

# Frissbeton hőmérsékletcsökkentésének lehetősége és az ipari gázok

A beton az egyik leggyakrabban használt, változatos formák kialakítására alkalmas építőanyag, miközben nagy teherbírású, sokféleképp feldolgozható.

A frissen kevert beton feldolgozása 5 és 25 °C közt optimális. Amennyiben a frissbeton hőmérséklete e tartományon kívül esik, a betonozási munkák kivitelezése, különösen minőségi, nagy-tömegű betonok esetében nehézségekbe ütközik – nem terül a beton, a kötésnek indult beton megrepedhet, a repedéseken keresztül levegő és nedvesség juthat a betonba, amely a beton- és szerkezet-erősítő betonvas idő előtti károsodását okozhatja.

Ezek a problémák elsősorban a cement kémiai tulajdonságaival hozhatók összefüggésbe. A cement 1450 °C-on égetett mészkő, agyag, homok és egyéb anyagok keveréke, melyet az égetési folyamat követően őrölnek. A szürke cementpor szárazon nem reakcióképes.

A cement kémiai reakció során vízzel reagálva (hidratáció) köt meg, hő (hidratációs energia) felszabadulása mellett. Ennek során

Cementfajták		Hidratációs hő J/g
Portlandcement	CEM I	375 ... 525
Portland puccoláncement	CEM II/A-P	315 ... 420
Égetett/agyagpala-portlandcement	CEM II/A-T	360 ... 480
Kohósalakcement	CEMIII/A	355 ... 440
Aluminátcement		545 ... 585

a cement alkotórészei főleg stabil, tűformájú kristályokat alkotnak, melyek fokozatosan megnövekednek, és egymásba ágyazódnak. A homok, a kavics és a betonacél, azaz a kiindulási anyagok, melyeknek feladata a beton élet-tartamának és stabilitásának növelése, erős kötést alkotnak. A hidratáció megfelelő eredményességéhez szükséges az optimális hőmérséklet-tartomány (5 és 25 °C közötti) betartása. Télen hőt kell bevinni a rendszerbe (például a technológiai víz melegítésével), nyáron pedig törekedni kell az alacsonyabb frissbeton-hőmérséklet elérésére (30 °C alatt).

A gyakorlatban a frissbeton hőmérsékletének csökkentésére a következő technológiák közül választanak egyet, vagy több kombinációját, a helyi adottságtól, illetve az elérni kívánt frissen kevert beton hőmérsékletétől függően:

- alacsony hidratációs hővel rendelkező kötőanyag alkalmazása;
- hozzáadott víz hűtése;
- beton alkotórészeinek hűtése vízpermettel;
- lándzsás hűtés cseppfolyós nitrogénnel (LIN – liquid nitrogen) a mixer-kocsiban;
- jégpohár, illetve kriogén hő hozzáadása víz helyett;
- cementhűtés.

A betontechnológiai szakemberek befolyásolhatják a hőmérsékletet a receptúra összeállításával is, például alacsony hidratációs hővel rendelkező cement használatával. Néhány fontosabb cementfajta hidratációs hője a fenti táblázatban található.

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a forró nyári időszakokban további hőmérsékletcsökkentő intézkedések mellett is (például a kavicsdepok hűtése vízpermettel és/vagy a technológiai víz hőmérsékleté-

nek csökkentése) szükség lehet a cseppfolyós nitrogén bevetésére a cement vagy frissbeton lándzsás hűtéséhez (mixergépkocsiban).

## HŰTÉS LÁNDZSÁVAL MIXER-GÉPKOCSIKBAN – GYORS ÉS KOMPAKT

A hűtés lándzsával kisebb, illetve közepes mennyiségű beton hűtésére használható, néhány fokok hűtésre egy adott időkereten belül.

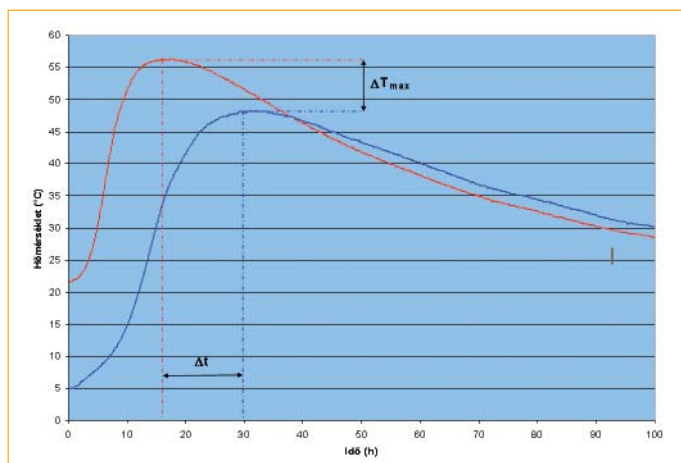
## CRYOMENT – CEMENTHŰTÉS HATÉKONYAN ÉS EGYENLETESEN

A cement hűtésére kiváló módszer, amikor a nyári nagy melegben nagy mennyiségű beton hőmérsékletét kell viszonylag rövid idő alatt jelentős mértékben csökkenteni. Ennél a technológiánál a cementet a szállító autóból a helyszíni silóba történő átféjtéskor hűtik le a kívánt hőmérsékletűre. (A Cryoment eljárás hűtőközege kriogén gáz: cseppfolyós nitrogén vagy cseppfolyós széndioxid.)

Az, hogy egy-egy projekthez melyik eljárás az optimális, nagyban függ a hűtendő beton mennyiségétől, az időjárási körülményektől, a várható hűtési időtől és az elérni kívánt hőmérséklet-tartománytól.

