

„Beton – tőlünk függ, mit alkotunk belőle”

BETON

XI. évf. 3. szám

szakmai havilap

2003. március

A tökéletes megoldás
minden dilatációra

DEFLEX[®]



Kizárólagos magyarországi képviselő, forgalmazás, szaktanácsadás:
KARL-KER Kft.

3529 Miskolc, Perczel Mór u. 37/A

Telefon: 46/507-002 ♦ Fax: 46/413-439 ♦ Mobil: 20/943-6180, 20/954-6896

Kiadja: Magyar Cementipari Szövetség
1034 Budapest, Bécsi út 120.

Telefon: 250-1629 ♦ Telefax: 368-7628 ♦ Honlap: www.mcsz.hu

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Csiszár Dalma - Lakos Violetta (Farsang Attila):</i>	Látszóbeton kialakítása	3
<i>Dr. Erdélyi Attila - Migály Béla - Deményiné Hudák Gizella:</i>	Öntömörödő beton alkalmazása I.	10
<i>Dr. Kausay Tibor:</i>	Konzisztencia, beton konzisztencia	12
<i>Dr. Révay Miklós:</i>	A "Zement-Kalk-Gips"-ben olvastam	15
<i>Dr. Tamás Ferenc:</i>	Betonos érdekességek a Cement and Concrete Research c. folyóiratból	16
<i>Szilvási András:</i>	A Magyar Betonszövetség hírei	18
<i>Dr. Balázs L. György - Szilvási András:</i>	Közérdekű információ	19
<i>Német Ferdinánd:</i>	47. Ulmi beton- és előregyártó napok - Új lendület az építésben	24
	Könyvjelző	11
	Hírek, információk	13, 19
	Rendezvények	20

HIRDETÉSEK, REKLÁMOK

ADOK KFT. (23.) ♦ CEMKUT KFT. (21.) ♦ COMPLEXLAB BT. (23.)
 DAKO KFT., METRÓVAS KFT. (14.) ♦ ELSŐ BETON KFT. (22.) ♦ EURO-MONTEX KFT. (17.)
 ÉMI KHT. (20.) ♦ HOLCIM BETON RT. (8.) ♦ KARL-KER KFT. (1., 9.) ♦ KEMIKÁL RT. (17.)
 MG-STAHl BT. (20.) ♦ PARALLEL KFT. (11.) ♦ RUFORM BT. (21.) ♦ SKW-MBT HUNGÁRIA KFT. (22.)
 STABIMENT HUNGÁRIA KFT. (21.) ♦ STRONG & MIBET KFT. (14.) ♦ WATFORD BT. (14.)

KLUBTAGJAINK

➤ ADOK KFT. ➤ ÁKMI KHT. ➤ ASA ÉPÍTŐIPARI KFT. ➤ BETONPLASZTIKA KFT.
 ➤ BVM ÉPELEM KFT. ➤ CEMKUT 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. ➤ SIKÁ KFT. ➤ SKW-MBT KFT. ➤ SPECIÁLTERV KFT.
 ➤ STABIMENT KFT. ➤ STRONG & MIBET KFT. ➤ TBG HUNGÁRIA 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: 94 200, 187 500, 374 000 Ft és 5, 10, 20 újság szétküldése megadott címre

Hirdetési díjak klubtag részére

Fekete-fehér: 1/4 oldal 11 250 Ft; 1/2 oldal 21 850 Ft; 1 oldal 42 500 Ft

Színes: B I borító 1 oldal 113 900 Ft; B II borító 1 oldal 102 200 Ft; B III borító 1 oldal 91 900 Ft;

B IV borító 1/2 oldal 54 900 Ft; B IV borító 1 oldal 102 200 Ft

Nem klubtag részére a hirdetési díjak duplán értendők.

Előfizetés

Fél évre 1990 Ft, egy évre 3900 Ft. Egy példány ára: 390 Ft.

BETON szakmai havilap ♦ 2003. március, XI. évf. 3. szám

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

Alapította: Asztalos István ♦ **Főszerkesztő:** Kiskovács Etelka (tel.: 30/267-8544) ♦ **Tördelő szerkesztő:** Asztalos Réka

A Szerkesztő Bizottság vezetője: Asztalos István (tel.: 20/943-3620). **Tagjai:** 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. Tamás Ferenc, Dr. Ujhelyi János

Nyomdai munkák: Dunaprint Budapest Kft.

Honlap: www.betonnet.hu

betonnet.hu
AZ INFORMÁCIÓS ADALÉK

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

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

Látzóbeton**Látzóbeton kialakítása**

Szerzők: Csiszár Dalma, Lakos Violetta, (Farsang Attila)

Hibátlan látzóbeton felület kialakítása több tényezőn múlik, melyek összehangolása nem egyszerű feladat. Ezen munkához nyújthat segítséget „A látzóbeton felületek kialakítása” című, jól összeszedett írás, ami a Budapesti Műszaki- és Gazdaságtudományi Egyetem Építésmérnöki Kar Épületszerkezettani Tanszékén készült (TDK dolgozat formájában), és Csiszár Dalma, valamint Lakos Violetta (IV. évfolyamos hallgatók) munkáját dicséri. Az elkészült tudományos anyag az általános információkon túl egy konkrét megvalósult beruházás (Budapest XI. ker., Kosztolányi Dezső tér átépítése) körülményeit is bemutatja, annak problémáival, nehézségeivel, végül eredményeivel együtt. Ez a cikk bevezető és kedvcsináló gyanánt az általános részt öleli fel a TDK-munka rövidített verziójaként, annak kivonataként.

Kulcsszavak: látzóbeton, zsalubetétek, betontextúra, öntömörödő beton, utókezelés, impregnálás

Előszó

Látzóbeton felület napjainkban rengeteg építkezésen előfordul (piacfelújítások és bővítések, stadion átalakítások, támfalak, terek, és hidak építése), a feladat megvalósítása azonban sokszor óriási nehézségekbe ütközik. A kevés jó minőségű, esztétikájában kifogástalan, és megvalósult hazai példa nem ad kellő számú előképet, ezáltal motivációt az építész- és építésmérnök tervezőknek, így könnyen a burkolt betonfalak, vagy az előregyártott betonszerkezetek alkalmazása mellett döntenek. A felkészületlen kivitelezők általában tovább erősítik bennük azt a hitet, hogy ez a probléma nem valósítható meg kellő sikerrel napjaink Magyarországon. Sajnos a kivitelezők nagy része tényleg nehezen tud megbirkózni az adott problémával. A szükséges technológiai háttér (nem megfelelő zsalukészlet, alkalmazatlan betonreceptek, rossz utókezelés) gyakran lehetetlenné teszi a szakszerű megvalósítást. Ennek kapcsán az építésben egyfajta kivitelezői „bátortalan-ság” is tapasztalható (nem merik felvállalni az adott problémát). Az előforduló problémák sokasága ellenére azonban nem szabad azt gondolni, hogy lehetetlen feladatról van szó. Természetesen mindez olyan munkafolyamatok helyes elvégzését igényli, amivel nem mindennap „találkozik” a szakember. Egy problémát megoldani azonban gyakran nagyobb, érdekesebb kihívás mint a megszokott, unalomig ismételt feladattal foglalkozni. Az ezzel járó „bonyodalmakat” (szakértők, szakkivitelezők bevonása, zsalukészlet bővítése, nagyobb odafigyelés a bedolgozás és az utókezelés során) fel lehet vállalni, és utána mindenki méltán lehet büszke teljesítményére.

Ezen munkához nyújthat segítséget „A látzóbeton felületek kialakítása” című, jól összeszedett írás, ami a Budapesti Műszaki- és Gazdaságtudományi Egyetem Építésmérnöki Kar Épületszerkezettani Tanszékén készült (TDK dolgozat formájában), és Csiszár Dalma, valamint Lakos Violetta (IV. évfolyamos hallgatók) munkáját dicséri. Az elkészült tudományos anyag az általános információkon túl egy konkrét megvalósult beruházás (a budapesti, XI. kerületi, Kosztolányi Dezső

tér átépítése) körülményeit is bemutatja, annak problémáival, nehézségeivel, végül eredményeivel együtt. Ezen írás bevezető és kedvcsináló gyanánt az általános részt öleli fel a TDK-munka rövidített verziójaként, annak kivonataként. Egy következő számban a már elkészült Kosztolányi tér beruházást fogjuk részletesen bemutatni, a résztvevő tervezők (Palatium Stúdió Kft.), konzulensek, kiegészítéseivel, valamint a kapcsolódó fényképfelvételekkel együtt (bővebb információ a www.kosztolanyiter.uw.hu honlapon található).

(Előszó és konzulens: Farsang Attila)

Téma

A látzóbeton kialakítási lehetőségeinek bemutatása, ezzel párhuzamosan a Kosztolányi Dezső téren kialakított látzóbeton térfal és mérőépület technológiája.

**Mi a látzóbeton?**

Az olyan betont nevezzük látzóbetonnak, amelyik a tartószerkezeti funkció túl az épület végső külső és belső megjelenését is biztosítja utólagos felületkezelés nélkül. Azért különbözik a hagyományos nyersen maradt betonfelületektől, mert sokkal szigorúbb minőségi előírásoknak kell megfelelnie.

A betonfelület akkor látzóbeton minőségű, ha:

- sem az anyagösszetétel, sem a bedolgozás egyenlőtlensége, sem külső szennyezések miatt nem válik foltossá,
- nincs rajta karbonátosodás okozta kivirágzás,

- egyenletes és/vagy tervezett színű, ill. tervezett felületű (pl. tagoltság, durva adalékanyag szemcsék megjelenése a felületen),
- a sima tömör felületen nem tűnnek át a habarcsréteg alatt a kavicsszemcsék sötétebb foltokként,
- nincs rajta munkahiba okozta síkbeli elváltozás,
- nem fészkes ill. nem porlékony,
- nincsenek rajta szembetűnő repedések,
- a felületi légpórusok mennyisége előre meghatározott korlátérték alatt marad (hólyagosodás elkerülése).

Rövid történeti áttekintés

Eleinte csak kiszaluzott betonfelületet készítettek, később kezdtek a felületek megmunkálásának gyakorlati alkalmazását: Mies van der Rohe: Barcelona, né-met pavilon (1904), Wright: Chicago, presbiteriánus temploma (1908), Berg: Breslan, Századforduló csarnoka (1912), Perret: Raincy, Notre Dame temploma (1922), Le Corbusier és Kenzo Tange számos épülete (francia és japán építészet).

Korábban elsősorban monumentális épületeknél alkalmazták, mivel az arányokhoz képest kisebb léptékű volt a megjelenő hiba (csarnokok, iskolák, üzletházak, templomok, nagyobb lakóházak). Később épületbelső, külső-belső dísz tárgyak, domborművek készítésekor is kihasználták előnyeit. Mélyépítési és mérnöki műtárgyak területén már a századforduló előtt elterjedt, de ezeknél elsősorban a szilárdsági és nem az esztétikai követelmények voltak a mérvadók, illetve sokszor a felület takart kialakítású volt (gátak, duzzasztók, zsilipek). Száz év alatt a látszóbeton a magas- és mélyépítési iparban nagy szerephez jutott.

Csoportosítás

A látszóbeton felület kialakítása lehet építészlátszóbeton, azaz az építészeti igények kielégítése (strukturáltság, árnyék-hatás, kedvező optikai hatás elérése, aminek kialakítása külön tervezést igényel); mérnök-látszóbeton, ahol a cél az egyenletes, tömör, zárt felület; valamint sima betonfelület, látszóbeton jelleggel, esetleg felületkezeléssel. *A Kosztolányi Dezső téren kialakítás alatt álló betonfelület az építész látszóbeton kategóriába tartozik. Fontos térmeghatározó szereppel, nagy esztétikai igényrel.*

A készítés helye és módja szerint lehetnek monolit, helyszíni betonok, és üzemben vagy a helyszínen előregyártott betonok. A felületi kialakítás lehetőségei a

természetes szín és betontextúrájú felületi megjelenés; a felületileg megmunkált látszóbeton; és a színezett, felületi bevonattal ellátott látszóbeton.

