

# BETON



## Környezetbarát formaleválasztók

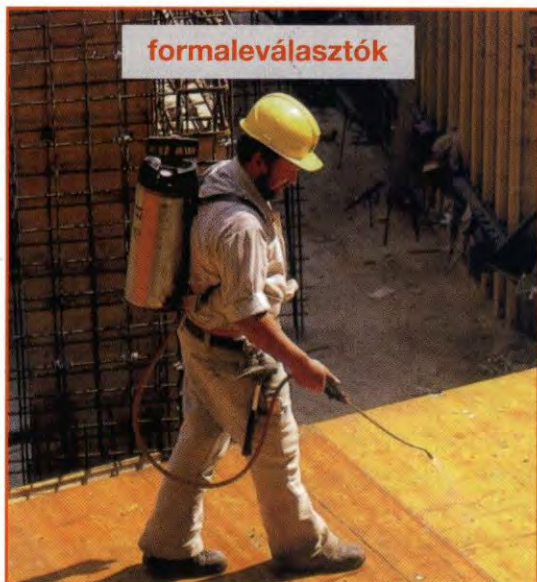
Új környezetbarát formaleválasztó családuk szinte minden célra megoldást kínál. Megfelelő szakértelemmel alkalmazva gazdaságos felhasználást, és igényes látszóbeton felületeket eredményez.



öntömörödő (SCC) beton



különleges szárazhabarcsok



formaleválasztók



beton és habarcs adalékszerek

A Stabiment Hungária Kft. a betont és habarcsot előállító üzemeknek, a beépítő vállalkozóknak és a mindezt megálmodó tervezőknek nyújt segítséget, biztosít anyagokat és kínál szolgáltatásokat.

**STABIMENT HUNGÁRIA Kft.**  
Levélcím: H-2601 Vác, Pf.: 198.  
E-mail: [stabiment@elender.hu](mailto:stabiment@elender.hu)

**Vác, Kőhidpart dűlő 2.**  
Tel./fax: (36)-27-316-723  
Honlap: [www.stabiment.hu](http://www.stabiment.hu)



## TARTALOMJEGYZÉK

<i>Dr. Révay Miklós:</i>	Kis magyar cementkémia – Cementhidratáció .....	3
<i>Dr. Kovács Károly:</i>	Néhány adalékszer szerepe a cement hidratációjában .....	8
<i>Dr. Gilyén Jenő:</i>	Rábetonozással készült szerkezetek méretezési kérdései .....	13
<i>Dr. Kausay Tibor:</i>	Könnyű-adalékanyag, nagy-hézagterfogatú beton .....	16
<i>Szilvási András:</i>	A Magyar Betonszövetség hírei .....	18
<i>Berecz András:</i>	Adalékszer javaslatok tartós, nagy tejesítőképességű betonok előállításához .....	23
	Megfelelőségi feltételek a betongyártásban .....	18
	Rendezvények .....	20

## HIRDETÉSEK, REKLÁMOK

ADOK KFT. (17.) ♦ COMPLEXLAB BT. (22.) ♦ DAKO KFT., METRÓVAS KFT. (7.) ♦ ELSŐ BETON KFT. (17.)  
 EURO-MONTEX KFT. (12.) ♦ ÉMI KHT. (21.) ♦ HOLCIM BETON RT. (12.) ♦ KEMIKÁL RT. (11.)  
 MG-STAHl BT. (12.) ♦ PARALLEL KFT. (7.) ♦ RUFORM BT. (21.) ♦ SIKa HUNGÁRIA KFT. (24.)  
 SKW-MBT HUNGÁRIA KFT. (21.) ♦ STABIMENT HUNGÁRIA KFT. (1., 7.) ♦ WATFORD BT. (20.)

## KLUBTAGJAINK

➤ ADOK KFT. ➤ ÁKMI KHT. ➤ ASA ÉPÍTŐIPARI KFT. ➤ BETONPLASZTIKA KFT.  
 ➤ BVM ÉPELEM KFT. ➤ COMPLEXLAB BT. ➤ DAKO KFT. ➤ DANUBIUSBETON KFT. ➤ DEITERMANN KFT.  
 ➤ DUNA-DRÁVA CEMENT KFT. ➤ ELSŐ BETON KFT. ➤ EURO-MONTEX KFT. ➤ ÉMI KHT.  
 ➤ HOLCIM BETON RT. ➤ HOLCIM HUNGÁRIA RT. ➤ KARL-KER KFT. ➤ KEMIKÁL RT.  
 ➤ MAGYAR BETONSZÖVETSÉG ➤ MAPEI KFT. ➤ MC BAUCHEMIE KFT. ➤ MÉASZ, BETON TAGOZAT ➤ MG-STAHl BT.  
 ➤ MUREXIN KFT. ➤ PLAN 31 MÉRNÖK KFT. ➤ RUFORM BT. ➤ SIKa KFT. ➤ SKW-MBT KFT. ➤ STABIMENT KFT.  
 ➤ STRONG & MIBET KFT. ➤ TBG HUNGÁRIA KFT. ➤ TBG INTERBETON KFT. ➤ TESTOR KFT. ➤ WATFORD BT.

## ÁRLISTA

Az árak az ÁFA - t nem tartalmazzák.

### Klubtagság díja (fekete-fehér)

1 évre 1/4, 1/2, 1/1 oldal felületen: 87 200, 173 600, 346 300 Ft és 5, 10, 20 újság szétküldése megadott címre

### Hirdetési díjak klubtag részére

Fekete-fehér: 1/4 oldal 10 450 Ft; 1/2 oldal 20 250 Ft; 1 oldal 39 350 Ft

Színes: B I borító 1 oldal 105 500 Ft; B II borító 1 oldal 94 700 Ft; B III borító 1 oldal 85 100 Ft;

B IV borító 1/2 oldal 50 900 Ft; B IV borító 1 oldal 94 700 Ft

Nem klubtag részére a hirdetési díjak duplán értendők.

### Előfizetés

Fél évre 1850 Ft, egy évre 3600 Ft. Egy példány ára: 360 Ft.

## BETON szakmai havilap ♦ 2002. szeptember, X. évf. 9. szám

**Kiadó és szerkesztőség:** Magyar Cementipari Szövetség, telefon: 388-8562, 388-9583 ♦ **Felelős kiadó:** Oberitter Miklós

**Alapította:** Asztalos István ♦ **Főszerkesztő:** Kiskovács Etelka ♦ **Tördelő szerkesztő:** Asztalos Réka

**A Szerkesztő Bizottság tagjai:** Asztalos István, Dr. Hilger Miklós, Dr. Kausay Tibor, Kiskovács Etelka, Dr. Kovács Károly, Német Ferdinánd, Polgár László, Dr. Révay Miklós, Dr. Szegő József, Szilvási András, Szilvási Zsuzsanna, Dr. Ujhelyi János

**Nyomdai munkák:** Dunaprint Budapest Kft.

**Honlap:** www.betonnet.hu

**Nyilvántartási szám:** B/SZI/1618/1992, ISSN 1218 - 4837

**betonnet.hu**  
AZ INFORMÁCIÓS ADALÉK

**A lap a Magyar Építőanyagipari Szövetség Beton Tagozat (www.measz.hu) és a Magyar Betonszövetség (www.beton.hu) hivatalos információinak megjelenési helye.**

**Cement ABC****Kis magyar cementkémia – Cementhidratáció**

Motó: „A tudomány óriási eredményei ellenére még mindig nem tudjuk, miért jóízű a kenyér, és mitől szilárdul a cement.” (prof. Bernal J.)

Kulcsszavak: cementhidratáció-szilárdulás, gázadszorpció, elektronmikroszkóp

Gondolom, több olvasó némi megkönnyebbüléssel fogadja a hírt: abba hagyom a „Kis magyar cement-kémia” című, rendszeresnek koránt sem nevezhető cikksozort közlését. A motó az oka. Ugyanis most már tudom, hogy mitől szilárdul a cement. Akkor pedig már nem érdemes erről írni, a kenyér ízéről meg mégsem írhatok.

Az történt ugyanis, hogy kezembe került az „International Cement-Lime-Gypsum” (leánykori nevén: „Zement-Kalk-Gips”) 2001. januári száma, és ebben fehéren-feketén le volt írva, mitől is szilárdul a cement.

A cikk címe kissé szabad fordításban: „A cementhidratáció új hipotézise”, egyik szerzője régi ismerősünk, Stark professzor. (Sokan ismerhetik az egyik hazai cementkonferenciáról is, én meg vele együtt voltam aspiráns a Mendelejev Egyetemen. Nevéhez megszámlálhatatlan publikáció és előadás fűződik. A legutóbbi weimari IBAUSIL Kongresszuson megszámoltam előadásait, 14 volt. Egyik legutolsó múlt év decemberében tartotta abból az alkalomból, hogy a cementhidratáció kutatásában elért eredményeiért megkapta a német kémikusoknak évente egyszer kiadható igen rangos elismerését, a Wilhelm Machot kutatóprofesszori kinevezést.)

De lássuk a cikket!

Ahogy az új teóriák felépítőinél ez már szokásos, először rombol. Megemlíti egyebek közt a Powers elméletet, mely gázadszorpció mérések, majd később elektronmikroszkópi felvételek alapján nagy fajlagos felületű kalcium-szilikát-hidrát (továbbiakban C-S-H) rétegek, illetve lemezek keletkezésével, és az ezek által létrehozott felületi erőkkel magyarázza a portland-cementek szilárdulását. A „lemezmodell” később olyan népszerű lett, hogy Powers követői még a túkristályokról is azt gondolták, hogy azok összecsavart lemezek. Közülük Richartz és Locher elképzelése szerint két, a szakirodalomban ma is gyakran emlegetett vegyület képződésének van döntő szerepe a cement szilárdulásában. Az egyik a lemezes szerkezetű nagyobb mésztartalmú C-S-H (I), a másik pedig a kisebb kalcium-oxid tartalmú szálas szerkezetű C-S-H (II). Ez utóbbiban a szálak szerintük voltaképpen feltekeredett lemezek.

Később tovább szaporodott a feltételezett C-S-H vegyületek száma. Masazza és Daimon már öt különböző képződményről számol be. Megkülönböztet például gélyszerű, lemezes, valamint tű, sőt kardalakú képződményeket is.

Azonban álljunk meg egy pillanatra, két okból.

Egyrészt méltánytalannak érzem, hogy a szerzők nem tesznek említést a két „ősmodellről”, nevezetesen Le Chatellier kristallit- és Michallis kolloid-modelljéről. Az előbbi - mint a neve is mutatja - kristályos fázisok képződésével, a másik pedig a klasszikus kolloidkémia eszköztárával, a nagy víztartalmú kolloid oldatok fokozatos vízvesztésével kialakuló szilárd oldatok létrejöttével magyarázza a kötést és a szilárdulást. Azért is érdemes visszaemlékezni munkásságukra, mert napjainkban, az elektronmikroszkóppal feltárt „mikro-” és „nanokristályok” világában a hajdani éles vitát békévé oldhatja az emlékezés. Hasonlatként hirtelen a fény foton- és hullámmélete jut eszembe. Akárcsak ott, néhány jelenség itt is inkább az előbbi, néhány pedig az utóbbi feltételezéssel magyarázható.

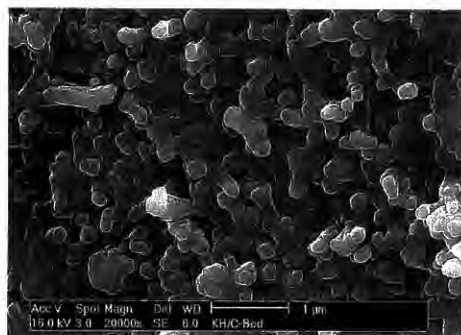
A másik ok, amiért megszakítottam az ismertetést a nemzeti büszkeség. Igazságtalannak tartom ugyanis, hogy nincs említés hazánk fiának, Brunauer Istvánnak a munkásságáról. Talán nem mindenki tudja, ő mondta Teller Edének, hogy a hidrogénbomba mellett csináljon már valami értelmes dolgot is. Így született meg a róluk elnevezett BET gázadszorpció egyenlet. (Tudniillik: B, mint Brunauer, T, mint Teller. Közte van E, mint Emett. Ő ugyan nem magyar, de be kellett venni az egyenletbe, mert Brunauer főnöke volt).

De hogy jön ehhez a cementhidratáció? – kérdezhetik.

Úgy, hogy a gázadszorpció mérések rendkívül alkalmasak nagy fajlagos felületek mérésére. A gázok ugyanis úgy viselkednek, mint a vízpára: hűtés hatására a kondenzációs pont közelében a felületeken kicsapódnak, több molekula vastagságú réteget létrehozva. Ezek közül az első nagyobb erővel tapad a felülethez, mint a többi. Ennek mennyiségét lehet kiszámítani a BET egyenlettel. Most már csak meg kell mérni, hogy egy molekula mekkora felületet fed le, és meg kell számolni a molekulákat. Mivel egy milliliternyi gázban mintegy huszonöt-trillió ( $2,5 \times 10^{19}$ ) molekula van, átmérőjük pedig kb. 0,5 – 0,6 nanométer, így a fajlagos felület egy-két szorzással kiszámítható. Egy gázmolekula pedig atomi méretű lyukakba is behatolhat, így ezzel a módszerrel grammonként akár több száz négyzetméteres felületet is meg lehet mérni. Összehasonlításképpen a cementiparban használatos légellenállás mérésen alapuló eljárás legfeljebb  $10 \text{ m}^2/\text{g}$  felület meghatározására alkalmas. Az elektronmikroszkóp elterjedése előtt szinte kizárólag ezzel a módszerrel tudták tanulmányozni a megszilárdult cement szövetszerkezetét.



Powers vízgőz adszorpciós vizsgálatai is ezen alapultak, így nem csoda, hogy Brunauer, a módszer kissé kalandos életű megalkotója is ezt alkalmazta, miután sok meghurcoltatás után (nálunk imperialista ügynöknek számított, Amerikában pedig kommunista szimpatizánsként kezelték) egy kanadai betonkutató-intézet vezetője lett. Ha jól emlékszem, Brunauernek sikerült adszorpciós mérésekre alapozva magyarázatot adni, miért van az, hogy a legtöbb olyan beavat-



1. ábra C-S-H kristályok „ruhában”

kozás, ami növeli a beton kezdőszilárdságát, csökkenti a végszilárdságot, és fordítva. (Ilyen például a hőerlelés, vagy ellenkező előjellel a kohósalak adagolás.) Jó lenne többször gondolni erre napjainkban, amikor annyit beszélünk a beton tartósságáról.