Hűtött és nem hűtött cement hidratációs hőgörbéje

1. ábra





$$T_{bo} = \frac{m_z \cdot c_z \cdot T_z + m_g \cdot c_g \cdot T_g + m_w \cdot c_w \cdot T_w}{C_{bo}}$$

$m_z$  : cement mennyisége [kg/m<sup>3</sup>]  
 $m_g$  : adalékanyag mennyisége [kg/m<sup>3</sup>]  
 $m_w$  : víz mennyisége [kg/m<sup>3</sup>]  
 $c_z = 1,0$  kJ/kgK: cement fajhője  
 $c_g = 1,0$  kJ/kgK: adalékanyag fajhője  
 $c_w = 4,2$  kJ/kgK: víz fajhője  
 $T_z$  : cement hőmérséklete [K]  
 $T_g$  : adalékanyag hőmérséklete [K]  
 $T_w$  : víz hőmérséklete [K]  
 $T_{bo}$  : frissbeton hőmérséklete [K]

Egy projekt előkészítésénél elsősorban a receptúrában szereplő anyagok hőmérsékleteit és azok fajhőit vesszük figyelembe: például cement 60 °C, kavics/sóder 35 °C, víz 20 °C. A következő képlet segítségével kiszámolt várható frissbeton-hőmérséklet kb. 35 °C lesz, ami meghaladja az elvárt, elfogadható szintet (lásd keretes képletünket).

Amennyiben a cement hőmérsékletét 20 °C-ra csökkentjük, a frissbeton kb. 29,5 °C lesz. Tovább csökkenthetjük a frissbe-

ton hőmérsékletét például a hozzáadott víz hűtésével 20°C-ról 4 °C-ra, illetve további hőmérséklet-csökkenés érhető el a kavicsdepóban betárolt kavics vízpermettel való hűtésével is.

A Messer alkalmazástechnikai munkatársai az utóbbi évek folyamán többek között két cseppfolyós nitrogénnel történő hűtési technológiát teszteltek és tanulmányozták a frissbeton hőmérsékletének csökkentésére – a lándzsás hűtést, illetve a cementhűtést.

A cementhűtés mellett két fontos érv szolt – nem kell külön kezelőszemélyzet a lándzsák kezeléséhez, illetve a nitrogén hidegenergiája szinte 100 százalékban a cement (frissbeton) hűtésére hasznosul, míg a lándzsás hűtés szinte csak a párolgási hőt hasznosítja, az elpárolgott hideg nitrogéngáz jelentős ködképződés mellett a környezetbe kerül. További előnye a lándzsás hűtéssel szemben, hogy a mixergépkocsi kihasználtsága javul, mivel nincs hűtés miatti állásidő.

#### LÁNDZSÁS HŰTÉS JELLEMZŐI SZÁMOKBAN

##### Hatékonyság:

kb. 30–50 % ≥ 12–18 kg LIN/m<sup>3</sup>K.  
 Maximális hűtési teljesítmény:  
 1–2 K/m<sup>3</sup>, 3–5 perc mixergépkocsinként.

#### CEMENTHŰTÉS (CEMENTSILÓ HŰTÉSE) FŐBB JELLEMZŐI

##### Hatékonyság:

kb. 99 % ≥ 27 000 kg cement hűtéséhez 70 °C-ról 20 °C-ra kb. 3200 kg LIN szükséges.

A cement 50 °C fokkal való hűtése a beton hőmérsékletét 5 °C-kal csökkenti. Hosszabb tárolás során sem melegszik fel a silóban betárolt cement. Maximális hűtési teljesítmény: a frissbeton hőmérsékletére kb. 7–10 K/m<sup>3</sup>.

#### Cementhűtés előnyei a lándzsás hűtéssel szemben

- homogén eloszlás a frissbetonban, nincs lokális túlhűlés;
- gyors és teljes oldódás a keverés alatt;
- költséghatékony felhasználás a jó hőátvitel miatt;
- egyszerű adagolás.



A cementhűtő és a cseppfolyós nitrogénellátást vezérlő rendszer 2. kép

A Cryoment cementhűtő rendszer (Messer által kifejlesztett eljárás) kiépítése minimális átalakításokkal jár. Beépítésre kerül egy cseppfolyós nitrogénbefűvő vezérlő/elosztó egység, valamint a porleválasztást kell a megváltozott körülményekhez adaptálni. A cementhűtő és cseppfolyós nitrogénellátó rendszer telepítése, kiépítése és betüzelése a keverőtelep működése közben silónként 1 napot vesz igénybe. A cementszállító járműből a silóba történő átfűvátás ugyanúgy történik, mint az átalakítás előtt (a cement átfűvátási ideje kissé megnő).

#### A CRYOMENT CEMENTHŰTŐ ELJÁRÁS JELLEMZŐI

- A frissbeton hőmérséklete széles tartományban beállítható.
- Nagy hűtési hatékonyság.
- Megbízható adagolás.
- Bármekkora betonmennyiséghez alkalmazható.
- Jó, illetve nagyon jó hidegenergia-hasznosítás.
- Plusz kezelőszemélyzet nem szükséges.

Az elmúlt évben a Messer új cementhűtési eljárása a Frissbeton Kft. kecskeméti Mercedes-Benz gyár építkezésén felállított keverőüzemében a nyári betonozási munkáknál mutatkozott be először Magyarországon. Ezzel a hűtési technológiával sikerült biztosítani a 30 °C alatti frissbeton-hőmérsékletet anélkül, hogy az a keverőüzemet működtető kezelőszemélyzetnek plusz terhet jelentett volna.

#### Herczeg István

alkalmazástechnikai mérnök

Messer Hungarogáz Kft.

www.messer.hu

A lándzsás hűtésnél az elpárolgó hideg nitrogéngáz ködöt képez

1. kép