- A természetes szín és betontextúrájú felületi megjelenés esetén a kötőanyag színe adja a beton színét. Ha világosabb felületet szeretnénk elérni, akkor fehércement kötőanyagot alkalmazunk.
- Az egyhangúság ellen zsalubetétek alkalmazhatók. Egyedi kivitelezésnél alkalmazhatunk szinte bármilyen anyagot, persze az ésszerű gondolkodás határain belül. Ilyen anyag lehet a nád, a deszka (gyalultan és gyalulatlanul), a papír zsalucső, az enyves rétegelt lemez, a textilszövet, a forgácsolap (és gyakorlatilag bármi, ami utólag a felületből eltávolítható). Az anyagok megválasztásakor ügyelni kell arra, hogy milyen távolságból kell látszódnia az adott felületi mintának (nagy összefüggő felületeknél a határozott, erőteljes, nagyobb osztásrajzolat a javallott). Boríthatjuk a zsalu belső oldalát fóliával, műanyag profilokkal, üveglappal, acéllemezzel vagy fém zsalucsövekkel stb. De ma már léteznek olyan cégek, melyek foglalkoznak azzal is, hogy a látszóbetonok felületi textúrájának kialakításához könnyen alkalmazható (általában szilikongumi anyagú) sablonokat gyártanak (NOE zsalucég). Ezek működési alapelve, hogy a zsaluzat belső felületére ráerősítve formázzák a betont. Kiszaluzás után könnyen eltávolíthatók, és többször felhasználhatók.
- Felületileg alakított látszóbetonok esetében hajszálrepedések keletkezhetnek (a fagyállóság és színtartósság csökken). A beavatkozás módjától függően nagyobb betontakarás is szükséges lehet. Erre nagy figyelmet kell fordítani, mert utólag nem javítható. A már teljesen megszilárdult felület nehezebben munkálható.



- Mosott betonfelületek: A finom szemcséket erős vízszugárral kimossák vagy kikefélik a még meg nem kötött felületből. Ezt monolit betonnál úgy érik el, hogy kötőanyagot kennek a zsalu belső felére. Így a külső pár centiméter hosszán képlékeny marad, és a szükséges rész könnyen eltávolítható. Általában előregyártás során alkalmazzák.
- Homokszórással kezelt felület: A kezeléstől a kéreg felső pár millimétere leválik, s finoman érdes felület érhető el. A kötéstől számított második, harmadik héten kezdhető a megdolgozás. Időben korábban, mint a kőszórás kialakításánál (lásd később).

- **Hasított betonfelületek:** Megvalósítható bentmaradó, köpenybeton elemekkel (mérnöki létesítményeknél), vagy utólagos felületburkolással (magasépítésben). Több tonnás présekkel hasítják, a kötéstől számított nyolcadik napon. A kis v/c tényezőjű, jó minőségű beton szép, kristályos csillogású, élénk színű felületet ad. Adaléktól függően lehet fehér, szürke, terrakotta.
- **Csiszolt látszóbeton:** Felülete fénylő, a beton összetételét jól bemutatja. Hasonlóan kell megmunkálni, mint a műkővet és a követ.
- **Köszérűen megmunkált felület:** Kőfaragó eszközökkel és a kő megmunkálás technológiája szerint készülnek. Lehetnek hegyeselt, szemcsézett vagy rovátkolt felületűek. Ügyelni kell rá, hogy csak a teljes megszilárdulás után alkalmazzuk ezt az eljárást, mert úgy kaphatunk homogén felületet.
- **Fűrészelt betonfelület:** nem elterjedt.
- **A színezett felületek jellemzője,** hogy idővel a színezőanyag változtatja színét. Az élénk szín eléréséhez fehér cement és kvarc/márványhomok alkalmazható. Tökéletes fehér szín nem érhető el, csak fehércement-festék hozzáadagolásával. A köszérű megdolgozásnál színes adalék- és fehér portlandcement kötőanyaggal a legtartósabb és legnemesebb színhatás érhető el. A beton színezése pigmentekkel megnehezíti és megdrágítja az építkezést. Színezésnél fokozott szerep jut a mintafelület készítésnek.
- **Színes kőzet adalékanyag** általában mosott megmunkáláshoz használható.
- **Színes kőzethomok** költsége és igényessége miatt reprezentatív épületeknél alkalmazott (például a Gödöllői kastély ablakkeretei köszérű felületűek).
- **Mészálló cementfesték** hozzáadásával vörös, fekete, barna, fehér, sárga szín érhető el. Esetleg kék és zöld, de ezek alkalmazása ritkább.
- **Bekevert festékanyagokkal, oxid festékekkel, festék pigmentekkel** is zöld, vörös, sárga és fekete szín keverhető. E festékek alkalmazásakor figyelmet kell fordítani a lúg, mész és fényállóságra is. A pigment megengedett legnagyobb mennyisége a portlandcement tömegére számított 10 %, a várható színhatás pasztell-szerű, tompa fényű.
- **Festés:** Lehet sima (diszperzió és pigment), vagy érdes festés (diszperzió, pigment és kvarc keveréke). Az utóbbi kedvezőbb és olcsóbb. Ügyelni kell, hogy a festék páradiffúziós és időálló legyen.

A Kosztolányi Dezső téren a térfal természetes felületi megjelenésű, sima felületű, klasszikus szürke színű.

A betontechnológia

Adalékanyag:

Kerülendő a legnagyobb szemcseátmérő, viszont az átlagosnál nagyobb finomrész tartalommal kell dolgozni. A magyarországi technológiában a mosás

során átmérő szerint osztályozzák a homokos kavicsot. Ekkor a legapróbb szemcseátmérőjű homokliszt elvész. Ezt e célra őrölt mészkölszittel, homokliszttel pótolják. Az adalékanyag szemeloszlása az MSZ 18293 szerinti B szemeloszlásnak megfelelő legyen. Adalékanyag-szemcsés betonfelületekhez legkedvezőbb a lépcsős szemeloszlású adalékanyag. A sima, tömör betonfelületek színe elsősorban a homok színétől függ, emiatt a szükséges homokmennyiséget egy kotrásból, egy lelőhelyről célszerű egyszerre leszállítani a szín egyenletesség elérése érdekében. Az adalékanyag-szemcsés betonfelület színét elsősorban a durva szemű adalékanyag színe határozza meg. A hazai folyami vagy bányakavicsok okkersárga és barna színárnyalatok között változnak, míg a hazai kőzetek szürke, rózsaszín, vörös, zöldes színekben szerezhetők be. Kerülni kell a hosszúkás, lemezes szemcséket, ezért zúzottkő használatkor esetleg szükségessé válhat az adalékanyag szemalak szerinti válogatása.

Cement:

A látszóbetonok készítéséhez valamennyi MSZ 4702 és MSZ EN 192 szerinti cementfajta felhasználható, mert a cement típusa csak a beton színárnyalatát, szürke tónusát befolyásolja, így a szokványos betonok készítéséhez használt és a szabvány követelményeit kielégítő cementek látszóbetonok készítéséhez is alkalmazhatók. Amennyiben a nagyobb betonfelületek egyenletes színben való előállítása a követelmény, akkor célszerű a szükséges cement teljes mennyiségét lehetőleg azonos gyártási ciklusból egyszerre megrendelni és leszállítani.

Víz:

Tiszta vizet kell használni beton készítéséhez.

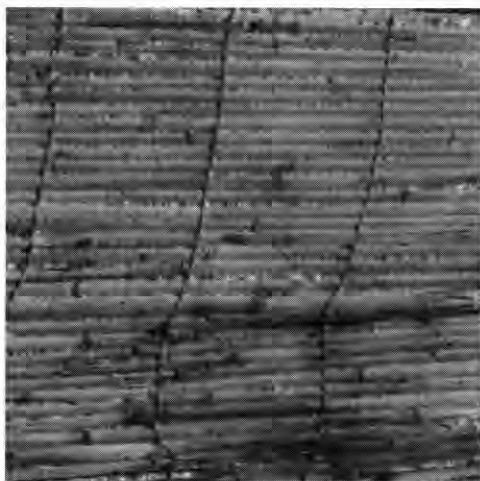
Adalékszer:

Az adalékszer a betonkeverékhez kis mennyiségben adagolt folyékony vagy por alakú, ritkán pépszerű vegyipari készítmények, amelyekkel a beton bizonyos tulajdonságai céltudatosan, kedvezően befolyásolhatók. Az adalékszer hatása az adagolt mennyiségen kívül a cement vegyi és ásványi összetételétől, őrlésfinomságától, betonban lévő mennyiségétől, az adalékanyag fajtájától és szemszerkezetétől, a betonkeverék víztartalmától, a keverés módjától és időtartamától függ. Emiatt minden esetben próbakeverést kell végezni. Az adalékszer alkalmazása nem mentesíti a felhasználót attól, hogy a beton összetételét nem a célnak legmegfelelőbbben állítsa össze. *A Kosztolányi Dezső téren először nem a tervező által meghatározott betonreceptúrát alkalmazták, és emiatt a kizsárolt felület felhólyagosodott.*

Az adalékszer főhatásuk szerint lehetnek konzisztenciajavító adalékszer (képlékenyítők és folyósítók), és légbuborékképző adalékszer (a fagynak vagy a jégtelenítő sózásnak kitett betonfelületek készítésére; kötősszabályzó adalékszer, különösen a kötés-késleltető adalékszer a munkahézagok elkerülésének

az érdekében; injektálást segítők; stabilizálók; valamint a korrózió ellen védők.

- Konzisztenciajavító légbuborékképző adalékszerek csoportjába azok a vegyi anyagok tartoznak, amelyek a beton- és habarcs keverékek konzisztenciáját kedvezően javítják, a bedolgozás körülményeit megkönnyítik, nagyobb termelékenység mellett minőségi szempontból is kedvező, homogén betonszerkezetek előállítását teszik lehetővé. A beton legfontosabb összetevője a szilícium, kalcium és a magnézium. A megkötött beton egy olyan konglomerát, mely minden helyzetben másként alakítja ki kémiai kötéseit, pontosan laboratóriumban nem reprodukálható. A kötési idő alatt lehetővé kell tenni, hogy a cement magához vonzza a vizet, ezáltal a részecskék közel kerüljenek egymáshoz, és a kötési folyamat helyesen végbe tudjon menni. Ebben segítenek a folyósító adalékszerek. A megszilárdult szerkezet még nem tökéletesen vízzáró, így bejuthatnak a szennyeződések a beton részecskéi közé. Ennek megelőzése végett hidrofóbizáló impregnálást célszerű alkalmazni.



- A légbuborékképzőket gyakran az örléskor, ill. a gyártáskor adagolják a cementekhez, ezért mint külön adalékot a plasztifikátoroktól elkülönítve gyártják. A légbuborékképzők egyben plasztifikáló hatásúak, és a bedolgozás során hasonló a feladatuk.
- A folyósítók hatásuk miatt csökkentik a betonkeverék és habarcs viszkozitását, így annak bedolgozását, egyenletes tömörítését, térkitöltését megkönnyítik, és biztonságossá teszik. Ennek következtében a bedolgozás időszükséglete lényegesen csökkenthető, a betonozási munkák termelékenysége nő. Folyósító hatásuk miatt kevesebb keverővizet kell adagolni, azaz a v/c tényezőt mintegy 20-30 %-kal lehet csökkenteni. Ilyen körülmények között nagyobb szilárdságú beton készíthető, hiszen az egyenletes bedolgozásból, homogén felépítésükből következik, hogy nagyobb hajlító- és húzószilárdsággal rendelkeznek, megnövekedett a fagyállóságuk, nőtt a korrózióhatásokkal szembeni ellenálló képességük.

Mindezek végső soron a betonszerkezet tartósságát, élettartalmát legalább 7-10 %-kal növelik. A plasztifikátorokkal készült betonok jelentősen növelik a habarcsszivattyúk szállítási teljesítményének kihasználását, az eltömődés, ülepedés miatti meghibásodások számát csökkentik. Csökkentik a szállítás és átmeneti tárolás közbeni szegregációt. Követelmények velük szemben, hogy hatékonyak legyenek, használatuk gazdaságos legyen, a betonacél anyagát ne támadják meg.

