és üzemeltetésen túl a bontás energiaigényét is figyelembe veszi. (Egyes elemek (pl. nyílászárók, épületgépészeti rendszerek, bizonyos típusú hőszigetelések, felületképzések) fizikai élettartama rövidebb, mint az épületé. Ezeket az épület élettartamán belül – esetleg többször is – cserélni kell.

Svéd tapasztalatok alapján (Lund Institute of Technology, Sweden) megállapítható, hogy az életciklusra vetített energiát bár nagymértékben befolyásolja az előállítási energia mennyisége, mégis sokkal inkább befolyásolja az *újrahasznosítás módja*. Ennek következtében az életciklusra vetített energiamérleget leginkább az építőanyagok minősége, élettartama, valamint a szerkezet szétszedhetősége (újrafelhasználhatósága) befolyásolják.

Az újrahasznosítás lehetséges módja már a tervezési fázisban, a szerkezet megválasztásával eldől. Ez azt jelenti, hogy még ha a létesítési energia nagy is, az életciklusra vetített energia mégis viszonylag alacsony lehet, ha a szerkezet újra felhasználható. Vagyis nem csupán könnyen építhető, jól lakható, hanem könnyen bontható házakat is kell tervezni.

A bontásnál minden esetben az újrafelhasználás jelenti a legnagyobb energiahatékonyságot. Különböző anyagok esetén az eredeti rendeltetésnek megfelelő újrafelhasználás (reuse), valamint az egyéb módon történő újrahasznosítás (recycling – égetés, zúzás) közötti energiakülönbség nagymértékben különbözik. A különbséget leginkább a létesítéshez szükséges energia és az anyag éghetőségi tényezője közti összefüggés adja. Ez a különbség a fa esetén (kicsi létesítési energia – nagyfokú éghetőség) a legkisebb, falazat esetén (nagy létesítési energia – éghetetlen) jóval nagyobb.

A svéd kísérlet rámutatott arra, hogy egy olyan téglapépület esetén, ahol a téglákat újra felhasználták, az életciklusra vetített energia 25%-kal kevesebb, mint egy ugyanolyan paraméterű könnyűbeton falazóblokkból épült épületnél, ha ezeket a falazóblokkokat a végén adalékanyagnak összezúzták. Ez annak ellenére is igaz, hogy a téglafalazat beépített energiája 40%-kal több, mint a könnyűbeton falazóblokkból készült falazat beépített energiája.

Az újrafelhasználhatóság egyik kritériuma a szétszedhetőség. Falazat esetén közel teljes értékű szétszedhetőséget érhetünk el, ha a habarcsban cement helyett meszet használunk kötőanyagként. A mészhabarcsok a lakóépületek nagy részénél kielégítik az állékonysági követelményeket.

## Miért fontos a beépített energia / CO<sub>2</sub>-mennyiség?

Az állami energiafelhasználási statisztikák kimutatják, hogy míg az épületek működtetésére a nemzeti energiafogyasztás 50%-át fordítják, addig az új építések beépített energiájára kb. 5-8%-ot. Az építőanyagok (különösen a cement) előállításánál keletkezett CO<sub>2</sub>-mennyiséget számításba véve a nemzeti CO<sub>2</sub>-kibocsátás kb. 9%-a tulajdonítható az építőiparnak.

Az épületek beépített energiájának nagy része (64%) 7 kulcsfontosságú anyag között oszlik meg:

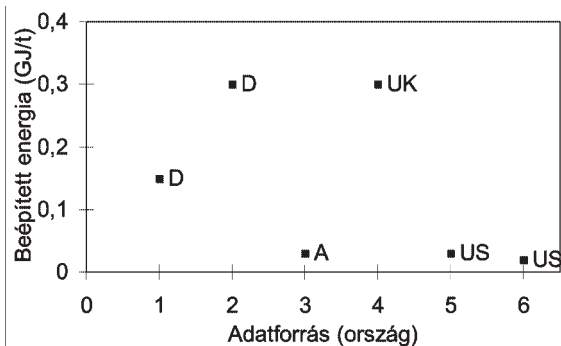
- adalékanyagok – homok, kavics, zúzott kő,
- cement (és így beton),
- téglá- és cserépipari termékek,
- fa,
- acél,
- üveg,
- műanyagok és gipszkarton lapok.

Davis Langdon és Everest (CIB W 96 Architectural Management Congress, Brighton, UK, 18-19 September 1998) összegyűjtötte a világ különböző táján publikált beépített energiaértékeket.

A beépített energiaértékek sok esetben igen nagy szórást mutatnak, aminek több oka is lehet:

- egyes kutatók primer energiában, mások a szállított energiában (pl. villamos energia) mérték az adatokat;
- a becslés függ attól, hogy pontosan milyen termékről van szó. Pl. acél esetén különböző energiaértékek tartoznak az acélöntvényhez, a betonacélhoz, a hengerelt árukhoz, az acélhuzalhoz stb.;
- importált nyersanyagok esetén több kutató nem számította be a szállítási energiafaktorát;
- különböző országokban különböző energiaforrást alkalmaznak ugyanazon termék előállítására;
- ugyanazt a terméket különböző gyártási technológiával is elő lehet állítani;
- stb.

### Az építőanyagok beépített energiatartalma



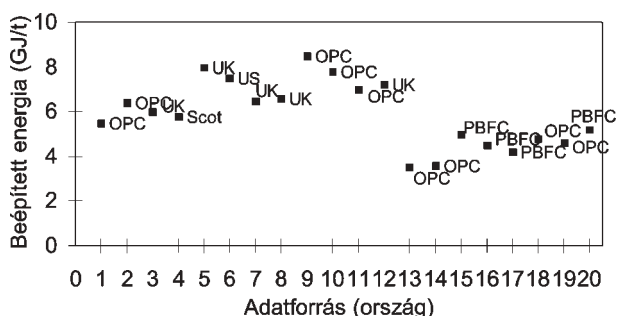
1. ábra. Az adalékanyagok beépített energiája (GJ/t)

## Adalékanyagok

Noha az épület legnagyobb tömegű részét az adalékanyag teszi ki, kevés publikált adatot találni az adalékanyagok beépített energiájára vonatkozólag. Mivel a szállítás az adalékanyag esetében jelentős tényező, az adatok nagymértékben függenek a beépítés helyétől (1. ábra).

## Cement

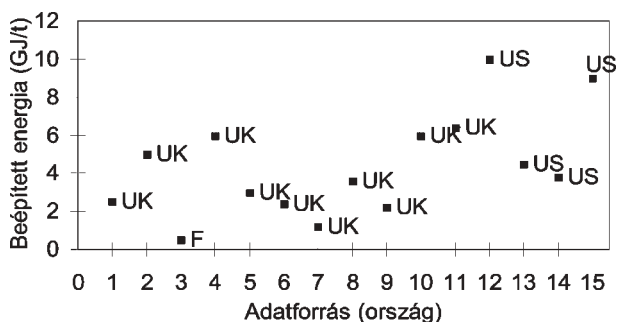
A cementgyártásnál a kulcsfontosságú tényező a felhasznált nyersanyag. A mészkő / palás agyag nyersanyag szárazon őrölhető, míg a kréta / agyag nyersanyagot a szárítás és égetés előtt nedvesen kell őrölni. A szilárd tüzelésű erőművek melléktermékét, a porított hamut felhasználva szintén csökkenthető a beépített energia mértéke (2. ábra).



2. ábra. A cement beépített energiája (GJ/t)

## Tégla- és cserépipari termékek

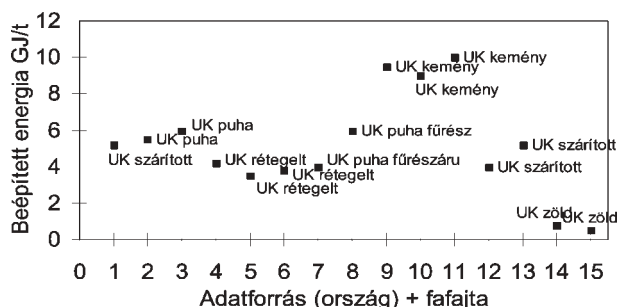
A téglá- és cserépipari termékek beépített energiája szintén függ a nyersanyag minőségétől, valamint a gyártástechnológiától. A kis volumenben gyártott speciális téglák beépített energiaértéke nagyobb (3. ábra).



3. ábra. A téglá- és cserépipari termékek beépített energiája (GJ/t)

## Fa

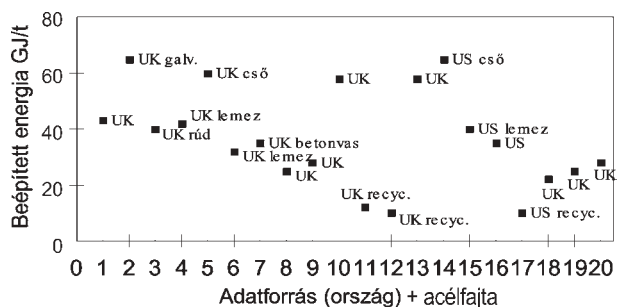
Számos európai országban az épületfa túlnyomó részét a tengerentúlról szerzik be, így a szállítási költség nagymértékben növeli a beépített energia nagyságát (4. ábra).



4. ábra. A faanyagok beépített energiája (GJ/t)

## Acél

A nyersvasgyártás az utóbbi időben a folyamatos gyártási technológia bevezetésével az energiafelhasználás szempontjából hatékonyabbá vált. Ennek ellenére az ócskavas újrafelhasználása még a mai napig kevesebb beépített energiát jelent, mint a nyersvasérből történő előállítás (5. ábra).



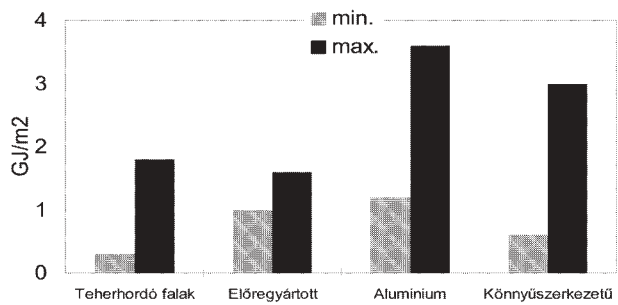
5. ábra. Az acél építőanyagok beépített energiája (GJ/t)

## Az épületszerkezetek beépített energiatartalma

Az építésztervezők számára a gyakorlatban egyszerűbben használhatók a tömeghez (GJ/t) viszonyított beépített energiatáblázatok alapján az egyes épületszerkezetekhez készített, m<sup>2</sup>-hez viszonyított (GJ/m<sup>2</sup>) beépített energiatáblázatok.