Visszatérve Starkékhoz, ők nem foglaltak állást egyik, vagy másik elmélet mellett, hanem elvetették mind: „Lehet, hogy néhány korábbi elképzelés módszertanilag korrekt volt, de ezek ma már nem állják ki a kritikai értékelés próbáját. Napjainkban képtelenség arról beszélni, hogy a cement szilárdulásakor keletkező képződmények tekerceses, vagy réteges felépítésűek.”-írják.

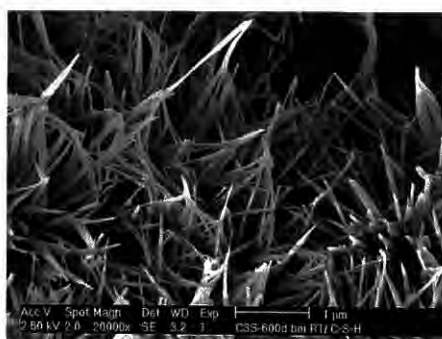
Ez a magabiztos kijelentés az újszerű elektronmikroszkópos vizsgálati módszerrel végzett vizsgálataikon alapul. Ennek ismertetése előtt azonban nézzük a régebbi technikákat.

Az előbb utaltam a fény kettős természetére, de jó példa erre az elektron is. Az elektronsugarat hullámtermészete miatt éppen úgy lehet terelgetni, fókuszálni, képalkotásra kényszeríteni, mint a fényt, csak lencsék és tükrök helyett elektromágneses tereket kell alkalmazni. S mivel a fénytani törvények szerint a felnagyítandó tárgy legkisebb mérete nem lehet nagyobb, mint az elektronsugár hullámhossza, és ez legfeljebb ezred része a fénysugárénak, az ezzel elérhető nagyítás is mintegy ezerszer nagyobb.

A dolog azonban nem ilyen egyszerű. Az elektronsugarak gerjesztéséhez több tízezer volt feszültség, elnyelődésük elkerülésére pedig nagy vákuum szükséges. Ráadásul, ha a vizsgálandó tárgy nem elektromos vezető, az feltöltődik, így taszítani fogja az ugyanolyan töltésű elektronsugarat, és ez eltérül a céltárgytól.

Az akadály elhárítására különböző trükköket szoktak alkalmazni. Például a vizsgálandó tárgyat bevonják elektromosságot vezető anyaggal, mondhatnánk, felöltöztetik. (Azért bátorodom ezt a kifejezést

használni, mert az eredeti angol szövegben „coat” szerepel, melynek jelentése főnévként „kabát”, igeiként „bevon, beburkol”, a sokadik jelentése pedig „ruhát visel”.) A ruha lehet drága, például arany, vagy olcsóbb: grafit. Be is mutatjuk egy ilyen technikával felöltöztetett megszilárdult cement fényképét „ruhában” (1. ábra),



2. ábra ...és „ruha” nélkül

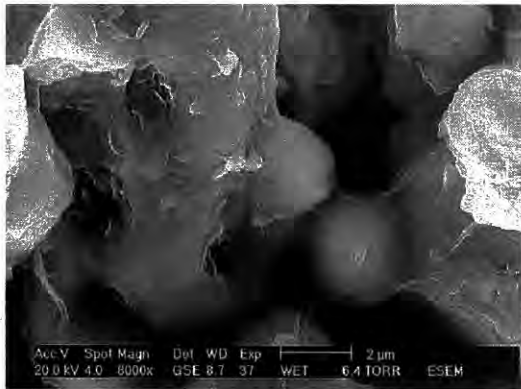
és azonos nagyításban az új technikával, sztriptíz után (2. ábra). Ugye, rá sem ismernek?

Túl olcsó a hasonlat, de szerintem van akkora különbség, mint

egy csinos kislány két hasonló körülmények között készült fényképe között... (Sajnos, az illusztráció közléséhez a Szerkesztőség nem járult hozzá).

Az utóbbi felvétel ESEM FEG technikával készült (az angol nyelvű betűszó fordítása „téremissziós elektronagyúval felszerelt környezeti pásztázó elektronmikroszkóp”). Leglényegesebb tulajdonsága, hogy az eredeti környezetből vett minták minden különösebb előkészítés és időkorlátozás nélkül „meztelenül” vizsgálhatók ezzel a technikával. Ezért gondolták a szerzők, hogy az új technika nyújtotta lehetőségeket kihasználva a cementhidratáció egész elméletét újra kell gondolni, különösen az első néhány óra történetét. Elvégre az asztrofizikusok is azt állítják, a Világegyetem sorsát is teljesen meghatározták a „Nagy Bumm” utáni első néhány másodperc eseményei. (A betonnal a víz hozzáadása a „Nagy Bumm”).

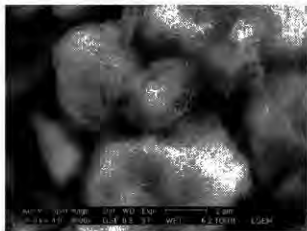
Hagyományos elektronmikroszkópiával viszont jó, ha egy napos mintát tudunk vizsgálni, azt is csak a hidratáció megállítás elég körülményes műveletei és a „felöltöztetés” után. Ilyenkor sokszor vastagabb „ruhát” kell feladni a vizsgálandó anyagra, mint azok a képződmények, amelyeket tanulmányozni akarunk, és ahogy ez már az öltöztetésnél lenni szokott, sokszor éppen a legizgalmasabb domborulatok és hajlatok maradnak rejtve. Arról sem lehet szó, hogy egy-egy kristály növekedését vagy eltűnését nyomon kövessük. A régi eljárással egy ilyen próbálkozásról tudok, amit a váci cementgyár vezető beosztású munkatársa, Sas László a Veszprémi Egyetemen Révay Zsolttal közösen végzett. Ők úgy jártak el, hogy a fotografálás után levették a mintáról a „ruhát”, újra vízbe tették, majd néhány nap múltán felöltöztetve megkeresték az előző felvétel pontos helyét, és ismételen lefotózták a közben megnövekedett kristályokat. A méretek ismeretében tipikus „tű a szénakazalban” szituáció.)



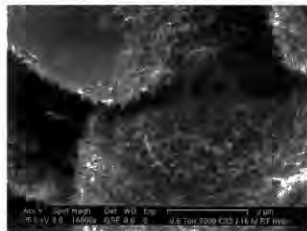
3. ábra „Gél-szerű” reakciózóna egy kötőanyag szemcse körül (5 perc után)

Az ESEM technikával ilyen trükkökre nincs szükség, mivel alkalmas olyan vizsgálatok végzésére is, melyeknél a cement és a víz összekeverésének pillanatától, úgy, ahogy van, nedvesen és meztelenül vizsgálhatjuk a mintákat, mozgóképszerűen követve egy-egy kötőanyag szemcse oldódását, vagy a hidratvegyületek növekedését.

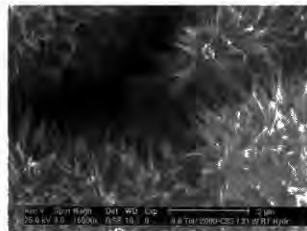
Pár perccel a víz hozzáadása után a kötőanyag szemcséi körül áttetsző felhőszerű reakciózóna megjelenése mutatja, hogy valami elkezdődött (3. ábra).



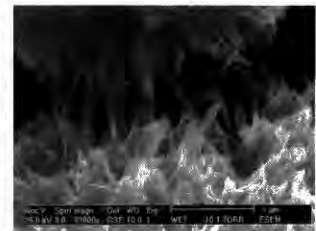
4. ábra A „nukleáció” elkezdődött (140 perc után)



5. ábra Nőnek a tűkristályok (16 óra után)



6. ábra Még mindig nőnek... (21 nap után)



7. ábra A „cipzárt” felhúzták

Órákkal később, de még a kötés vége előtt a mintegy 40 nanométeres (továbbiakban: „nm”) vastagságú övezetben a nukleáció első jeleként vattához hasonló néhány nm átmérőjű, 100 nm-nél rövidebb elemi szálak, „kristálycsírák” mutatkoznak „méhsejt” szerű csoportosulásokat képezve (4. ábra). Pár óra múltán a kristálycsírák „szárba szökkennek” és anélkül, hogy vastagságuk lényegesen változna, hosszú tűkristályokká növekszenek (5. ábra).

A folyamat jellege a továbbiakban sem változik, és ha van elég hely, a tűk a milliméteres nagyságrendet is elérhetik. Hely hiányában viszont a szemközi kötőanyag szemcsékből kinövő tűkristályok milliárdjai összefonódva, majd összenöve töltik ki, és zárják be a kötőanyag szemcsék közti üregeket (6. ábra), egyre növelve a szilárdságot. A szerzők a jelenséget „cipzár elv”-nek nevezik (7. ábra).

A hidratáció általuk leírt modelljéről most csak ezt az egyszerűsített képet vázoltuk fel, hogy nagyobb teret szentelhessünk a szilárdság kialakulásáért alapvetően felelős szövevényes szilikát-hidrát textúra kialakulásának. Nem beszélünk például az ezeknél több

nagyságrenddel nagyobb portlandit (mészhidrát) kristályokról. Ezek vizsgálatához ugyanis nem nagyon van szükség elektronmikroszkópra, és a szilárdulásban betöltött szerepük sem jelentős. (Tudjuk, hogy a mészhidrát önmagában nem szilárdul.) Nem szóltunk az aluminát- és szulfátvegyületekről, a cement alkálitartalmából keletkező tiszavirág életű szingenitről (kálium-kalcium-szulfát-hidrát) sem. Búcsúzóul azért bemutatunk még egy jellegzetes felvételt (8. ábra), amelyen a megszilárdult portlandcement csaknem valamennyi végleges alkotója látható. (A szingenit már eltűnt, a benne lévő szulfát pedig beépült az ettringitbe.)

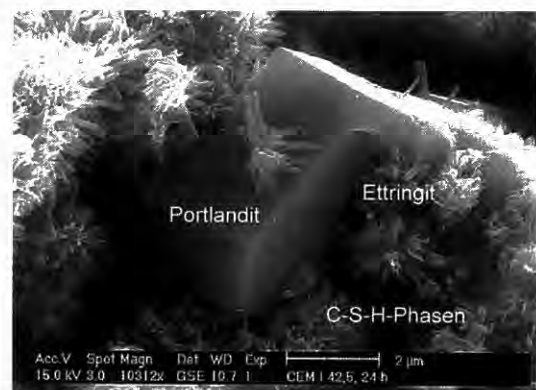
Végül a portlandcement szilárdulás döntő fontosságú első óráinak eseményeit a hosszas magyarázat helyett egy sematikus ábrával szemléltetjük (9. ábra).

Akadékoskodásnak tűnhet, de e valódi vizuális élményt nyújtó hipotézis ismertetése után (remélem, a nyomdatechnika is így akarja) azért maradt némi hiányérzetem.

Az első mindjárt az elektronmikroszkópos módszerből fakad. Ugyanis nagyon hajlamosak vagyunk arra, hogy a felvételek közül ne a jellemzőt, hanem az érdekeset ragadjuk ki. Különösen vonatkozik ez olyan rendkívül heterogén textúrájú anyagra, mint a megszilárdult cement. Valakitől hallottam azt az epés megjegyzést, hogy nagy számú elektronmikroszkóp felvételtől

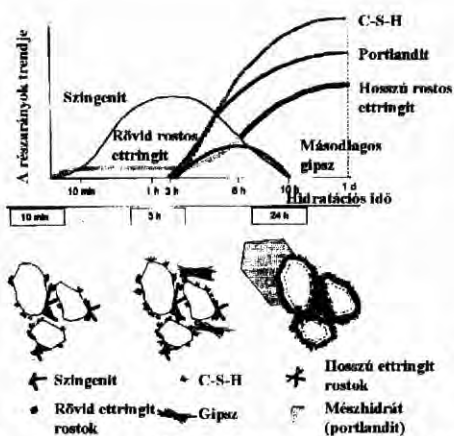
megfelelő válogatás után bármilyen elmélet, és annak ellenkezője is igazolható. (Az én hitvallásom egy híres mondás parafrázisaként inkább az, hogy csak azoknak fotóknak hiszek, amelyeket én válogattam. Mellesleg ezeket a képeket én válogattam.)

Ha van is némi túlzás ebben a szkepticizmusban, gondoljunk csak el, hány felvételt kell ahhoz átnézni,



8. ábra Megszilárdult portlandcement (24 óra után)





9. ábra A cementszilárdulás sematikus ábrája

hogyan megbízható képünk legyen a cementszilárdulás egyetlen pillanatáról. Az egyik európai szabványdokumentum a cementek kohósalak tartalmának fénymikroszkópos meghatározásához ezer részecske megszámlálását írja elő. S mi van ezerszer ekkora nagyságnál?

Ezek a korlátok különösen akkor válnak jelentőssé, ha számszerű következtetéseket is szeretnénk levonni. Azért emlegettem annyit a gázadszorpciós módszereket, mert erre a célra kiválóan alkalmasak. Hiszen a gáz atomi méretű üregekbe is be tud hatolni, és így képes elemi cella méretű kristályok létezéséről is hírt adni. (Az elemi cella az adott anyag lehetséges legkisebb kristálya, nevezhetnénk „kristálmolekulának” is.) S ha az adszorpción kívül az ellentétes folyamatot is mérjük, mivel a szűkebb üregekből a gázmolekulák nehezebben távoznak, a pórusok és kristályok „szemcseméret eloszlásáról” is kaphatunk információt. Ezek pedig sok szempontból megbízhatóbbak, mint az elektronoptika, bár kevésbé látványosak. (A látvány egyébként némi számítástechnikai segédlettel biztos ennél a technikánál is megteremthető.) Nem mindegy ugyanis, hogy a mikroszkóppal áttekinthető néhány „köbmikrométernyi”, vagy az adszorpciós méréseknél szokásos néhány „köbcéntiméter” anyagmennyiség vizsgálata alapján vonunk le következtetéseket valamilyen jelenségről. A szorzószám billiószorosa ( $10^{12}$ ).

Az optimális természetesen az, ha kombináljuk a különböző technikákat. Engedjék meg, hogy egy primitív példával szemléltessem, mire gondolok.