A Kosztolányi Dezső téri betonoknál a következő beton receptúrát alkalmazták:

- 360 kg cement
- 50 % finomrész tartalmú homokos kavics
- 0,6% Sika Vicocrete-5 Neu szuperfolyósító beton adalékszer
- 0,40 v/c tényező

Öntömörödő betonok

A beton technológiájának fejlődése során, a nagyszilárdságú betonok alkalmazásakor feltűnt, hogy bizonyos nagyszilárdságú betonok, különösen csökkentett mennyiségű nagyszemcsés adalékanyag esetén egy addig még nem tapasztalt reológiai viselkedésre hajlamosak: a beton sűrű vasalás ellenére is jól pumpálható, a zsalun belül vibrálás nélkül is minden üreget kitölt. Japánban kb. 10-15 éve kifejlesztettek egy normál szilárdságba tartozó betont, amit öntömörödő betonnak neveztek el. Ennek jellemzője a mézszerű terülés, szétosztályozódásmentes folyás, majdnem teljes önterülés, folyás közben szinte teljes légtelenítés. Minden üreget kitölt a zsaluzaton belül, beleértve a réseket, a vasalás közötti hézagokat is, és mindezt a megszokott vibrátorok és tömörítés nélkül. Ezek a tulajdonságok jelentősen megemelt finomrész ($d < 0,125$) tartalommal érhetők el, mely a vízzel és cementtel teherbíró magas viszkozitású pépet alkot, melyben a nagy adalék szemcsék úsznak. A finomrész lehet cement, pernye, szilikapor vagy köliszt.

Az öntömörödő beton jellemzője, hogy nincs szükség tömörítésre; jó folyóképesség még sűrű vasalás esetén is; hosszú bedolgozhatósági idő minimális merevedéssel; kiváló, póruszegény felület; megfelelő korai- és végszilárdság; alkalmas transzportbetonként. Az öntömörödő beton jellemző tulajdonsága, hogy 2 órán keresztül változatlan konzisztenciájú. Ez nagyon fontos elvárás látszóbeton felület minőségének elérésére. A betonkeveréket a normál betonoknál lassabban, de folyamatosan lehet teríteni 20-30 cm-es rétegekben, az egymás fölé kerülő rétegek között időt hagyva, hogy a légbuborékok eltávozhassanak a betonpépből.

Leginkább alkalmazható sűrű vasalású épületelemeknél; nehezen tömöríthető épületelemeknél; filigrán épületelemeknél; magas betonfelület minőségű

látszóbetonoknál; strukturált betonfelület esetén; zajra érzékeny környezetben történő betonozási munkáknál.

Zsaluzatok

A betonfelületet nagy mértékben befolyásolja a zsalurendszer merevsége, az alkalmazott formaleválasztó szer, az időjárás a bedolgozásnál és az utókezelésnél, és az utókezelés módja. A zsaluzati illesztéseknek maximálisan tömítettnek kell lenniük, hogy a cementpép kifolyását megelőzhessük. Ha a zsaluzat nem teljesen vízálló, sötét színezetű lesz a beton. Újabb és régebbi zsaluzatokat ne használjunk együtt, mert színeltéréseket okozhatnak. Felhasználás előtt a zsalutáblát meg kell tisztítani, majd meg kell vizsgálni, hogy újratervezhető-e. A zsaluelemeket csak a termékgyártó cég leírása szerint szabad toldani. A formaleválasztót nagyon vékony rétegben kell felhordani, mert befolyásolhatja a színt és a pórusképződést.

Látszóbeton kialakításánál a zsalurögzítést előre meg kell tervezni, az egyenletes rendszer elrendezés kialakítása végett, raszterben, zsalu-mintaterv szerint. Eközben a rögzítési helyekből származó mélyedéseket figyelembe kell venni. A cementkötésű távtartók előnyben vannak, mert ez esetben nem kerül idegen anyag a szerkezetbe, megmarad a homogén jelleg, így azonos lesz az élettartam, a viselkedés.

Kerülni kell az éles sarkok kialakítását, hiszen használatkor balesetveszélyes, és kizsaluzáskor sokszor letörik. Ajánlott egyenletes szívóképességű nyersanyagok használata.

Célszerű figyelembe venni a zsaluzatok öregedését. Minden használat után gondosan le kell tisztítani a cementmaradványokat. A természetes faanyag alakváltozására figyelni kell, hogy sem felduzzadás, sem pedig tömíttetlenség ne forduljon elő.

A Kosztolányi Dezső téren kialakított térfal esetében korszerű Doka táblás falzsalu rendszert alkalmaztak. A zsalutáblák felületet adó farostlemez belső felületére panel olaj felületleválasztót kentek. Ennek mennyiségére vonatkozó előírásokat is gondosan be kell tartani, mert a túlzott olajmennyiség elszíneződéshez vezet, s rontja a külső felületen a kémiai kötések minőségét. A zsalutáblák alumínium keretek, alumínium oszlopokkal megtámasztva oly mértékben, hogy a különleges konzisztenciájú beton oldalnyomását felvegyék. A vasalás elkészülte után megkezdődött a zsaluzás kialakítása szakaszonként. A 2 cm-es dilatációt műanyaghab hőszigetelésből készítették, a rést a széleken tömítőmasszával zárták.

Követelmények a transzportbeton üzemekkel szemben

Törekedni kell a minél rövidebb szállítási távolságokra, a betöltés és ürítés közötti idő ne haladja meg a 60 percet. A nedves keverési idő minimum 2 perc legyen. Változatlan legyen a szállítási ritmus, a

szállítási idő, a v/c tényező, a keverési idő, a kiindulási anyagok.

A példánkban két ütemben is a speciális magas követelményektől eltérő minőségű betont szállítottak ki a helyszínre, amiből különféle hibák keletkeztek (lásd következő részt).

Kivitelezés

Célszerű először mintafelületet kialakítani az épület egyik alárendeltebb, kisebb felületén.

Törekedni kell a folyamatos betonozásra, a betonozás rétegvastagsága ne haladja meg az 50 cm-t. Másfél méter magasságtól már ejtőcsövet kell alkalmazni a szétosztályozódás elkerülése végett. Ügyelni kell a szakszerű tömörítésre, hogy ne maradhassanak légpórusok a betonban, hogy ne történhessen szétosztályozódás, s a vibráció ne okozzon sérülést a zsalutáblán. A csatlakozások vasalásánál a rozsdásodást, rozsdafolyást meg kell akadályozni cementtejes mázolóssal, vagy műanyag fóliával.

Látszóbeton felületeknél a betont hosszabb ideig szükséges a zsaluzatban tartani. Sőt az elkészült felület köré célszerű utólag visszaállítani a táblákat a kivitelezési munkák teljes befejeztéig (felületvédelem miatt).



Utókezelés

- Télen kizsaluzás után a felületet betakarjuk egy réteg fóliával, ezt egy hőmegtartó réteggel, majd ismét egy fóliával.
- Nyáron kizsaluzás után a felületet egy réteg hőmegtartó paplannal és egy réteg fóliával takarjuk le.

Az utólagos felületbevonatnak azonosnak és egyenletesnek kell lennie, mert a különböző hidratációs fokok színkülönbségekhez vezetnek. Ez a bevonat segít abban, hogy a felület ellenálló legyen az agresszív atmoszférikus hatásokkal szemben, valamint különleges igények is kielégíthetők, mint például zuzmólerakodás, graffiti, UV sugárzás elleni védelem. Ezek a kezelések lehetnek látszóak és nem látszóak. Létezik egyszeri bevonat, mely az idő során nem kopik le. És olyan is, mely csak bizonyos időintervallumban funkcionál. Ezt meg kell vizsgálni, és ha szükséges, akkor újra felhordani.

Hazánkban nem fektetnek elegendő hangsúlyt a látszóbetonok tisztítására. Pedig ezek egyszerűen mosható felületek, amely folyamat által könnyen visszanyerhető az eredeti állapot (lásd Fehérvári úti piac felújítása).

A Kosztolányi téren kialakított térfal és épület nem látszó utólagos hidrofóbizáló felületkezelést kap, melynek hatását ajánlatos 3 évente megvizsgálni, és szükség esetén újra felhordani.

Összegzés

Magyarországon talán azért nem alkalmazzák gyakran ezt a viszonylag olcsó és igényes megjelenésű szerkezetet, mert a kivitelezési tudás és fegyelem még nem érte el az elméleti minőségi követelményeket. A fentiek alapján belátható, hogy a látszóbeton felületek kialakítása nemcsak gazdaságos, esztétikus, minőségileg maximálisan megfelelő az elvárásoknak, hanem nagyon egyszerű technológiával készülő, gyorsan kivitelezhető. Mindezek alapfeltétele azonban, hogy az építés helyszínén valamennyi résztvevő betartsa a jó munkavégzéshez szükséges előírásokat, a technológiai lépéseket. Olaszországban, Franciaországban és Angliában kedvelt építészeti eszköz a felületek kialakításában a látszóbeton. Hosszútávon nagy jövője van az öntömörödő betonok alkalmazásának a látszóbeton felületek kialakításában, de megjegyzendő, hogy öntömörödő beton alkalmazása nélkül is megfelelő minőségű felületet kell tudnunk kialakítani. A fejlett műszaki technológiájú és az építésben példaképnek tekinthető Németországban sok látszóbeton felület készül, igen elterjedt és népszerű, s ezek számához képest viszont kicsi az öntömörödő beton felhasználása. Ez utóbbi technológia elsősorban Japán építészetére jellemző.

Felhasznált, ajánlott irodalom:

- [1] Kovács Géza: Az építkezés vegyi anyagai
- [2] Kovács Géza: Építőipari vegyi anyagok
- [3] Paul Gerhard Wieschemann, Konrad Gatz: Beton konstruktionen im Hochbau
- [4] Stefan Polónyi, Jörg Brandt: Beton Atlas
- [5] Dr. Buday Tibor: Betonadalékszerek
- [6] Stabiment Hungária Kft: A látszóbeton
- [7] Stabiment Hungária Kft: Az öntömörödő beton
- [8] Magyar Építőipari Szövetség: Beton és vasbeton készítése - Műszaki előírás
- [9] Sika Hungária Kft. kiadványai
- [10] Noeplast kiadványai (www.noe.de)
- [11] Mc-Bauchemie kiadványai
- [12] Farsang Attila: Látszóbeton felületek hibái
- [13] Farsang Attila: Látszóbeton felületek
- [14] Petró Bálint : Látszóbeton az építőiparban (doktori disszertáció, 1965)



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.
T/F: (1) 329-1080

Dél-Budai Betonüzem

1225 Budapest
Kastélypark u. 18-22.
Tel.: (1) 424-0041

Dunaharaszti Üzem

2330 Dunaharaszti
Iparterület, Jedlik Á. u.
T/F: (24) 537-350, 537-351

Kistarcsai Üzem

2143 Kistarcsa
Nagytarcsai út 2/b
Tel.: (28) 506-545

Tatabányai Üzem

2800 Tatabánya
Szőlődomb u.
T: (34) 512-913, 310-425

Komáromi Üzem

2948 Kisigmánd, Újpuszta
Tel.: (34) 556-028

Sárvári Üzem

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

Győri Üzem

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

Debreceni Üzem

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

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) 329-5600

Pannon-Transbeton Kft.

1138 Budapest
Cserhalom u. 2.
Tel.: (1) 340-1348

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

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-Transbeton 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) 378-5923

HALFEN – DEHA betontechnológiai elemek

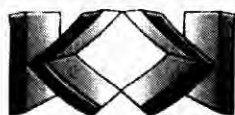


HALFEN-DEHA

A HALFEN – DEHA cég 2001 óta már közösen gyártja és forgalmazza a világ 38 országában, a magas műszaki színvonalon előállított betontechnológiai termékeit, a vasbeton előregyártók és szerkezetépítők részére.

A termékek érvényes ÉMI Alkalmazási engedéllyel rendelkeznek.