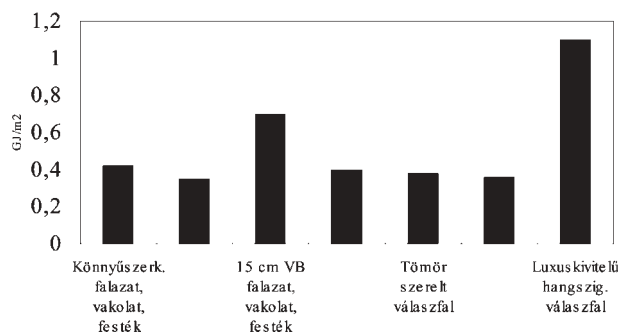
A főbb épületszerkezetek beépített primer energiatartalmát a 6–9. ábrák ismertetik.

## Külső falak



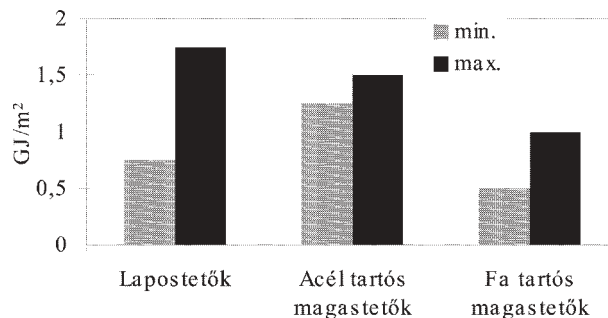
6. ábra. A külső falak beépített energiája (GJ/m<sup>2</sup>)

## Belső falak



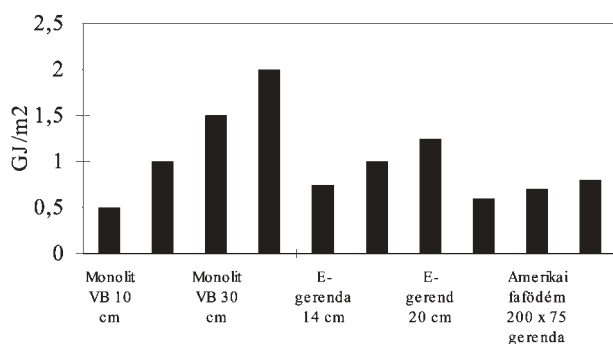
7. ábra. A belső falak beépített energiája (GJ/m²)

## Tetők



9. ábra. A különböző tetőszerkezetek beépített energiája (GJ/m²)

## Födémek



8. ábra. A födémek beépített energiája (GJ/m²)

1. táblázat

| A létesítmény típusa | Beépített energia<br>primer energia<br>(GJ/m²) | Beépített CO <sub>2</sub><br>kg CO <sub>2</sub> /m² |
|----------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Irodaház             | 10-18                                          | 500-1000                                            |
| Családi ház          | 9-15                                           | 800-1200                                            |
| Többlakásos ház      | 10-18                                          | 500-1000                                            |
| Ipari épület         | 7-12                                           | 400-700                                             |
| Út                   | 2-10                                           | 130-650                                             |

(amelyek általában magasabb beépített energiatartalmúak) épülnek. Megállapítható, hogy mind a vernakuláris, mind pedig a high-tech építészet keretein belül lehetőség van életciklusra vetítve alacsony energiájú épületek létrehozására.

Davis Langdon és Everest különböző építmények esetén vizsgálta a beépített energia mértékét (1. táblázat).

Az adatok nagy szórásából látható, hogy a lehetőségek széles skálája kínálkozik mind a beépített energia, mind pedig a beépített CO<sub>2</sub>-mennyiség csökkentésére.

## Következtetés

A kis beépített energiájú / CO<sub>2</sub>-tartalmú épületek alacsony energiatartalmú anyagok (általában nagy mennyiségben történő) felhasználásával vagy alacsony tömegű szerkezetekből



**SZIKKTI Labor Kft.**

**Brookfield cég magyarországi képviselője és márkakereskedője**

Cím: 1034 Budapest, Bécsi út 122-124. „D” épület fszt. (1301 Pf.:81)

**SZIKKTI** Telefon: 388-8752 • Tel./Fax: 368-7626 • Fax: 430-1460 • E-mail: sziktilaborkft@matavnet.hu

**Nemzeti Akkreditálási Testület által 502/0119 számon akkreditált, kalibráló laboratórium**

**TISZTELT ÜGYFELEINK!**

A SZIKKTI Labor Kft., mint a **BROOKFIELD** Inc. U.S.A. laboratóriumi és ipari viszkoziméterek magyarországi hivatalos forgalmazója az ÖNÖK rendelkezésére áll a következő szakterületeken:

- új készülékek – laboratóriumi és ipari viszkoziméterek, reométerek – beszerzése,
- tartozékok és standard anyagok beszerzése,
- javítási és recalibrációs munkák elvégzése,
- alkalmazástechnikai szaktanácsadás.

**Hirdessen az „Építőanyag” folyóiratban!**

# A téglagyártás története Vas megyében I.

Kovács Ferenc

## A kerámiaipar története

Az emberiség legrégebb mestersége az agyagművesség, a kerámia. Eredete közvetlenül a tűz felfedezése utáni időre tehető. A történelem előtti ember gabona, élelem és víz tárolására vesszőből font, agyaggal tömített edényeket használt, amit később felváltott a tisztán agyagból készített agyagedény, hisz rájött, étéssel tárgyai sokkal tartósabbakká válnak.

A kerámia legrégebbi emlékeit – az i. e. VII. és VI. évezredből – egyiptomi sírokban találták. *Mezopotámiában, ahol nem volt építkezésre alkalmas kő, kifejlődött a tégláépítészet.* A babiloniak történelmüket is agyagtáblákra vészték ékírással (Gilgames-eposz). Assurbanipal király könyvtára 22 ezer darab agyagtáblából állott. Az értékes babiloni agyagművesség egyik legszebb emléke az i. e. VI. évszázadból Nabukadnezár diadalútja és az Istar szentély kapuja. A diadalút falait és a díszkaput színes, mázas, domborműves díszítésű téglá borítja.

A római kerámiaedények és kisplasztikák etruszk és görög minta szerint készültek. *Igen nagy eredményt ért el a rómaiak a téglából készült építészeti alkotások terén.* A Római Birodalom egész területén maradtak fenn téglából készült utak, vízvezetékek, lakó- és középületek. A *tégla* szó a latin *tegula* megfelelője.

A hazai téglaiipar is hosszú múltra tekinthet vissza. Magyarország területén már a rómaiak korában virágzó „téglagyártás” folyt. Pannóniában a feltárt épületmaradványok között mindenütt megtalálhatóak a *téglák, tetőcserepek, alagsóvek.* A lelőhelyek közül kiemelkedik Szombathely – Savaria –, ahol az utóbbi évek építkezéseinek földmunkái során újabb téglafal-maradványokat tártak fel.

A magyar államalapítást követő évszázadokban meginduló, elsősorban egyházi építkezéseknél a kő mellett a téglát használták. A téglá főként a kőben szegény vidékeken terjedt el.

A XIX. század második fele a magyar gazdaság történetében korszakhatár, mert az 1890. évet követő időszakban kezdődik az ipari forradalom tényleges kibontakozása az országban. A megyében gomba módra szaporodtak el a téglagyárak, különösen a városok környékén. A kiegyezés után az ország városaiban – pl. Szombathelyen, Sárovaron – meginduló nagymértékű építkezéseken elsősorban a téglá volt a falazóanyag, tetőfedő anyagként főként cserepet használtak.<sup>1</sup>

## Vas megye téglagyártása napjainkig

Az egyes iparágak technikai történeti feldolgozása sorában különösen elhanyagolt, „mostoha” terület az építőanyag-ipar és főleg a durvakerámia múltja. Pedig a téglá,

illetve agyagipar az egyik legősibb emberi ipari tevékenység. Az építészettörténet is főképpen csak az egyes korok alkotásainak művészi megjelenéseit, társadalmi összefüggését és szerkezeti megoldásait vizsgálja, ezzel szemben az épületek anyagának előállításai módszereiről és azok történeti fejlődéséről ritkán történik megemlékezés.

A téglaiipar, valamint a vele legközelebbi rokonságban álló fazekas- és agyagipar évezredek óta tekint már vissza, a mezopotámiai kultúrkörből kiindulva. Történelmi fejlődésében első nagy virágzását Róma teremti meg azzal a műszaki színvonallal, mely a legújabb kor technikájától is elismerést érdemel. A római téglaiipar magas színvonalát a legújabb kor technikai forradalmáig a későbbi századok nem tudták utolérni.

A téglaiipar évezredek óta keresztül majdnem változatlan technikájú és *helyi jellegű ipar* volt mindaddig, míg a legújabb kori technikai és közlekedési forradalmak során nagyiparrá alakult át. Kifejlődésének két alapfeltétele van: a *szükséglet* és a *nyersanyagnyerés* lehetősége. Ahol ez a két tényező fennáll, mindenütt megtalálhatók az ipar nyomai. Kisebb városok általában alkalmasabb területet képeznek a téglaiipar múltjának vizsgálatára.

## Vas megye agyagtelepülései

### Őrségi agyagtelepülés

#### Az Őrség földtani jellemzése



A Nyugat-Dunántúl, benne Vas megye agyagtelepülései

A jura-korszak ösföldrajzi képe a tenger hódítását mutatja. Megindult az Alpok, Kárpátok felgyűrődése, a tengerek mészkőtábláival takart masszívuma összetöredezett. A kréta-korszakban az ausztriai hegységképződések szakaszai jelentősen érintették az Őrség területét. Végleg kialakították a töréses-vetődéses mélyszerkezetet, rácszerűen tovább darabolták az Alpokalja területét.<sup>2</sup>

Az eocén-korszak nagy részében az Őrség a már levonuló tenger alatt volt. Az oligocénben az ország nyugati részéről a tenger részben visszahúzódott. A terület kiemelkedése után egészben kiemelkedett, és a lepusztulás fokozódott. A lepusztulás erózióval ment végbe, és eredményként lehordással elegyengetett felszín képződhetett. *Ennek az időszaknak a terméke a finomszemű réteges-pados tarka agyag és homokkő.*

A levantei fejlődési szakaszban az ösfolyók feltöltő munkájának hatása alá került az Őrség.