Tételezzük fel, hogy elektronmikroszkópos felvételen úgy becsüljük, hogy a vizsgált kristályok átmérője átlagosan 10 nm, hosszúságuk pedig az átmérő százszorosa. Kérdés, helyesen becsültük-e a méreteket, ha a gázadszorpcióval mért fajlagos felület  $100 \text{ m}^2/\text{g}$ , és egyéb mérésekből tudjuk, hogy a szálak szerkezetű anyag részaránya 50 %, sűrűsége  $2,00 \text{ g}/\text{cm}^3$ , a többi alkotórész felülete pedig nagyságrendekkel kisebb, tehát elhanyagolható.

Közelítsük a kristályt hengeres alakkal, számítsuk ki a hengerpalást felületét, ezt osszuk el henger kiszámított tömegével, és vegyük ennek felét (az 50 % miatt). Ne számolgassanak: talált, az eredmény pontosan  $100 \text{ m}^2/\text{g}$ . Tehát a kristályméretekre vonatkozó

becslés jó. És még jónak tekinthetnénk, ha úgy húsz négyzetméterrel eltérő értéket kapnánk. Nagyobb eltérésnél viszont vagy a modellt, vagy a módszerünket célszerű felülvizsgálni. Egyszóval úgy gondolom, ehhez hasonló mérésekkel és számításokkal még meggyőzőbbé lehetne tenni a következtetéseket.

De a szerzők érdemei e nélkül is elévülhetetlenek. Különösen azt a felismerést tartom korszakos jelentőségűnek, hogy a szilárdulás meghatározó része leírható „szupervékony”, még a „kristály” elnevezésre sem nagyon jogosult C-S-H „képződmények” hosszirányú növekedéseként. Én azt hittem, közben híznak is egy kicsit. (Kristálynak azért nem tekinthetők, mert a röntgensugarak hatására amorf anyagként viselkednek, vagyis „röntgenamorff” tulajdonságúak.)

Persze, még sok minden kiderülhet. Nagy érdeklődéssel várok például hasonló színvonalú vizsgálatokat az utószilárdulásról, mert bár valóban döntő fontosságú az első néhány óra, de a szilárdság jó 70-80 százaléka ez után alakul ki.

Szívesen olvasnék hasonló jellegű írást, és néznék ESEM technikával készült képeket, például kohósalak vagy pernye tartalmú cementekről. Nagyon érdekelne az is, mi a szilárdulás mechanizmusa, ha nem „röntgenamorff” képződmények, hanem jól definiált röntgen-diffrakciót adó kristályos hidratvegyületek hatására jön létre szilárdság, mint az alumínát-, vagy az „oxiklorid” cementeknél (pl. Sorel cement).

Szívesen olvasnék ezekről, de még szívesebben végeznék ilyen vizsgálatokat. És ez nem is tűnik olyan elérhetetlennek. A napokban hallottam, hogy a Veszprémi Egyetem Szilikát Tanszékének heteken belül lesz ilyen masinája, így nem elképzelhetetlen, hogy végezhetünk néhány vizsgálatot, természetesen egyéb technikákkal kiegészítve.

Azt vizsgálunk, hogy mitől szilárdul a cement. Ugyanis mire ezt a pár oldalt leírtam, rájöttem, hogy mégsem tudom.

Úgyhogy Kedves Olvasó, hagyj fel minden reménnyel! Folytatom a sorozatot.

Dr. Révay Miklós  
cemkut@mail.datanet.hu



**Dr. Révay Miklós** (1933) okl. vegyész mérnök (1958), műszaki doktor (1967), a kémiai tudományok kandidátusa (1976). A betoniparban főtechnológus (1962-68), a SZIKKTI-ben tudományos tanácsadó és a Tudományos Tanács titkára (1991-ig). Nyugdíjba vonulásáig (1997) a

CEMKUT Kft. tudományos igazgatója, ma ugyanott tudományos tanácsadó. Kutatási területe a kötőanyagok kémiaja. E témában számos hazai és külföldi szakmai rendezvény előadója, mintegy 100 tudományos publikáció szerzője. A „Cement és építési mész” szabványosítási műszaki bizottság alelnöke, az MTA Szilikátkémiai Bizottságának tagja.



## Környezetbarát formaleválasztók



Formaleválasztók: TR 1, TR 13, TR 15, TR 24, TR 31, TR 41, TR 5, TR 6

**STABIMENT HUNGÁRIA Kft.**  
 Levélcím: H-2601 Vác, Pf.: 198.  
 E-mail: [stabiment@elender.hu](mailto:stabiment@elender.hu)

Vác, Kőhidpart dűlő 2.  
 Tel./fax: (36)-27/316-723  
 Honlap: [www.stabiment.hu](http://www.stabiment.hu)



### B-Design

*Beton- és adalékanyag keverék  
 tervező szoftverrendszer és adattár*

*Beton receptura készítés  
 Adalékanyag-keverék készítés  
 Árkalkuláció  
 Anyagnyilvántartások*

**PARALLEL Kft.**, 1082 Budapest, Baross u. 61.  
 Tel.: 459-9030, fax: 459-9031  
 Mobil: 20-934-0661  
 E-mail: [parallel@parallel.hu](mailto:parallel@parallel.hu)



### DAKO

**Kereskedelmi és  
 Szolgáltató Kft.**

2040 Budaörs, Nádas u. 1.  
 Tel./fax: 06-23-430-420  
 Mobil: 06-30-941-4714

- ✓ **Betoneladás**
- ✓ **Betonszállítás**
- ✓ **Betonszivattyúzás**
- ✓ **Beton termékek**  
 (járdaalapok, pázsitkövek, szegélykövek)



### METRÓVAS

**Betonacélfeldolgozó és  
 Kereskedelmi Kft.**

1117 Budapest  
 Dombóvári út 43/a  
 Tel./fax: 204-2877  
 Mobil: 06-30-933-4932

- ✓ **Betonacél-eladás**
- ✓ **Betonacél vágása**
- ✓ **Betonacél hajlítása**
- ✓ **Betonacélháló értékesítése**



**Kutatás-felkészítés****Néhány adalékszer szerepe a cement hidratációjában**

Szerző: Dr. Kovács Károly

Kulcsszavak: fagyásgátlók, folyósítók, cementkötés-szilárdulás

**1. Bevezetés**

Az építőiparban felhasznált betonok egyre nagyobb részénél alkalmaznak adalékszereket. Ez örvendetes jelenség, mert csak ezekkel a szerekkel lehet elérni azokat a tulajdonságokat, amelyekkel a kor követelményeinek megfelelően rendelkeznie kell a betonnak.

Alapvető igényként kell elfogadni, hogy adott feladatra a betonkeveréket optimális mennyiségű cementtel, optimális szemszerkezettel, minimális víz felhasználásával a lehető legtömörebb állapotban kell elkészíteni.

A témával másrészt azért is szükséges foglalkozni, mert a felgyorsult ipari tempó miatt a betonokat nagyon sok esetben igen szélsőséges körülmények között készítik, majd használják. Ez szintén az adalékszerek fontosságát hangsúlyozza.

A cementkötés minősége alapvetően meghatározza a beton tulajdonságait és ebben legtöbbit az adalékszerek helyes alkalmazásával érhetünk el.

Jelen cikk keretében nincs mód az összes adalékszer fajta minden hatására kitérni, ezért kiemelten főleg csak az ún. „fagyásgátlók” és folyósítók egy-egy technológiai tényezőjét tárgyalom.

**2. A cementkötés-szilárdulás ismert jellemző reakciói**

A cementek hidratációjakor lejátszódó reakciókat az egyetemi tankönyvek alapján gondolom mindenki ismeri. Ezért ezt csak vázlatosan mutatom be.

A cementek nem kémiai individumok, ezért konkrét kémiai képletekkel nem lehet általában jellemezni azokat.

Egy-egy cement összetételére az oxidok százalékos arányát adják meg, bár hangsúlyozni kell, hogy eleve nem egyedi oxidokból állnak, hanem ún. klinkerásványokból, amelyek kémiai vagy másodlagos kötésekkal kialakuló bonyolult térszerkezetű képződmények.

A legfontosabb klinkerösszetevők a következők. (A rövidség kedvéért a szilikát-kémiában alkalmazott jelöléseket használom.)

$C_3S$  = trikálcium-szilikát

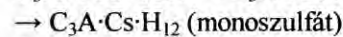
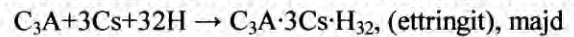
$\beta$ - $C_2S$  = béta módosulatú dikalcium-szilikát

$C_3A$  = trikálcium-aluminát; H = víz;

$C_4AF$  = tetra-kalcium-aluminát-ferrit; Cs = gipsz ( $CaSO_4$ );

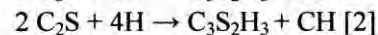
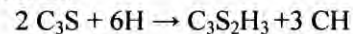
A különböző mennyiségekben előforduló klinkerek feldolgozhatósága nem jó, mert köztük különösen a  $C_3A$  pillanat-kötő, ezért vízhozzáadás után a keverék konzisztenciája azonnal merevedni kezd. Emiatt örölnék a klinkerhez kötőszabályozóul gipsz-dihidrátot, amivel az általában másfél órás bedolgozhatósági időt megteremtik. Ez a  $C_3A$  klinker leblokkolását oldja meg ideiglenesen

(primer ettringit képződés), később elbomolva ún. monoszulfáttá alakul át és részt vesz a rendszer szilárdításában.



A késleltetéshez és az aluminát hidratációjához gipsz és mész együttes jelenléte szükséges. [1]

A meszet a szilikátok hidratációja biztosítja a következők szerint.



A folyamatok közben hő szabadul fel, amely a reakciók sebességét felgyorsítja. [3]

A láthatóan bonyolult folyamatok egyedi alakulása erőteljesen befolyásolja a kialakuló pórusszerkezetet [4], a struktúra fajlagos tulajdonságait, pl. az első néhány órában duzzad, majd tömörödik a szerkezet [5] stb.

A helyzet átláthatatlanságához, bonyolultságához hozzájárulnak egyéb tényezők is. Így pl. a cementhez több-kevesebb hidraulikus kiegészítőanyagot is adagolnak, amelyek kémiai szerkezete és ezáltal a hidratációra gyakorolt hatása is sokféle.

**3. A hidratáció befolyásolása**

Alapvetően befolyásolják a hidratációs folyamatokat a belekevert adalékszerek, elsősorban a lassítók és gyorsítók, de a konzisztencia módosító szerek is.

Az adalékszerek árusítói csak a szerkezet végállapottára vonatkozó hozzávetőleges adatokat tudják megadni. Néhány esetben népszerűen téves, vagy csak részben igaz megállapításokkal találkozhatunk az ismertetőkből.

Egyik legismertebb adalékszer a hideg időben használt ún. fagyásgátló. Erről általában leírják, hogy azáltal fejt ki a hatását, hogy a keverővízbe olyan anyagot adagolnak, ami a víz fagyáspontját csökkenti, s ezáltal nem fagy meg a keverék.

Nézzünk a jelenségek mögé!

Megállapítható, hogy a beton készítésénél felhasznált víz abban a percben, amikor a cementszemcsékkel érintkezik, már híg oldatként kezelhető, mert a cement szabad mesze, alkáli tartalma, röviddel később a szilikát- és aluminát-hidrátok beleoldódnak. Ezért erre alkalmazható a híg oldatokra vonatkozó Raoult-van't Hoff törvény, ami az Avogadro törvény kiterjesztése folyadékokra.

$$\pi V = R \cdot T$$

Ahol a  $\pi$  = ozmózis nyomás

V = mólnyi anyagot tartalmazó oldat térfogata, reciproka a molkoncentráció, mol/l

R = egyetemes gázállandó

T = az abszolút hőmérséklet



A törvényből levezethető végeredményben, hogy ha bármely anyag mólnyi mennyiségét oldjuk 1000 g vízben, akkor az anyag tulajdonságától függetlenül  $1,86\text{ }^{\circ}\text{C}$  fagyáspont csökkenést kapunk.

Tehát a beton keverővíz eleve nem  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on fagy meg, hanem valamivel ezalatt.

Ha ún. fagyásgátló adalékszeret adagolunk hozzá, akkor ez az érték még lejjebb száll, de mennyivel?

Tételezzük fel, hogy 300 kg cementet használunk fel egy  $\text{m}^3$  betonhoz. A víz-cement tényező 0,5, azaz 150  $\text{kg}/\text{m}^3$ . Az alkalmazott fagyásgátló pl.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  20 %-os oldata, melyet a cementtömeg 1 %-ában adagolnak.

Így a keverővízbe 3 kg 20 %-os, azaz tisztán **0,6 kg**  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  anyagot oldunk. Az anyag mol-tömege 80 g, azaz 1 liter  $\approx$  1 kg vízben 80 g okoz  $1,86\text{ }^{\circ}\text{C}$  fagyáspont csökkenést. Esetünkben a 150 kg vízhez 12 kg anyagra volna ehhez szükség.

Az általunk adagolt anyagból mindössze  **$0,09\text{ }^{\circ}\text{C}$**  fagyáspont csökkenés következne, ami nem jelentene védelmet és nem lehetne  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig betonozni. A jelenség hátterében tehát más áll. A fagyáspont minimális csökkenése mellett az alkalmazott anyag megváltoztatja a kötés mechanizmusát.

A korábban ismertetett adalékszer nélküli kötési mechanizmus szerint a keletkező ettringit a  $\text{C}_3\text{A}$  szemcsék körül egy védőburkot létesít, a hidratációból kicsapódó anyag hártyszerűen lezárja a vízhozzáférést, ezért a hidratáció itt leáll, ill. csak annyira folytatódik, amennyi víz a hártán keresztül az ozmózis segítségével átdiffundált.