	- HTA, HZA és HTU tartósínek, - HS, HSR, HZS kalapácsfejű csavarok, - GWP kalapácsfejű anyák
	- DEHA félgömbfejű és csavarmentes emelőfülek, - TPA típusú „FRIMEDA” lapos emelőfülek, - Emelő szemek (kuplungok), - Beépítési tartozékok
	- HBS kovácsoltfejű betonacél toldók, - WD 90 típusú muffos csavaros toldás, - HBT fal és födémcsatlakozások (cipzár)
	- Átszűrődás elleni alsó és felső elhelyezésű vasalatok, - HDB – N és HDB – S jelű HALFEN típusok, - DEHA típusok
	- Homlokzati vasbetonpanelek rögzítő és kiegészítő elemei, - Attika és mellvédpanelek tartóelemei, - Állítható távtartók, - Pozicionáló tűskék
	- Szendvicspanelek rozsdamentes átkötő elemei, - Rozsdamentes kengyelek és hajtúk, - DEHA átkötőhengerek és lemezek
	- Komplettn DETAN feszítőrendszerek - Rudazatok, - Balos, jobbos bekötőszemek, - Toldó elemek, - Elosztó tárcsák
	- HIT típusú hőhídmentes kapcsolatok



Kizárólagos magyarországi képviselő, forgalmazás, szaktanácsadás:

KARL – KER Kft.

3529 Miskolc, Perczel Mór u. 37/A

Telefon: 46/507-002 ♦ Fax: 46/413-439 ♦ Mobil: 20/943-6180, 20/954-6896

Betontechnológia

Öntömörödő beton alkalmazása I. *

Szerzők: Dr. Erdélyi Attila, Migály Béla, Deményiné Hudák Gizella

A cikk ismerteti az öntömörödő beton fogalmát, összetételét, a kísérleti eredményeket, tapasztalatokat. Bemutat egy konkrét alkalmazást: a FERALPI csarnok pilléreinek megerősítését (körülköpenyezését) Csepelen.

Kulcsszavak: finomrész-tartalom, folyósítószer, területmérés, öntömörödő beton

1. Bevezetés

Az öntömörödő betont először a japánok alkalmazták 10-15 évvel ezelőtt és ők nevezték el „Self Compacting Concrete”-nek, SCC-nek. Az öntömörödő beton (ÖTB) olyan különleges beton, amely kivérzéstől, szétosztályozódástól mentesen majdnem teljesen önterülő, terület közben légtelenedik. Nagy előnye, hogy a tömörítéshez nincs szükség vibrálásra, saját súlya alatt folyik és tömörödik. Jól ki lehet vele tölteni a kedvezőtlen alakú, sűrű vasalású szerkezeteket.

A betonkeverék az adalékanyag legnagyobb szem nagyságának a korlátozása, a finomrész-tartalom növelése, az ún. legújabb generációs folyósító adalékszer (poliakrilát, polikarboxilát-éter hatóanyagú vizes oldatok) alkalmazása, a víz-finomrész arány korlátozása által lesz öntömörödő.

Eme előnyös tulajdonságai miatt hazánkban is gyorsan terjed. A Pannon Freyssinet Kft. ezért pillérköpenyezéshez C25 jelű betonösszetételt és helyszíni ÖTB bedolgozási technológiát alkalmazott [1], és a szerzőket bízta meg a szükséges előkísérletekkel.

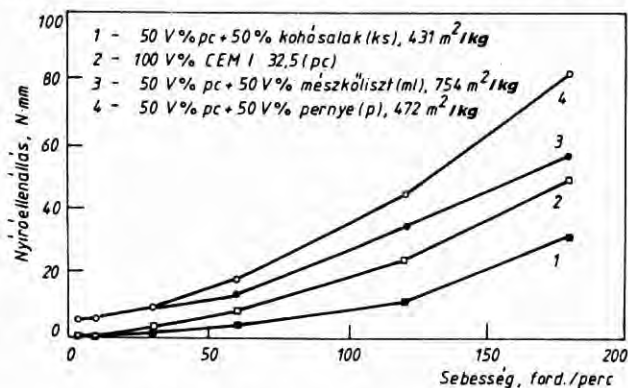
Továbbiakban az ezt megalapozó kísérletekről számolunk be. Mivel ennek az új betonnak hazai felhasználása terén csak a kezdeteknél tartunk, az irodalom alapján először röviden összefoglaljuk az alapismereteket.

2. Alapismeretek

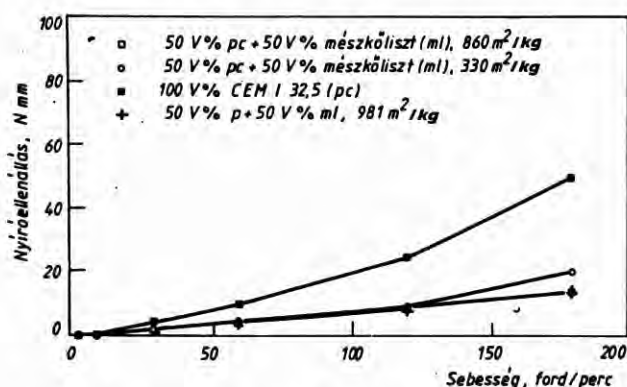
Gyakorlati laboratóriumi tapasztalatok alapján több mint 550 kg/m^3 lisztfinom ($d < 0,1 \text{ mm}$) szemcse és kb. 200 liter/m^3 víz (+ folyósítószer) alkalmazásával, B16 körüli szemmegoszlással és szétosztályozódást, illetve kiülepedést még éppen nem okozó, a lehető legnagyobb mértékű folyósítószer adagolással jó öntömörödő beton készíthető [2].

A $0,1$ (vagy $0,125$) mm alatti lisztfinom szemcséből (cementből + kiegészítő anyagból) és vízből álló pép folyékonyságát lényegesen befolyásolja, hogy milyen (és mennyi) *kiegészítő anyagot*, pl. mészkölisztet vagy (külön őrölt) pernyét, ill. kohósalakot, vagy kovalisztet vagy traszt adagolunk. Meglepő talán, de tény, hogy a tiszta cementpép „folyékonysága” rosszabb, mint pl. az $1:1$ térfogat arányú „cement + kohósalak”, ill. „cement + mészköliszt” keverékeké, míg a pernyének esetleg nincsen ilyen jótékony hatása (1., 2. ábra). A cementek egymás közt is nagyon különbözők.

A folyékonyságot, a belső súrlódást vagy belső nyírási ellenállást pépek esetében célszerűen a különböző rendszerű rotációs viszkoziméterekkel mérhetjük: a növekvő fordulatszámhoz növekvő belső súrlódás (~ nyírási ellenállás) tartozik, a dinamikus viszkozitás (η) értelmezésének megfelelően (azaz a nyíróerő-szükséglet a folyadékban egységnyi távolságra lévő egységnyi felületeknek egymáshoz képest egységnyi sebességkülönbséggel való elmozdításához). E vizsgálatokat természetesen a megkeverés után *különböző időpontokban*, továbbá nemcsak tiszta vízzel, hanem *különböző folyósítószerekkel* is el kell végezni, hogy a „legjobb pépváltozatot” (összeférhetőség!) megtalálhassuk. Megemlítjük, hogy a fenti osztrák kísérletek szerint például a mészköliszt kedvező hatása gyakorlatilag nem javul attól, hogy kb. cementfínomságú (pl. $330 \text{ m}^2/\text{kg}$) fajlagos (Blaine) felületű mészkölisztet alkalmazunk-e vagy finomabbat ($800\text{--}1000 \text{ m}^2/\text{kg}$). Az őrölt kvarcliszt, amelynek pl. csak 65% -a esik $0,125 \text{ mm}$ alá, tehát durvább, mint a trasz, pernye vagy a



1. ábra Pépek sebesség-folyás görbéi [2]



2. ábra Különböző öntömörödő pépek sebesség-folyás görbéi [2]

* A cikk a Dr. Balázs György: Beton- és vasbeton szerkezetek védelme, javítása és megerősítése II. c. könyv 7.3. fejezetének átdolgozott változata.

mészkelet (és csak 160 m²/kg felületű az 500-600 m²/kg fajlagos felületű a másikkalhoz képest), éppen ezért igen alkalmas jó, mozgékony pép, ill. habarcs, ill. ÖTB készítéséhez, amiként ezt Paschmann [3] is részletesen tárgyalja.

A folyékonyság, mozgékonyosság (belső súrlódás) mérésére mérnöki szempontból nézve megfelelőek a különféle kifolyási tölcsek, a területmérő asztalok (itt a rázás/ajtás nélküli önterületi képesség a döntő!), a közlekedőedényekhez hasonló U-alakú csövek, ill. a toloajtós területmérő ládák, továbbá (pépekre) a már említett fordulatszám-mérő viszkoziméterek. Ezekről idehaza is jelent már meg összeállítás. [4a, 4b]. A beton vizsgálatára szolgáló eszközökben a beton önterületét akadályozó, a vasbetétet utánzó pálcasor van, különböző sor- és méretkiosztásban. Ilyen pl. a SIKA Hungária Kft. által bemutatott és többféle (nálunk is) eredményesen használt elfolyásmérő falada.

Ha egy recepthez először pépen, majd habarcsban és végül betonon az előkísérleteket már elvégezték, akkor a beton folyamatos munkahelyi vizsgálatához elegendő lehet a területmérő ejtőasztal használata, azaz a roskadási terület („slump flow”), de:

- a betont a 30 cm magas, nagyobb térfogatú, egyébként roskadómérő (Abrams) kúpba kell tölteni és
- a vízszintbe állított felületen való szétterülést ejtőgetés nélkül kell mérni.

A szétosztályozódási hajlam (vízkiválás) ellenőrzésére egy kb. 2 literes, átlátszó (plexi) menzúrába kell tölteni a betont és ≤ 1 óra múlva kell az ülepedést leolvasni.

A pép (habarcs) előkísérletek célja, hogy az ÖTB a Newtoni-folyadékhoz (zérus sebességhez zérus belső súrlódás tartozik) minél inkább hasonlítson. (1. ábrán pl. a (3) és (4) jelű görbének van zérustól még kissé különböző folyáshatára.)

Irodalomjegyzék

- [1] Dalmy D.: Öntömörödő beton alkalmazása egy csepi csarnok oszlopainak vasbeton köpenyezésére. Beton- és vasbeton szerkezetek védelme, javítása és megerősítése II., pp 563-573.
- [2] Steigenberger, J.: SCC-Beton. Österreichischer Betonverein, Schriftenreihe Heft 43/2002, pp 11-14.
- [3] Paschmann, H.: Selbstverdichtendes Beton. TH Aachen – Betonwerk und Fertigteiltechnik (BFT) 1999/1, pp 31-42.
- [4a] Szautner Cs.: Öntömörödő beton. Beton, VIII. évf. 2000/12, pp 20-21.
- [4b] Németh F.: Öntömörödő beton (Műszaki tájékoztató). Stabiment kiadvány, 1999.

(Folytatás a következő számban)



B-Design

Beton- és adalékanyag keverék tervező szoftverrendszer és adattár

Beton receptúra 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

KÖNYVJELZŐ

Építési műszaki ellenőrök kézikönyve

Az építetető, a kivitelező és a műszaki ellenőr elengedhetetlen társaként segít eligazodni a technikai, gazdasági, jogi, szabvány- és minőségügyi követelmények útvesztőiben. A kötet mellékletét képező CD-n az építőiparral kapcsolatos legfontosabb jogszabályok és szabványok felsorolása, száma és megnevezése szerepel. A kézikönyv mintegy hatvan szerzője szakterületének neves képviselője, legtöbbjük a szakmagyakorlás mellett az egyetemi oktatásban is jelentős szerepet vállal.

Az építésügyi hatósági munka I. Hatósági engedélyezések

Az építésügy szerteágazó feladatkörében több olyan fontos szakterület van, amelyek gyakorlását jogszabályok és más szakmai előírások szabályozzák, s amelyek alapvetően kihatnak az építés minőségére, a települések, az épített környezet színvonalára, állapotára. Ilyen szakterület például a tervezés, az építésügyi hatósági munka, az építésfelügyelet, az építési műszaki ellenőrzés, a felelős műszaki vezetés, építésvezetés, árkalkuláció, minőségbiztosítás, minőségszabályozás stb. A könyv használata elősegíti a magas szintű munkavégzést.