Az Őrség területén az üledékes rétegek az alsó-miocéntól a holocénig teljes szabályos kifejlődésben megtalálhatók.

A közép-pleisztocénban a homokos, kavicsos térszintre jelentős vályog rakódott, mely a későbbiek során többször megismétlődött. *Ez a vályog szolgáltatja a pankaszi téglagyár nyersanyagát ma is.*<sup>3</sup>

#### *Őriszentpéteri téглаégető a XVI. századból*

Különös történelmi emlékeket őriz az Őrség földje. Két palánkvar kutatása közben a régészek középkori építményeink fontos anyagának készítő helyére, egy *téглаégetőre* bukkantak a földben. A Vas megyei Őriszentpéter az Árpád-korban az ország nyugati határát védő „Zala-fő-örök” birtoka volt.

A Zala-fő-örök a király szabad népei voltak, s őket Zsigmond király 1391-ben Németújvár várával együtt Sárail László temesi ispánnak adományozta. (Őrség néven 1409-ben említik először azt a határőrséget alkotó tizenkilenc falut, amelyhez Szentpéterfalva is tartozott.)

Az Újlaki család kihaltja után II. Lajos király 1524-ben Batthyány Ferencnek adta Németújvár várát és annak tartozékait; ezzel kezdődött a Batthyány család több mint három évszázados őrségi uralma. E családnak Őriszentpéter életében is meghatározó szerepe volt.

Egy 1980-ban végzett ásatás egy téглаégető kemencét hozott ott napvilágra. A törmelékből előkerült cserépedény-töredékek és kályhacsempék tanúsága szerint a kemence az 1500-as évek elején volt használatban.

A kemencét az agyagos domboldalba vágták – tehát nem falazva építették. Oldalfalát az átégetett agyaggal alkotja. Szilárd fala mintegy 60 cm vastag, és keményen át van égve. Három fűtőcsatornája van. A fűtőcsatornákat szintén agyagból alakították ki, s ezek is erősen át vannak égve. A kemence szélein megmaradtak a téglák is. Kétféle méretű téglát égettek, ezek a méretek megegyeznek a vár tégláinak a méreteivel. A kemence egyik sarkában ötsornyi, lépcsősen egymásra rakott téglák az eredeti helyén, a nagy szemű, átégetett kavicsrétegben maradt meg. Fölöttük tetőfedő cserepeket és átégetett anyagrögöket találtak.

A kemence működésének megismerése céljából tanulmányoznunk kell a hasonló időszakban működő téглаégetőket. Kevés ilyen középkori téглаégetőt ismerünk hazánkban. Ezek is *agyagba vájt, tapasztott*, erősen átégetett fűtőcsatornák, azonban csak részben hasonlítanak az Őriszentpéteri téглаégetőhöz, amely a szilárd boltozat nélküli, ún. *boksakemencék* közé tartozik.

A szakirodalom ugyanis megkülönböztet *boksakemencéket* – ezekben magából az égetendő téglából alakul ki a kemence boltozata – és *mezei vagy tábori kemencéket*; ez utóbbiaknak egy bizonyos magasságig *szilárd oldalfaluk* van, de *tetejük nincs*. Az Őriszentpéteri kemence átmenet a kettő között. Boksakemence tehát, amelynek alul 1 méteres magasságig az átégetett agyaggal szilárd vázat ad. A *nyerstéglát a fűtőcsatornákra* rakták, mégpedig élére állítva, a behelyezett fahasábok köré öt sorban, 1 méteres magasságig, nagy szemű folyami kavics közé, boltozatosan. A *kavics tárolta a hőt*; segítségével a láng nem a nyerstéglát érte közvetlenül, s mindamellett a rostély szerepét is betöltötte. Fölötte még 2-3 méteres magasságig rakták a nyerstéglát úgy, hogy köztük *levegőjáratokat* hagytak.

A hő vezetését a huzatlyukak nyitásával vagy zárásával érték el a boksa felső részén. Az így felrakott nyerstéglákat kívül tetőfedő cseréppel és köpenytéglával borították, s agyaggal burkolták be. A füst felül távozott.

Egy 1743-as leírás szerint az *égetés öt napig* tartott, más források szerint hét-nyolc napig égették. Az első két napon a *melegítés és szárítás* történt. A hőmérsékletet fokozatosan növelték. A kemence hőpróbájának mérése szerint a *csúcshőmérséklet 1000 °C* lehetett; egy-egy gyártásmenetben 900 °C elérésére törekedtek. Amikor a tűz „fehéren izzó” lett, a tüzelőnyílásokat betapasztották. A kemence lehűlése kb. nyolc napig tartott. Utána a köpenyt leszedték, s a kemencét olyan állapotúra szedték szét, ahogyan a régészek a feltáráskor megtalálták. Igen jó minőségű téglát égettek benne.



*Boksakemence*

Őriszentpéteren több kemence működhetett, a hely ugyanis kiválóan megfelelt a téglakészítésnek. A téglagyártáshoz elsősorban nagy mennyiségben előforduló, jó minőségű agyag kell.

A középkori gyártás első munkafolyamata volt: kibányászni ezt az agyagot. Eszközei: *ásó, lapát és kapa*. A kibányászott agyagot vizezéssel és gyúrással finomították. A sár készítéséhez sok vízre volt szükség. (Ezer vályogra 1 köbméter vizet számíthatunk.) Ezért az agyagbánya *eleve víz mellé települt, vagy kutat ástak mellette*. A sár keverőhelyéhez közel a víz tárolására 1 méter átmérőjű, 50-60 cm mélységű gödröket ástak.

A vályogot a finomított agyagból vetették. A formázás eszköze: *a formázóasztal és a formák, simítófák*. A téglavető a formázóasztalra került agyaggal kitöltötte a behomokozott formát, majd léccel lesimította, és homokkal felszórt helyre borították ki. Ott az megsikkadt, megkeményedett. Ezután máglyába rakva szárították ki a *szárítósímben*, majd *kiégették*.

A kézi vetésű, kisüzemi téglagyártásnak egyébként egészen a legutóbbi időkig ez volt a munkamenete és ugyancsak ez az eszköztára.

A téglagyártáshoz tehát minden feltétel megvolt Őriszentpéteren. Az agyagos domboldal szolgáltatta az alapanyagot, a közeli Szala-patak a vizet. A palánkvarnak sok téglára volt szüksége. Az 1500-as évektől a vár meglétéig – 1680 tájáig – működhettek ott kemencék. Batthyány Ádám kapitány ugyanis az 1648. március 2-án kelt levelében még arra utasította németújvári tiszttartóját, Jobbágy Jeremiást, hogy a szentpéteri kastély mindkét kapuja fölé vigyázo görét építtessen, egyúttal hagyja meg a téglavetőnek, hogy hozassa rendbe a kemencéket és téglaszíneket, s kezdje meg a téglakészítést, a pallérok pedig szabják meg a készítendő téglá mennyiségét.<sup>4</sup>

A jelentős ipartörténeti emlék fölé az Országos Műemléki Felügyelet védőépületet emelt a volt Téglá- és Cserépipari Tröszt támogatásával, amely az 1999 tavaszán készített fotómon látható.



*Az Országos Műemléki Felügyelet védőépülete*

## *Az őrségi téglapár kialakulásának okai a népi építészet fejlődése tükrében*

Az őrségi ház fejlődésének is gazdasági és történeti okai vannak, mint minden kulturális jelenség kialakulásának. Az Őrség – erdős mivoltának megfelelően – a faépítkezés ősterülete. A hagyományok szerint régen minden ház fából készült; az öregebbek olyan esetekre is emlékeznek még, amikor osztozkodásnál a házat is szétszedték az örökösök, és új helyen építették fel elosztott részeit. Az erdőirtásokon bőven volt faanyag, és a nagycsalád részére nagy házakat építettek. Egy-egy házban a család fő irányításával 4-5 család is élt. Amikor a nagycsalád felbomlott, megszűntek a nagy faépületek is. Minden család igyekezett önállóan boldogulni, és ehhez elegendő volt a kisebb ház is. Az építőanyag megszerzése is körülményesebb lett; a fa ára megszokozorozódott. Ezért aztán kisebb házakat építettek, mint előbb.<sup>5</sup>

A zsúptető idővel füstössé, feketévé vált, mert az őrségi ház régi tűzhelyének nem volt füstfogója és jobbára kéménye sem. Kiveszőben vannak már a nyitott kéményű, szabad kéményű konyhák is, melyek a századforduló táján még az egész megyében általánosak voltak. Ebben az esetben a konyhát már kettéválasztották: külön van a főzőhely és külön a pitvar. A két helyiségnek közös a légtere. Ez a boltozat nagy szájú *kéménnyel* magasodik és kivezet a tetőre, ahol sövényből font, sározott kéményben, *újabbán pedig téglakéményben* végződik.

A vasútépítés megindulása után megdrágult a fa. A szegényebb emberek ekkor kezdtek tömészházakat építeni, míg a *jobb módúak már téglából* készítették házaikat. *A téglát eleinte kizárólag maguk vetették.* A 1880-as években *olaszok* jártak faluról falura és *téglavetésre* ajánlkoztak. A jobb módúak megegyeztek velük, adtak nekik terményt, kosztot, lakást. *Tőlük tanulták meg a téglavetést a cigányok*, és ők folytatták ezt a mesterséget, amikor az olaszok Magyarország helyett inkább Amerikába kezdtek vándorolni. A téglavetés tudományát igen sok őrségi gazda is elsajátította, azonban csak nagy családúak mertek vállalkozni maguk egy házhoz való téglavetésére, mert nagyon sok segédmunkás kellett hozzá. *Az 1940-es években Dávidháza, Őriszentpéteren, Bajánsenyén és Pankaszon működtek téglagyárak.*

1982-ben, az Őriszentpéteri feltáráskor a Velemérben lakó Varga Sándor fazekasmester részletesen elmondta a boksakemence felrakásának módját. Az ő gyermekkorában – az 1920-as években – édesapja is így égette a téglát.

Mezei kemence néven más téglavető is volt. E típusnál a fűtőcsatornák és az oldalfalak szilárd anyagból készültek, de felettük nem volt a kemencének boltozata. A füst szabadon távozott a kemence tetején, ezért nem lehetett itt szilárd boltozat, legfeljebb agyagborítást kaphattak a téglák.