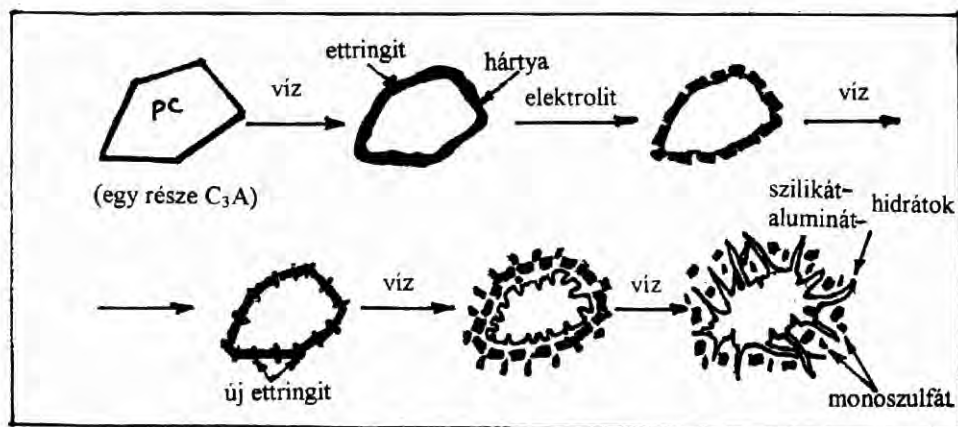
A záróhártya és a cementszemcse között az oldat koncentrációja nő, majd fokozatosan túltelítődik. A keverővíz és a burok oldata között egyre erőteljesebb ozmózisnyomás alakul ki, azaz a féligáteresztő hártán keresztül a víz áthatol, de az oldott anyag nem képes átdiffundálni, ezért nő a nyomás. Végül a

nyomás növekedtével a hártya felreped, a cementszemcse felületére a víz újra közvetlenül hozzájut.

Hatására a bennlévő anyagok kicsapódnak és a szilikátok hidratációjának előrehaladtával a kristályo-

sodási góccokat képezik tú alakú tobermorit, portlandit, ill. hidrogránátok formájában.

Ha ezt a természetes folyamatot valamilyen erős elektrolit hozzáadásával megzavarjuk, akkor elsősorban az ettringit gél és hártarendszer ozmózisnyomásviszonyait alakítjuk át [6]. Ismeretes az erős elektrolitok jelentős koaguláló hatása. Az ettringit gélburok felreped és összecsapódik az anyag, azaz a vizes oldat útja a  $\text{C}_3\text{A}$  szemcséhez szabaddá válik egészen addig, amíg az ebből újra keletkező ettringit -

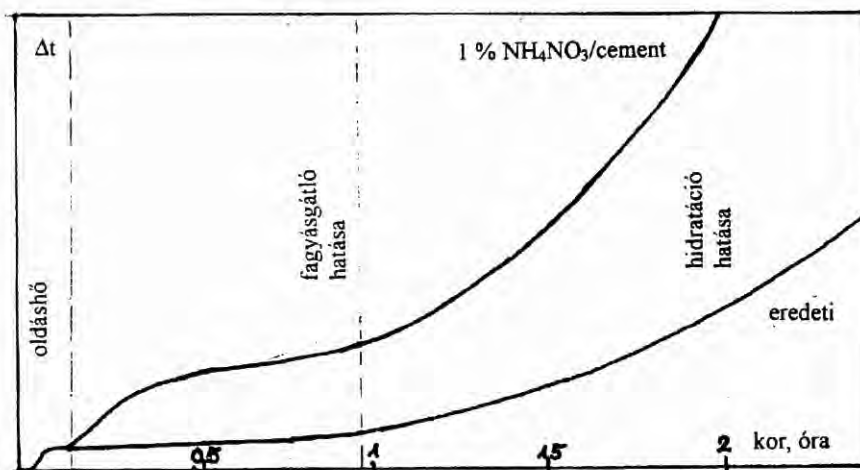


1. ábra A víz és az elektrolitok hatása a cement hidratációra

kiegyenlítve az elektrolit hatását - újra el nem tömi a vízhozzáférést. A folyamatot az 1. ábrán szemléltetem.

A folyamat hőtermelő, a keletkezett hő védi meg a frissen kialakult szilikát- és alumínát-hidrátokat a fagykristályok roncsoló hatásától.

A folyamat hőfejlesztését kaloriméterben kimértem. Jelleggörbéjét a konkrét adatok nélkül a 2. ábrán mutatom be.



2. ábra Kezeletlen, illetve „fagyásgátló” cementpép hőfejlesztése kvázi adiabikus viszonyok között

A kísérletben szobahőmérsékletre indultam, ezért a jelenség pregnánsabb, mint a téli betonozáskor. Mindenesetre bizonyítható, hogy a hő védi meg a betonkeveréket a fagyástól, a fagyáspont csökkenés

csak másodrendű kérdés. Az ún. kötés és szilárdulás gyorsítók hatása erőteljesebb a „fagyásgátló” szereknél. Az előbbieket az egész kötési folyamatra, tehát a szilikátok hidratációjára is hatnak oldó, kicsapó szerepükkel, míg az utóbbiak csak a  $C_3A$  leírt folyamataira.

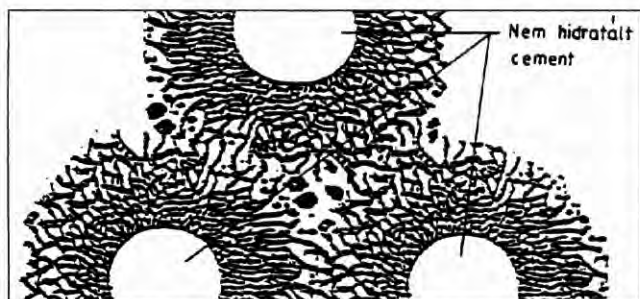
Az egyéb adalékszerek is befolyásolják a kötészilárdulás folyamatait. Ilyen szerek a légpórusképzők, a konzisztencia javító szerek.

Az ilyenfajta adalékszerek elsősorban a felületaktív tulajdonságukkal és részben ezzel összefüggésben a belső sűrűdésnöveléssel hatnak.

A légpórusképzők a keverővíz felületi feszültségét növelik, amelynek eredményeként megváltoznak a cement-víz érintkezési felületén a hidratációs viszonyok. A keletkező légpórusok lehetőséget adnak a kialakuló hidrátgél gyorsabb és akadálymentesebb kristályosodására. Ezekben a szerkezetekben a kialakuló kristályok szabályosabbak, ennek következtében lazábban helyezkednek el. A későbbiekben a tömörödési hajlamuk erősebb, jobban hidratáltak a cement-szemcsék.

A képlékenyítő-folyósító szerek a felületi feszültséget, de főleg a belső sűrűdést jelentősen csökkentik. Ezzel lehetővé teszik, hogy a cementszemcsék egymáshoz közelebb kerülve, kisebb víz-cement tényező mellett ágyazódjanak bele a szerkezetbe. A hidratáció során tökéletesebb filcelődés jön létre. A kialakuló állapot modelljét a 3. ábrán mutatom be.

Látható, hogy a hidratáció során a cementszemcsék magja nem hidratálódik, az csak finom adalékanyag szemcséként térkitöltő szerepű. Nagy jelentősége van azonban a későbbiekben az esetleges korróziós

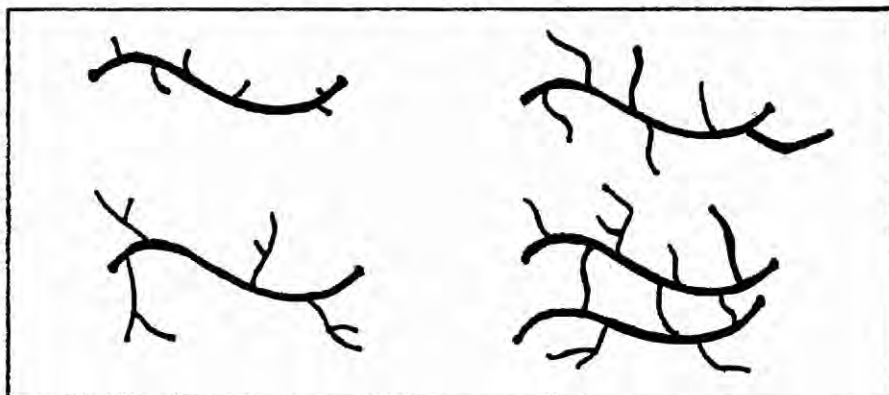


3. ábra A cement hidrát szerkezetének modellje [8]

folyamatok ellensúlyozásában, mert kedvező körülmények között hidratációs tartalék alapanyagául szolgál. Nem közömbös azonban annak mértéke, hogy az alaphidratációs folyamatokban milyen mértékig alakul át a szemcse cementhidráttá. Ebben nagymértékben segíthet a jól megválasztott és adagolt

adalékszer, mert felületaktív hatásával a víz-klinker reakciót itenzifikálja.

A folyósítószer alkalmazásában az utóbbi időkben nagy fejlődés állt be. Míg korábban ezek a szerek főleg



4. ábra Néhány formátum azonos kémiai felépítésű polimer anyagból

valamilyen melléktermékből, hulladékanyagból készültek (pl. cellulózgyári szulfid szennylég), addig a nyolcvanas évek óta közvetlenül erre a célra készült szintetikus anyagokat használnak fel.

A különféle hagyományos szintetikus anyagok közül kiemelkedően nagy hatásúak a melamin-formaldehid és a naftalin-szulfonsavas-nátrium bázisú anyagok. Ezek a szerek a cementhidrát szerkezetébe makromolekulaként azoknak a szilárdulásakor rendkívül stabilan beépülnek és hozzájárulnak a végszilárdság kialakulásához.

A legújabb időkben az igen nagy és az ultra nagy szilárdságú betonok készítéséhez a folyósítószer új generációját fejlesztették ki.

A nagy szilárdság eléréséhez szükséges a rendkívül kicsi víz-cement tényező alkalmazása.

Ma ez az érték megközelíti a kémiaiilag szükséges vízmennyiséget, amely mint ismeretes 0,2-0,3 közötti. Ezzel a rendkívül kis értékkel csak úgy lehet tömörre bedolgozni a betont, ha az alkalmazott folyósítószer harmonikusan illeszkedik a vízhozáadás utáni cementhidrát formációkhoz, ill. a még mellékevert aktív kovasavgél alakzataihoz (szilikapor).

Ezért ezen folyósítók készítésénél igénybe vették a modern sztereo-kémia elveit is. Az elv alapja az, hogy a folyósító úgy illeszkedjék a cementhidrát formátumába, mint kulcs a zárba (kulcs-zár elv).

Az ilyen folyósítókat tehát térbeli elhelyezkedésre tervezik. A mai sztereo-kémia lehetővé teszi, hogy egyazon fajta anyagot tervezhetően más-más alakúra alakítsák ki (DPP = Designed Performance Polymer). Ennek néhány tetszés szerint kialakított modelljét a 4. ábrán mutatom be.

A feladatot manapság főleg az akrilát ill. a poli(karboxil-éter) polimerekkel oldják meg.

Tehát lényeges, hogy a folyósító jól illeszkedjék a cementhidrátok térbeli alakjához. Ez azonban azt is jelenti, hogy azok csak adott cementfajtánál működnek tökéletesen, cementfajta váltásnál ki kell próbálni a szer



hatását az új cementre nézve is. Ezek tehát sokkal nagyobb mértékben specifikus szerek, mint a korábbiak. Az illeszkedési modell jelentőségét az 5. ábrán mutatom be.



5. ábra Illeszkedési modellek

Nagyon lényeges, hogy a polimer lánc a hidratáció kezdete után minél hosszabb ideig tökéletesen fejtse ki a hatását. Ezt az oldalcsoportok hosszával szabályozhatjuk.

Tökéletesen megoldott cement-adalékszer párosnál nő a hatásidő, a hidratáció is tökéletes lesz, nagyon kevés kapillaris pórus keletkezik, a szerkezet szilárdsága nő, vízfelvétele csökken, ezáltal az élettartama jelentősen nő.

#### 4. Összefoglalás

A modern betontechnológiában használt adalékszer alapvetően megváltoztatják a cementkötés hidratációs mechanizmusait.

A fagyásgátló és a folyósító adalékszer szerepét vizsgáltam.

Megállapítható, hogy a fagyásgátlók főleg nem a víz fagyáspontcsökkenésével védik a betonkeveréket a fagyástól, hanem a  $C_3A$  szemcsék, ill. anyagrészek kötésblokkolásának feloldásával. Ezekre nézve kalóriaméteres méréseket végeztem, melyek eredményei az állítást igazolják.

A folyósítók a hidratációs folyamatokat azáltal javítják, hogy sűrűlőscsökkentésük által a cementszemcsék közelebb kerülnek egymáshoz, illetve az optimális térbeli elhelyezkedésük folytán a szilikát-aluminát-hidrátok a hidratáció kezdetén még nem csökkentik a tömörítéshez szükséges mozgási lehetőséget. Hatásidejük nő, a cementszemcsék nagyobb hányada hidratálódik, „összefilcelődésük” hatásosabb, a polimer folyósító molekulák összeépülnek a hidráttal és szilárdítanak.

#### Hivatkozások

- [1] Taylor H.F.W.: A cementhidratáció kémiája. VII. Szilikátipari Konferencia. 1963.
- [2] Balázs Gy.: Építőanyagok és kémia. Műegyetemi Kiadó 1994. p. 220-222.
- [3] Krstulović. R - Krolo P.: Determination of Kinetic Parameters in Cement Hydration. 9. th Int. Cong. On the Chemistry of Cement, New Delhi, India 1992. p. 31-36.
- [4] Sereda P.J. - Feldman R. F. - Ramachandran V.S.: Structure formation and development in hardened

cement pastes, Conseil National de Recherche du Canada-Ottawa p. 22-31.

- [5] Litvan G.G.: Volume Instability of Porous Solids: Part I., Conseil National de Recherche Canada-Ottawa p. 46-50.
- [6] Roskof P.A. - Linton F. J. - Pepler R.B.: Effect of various accelerating chemical admixtures on setting and strength development of concrete. Journal of Testing and Evaluation, July 1975. p. 235-242. Australia
- [7] Superplasticisers in concrete Technical Note No35. Cement and Concrete Association of Australia, 1980.
- [8] Balázs Gy. - Tóth E.: Vasbeton szerkezetek diagnosztikája I. p. 188, Műegyetemi Kiadó 1997.
- [9] Kovács K.: Reaktív porbetonok. Sajtó alatt.



**Dr. Kovács Károly** (1942) okleveles vegyészmérnök. Öt évig cellulózipari mérnök, 26 évig a BME Építőanyagok Tanszék oktatója, jelenleg az ÉMI Kht. Vegyészeti és Alkalmazástechnikai Tudományos Osztályának vezetője. Fő vizsgálati területe a beton és vasbeton korróziója, javítása, védelme. Műszaki doktori disszertációját a műanyagkötésű perlitbetonok témájában írta.

130 éve ... a szakértő szakipar ...