További információ: www.terc.hu, Tel.: 1/359-1564

Fogalom-tár**Konzisztencia, beton konzisztencia**

-  Konsistenz des Betons (német)
-  Consistency of concrete (angol)
-  Consistance du béton (francia)

A beton konzisztencia fizikai, a folyadékok viszkozitásával {►} rokon betontechnológiai fogalom, amely a friss beton {►} mozgással szembeni ellenállását, belső sűrűlódását, alaktartását fejezi ki. A beton konzisztenciája elsősorban a friss beton keverhetőségét {►}, szállíthatóságát {►} bedolgozhatóságát, tömöríthetőségét {►}, állékonyságát befolyásolja, de hatással van a beton cement- és vízigényére {►}, kötési-szilárdulási folyamatára {►}, zsugorodására {►}, a megszilárdult beton szövetszerkezetére (struktúrájára) {◄}, szilárdságára {►} is. A friss beton konzisztenciáját a cement minősége {►}, az adalékanyag {►} anyagtani minősége és szemszerkezete {►}, a keverék összetétele {►}, mint például a víz-, cement-, adalékanyag- finomrész-tartalom befolyásolja. A víz- és cementtartalom hatását az ábra szemlélteti.

A konzisztencia javítására célszerűen nem a vízadagolást kell növelni, ami a szilárdságra káros, hanem képlékenyítő vagy folyósító adalékszer {►} kell alkalmazni.

Az MSZ 4719:1982 „Betonok” című magyar szabvány a földnedves (FN), kissé képlékeny (KK), képlékeny (K), folyós (F) megnevezésű (jelű) konzisztencia osztályokat ismeri. Az MSZ 4719:1982 szabvány vizsgálati módszerként az MSZ 4714-3:1986 „A betonkeverék és a friss beton vizsgálata. A konzisztencia meghatározása” című szabvány eljárásait jelöli meg, amely utóbbi függelékében az FN, KK, K, F jelű konzisztencia osztályok mérőszámainak határértékei is megtalálhatók. Az alig földnedves (AFN) és az önthető (Ö) konzisztencia osztályt az 1978-ig érvényben volt MSZ 4714:1955 vizsgálati szabvány és az 1977-ig érvényben volt MSZ 4719:1958 termék szabvány tartalmazta, de azok egyes nemzeti (például ÖNORM B 4200-10:1983) és nemzetközi (például ISO 4103:1979) szabványokban ma is szerepelnek.

Az MSZ 4714-3:1986 szabványban szereplő vizsgálati módszerekkel a roskadás {►}, a terülés {►}, a VEBE-méteres átformálási idő {►}, az átformálási ütésszám {►}, a Glanville-féle tömörödés {►}, a Humm-féle behatolás határozható meg. A Humm-féle behatolási mélység mérő szonda elődjének a Graf-féle, máshol Graf-Humm-féle néven említett ejtő súlyos, behatolás mérő készülék (németül: Gerät für den Eindringversuch nach Graf) tekinthető, amelynek leírása az MSZ 4714:1955 szabványban szerepelt. Az MSZ 4714:1955 szabvány még a végtelenül egyszerű, és a gyakorló betontechnológusok körében ma is népszerű „kőműveskanál próbát” is tárgyalta.

Az MSZ EN 206-1:2002 „Beton. 1. rész: Feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelés” című európai szabvány a konzisztencia osztályokat betű és szám kombinációval jelöli, ahol a betű a vizsgálati módszerre, a szám a konzisztencia jellegére utal. A konzisztencia osztályokat az MSZ EN 12350-2:2000 szabvány szerinti roskadás {►}, az MSZ EN 12350-5:2000 szabvány szerinti terülés {►}, az MSZ EN 12350-3:2000 szabvány szerinti VEBE-méteres átformálási idő {►}, az MSZ EN 12350-4:2000 szabvány szerinti (Walz-féle) tömörítés {►} vizsgálatok mérőszámai határolják be.

Az MSZ EN 206-1:2002 európai szabvány különleges esetekben megengedi, hogy a konzisztencia előírása ne a konzisztencia osztállyal, hanem tervezett értékkel történjék, és mind a négy vizsgálati módszerre megadja a konzisztencia jellemző tervezett értékének tűréseit.

Az európai vizsgálati szabványok a konzisztencia mérő eszközök méretét tűréssel adják meg, míg az MSZ 4714-3:1986 szabvány csak elvétve.

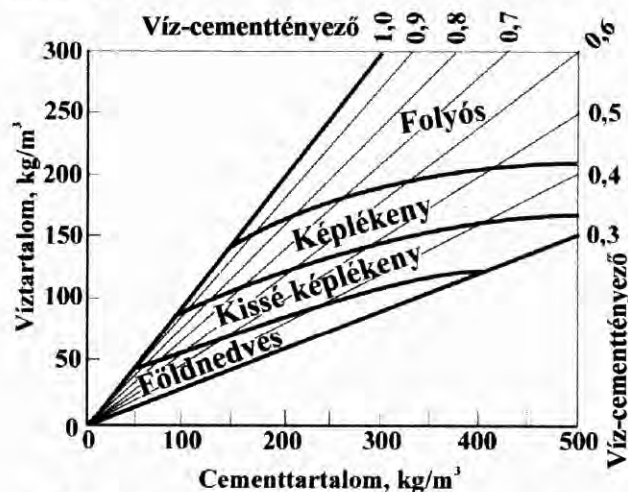
Az MSZ 4714-3:1986 magyar szabvány szerinti és az MSZ EN 206-1:2002 európai szabvány szerinti konzisztencia osztályok lényegében a következő, közelítő pontosságú táblázat szerint felelnek meg egymásnak:

Konzisztencia osztályok az MSZ 4714-3:1986 szabvány szerint	Konzisztencia osztályok az MSZ EN 206-1:2001 európai szabvány szerint			
	Roskadási osztály	Területi osztály	VEBE osztály	Tömörítési osztály
(Alig földnedves)				C0
Földnedves (FN)	S1	F1	V0	C1
			V1	
Kissé képlékeny (KK)		F2	V2	C2
			V3	
Képlékeny (K)	S2	F3	V4	C3
Folyós (F)	S3	F4		
	S4	F5		
	S5	F6		

A friss beton alkalmazandó konzisztenciáját a szerkezet jellege, méretei és a betonozás körülményei szabják meg.

Alig földnedves betonnal nagytömegű, vasalatlan vagy gyengén vasalt szerkezetek, például hidpillérek, gátak, támfalak, útbetonok {►} készítése esetén lehet dolgozni. Előnye a kis cement tartalom, kis hőfejlesztés, kis zsugorodási hajlam {►}. Az ilyen beton nem szivattyúzható {►}, a szállítóeszközből sokszor nehezen üríthető, tömörítéséhez {►} nagyon erős vibrátor szükséges. Nem alkalmazható látszóbeton {►} készítéséhez.

A földnedves beton vasalatlan és ritkán vasalt szerkezetek készítéséhez használható. Tömörítéséhez vibrátort kell használni (ezt a betont német nyelvterületen „Rüttelbeton”-nak azaz vibrált betonnak is nevezik). Nem alkalmazható látszóbeton készítéséhez.



1. ábra A víz- és cementtartalom hatása a friss beton konzisztenciájára

Kissé képlékeny betomból minden vasalatlan és vasalt szerkezet elkészíthető, ha a vasalás nem különösen sűrű. Tömörítéséhez vibrátort kell használni. Szivattyúzható. Látszóbeton készítésére is alkalmas.

A képlékeny betont sűrűn vasalt szerkezetek készítéséhez lehet használni. Gyenge vibrálással is tömöríthető. Felhasználásával nagy kiterjedésű szerkezetek, mechanikai igénybevételeknek kitett betonok, látszóbetonok is készíthetők. Előnye a szivattyúhatóság, könnyű bedolgozhatóság. Hátránya a nagy cementigény, a szétosztályozódási, zsugorodási, kivérzési hajlam.

Folyós betomból igen sűrűn vasalt, karcsú, nehezen hozzáférhető szerkezetek is készíthetők. A víz alatti betonozás anyaga. Tömöríteni alig, vagy nem szükséges. Előnye, hogy könnyen szivattyúzható, nehéz körülmények között is gyorsan beépíthető. Hátránya, hogy a folyós beton összetételét igen gondosan kell megtervezni és betartani. Zsugorodása jelentős.

Önthető betomból nagy kiterjedésű szerkezetek gyorsan, könnyen építhetők. Konzisztenciája annyira híg, hogy öntővályuban is eljuttatható a szerkezet minden részébe. Az önthető beton finom rész tartalma nagy, zsugorodása igen jelentős. Különleges fajtája az

önterülő (angolul: SLC Self leveling concrete) és az öntömörödő (angolul: SCC Self compacting concrete, németül: SVB Selbstverdichtender Beton) beton {►}, amely az önterülő képességet nem a nagy vízadagolásnak, hanem a különleges összetételnek köszönheti, miáltal mentes az önthető beton egyébként hátrányos tulajdonságaitól.

Jelmagyarázat:

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

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

Konzisztencia osztályok magyar megnevezésének és jelének német megfelelője a DIN 1045:1988 szabvány szerint:

Földnedves (FN) = Steif (KS)

Kissé képlékeny = Plastisch (KP)

(KK)

Képlékeny (K) = Weich (KR Regelkonzistenz)

Folyós (F) = Fließfähig (KF)

Dr. Kausay Tibor

betonopu@axelero.hu

http://www.betonopus.hu

HÍREK, INFORMÁCIÓK

A FEM-Design statikusok részére készült, nemzetközi számítógépes program, melynek fejlesztésében magyar szakemberek is részt vettek. Alkalmas lemezek, falak, oszlopok, gerendák, tárcsák, térbeli keretszerkezetek, térbeli felület-szerkezetek valamint komplex térbeli szerkezetek analízisére, számítására.

Különböző alátámasztás és teher felvétele lehetséges, a számítás eredménye: elmozdulás, igénybevételek, rezgésalakok, repedések iránya és távolsága, szükséges/hiányzó vasalás, kihajlási alakok, maximális és minimális feszültségek, kritikus teherparaméter. A „keresztmetszet-szerkesztő” rész kiszámolja a létrehozott keresztmetszet minden paraméterét.

A program a Windows operációs rendszerhez igazodik, önállóan is használható CAD rajzoló programrésszel (rajzi és szerkesztési eszközök, feliratozás, méretmegadás, fóliakezelés stb.) rendelkezik. Képes dwg, dxf fájlok importálására és exportálására, a FEM-Design programban leméretezett szerkezet beolvasható az Xsteel programba. Az ArchiCAD építész programban megrajzolt épület a FEM-Design programba beolvasható statikai modellként, térbeli szerkezetként és nem rajzként jelenik meg.

Tartalmazza az eurocode, magyar, német, angol, svéd, norvég, finn és dán szabvány szerinti anyagokat, számításokat.

További információ: www.modistudio.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****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**

**EGYEDI ÉS RAGASZTOTT ACÉLSZÁLAKE BETONERŐSÍTÉSHEZ****A ragasztott szálak felhasználásának előnyei:**

- nagy hajlító-, húzószilárdság elérése,
- az adagolási mennyiség csökkenése,
- kiváló bedolgozhatóság,
- munkaidő és költség megtakarítás.

A 60 mm hosszú, 0,75 mm átmérőjű ragasztott szálakat a legmodernebb gyártóberendezésen gyártjuk. A ragasztóanyag kiválóan oldódik, a szálak bekeveréskor tökéletesen eloszlának.

Kérjük próbálják ki új, versenyképes, kiváló minőségű és áru termékünket, kérjék konkrét ajánlatunkat.

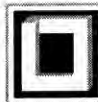
Igény esetén a szükséges számításokat elvégezzük.