### *Pankasz*

Avas Kálmánné: Két arckép ... című visszaemlékezésében így ír a pankaszi téglagyár megalapítójáról: „Kulcsár József egy pankaszi kisparasztgazdának négy gyermeke

közül az elsőszülött fia volt. Édesapja, Kulcsár János, a nyugati szerven lakott, 9 hold földjén gazdálkodott. Három fia és egy lánya volt. Közülük József, a legidősebb, aki 1857-én született Pankaszon. Ez a *Kulcsár József rakta le a pankaszi téglagyár alapjait 1881-ben.*<sup>6</sup> Hat elemi iskolát végzett, egyszerű parasztember volt. Szorgalmas munkájából lett ennek a kicsi őrségi falunak téglagyára. Neki köszönhető, hogy a zsúptetős faházak itt, már a századforduló körül, rohamosan kezdtek eltűnni. Helyükön új, nagy téglaházak, téglából épült gazdasági épületek, cseréptetővel készültek. Szüleitől örökölt földjén gazdálkodott is, népes családja volt: 5 gyermeke, négy fiú és egy leány. Mind a fizikai, mind a szellemi munkában nagy tehetségű volt. Sokat dolgozott a téglagyár építésénél is.

A munkák nagyobb részét saját maga végezte el. Ezeremester, fűrő-faragó, barkácsoló ember volt, asztalos, kádár egy személyben. Ez általában jellemző volt régen az őrségi emberre. Még 80 éves korában is hangvasszorgalommal dolgozott kis faragóműhelyében. Aranykeze munkájának nyoma ma is megtalálható a nagy téglagyár környékén. Már 1940-ben *prést* használt kézi forma helyett, és a cserepet is gépi erővel készítette. Szülőfalujának, Pankasznak a fejlődését elősegítette. Az itt élő utódoknak kenyérkereső-lehetőséget teremtett helyes elgondolásával, szorgalmas munkájával.”

A téglagyár a régi bánya helyén épült, 1896-ban olasz munkások felépítették a téglagyár *égetőkemencéjét*, a termelés megindításához pedig Pórszombatról hozattak téglás családokat.

A háború és az azt követő évek túlkapasai visszavetették a pankaszi ipar fejlődését, így például az 1950-es évek elején a Téglagyári Egyesülés leállította a téglagyártást, mivel véleménye szerint a téglára nincs országos igény. A volt tulajdonos Szombathelyre került éjjeliőrnek. A később újra beindított termelés a kezdeti egymillió tégláról hamarosan felfutott hárommillióra. 1953-ban 936 ezer téglát befogadóképeségű Keller-száritót helyeztek üzembe. A következő évben pedig 3809 m<sup>2</sup>-nyi kemencetoldást kapott. 1961-1963-ban leállították, és csak 1964-ben kezdődött újra a fejlesztés. Az egykori Kulcsár-féle téglagyárból csak egy kemence maradt fenn.

A 60-as években a gyártás technológiáját az alábbi riport szemléletesen mutatja be:

„A cigány egy hosszú ütemben tovahaladó futószalagra lapátolja az agyagot:

– Egyenlően menjen a föld, mert baj lesz! – mondja, és szeten kever az agyaghoz. Ettől fellazul a sűrű massa, a szén elősegíti az égetést is, a téglát porózusabbá válik. Ez a recept csak akkor módosul, ha üregek téglákhoz készítenek elő az agyagot, ilyenkor fűrészpórt is adagolnak hozzá.

Az agyag két hengeren megy át, szemcsésre aprózik, de a lezúduló tömegben még mindig meg lehet különböztetni a szén fekete foltjait. Az anyag a keverőbe kerül, éles boronafogók vágják át és terelik egy újabb futószalag felé, közben egy lyuggatott csőből víz hull rá.

A keverőlapátok még egyszer átvágják az agyagot, úgy nyomják bele a vákuumprésbe, onnan kerül be a présbe.



*A pankaszi téglagyár*

A vákuum kiszívja belőle a felesleges levegőt és vizet, formára nyomja, a szájnnyíláson kijövő végtelen téglára egy henger ráüti a gyár vizes monogramját, egy drót mértetre vágja, majd a kész nyerstégla szalagra kerül, és kifut az épületből. A téglát félig fedett színekbe, a Keller-száritókba kerül, itt három-négy hétig szárad. A tárolóba síneken lehet ki-be húzni a kocsikat, közöttük hézagokat hagynak, hogy szabadon járjon a levegő. A téglák jelentős részét – a Keller-tároló drágasága miatt – a szabadban tárolják égetés előtt. Ha a nap megsüti, eső megveri, megbomlik a téglák szerkezete, ... porlik-morzsolódik. A nyerstégla itt néha öt hét alatt sem szárad meg.

Az utolsó állomás az égetőkemence, egy kerek alaprajzú épület, melyben a munka folyamatos, egyik részén ég a téglát, a tűz haladási irányába készítik be a nyersanyagot, a már kiégett téglákat pedig a kemence megbontott oldalán szedik ki. Miután behordták a nyersanyagot, a kemence oldalát berakják téglával, homokkal is leszigetelik, hogy csak a kéményen keresztül szellőzzön. 900-1000 fokban hőmérsékletet kell tartani, a téglát öt-hat nap múlva ég ki.”<sup>7</sup>

A pankaszi téglagyár ma magántulajdonban van, három éve újabb Keller-színeket építettek a kisméretű téglák szárításának megkönnyítése érdekében. *Kurucz István* főgépész mutatta be a működő technológiai folyamatot, ami alig különbözik a hatvanas évektől. Az alapanyag, félkész és késztermék szállítása szállítószalagon, targoncán történik. Az agyag útja az 1 km-re lévő agyagbányából kikerülve a következő: *durvahenger* ⇒ *finomhenger* ⇒ *vizező keverő* ⇒ *felső keverő* ⇒ *prés* ⇒ *vágó* ⇒ *száritószín* ⇒ *kemence*.

Az agyagot, mivel összetétele folytán „túl kövér”, homokkal, törekkkel lazítják.

A Hoffmann-kemence egy része még a háború előtt épült; 30 kamrás, 150 ezer darab téglát kiégetésére alkalmas. 64 méteres kéménye 1953-ban épült. A porszenet Dudarról szerzik be.

A gyárban sok munkafolyamat, így a nyers- és a kész-tégla be- és kirakása még mindig kézi erővel történik.

Jelenleg – az időnyomunka jellege miatt – 7 és 15 fő közötti a munkaslétszám. Ma a gyár éves termelése: nyers-tégla: 2,2 millió, késztermék: 1,8 millió.

### Körmend

*Mindkét körmendi téglagyárat 1890-ben alapították.* Kezdetleges módszerrel működtek. A téglát úgy vetették, és amikor kiszáradt, boglyákba rakva égették ki. Kezdetben három-négy család dolgozott, és az évszaknak csak abban a részében, amikor az időjárás alkalmas volt a téglavetésre. Télen a családok felszedték a „sátorfájukat” és faluról falura járva vándorégetést vállaltak. *1893-ban körkemencét* építettek, évi 8 ezer darab téglát égettek. Később a nagyméretű téglák darabszáma évente elérte az egymillió kétszázezer darabot.

Az első világháború alatt – 1914-től 1919-ig – szünetelt a gyártás. Nem építkeztek a környéken sem, a férfiakat bevonultatták katonának. *1920-ban* nyitották meg újra a gyárat, ahol *1938-ig a régi módszerekkel* és technológiával dolgoztak.

A gyárat 1950 végén államosították. Az üzemben hat-hét család dolgozott hagyományos kézi vetéssel. Az *1952-ben* történő korszerűsítéssel, villamosítással lényegesen megnövekedett az előállított téglák mennyisége. 1955-től vasúti vágány vezetett az üzemhez, ami megkönnyítette az áru mozgatását. Növelték az égetőkemencéket is, a *kamrák* számát *húszra* emelték. 1958-ban további fejlesztés történt: *száritószíneket* építettek, a régi prést felerősítették egy nagyobb kapacitásúval, mely nyolc órában 40-45 ezer téglát présel.<sup>8</sup>

A tröszt megszűnése után mindkét téglagyárat felszámolták, helyükre más profilú cégek települtek, nyomuk is eltűnt.

### Szentgotthárd

A szentgotthárdi téglagyár történetét követni lehet a téglagyár levelezésének tanulmányozásakor kézbe került borítékok bélyegzéseire:

*“Pacher Gyula Gőztégla és Cementgyár Locsmand; Gőztéglagyár Szentgotthárd alapítva: 1865”*

*“Pacher Gyula és Friedrich Ferenc Gőztéglagyár” 1910.*

*“Pacher Gyula Első Szent Gotthárdi Gőztégla és Agyag Árugyár” 1932.*

*“Pacher Gyula és Megyer József téglagyárosok” 1936.*

*“Szentgotthárdi Téglaár” 1949.*

*“Közép-dunántúli Téglaiipari Vállalat Szentgotthárdi Gyára”*

*“Téglaiipari Kft. Szentgotthárd” 1998.*

Az 1865-ben alapított téglagyárnak – mely a város nyugati szélén, a Rábatótfalu felé vezető út közelében van – első tulajdonosa *Pacher Gyula* volt, aki a gyárat jobbra távolról irányította, hiszen törzshelye a mai ausztriai Lutzmannsburg volt. A levéltári anyag – mely a vérzi-

vataros idők miatt nagyon hiányos – vizsgálata során a levelezések kapcsán lehetett – inkább gyártörténeti, mint technológiai – következtetésekre jutni a gyártás folyamataról, az ott dolgozók munkájáról, béréről, egyéb juttatásokról, a felhasznált nyersanyagokról, ill. lelőhelyükről, a téglagyártás gazdasági, kereskedelmi helyzetéről.

*Illetményjegyzék 1932. VII. hó*

*pl. Sturm Lajos gyárvezető 100,- pengő/hó + 2 szobás lakás*

*Molnár János gépész 100,- pengő/hó + lakás*

*Raposch Ferenc égető 22.70 pengő/hét*

*Palvics József kemence munkás 23,00/hét*

Az 1942-44. évekig a dolgozók munkabérekönyvei alapján megállapítható, hogy egyes családok munkavállalásában *tradicionális jellegű* volt a téglaiiparban való elhelyezkedés. Pl.: id. Raposch Ferenc és ifj. Raposch Ferenc esetében.

1944 februárjától 1947 áprilisáig szünetelhetett a munka, mivel a munkabérekönyv alapján csak Raposch Ferenc kapott munkabért.

A munkabérekönyvek hűen tükrözik a *téglaiipar idényjellegét*: ősztől tavaszig a bértételek száma 3, míg a nyári időszakban eléri a 31 tételszámot is.