**KALCIDUR® KONCENTRÁTUM**

Beton és vasbeton szerkezetek szilárdulásgyorsítására és a beton fagyvédelmére kifejlesztett adalékszer, most **még gazdaságosabb** formában. Kloridtartalmú, korróziógátló inhibítort tartalmaz.

#### Egyéb

speciális **betonaladékszer**ek széles választéka **kedvező áron!**

#### Vevőszolgálat és értékesítés:

Budapest, IX., Tagló u. 11-13.

Telefon: 215-0446

Debrecen, Monostorpályi u. 5.

Telefon: 52/471-693

**FRANK-FÉLE SZÁLLÍTÁSI PROGRAM**

A FRANK cég 30 éves tapasztalatával 20 országba szállítja a vasbeton-gyártó iparág részére különleges árucikkeit, melyek rendelkeznek vizsgálati bizonyítványokkal és – Magyarországon egyedülállóan – ÉMI minősítéssel.



Egyenkénti/pontszerű távtartók rostszálas betonból



Felületi távtartók rostszálas betonból

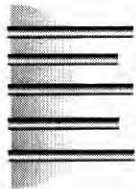


„U-KORB” márkajelű alátámasztó kosarak talphoz, födémhez, falhoz acélból

**EURO-MONTEX**

Vállalkozási és Kereskedelmi Kft.  
1106 Budapest, Maglódi út 16.

Telefon: 262-6039 • tel./fax: 261-5430

**TREFLARBED****ACÉLHAJ**

TWINCONE 1/50



HE 1/50 , 0,7/30



TABIX 1/45 , 1/50 , +1/60



WIREX 0,4X12,5 , 0,4X25



**Statikai számítást 48 órán belül biztosítunk.**

**KECSKEMÉTI raktár - azonnali szállítás**

**Gyártás és tanácsadás:**

TrefilARBED Bissen s. a.  
Boite Postale 16  
L - 7703 BISSEN  
Tel. +352-835772-1  
Fax. +352-835698

**Eladás:**

MG - STAHL Ker. Bt.  
Szentmihályi út 7. III/11.  
H - 1144 BUDAPEST  
Tel. +06-1-2204716  
Fax. +06-1-2204716

**Holcim Beton Rt.  
Vezérigazgatóság**

1121 Budapest  
Budakeszi út 36/c

Telefon: (1) 398-6041

fax: (1) 398-6042

**BETONÜZEMEK****Észak-Pesti Betonüzem**

1138 Budapest  
Cserhalom u. 6.  
Tel.: (1) 349-0300  
T/F: (1) 329-1080

**Dél-Budai Betonüzem**

1225 Budapest  
Kastélypark u. 18-22.  
Tel.: (1) 424-0041  
T/F: (1) 207-1326

**Tatabányai Üzem**

2800 Tatabánya  
Szőlődomb u.  
Tel.: (34) 512-913  
Fax: (34) 512-911

**Sárvári Üzem**

9600 Sárvár, Ipar u. 3.  
Tel: (95) 326-066,  
(30) 268-6399

**Győri Üzem**

9027 Győr, Fehérvári u. 75.  
Tel.: (96) 516-072,  
(96) 419-994

**Debreceni Üzem**

4031 Debrecen  
Házgyár u. 17.  
Tel.: (52) 535-400  
Fax: (52) 535-401

**KAVICSÜZEMEK****Abdai Kavicsüzem**

9151 Abda-Pillingerpuszta  
T/F: (96) 350-888

**Hejőpapi Kavicsbánya**

Tel.: (49) 703-003  
T/F: (60) 385-893

**MOBILÜZEMEK****Moby Betonmixer Kft.**

1138 Budapest  
Cserhalom u. 2.  
T/F: (1) 329-560

**Pannon-Transbeton Kft.**

1138 Budapest,  
Cserhalom u. 2.  
Tel.: (1) 237-5573  
Fax: 237-5565

**ÉRDEKELTSÉGEK****Ferihegybeton Kft.**

1676 Budapest, Ferihegy II Pf. 62  
T/F: (1) 295-2490

**BVM-Budabeton Kft.**

1117 Budapest, Budafoki út 215.  
T/F: (1) 205-6166

**Kom-Transbeton Kft.**

Telep: Kisigmánd  
Újpusztai Betonüzem  
Keverős: (60) 394-425  
Értékesítés: (30) 298-3046

**Óvárbeton Kft.**

9200 Mosonmagyaróvár  
Barátság út 16.  
Tel.: (96) 578-370, (96) 211-980  
Fax: (96) 578-377

**Swietelsky-Transbeton Kft.**

8002 Székesfehérvár  
Takarodó út  
T: (22) 501-708; fax: - 501-709

**Délbeton Kft.**

6728 Szeged, Dorozsmai út 35.  
T: (62) 461-827; fax: - 462-636

**KV-Transbeton Kft.**

3700 Kazincbarcika, Ipari út 2.  
Tel.: (48) 311-322, 510-010  
Fax: (48) 510-011

**Betomix-Épszolg Kft.**

4400 Nyíregyháza, Tünde u. 18.  
T: (42) 461-115; fax: - 460-016

**KV-Transbeton Kft.**

3508 Miskolc, Mésztelep u. 1.  
Pf. 22.; T/F: (46) 431-593

**Csaba-Beton Kft.**

5600 Békéscsaba, Ipari út 5.  
T/F: (66) 441-228

**Vértesbeton Kft.**

2840 Oroszlány, Mindszenty út  
Tel.: (34) 560-132  
Tel.: (30) 902-2506

**Szolnok Mixer Kft.**

5000 Szolnok, Piroskai út 1.  
Tel.: (56) 421-233/147  
Fax.: (56) 414-539

**Alfabeton-Transbeton Kft.**

7081 Simontornya, Vasútállomás  
Tel.: (30) 954-0737



## Tervezés

### Rábetonozással készült szerkezetek méretezési kérdései

Szerző: Dr. Gilyén Jenő

*A földem készítésének egy módszere, hogy az előregyártott vasbeton kéregpanelre a helyszínen rábetonoznak, a szerkezet ezáltal nyeri el végleges vastagságát és teherbírását. Régebbi vasbeton szerkezet megerősítési módszere is lehet az utólagos rábetonozás. A cikk az így készült szerkezetek méretezésével foglalkozik.*

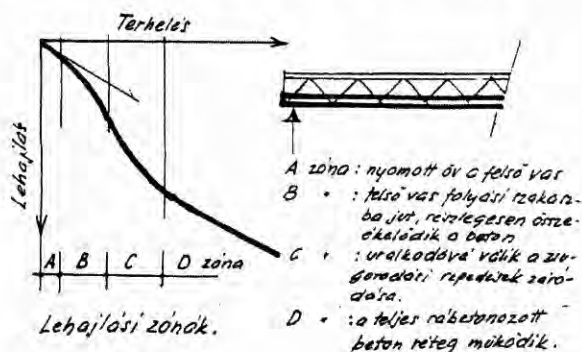
Kulcsszavak: erősítés rábetonozással, zsugorodás hatása

#### 1. A szerkezeti megoldás sajátosságai

Az ilyen heterogén szerkezetnél hasonló problémák jelentkeznek, mint amikor előregyártott szerkezetek összekapcsolásánál az inhomogenitás és összeférhetőség kérdése felmerül. A problémát az okozza, hogy a korábban készült betonban a zsugorodás már lezajlott s ezáltal a későbbi rábetonozás közötti kapcsolatot terheli az utólag bekövetkező alakváltozás. Ez az alakváltozás különbség minden külső hatásból eredő igénybevétel nélkül is fellép. A két réteg elválását a tapadás és ennek kimerülése után – kellő nagyságú leszorító erő következtében – a súrlódó erő megakadályozhatja. A két réteg elválása a szerkezetben oly mértékű teherbírás veszteséggel jár, hogy katasztrófát okozhat, ezért csak a tapadással nem számolhatunk, mert azt sok tényező befolyásolja. A befolyásoló tényezők között első a rábetonozás alatti felület szennyezettsége, túlzott simasága, nagyon kis szilárdság a felületen (túlzott vízadagolás következtében).

Következésképpen megfelelően méretezett, a hézagot átmetsző vasalással kell az elcsúszást megakadályozni. A hézagban fellépő hajszálrepedés általában elkerülhetetlen, de tágassága lecsökkenthető elsősorban kis zsugorodású felbetonnal és nem túlzottan kihasznált vasalással. E hatás a nyomott és húzott övek között is fennáll minden hajlított szerkezetnél, csak a monolit beton nagy hasító szilárdsága könnyen elviseli. Ezen rácsartó modell felismerése vezette a vasbeton szerkezetek szerkesztési szabályainak készítőit.

A Veszprém Megyei Állami Építőipari Vállalat héjzsaluval készült födémeinek minősítésekor megfigyelhető volt a lehajlás vizsgálatnál az 1. ábrán látható négy zónára osztható viselkedés. A földem lehajlásában jelentős tényező volt a felbeton nem is látható zsugorodási



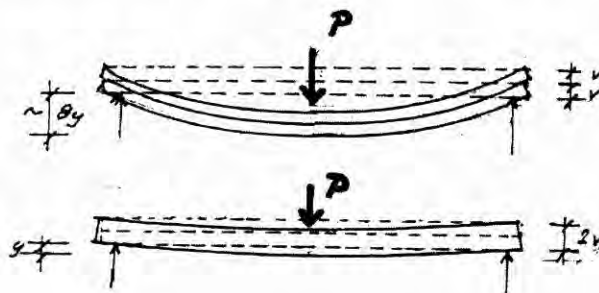
1. ábra Héjzsaluval készült földem lehajlása, jellegzetes szakaszai

repedéseinek záródásáig terjedő alakváltozás. Az ábra szerint A és B, bizonyos mértékig a C szakaszhoz tartozó alakváltozás erre vezethető vissza. Lényeges követelmény, hogy a felbeton ráhordásakor, valamint a kötési és szilárdulási szakaszban a vasalást tartalmazó alsó héjzsalunak nevezett réteg igénybevételmentes legyen. Tehát a héjzsalu ideiglenesen alátámasztandó, sőt túlemelendő.

Miután a zsugorodási repedések nem késsel vágott rések, hanem térbeli zezugos felületek, záródásuk igénybevétel alatt fokozatosan bekövetkezik, az 1. ábrán „C” jelölés szerint. Ezért pontosabb számítás helyett L/300-L/150 mértékű túlemelés a szokásos módszer. Térbeli rácsos acélbetéteknél pontosabb számítás nem lehetséges, mert a cikk-cakk vasak görbeségének változatossága ezt nem is teszi lehetővé. Túlnyújtott kengyelezéseknél megoldott együttműködés esetén, például nagyméretű hídtartóknál, a pályalemez együttműködésének számításánál megszokott a zsugorodásból eredő alakváltozás pontosabb számítása.

#### 2. A csúsztató erőre méretezés

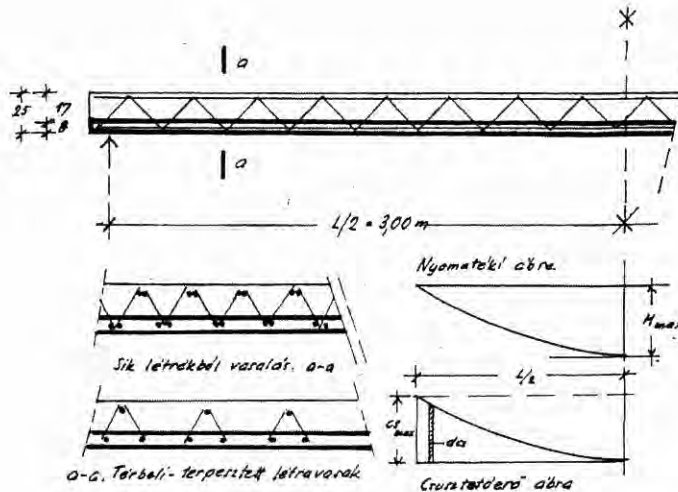
A hajlított tartóban a terhelés hatására keletkező hajlítónyomatékok egy belső erőkből kialakult erőpár forgatónyomatéka egyensúlyozza. A nyomó és húzóerő egyforma, és a nyomatéki ábra szerint csökken a támasz felé. A kétféle erőhatás ellentétes alakváltozást hoz létre, amelyből a két réteg között csúsztató erő keletkezik. Ez jól látható, ha két egymásra helyezett pallót megterhelünk, akkor a két palló a 2. ábra szerint egymáson elcsúszik. Eközben jelentős lehajlás keletkezik a terhelés következtében. Ha a két pallót terheletlen állapotban szorosan és kellő erősséggel összekezzük, akkor ugyanolyan nagy teherrel 1/8 mértékben kisebb lehajlást tapasztalunk és a két



2. ábra Pallókból készült áthidalás lehajlása terhelés alatt

pallóból álló tartó sokkal jobban terhelhetővé válik. Az előregyártott vasbeton pallóból és felbetonból kialakított tartó is ilyen erőjátékú, ha a két rétegnek egymáson való elcsúszását megakadályozzuk.

Számításunkhoz felvettük a 3. ábrán látható héjzsalus lemezt. A vasalás kétféle lehet, síkbeli létrák felül összehegesztett hosszvassal térbelivé alakítva, vagy speciális térbeli létrát gyártó gépen készítve, felül egy szál vassal. Ez utóbbi termelékenyebb, jobban



3. ábra Héjzsalus szerkezet és részletei a számítási példa szerint

bebetonozható a csak két szálból álló vasköteg, s a háromszög csúcsába szerelt pótvassal negatív nyomaték felvételére is alkalmas. A gép választott mereedséggel és sűrűséggel, valamint bizonyos korlátok közötti magassággal tudott a veszprémi vállalatnál térbeli létrákat gyártani. A kengyel átmérője általában korlátozott a kisívű hajlítás miatt. A síkhálóknál kisebbek a kötöttségek.

A számítás két modell szerint végezhetjük:

- csúszató erőre méretezve (a két beton réteg közötti tapadás elhanyagolásával),
- szükséges leszorító erőre méretezve (a letapadásnál az érdes felületen működő hasító igénybevétel figyelembevételével).

Ez utóbbi számítási mód csak a héjzsalunak a tömörítést végző rázópadon természetes kialakuló érdes felülete esetén, tehát legfeljebb kissé képlékeny betonnál ajánlható.