Gyártás:

BAUMBACH Metall GmbH
Sonneberger Strasse 8.
D-96528 Effelder

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

**STRONG & MIBET**

építőelemgyár

3571 Alsózsolca, Gyár u. 5., Pf. 6

♦ tel.: 46/406-211

♦ fax: 46/407-401

Titkárság:

♦ telefon: 46/520-120, /520-130

♦ fax: 46/407-400

Kereskedelmi igazgatóság:

♦ telefon: 46/520-133

♦ fax: 46/407-404

Vállalkozási igazgatóság:

♦ telefon: 46/406-616

♦ fax: 46/406-521

Honlap: www.strong-mibet.hu**E-mail:** email@strong-mibet.hu**Alsózsolcai gyáregység**

3571 Alsózsolca, Gyár u. 5., Pf. 6

♦ telefon: 46/406-656

♦ fax: 46/407-401

Miskolci gyáregység

3527 Miskolc, József A. u. 25-27.

♦ telefon: 46/505-988

♦ fax: 46/505-987

Bodrogkeresztúri gyáregység

3916 Bodrogkeresztúr kültelek

♦ telefon: 47/396-016

♦ fax: 47/396-036

Kazincbarcikai gyáregység

3704 Kazincbarcika, Ipari út 22.

♦ telefon: 48/512-214

♦ fax: 48/512-213

Majosházai gyáregység

2239 Majosháza, Pf. 7.

♦ telefon: 24/511-810

♦ fax: 24/511-811

Nagyfeszítvű vasbeton vázszerkezet

AFT, AFI jelű feszített vasbeton gerenda

AT, AG jelű vasbeton gerenda

AP jelű vasbeton pillér

AKA jelű vasbeton kehelyalap

AW jelű vasbeton falpanel

Lakásépítési elemek

zsaluzóelemek, falazati elemek,

A, AD, HA jelű nyílászáthidalók, födémbelestestek,

E, EU jelű feszítettbeton födémgerendák,

PK, PS jelű vasbeton födempalló,

Trigon gerenda, Trigon-H zsaluzó kéregpanel,

mesterfödém gerenda

Villamos hálózatiépítési elemek

távvezeték oszlopok, közvilágítási lámpaoszlop,
oszlopgyámok

Körüreges sík födémpanelek

BF 165, BF 200, BF 265, BF 320, BF 400-as födémpanelek rajzos ismertetése, határ és üzemi teher grafikonok

Csatornaépítési elemek

csatorna akna, kútgyűrű elemek

Vízvezetési elemek

körszelvényű tokos és talpas betoncső, surrantóelem,
VECS-1, MCS-40 mederburkoló elem

Út- és járdaépítési elemek

DELTA BLOC, beton burkolólapok, útszegélykövek,
KCS hídgerenda, térburkoló elemek

Egyéb építési elemek

GT támfalelem, kerítéselemek, közművédő csatorna,
közművédő alagút

Lapszemle**A „Zement-Kalk-Gips”-ben olvastam**

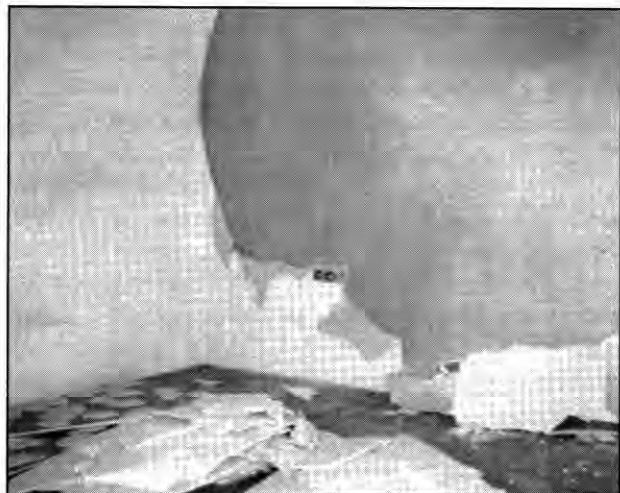
Mostanában elég ritkák a ZKG-ban a betonos szakemberek érdeklődésére is számot tartó közlemények. Ezek helyét főleg cementgyárak korszerűsítésével kapcsolatos hírek foglalják el, igazolva azt a régi megfigyelést, hogy a recessziós periódusokban megnövekvő állásidőt a termelő és gépgyártó cégek modernizációra használják. Megjelennek továbbá a cement felhasználói számára legfeljebb kuriózumként érdekes cikkek, mint a cementgyári portalanításnál alkalmazott új típusú, poliészter fonalakból szőtt szűrővásznak előnyeiről (ZKG. 55.11.80/2002), vagy a negyvenezer bruttó re-

giszter tonna víz kiszorítású cementszállító tengeri hajók rakodógépeiről (ZKG 55.12.27/2002). Ez utóbbiak alkalmazása a hazai gyakorlatban hajó és víz hiányában elég macerás lenne. Képzeljünk csak el egy ilyen óceánjárót a váci kikötőben...

De talán nem érdektelen egy gyakorló betontechnológus számára az a két publikáció, amely a különböző falazó habarcsok - ezeken belül is a gipszkötésűek - tapadási tulajdonságairól számol be. Ugy látszik, komoly gondok jelentkeztek, mert rangos intézetek és kutatók foglalkoznak a kérdéssel.

Popp, T., Schrenk, J.: *Habarcs tapadás a DIN 4219 szabvány szerinti zárt (nem pórusos) szövetszerkezetű könnyűbetonoknál*
ZKG.55.12.27 (2001)

Az utóbbi évtizedekben a hagyományos kerámia-tégla falazás helyett egyre gyakrabban alkalmaznak könnyűbeton falazóelemeket. Különösen elterjedt az a megoldás, hogy a külső falazat építéséhez pórusbeton (tehát pl. az YTONG termékek), a belső falakhoz pedig zárt szövetszerkezetű ($1,5-1,8 \text{ kg/dm}^3$ testsűrűségű) könnyűbeton (pl. keramzit beton) falazóelemeket használnak. A belső falazatok vakolásához a tapétázáshoz megfelelő simaságú felületek biztosítása érdekében általában gipszkötésű, vagy meszes gipszkötésű habarcsokat alkalmaznak. Ez az építési mód különösen elterjedt Baden-Württemberg tartományban, ahol nagyon gyakran komoly, lemezes leválások formájában jelentkező vakolatkárosodásokat figyeltek meg (lásd az ábrát).



A jelenség már régen ismert, de a magyarázat ez ideig váratott magára. Ezért a stuttgarti Otto Graaf Intézet kutatói nagyon részletes vizsgálatokkal próbáltak magyarázatot találni a jelenségre. Németséges alaposan összeállított kísérleti program szerint sorra megvizsgálták azokat a tényezőket, amelyek a vakolat

tapadását befolyásolhatják. Így vizsgálták a falazat érdességének a hatását kellő (gúzolt) és nem kellő felületeknél, az alapbeton korának, felületi nedvességtartalmának befolyását. Külön vizsgálták az oldalfalak és a mennyezetek vakolatait, különböző összetételű előre gyártott gipsz és meszes gipsz szárazhabarcsok, valamint helyszínen összekevert anyagok felhasználásával. Tanulmányozták ezen kívül a környezeti hőmérséklet és a relatív nedvességtartalom befolyását is, és néhány esetben portlandcementtel (CEM I 42,5 R) javított habarcsokat is alkalmaztak. Adalékanyagként kvarchomokot használtak, de tanulmányozták a folyósító adalékszerek, és a cementfestékek befolyását, változtatták a vakolat vastagságát stb. Mindezek mellett röntgendiffrakcióval vizsgálták a keletkező hidratvegyületeket. A fentiek természetesen kiegészültek a vakolat zsugorodási tulajdonságainak és tapadószilárdságának vizsgálatával. Ez utóbbiaknál gondosan tanulmányozták a „szakadási felület” jellemzőit is. Megállapították, hogy a vakolat leválások fő oka a habarcs és a beton eltérő zsugorodása, ami különösen akkor jelentkezik, ha nagy a falazat felületi nedvességtartalma.

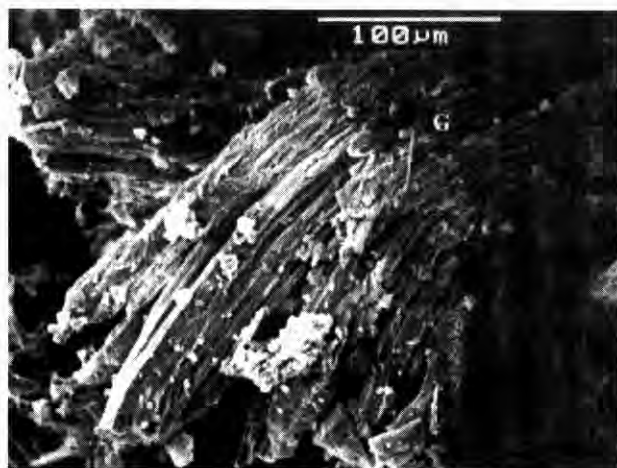
Mindezek figyelembevételével szerintük a gipszkötésű habarcsok alkalmazása betonfalazatok vakolására kerülendő, vagy csak nagyon hosszú száradási idő után engedhető meg.

Dr. Révay Miklós, CEMKUT Kft.

E-mail: cemkut@mail.datanet.hu

Lapszemle**Betonos érdekességek a CEMENT AND CONCRETE RESEARCH c. folyóiratból**

Olasz kutatók [1] egy észak-olaszországi (Torino) esettanulmányt írnak le, miszerint egy 35 éves betonépület alapjai súlyosan megrongálódtak szulfátkorrózió hatására. A röntgendiffrakciós vizsgálat nagy mennyiségű gipszet, thaumazitot és/vagy ettringitet mutatott ki. Elektronmikroszkóp és energia-diszperzív röntgen-mikroanalízis segítségével nagyméretű gipszkristályokat mutattak ki a cementpép és az adalékanyag közt. Ugyanakkor a környezet talajtani térképén nem volt szulfátos talajvíz. A károkat kétségkívül a szennyvíz elszívargása okozta, mert egy szennyvízgyűjtő kúttól való távolság függvényében csökkent a károsodás mértéke. Kiderült, hogy a kútban lévő mikroorganizmusok a szennyvízben lévő kénvegyületeket szulfátokká alakították át. A szulfátok hatására nagy mértékben romlott a szilárdság, a cementpép és az adalékanyagok közti kötés, továbbá a vasbetét mentén súlyosan károsodott a betonfedés (repedezés, nem egyszer lepattogzás) és emiatt a vasbetét is korrodálódott. Az okokhoz a kalcium-szilikát-hidrát (a cementszilárdság hordozója) kalciumvesztesége is hozzájárult. (1. ábra)



1. ábra Nagyméretű gipszkristályok elektronmikroszkópi képe

Az Egyesült Arab Emírátsok két kutatója [2] egyszerű, új készüléket dolgozott ki a beton vagy habarcs permeabilitásának mérésére. A cella alumíniumhengerből áll, melynek felső része nagyobb átmérőjű; ebben helyezkedik el a minta. A cella alsó részében ismert tömegű metanol van. A minta - a cikk szerint leírt formában - 150 mm átmérőjű beton- vagy habarcskorong. Ezt először 105 °C hőmérsékleten kiszárítják, majd a mérésig exsikkátorban tárolják. A mérés során a korongot szilikon-gumival öntik körül, majd a gumi megszilárdulása után a cellát félig bemelelt ismert hőmérsékletű vízbe. Utána a cellát a mintával együtt szabályos időközönként megméri, míg a

tömeg-veszteség az idő függvényében állandóvá válik. A tömegvesztést nyilvánvalóan a metanol fogyasztása okozza. A cikk részletesen leírja, hogy a tömegvesztésből a permeabilitás hogyan számítható ki. A cikk hat habarcsminta permeabilitását határozta meg, 20, 30, 47 és 58 °C-on. A legmagasabb hőmérséklet kivételével (mely már közel van a metanol forráspontjához) a permeabilitás-értékek szórása 5 %-on belül maradt.

* * *

A klinker fázisösszetétele jól ismert valamennyi betonkémikus számára; arról azonban hiányoznak az adatok, hogyan változik ez az összetétel az újrahevítés hatására. Két jól ismert japán kutató [3] két portlandcement-klinkert (elsősorban a MgO és SO₃-tartalomban különböztek) 1500 °C hőmérsékleten 20 órán át égettek, majd összehasonlították a klinkerek szerkezetét (fénymikroszkópi képek alapján). A nagy MgO és SO₃-tartalmú klinkerben megnőtt az alit és csökként a belit mennyisége, elsősorban a kristályok közötti olvadék hatására, mely eredetileg heterogén volt; újrahevítés hatására homogénné (és nagyobb SiO₂-tartalmúvá) vált. A másik klinker szerkezetét az újrahevítés nem befolyásolta. A cikket szép, színes mikrofényképek kísérik, egyúttal azt is bizonyítva, hogy a klinkermikroszkópia, ez a gyakran elavultnak tetsző módszer új eredményekhez is vezethet.