Az Iparügyi Minisztérium helyzetjelentéséhez kért adatok alapján az 1936. évben a szentgotthárdi Gőztéglagyár helyzetét jól jelzik a margóra jegyzetelt válaszok:

- *a gyár kapacitása 70%-os, a szállítási nehézségek miatt a termelés csak a III. negyedévben indult meg;*
- *25 fő munkás dolgozott a téglagyárban, kizárólag égetéssel 7 munkás foglalkozott, a munkanélküliek száma 0 volt;*
- *a gyár szénellátását Brennbérgbányáról biztosították;*
- *értékesítésük elsősorban a környékre szorítkozik, a megyén kívüli eladás csekély mértékű volt.*

Bizonyítvány: Sturm Alajos (1901-ben született Locsmádon) 1918-tól dolgozott a nagykanizsai Herkules Téglagyár Rt.-nél.

Levél: Sturm Lajos téglamester kapta, Kőszeg, 1924. X. 29. „Kőszegi Gőzmalom Czeke József és Társa” téglamesteri állás ajánlása.

Levél Sturm Józsefnek a Tremmel Testvérek Gőztéglagyárából, Felsőágról, Sopron megyéből, valószínűleg a vejétől: *“Szombaton, hogy elgyújtottunk, ez ideig még jól haladtunk a tűzzel 4-ik kamarán vagyis a 5-ikhez értünk de most a görbe előtt nem akar sietni a tűzünk. Téglaletőnk még eddig nincs, Kapuvárról sem kaptunk választ attól az említett téglástól. Az iszapnak a teteje már megkeményedett s holnap akarom behordatni sárt a gépházba hogy hétfőn a cserépetést megkezdhessek.”*

1921-ben Sturm József volt a gyár vezetője.

Levél Sturm József téglamesternek 1921. május 17-én, Szűcs Béla mérnöktől, az Építési és Műszaki Vállalattól: *„Egy téglaprés ára, amely óránként ca. 1200 téglát vagy ca. 600 cserepet készít, ára: 105 000 korona.”*

A gyárat ellátó szénbányák: *Tata, Brennbérgbánya, porosz szén.*

Jelenleg – az időnyomunka jellege miatt – 7 és 15 fő közötti a munkaslétszám. Ma a gyár éves termelése: nyers-tégla: 2,2 millió, késztermék: 1,8 millió.

### Körmend

*Mindkét körmendi téglagyárat 1890-ben alapították.* Kezdetleges módszerrel működtek. A téglát úgy vetették, és amikor kiszáradt, boglyákba rakva égették ki. Kezdetben három-négy család dolgozott, és az évszaknak csak abban a részében, amikor az időjárás alkalmas volt a téglavetésre. Télen a családok felszedték a „sátorfájukat” és faluról falura járva vándorégetést vállaltak. *1893-ban körkemencét* építettek, évi 8 ezer darab téglát égettek. Később a nagyméretű téglák darabszáma évente elérte az egymillió kétszázezer darabot.

Az első világháború alatt – 1914-től 1919-ig – szünetelt a gyártás. Nem építkeztek a környéken sem, a férfiakat bevonultatták katonának. *1920-ban* nyitották meg újra a gyárat, ahol *1938-ig a régi módszerekkel* és technológiával dolgoztak.

A gyárat 1950 végén államosították. Az üzemben hat-hét család dolgozott hagyományos kézi vetéssel. Az *1952-ben* történő korszerűsítéssel, villamosítással lényegesen megnövekedett az előállított téglák mennyisége. 1955-től vasúti vágány vezetett az üzemhez, ami megkönnyítette az áru mozgatását. Növelték az égetőkemencéket is, a *kamrák* számát *húszra* emelték. 1958-ban további fejlesztés történt: *száritószíneket* építettek, a régi prést felerősítették egy nagyobb kapacitásúval, mely nyolc órában 40-45 ezer téglát présel.<sup>8</sup>

A tröszt megszűnése után mindkét téglagyárat felszámolták, helyükre más profilú cégek települtek, nyomuk is eltűnt.

### Szentgotthárd

A szentgotthárdi téglagyár történetét követni lehet a téglagyár levelezésének tanulmányozásakor kézbe került borítékok bélyegzéseire:

*“Pacher Gyula Gőztégla és Cementgyár Locsmand; Gőztéglagyár Szentgotthárd alapítva: 1865”*

*“Pacher Gyula és Friedrich Ferenc Gőztéglagyár” 1910.*

*“Pacher Gyula Első Szent Gotthárdi Gőztégla és Agyag Árugyár” 1932.*

*“Pacher Gyula és Megyer József téglagyárosok” 1936.*

*“Szentgotthárdi Téglaár” 1949.*

*“Közép-dunántúli Téglaiipari Vállalat Szentgotthárdi Gyára”*

*“Téglaiipari Kft. Szentgotthárd” 1998.*

Az 1865-ben alapított téglagyárnak – mely a város nyugati szélén, a Rábatótfalu felé vezető út közelében van – első tulajdonosa *Pacher Gyula* volt, aki a gyárat jobbra távolról irányította, hiszen törzshelye a mai ausztriai Lutzmannsburg volt. A levéltári anyag – mely a vérzi-

vataros idők miatt nagyon hiányos – vizsgálata során a levelezések kapcsán lehetett – inkább gyártörténeti, mint technológiai – következtetésekre jutni a gyártás folyamataról, az ott dolgozók munkájáról, béréről, egyéb juttatásokról, a felhasznált nyersanyagokról, ill. lelőhelyükről, a téglagyártás gazdasági, kereskedelmi helyzetéről.

*Illetményjegyzék 1932. VII. hó*

*pl. Sturm Lajos gyárvezető 100,- pengő/hó + 2 szobás lakás*

*Molnár János gépész 100,- pengő/hó + lakás*

*Raposch Ferenc égető 22.70 pengő/hét*

*Palvics József kemence munkás 23,00/hét*

Az 1942-44. évekig a dolgozók munkabérekönyvei alapján megállapítható, hogy egyes családok munkavállalásában *tradicionális jellegű* volt a téglaiiparban való elhelyezkedés. Pl.: id. Raposch Ferenc és ifj. Raposch Ferenc esetében.

1944 februárjától 1947 áprilisáig szünetelhetett a munka, mivel a munkabérekönyv alapján csak Raposch Ferenc kapott munkabért.

A munkabérekönyvek hűen tükrözik a *téglaiipar idényjellegét*: ősztől tavaszig a bértételek száma 3, míg a nyári időszakban eléri a 31 tételszámot is.

Az Iparügyi Minisztérium helyzetjelentéséhez kért adatok alapján az 1936. évben a szentgotthárdi Gőztéglagyár helyzetét jól jelzik a margóra jegyzetelt válaszok:

- *a gyár kapacitása 70%-os, a szállítási nehézségek miatt a termelés csak a III. negyedévtől indult meg;*
- *25 fő munkás dolgozott a téglagyárban, kizárólag égetéssel 7 munkás foglalkozott, a munkanélküliek száma 0 volt;*
- *a gyár szénellátását Brennbérgbányáról biztosították;*
- *értékesítésük elsősorban a környékre szorítkozik, a megyén kívüli eladás csekély mértékű volt.*

Bizonyítvány: Sturm Alajos (1901-ben született Locsmádon) 1918-tól dolgozott a nagykanizsai Herkules Téglagyár Rt.-nél.

Levél: Sturm Lajos téglamester kapta, Kőszeg, 1924. X. 29. „Kőszegi Gőzmalom Czeke József és Társa” téglamesteri állás ajánlása.

Levél Sturm Józsefnek a Tremmel Testvérek Gőztéglagyárából, Felsőágról, Sopron megyéből, valószínűleg a vejétől: *“Szombaton, hogy elgyújtottunk, ez ideig még jól haladtunk a tűzzel 4-ik kamarán vagyis a 5-ikhez értünk de most a görbe előtt nem akar sietni a tűzünk. Téglaletőnk még eddig nincs, Kapuvárról sem kaptunk választ attól az említett téglástól. Az iszapnak a teteje már megkeményedett s holnap akarom behordatni sárt a gépházba hogy hétfőn a cserépetést megkezdhessek.”*

1921-ben Sturm József volt a gyár vezetője.

Levél Sturm József téglamesternek 1921. május 17-én, Szűcs Béla mérnöktől, az Építési és Műszaki Vállalattól: *„Egy téglaprés ára, amely óránként ca. 1200 téglát vagy ca. 600 cserepet készít, ára: 105 000 korona.”*

A gyárat ellátó szénbányák: *Tata, Brennbérgbánya, porosz szén.*

Levél Huberttól és Sigmundtól, Bp. Címzett Pachner Gyula, 1927. június 2.: „a téglagyárak részéről előnyös ismert »Durex – zongorahuzal« téglavágó drót eladásáról.”

Az Iparfelügyelet hatósági vizsgálatáról szóló levél, amely a téglagyártáshoz szükséges gőzgép kazánjának munkába állításáról tudósít.

A Magyar Téglá- és Agyagárugyárosok Országos Egyesületének dunántúli csoportja költséghozzájárulást meghatározó levele alapján a Szentgotthárdi Gőztéglagyár 1926. évi termelése 2 millió téglá volt.

#### A sárvári agyagtelepülés

Sárvár téglaiipar-történeti ismertetése sem nélkülözheti a helytörténeti vizsgáldást. Dr. Naszádos István „olvasókönyv”-ében olvashatunk némi utalást a helyi építkezés múltjáról<sup>9</sup>:

„(Sárváron) szántáskor az Óvár és a régi római út helyén római téglá, kerámia és terra sigillata maradványokat ... találnak a gyűjtők. A fentiek is igazolják, hogy ez a vidék a római uralom idején kb. időszámítás szerint 469-ig lakott terület volt. Nagy valószínűséggel a Bassiana helynév Sárvár őseire utal.<sup>10</sup>

A történelmi tapasztalatok bizonyossága: tatárjárástól a törökveszedelemig a várak és erősségek tudtak csak sikerrel ellenállni a támadásoknak. A régi vár nem tartozott a komoly erősségek közé. Nádasdy Tamás 1555-ben elhatározta, hogy a régi fölé egy új várat épít. Fia, II. Ferenc, majd unokája folytatta és fejezte be az építkezéseket 1615-ben. Ötşög alaprajzú vár készült, a kor szokása szerint. Bástyái kőből és téglából készültek.”

1802. október 17-én súlyos tűzvész pusztított Sárváron. A sok tüzeset arra kényszerítette a várost, hogy városi „téglagyárat” – a valóságban tégláégetőt – építsenek a Végmalom mellett.