Célszerű, hogy a rábetonozás minél előbb, legfeljebb 14 napos korban történjen, amikor az összes zsugorodásnak még csak kb. 50 %-a alakult ki, de az előregyártott héjzsalu szilárdsága már csaknem végleges s így a szállítást és a beemelési igénybevételeket jól elbírja.

Súlyos tévedés két réteg héjzsalu között helyszíni beton kiöntéssel falszerkezetet készíteni, mert (kísérletekkel igazoltam) a kétféle beton összeférhetlensége miatt, az inhomogén szerkezet teherbíró képessége kicsiny és bármilyen módon terheljük, a kétféle beton egymástól elválk. A fal statikai működése ugyanis jelentősen eltér a gerenda jellegű szerkezettől. A

kísérletek során az volt a tapasztalat, hogy először a héjzsalu és a magbeton elvált egymástól, ezután vagy az előregyártott héj kihajlással eltört, vagy az utólagosan készült magbeton széttört. A héjzsalus szerkezetnél a 3. ábrán látható, hogy a csúszató erő a tartó végétől rohamosan csökken és egy ottani lokális kilazulás hamar megszűnik. Ezzel szemben falnál és pillérnél végig működik a zsugorodási különbségből eredő csúszató erő. Ezt a szerkezetet a vékony magbeton és a felülről betonozás miatt, továbbá a rétegeket összekapcsoló kengyelek miatt, csak folyós betonnal lehet kibetonozni. Az öntött beton szilárdsága kisebb, zsugorodása nagy (akár 1,0 % is lehet), s végül még kúszása is jelentős. Kísérletek szerint a kétféle beton együttműködése gyakorlatilag nem működik az inhomogenitás miatt. Az idő haladtával a héjzsalu jobb és korosabb betona egyre több terhet vesz át, mert a magbeton az utólagos zsugorodásán kívül, sokkal nagyobb kúszásával csaknem kitér idők múltával a teherviselés alól.

A választott héjzsalus szerkezetet bemutató számpéldánál legyen a födém 6,0 m fesztávú, terhelése saját súlyával együtt 15,0 kN/m, így a kéttámaszú födém 67,5 kNm nyomaték veszi igénybe. A födém szerkezeti magassága  $25 \cdot 2 = 23 \text{ cm} = 230 \text{ mm}$ , az előregyártott héjzsalu 80 mm vastag, 2 méterenként van alátámasztva és túlemeléssel gyakorlatilag terheletlen rábetonozáskor. A héjzsalu C25 betonból készül, az acélbetétek B60.50 minőségűek. A rábetonozás C16 pasztikus, pumpával betonozott, s a két réteget 30 cm osztásközzel gyártott térbeli létra köti össze, miáltal 6,67 db kengyel van egy méter szélességben.

A szokásos számítással:

$$x=3 \text{ cm} \quad z=21,5 \text{ cm}$$

$$N=H=67,5/0,215=314 \text{ kN}$$

$$\sigma_{b \max} = 314 \cdot 10^3 / 30 \cdot 1000 = 10,47 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{kisebb, mint a határfeszültség: } 11,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{A húzott létravas pedig } H/F_{st} = 314 \cdot 10^3 / 420 = 747,6 \text{ mm}^2$$

$$\Phi 12/30 \text{ cm.}$$

A 45 fokban hajlított kengyelek szempontjából a tartóvég kritikus. A nyomóerőt a tartó fél hosszán kell a húzott övnek átadni a csúszató erővel, melynek eloszlása a nyomatéki ábrán kívüli, úgynevezett külső parabola háromszög alakú, melynek területe a csúszató erők integráljával arányos.

Nevezük a teljes csúszató erőt „Cs”-nek, akkor

$$Cs = \Sigma dCs_{\max} \cdot L/6 = N$$

$$\text{Ebből } dCs_{\max} = 314 \cdot 10^3 \cdot 6 / 6000 = 314 \text{ N/mm.}$$

A létra rácsoszási hossza legyen 400 mm, s így

$$\Delta Cs = 314 \cdot 400 \text{ N,}$$

mely eloszlik 6,67 db kengyelre.

Tehát  $314 \cdot 400 / 6,67 = 18830 \text{ N}$  s így a szükséges kengyel méret  $45^\circ$  miatt  $18830 \cdot 1,41 / 420 = 63,22 \text{ mm}^2$   $\Phi 10$  kell.



A számítás rámutat azonban arra is, hogy a kengyel a ferdesége miatt a két réteget összeszorítja, s így ketős hatása van.

A 10 mm-es acélbetét lehorgonyzása sokszor nehéz, de főleg a létrához történő ponthegeztésre nagy erő jut. Ezért célszerű kiemelten foglalkozni a letapadásra való méretezéssel.

Korábban készült beton szerkezetek toldásánál, de hosszabb betonozási szünet esetén is régen szokásban volt az építőmesterek szóhasználatában a beton forrasztása. Ezalatt azt értették, hogy az együttműködésre szánt régebbi beton felületet közvetlenül a mellébetonozás előtt tejfel sűrűségű cementhabarccsal megöntötték. Rögtön utána elkészítették a mellébetonozást, a csatlakozó felületnél különösen gondosan tömörítve. E művelet által a friss betonban keletkező cement kristályok belenőttek a régi beton pórusaiba, hatásos tapadást létesítve.

E régi bevált módszer korszerű változata a tapadóhíd, amely speciális adalékkal kevert cementhabarcs révén erős kötést biztosít a kétféle korú beton között. Természetesen itt is követelmény a gondosan letisztított felület és a „nedvesre nedveset” betonozási elv. A tapadóhíddal szemben támasztott követelmények:

- tapadószilárdság  $\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$
- nyomószilárdság  $\geq 50 \text{ N/mm}^2$
- hajlító-húzószilárdság  $\geq 5 \text{ N/mm}^2$

Követelmény továbbá, hogy a tapadóhíddal összekapcsolt két beton alakváltozási tulajdonsága csak mérsékelt különbséget mutasson. Tehát például C40 minőségű betonhoz nem illik a C10-C16. Ilyen probléma elkerülhető, ha a helyszíni betonnál pórus kitöltő adalékos betont alkalmazunk, amellyel a nagyobb szilárdság könnyen elérhető, helyszíni körülmények között is.

Ezek előrebocsátása után vizsgáljuk meg az elcsúszás megakadályozását acélbetétekkel létrehozott leszorítással. A rücskös felületen, vagy tapadóhíddal ellátott felületen 50-50 % felület lehasadással számolhatunk. Mértékadó a gyengébb beton hasító szilárdsága lesz. A C16 beton hasító szilárdságát  $0,6 \cdot \sigma_{bH} = 0,6 \cdot 11,5 = 6,9 \text{ N/mm}^2$  értékkel számolhatjuk. Ebben az esetben iránytól függetlenül a cikk-cakk vasalás minden szára dolgozik, tehát minden kengyel osztásban  $2 \cdot 6,67 = 13,33$  db acélszál hozhatja létre a szükséges leterhelést. Természetesen súrlódási tényezővel is számolni kell, melyet a felület érdessége szerint  $0,5-0,3$  csökkentő szorzóval vehetünk számításba. Mivel áttételesen ugyan, de a nagyon nagy szórású beton húzószilárdság döntő szerepet játszik, indokolt még a biztonsági tényezőt min.  $0,7$  csökkentő szorzóval figyelembe vennünk. Ezek alapján az elcsúszató erőre számítható  $T_{\text{lényl.H}} = 0,5 \cdot 0,7 \cdot 6,9 = 2,45 \text{ N/mm}^2$ .

A kétféle beton összetapadását elhanyagolva a szükséges leszorító erő a 400 mm széles sávra a korábban kiszámolt 314 kN csúszató erő szorozva a súrlódási tényező reciprokával, például 0,5 esetén

$2 \cdot 314 \text{ kN}$  leterhelést igényel. Mivel a kengyelek a létrákon  $45^\circ$  hajlásúak, így ezt is figyelembevéve  $1,41 \cdot 2 \cdot 314 \cdot 10^3 / 13,33 \cdot 420 = 158,1 \text{ mm}^2$  szükséges. Megfelel 5 mm-es cikk-cakk vasalás, B60.50 minőségű betonacélból. Megfelel 5 mm-es cikk-cakk vasalás is. Ellenőrizzük a maximálisan számítható csúszató feszültséggel, mely  $2,45 \cdot 400 \cdot 1000 = 980,4 \text{ kN}$ , szemben a szükséges  $2 \cdot 314 = 628 \text{ kN}$ -nal.

### 3. Összefoglalás és következtetések

Mint általában, az elvi tárgyalás mellett kidolgozott, valós eseteket modellező számpéldák teszik világossá a problémát és segítenek a helyes értékelés kialakításában. Az először logikusnak tűnő rácsartó modellnél technológiai nehézségek lépnek fel. Nincs kellő méret a lehorgonyzás egyszerű megoldásához. Helyesebb az adott esetben a monolit szerkezetben megvalósuló modellhez legalább közelíteni. A letapadással, illetőleg a biztonság kedvéért a hasító súrlódás számításba vételével utólagos megerősítés is készíthető, például födémnek a többlet terhelésre többlettámaszúsítással való megerősítése. A többlettámaszúsításnál nagyon gondosan kell megoldani az eredetileg kéttámaszú szerkezeteknél mellékesen kezelt támaszponti kibetonozásoknak a minőségét. A befogási nyomaték elviseléséhez szükséges az alsó felületen keletkező nyomott övnél a megfelelő betonszilárdság. Gyakran az elemek közötti, nem elég tömör beton okozza a gondot.




Mint minden nem egyszerre és nem azonos minőségű betonnal készült szerkezeteknél, úgy a később készült beton utólag bekövetkező zsugorodásával és a kétféle beton alakváltozási tulajdonságából keletkező összeférhetőségi és inhomogenitási kérdésekkel is a statikai és számítási modellben hangsúlyosan foglalkozni kell. E kérdések elhanyagolása súlyos hibákat, de mindenféleképpen élettartam csökkenést okoznak.



**Dr. Gilyén Jenő** (1918) okleveles építésmérnök (1943), egyetemi doktor, a műszaki tudományok kandidátusa, címzetes egyetemi tanár (1982).

1943-47 között egyetemi tanársegéd Dr. Csonka Pál professzor mellett, 1945-50 között kivitelezői gyakorlatot is szerez. 1950-53 között a Népstadion vezető szerkezettervezője, ezért a Nagy Imre kormány 1954-ben Kossuth-díjjal kitünteti. A Középülettervező Vállalatnál statikus osztályvezető, a Típustervező Intézetnél műteremvezető. 1960-80 között a Típustervező Intézet szerkezetfejlesztési létesítményi főmérnöke, műszaki tanácsadója, szakági főmérnökeként irányítja a hazai panelos építés sajátos méretezési módszereit, szerkezeti kialakításait és szabályozását. A mérnök továbbképzés keretében az előbbi témákon kívül a régi épületek szerkezeteivel és méretezésével is foglalkozik, napjainkig is. Az Építéstudományi Egyesületben immár 50 éve végez mint előadó a szakosztályvezetőségben társadalmi munkát.

**Fogalom-tár****Könnyű adalékanyagos, nagy-hézagterfogatú beton**

-  Lightweight aggregate (LWA) concrete (LAC) with open structure (angol)
-  Haufwerksporiger Leichtbeton (német)
-  Béton de granulats légers á structure ouverte (francia)

A könnyű-adalékanyagos, nagy-hézagterfogatú beton a könnyűbetonok {▶} egyik fajtája. Adalékanyaga közel egyszemcsés szemeloszlású {▶} könnyű-adalékanyag {▶}, amely durva és közepes nagyságú szemekből áll, finomszemeket nem, vagy csak nagyon kis mennyiségben tartalmaz. A nagy hézagtartalom előállítására érdekében a cementpép nem tölti ki az adalékanyag szemek közötti hézagokat, mennyisége csak az adalékanyag szemek felületének vékony bevonásához elegendő. A frissbeton keverővíz adagolása nem olyan nagy, hogy a cementpép a vízzel alulra süllyedjen, és az alsó hézagokat betömje. A keverővíz adagolás elegendő viszont ahhoz, hogy a cementpép



1. ábra Duzzasztott agyagkavics adalékanyagú, nagy-hézagterfogatú betonból készített főfal-falazóelem

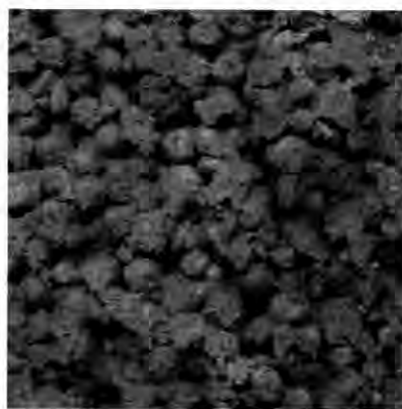
től függően a 20 térfogat %-ot általában meghaladja, és akár a 40 térfogat %-ot is elérheti.

A szilárd könnyű-adalékanyagos, nagy-hézagterfogatú betonban az adalékanyag szemek közötti hézagok nyitottak és jól láthatók. Az összporozitás (az adalékanyag szemekben lévő pórusok és a szemek között lévő hézagok együttes mennyisége) {◀} akár 60 térfogat % felett is lehet. A beton testsűrűsége {◀} 1100-1400 kg/m<sup>3</sup>, nyomószilárdsága {▶} 2,5 – 12,5 N/mm<sup>2</sup>, hővezetési tényezője {▶} a testsűrűségtől, a könnyű-adalékanyag fajtájától függően 0,3 - 0,5 W/mK.

Adalékanyagos, nagy-hézagterfogatú beton többféle adalékanyaggal készíthető. Az adalékanyag elvileg lehet duzzasztott agyagkavics, kohóhabsalak, pernyekavics, kazánsalak (könnyű-adalékanyag), esetleg kavics, zúzottkő (közönséges adalékanyag) {▶}, a

gyakorlati alkalmazhatóság azonban az adalékanyag kémiai és fizikai tulajdonságainak, az előállított termék minőségének és tartósságának, valamint a gazdasági feltételeknek a függvénye.