* * *

Az úgynevezett nagy teljesítőképességű beton (high-performance concrete, HPC) a múlt század nyolcvanas éveiben komoly műszaki fejlődést jelentett. A HPC nem elsősorban nagy szilárdságával tűnik ki, hanem számos más műszaki tulajdonságával is (pl. ellenáll a téli sózásnak, az atmoszférikus hatásoknak stb.). Sajnos van egy hibája: gyakran repedezik. Dán kutatók [4] megállapították, hogy ennek oka az irreverzibilis vízvesztés. A szerzők egy újabb cikkben [5] megoldást keresnek e káros jelenség kivédésére. Szuperadszorbens (nedvességtároló) polimert kevernek a betonba. Ilyen módon vízzel telt makropórusok keletkeznek a friss betonban, melyek megvédik a szilárduló betont a vízvesztéstől. Ez az új, a szerzők elnevezése szerint "vízpórusos beton" megőrzi a HPC jó tulajdonságait, de megóvjá az irreverzibilis vízvesztéstől. Az alkalmazott anyag kovalensen térhálósodott akrilamid/akrilsav kopolimer, melyet max. 0,6 %-ban kevernek a frissbetonhoz (cementtömegre vonatkoztatva). A polimer a beton keverése során eredeti térfogatának többszörösére duzzad, így víztartalékokat képez a száradás meggátlása érdekében. A polimeradagolás során esetleg megváltozik a frissbeton reológija és a cement kötése; ezeket előzetesen vizsgálni kell, bár a szerzők kísérletei során nem változtak jelentős mértékben.

* * *

A portlandcement-beton magasabb hőmérsékleten elveszti szilárdságát. Indiai kutatók [6] ezt a jelenséget részletesen vizsgálták. Szabványos portlandcementből és homokoskavicsból betont készítettek, ezt 28 napig szobahőmérsékletű vízben szilárdították (ekkor a szilárdság átlagosan 36 MPa volt). Ezután a betonmintákat 100 °C lépcsőkben 5 órán keresztül hevítették; a végső hőmérséklet 1000 °C volt. A hevített próbatesteket vizuálisan ellenőrizték és mérték a szilárdságot, ultraszónikus impulzus-sebességet (UPV) továbbá a felületi réteg és az 50 mm mélységű réteg röntgen-diffraktogramját ill. DTA-görbét. 300 °C hőmérsékletig nem történt jelentős változás (csak az UPV csökkent kb. 15 %-kal; utána azonban rohamos romlás következett be. A portlandit, Ca(OH)_2 gyakorlatilag teljesen eltűnik a felületi rétegből 700 °C, és az 50 mm rétegből 900 °C kezelés hatására. A 600 °C kezelés után a portlanditkristályok és a CSH-gél teljesen deformálódtak. A cikket 10 szép elektronmikroszkópi felvétel kíséri.

Idézett szakirodalom

- [1] Tulliani, J.M. - Montanaro, L. - Negro, A. - Collepardi, M.: Sulfate attack of concrete building foundations induced by sewage waters. CCR **32** [6] 843-849 (2002)
- [2] Alshamsi, A.M. - Imran, H.D.A.: Development of a concrete permeability apparatus for concrete. CCR **32** [6] 923-929 (2002)
- [3] Masaki, K. - Maki, I.: Effect of prologed heating at elevated temperatures on the phase composition and textures of portland cement clinker. CCR **32** [6] 931-934 (2002)
- [4] Jensen, O.M. - Hansen, P.F.: Water-entrained cement materials, I. Principles and theoretical background. CCR **31** [4] 647-654 (2001)
- [5] Jensen, O.M. - Hansen, P.F.: Water-entrained cement materials, II. Experimental observations. CCR **32** [6] 973-978 (2002)
- [6] Handoo, S.K. - Agarwal, S. - Agarwal, S.K.: Physico-chemical, mineralogical and morphological characteristics of concrete exposed to elevated temperatures. CCR **32** [7] 1000-1018 (2002)

Dr. Tamás Ferenc

Veszprémi Egyetem Szilikát- és Anyagmérnöki Tanszék

E-mail: tamasf@almos.vein.hu

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

130 éve ...

a szakértő szakipar ...



KALCIDUR® KONCENTRÁTUM

Beton és vasbeton szerkezetek szilárdulás-gyorsítására és a beton fagyvédelmére kifejlesztett adalékszer, most **még gazdaságosabb** formában. Kloridtartalmú, korróziógátló inhibitort tartalmaz.

SORIFLEX 2K FOLYÉKONYFÓLIA

Oldószermentes, cementbázisú, vizes diszperziós vízszigetelő anyag. Rendkívül rugalmas, tartós, kültérben és ellenoldali víznyomás esetén is alkalmazható.

Egyéb

speciális **betonadalékszer**
széles választéka **kedvező áron!**

Vevőszolgálat és értékesítés:

Budapest, IX., Tagló u. 11-13.

Telefon: 215-0446

Debrecen, Monostorpályi u. 5.

Telefon: 52/471-693

Szövetségi hírek**A Magyar Betonszövetség hírei**

Adalékszer Albizottságunk február 11-i ülésén kérte a szövetség szervezetének módosítását. Az albizottság Adalékszer Bizottságként működik tovább. Az Adalékszer Bizottság működési rendje szerint évenként új bizottságvezetőt választanak. Berez András (SIKA Hungária Kft) a bizottság megválasztott vezetője.

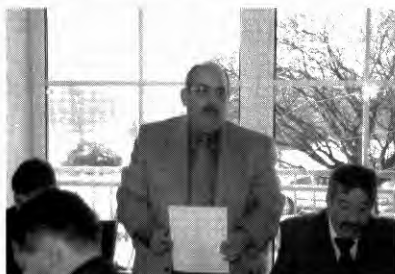
* * *

A Magyar Betonszövetség február 19-én Vácon tartotta közgyűlését. Az Alapszabály előírása szerint a szövetségnek minden évben új elnököt kell választani, erre az idén is sor került. A jelenlévők Lengyel Csabát (Strabag Hungária Rt. Frissbeton) választották meg a szövetség elnökének.

A közgyűlés a beszámolókat elfogadta, melyeket weblapunkon megjelentetünk (www.beton.hu).



1. kép Dr. Juhász István a Belügyminisztérium lakáspolitikájáról tartott előadást



2. kép Mán László elnöki beszámolójában öt évet tekintett át



3. kép Lengyel Csaba új elnökünk bemutatkozó beszédét tartja



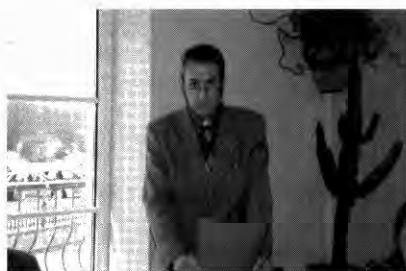
4. kép Dr. Tariczky Zsuzsanna betegen is vállalta, hogy összefoglalja a Beton Bizottság munkáját



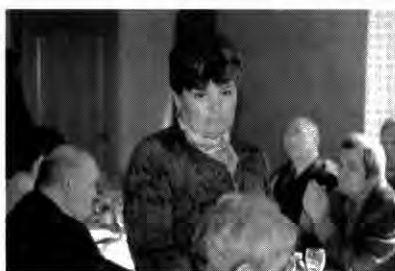
5. kép Berez András az Adalékszer Bizottság terveiről beszélt



6. kép Selmeczi Károly beszámolójában marketing munkánkat és társadalmi kapcsolatainkat elemezte



7. kép Kandó György a szabvány bevezetés lépéseit vázolta fel



8. kép Mester Jánosné az Adalékszer Albizottság által szorgalmazott vizsgálati szabványok megjelentetéséről beszélt



9. kép A közgyűlés résztvevőinek egy csoportja

* * *

Az elkészített MSZ EN 206-1:2002 NAD 2003 munkaközi anyagát közérdekű információként nyilvános vitára bocsátja a Magyar Betonszövetség, részletek a következő oldalon találhatóak.

Szilvási András ügyvezető

Szabályozás**Közérdekű információ**

A Magyar Betonszövetség megbízásából a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékén Dr. Balázs L. György professzor úr vezetésével megalakult a Beton Bizottság. A bizottság több hónapos munkával elkészítette az EN 206-1 betonszabvány Nemzeti Alkalmazási Dokumentumát (NAD). A munka költségeit a Magyar Betonszövetség tagjainak hozzájárulásából fedezi; mely előre láthatóan több mint 10 millió forint lesz. Az elkészült munkaközi anyagot a beton szakma képviselőinek, szakembereinek véleményezésre adjuk. Célunk az, hogy olyan szabályozás lépjen hatályba, mely széleskörű szakmai konszenzuson alapul. A kiadásra kerülő MSZ EN 206-1:2002 NAD (2003) szabvány anyag munkaközi példány, amely egybeszerkesztett (álló betűvel az eredeti szabvány, dőlt betűvel a NAD) formában, a 2003. február 4-i állapotot tartalmazza.

Ezen munkaközi anyagot a Magyar Betonszövetség az érdeklődők részére e-mailen vagy floppy lemezen biztosítja.

A Magyar Betonszövetség címe:

1117 Budapest, Budafoki út 215.

Telefon és fax: (1) 204-1866

E-mail: info@beton.hu

Felkérjük az érdeklődőket, hogy véleményüket a kiadott szabványszöveg formához igazodva, a javasolt változtatásokat jól követhető módon jelölve állítsák össze.

A módosító javaslatokat 2003. április 9-ig kérjük megküldeni az alábbi címre:

Dr. Balázs L. György egyetemi tanár, tanszékvezető
BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék.

1111 Budapest, Műegyetem rakpart 3.

Tel.: (1) 463-4068, fax: (1) 463-3450.

E-mail: balazs@vasbeton.vbt.bme.hu

A Beton Bizottság a megküldött véleményeket kiértékelési és szükség szerint a szabványszövegbe beépíti.

2003. május első felében tervezzük a szabvány lezáró vitáját egy nyilvános szakmai vitanap keretében. (A pontos időpontot később adjuk közre, hirdetjük meg szakmai lapokban.) Ezt követően a szabvány tervezetet kiadás céljából az MSZT-nek adjuk.

Dr. Balázs L. György
bizottság vezető



Szilvási András
ügyvezető

**HÍREK, INFORMÁCIÓK**

2002. december 5-én és 6-án rendezték meg Münchenben az Euroconstruct 54. féléves konferenciáját. A rendezvényt a német IFO Gazdaságkutató Intézet szervezte. A konferencia középpontjában az európai építőipari konjunktúra alakulása állt. A legfrissebb országelemzések alapján 19 nyugat- és közép-kelet-európai állam földrajzi és fejlettségi sokszínűsége mellett a vizsgált térség egészére megállapíthatjuk, hogy az építőipari ágazatnak 2002-ben a stagnálásnál többre nem futotta az erejéből, mert a recesszió Németországban, de más nyugat-európai országokban, valamint Lengyelországban is tartott még. Legfőképpen a „fajsúlyos” lakásépítés okoz számos országban erős visszaesést. Az Euroconstruct szakértői a 2003-as évben mindössze csekély mértékű élénkülésre számítanak, azonban a 2004-es és a 2005-ös évre a fokozatos javulás jelei mutatkoznak. Bár a vizsgált időszakban az építőipar nem válik újra az európai gazdasági fejlődés motorjává, mert átlagosan csak igen visszafogott mértékű élénkülésre lehet számítani (ld. a táblázat adatait). Az építőipar részesedése a bruttó hazai termékből Nyugat-Európában tovább csökken, ezzel szemben Közép-Európában 2003-tól újra emelkedik.