Az „1828-ik évben – írta Ernetz Ignác – építtetvén a városi téglagyár azon dicséretes városi intézkedéssel, hogy akik a város határában építkeznek, csak a készítési és ége-

tési költségeket fizetik téglá vagy zsindeley vásárlásakor ... s így, a házak cserép, zsindeley tetővel megszaporodván, a tűzeknek is hathatósan gát vettessek.” A tégláégetőben évenként 120 ezer falitéglat, 45 ezer cserépszindelyt készítettek.

A város lakóit kötelezte a tanács, hogy csak cserépszindellyel fedhetik a házuakat, szalmával többé nem, és téglát, cserepet kaphatnak szükséglet szerint önköltségi áron. Így részben kedvezmények adásával, részben a rendelet szigorával vették elejét a további nagy, egész utcákra kiterjedő tűzeknek.<sup>11</sup>

A XIX. század végén és a XX. század elején nagymértékben felgyorsultak a sárvári középítkezések, megindult a város fejlődése. A múlt században több templom, lakatnya épült, nagymértékű felújításba kezdtek a várkastélyt illetően is. 1889-ben fiúiskola, 1909-ben városi kórház és vasútvonal épült. A Sárvári Cukorgyár 1895-ben, a Múmalom 1897-ben és a Műselyemgyár 1904-ben kezdte meg a gyártást. Több kisebb üzem, pl. seprőgyár is alakult ezekben az években.

A város lakóinak a száma 1787-től 1918-ig több mint tízszeresére, 9951 főre emelkedett. 1871-ben járási székhely. A város 1902-ben a Vármellékkel és Tizenháromvárossal, 1912-ben Sárral és Péntekfalual bővült. Mindezek megkívánták az építőanyag, így a téglá és cserép tömeggyártását.

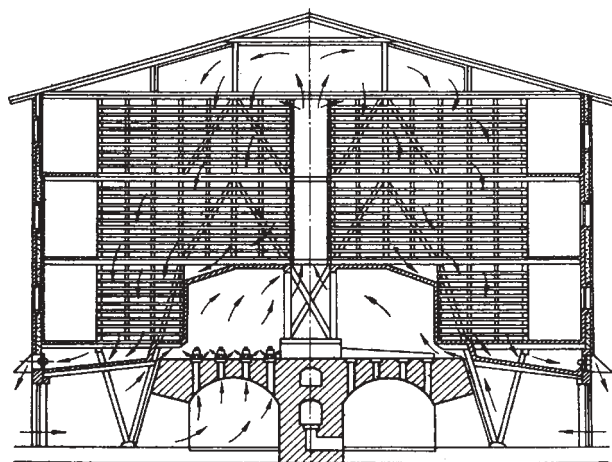
A sárvári uradalmat 1875-ben Mária Terézia Dorottya, osztrák-estei főhercegnő örökölte, akinek Lajos bajor királyi herceg volt a férje. Az uradalomnak is volt – a Vadkertben – két tégláégetője, amelyek évente 30 ezer falitéglat, 108 ezer darab cserépszindelyt gyártottak részben saját szükségletükre, részben eladásra. Az első tégláégető telepet 1896-ban építették három szárítóval, cseleldházsal. A kemence 196 m<sup>2</sup> volt.<sup>12</sup>

A korabeli helyi sajtó így ír az 1903-ban átadás előtt álló uradalmi téglagyárról: „a modern technika összes vívmányainak felhasználásával készült, és mondhatni, hogy minden ízében remek.”<sup>13</sup>

A gyárban körkemence volt, amit kis gazdasági vasút szolgált ki, megkönnyítve a kézi munkát. Az új téglagyárban korszerű műszárító is volt, ami a meleg levegőt részben a kazánok eltávozó füstjéből, részben az elhasznált gőzből és a hűlő téglából elszálló hőből kapja. A beszámolóból némi képet kapunk a gépi ellátottságról is: „a szárító helyiségek mellett vannak a zúzó, préselő és mintázó gépek, melyek az emeleten behányt agyagot dolgozzák fel, s ahonnan egy praktikus berendezett elevátor a padláson lévő szárítóba viszi a kipréselt téglákat.”

A gyárat két, összesen 94 LE gép hajtotta, míg a világítást a Ganz és Tsa-féle villamos motor szolgáltatta. A gyár 64 munkást foglalkoztatott. A téglagyár igazgatója Boskovits Artúr volt.

A Sárvári Járás 1908. május 31-i száma így ír Sárvár újabb létesítményéről: „Sárvár város rohamos fejlődését ismét egy jelentős gyár létesítése igazolja. »Sárvári új Téglagyár Krausz, Moger, Fleischmann« Cég alatt nagy-



Körkemence feletti 3 szintes nagy térszárító

szabású téglagyár alakult.”<sup>14</sup> A régi, *Pleszkáts-féle* téglagyár berendezését vették meg, és 14 kamrával egy égetőkemencét építettek.

Termékei a tetőzsindely, a falitégla és az ehhez tartozó melléktermékek. A munka kézi erővel folyt egészen az 1920-as évekig, s a munkások létszáma 30-35 fő között mozgott. A háború utáni építkezési konjunktúra, a kereslet emelkedése arra ösztönözte a tulajdonost, hogy külföldről téglá- és cserépprést vásároljon.

A gyár termelése évi 2,5 millió volt. A gépek üzembe állítása nem szüntette meg azonnal a kézi téglavetést. A munkások egy része továbbra is a régi módon végezte munkáját, ugyanis a vásárlóközönség kezdetben idegenkedett a géppel gyártott téglától, és ugyancsak a kézi téglát vásárolta.

A sárvári téglagyártás a háborút követő években fokozatosan csökkent, az utolsó gyár – a volt uradalmi téglagyár – az 1990-es évek elején szűnt meg.

## Jegyzetek

1. Dr. Kakasi János–Somodi Gábor: Durvakerámia-ipari technológia. Műszaki Könyvkiadó.
2. Csiszár Károly: Az Őrség földje és népének élete. Bp., 1973. MTA KESZ Kiadó, 9-21. old.
3. Uo. 58. old.
4. Valter Ilona: Batthyány kapitány “téglagyára”. Bp., 1986. (Tájak, korok, múzeumok kiskönyvtára 334.)
5. Dömötör Sándor: Őrség. Szombathely, 1987. 2. kiad. Az Őrség Baráti Kör kiadása.
6. Avas Kálmánné: Két arckép.
7. Moldova György: Az Őrség panaszja. Magvető Kiadó, Bp., 1974. 167. old.
8. “Ha beszélni tudnának ...” In: *Vas Népe*, 1965. febr. 3. 5. old.
9. Dr. Naszádos István: Sárvári helytörténeti olvasókönyv. Sárvár, 1996. 9. old.
10. Uo. 22. old.
11. Uo. 49. old.
12. Sárvár város monográfiája. Szombathely, 1978.
13. Sárvári Hírlap, 1903. szeptember 13. 4. old.
14. Új téglagyár Sárváron. In: *Sárvári Járás*, 1908. május 31. 2. old.

\* \* \*

## BESZÁMOLÓ RENDEZVÉNYRŐL

Az SZTE Kő és Kavics Szakosztálya 2002. október 10-én tartotta a MTESZ Budai Konferencia Központjában a

### KŐ- ÉS KAVICSBÁNYÁSZ NAP 2002

című országos szakmai konferenciáját a BME Építőanyagok és Mérnökgeológiai Tanszék, a Magyarhoni Földtani Társulat, és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület közreműködésével.

A szakmai konferenciát a Kő és Kavics Szakosztály a két évvel ezelőtt szervezett Kavicsbányász Nap 2000 folytatásaként a kőipar bevonásával szervezte. A konferencián a résztvevők tájékoztatást kaptak az iparágat foglalkoztató kérdésekről. Az együttlét jó lehetőséget biztosított a széles körű szakmai eszmecserére, a baráti kapcsolatok elmélyítésére is.

A szakmai programnak megfelelően a konferencia foglalkozott:

- a bányajáradékokkal és a bányajáradékok felügyeleti rendszerével,

- az építési kőanyagok európai szabványosítási rendjével,
- az ISO 9001 szerinti irányítási rendszer tapasztalataival,
- a minőségtanúsítás témakörével,
- a bányajáradékból finanszírozott rekultivációk tapasztalataival,
- az útépitési kőanyagok előkészítésének technológiájával,
- a nagy szilárdságú betonok adalékanyagaival,
- az építési kőanyagok mállási kérdéseivel, valamint
- a résztvevők hallhattak a szakosztály működésének kérdéseiről, jövőbeni terveiről.

A szakmai konferencia felkért előadói az államigazgatás, a szakhatóságok, az iparág és az oktatási intézmények neves szakemberei voltak. A megnyitót *Riesz Lajos*, az SZTE elnöke tartotta, a konferencia levezető elnöke *Serédi Béla*, a Kő és Kavics Szakosztály elnöke volt.

A szakmai nap előadói felkérést kaptak, hogy előadásait az *Építőanyag*, illetve a *Beton* című szaklapok részére adják le, így azok közkinccsé válhatnak.

Dr. Gálos Miklós

A 2002. október 10-én tartott  
**KŐ- ÉS KAVICSBÁNYÁSZ NAP**  
 támogatója „Az építés fejlődéséért” Alapítvány volt.  
 Ezúton is köszönetet mondunk az alapítvány kuratóriumának.

# KÖRNYEZETVÉDELEM

## Környezetpolitika és környezetvédelmi jog az Európai Unióhoz történő csatlakozásunk küszöbén

**Simonyi Péter humánökológus  
parlamenti szakértő**

### Bevezetés

A környezetvédelem a XX. század utolsó évtizedeitől meghatározó tényezővé vált. A Föld exponenciálisan növekvő népessége, a gyors gazdasági növekedés járulékaiként jelentkező környezetterhelés, környezetszennyezés olyan regionális, globális problémák okozójává vált, amely a környezetvédelem „megszületését” és a természetvédelem megerősödését eredményezte. Új típusú gondolkodás indult el.

Az Európai Unió alapító szerződéseiben található vonatkozó rendelkezések (például Alapszerződés 130. cikkelye) alapján az 1960-as évek végétől születtek környezetvédelmi jogszabályok. Jelenleg közel 400 környezetvédelmi jogforrás van a környezetvédelem területén mint másodlagos jog. Rendkívül széles ágazatot ölel fel a terület, a környezeti hatásvizsgálattól kezdve a hulladéklerakókon keresztül a genetikailag módosított szervezetekre, a gmo-kra vonatkozó szabályokig. Magyarország környezetvédelmi tevékenységét, így jogszabályalkotását is az Európai Unióhoz történő tartozás határozza meg és fogja meghatározni.

### Az Európai Unió intézmény- és jogszabályrendszere

Az Európai Unió, mint elnevezés és szorosabb együttműködés, a Maastrichti Szerződés aláírása, 1992. február 7-ét követően hatályosan 1993. november 1-jétől létezik. Intézményrendszerének legfontosabb szervei:

- a Tanács (Európai Unió Tanácsa vagy Miniszterek Tanácsa, elsődleges döntéshozó, jogalkotó szerv, tagállamok képviselője),
- a Bizottság (Európai Bizottság, kormányserű politikai testület, közösségi érdekek képviselője, jogszabály-előkészítő),
- a Parlament (Európai Parlament, tagállamok állampolgárait képviselő döntéshozó, társ-jogalkotó),
- a Bíróság (Európai Bíróság),
- a Számvevőszék (Európai Számvevőszék),
- a Gazdasági és Szociális Bizottság (érdekcsoportok képviselőiből álló tanácsadó bizottság),

- a Régiók Bizottsága (helyi és regionális szervek választott vezetőinek testülete),
- az Európai Beruházási Bank (kiegyensúlyozott gazdasági fejlődés elősegítésére),
- a Központi Bankok Európai Rendszere és az Európai Központi Bank (Gazdasági és Monetáris Unió – EMU – alapja, Maastricht óta létezik),
- az Európai Ombudsman.

Az Európai Unió Szerződés teremtette meg az Unió hárompilléres szerkezetét. Az első pillér az Európai Közösségek szerződése, a második pillér a közös kül- és biztonságpolitika, míg a harmadik pillér a bel- és igazságügyi (rendőrségi és büntügyi) együttműködés.

Az Európai Unió elsődleges jogforrásai az alapító szerződések, módosításai, ezekre épülő kiegészítő szerződések (új tagállamok csatlakozási szerződéseivel), melyek tíz fő csoportba oszthatók.

A másodlagos jogforrások a szerződések alapelvein alapuló jogi eszközök. Kétféle típusuk van: kötelező és nem kötelező jogforrások. A kötelezők három típusa:

- rendelet, angolul regulation: általános hatályú, kötelező, belső tagállami jogi lépést nem igényel. Magyarország belépésével minden európai uniós rendelet azonnal hatályossá válik hazánkban. Rendelet a Tanácstól, a Tanácstól és a Parlamenttől közösen, a Bizottságtól és a Európai Központi Banktól származhat;
- irányelv vagy direktíva, angolul directive: céljaiban kötelező. A megoldás eszköze a tagállamra van bízva, a nemzeti jogalkotás feladata. A direktívák végrehajtása volt a legfőbb területe a csatlakozási tárgyalásoknak. Irányelvet a Tanács, a Tanács és a Parlament közösen, a Bizottság adhat ki;
- határozat, angolul decision: konkrét esetekre, meghatározott címzettek vonatkozik. Határozatot bocsáthat ki a Tanács, a Tanács és a Parlament közösen, a Bizottság és az Európai Központi Bank.

A nem kötelező jogforrások – az ajánlás, recommendation és a vélemény, opinion – a bírósági gyakorlatban töltenek be fontos szerepet. Ezenkívül léteznek egyéb jogi források is. A teljes joganyag neve az *acquis communautaire* vagy röviden *acquis*, magyarul közösségi (jogi) vívmányok.

## A környezetvédelmi politika az Európai Unióban

Az Európai Uniót alapító Római Szerződésben (1957. március 25.; hatályos 1958. január elsejétől) még nem látták szükségesnek közösségi környezetvédelmi politika kialakítását. A környezeti problémák növekedése, határokon túli méretűvé válása miatt az 1972. októberi párizsi csúcstalálkozón döntöttek a közösségi szintű környezetpolitika létrehozásáról. Ekkor indult meg a közösségi környezetvédelmi jogszabályok megalkotása és uniós szintű környezetvédelmi akcióprogramok beindítása. A Maastrichti Szerződés az Európai Unió Szerződés részévé tette a környezet védelmét mint célkitűzést. A fenntartható fejlődés a környezeti szempontok figyelembevételére épülve alapelv lett. Az Amszterdami Szerződés (1997) fektette le, hogy a környezeti hatások figyelembevétele kötelező a szakpolitikák kialakításakor, valamint hogy a környezeti szempontokat integrálni kell más politikákba.

Az Európai Unió környezetpolitikájának elméleti alapja az etikai, jóléti és gazdasági szempontokra épül. Attól függetlenül, hogy egyenrangúan fontosak, többnyire a gazdasági szempontok az uralkodók.

A közösség az EK Szerződésben (korábban 130. cikk, most EKSZ 174. cikk) lefekteti a közösség környezetvédelmi politikájának a célkitűzéseit:

- a környezet minőségének megőrzése, védelme és javítása;
- az emberi egészség védelme;
- a természeti erőforrások átgondolt, racionális felhasználásának biztosítása;
- a regionális és globális környezeti problémák kezelése érdekében nemzetközi szintű intézkedések ösztönzése.

A célkitűzések mellett az EU környezetvédelmi politikája a következő alapelvekre épül:

- magas szintű védelem elve (cél a magas szintű környezetvédelem elérése);
- elővigyázatosság elve (a környezetkárosítást minden eszközzel meg kell próbálni elkerülni, a kár keletkezése előtt be kell avatkozni);
- megelőzés elve (nem a „csővégi” technikákat kell előnyben részesíteni, hanem a szennyezés keletkezését kell elkerülni);
- környezeti károk forrásuknál történő helyreállításának elve;
- szennyező fizet elve (a környezeti károkozás költségeit annak kell viselnie, aki okozta a kárt);
- integrációs vagy integrálás elve (a környezetvédelmet integrálni kell a szakpolitikákba);
- szubszidiaritás (helyénvalóság) elve (a közösség csak akkor tevékeny környezeti kérdésekben, ha hatékonyabb tud lenni, mint a tagállamok);
- fenntartható fejlődés alapelve (Európai Unió Alapszerződésében van lefektetve);

- partnerség elve (az érdekelteknek párbeszédet és együttműködést kell kialakítaniuk).

Az Unió környezeti politikája megvalósításának eszköze a finanszírozás biztosítása. A PHARE-hoz és az ISPA-hoz köthető pénzeszközök a politika megvalósítását direkt módon szolgálják.

A környezetvédelem súlyát két ténnyel alá lehet támasztani. Az Európai Unió fontosabb prioritásai 2001-től a három „E betűs” stratégiával jellemezhetők. Így a bővítés (Enlargement), a környezetvédelem (Environment) és a foglalkoztatáspolitiká (Employment). Emellett tudható, hogy a környezetvédelemre vonatkozó politikai döntések néhány kivétellel a Tanács és a Parlament közös hatáskörébe tartoznak, melyet az úgynevezett együttműködési eljárásban tudnak megvalósítani.

## Az Európai Unió környezetvédelmi joga

Az Európai Unió környezetvédelmi joganyagának (közel 400) legnagyobb része direktíva, leginkább környezetre vonatkozó határértékeket és termékszabványokat tartalmaz.

Az általános politika területén két fontos horizontális irányelv él. Az egyik a környezeti hatásvizsgálatokra vonatkozik, míg a másik a környezeti információkhoz való hozzáférésről szól. További horizontális rendeletek szólnak a környezetvédelmi auditrendszerekről (EMAS), az ökocímkezésről, az ökológiai adóreformról, a környezeti károkért viselt polgárjogi felelősség bevezetéséről és az önkéntes megállapodásokról, melyek a környezeti problémák megoldására a hatóságok és a gazdasági szereplők közötti megegyezéssel nyújt megvalósítási módot.

A környezetvédelmi jogalkotás további területei a levegőre, a vízre, a hulladékokra, a zajra, a nukleáris biztonságra, a flóra és fauna védelmére és a vegyi anyagokra vonatkoznak. A három kiemelt terület a hulladékok, a vízszennyezés és a levegőszennyezés.

A hulladékgazdálkodásban három fő irány ismerhető fel a szabályozásban. A hulladék mennyiségének csökkentése és a hulladék megsemmisítése a keletkezés helyén, a hulladékhasznosítás előmozdítása és a hulladékégetésből származó szennyezés mérséklése. Egyre nagyobb hangsúly helyeződik a gyártói felelősségre.

A vízre vonatkozó jogszabályok száma már az 1970-es évek elején túl volt a 30-as értéken. A vízminőségi követelmények mellett a szennyezés kibocsátására vannak előírások. A vízszennyezési problémák megoldását szolgálja a szennyvíztisztításra vonatkozó direktíva, mely alól Magyarország derogációt kért, a határidőre történő teljesítés vállalhatatlan költségei miatt. A vízgazdálkodás problémáinak megoldását szolgálja a vízgyűjtőterület szerinti szemlélet kialakítása és alkalmazása.

A levegőszennyezésben a korábbi szabályozás a levegőminőségi normákra épült (koncentráció, illetve egyes anyagokra kibocsátási mennyiségi korlát). 1992-ben új keretdirektíva határozta meg a szabályozást. 1994 óta él az Integrált Szennyezés és Megelőzési Ellenőrzés Direktíva (Integrated

Pollution Prevention and Control – IPPC), olyan ellenőrzési rendszert vezetett be, aminek alapja a BAT-ra (Best Available Technologies, elérhető legjobb technikára) épül.

Az utóbbi időkben a fő hangsúly a jogalkalmazásra helyeződött át, mert még egyes tagállamok is adósak a direktívák megvalósításával.

A szabályozás rendszere olyan, hogy a tagállamoknak csak szigorúbb szabályozásra nyújt eltérési lehetőséget.

## **Az Európai Unió 6. környezetvédelmi akcióprogramja**

Az első akcióprogram a párizsi csúcserkeztetést követően, 1973-ban indult. Az 1977-ben született második környezetvédelmi akcióprogram jelentőségénél sokkal fontosabb volt az 1983. évi harmadik. Ez már a korábban vázolt alapelveket magában foglalta, jelentősége, hogy ebben fektették le először a megelőzés alapelvét.

A 6. akcióprogram, mely a „Mi jövőnk, mi választásunk” nevet viseli, a 2001-től 2010-ig terjedő időszakra szól. A csatlakozásunk miatt 2004-től érinti Magyarországot. Környezeti jövőnk, a gazdaság és a társadalom szempontjából tehát meghatározóak az akcióprogramban foglaltak. Az akcióprogramban az előző, 5. akcióprogram fő elvei (fenntartható fejlődés, egyéb politikákba integrálás) mellett négy fő prioritási területet határozott meg:

- éghajlatváltozás,
- természeti és biológiai változatosság,
- környezet és egészség,
- természeti erőforrások és hulladék.

A felsorolt területeken a fejlődés elérése érdekében öt megközelítés kerül a program fókuszába:

- az eddig létrehozott környezetvédelmi jogszabályok végrehajtásának biztosítása;
- a környezeti szempontok integrálása a releváns politikákba;
- a megoldások meghatározása érdekében szorosabb együttműködés az üzleti szférával és a fogyasztókkal;
- az állampolgárok környezeti információkkal való jobb és hozzáférhetőbb ellátása;
- a földhasználatban környezettudatosabb magatartás fejlesztése.

A programnak inkább stratégiai megközelítési jellege van, ha összevetjük az 5. programmal. A program abban a megközelítésben készült, hogy az Európai Unió a jövő stratégiáját a fenntartható fejlődés megvalósításán alapulva a környezetvédelem, a gazdasági növekedés és a szociális előrehaladás összhangjára, hármas egységére építi.

## **A hazai környezetvédelem, környezetvédelmi irányítás, jogi szabályozás**

Magyarország környezeti állapotához a rendszerváltás több tekintetben pozitívan járult hozzá. Fontos környezeti paraméterek javultak annak eredményeképpen, hogy

elavult, súlyosan környezetszennyező iparágak szűntek meg, illetve váltottak technológiát, kényszerűen csökkentették termelésüket. Több területen is átstrukturálódott a szennyezés forrása, így példaként a levegőszennyezésben alapvetően a közúti közlekedés vált meghatározóvá. A legfontosabb problémák közé tartozik még a levegőszennyezésen túl a vízszennyezés, a hulladékgazdálkodás és elsősorban a forgalomnak nagyon kitett településeken, utak mentén a zaj, valamint a környezetbiztonság.

A környezetvédelem irányítása 2002-től, 12 év után ismét egy tárcán belül történik a vízgazdálkodás fő ágaival. Mindkét területen az elmúlt időszakban, elsősorban 1994-1998 között elkészültek azok az alaptörvények, melyek meghatározták a további jogszabály-alkotási és -fejlesztési folyamatokat. A minisztérium elkészülő szervezeti és működési szabályzata várhatóan bizonyos fokú integrációt valósít meg a területi szervek között is. Ennek mértéke és módja gyakorlati szempontból érinti a lakosságot és a gazdálkodó szervezeteket, a hazai környezetvédelem jövőjét.

Magyarország környezetvédelmi és természetvédelmi jogi szabályozásában 1990 óta jelentős előrelépések történtek. Megszülettek olyan alapvető, nemzetközi szinten is elismert törvények, mint például a környezet védelmének általános szabályairól szóló (1995. évi LIII. számú) törvény, a természet védelméről szóló (1996. évi LIII. számú) törvény. Nagy jelentősége van a vízgazdálkodásról szóló (1995. évi LVII. számú) és a hulladékgazdálkodásról szóló (2000. évi XLIII. számú) törvényeknek. A környezetvédelmi magatartás befolyásolásában, egyes anyagok, termékek kezelésében és bizonyos értelemben a forrásteremtésben alapvető volt a környezetvédelmi termékdíjakról szóló törvény megalkotása (1992. évi LXXXIII. törvény). 1996-tól a Nemzeti Környezetvédelmi Program elfogadása új állomás volt a környezetvédelmi folyamatokban. A jogszabályok végrehajtásában Magyarország is késésben van. Ennek erősítése nemcsak az Európai Unió által megkövetelt igény. Saját érdekünk is, mert az Alkotmányban megfogalmazott egészséges környezethez való jog a valóságban az egészségben, a minőségibb emberi életben és a környezetkárosításból származó költségekben, kiadásokban mérhető.

## **Változások az Európai Unióhoz történő csatlakozást megelőzően**

Az Országgyűlés várhatóan 2002. novemberében elfogadja az Országos Hulladékgazdálkodási Tervet. A terv elfogadására már az elmúlt évben sor kellett volna hogy kerüljön. Hiányát az Európai Unió még az ez év októberében kiadott éves országjelentésében is jelezte. A terv az elkészülő 2. Nemzeti Környezetvédelmi Programmal jelentős változások elindítója a hulladékgazdálkodási problémák megoldásában. A regionális és települési hulladékgazdálkodási tervek elkészítése a határozat elfogadása után 540 nappal befejeződik. A tervekben elfogadott feladatok konkrét megvalósításában szerepük lehet a szilikátipar egyes

szereplőinek is. Kialakításra vár a hulladékgazdálkodás uniós követelményeknek megfelelő adatszolgáltatási és információs rendszere. Ez a gazdálkodó szervezetek azonos alapokon nyugvó bejelentésére épül.

További jogszabályi meghatározott feladatok állnak még a csatlakozásig Magyarország előtt, gyakorlatilag 2003-ban. A legfontosabbak egyike a 2. Nemzeti Környezetvédelmi Program elfogadása. Az Európai Unió környezeti szabályozásával összhangban át kell vennünk a folyamatosan megjelenő új irányelveket is. Így a 2002/49/EK irányelvet, amelyik a környezeti zaj vizsgálati eredményeinek egységes megjelenítéséről szól. Ez alapján minden nagyvárosnak el kell készítenie a zajtérképét. Az irányelv elsősorban a közlekedésre irányul. Az integrált szennyezéscsökkentés területén a minőségi adatszolgáltatás érdekében át kell térni a Aarhusi Egyezményben és az OECD-ajánlásban megfogalmazottakat teljesítő PRTR (Pollutant Release and Transfer Registers) rendszerre. Jelentős feladatok vannak a Víz Keretirányelv hazai implementációja érdekében (2000/60/EK) is.

## Várható, valószínűsíthető változások az Európai Unióhoz történő csatlakozást követően

Globális szinten a johannesburgi világkonferencia ad keretet a teendőknél. A legfontosabb 12 feladatból három kapcsolódhat a szilikátiparhoz. Az első a vegyi anyagok előállítási technológiáinak az egészségre, természetire ártalmatlan megoldásaira történő átállást mondja ki, valamint az ellenőrzött veszélyes hulladék tárolását és megsemmisítését. A második arról szól, hogy 2005-ig stratégiai tervet kell készíteni arról, hogyan őrizzük meg az energia- és nyersanyagforrásokat a jövő nemzedékek számára. A harmadik áttételesen jöhet számításba, mely szerint döntő bizonyíték hiányában is lépéseket kell tenni a Föld ökoszisztémájának a megőrzése érdekében.

Az Európai Unióhoz kötődően a csatlakozást követően már ma is látható néhány konkrét változás. A Tanács 761/2001/EK rendelete a szervezetek önkéntes részvételi lehetőségeinek feltételeit rögzíti a Közösség ökomenedzsment és auditálási rendszerében (EMAS). Minthogy rendeletről van szó, kötelezően bevezetésre kerül a csatlakozás után. Környezeti szempontból pozitív hatása várható a Víz Keretirányelv bevezetésének, igaz költségnövelő hatása van. Az irányelvből fakadóan a vízkészletjárulék emelkedése mindenképpen a víztakarékos megoldások felé ad ösztönzést az elkövetkező években.

Általában elmondható, hogy az Európai Unióban határozott tendencia a környezetvédelmi szempontok erősödése, a környezetvédelem, mint új jogi terület, jelentősé-

gének, szabályozásának folyamatos felértékelődése. Magyarország része lesz az Unió döntési folyamatainak, egyben köteles lesz teljesíteni a döntésekben kitűzött feladatokat. Valószínűsíthető, hogy belátható időn belül megjelenik a környezetterhelési díj – melyet a magyar környezetvédelmi jogalkotási program előírt – vagy az azt is kiváltó uniós ökoadó. Ez azt fogja jelenteni, hogy míg a határérték feletti szennyezés bírságot von maga után, addig a környezetterhelési díj vagy adó a környezeti elem (pl. levegő, víz) használatára vagy környezetterhelésre vonatkozik, határérték alatti kibocsátás esetén. Jogszabályban meghatározott kört érint. Ösztönözni fogja a gazdálkodókat, a lakosságot a környezetkímélőbb megoldások előnyben részesítésére, környezetbarát magatartásra. A bevezetési mód szükség esetén fokozatos lehet, és mértéke adott esetben nem nagymértékű. Időt biztosít a felkészülésre, technológiaváltásra, fejlesztésre. Alapja, hogy az Unió a megegyezéssel megoldásokat keresi.

Következik mindezekből, hogy hosszú távon a fenntartható fejlődésnek jobban megfelelő technológiák alkalmazása fogja életképesebbé tenni a vállalkozásokat. A váltás folyamat, több területen már ma is részesei vagyunk. A szennyezési jogok kereskedelmének megvalósulása, mint várható eszköz, valójában azonos hatású. Hiszen a szennyezési jog megvásárlása is költségnövelő, miközben a cég good-will-jét (jó hírnevét) bizonyos mértékig rontja. A várható változások határozott környezeti irányultságot váltanak ki a érdekeltekből, gazdasági szereplőkből, amely az egész lakosság, áttételesen a Föld egészségének megőrzését szolgálják.

### Források

Horváth Zoltán: Kézikönyv az Európai Unióról.  
EU Országjelentés 2002. Magyarország.  
Magyarország főbb környezeti mutatói 2001.  
A Magyar Köztársaság 2003. évi költségvetése (törvényjavaslat).  
Ma és Holnap folyóirat 2001. évi és 2002. évi számai.  
Környezetvédelemhez kapcsolódó jogszabályok.  
Internet.

### A cikkben szereplő intézmények internetes elérhetősége

Európai Unió: europa.eu.int  
Magyar Köztársaság Országgyűlése: www.mkogy.hu  
Országgyűlés EU Integrációs Bizottság:  
www.mkogy.hu/biz/europa/index.htm  
Országgyűlés Környezetvédelmi Bizottsága:  
a honlap előkészítés alatt  
Magyar Köztársaság Kormánya: www.kancellaria.gov.hu  
Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium: www.ktm.hu  
Külgügyi minisztérium: www.kum.hu  
Ma és Holnap környezetpolitikai folyóirat: www.maesholnap.hu

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