Magyarországon például az 1960-as években építettek kísérleti jelleggel öntött kohóhabsalak-beton falszerkezetű épületeket, ahol a kohóhabsalak szemnagysága 7/15 vagy 15/30 mm volt. Az 1980-as években kavicsból állítottak elő egyszemcsés (12/20 mm szemnagyságú), szemcsehézagos monolit betont, amiből ún. „No-fines” rendszerű, tömörítés nélküli öntöttbetont készítettek, és amelyet legfeljebb ötszintes lakóépületek építéséhez használtak. Napjainkban hazánkban a könnyű-adalékanyagos, nagy-hézagterfogatú beton ké-



2. ábra Duzzasztott agyagkavics beton falazóelem oldalának hézagos felülete, cementpéppel bevont szemekkel

szítésére a duzzasztott agyagkavics alkalmazása terjedt el. Duzzasztott agyagkavics adalékanyagú, nagy-hézagterfogatú betonból elsősorban főfal-falazóelemeket, válaszfalakat, hőszigetelő falazóelemeket, ritkán, inkább külföldön falelemeket gyártanak.

A könnyű-adalékanyagos, nagy-hézagterfogatú beton testsűrűségének vizsgálatával az MSZ EN 992:1998, nyomószilárdságának vizsgálatával az MSZ EN 1354:1998, az építőelemek méretének meghatározásával az MSZ EN 991:1998 európai szabvány foglalkozik.

Megjegyezzük, hogy az egyszemcsés betont németül „Einkornbeton”-nak, angolul „No fines concrete”-nak is nevezik.

Jelmagyarázat:

{◀} A szócikk a BETON szakmai havilap valamelyik korábbi számában található.

{▶} A szócikk a BETON szakmai havilap valamelyik következő számában található.

Dr. Kausay Tibor  
betonopu@axelero.hu  
<http://www.betonopus.hu>




**ELSŐ BETON<sup>®</sup>**

IPARI, KERESKEDELMI ÉS SZOLGÁLTATÓ KFT.

**ALKALMAZÁSI TERÜLET**

Csapadékvíz elvezető árkok, üzemi vízcsatornák burkolása.

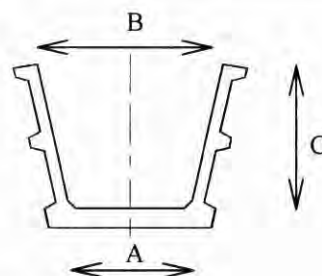
**FŐBB JELLEMZŐK**

Az elemek kikönytyített kivitelben készülnek, süllyesztett emelőfüllel.

Mederburkolóink 1,00 és 2,00 méteres hosszúságúak, de 2,00 m-nél kisebb méretben egyedi igényeket is teljesítünk. Az elemek összeépítéséhez Msz 100 jelű cementhabarcs vagy azzal egyenértékű műanyaghabarcsot célszerű felhasználni.

A termék gyártásához felhasznált beton szilárdsági jele C25, melynek előállításához szulfátálló cementet használunk fel.

Mederburkoló elemeinkből építhető rendszer jellemzően normál vagy meredek falú belső szelvényvel készül. A termékek felhasználásával biztosítottá válik a magas szintű vízzárósági, teherbírási és korrózióállósági követelmények kielégítése.

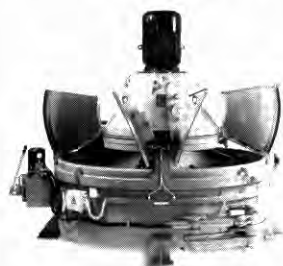
**MEDERBURKOLÓ RENDSZER**

**MÉRETVÁLASZTÉK**

Jel	Belső méretek (cm)			
	A	B	C	hossz
EB-B40/30	40	81	30	200
EB-B40/15	40	61	15	200
EB-B20/30	20	61	30	200
EB-B20/15	20	41	15	200
EB-M40/60	40	60	60	200
EB-M40/30	40	50	30	200
EB-M20/60	20	40	60	200
EB-M20/30	20	30	30	200

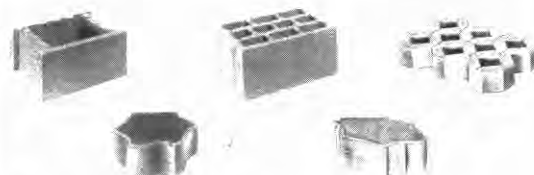
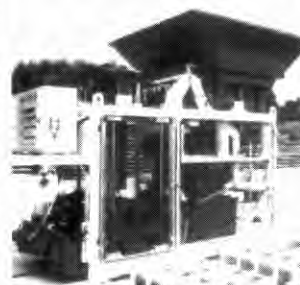
**TERMÉKEINKET AZ ORSZÁG BÁRMELY TERÜLETÉRE KEDVEZŐ ÁRON SZÁLLÍTJUK**

 6728 Szeged, Dorozsmai út 5-7 ♦ Tel.: (62) 467-903, fax: (62) 470-612 ♦ Honlap: [www.elsobeton.hu](http://www.elsobeton.hu) ♦ E-mail: [elsobet@elsobeton.hu](mailto:elsobet@elsobeton.hu)
**EGY SOKOLDALÚ PROGRAM A GAZDASÁGOS ÉS MINŐSÉGI BETONGYÁRTÁSHOZ**
**BOLYGÓ RENDSZERŰ ELLENÁRAMÚ BETONKEVERŐ BERENDEZÉSEK IGÉNY SZERINTI KIVITELBEN**
**CENTROMAT** – komplett rendszerek csillag-depóniával vagy táskasilóval

**MOBILMAT** – komplett rendszerek sorszilóval

**HPGM** – keverőművek 375 - 4500 liter térfogattal, a régi meglévő rendszerbe is illeszthetők

**ADOK**  
Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.

 H-1037 Budapest,  
Királyhelmec u. 8.  
Telefon: 387-2748  
430-0969

 Üzenetrögzítő és fax: 453-0189  
E-mail: [adok@mail.datanet.hu](mailto:adok@mail.datanet.hu)
**KABAG**  
Wiggert+Co. képviselő

**Új és használt betonelemgyártó gépek, valamint egyéb betonipari berendezések forgalmazása**

**ADOK**  
Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.

 H-1037 Budapest,  
Királyhelmec u. 8.  
Telefon: 387-2748  
430-0969

 Üzenetrögzítő és fax: 453-0189  
E-mail: [adok@mail.datanet.hu](mailto:adok@mail.datanet.hu)
**AME** Maschinen képviselő

## Szövetségi hírek

### A Magyar Betonszövetség hírei



A Magyar Betonszövetség pályázaton nyert hozzájárulásból és saját költségből angol és magyar nyelven kiadványt szerkeszt és ad ki. A kiadvány tagvállalatainkat és a szövetséget külön felületeken szöveggel és színes képekkel mutatja be.

\* \* \*

A Prágát sújtó árvizekről és utóhatásairól korrekt tájékoztatást kaptunk a prágai konzulátustól. Az információk alapján a Marketing Bizottság az utazás elhalasztásáról döntött.

Prágai szakmai utunkat 62 fő veszi majd igénybe, 11 fő a repülőgéppel való utazást választotta.

A többség személygépkocsival utazik, amelyeket Rajkától konvojba szerveztünk.

\* \* \*

A Magyar Betonszövetség szerződést kötött az MSZ 4798 egybeszerkesztett szabvány kidolgozására, amely tartalmazza a már kiadott MSZ EN 206-1: 2002 európai betonszabvány magyar nyelvű szövegét és a kidolgozás alatt álló hazai (NAD) magyarázatokat, illetve kiegészítéseket. A kidolgozást végző Beton Bizottság soron következő ülése az ÁKMI delegált tagjaival bővül.

\* \* \*

Szövetségünk 1999-től kezdődően rendelkezik adatokkal a transzportbeton gyártás területéről. Tagjaink a magyar transzportbetongyártásnak 75 %-át reprezentálják.

## Beszámoló

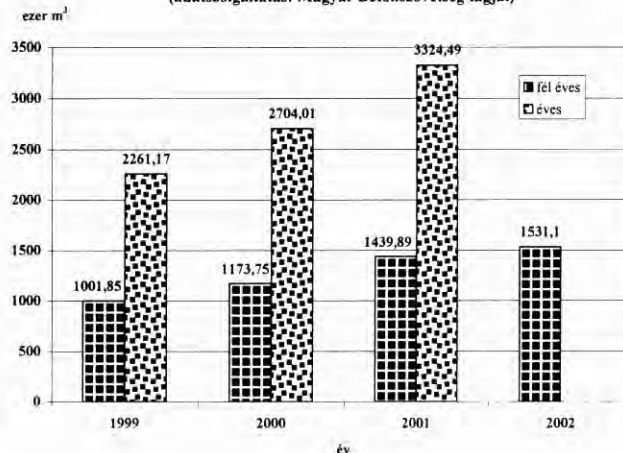
### Megfelelőségi feltételek a betongyártásban

A Magyar Betonszövetség konferenciát tartott fenti címmel június elején a Szilikátipari Tudományos Egyesület Beton Szakosztályával karöltve. **Mán László**, a szövetség elnöke bevezetőjében hangsúlyozta, hogy célul tűzték ki a szakma tudásszínvonalának minél magasabbra szintre emelését. Különböző bizottságokat állítottak fel, hogy szakterületükön az EU csatlakozást a lehető legjobban előkészítsék.

Az első előadást **Tolnai Tibor**, az ÉVOSZ elnöke tartotta „A magyar építőipari vállalatok felkészülése az uniós versenyhelyzetre” címmel. A hazai építőipart jellemezte először. 2001-ben a termelési volumen pl. 10 %-kal növekedett, 2002. első negyedévében is jelentős növekedés volt tapasztalható. Növekedett a szerződésállomány is, azonban kételyeit is megfogalmazta: • visszaesett a lakások építése, eladási gondok is tapasztalhatók a lakáspiacon, • autópályaépítés nem ad munkát ennek a szakterületnek, • bevásárlóközpontok építésénél lassulás tapasztalható, • kiadatlan irodák szép számmal találhatók Budapesten és vidéken is. Fejlődés logisztikai központok, ipari

Az elmúlt 3 és fél év összehasonlító adatait kimutatásaink tartalmazzák. Tagjaink száma folyamatosan nő, ezért az adatok növekedése mögött nem csak a termelés növekedése áll.

ORSZÁGOS TERMELÉSI ADATOK  
1999 - 2002 éves bontásban  
(adatszolgáltatás: Magyar Betonszövetség tagjai)



\* \* \*

Szakmai konferenciánkról készült beszámoló a július-augusztusi újságból kimaradt, most pótoljuk.

A beszámolót Kiskovács Etelka készítette.

*Szilvási András ügyvezető*



**Dr. Liptay András** levezető elnök emlékeztette a jelenlévőket arra, hogy az egy évvel ezelőtti konferencián az EN 206 szabvány nagy figyelmet kapott, ami azóta Magyarországon is bevezetésre került. A téma még mindig újszerű, amire mindenkinek át kell hangolódnia.

**Dr. Ujhelyi János** az MSZ EN 206-1:2002 Beton 1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelés szerinti megfelelési feltételekről adott elő. Az európai szabványok felszólítják a nemzeti szabályozási testületeket, hogy készítsenek kiegészítő nemzeti szabványokat. Az EN 206-hoz is készül ilyen, száma MSZ 4798 lesz, készítését koordinálja a BMGE Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszéke, finanszírozza a Magyar Betonszövetség. Az MSZ EN 206 szabvány idén januárban bevezetésre került, most egy kétéves átmeneti időszak következik, 2003. december 31-ig párhuzamosan lehet használni a korábbi magyar szabványokat és a 206-os szabványt, ezután a korábbi magyar szabványokat el lehet felejteni.

Az új szabvány szerint az elsőrendű követelmény a beton teljesítőképessége. Ez azt jelenti, hogy a betonból készített építményt úgy kell létrehozni, hogy az adott környezetben előre meghatározott időtartamon át megőrizze a tartósságát nagyobb javítás nélkül.

A tartósságot befolyásoló tényezők, melyeknek vizsgálatával a megfelelést meg lehet állapítani:

- a környezeti feltételek ismeretében a kitéti osztályok meghatározása,
- milyen minőségű alapanyagokat lehet használni,
- milyen lehet a betonösszetétel, a cementtartalom minimális értéke, a beton tömörsége, víztartalma,
- mekkora lehet a szilárdság,
- mekkora lehet a betonkeverék konzisztenciája.

A tervezőknek elsősorban a kitéti osztályokat kell megjelölnie, a konzisztenciát a beton készítőjének kell meghatároznia, amit roskadással vagy területtel lehet ellenőrizni.

A beton tervezési folyamatában először az építetőnek meg kell adnia a környezeti hatásokat, amit a tervezőnek ellenőriznie kell, a kivitelezőnek pedig a helyszín ismeretében kell ellenőriznie, hogy a beton kitéti osztálya megfelel-e a körülményeknek. Vita esetén jegyzőkönyvben kell rögzíteni az egyeztetett kitéti osztályt.

Elmondható, hogy a minőségellenőrzés team munka, együtt kell dolgozni az építetőnek, a tervezőnek, a kivitelezőnek és a minőségellenőrnek. E munka eredményeképpen lehet bizonyítani a szerkezet megfelelését.

**Dr. Tariczky Zsuzsanna**, a Hídépítő Rt. minőségellenőrzési vezetője a gyártásközi ellenőrzésről és tanúsításról adott tájékoztatást. Az EN 206-os szabvány kapcsán felmerült a kérdés, hogy mi a teendője a beton gyártójának. Röviden fogalmazva: a gyártó dolga a gyártásközi ellenőrzés. Kap egy dokumentumot, amely meghatározza a paramétereket, ez alapján állítandó elő a beton.

Az alkotóanyagoknak olyanoknak kell lenniük, hogy a beton tervezett alkalmazásához nem szabad káros összetevőket tartalmazniuk. Az alapanyagok kiválasztásához szabványok állnak rendelkezésünkre. Cement esetén az EN 197-1 szabványt, adalékanyag esetén a prEN 12620:2000, prEN 13055-1:1997 (könnyű adalékanyag) szabványokat, keverővíz esetén a prEN 1008:1997 szabványt, adalékszerek esetén az EN 934-2 szabványt, kiegészítő anyagok esetén a prEN 12620:2000 (töltőanyagok), az EN 12878 (pigmentek), EN 450 (pernye), prEN 13263 (szilikapor) szabványokat lehet használni.

A követelmények teljesülését a gyártásközi ellenőrzési rendszer biztosítja, melynek dokumentálnak és ellenőrzöttnek kell lennie.

A megfelelés értékelésnél a mintavétel nagyon lényeges. Attól függően, hogy kezdeti vagy folyamatos gyártás, más a mintavétel gyakorisága és az értékelése. A mintavétel helyét úgy kell megválasztani, hogy a mintavételi és az átadási hely lényegesen ne térjen el.

Felmerül a kérdés, hogy mit csinál a kivitelező? A szabvány melléklete szerint a kivitelezőnek is kötelessége megállapítani, ellenőrizni, hogy a beton megfelel-e az előírásoknak.

**Dr. Ujhelyi János** hozzászólásában felhívta a figyelmet arra, hogy a készülő MSZ 4798 további követelményeket fog előírni a betonra. Például a legkisebb szilárdságú beton összetételénél a maximális víz-cement tényező 0,65, a minimális cementtartalom 260 kg, ami azt jelenti, hogy a vízadagolás nem lehet több 170 liternél köbméterenként. Ebben az esetben azonban az adalékanyag vízigényét is ellenőrizni kell, és nem nagyon lehet alkalmazni a B szemeloszlási görbénél rosszabb szemeloszlású (nagyobb vízigényű) adalékanyagot, továbbá nagyon fokozni kell majd a képlékenyítő és folyósítószer alkalmazását.

**Dr. Szegő József** a betongyártási termék tanúsítási rendszert ismertette. Tanúsítás esetén egy harmadik fél tanúsítja, hogy az eljárás megfelel az előírásoknak. Tanúsítást lehet kérni pl. termékre, gyártásellenőrzésre. Megfelelőségértékelő szervezetek: • ellenőrző szervezetek, akik szakszerű értékelést végeznek, • vizsgáló laboratóriumok, akik hiteles eredményt szolgáltatnak, • tanúsító szervezetek, akik független félként tanúsítanak. A gyártó pedig saját felelősségére kinyilatkoztat. Az ellenőrzési szervezetek ügye még nem rendezett, úgyszintén az európai szervezetek hazai tükörszervezeteinek működése sem. Egyelőre várát magára a 39/1997 építésügyi jogszabály kiegészítése.

Hogyan tovább 2003. december 31-ig? Az MSZ EN 206 és a NAD bevezetése, jogszabályok elkészítése. Betonüzemek felkészítése. A megfelelésértékelő szervezetek, gyártók, vevők rendszerét, illetve az oktatást koordinálni. Eligazodni, hogy milyen irányban menjünk tovább.

**Szautner Csabától**, a MAPEI Kft. szaktanácsadó-jától a tartós beton ismérveiről hallhattunk. A szerkezetek tönkremenetelének oka amerikai és olasz

statisztikai adatok szerint 42 %-ban a rossz betonösszetétel, 22 %-ban a helytelen alkalmazás (pl. bedolgozási hiányosság), 12 %-ban a hibás statikai számítás. Nagy gondot kell tehát fordítani a betonösszetétel meghatározására (megfelelő alapanyagok, konzisztencia stb.) és a megfelelő bedolgozásra, tömörítésre, utókezelésre.

A beton károsodásának megelőzéséhez ismerni kell a károsodás okát és mechanizmusát, a lehetséges ellenszereket. Például a karbonátosodás csökkenthető, ha növeljük a betontakarást, a tömörséget, tiszta portlandcementet használunk, a felületet utókezeljük.

A beton tartósságának fokozására a következő betontechnológiai eszközök alkalmazhatók: • jó alapanyagok választása, • megfelelő betonösszetétel tervezése, • bedolgozhatóság biztosítása (jó szerkezeti kialakítás és konzisztencia, kötéskésleltető adalékszer alkalmazása), • hideg és meleg időben alkalmazandó betonozási szabályok betartása, • utókezelés alkalmazása, • folyósítók használata.

Hozzászólásában **Dr. Erdélyi Attila** ny. egyetemi tanár hangsúlyozta, hogy nagyon fontos a folyósítók használata, és télen a tiszta portlandcement alkalmazása.

A beton és vasbeton szerkezetek leggyakoribb építési hibáiról **Dr. Farkas György**, a BME Hidak és Szerkezetek Tanszék tanszékvezetője adott összefoglalást. Példákat mutatott épülethomlokzatok, szerkezeti részek korróziójára. Például az IMS épületeknél a feszítőbetétek korróziójának oka a kloridtartalmú tömítő paszta volt. Mélygarázsok nagy fesztávú födém szerkezete gyakran összeroppan, a hagyományos vasalás helyett utófeszítést kellene alkalmazni.

Vannak tipikusan problémás szerkezeti részletek, ahol a sűrű vasalás miatt a beton bedolgozása nehéz (rövid konzol, tartóvég). Gondot okozhat az előregyártott elemek elhelyezési pontatlansága, amely többletterhet okoz. Hidaknál korróziót eredményez a rossz vízvezetés, a nem megfelelő betonminőség. Ipari padlóknál gyakran lépnek fel zsugorodási repedések, erőtani repedések, amit nagyszilárdságú, nagy teljesítőképességű beton használatával lehetne elkerülni.

**Békássy Anikó** minőségbiztosítási vezető (TBG Hungária Kft.) témája az oktatás és a továbbképzés volt. Kiemelte, hogy az új betonszabvány kapcsán a két legfontosabb szó a tartósság és a szemléletváltozás. A változásokat követni pedig oktatással, továbbképzéssel lehet. A képzett emberi erőforrások biztosítása szükséges ahhoz, hogy egy cég hosszú távon a piacon tudjon maradni.

Ezután különböző internet címetek ismertetett, ahonnan sokféle információt lehet összegyűjteni betonról, betontechnológiáról, adalékszerekről, cementről, kivitelezésről, szabványokról:

www.betonnet.hu, eat.bme.hu, measz.hu, beton.hu, mszt.hu, betonopus.hu, holcim.hu, stabiment.hu, sika.hu, mapei.hu, beton.org.

Felhívta a figyelmet arra, hogy az oktatásnak nemcsak a beton gyártásában van szerepe, hanem a kivitelező és minőségellenőrző cégeknél is.

Zárszavában **Dr. Liptay András** elmondta, hogy ez a konferencia már a negyedik volt, és a sort folytatni szándékozik a szövetség. A jövő májusi rendezvény témaköre még nincs eldöntve, lehetne például a környezeti hatásokkal foglalkozni, vagy az előregyártott szerkezetekkel.

(KE)

## RENDEZVÉNYEK

Rendező: ÉTE Tartószerkezeti Szakosztály  
ÉTE Előregyártási Szakosztály

Ankét:

### AZ EUROCODE 1 és EUROCODE 2 LÉNYEGES TARTALMI ÚJDONSÁGAI

Előadók:

Dr. Farkas György tanszékvez. egyetemi tanár,  
Dr. Szalai Kálmán egyetemi tanár.

Kovács Tamás okleveles mérnök.

Helyszín: BMGE Hidak- és Szerkezetek Tanszéke  
Budapest XI., Bertalan L. u. 2. VIII. em.

Időpont: 2002. szeptember 24.

További információ: 06-1/372-6137



**EGYEDI ÉS RAGASZTOTT  
ACÉLSZÁLAK  
BETONERŐSÍTÉSHEZ**

*Kiváló minőség, versenyképes ár!*



⇒ statikai számítás

⇒ ajánlatadás

⇒ mintaküldés

⇒ tanácsadás

**Gyártás:**  
BAUMBACH Metall GmbH  
Sonneberger Strasse 8.  
D-96528 Effelder  
Tel.: 49/36766/288-0  
Fax: 49/36766/288-99  
www.baumbach-metall.de  
info@baumbach-metall.de

**Kizárólagos képviselő:**  
Watford Bt.  
1119 Budapest  
Petzvál u. 25.  
Tel.: 36/1/203-4348  
Fax: 36/1/203-4348  
Mobil: 36/30/933-1502  
watfordbt@axelero.hu



**SKW-MBT Hungária Kft.**

H-1222 Budapest  
Háros u. 11.  
www.skw-mbt.hu

Telefon: 226-0212  
Telefax: 226-0218  
E-mail: info@skw-mbt.hu

**degussa.***Construction Chemicals***Mit ér**

a legkorszerűbb adalékszer  
**megfelelő alkalmazástechnika**  
nélkül?

*Betonadalékszerek széles választéka, helyszíni szaktanácsadás,  
technológia beállítása*

**új lehetőségek**  
gazdaságilag és technikailag  
**legkedvezőbb kihasználására**  
– akkreditált laboratóriumi háttérrel.

**Raktár:**

1222 Budapest, Háros u. 11.  
Telefon: 226-0212

1107 Budapest, Szállás u. 3.  
Tel./fax: 261-0310

**Területi irodák és raktárak:**

8900 Zalaegerszeg  
74-es út (Kanizsa irányába)

Tel./fax: 92-314-350  
Mobil: 20-946-9899  
E-mail: zala.admin@skw-mbt.hu

4030 Debrecen  
Vágóhíd u. 3.

Tel.: 52-471-324  
Fax: 52-471-324  
E-mail: debrecen.admin@skw-mbt.hu

**RUFORM****BETONACÉL****1115 BUDAPEST, Bartók B. u. 152.****Tel.: 204-8975, 382-0270****Fax: 382-0271****E-mail: iszomor@axelero.hu****Honlap: www.ruformbetonacel.hu****2475 KÁPOLNÁSNYÉK, PF. 34.****Tel.: (22) 368-700****Fax: (22) 368-980****RUFORM****BETONACÉL****az egész országban!****ÉMI**

1113 Budapest  
Diószegi út 37.  
1518 Bp. Pf. 69.

**Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Kht.**

Telefon: 372-6100    Telefax: 386-8794

E-mail: emi.www@mail.emi.hu

**TEVÉKENYSÉG:**

- építési célú anyagok, szerkezetek és technológiák alkalmassági vizsgálata
- építőipari műszaki engedélyek (ÉME) kidolgozása és kibocsátása
- építőipari termékek megfelelőség-tanúsítása
- mérnöki tanácsadás, szakértői tevékenység
- minőségbiztosítási rendszerek kialakítása, minőségügyi tanácsadás
- épületkárok és építési hibák szakértése
- autópályák és nagylétesítmények kivitelezésénél szuperellenőrzés
- információszolgáltatás bauxitbetonos épületekről



**COMPLEXLAB Bt.**

CÍM: 1037 BUDAPEST, ORBÁN B. U. 35.

TEL./FAX: 243-3756, 243-5069, 454-0606

[clarapal.labor@matavnet.hu](mailto:clarapal.labor@matavnet.hu), [www.complexlab.hu](http://www.complexlab.hu)

**KOMPLETT BETON LABOROK a beton hőmérőtől a berendezéseken át a bútorzatig  
TERVEZÉS – KIVITELEZÉS – SZERVÍZ  
MINŐSÉG – MEGFIZETHETŐ ÁRON - REFERENCIÁKKAL**

➔ **Sziták**

➔ **Szitarázók**

➔ **Los Angeles berendezés**

➔ **Micro-Deval berendezés**

➔ **Mérlegek**

➔ **Fagyállóság vizsgáló berendezés**

➔ **Roskadásmérő szett**

➔ **Terülmérő asztal**

➔ **Friss beton levegőtartalom mérő**

➔ **Műanyag és fém sablonok**

➔ **Rázóasztalok, vibrátorok**

➔ **Vágó- és őrlő berendezések**

➔ **Labor méretű betonkeverők**

➔ **Betonkocka törő berendezések**

➔ **Vízzáróság vizsgáló berendezés**

➔ **Szárítószekrények**

➔ **Hőmérők**

➔ **Vízfürdők**

➔ **Mobil laborok kulcsrakész átadással**

➔ **Komplett kőzet, talaj, cement,  
aszfalt labor-felszerelések**





## Betonadalékszerek

### Adalékszer javaslatok tartós, nagy teljesítőképességű betonok előállításához

#### *Sika-Viscocrete-3035 polikarboxilát bázisú univerzális képlékenyítő, víztartalom csökkentő adalékszer*

Felhasználható a beton bedolgozhatósági tulajdonságainak javítására, magas korai szilárdsági követelmények esetén (kihasználva az akár 25-30 %-os vízmegtakarítás lehetőségét), magas vegyi és mechanikai ellenállóságú követelmények esetén. A Sika Viscocrete-3035 képlékenyítő adalékszert a cementtömegre vonatkoztatott 0,2-3,0 %-ban lehetséges adagolni, alkalmazásával olyan széles területet lehet lefedni, mely eddig csak három szer alkalmazásával volt elérhető.

#### Alkalmazható:

– **Plasztifikátorként** a friss és a készbeton tulajdonságainak javítására, hagyományos betonok esetében a transzportbeton és a helyszínen kevert beton előállításánál. (Adagolás: 0,5-0,7 % a cementtömegre vonatkoztatva.)

– **Folyósító adalékszerként** transzportbeton készítésnél és betonelem gyártásban, magas korai szilárdság és nagy vízmegtakarítás mellett is kiváló konzisztencia eléréséhez. (Adagolás: 0,7-1,5 % a cementtömegre vonatkoztatva.)

– **Öntömörödő betonadalékszerként** (Adagolás: 1,5-3,0 % a cementtömegre vonatkoztatva.)



#### *Sika-Viscocrete-5 polikarboxilát bázisú nagyteljesítményű képlékenyítő, víztartalom csökkentő, öntömörödő beton előállítására alkalmas adalékszer*

Felhasználható a beton bedolgozhatósági tulajdonságainak javítására, kiemelkedően magas korai szilárdsági értékek eléréséhez, kihasználva a víztartalom csökkentés lehetőségét, önterülő és öntömörödő betonok előállítására – a megfelelő receptúra alkalmazásával. A Sika Viscocrete-5 képlékenyítő adalékszert a cementtömegre vonatkoztatott 0,5-2,0 %-ban lehetséges adagolni.

#### Alkalmazható:

– **Folyósító adalékszerként** transzportbeton készítésnél és betonelem gyártásban, magas korai szilárdság és nagy vízmegtakarítás mellett is kiváló konzisztencia eléréséhez. Adagolás: 0,5-1,0 % a cementtömegre vonatkoztatva.)

– **Öntömörödő betonadalékszerként** (Adagolás: 1,0-2,0 % a cementtömegre vonatkoztatva.)



**Bővebb információval a Sika Hungária Kft. szaktanácsadói állnak a felhasználók rendelkezésére.**

**Berecz András**  
Telefon: 06-1-371-2020

**Sika Hungária Kft.**  
Fax: 06-1-371-2022

1117 Budapest, Prielle Kornélia u. 4.  
E-mail: info@hu.sika.com