A konferencia kiemelt témaköre a közösségi célokat szolgáló infrastrukturális projektek magánvállalatok általi tervezésével, finanszírozásával és lebonyolításával, valamint üzemeltetésével foglalkozott: ez a PPP (Public-Private-Partnership). A legtöbb európai ország több éves, bár nem mindig kedvező tapasztalatokra tekinthet vissza a vállalkozói és az állami szféra együttműködésében. Az állami tervezéssel és lebonyolítással szemben állítólagosan várható hatékonysági előnyöket számos szakember, de a számvevő szervek is gyakran kifejezett fenntartásokkal fogadják. Vélhetően egy egész sor projektet kell még lebonyolítani és tapasztalatokat kell szerezni az infrastruktúra magán üzemeltetésével, hogy végleges választ adhassunk erre a kulcskérdésre. Az elhangzott előadások és viták során felmerült, hogy a PPP projekteket nemcsak elfogadtatni kell, hanem a lakosság támogatását is meg kell hozzájuk nyerni.

zott: ez a PPP (Public-Private-Partnership). A legtöbb európai ország több éves, bár nem mindig kedvező tapasztalatokra tekinthet vissza a vállalkozói és az állami szféra együttműködésében. Az állami tervezéssel és lebonyolítással szemben állítólagosan várható hatékonysági előnyöket számos szakember, de a számvevő szervek is gyakran kifejezett fenntartásokkal fogadják. Vélhetően egy egész sor projektet kell még lebonyolítani és tapasztalatokat kell szerezni az infrastruktúra magán üzemeltetésével, hogy végleges választ adhassunk erre a kulcskérdésre. Az elhangzott előadások és viták során felmerült, hogy a PPP projekteket nemcsak elfogadtatni kell, hanem a lakosság támogatását is meg kell hozzájuk nyerni.

	2002 ^a	2003 ^a	2004 ^a	2005 ^b
Nyugat-Európa	0,3	0,4	1,0	1,6
Közép-Kelet-Európa	-2,9	4,4	7,0	9,6
Az Euroconstruct területe	0,1	0,6	1,2	2,0

e: előrejelzés, b: becslés

Az európai építőipar teljesítményének várható alakulása 2002 és 2005 között (2001-es árakon; százalékos változás az előző évhez képest)

(Forrás: www.buidecon.hu)

RENDEZVÉNYEK

Konferencia

A KORSZERŰ, HATÉKONY KORROZÍÓVÉDELEM

A konferencia célja a korszerű, hatékony korrózióvédelmi ismeretek elterjesztése, lehetőség biztosítása a tapasztalatcserére és az új termékek megismertetésére.

Főbb témák:

- újdonságok a korrózióvédelem területén
- talajkorrózió és kőboráram
- fémszerkezetek korrózióvédelme és festése

Helyszín: Balatonfüred, UNI Hotel

Időpont: 2003. április 1-3.

Rendező: Vekor Kft.

További információ: www.vekor.hu

Telefon: 88/428-514

* * *

BAU-2003 ÉPÍTŐIPARI SZAKKIÁLLÍTÁS

A kiállítás a XIII. Kelet-Nyugat Expo keretében kerül megrendezésre. A rendezvényt 2002-ben 45 ezer látogató kereste fel, közülük kilencezren építőipari szakemberek voltak, valamint számos külföldi látogatót is fogadtak.

Helyszín: Nyíregyháza

Időpont: 2003. június 4-8.

További információ: www.fimex.hu

Telefon: 42/411-447

* * *

Konferencia

55. EUROCONSTRUCT KONFERENCIA

A konferencia célja a korszerű, hatékony korrózióvédelmi ismeretek elterjesztése, lehetőség biztosítása a tapasztalatcserére és az új termékek megismertetésére.

Főbb témák:

- Az EUROCONSTRUCT tagok (19 ország) rövid-távú és középtávú ország-elemzései alapján összefoglalt nagy építési piaci szegmensek – **a lakásépítés, a magánérős és közületi épületek építése, a mélyépítés és felújítás - helyzete és várható alakulása Európában 2005-ig**
- Európa keleti és nyugati szakemberei, illetve tengerentúli építési és pénzügyi szakemberek járják körül és vázolják fel a **következő év-tizedben várható beruházási-építési kilátásokat Európában keleti felén.**

Helyszín: Budapest, MATÁV Székház

Időpont: 2003. június 6-7.

Rendező: Build Econ Iroda

További információ: www.buildecon.hu

Telefon: 1/249-3191



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

Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Kht.

Telefon: 372-6100 Telefax: 386-8794

E-mail: info@emi.hu

TEVÉKENYSÉG:

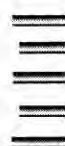
- ➔ építési célú anyagok, szerkezetek és technológiák alkalmassági vizsgálata
- ➔ építőipari műszaki engedélyek (ÉME) kidolgozása és kibocsátása
- ➔ építőipari termékek megfelelőség-tanúsítása
- ➔ mérnöki tanácsadás, szakértői tevékenység
- ➔ minőségbiztosítási rendszerek kialakítása, minőségügyi tanácsadás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



TREFIL ARBED



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

ARBED
GROUP



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

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



**CEMKUT Cémentipari
 Kutató-fejlesztő Kft.**

1034 Budapest, Bécsi út 122-124.

1300 Budapest, Pf. 230

Telefon: 388-3793, 388-4199

Fax: 368-2005 Honlap: www.mcsz.hu

E-mail: cemkut@mail.datanet.hu

A Nemzeti Akkreditálási Rendszerben (NAT)
 501/0864 számon akkreditált független
 vizsgálólaboratórium

TEVÉKENYSÉGEINK

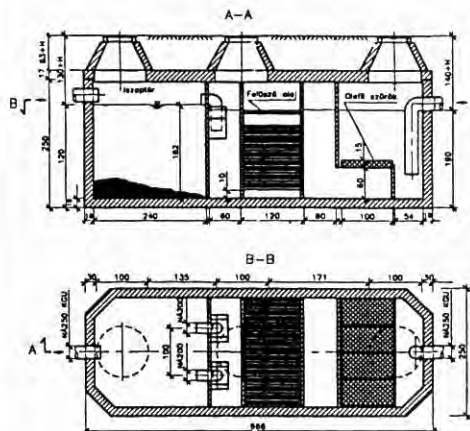
- cement-, mész-, gipsz- és egyéb szilikátipari termékek és nyersanyagok vizsgálata, szabványosítása, valamint ezen termékek minőségének javítására és a termékválaszték bővítésére irányuló kutatások, fejlesztések,
- betontechnológiai vizsgálatok,
- lég- és portechnikai mérések, hatástanulmányok készítése, munkahelyi por, zaj, szerves légszennyezők mérése,
- kutatás, szakértői tevékenység



Első Beton®
Ipari, Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.

KÖRNYEZETVÉDELMI MŰTÁRGYAK

Hosszanti átfolyású, 2-24 m³ űrtartalmú vasbeton aknaelemek



ALKALMAZÁSI TERÜLET

- szervízállomások, gépjármű parkolók,
- üzemanyag-töltő állomások, gépjármű mosók,
- veszélyes anyag tárolók,
- záportározók, kiegyenlítő tározók, tűzivíz tározók

REFERENCIÁK

- Férihegy LR I II. terminál bővítése,
- VOLVO budapesti telephelye,
- MOL Rt. logisztika, algyői bázistelep
- Magyar Posta Rt.,
- ÖMV, AGIP, BP, TOTAL, PETROM, ESSO töltőállomások és kocsimosók
- P&O raktár
- PRAKTIKER, TESCO, INTERSPAR áruházak

RENDSZERGAZDA, BEÜZEMELŐ ÉS ÜZEM-FENNTARTÓ:



REWOX Hungária Ipari és Környezetvédelmi Kft.
Telephely: 6728 Szeged, Budapesti út 8. Ipari Centrum
Telefon: 62/464-444 ✧ Fax: 62/553-388

BŐVEBB INFORMÁCIÓ A GYÁRTÓNÁL:

Első Beton Kft. ✧ 6728 Szeged, Dorozsmai út 5-7. ✧ Tel./fax: 62/470-612 ✧ E-mail: elsobet@elsobeton.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

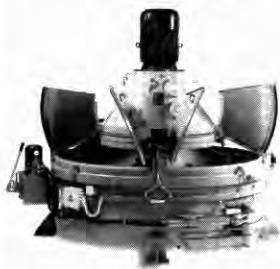
EGY SOKOLDALÚ PROGRAM A GAZDASÁGOS ÉS MINŐSÉGI BETONGYÁRTÁSHOZ

**BOLYGÓ RENDSZERŰ ELLENÁRAMÚ BETONKEVERŐ
BERENDEZÉSEK IGÉNY SZERINTI KIVITELBEN**

CENTROMAT – komplett rendszerek csillag-
depóniával vagy táskasilóval

MOBILMAT – komplett rendszerek sorsilóval

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



ADOK
Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.

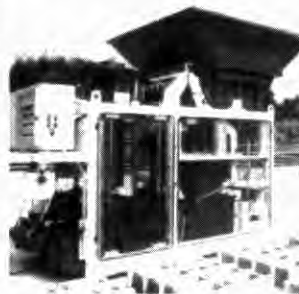
H-1037 Budapest,
Királyhelmec u. 8.
Telefon: 387-2748
430-0969

Üzenetrögzítő és fax: 453-0189
E-mail: adok@mail.datanet.hu

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

AME Maschinen képviselő



COMPLEXLAB Bt.

CÍM: 1037 BUDAPEST, ORBÁN B. U. 35.
TEL./FAX: 243-3756, 243-5069, 454-0606
clarapal.labor@axelero.hu, www.complexlab.hu

ÉPLAB 2003

**Építőipari labor berendezés szakkiállítás és vásár
2003. március 26-27. (9.00-18.00)**

ELTE Egyetemi Kongresszusi Központ
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A II. bejárat

A belépés díjtalan!

- **gyakorlati termékbemutató**, közel 100 labortermékre
- **akciós vásárlási lehetőség**
- **szaktanácsadás**
- **a termékekhez és az új UNIÓS szabványokhoz kötődő ismétlődő előadások**
- **teljeskörű tájékoztatás a laborok napi problémájának megoldására**

**ELŐZETES JELENTKEZÉSI SZÁNDÉKÁVAL ÉS TOVÁBBI BŐVEBB
INFORMÁCIÓVAL KAPCSOLATBAN KERESSE IRODÁNKAT !**

Beszámoló**47. Ulmi beton- és előregyártó napok »Új lendület az építésben«***Szerző: Német Ferdinánd*

Idén február 18. és 20. között immár 47. alkalommal került megrendezésre az **Ulmi beton- és előregyártó napok** című három napos konferencia és kiállítás. A rendezvény szakmai színvonalát jelzi a 120 kiállító cég és 14 ország mintegy 1300 látogatója. A programokat változtatatosan, több helyszínen rendezték, melyek között a résztvevők kedvükre válogathattak.

A látogatók már érkezéskor kézhez kaptak egy kis névre szóló irattaskát, amelyben megtalálhatták a kiállító és résztvevők névsorát, valamint az előadók előadásának nyomtatott anyagát, az egyszerűbb követetőség érdekében.

A konferencia vázlata:

1. nap:

- Plenáris ülés: Megnyitó
 1. szekció: A betonelemgyártás jövője
 2. szekció: Aktuális gyakorlati kérdések
 3. szekció: Új DIN 1045

2. nap:

- Plenáris ülés: Speciális cementek; precíziós betonok különleges igénybevételek esetére; környezetbarát és tartós cementkötésű építőanyagok
 4. szekció: Magasépítés
 5. szekció: Mélyépítés
 Plenáris ülés: Egy ötlet megoldása - „Az áru csövön keresztül áramlik”
 Innovatív áruszállítás csővezetékén keresztül (CargoCap)

3. nap:

- Plenáris ülés: Piaci körkép
 6. szekció: Alkotó formák, gazdaságos építés
 7. szekció: Gazdasági aktualitások

A rendezvényt számos mellékprogram egészítette ki:

Szakmai találkozó Ulm 2003: Gép-, beszállító-, és szoftveripar

Élő vállalatelemzés: Titkos kódokkal mindenki megtudhatta saját cégének helyét a konkurensek között.

Innovációs díj 2003: A gép-, beszállító-, és szoftveripar legújabb fejlesztései az előregyártó ipar számára

Irodalmi kávéház: Kiadók bemutatták szakkönyveiket, -folyóirataikat, a szövetségek pedig brosúrákat, információikat, irányelveiket tették közkinccsé.

Fórum a jövőbeni építésről: Kiállítás az ulmi városházán a vízzel való felelősségteljes kapcsolatról.

Mesteri alkotások betonból: A Ferdinand-von-Steinbeis-iskola fiatal tehetségei állították ki műveiket.



Az érdekes és szerteágazó szakmai program mellett esetenként lehetőség nyílt Ulm nevezetességeinek felfedezésére is melyekről íme néhány kép:

