

# beton

érték generációknak

szakmai lap ■ 2015. május-június ■ XXIII. évf. 5-6. szám

- Szerelem betonba öntve
- M0 betonburkolat
- Szálak jellemzői keverés után
- Innováció az előregyártásban
- Együttműködés a padlóépítésben
- Betonvarrás



beton ■ cement ■ mész ■ kő és kavics ■ adalékszer ■ betontermék

## 2015. május-június ■ tartalom

## 3 Szerelem betonba öntve

SZILVÁSI ANDRÁS

5 Szakmai kiadványok -  
Hírek, információk6 A törökbálinti M0  
autópálya burkolati  
betonmunkálataiLÁNYI GYÖRGY - MEZEI JÓZSEF -  
NESZTER RÓBERT - ZADRAVECZ  
ZSÓFIA7 A Lafarge és a Solidia  
alacsony széntartalmú  
építőipari megoldással lép  
piacra

ZADRAVECZ ZSÓFIA

8 Szálak jellemzőinek  
változása betonban való  
keverés hatásáraCZOBOLY OLIVÉR - BALÁZS L.  
GYÖRGY

Megfelelően megválasztott szálerősítéssel kedvezően lehet befolyásolni a friss-betonok és a megszilárdult betonok jellemzőit.

Jelen kutatásunk során azt vizsgáltuk, hogy a különféle anyagú és alakú szálak hogyan viselkednek eltérő időtartamú (szál adagolást követő 2-30 perces) betonban való keverés hatására. Vizsgáltunk két fajta acél anyagú (egy bevonat nélküli és egy réz bevonatú) szálát, három fajta makro műanyag szálát, két eltérő hosszúságú bazalt szálát és egy fajta kender szálát.

14 Már zsákos kiszerelésben  
is elérhető a DDC  
szulfátálló cementje15 Tudatformálással  
egybekötött csapatjáték  
a DDC-nél

## 16 Különleges betonok

LECZOVICS PÉTER - MARTIN BÉLA

Mitől lehet különleges egy beton? Korábban a nyomószilárdság és a testsűrűség alapján különböztettük meg a betonokat. Manapság a különböző betonokkal, betonszerkezetekkel szemben előtérbe kerültek a folyamatosan növekvő műszaki tartóssági követelmények, a teljesítő-képesség fokozása. Ezeket adalékszerek és egyéb vegyi anyagok fejlesztési eredményeivel, a technológiák fejlődésével lehet sikeresen elérni. A cikkben a beton anyaga, összetevői szerinti csoportosítás néhány érdekes és szép példáján keresztül igyekszünk bemutatni a beton „sokszínűségét”.

20 Folyamatos innováció a  
vasbeton előregyártásban

CSADA LÁSZLÓ

## 21 A beton hűtése és fűtése

HARMATH LAJOS

22 Rekocrete SM4 lőtthabarc,  
lőtthabarc termékcsalád

SZAKÁCS ISTVÁN

## 23 Szakmai kiadványok

24 Kivitelező és betongyártó  
együttműködése a  
padlóépítésben

KASZÓNÉ SZÖNYI ÉVA

26 Betonvarrás Murexin  
módra

## 27 A TAKATA projekt kihívásai

CZIRJÁK JÁNOS

## 28 Hírek, információk



impresszum

## BETON

SZAKMAI LAP

2015. május-június • XXIII. évf. 5-6. szám

Kiadó és szerkesztőség:

**Magyar Cement-, Beton- és Mészipari Szövetség**

H-1034 Budapest, Bécsi út 120.

Tel.: 06-1/250-1629, Fax: 06-1/368-7628

mcsz@mcsz.hu, www.cembeton.hu

Felelős kiadó: Szarkándi János

Alapította: Asztalos István

Főszerkesztő: Kiskovács Etelka

telefon: +36-30/267-8544

Tördelő szerkesztő: Tóth-Asztalos Réka

A Szerkesztő Bizottság vezetője:

Asztalos István (tel.: +36-20/943-3620)

Tagjai: Csorba Gábor, Dévényi György, Klaus Einfalt, Fűr-Kovács Adrienn, Guth Zoltán, Dr. Hilger Miklós, Dr. Kausay Tibor, Kiskovács Etelka, Dr. Kovács Károly, Német Ferdinánd, Pethő Csaba, Polgár László, Dr. Révay Miklós, Dr. Szegő József, Szilvási András, Szilvási Zsuzsanna, Tóth Szabolcs, Urbán Ferenc, Zadravecz Zsófia

Nyomdai munkák: Pharma Press Nyomdaipari Kft.

Nyilvántartási szám: B/SZI/1618/1992

**WWW.BETONUJSAG.HU**

MÉDIAPARTNEREINK, KLUBTAGJAINK

- Atillás Bt. • Avers Kft. • A-Híd Zrt.
- Betonpartner Magyarország Kft.
- Beton Technológia Centrum Kft. • Cemkut Kft.
- CEMEX Hungária Kft. • Duna-Dráva Cement Kft.
- Frissbeton Kft. • Holcim Magyarország Kft.
- Lafarge Cement Magyarország Kft.
- Magyar Betonelemgyártó Szövetség
- Mapei Kft. • MC-Bauchemie Kft.
- Murexin Kft. • Sika Hungária Kft.
- Sakret Hungária Bt. • Wolf System Kft.

ÁRLISTA

Az árak az ÁFA- t nem tartalmazzák.

Médiapartneri díj

1 évre 1,5, 3, 6 oldal felületen:

Bronz támogató: 140 000 Ft és 5 újság;

Ezüst támogató: 280 000 Ft és 10 újság;

Arany támogató: 560 000 Ft és 20 újság

szétküldése megadott címre.

Hirdetési díjak médiapartner részére:

B IV borító 1/2 oldal 82 500 Ft;

B IV borító 1 oldal 154 000 Ft.

Nem médiapartner részére a fenti hirdetési díjak duplán értendők.

Hirdetési díjak belső oldalakon nem médiapartner részére: 1/4 oldal 71 000 Ft; 1/2 oldal 132 000 Ft; 1 oldal 246 000 Ft.

Előfizetés

Egy évre 5800 Ft. E-előfizetés 4400 Ft.

Egy példány ára: 580 Ft.

ISSN 1218 - 4837

Címlapon: Csiszolt betonpadló a repülőgépek kiállítóterében.

Forrás: Epo-Trend Kft.

# Szerelmem betonba öntve

SZILVÁSI ANDRÁS

Magyar Betonelemgyártó Szövetség



1. kép Bory-vár látkép (Fotók a várról: Szilvási András)

Székesfehérváron van egy vár, amelynek építését egy híres szerelmek ihlette, ez a Bory-vár. Bory Jenő (1879-1959) igazi polihisztor, építész, festő és szobrász volt. Kiváló építőmester, aki két kezével dolgozta meg a betont.

„A még 1912-ben, Székesfehérváron, a szőlőhegyen vett telken elkezdte a rajta lévő házat bővíteni. Évről évre folyik az építés, lesz benne festő műterem, szobrász műterem, támfalak, loggiák, 100 oszlopos

udvar, fürkék, tornyok kilátással a városra, a falakon költemények, melyek mind a ház asszonyát magasztalják. 500-ra tehető a műtárgyak száma, amik itt elhelyezésre kerültek. A legjobb művészek, Székely Bertalantól Csók Istvánig megtalálhatók itt egy vagy több alkotással. A vár a Guinness rekordok könyvében is szerepel, mint a világ legnagyobb építménye, amit egy ember egymaga saját két kezével felépített.”

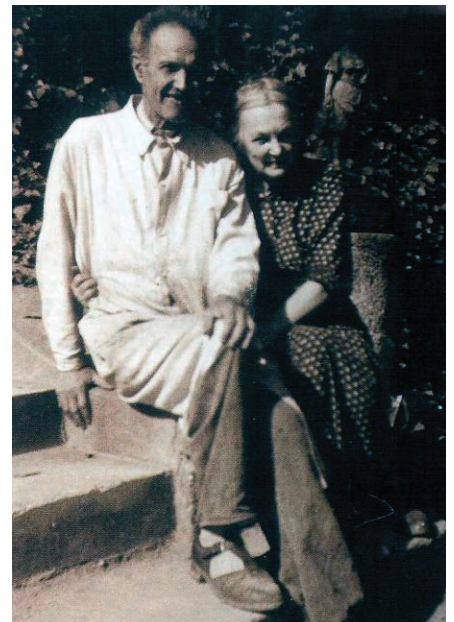
Wikipédia: Bory Jenő rövid életrajza



2. kép A belső udvart a kerengő felett körbe lehet járni, a téglabetétes mellvéd meghatározó eleme a betonoszlopos könyöklő

## Márvány síremlék egy szerelem emlékére

A világ hét csodája közül talán az egyik legszebb az indiai Taj Mahal, amelyet Shah Jahan mogul sah építtetett a XVII. században csodaszép felesége, Mumtaz Mahal halála után.



3. kép A művészházaspár 1958-ban, a Bory-várban (Forrás: bory-var.hu)



4. kép Minden kis helyet kihasználta az építő, hogy kedvenc anyagával, a betonnal valamilyen többletet hozzon létre. Ez a kis beton mellvéd részlet 80 éves



5. kép A homlokzati részleten jól látszik, hogy itt a beton nem szerkezeti, hanem díszítő elem, a korra jellemző megfogalmazással. Visszagondolva az idomok zsaluzási lehetőségére, nagyszerű felületi struktúrát ért el a mester. Tömör szerkezeti megjelenése ellenére a mellvéd és a többi homlokzati betondísz elem nem nyomja agyon a látványt



7. kép A belső udvar kerengője a beton szépségéről szól. Iker oszlopok, oszlopfőekkel és oszloptalpakokkal, mindegyik más és más. Néhol megfigyelhető az oszlopok készítésének a módja is, látható, hogy nem a mai értelemben vett sablonokkal készítették

Bory Jenő hitvallása az anyagról:

„Térjünk most egy reális kérdésre. Hogyan hozhatta össze ezt mind egyetlen ember? Szörnyű egyszerű a magyarázat. Ha a cement nem volna, a Bory-vár sem volna. Drasztikusan szólva: a Bory-vár egy betonkísérleti állomás. Van itt vagy 200 oszlop, hengeres, sima, mintha esztergálva volna, pedig mind-mind úgy készült, hogy kátránypapír-hengerbe öntöttem a híg betont, a kétszer körülsodort papírhengert dróttal átkötöttem. Kész az oszlopforma. Egy papírossal akár 10 oszlopot is meg lehet csinálni. A mozaikokat, feliratokat, pedig úgy, hogy egy deszkalapra a betűk negatívja ki volt rakva, s rá a beton, így egy darab lesz a betű a betonnal, soha le nem hámlik. Plasztikus feliratok a gipsznegatívba bevésve, rá a beton. Egy test. Kifogyhatatlan, lehetőség, lelemény. Ilyen építőanyag, mint a cement (beton) nem volt még az emberiség kezében.”



6. kép Két oldalon sorakoznak a magyarok királyai és nemes nagyjai, természetesen betonból. Szintén beton a talpzat az öntött díszekkel. A szobrok közötti bemélyedésekben beton padok vannak a megfáradt látogatók örömeire



8. kép Beton dombormű. Bory Jenő építészeti vallomásából lehet kikövetkeztetni: először van a gipsz, amelyből elkészíti a negatívot, majd a beton beöntésével megszületik a dombormű. A betont még itt is a maga természetes szépségéért használja, nincs rafinált felületi megmunkálás, utólagos felületkikészítés



9. kép Megkapó látvány a rózsablakon beszűrődő fény játéka a beton lapokból készült, fényezett padlón. Az anyag időtlenségét bizonyítja, hogy ezek a padlólapok 60-70 évesek. A beton alkalmas a nagyon karcsú oszlopok elkészítésére is. Kivételesen szép arányú ennek a térnek a belső megjelenése



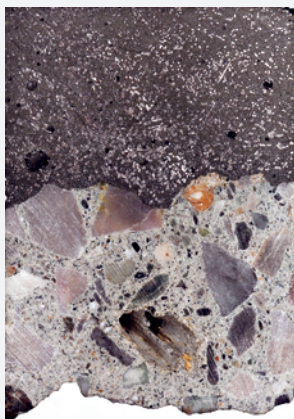
10. kép Az épület belső hangsúlyos elemei a beton oszlopok és a különösen szép beton korlát. Itt is megjelenik a beton díszítő festése. Az oszlopok beton textúráját szépen hangsúlyozza a mértékkel alkalmazott festés

## SZAKMAI KIADVÁNYOK

Az MCSZ kiadásában megjelent az **update 14/3** száma, melyben arról olvashatunk, hogyan újítható fel egy közlekedési műtárgy ultra nagy teljesítőképességű (UNT), szálerősítésű betonnal.

Az UNT szálbeton cementkötésű ágyazóanyag (mátrix), amely a cementen kívül reaktív finomszemű anyagokat, max. 1 mm szemnagyságú kvarchomokot és szálat tartalmaz.

Vízfelvétele elhanyagolhatóan kicsi, így a betonokra jellemző károsodási folyamatok nem is jöhetnek létre. A felső képen normál beton és UNT szálbeton érintkezési szakasza látható, látványosan szemléltetve a két anyag különbözőségét.



Egyre gyakrabban UNT szálbetonnal hoznak rendbe és erősítenek meg a használati követelményeknek már kevésbé megfelelő vagy károsodott infrastrukturális betonépítményeket, mint hidakat, pályalemezeket, terelőfalakat, konzolfejeket stb. Ezzel a módszerrel úgy teljesíthetők mind a statikai-szerkezeti követelmények, mind a fenntartás költség optimalizálási elvárásai, hogy közben a közlekedés résztvevői számára a lehető legkevesebb forgalomkorlátozást jelenti.

A kiadvány bemutat jónéhány, hidaknál elvégzett helyreállítási és megerősítési munkát.

Az alsó kép a montbovoni híd megerősítése és felújítása során készült 2013-ban, és az UNT szálbeton bedolgozását mutatja. A meglévő szerkezet teherbírását egyenes vonalú, külső vezetésű feszítéssel és 40 mm vastag, vasalt UNT szálbeton felső öv erősítéssel oldották meg. A hídon csak öt napos forgalomszünetet kellett tartani. A módszer további előnye, hogy a felújítás költsége a fele lett egy új helyettesítő híd létesítésének, illetve nem igényelt sok új nyersanyagot.

## HÍREK, INFORMÁCIÓK

### Elnök választás a MABESZ közgyűlésén

A 2015 április 1-én megtartott közgyűlés Vass Zoltánt, a FERROBETON Zrt. vezérigazgatóját egyhangúan választotta meg a MABESZ elnökévé.

A közgyűlésen Klaus Einfalt nem jelöltette magát a következő elnöki ciklusra és az elnökségi tagságáról lemondott. A Betonnépszerűsítő Platform elnöki teendőjét továbbra is ellátja, a platformot vezeti. Az elnökség tagjának Galló Ferencet, az SW-UMWELTECHNIK Kft. igazgatóját választotta meg a közgyűlés.



# A törökbálinti M0 autópálya burkolati betonmunkálatai

LÁNYI GYÖRGY LAFARGE Cement Magyarország Kft.

MEZEI JÓZSEF FRISSBETON Kft.

NESZTER RÓBERT TPA HU Kft.

ZADRAVECZ ZSÓFIA LAFARGE Cement Magyarország Kft.

Az M0 autópályájának 2x3 sávra történő bővítése kapcsán a FRISSBETON Kft. 2014 augusztusában kapott megbízást pályaburkolati beton gyártására. A 0+115 – 2+840 km szelvény közötti szakasz építési munkáinak megvalósítása sok kihívás elé állította a szakembereket.

Az építőipari projekt a betongyártó telephely ideális helyének kiválasztásával, a közművek, kiszolgáló létesítmények kialakításával és a talaj teherbíróvá tételének kivitelezésével indult el.

A keverőtelepet 2014. október elejére építették fel Törökbálinton, közvetlenül az építési nyomvonal mellé, a legtovábbi beépítési ponttól 1,4 km-re. A folyamatos betonkiszolgálás biztosításának érdekében a telepen három (2 db SIMEM keverőgép és 1 db EUROMIX 2000 SBM) mobil betonkeverőt helyeztek üzembe. A gépek egyenként 2,25 m<sup>3</sup> méretű keverődobbal rendelkeznek és 50 m<sup>3</sup>/h teljesítményre képesek. A projekt során kialakított kapacitásra az eddigi tervek alapján a teljes időtartam alatt szükség lesz. A betonozási munkát végző STRABAG Großprojekte GmbH napi 1300-1500 m<sup>3</sup> CP beton beépítését tervezi.

A beton pályaburkolatok építésére az e-UT 06.03.31 (ÚT 2-3.201), illetve a hézagaiban vasalt, kétrétegű és rétegenként eltérő összetételű, mosott felületképzésű betonburkolatú merev útpályaszerkezet építésére az e-UT 06.03.35 (ÚT 2-3.213) útügyi előírások vonatkoznak.

A szóban forgó kivitelezésnél mosott felületképzésű betonburkolatot alakítottak ki. A mosott felület a pályabeton felületének a friss felső betonrétegre kipermetezett kötőanyagkezelő és párazáró adalékszerrel való kezelése nyomán előállított makroérdes felület, amely kiváló csúszásellenállási tulajdonságain túlmenően csökkenti a járművek gördülő zaját is. A tender és a műszaki előírások figyelembe vétele mellett ehhez kapcsolódóan a betonburkolat alsó és felső betonjának megfelelő keverékterveit kellett elkészíteni, valamint alkalmassági dokumentációját összeállítani.

Az alsó és felső betonréteg akrilát bázisú folyósítószerrel és légbuborék képző adalékszerrel kerül legyártásra. Az XF4 kitéti (környezeti) osztály, azaz a fagy- és jégolvasztó sózással szembeni ellenálló képesség elnyerése a légbuborék képző adalékszerrel bevitt hatékony levegőtartalom miatt szükséges a megfelelő keverési idő meghatározása és annak betartása.

A teljes pályaszerkezet cserével készülő burkolat alaprége 20 cm vastagságú CKt-4, amelynek anyagai, összetétele és tulajdonságai az e-UT 06.03.52 (ÚT 2-3.207) előírásainak megfelelően kerültek meghatározásra és kivitelezésre. A beton pályaburkolat vastagsága 26 cm. A próbaszakaszhoz és a kivitelezéshez a LAFARGE Királyegyházi CEM II/B-S 42,5 N (Kék) cementje mellett döntöttek, mint a fenti felhasználási területhez legjobban illeszkedő beton alapanyag.

## A próbaszakasz tapasztalatai

2014 novemberében történt meg a próbaszakasz betonjának legyártása és beépítése.

A próbaszakasz készítése során a Frissbeton telepe különösen jól teljesített. Mind a minőség, mind a teljesítmény tekintetében jól vizsgázott. Az eredmény eléréséhez elengedhetetlen volt a TPA együttműködése a megfelelő keveréktervek és a gyártásfelügyelet terén.

	Alsó réteg	Felső réteg
Tervezett beton-minőség	CP4/2,7-XF4-32-S1	CP4,5/3,5-XF4-11-S1
Keverő típusa	SIMEM 2,25 keverő (2 db)	EUROMIX 2000 SBM 2,25 keverő (1 db)

Szakembereink számára az alapanyagok (bazalt, cement) beszállításának logisztikai feladatai jelentettek nagy kihívást. A földrajzi távolságok és a napi igényelt mennyiségek kiemelten precíz és megbízható munkát igényelnek az alkotóanyagok beszállítói, többek között a LAFARGE kollégáitól is. A cement esetében a jó partneri kapcsolat, a szak tudás és a Királyegyházi Üzemmel időben egyeztetett ütemterv sikerre vitte a projektnek ezen részét.

Bazalt esetében a depótér növelésével, valamint a technológiából adódó öntözővíz összegyűjtésének elvezetése, kezelése illetve visszaforgatása jelentette a megoldást, melyet a megfelelő méretű

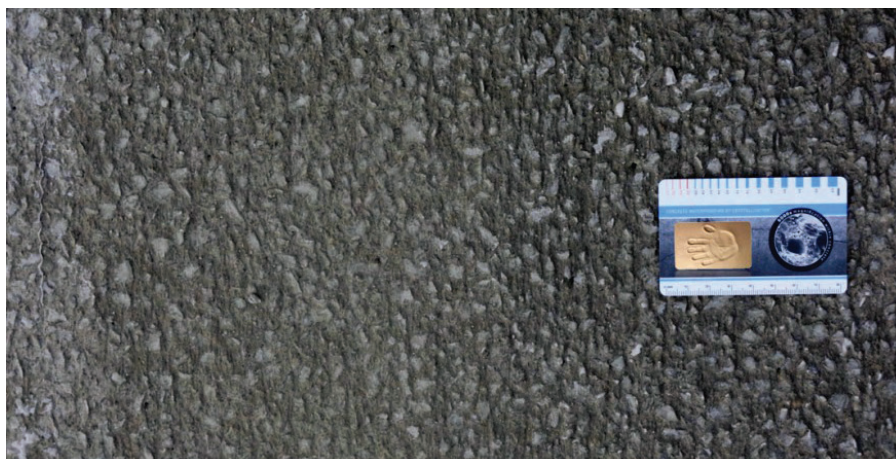


1. kép Beton pályaburkolat készítő géplánc kivitelezés közben



2. kép A próbaszakasz kivitelezési munkái  
 ülepítő medence, puffer tartály és szivattyúk segítségével tesznek kezelhetővé.

A próbaszakasz építése közben már az első köbméterek után a helyszínen látszott, hogy a nagy gondossággal összeállított betonösszetételek alapján tud a



3. kép Beton pályaburkolat felső rétegének mosott beton kialakítása

betongyár a továbbiakban dolgozni. Az elkövetkezendő 1,5-2 hónap alatt a be-

dolgozás fegyelmezettségével igen szép betonfelületek alakultak ki.

## CÉGHÍREK

# A Lafarge és a Solidia alacsony széntartalmú építőipari megoldással lép piacra

ZADRAVECZ ZSÓFIA LAFARGE Cement Magyarország Kft.

A Lafarge újabb mérföldkőhöz érkezett az amerikai Solidia Technologies® start-up vállalkozással, amikor aláírták együttműködési megállapodásukat annak az innovatív technológiai megoldásnak a piacra bocsátásáról, amelynek köszönhetően jelentősen csökkenhetnek a betonelemek előregyártása során keletkező környezeti hatások.

A szabadalmaztatott technológia lehetővé teszi a cement előállításakor keletkező szén-dioxid kibocsátás csökkentését, és hasznosítja a szén-dioxidot az előregyártott beton előállítása során. Így a teljes gyártási eljárás során mintegy 70%-kal csökkenthető az ökológiai lábnyom.

A megállapodás értelmében a Lafarge világszerte jogosult a technológia kereskedelmi forgalomba bocsátására. A Lafarge a Solidiával együttműködésben teljes körű megoldást kínál: környezetkímélő cementet és szén-dioxid segítségével előállított betont.

A kereskedelmi forgalomba hozatal először néhány kulcsfontosságú piacon történik meg Észak-Amerikában és Európában a betonelemek gyártása úgy, mint térburkolatok, tetőcserepek és falazóelemek területén.

Ez az együttműködés jól tükrözi a Lafarge elkötelezettségét olyan innovatív piaci megoldások terén, melyek hozzájárulnak ahhoz, hogy jobb városok keljenek életre. A Lafarge több mint 20 éve dolgozik azon, hogy csökkentse ökológiai lábnyomát, különösképpen a szén-dioxid kibocsátásának terén. Utóbbi területen a cement tonnánkénti kibocsátását az 1990-es évekhez képest 26%-kal csökkentette.

Az áttörést eredményező technológiai újítás során a Solidia új kötőanyagot fejlesztett ki, amely a hagyományos portlandcementekhez hasonló alapanyagokból, hagyományos forgókemencében készül. Alacsonyabb hőmérsékleten állítják elő, eltérő kémiai reakció során, amely kevesebb szén-dioxid keletkezését idézi elő.

A Solidia Cement™ későbbi, beton előregyártásban történő felhasználása közben szén-dioxid hozzáadása és megkötése során szilárdul (karbonátosodás), egy szabadalmaztatott kezelési eljárás folyamán, amely a teljes ökológiai lábnyomot akár 70%-kal is csökkentheti.

A hagyományos beton előregyártó üzemi körülmények között előállított

Solidia Beton™ jobb teljesítménymutatókkal rendelkezik, végszilárdságát kevesebb, mint 24 óra alatt éri el, szemben a szokványos portlandcementből készült előregyártott beton 28 napos szilárdulásával. Ez jelentős energia- és költségmegtakarítást tesz lehetővé az előregyártó betonüzemek számára.

A Lafarge 2013 óta folytatja együttműködését a Solidia Technologies vállalattal, hogy az ipar számára elérhetővé tegye ezt a technológiát.

A Lafarge kutatói és műszaki szakértői azért dolgoztak a Solidiával, hogy bizonyítsák a kereskedelmi mennyiségben történő gyártás megvalósíthatóságát hagyományos cementgyári körülmények között. 2014 áprilisában a Lafarge és a Solidia tudósaiból álló közös csapat a Lafarge Whitehalli Cementgyárában (Egyesült Államok) folytatott teljeskörű próbaüzem során alátámasztotta a Solidia cement csökkentett ökológiai lábnyomát és kereskedelmi életképességét. Az elkészített cement a későbbiekben számos észak-amerikai és európai előregyártó üzemben került felhasználásra, akik szintén megerősítették a Solidia kezelési technológiájának alkalmasságát; valamint falazóelemek, tércövek, tetőcserepek gyártására használták fel, melyet a kereskedelemben is tesztelnek. Az együttműködésben végzett tesztelés, melyet nagy számú ügyféllel folytattak le az elmúlt hónapokban, bebizonyították a Solidia betontermékek kiváló minőségét és költséghatékonyságát is.

2014 decemberében a Lafarge a Solidia Technologies befektetőjeként a Solidia Igazgatótanácsához is csatlakozott.

# Szálak jellemzőinek változása betonban való keverés hatására

CZOBOLY OLIVÉR okleveles szerkezet-építőmérnök, doktorandusz  
czoboly.oliver@epito.bme.hu, czobolyoli@gmail.com  
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

BALÁZS L. GYÖRGY okl. építőmérnök, PhD, Dr.-habil, egyetemi tanár, a  
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék vezetője  
balazs@vbt.bme.hu

Világszerte egyre szélesebb körben alkalmaznak szálerősítésű betont. Több külföldi és hazai példa bizonyította már a szálerősítésű betonok kedvező tulajdonságait. Megfelelően megválasztott szálerősítéssel kedvezően lehet befolyásolni a frissbetonok, illetve a megszilárdult betonok jellemzőit. Mint ismeretes, a szálerősítésű betonok tulajdonságait jelentősen befolyásolja, hogy milyen szálakat és mekkora mennyiségben alkalmazunk. A gyártói leírásokból tudhatjuk, hogy a szálaknak milyen húzószilárdsága, hossza, felületi jellemzője, alakja van a keverés előtt. Azonban a beton jellemzőit a szálak bekeverését követő paraméterei határozzák meg.

Felmerül a kérdés, hogy vajon a szálak jellemzőit jelentősen befolyásolja-e a betonban való keverés. Jelen kutatásunkban azt vizsgáltuk, hogy a különféle anyagú és alakú szálak hogyan viselkednek betonban való 2-30 perc keverés során. Azt tapasztaltuk, hogy egyes szálak jellemzői keverés hatására megváltozhatnak. A tulajdonság változása nagymértékben függött a vizsgált szál típusától. Egyes szálak a keverés hatására károsodtak. Jelen cikkünkben összefoglaltuk az általunk vizsgált acél, műanyag, bazalt és kender szálak betonban való keverés hatására tapasztalt jellemző tulajdonság változásait, károsodásait.

## 1. Bevezetés

A szálerősítés több mint száz éves múltra tekint vissza. A szálerősítés első alkalmazójaként A. Bernardot tekintik, aki már 1874-ben alkalmazott szabálytalan alakú vashulladékot a beton tulajdonságának javításához [1]. J. P. Romualdi 1965-ben szerzett acélhuzal erősítésű betonra szabadalmat [2]. Azóta a kedvező tapasztalatok miatt egyre többféle anyagú, alakú és hosszúságú szálakat fejlesztettek ki. Egyes szálakat a friss beton, míg más szálakat a megszilárdult beton tulajdonságainak javítása miatt alkalmazzák.

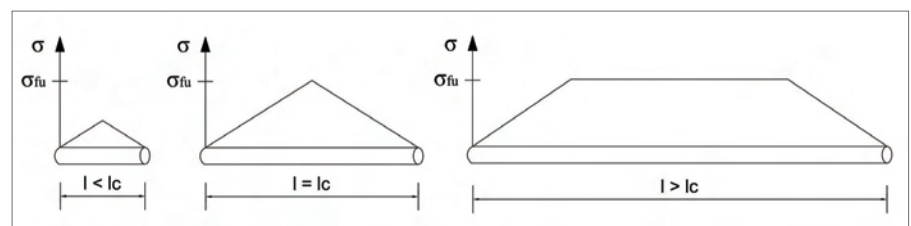
A szálerősítésű betonok megfelelő tulajdonságának eléréséhez nagyon fontos, hogy a szálak egyenletesen elkeveredjenek a betonban. A szálgyártók megadják azt a minimális elkeveredési időt, ameddig legalább keverni kell a betont a szál keverékbe való adagolását követően.

Fontos kérdés azonban, hogy milyen hatással van a szálak tulajdonságaira és így a szálerősítésű beton tulajdonságaira, ha a minimálisan előírt ideig vagy annál

hosszabb ideig keverjük a szál beadagolását követően a betont. Vajon a keverés hatására a szálaknak mely tulajdonságai változnak kedvezően, illetve hátrányosan? Jelen kutatásunkban azt vizsgáltuk, hogy a különféle anyagú és alakú szálak hogyan viselkednek eltérő időtartamú (a szálak adagolását követő 2-30 perces) keverés hatására.

## 2. Szakirodalmi áttekintés

Naaman és Najm [3] szerint a szálerősítésű betonoknak szinte minden tulajdonsága függ a szálak tapadásától. Több kutatás [4, 5, 6, 7] foglalkozott



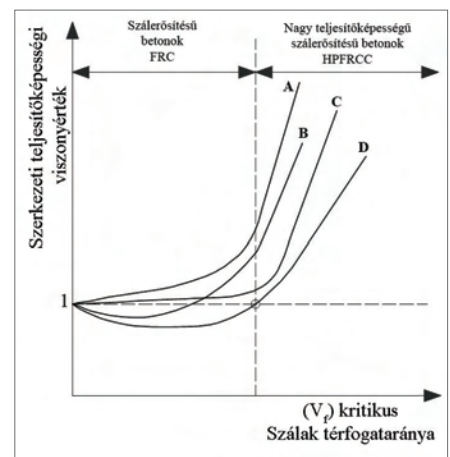
1. ábra Kialakuló húzófeszültség a szálak hosszától függően [9]  
( $l_c$  – kritikus hossz=a szálak az a legkisebb hossza, amikor a szál elszakad és nem kihúzódik az ágyazóanyagból)

azóta is a különböző anyagú szálak tapadásával.

Balázs és Polgár [8] szerint a szálak tapadása elsősorban a szálak anyagától, alakjától, felületi kialakításától, az ágyazóanyag mechanikai tulajdonságaitól, a száltartalomtól és a terhelési sebességtől függ. Ennek megfelelően a szálak felületének, alakjának változása is szinte minden tulajdonságát befolyásolja a szálerősítésű betonoknak.

A szálak optimális alkalmazásához fontos az is, hogy kellő hosszúságúak legyenek a szálak a bedolgozást követően. Ha túl rövidek a szálak, akkor a betonból könnyen kihúzódnak, és így a szálak lehetséges teherbírását nem lehet teljesen kihasználni (1. ábra). Éppen ezért fontos megvizsgálni, hogy a keverés hatására a szálak hossza változik-e?

A szálak egyenletes elkeveredése ugyancsak nagyon fontos. Ha a szálakat nem megfelelően dolgozzuk be, akkor a szálak a beton tulajdonságait kedvezőtlenül is befolyásolhatják (2. ábra). A nem megfelelő elkeveredés miatt egyes részeken túl sok szál lesz, a cementpép nem tudja megfelelően körülvenni (1. kép), melyeknek így nem lesz megfelelő tapadásuk a betonhoz, míg más részekre



2. ábra Szálerősítésű beton jellemzőjének lehetséges alakulása a száltartalom növelésével (Sematikus ábra: A, B, C, D görbék: különféle szálak, illetve bedolgozási viszonyok esetén [10])





1. kép Szálak csomósodása beton elemében

a tervezettnél kevesebb szál jut. A kevesebb szál pedig a tervezetthez képest kevésbé tudja kifejteni kedvező hatását. Ennek elkerülésére a szálgyártók meg szokták adni a minimális keveredési időt, amennyit keverni kell a betont a szálak betonba való adagolását követően.

A szálerősítésű betonok tervezett tulajdonságainak eléréséhez kiemelten fontos a megfelelő bedolgozás is. Különös figyelmet kell fordítani arra, hogy a szálak ne süllyedjenek le, vagy éppen ne ússzanak fel bedolgozás közben a betonban. Az acélszálak testsűrűsége  $7850 \text{ kg/m}^3$ .

Emiatt túlzott tömörítés esetén lesüllyedhetnek a szerkezeti elem aljára, míg a műanyag szálak viszonylag kis ( $890 \text{ kg/m}^3$ ) testsűrűsége miatt esetleg felúszhatnak a szerkezeti elem tetejére.

Korábbi kutatások foglalkoztak a szálak korróziójával, vegyi bomlásával. Kimutatták, hogy a beton lúgos kémhatása miatt egyes szálak (pl. üvegszálak egyes típusai, természetes szálak) idővel károsodhatnak a betonban [11], míg az acélszálakat épp a beton lúgos kémhatása védi a korróziótól. Azzal azonban eddig kevesen foglalkoztak, hogy a szálak tulajdonságai a betonban való keverés hatására is megváltozhatnak-e?

### 3. Elvégzett kísérletek

Kutatásunk során két fajta acél anyagú (egy bevonat nélküli és egy réz bevonatú) szálát, három fajta makro műanyag szálát, két eltérő hosszúságú bazalt szálát és egy fajta kender szálát vizsgáltunk (1. táblázat). (Az MSZ EN 14889-2:2007 [12] szabvány alapján makro műanyag szálaknak nevezzük azokat a műanyag szálakat, amelyek átmérője nagyobb  $0,3 \text{ mm}$ -nél.)

Jele	Anyag	Szálhossz [mm]	Szálátmérő [ $\mu\text{m}$ ]	Sűrűség [ $\text{kg/m}^3$ ]	Szakítószilárdság [ $\text{N/mm}^2$ ]
S-1	acél	50	1000	7850	1000-1200
S-2	acél (rézbevonat)	12	200	~ 7850	3000
P-1	műanyag (módosított olefin)	48	~ 800	900-920	640
P-2	műanyag (poliolefin)	50	500	910	510
P-3	műanyag (szintetikus polifil)	54	320	910	> 500
B-1	bazalt	12	13-20	~ 1900	
B-2	bazalt	24	13-20	~ 1900	
H-1	kender szálköteg	50	~ 1400	~ 930	

1. táblázat Alkalmazott szálak jellemzői betonban való keverés előtt

Anyag	Típus		Tömeg [ $\text{kg/m}^3$ ]	Térfogat [ $\text{liter/m}^3$ ]
Adalékanyag	0/4 mm frakció	45%	824	311
	4/8 mm frakció	55%	1008	380
	$\Sigma$	100%	1832	691
Cement	CEM I 42,5 N		380	123
Szál	...		...	...
Víz	$m_w/m_c =$	43,0%	163	163
Folyósító $m_c\%$		0,70%	2,66	2,66
Levegő				15

2. táblázat Alkalmazott betonösszetétel

Mindegyik keverékünkhöz azonos betonösszetételt és konzisztenciát (F4 konzisztencia osztályt) alkalmaztunk. A keverékekhez kvarckavics adalékanyagot használtunk ( $d_{\text{max}}=16 \text{ mm}$ , finomsági modulus = 5,6 volt). Az alkalmazott adalékanyag szemmegoszlási görbéjét a [13] cikk tartalmazza. Az alkalmazott betonösszetételt a 2. táblázatban adtuk meg. Az egyes keverékeknél a szál típusát, a száltartalmat és a folyósító adalékszer (Glenium C300) mennyiségét változtattuk. A betonkeverést minden esetben függőleges tengelyű kényszerkeverővel végeztük. A szálak adagolása minden esetben a már megkevert friss betonhoz történt.

Kutatásunkhoz kidolgoztunk egy olyan eljárást, amivel akár a kis méretű (néhány  $\mu\text{m}$  hosszúságú) szálakat is – további sérülés nélkül – el tudtuk különíteni a friss betontól. Ennek köszönhetően vizsgálni tudtuk a szálak tulajdonságainak változását a keverés előtti állapothoz képest.

### 4. A szálak jellemzőinek változása betonban való keverés hatására

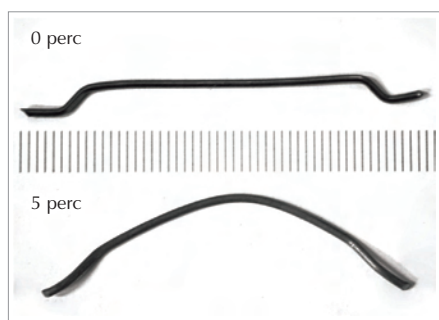
Vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy a különféle szálak jellemzői eltérően módosulnak a keverési idő változtatásával. A szál anyagától, gyártási technológiájától, bevonatától, méretétől, felületi kialakításától függően eltérő sérülési módokat tapasztaltunk. Vizsgálati eredményeink szerint a károsodási módokat legjobban a szálak anyaga határozta meg, így az 3. táblázatban összefoglaltuk a különböző anyagú szálak jellemző sérülési módjait.

A bevonat nélküli acélszál esetén nem tapasztaltunk jelentős változásokat a keverés hatására. A keverés során egyes szálak kis mértékben meghajoltak, alakjuk deformálódott (2. kép). Ez azonban feltehetően nem befolyásolja jelentősen a szálerősítésű beton jellemzőit. A réz bevonatú acélszálak esetén – az alak deformációján túlmenően – a keverés során a bevonat fokozatos kopását is tapasztaltuk [13].

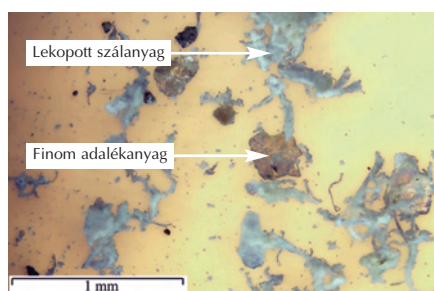
A makro műanyag szálak felülete a keverés hatására megváltozott. A szálak felületi mintázata elkezdett lekopni és a felület elkezdett bolyhosodni, így a felület érdessége is változott (3. kép). Azt tapasztaltuk, hogy a keverési idő növelésével a szálfelület bolyhosodása fokozódott. A bolyhosodás minden általunk vizsgált makro műanyag szálon megfigyelhető volt. A különféle makro műanyag szálak bolyhosodásának mértéke

Szál típusa	Szálak lehetséges sérülési módjai friss betonban való keverés hatására	Lásd	
acélszál	alak deformációja	2. kép	
	felületi bevonat kopása	[13]	
makro műanyag szál	kopás	felületi mintázat kopása	3. kép
		szálanyag kopása	4. kép
		felület bolyhosodása	3. kép
	szálvégről kiinduló károsodás	szálasodás	5.a. kép
		szálvég szétnyílása	5.b. kép
		szál szétválása	5.c. kép
	szál roncsolódása	zúzódás	5.d. kép
		szál megnyílása	5.g. kép
		bemetsződés	5.e. kép
		szálrövidülés, ill. szálszakadás	5.f. kép
	adalékanyag benyomódása a szálba	5.h. kép	
bazalt mono szál	szálrövidülés	7. kép	
kender fonat szál	fonat szétválása	8. kép	

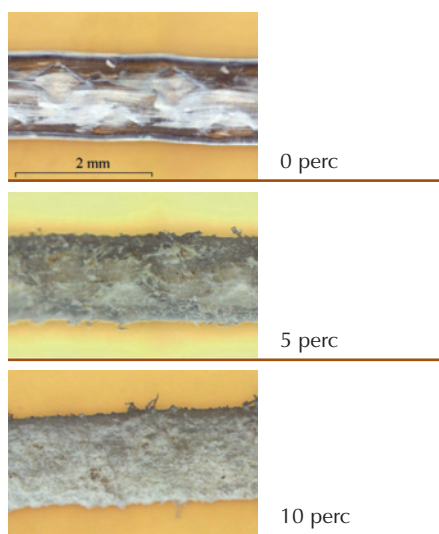
3. táblázat Szálak lehetséges károsodási módjai friss betonban való keverés során



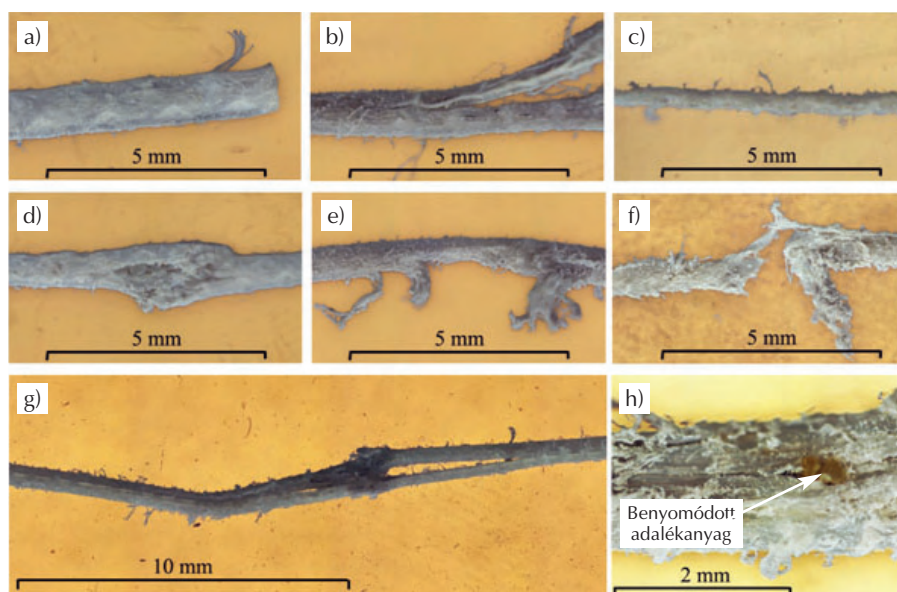
2. kép Acélszál (az 1. táblázat alapján S-1 jelű szál) alakja keverés előtt (0 perc) és 5 perc keverés után



4. kép Makro műanyag szálak (az 1. táblázat alapján P-2 jelű szál) keverés közben lekopott szálanyaga



3. kép Makro műanyag szálak (az 1. táblázat alapján P-1 jelű szál) felületi mintájának kopása és a felület bolyhosodása (a fényképek mellett a szálak betonban való keverésének ideje látható)



5. kép Makro műanyag szálak jellegzetes károsodása (képen vegyesen láthatók az 1. táblázat alapján P-1 és P-2 jelű szálak) a) szálasodás, b) szálvég szétnyílása, c) szál szétválása, d) zúzódás, e) bemetsződés, f) szálrövidülés, g) szál megnyílása, h) adalékanyag benyomódása a szálba

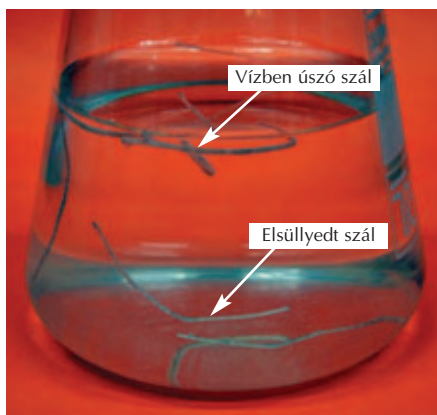
eltérő volt a szálak anyagától és felületi kialakításától függően. Ugyanabból a keverékből, azonos keverési idő után kiszedett szálak bolyhosodásának mértéke is eltérő volt. Ez azzal magyarázható, hogy a szálakat eltérő hatások érték a betonban. Volt, amelyik szál közvetlenül érintkezett a keverődob szélével, vagy lapátjaival, míg más szálak kizárólag a betonmátrixszal kerültek kapcsolatba. Sőt, egyes esetekben egy szál hossza mentén is szemmel látható különbségeket tapasztaltunk a szál kopottságában. A speciális elválasztási eljárásnak köszönhetően a frissbetontól el lehetett különíteni a szálanyag kopási maradékát (4. kép). Vizsgálataink alapján a lekopott szálanyag mennyisége függött az alkalmazott szál típusától. Minden általunk vizsgált makro műanyag szál esetén azonban a lekopott szálanyag mennyisége nőtt a keverési idő növelésével.

A keverés hatására (már 2 perc keverés után is) megfigyelhető volt egyes makro műanyag szálak károsodása. A keverés kezdetén a szálak vége elkezdett szálasodni (5.a. kép), majd a szálvég szétnyílása következett be (5.b. kép). A szétnyílás fokozatosan növekedett keverés közben a szál hossza mentén, míg végül a szál két vékonyabb részre szétvált (5.c. kép). Volt olyan szál is, amelyiknél a szálnak mind a két vége elkezdett szétnyílni a keverés hatására. A betonban való keverés közben voltak olyan szálak, melyeket erős mechanikai hatás ért. (A keverőlapátok és a dob fenéklemeze, illetve palástja közötti részbe adalékanyag szemek szorulhatnak be, melyek a keverő

fokozott kopását eredményezhetik [14]. Előfordulhat, hogy a beszorult adalékanyag mellé műanyag szálak kerülnek, így lokális sérülés keletkezhet a makro műanyag szálon.)

Vizsgálataink során megfigyeltünk olyan makro műanyag szálakat is, amelyeken lokális zúzódás (5.d. kép) alakult ki. Egyes esetekben a száleresztmetszetebe való bemetsződés (5.e. kép) alakult ki, míg más esetben a szál megnyílása (5.g. kép) következett be. Nagyobb lokális behatás esetén, illetve a keverés közben fellépő igénybevételek miatt szálszakadás (szálak rövidülése) is előfordult (5.f. kép).

Mikroszkópos vizsgálatokkal kimutattuk, hogy a szálak bolyhosodott felületére a finom frakció hozzátapadt, egyes esetekben az adalékanyag benyomódott a szálakba (5.h. kép). Ennek hatására a makro műanyag szálak testsűrűsége megnőtt. Korábban a szálak úsztak a víz tetején (testsűrűségük hozzávetőlegesen  $890 \text{ kg/m}^3$  volt), keverés után azonban egyes szálak a vízben lebegtek (testsűrűségük hozzávetőlegesen  $1000 \text{ kg/m}^3$ -re nőtt), más szálak elsüllyedtek (testsűrűségük nagyobb lett, mint  $1000 \text{ kg/m}^3$ ) (6. kép). Azonban továbbra is maradtak olyan szálak, amelyek a vízben úsztak.

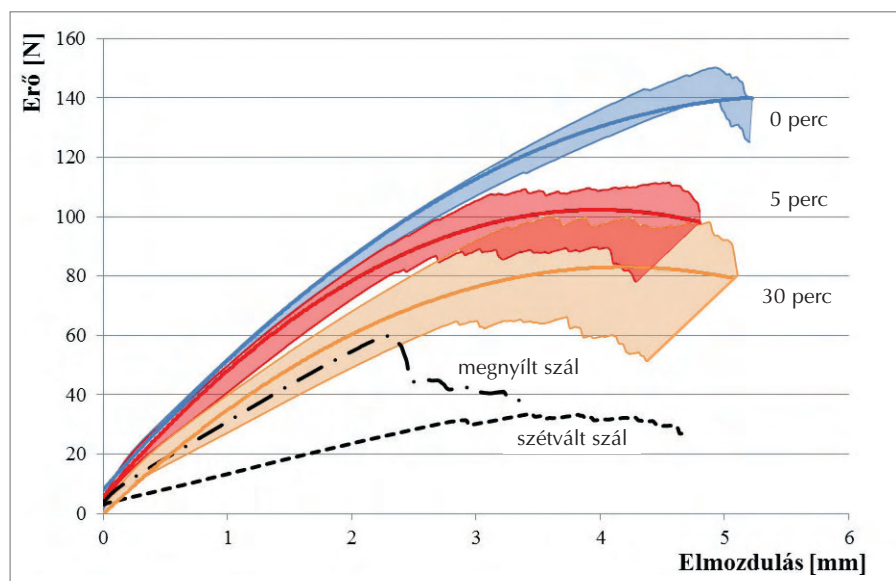


6. kép A makro műanyag szálak testsűrűség változása a szálba benyomódott adalékanyag szemcsék, illetve a szál felületén megtapadt szemcsék miatt

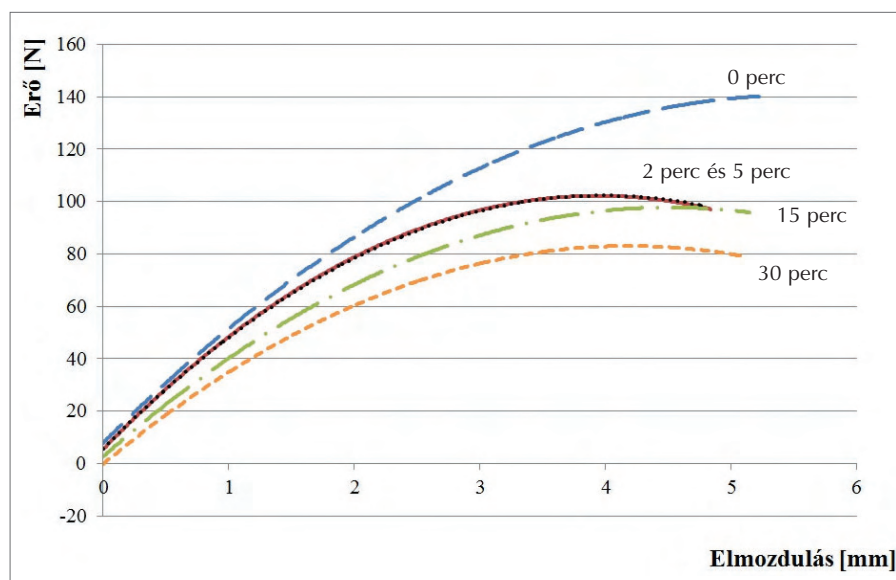
A szálak frissbetonba való bekeverését követő 2, 5, 15, illetve 30 perc keverés után mintát vettünk a frissbetonból, amiből a szálakat elkülönítettük. A P2 típusú makro műanyag szálakon szakító vizsgálatot végeztünk. A vizsgálatokat az MSZ EN 14889-2:2007 [12] szabványnak megfelelően minden keverési idő esetén 30-30 szálon végeztük el, ahol a terhelési sebesség  $10 \text{ mm/min}$  volt. A 3. ábrán összefoglaltuk a szálszakítás vizsgálati eredményeit keverés nélküli, 5 perc

illetve 30 perc keverés után. A 3. ábrán vastag, folytonos vonalak a 30-30 db szál vizsgálati eredményeink átlagára illesztett, másodfokú görbét jelentik. A vastag, folytonos vonalak körüli színezett területek a 30-30 db szál vizsgálati eredményeinek szórási tartományát adják meg. Az általunk vizsgált makro műanyag szálak esetén a szakítóerő nagysága a betonban való keverés hatására csökkent. Megfigyelhető továbbá a 3. ábrán, hogy az általunk vizsgált makro műanyag szálak erő-alakváltozás görbéinek terjedelme nőtt a keverési idő növekedésével. Mérési eredményeink alapján a szálak

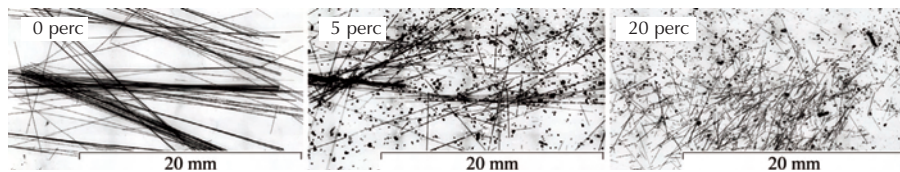
erő-alakváltozás görbéinek meredeksége is csökkent a keverési idő növelésével. Ez feltehetően azzal magyarázható, hogy a szálak keresztmetszete az anyag kopása, illetve a sérülések miatt csökkent. A 3. ábrán továbbá feltüntettünk két szemmel láthatóan sérült szál szakítóvizsgálatának eredményét is (szaggatott és pont-vonal jelöléssel). Az egyik szál esetén a szál közepénél egy megnyílást tapasztaltunk (5.g. kép), míg a másik szál esetén a szál szétvált, így a keresztmetszete hozzávetőlegesen felére csökkent (5.c. kép). (A szaggatott és a vonal-pont jelölésű eredmények 1-1 szál vizsgálati ered-



3. ábra Szálak erő-elmozdulás görbéi (az 1. táblázat alapján P-2 jelű szál) keverés nélküli, 5 perc, illetve 30 perc keverés után (vastag, folytonos vonalak 30-30 szál vizsgálati eredményének átlagára illesztett másodfokú görbe, színes területtel a mérési eredmények szórási tartománya látható, szaggatott vonallal 1 db szétvált szál, míg pont-vonal jelöléssel 1 db megnyílt szál vizsgálati eredménye látható)



4. ábra Szálak erő-elmozdulás görbéi (az 1. táblázat alapján P-2 jelű szál) keverés nélküli, 2, 5, 15, illetve 30 perc keverés után (egy-egy görbe 30-30 szál vizsgálati eredményének átlagára illesztett másodfokú görbe, 2 perc - folytonos vonal és 5 perc - pontvonal részben egymásra ráfed)



7. kép Mono bazalt szál betonban való keverés hatására tapasztalható szálrövidülése

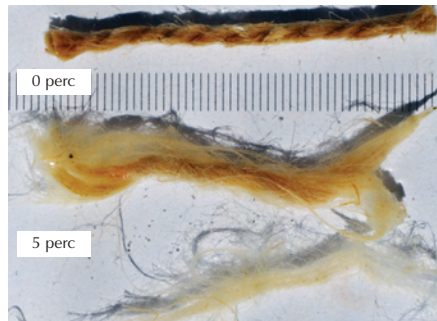
ménye.) Tehát a makro műanyag szálak keverés közben előforduló károsodásai kimutathatóan befolyásolják az adott szál mechanikai viselkedését.

A 4. ábrán látható 30-30 db szál szakítóvizsgálatához tartozó átlag erő-elmozdulás görbéire illesztett másodfokú polinomok keverés nélküli, 2, 5, 15 és 30 perc keverés utáni szálak esetén. Ez alapján látható, hogy a betonban való keverési idő növelésével a makro műanyag szálak átlag erő-elmozdulás görbéi csökkentek.

Mérési eredményeink alapján a betonban való keverés hatására bekövetkező szálkárosodás és ezzel együtt a szálak szakítóerő csökkenése jelentősen függ a felhasznált száltól (szál anyaga, szilárdsága, felületi kialakítása, méretei). Emellett a szálak károsodásának mértékét feltehetően jelentősen befolyásolják pl. a frissbeton tulajdonságai (adalékanyag érdessége, adalékanyag aránya, adalékanyag szemmegoszlása, adalékanyag szilárdsága, adalékanyag sűrűsége, frissbeton konzisztenciája), keverés módja, keverőlapátok kopottsága, egyszerre kevert beton mennyisége, szálak bekeverésének módja (a szálakat szárazkeverékhez vagy frissbetonhoz adagolják-e).

A mono bazaltszálak esetén azt tapasztaltuk, hogy a szálak a betonban való keverés hatására jelentősen lerövidültek (7. kép). A keverési idő növelésével a szálak átlag hossza folyamatosan csökkent. A szálrövidülésre hajlamos szálak alkalmazása esetén érdemes a tervezett keverési móddal és betonösszetétellel meghatározni a szálrövidülés mértékét. Célszerű a szálrövidülés mértékének ismeretében meghatározni az alkalmazandó szálhosszat és a keverési időt.

Kezeletlen kender fonatból készített szálnál megvizsgáltuk, hogy keverés hatására történik-e változás a szál tulajdonságaiban (8. kép). Vizsgálataink során megállapítottuk, hogy már 5 perc keverés hatására a fonat elkezdett szétválani. Hosszabb idejű keverés hatására elemi kender szálakra vált szét, mely már a megszilárdult beton mechanikai tulajdonságait nem tudja jelentősen javítani. Ezek alapján a kender fonatból készült szálnál nem csak a vegyi hatások elleni



8. kép Kender szálfonat szétválása betonban való keverés hatására

védelem miatt, hanem a mechanikai károsodások miatt is érdemes valamilyen bevonatot alkalmazni, ami képes a szálfonatot egyben tartani.

Vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy az általunk ismertetett egyes károsodási módok már rövid (akár 2 perc) betonban való keverés után is megfigyelhetőek voltak, azonban a keverési idő növelésével a károsodás mértéke és a károsodott szálak aránya folyamatosan nőtt. A keverés során tapasztalt szálsérülések akár a szálerősítésű beton egyes tulajdonságait kedvezően is befolyásolhatják (pl. makro műanyag szál testsűrűség növekedése, felület érdesedése). Vannak olyan szálsérülések, amelyek várhatóan nem befolyásolják jelentősen a szálerősítésű beton tulajdonságát (pl. acélszálak alakjának deformációja). Azonban egyes károsodási módok (szálszakadások, szálrövidülések, szálszétválás) akár ronthatják is a szálerősítésű betonok tulajdonságait.

Ennek megfelelően érdemes lenne megvizsgálni a felhasználás előtt, hogy az egyes keverési feltételek, betonösszetételek esetén milyen típusú és milyen mértékű szálsérülés tapasztalható, és annak milyen hatása van a szálerősítésű betonokra.

### 5. Megállapítások

Jelen kutatásunk során azt vizsgáltuk, hogy a különféle anyagú és alakú szálak hogyan viselkednek eltérő időtartamú (szál adagolást követő 2-30 perces) betonban való keverés hatására. Kutatásunk során két fajta acél anyagú (egy bevonat nélküli és egy réz bevonatú) szálát, három fajta makro műanyag szálát, két eltérő hosszúságú bazalt szálát és egy fajta kender szálát vizsgáltunk.

Kifejlesztettünk egy eljárást, amivel akár a kis méretű (néhány  $\mu\text{m}$  hosszúságú) szálakat is – további sérülés nélkül – el tudtuk különíteni a friss betontól. Ennek köszönhetően vizsgálni tudtuk a szálak tulajdonságainak változását a keverés előtti állapothoz képest.

Vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy a különféle szálak tulajdonságai eltérően változnak a keverési idő növelésével. A keverés hatására néhány szálon károsodásokat lehetett megfigyelni. A szál anyagától, gyártási technológiájától, bevonatától, méretétől, felületi kialakításától függően eltérő károsodási módokat tapasztaltunk.

Az acélszálak esetén a szálak alakja deformálódott, illetve ha volt bevonata (pl. réz), akkor az elkezdett lekopni. A makro műanyag szálak esetén többfajta károsodási módot figyeltünk meg. Vizsgálataink alapján az egyes makro műanyag szálltípusoknál más-más károsodási mód volt jellemző. A bazalt anyagú mono szálakon hosszú idejű keverés esetén jelentős szálrövidülést tapasztaltunk. Míg a kender fonatból készült szálak esetén a fonat szétválását, illetve az elemi szálak rövidülését figyeltük meg.

Ugyanabból a keverékből, azonos keverési idő után kiszedett szálak károsodásának módja és mértéke eltérő volt. Ez azzal magyarázható, hogy a szálakat eltérő hatások érték a betonban. Volt, amelyik szál közvetlenül érintkezett a keverődob szélével vagy lapátjaival, míg más szálak kizárólag a betonmátrixszal kerültek kapcsolatba. Egyes esetekben akár a szál hossza mentén is szemmel látható különbségeket tapasztaltunk a szálak állapotában.

A keverés során tapasztalt szálsérülések akár a szálerősítésű beton egyes tulajdonságait kedvezően is befolyásolhatják, azonban vannak olyan jellegű szálsérülések, melyek várhatóan nem befolyásolják jelentősen a szálerősítésű beton tulajdonságát, vagy akár a szálerősítésű betonok tulajdonságainak romlásához is vezethetnek.

Ennek megfelelően érdemes a szálak alkalmazása előtt megvizsgálni, hogy az alkalmazási feltételek mellett milyen jellegű, milyen mértékű szálsérülések következhetnek esetleg be. Az eredmények alapján pedig érdemes lehet módosítani a keverési időt vagy az alkalmazott alkotóanyagokat.

### 6. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani a BME Polimertechnika Tanszé-

kének, prof. dr. Czigány Tibornak és dr. Bárány Tamásnak a szálak mikroszkópos vizsgálatának lehetőségéért. Külön köszönjük dr. Morlin Bálint hasznos tanácsait, a vizsgáloberendezések betanításában és a vizsgáloberendezések kezelésében nyújtott segítségét. Köszönetünket fejezzük ki továbbá dr. Salem G. Nehmenek és dr. Kopeckó Katalinnak értékes tanácsaiért. Továbbá köszönjük Hlavička Viktornek és Solyom Sándornak a kísérletek elvégzésében nyújtott töretlen segítségüket.

#### Felhasznált irodalom

- [1] Maidl, B. R. (1995): „Steel Fibre Reinforced Concrete”, Ernst & Sohn, ISBN-10: 3433012881, 292 p.
- [2] Palotás, L. (1977): „Design and crack prediction of steel wire reinforced concrete”, Steel wire reinforced concrete, pp. 69-79., [www.pp.bme.hu/ci/article/download/4148/3253](http://www.pp.bme.hu/ci/article/download/4148/3253) (letöltve: 2014. 12. 11.)
- [3] Naaman, A. E., Najm, H. (1991): „Bond-Slip Mechanism of Steel Fibers in Concrete”, ACI Materials Journal, 1991 March-April, pp. 135-145.
- [4] Feng, J., Sun, W. W., Wang, X. M., Shi, X. Y. (2014): „Mechanical analyses of hooked fiber pullout performance in ultra-high-performance concrete”, Construction and Building Materials, Vol. 69, pp. 403-410.
- [5] Halvax, K., Lublőy, É. (2013): „Pull-out behaviour of steel fibres”, Fibre Concrete 2013, Czech Republic, Prague, 2013 September 12-13., pp. 1-10.
- [6] Kopeckó, K. (2002): „Bond of Glass Fibres in Concrete”, In: Balázs, G. L., Bartos, P. J. M., Cairns, J., Borosnyói, A. (szerk.) Bond in Concrete; from research to standards: Proceedings of the 3rd International Symposium, Budapest, pp. 799-808.
- [7] Zile, E., Zile, O. (2013): „Effect of the fiber geometry on the pullout response of mechanically deformed steel fibers”, Cement and Concrete Research, Vol. 44, pp. 18-24.
- [8] Balázs L. Gy., Polgár L. (1999): „A szálerősítésű betonok múltja, jelene és jövője”, Vasbetonépítés 1. évf., 1. szám, pp. 3-10.
- [9] Kelly, A. (1973): „Strong Solids”, 2nd edn, Clarendon Press, Oxford, 285 pp.
- [10] Naaman, A.E., Paramasivam, P., Balázs. G. L. et al. (1996): „Reinforced and prestressed concrete using HPRCC matrices”, Proceedings of the 2nd Int. RILEM/ACI Workshop, Ann Arbor USA, June 11-14, 1995. (eds. Naaman and Reinhardt), E & FN Spon London, pp 291-347.
- [11] Kopeckó, K (2004): „Durability of Glass Fibres”, In: di Prisco M, Felicetti R, Plizzari G A (szerk.) Fibre-Reinforced Concrete, BEFIB 2004: Proceedings of the 6th RILEM Symposium on Fibre Reinforced Concrete (PRO 39). Varenna, Olaszország, 2004.09.22-24., pp. 583-592.
- [12] MSZ EN 14889-2:2007 (2007): „Szálak betonhoz, 2. rész: Polimer szálak, Fogalommeghatározások, előírások és megfelelés”, Magyar szabvány, Magyar Szabványügyi Testület, 1+27 p.
- [13] Czoboly O., Balázs L. Gy. (2015): „Szálak lehetséges károsodása betonban való keverés során”, Vasbetonépítés, ISSN 1419-6441, online ISSN: 1586-0361, XVI. évfolyam, 4. szám, pp. 91-95., [http://www.fib.bme.hu/folyoirat/vb/vb2014\\_4.pdf](http://www.fib.bme.hu/folyoirat/vb/vb2014_4.pdf)
- [14] Rácz K. (2008): „Betontechnológia gépei”, oktatási segédlet Szerkezetépítő szakmérnöki szak Betontechnológia ágazata részére, 156 p.



# CEMKUT

## Szakértelem biztos alapokon

**CÍM:** 1034 BUDAPEST, BÉCSI ÚT 122-124. • **LEVÉLCÍM:** 1300 BUDAPEST, PF.: 230  
**TEL.:** +36 1 388 3793, +36 1 388 4199, +36 1 368 8433 • **FAX:** +36 1 368 2005  
**E-MAIL:** CEMKUT@CEMKUT.HU • **INTERNET:** WWW.CEMKUT.HU

- **Terméktanúsítás**
- **Üzemi gyártásellenőrzés alapvizsgálata, tanúsítása, folyamatos felügyelete**
- **Első típusvizsgálat, ellenőrző vizsgálatok**
- **Mechanikai, fizikai és kémiai vizsgálatok**  
Cement, beton, mész, gipsz, habarcs, adalékanyag, adalékszer, üveg, kerámia, falazóelemek, nyersanyagok, ...
- **Környezetvédelmi mérések és szolgáltatások**
- **Tanácsadás, szakértés, kutatás-fejlesztés**

#### RÉSZLETEK A HONLAPUNKON

A 305/2011/EU rendelet (CPR) alapján 1414 azonosító számon bejelentett  
A 275/2013. (VII. 16.) Korm. rendelet alapján kijelölt  
**Tanúsító Szervezet.**  
**Akkreditált vizsgálólaboratórium.**



# Már zsákos kiszerelésben is elérhető a DDC szulfátálló cementje

A Duna-Dráva Cement Kft. 2015 júniusától új kiszereléssel is elérhetővé teszi a CEM I 52,5 N-SR 0/NA kis alkálitartalmú szulfátálló portlandcementjét. A speciális tulajdonságokkal rendelkező, agresszív kémiai hatásoknak is ellenálló cementet eddig csak ömlesztett kiszerelésben forgalmazta a cég. Az építőipari igényekhez igazodva mostantól azonban már zsákos kiszerelésben is elérhető ez a termék.



Magyarország számos területén veszélyezteti az épített környezet tartósságát a szulfátok által szennyezett talajjal történő érintkezés. Hazánkban a Tiszától keletre kisebb mértékben fordulnak elő nátrium-szulfátos talajvizek, ugyanakkor a folyótól nyugatra lényegesen több szulfátos talaj kerül el. Míg a Duna-Tisza közötti részeken csak pontszerűen vannak jelen a szulfátos vizek, addig a nyugati és az észak-nyugati országrészben nagy területen jellemző a kalcium-szulfátos talajvíz.

A szulfátok a kénsav sói, amelyek vízben oldódó csoportja a légszennyezés hatására erősen savas kémhatású esőt eredményez. A talajba kerülő, megváltozott pH értékű eső káros hatást gyakorol a természetre és az épített környezetre egyaránt, mivel a szulfát érintkezve a különféle épületek, szerkezetek, műtárgyak betonjával betonkorróziót okoz. Ennek során az agresszív vegyületek kémiai reakcióba lépnek a cement alkotóelemeivel, amely eredményeképp a vegyületek térfogata növekedésnek indul, vagy oldat formájában felszívódva kikristályosodik, így roncsolva a cement szerkezetét és jelentősen csökkentve élettartamát. Ha mindez tartósan fennáll, a beton teljesen szétrepedezik és elmorzsolódik. A szulfát leggyakrabban az épületek alapozását és a földbe helyezett betonszerkezeteket veszélyezteti. Létezik azonban olyan betontechnológiai eljárás, amely megoldást jelent a problémára.

A Duna-Dráva Cement Kft. ömlesztett termékeinek kínálatában már 2014 óta megtalálható a CEM I 52,5 N-SR 0/NA típusú, kis alkálitartalmú, szulfátálló portlandcement, amelynek használatával sikeresen kiküszöbölhető a szulfátkorrózió káros hatása. Magyarország meghatározó építőanyag gyártója 2015 júniusától a megszokott ömlesztett kiszerelés mellett - a kisebb anyagigényeket is kielégítve - zsákos kiszerelésben is forgalomba hozta ezt a speciális cementtípust.

A középszürke színű CEM I 52,5 N-SR 0/NA portlandcement nagy kezdő- és végszilárdságú, nagy fajlagos felületű, jelentős hőfejlesztésű cement. Speciális tulajdonságai következtében alkalmazása elsősorban az előregyártásban a sablonforduló meggyorsítására javasolt, valamint gőzöléses érlelésnél a gőzölési energia csökkentésére.

Különleges összetételének köszönhetően kiválóan alkalmas jelentősen agresszív szulfáthatásnak kitett, C30/37 - C60/75 szilárdsági jelű beton és vasbeton szerkezetek, valamint elő- és utófeszített betonszerkezetek gyártásához. Alkalmazása kifejezetten javasolt alapozási munkák mellett minden olyan betonszerkezet

esetén, ahol a beton közvetlenül érintkezik szulfát-ionnal szennyezett környezettel - mint például szennyvízfeldolgozók és állattartó létesítmények betonszerkezeteihez -, amennyiben a  $SO_4^{2-}$  -ion mennyisége nem haladja meg talajvízben a 6000 mg/l-t, talajban a 24 000 mg/kg-ot (XA1, XA2, XA3).

Emellett azokban az esetekben is kitűnően használható, amikor a betonszerkezet vízzel érintkezik - leggyakrabban vízzáró betonok (XV1-XV3), vízepítési- és hídszerkezetek esetén.

Ez a speciális portlandcement képes ellenállni a nagy mechanikai igénybevételnek és az időjárási viszontagságoknak is, így tartós térburkolatok, kopás- (XK1-XK4) és fagyálló betonok (XF1-XF4) is készíthetők belőle. Kis alkáli tartalma révén alkalmas alkáli-kovasav és alkáli-karbonát reakciónak ellenálló betonok és betonszerkezetek készítésére is.

A speciális felhasználáson túl alkalmazható valamennyi általános felhasználású cementtel készített betonszerkezethez, így ragasztók, habarcsok és vakolatok készítéséhez is.

A Duna-Dráva Cement Kft. CEM I 52,5 N-SR 0/NA típusú, kis alkálitartalmú, szulfátálló portlandcementje felhasználásával készült referenciamunkák közül:

- kémiai hatásoknak kitett előre gyártott betonelemek (szennyvízakna, áteresztő, betontámfal, betonkorlát): szennyvíztisztító telep Erdőtelken,
- általános felhasználású betonszerkezetek (födémlemez, betonfalak, pillérek, beton alapok, aljzatbetonok, kültéri betonszerkezetek, járda, kerítéslábazat), fagyálló és kopásálló betonszerkezetek: Eger, Dobó tér felújítási munkálatai, az Egri Vár restaurálása, MOL telep gázfogadó építése Eger mellett.

A cement tulajdonságai	Szabvány követelmény	Váci gyár átlagérték
C <sub>3</sub> A a klinkerben	0	0
Na <sub>2</sub> O <sub>eqv.</sub>	< 0,6	0,35
Nyomószilárdság (MPa)		
2 napos	≥ 20	24,2
28 napos	≥ 52,2	56,3
Kötési idő (perc)		
kezdet	≥ 45	195
vége	-	250
Fajlagos felület (cm <sup>2</sup> /g)	-	4190
Vízigény (%)	-	25,9

1. táblázat A CEM I 52,5 N-SR 0/NA cement műszaki jellemzői

# Tudatformálással egybekötött csapatjáték a DDC-nél

A cementgyárak csúcstechnológiájának és a fenntartható gazdálkodásban vállalt szerepük bemutatására Zöld Alternatíva néven csapatversenyt hirdetett a Duna-Dráva Cement Kft. A középiskolásoknak szóló vetélkedő során a résztvevők izgalmas, ugyanakkor elgondolkodtató feladatok segítségével tekinthettek az iparág és a cementgyár kulisszái mögé, a legjobban teljesítő csapatok pedig értékes nyereményeket vihettek haza.

A Duna-Dráva Cement Kft. Vác és vonzáskörzetének meghatározó gazdasági szereplőjeként feladatának tekinti, hogy a környezetében élők rendszeresen tájékoztassa működéséről, fejlesztéseiről, közvetlenül is bemutatva tevékenységét azok számára, akik érdeklődnek az ipar és a környezet fenntartható kapcsolata iránt. Ennek most egy új, izgalmas formáját valósította meg a cementgyár: életre hívta a Zöld Alternatíva Vetélkedőt és Nyílt Napot, amelynek során egy csapatvetélkedővel egybekötött gyárlátogatás keretében hívta fel a figyelmet a fenntart-

hatóság fontosságára. A megmérettetés során a váci középiskolások megismerhették a DDC környezetbarát technológiáját, az alternatív tüzelőanyag felhasználásának módjait és a tudatos cementgyártás folyamatát. A verseny során két körben kellett bizonyítaniuk a résztvevőknek: az első szakaszban egy hulladékgazdálkodással, cementiparral, környezetvédelemmel kapcsolatos feladatsort töltöttek ki; majd a legjobban teljesítő csapatok a döntőbe kerülve, szórakoztató, ugyanakkor kihívásokkal teli vetélkedőn mérték össze tudásukat, ügyességüket és rátermettségüket.



## MONOLIT VASBETON KÖR MŰTÁRGYAK

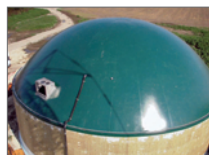
**Wolf System Építőipari Kft.**  
7422 Kaposújlak, Gyártótelep [www.wolfssystem.hu](http://www.wolfssystem.hu)

**Molnár Zoltán**  
betonépítési divízióvezető  
+36 30 247 59 20  
[zoltan.molnar@wolfssystem.hu](mailto:zoltan.molnar@wolfssystem.hu)



- sprinkler tartályok - oltó- és tűzivíz tárolók - szennyvíztisztító medencék -
- hígtrágya tározók - átemelő aknák - előtárolók - biogáz fermentorok -
- utótárolók - mezőgazdasági és ipari silók - silótérek -
- vasbeton technológiai épületek - csarnoképületek - istállók - készházak -

**A kör alaprajzú vasbeton műtárgyak ideális megoldást jelentenek folyadékok és egyéb mezőgazdasági, ipari médiumok tárolására. A körszimmetrikus forma mellett szól az esztétikus megjelenés, az egyszerű tervezhetőség és az ideális erőjáték. A legnyomósabb érv azonban, hogy a kivitelezésben egy specialista áll az érdeklődők rendelkezésére, több mint 40 éve Európában és immár 10 éve Magyarországon.**



# Különleges betonok

LECZOVICS PÉTER mérnök tanár

Szent István Egyetem- Ybl Miklós Építéstudományi kar

Leczovics.Peter@ybl.szie.hu

MARTIN BÉLA építőmérnök hallgató



1. kép A gipszszaluzat

a hagyományos betonnal. A 600 × 600 mm-es gipsztablák távtartását beépített műanyag betétek biztosítják (1. kép), melyek alkalmasak a vékony acélbetétek befűzésére, helyzetének rögzítésére.

A dermesztett teherhordó homokbeton szerkezetkész monolit vasbeton héjszerkezet, statikailag méretezett vasalással (BHB 55.50, Φ 3-8 mm), legalább C12/15-X0-4-F4 minőségű dermesztett betonból készíthető. Az öntéshez alkalmazott „homokbeton” 500-800 kg/m<sup>3</sup> cementadagolással (CEM I 32,5), 4 mm maximális szemnagyságú, folyamatos szemmegoszlású, I. osztályú homok adalékanyaggal készül.

A maradó víz/cement tényező ~0,25, mely egyrészt az acélbetétek korrózióvédelmét biztosítja, másrészt a beton zsugorodási repedéseinek tágasságát és számát csökkenti. A nedves gipszszaluzat a szilárdulás kezdeti szakaszában biztosítja az utókezelést.

A gipszszaluzat dermesztő hatását, a hajlító-húzó szilárdság, a nyomószilárdság változását a homokbeton korának függvényében a 1. és a 2. ábra szemlélteti [3].

A szilikátbázisú könnyűszerkezetes építési technológia alapvetően két gyártási fázisra bontható:

- nedvszívó gipsz-zsaluzat gyártása,
- szerkezetszerelés vasalással, homokbeton kiöntéssel.

Az 1980-as években fokozottan előtérbe került a jobb minőségű beton iránti kereslet, amelyet az építési, technológiai valamint a betonnal kapcsolatos esztétikai igények növekedése generált. Emiatt került sor az újabb és újabb betontechnológiai módszerek kidolgozására (pl. önterülő, öntömörödő beton, szálerősített beton, nagyszilárdságú beton, öngyógyuló beton stb.). Mitől lehet különleges egy beton? Korábban a testsűrűség alapján különböztettük meg a betonokat (könnyű-, normál-, nehézbeton), manapság azonban ez a csoportosítás több szempont alapján is kiegészítésre szorul. Így például napjainkban a különböző betonokkal, betonszerkezetekkel szemben előtérbe kerültek a folyamatosan növekvő műszaki tartóssági követelmények, a teljesítőképesség fokozása, amelyek az adalékszerkezet és egyéb vegyi anyagok fejlesztési eredményeit, a technológiák fejlődését is sikeresen alkalmazzák. Ugyanakkor szigorodnak a gyártási, előállítási feltételek, amelyek nem egy esetben szabványok átdolgozásával, új szabványok kidolgozásával járnak együtt (pl. Eurocode 2, MSZ EN 206-1:2002, MSZ EN 4798-1:2004).

A különleges betonok csoportosítása több szempont szerint lehetséges, így például:

- anyag, összetevők,
- a szerkezet tulajdonságai,
- bedolgozhatóság, bedolgozási technológia,
- megjelenési forma szerint.

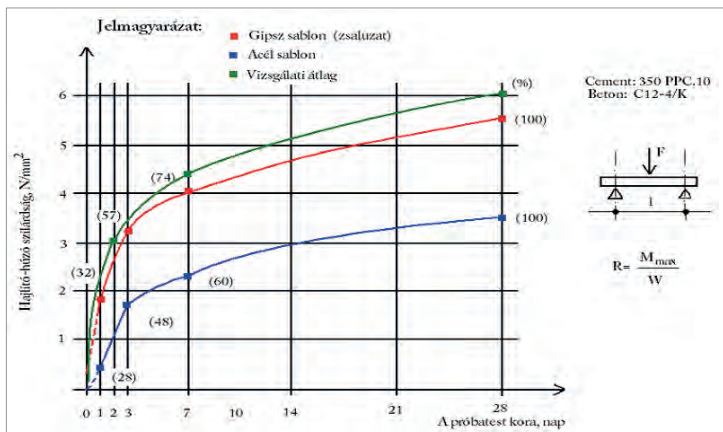
A cikkben a beton anyaga, összetevői szerinti csoportosítás néhány érdekes és szép példáján keresztül igyekszünk bemutatni a beton „sokszínűségét”.

## Dermesztett homokbeton

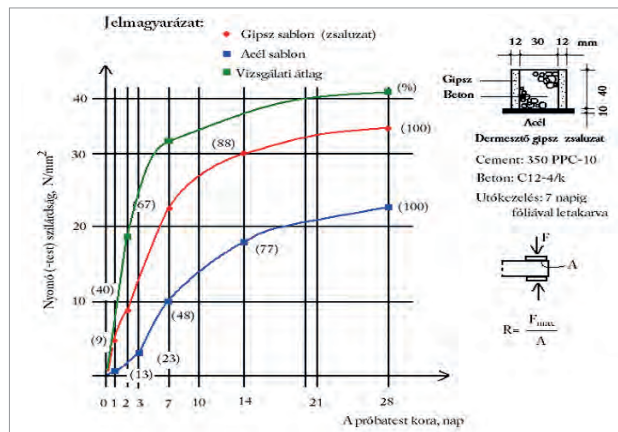
A dermesztett homokbeton, vagy ahogy a köztudatban ismerik „gipszbeton” kifejlődése az 1930-as években kezdődött, és Sámsondi Kiss Béla (1899-1972) munkásságán alapszik. Az eljárás lényege, hogy olyan zsaluzatot – jelen esetben gipszszaluzatot (1. kép) - alkalmaz, amely a frissbetonból a vizet rövid idő alatt elszívja, ezáltal a beton megdermed. A nem

tekonikus szerkezetek, a szövetszerkezetes cellarendszeres építési technológiát Párkányi Mihály folytatta, majd az 1980-as években dr. Kászonyi Gábor végzett alapkutatásokat [2] az anyagvizsgálati jellemzők összefoglalására, az új anyagjellemzők meghatározására.

A gipszszaluzatban dermesztett homokbeton szilárdulási üteme gyors, vég-szilárdsága pedig 30-50%-kal magasabb



1. ábra A nyomószilárdság változása a homokbeton korának függvényében, acél és gipszszaluzat esetén



2. ábra A hajlító-húzó szilárdság változása a homokbeton korának függvényében, acél és gipszszaluzat esetén





2. kép A Kitelepítettek emlékműve a Szarvas téren

Általában alkalmazott szerkezeti formák: nyitott vagy zárt szelvényű oszlopok, gerendák, bordás vagy dobozzerű födém- és falelemek. Hő- és hangszigetelési igény esetén a szerkezetek kettős héjúak, úsztatott, függesztett, pontonként rögzített síklemezzel, az üregekben elhelyezett hő- és hangszigetelő anyaggal.

A szerkezetből változatos formájú belsőépítészeti egységek, pl. lépcsők, bútorok, építészeti tagozatok alakíthatók ki, melyek teherbíró funkciókat is ellátnak.

### Fényáteresztő beton

Számtalan törekvés, fejlesztés célja az összefoglaló néven fényáteresztő betonok létrehozása, megvalósítása. A témakörrel kapcsolatosan egy korábbi cikkben [4] felvázoltuk a fény és a beton „társításának” lehetőségeit. Kétségtelen tény, hogy a témakör kiemelkedő terméke az optikai szálakat tartalmazó Litracon – azaz fényáteresztő - elnevezésű termék, amely magyar találmány. A világ számos országában mutatták be, és alkalmazzák ma már egyre szélesebb körben. Szerencsére hazánkban is egyre népszerűbb a folyamatos fejlesztés alatt álló Litracon termékcsalád, így alkalmazásának szép példáival több helyen találkozhatunk (2. kép).

A fényáteresztő beton megjelenése – különösen természetes vagy mesterséges

megvilágítással - az optikai szálak elhelyezkedésének variálásával változatosá tehető.

### Az optikai szál fényáteresztő beton műszaki paraméterei [5]

- Formátum: előregyártott blokk
- Alkotóanyagok: 96% beton, 4% optikai szál
- Testsűrűség: 2100–2400 kg/m<sup>3</sup>
- Optikai szálméret: 0,002-2 mm
- Optikai szálak képe: pontos, sávós, organikus
- Blokk mérete: 300 x 600 mm
- Vastagság: 25–500 mm
- Szín: szürke, fekete, fehér
- Felület: polírozott
- Nyomószilárdság: 50 N/mm<sup>2</sup>
- Hajlítási szilárdság: 7 N/mm<sup>2</sup>

Korábban már említettem, hogy a termékcsalád folyamatos fejlesztés alatt áll. Ennek eredménye a Litracon pXL, melyben egy speciális, műanyag csapokból álló idom vezeti át a fényt. Elnevezésében a felületen szabályosan megjelenő fénypontokra, pixelekre utal a „p”, az XL pedig a nagy elemméretet hangsúlyozza. Míg a Litracon elemeket maximum 30 x 60 cm-es méretben tudják előállítani, addig a pXL-ből akár 4 méteres elemeket is lehet gyártani.

A műanyag színezhető, ezáltal különleges fényhatások érhetőek el. Az előre-

gyártott, vasalt panelekból készülő, 6-10 cm vastagságú Litracon pXL polírozott (csiszolt, mosott és zsaluzott) felületű is lehet.

A pixelbeton anyagköltsége lényegesen alacsonyabb, emellett előállítása is egyszerűbb és olcsóbb az optikai szál as Litraconhoz képest, valamint teljes egészében iparosítható.

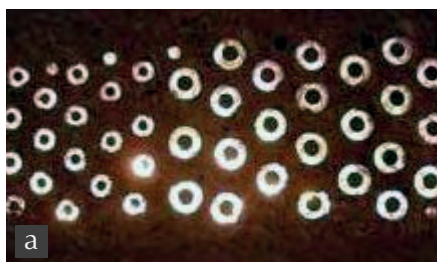
### A pixelbeton műszaki paraméterei [5]

- Formátum: előregyártott, erősített panel
- Alkotóelemek: 96% beton, 4% PMMA
- Testsűrűség: 2100-2400 kg/m<sup>3</sup>
- Felületképzés: polírozott, csiszolt, mosott
- Vastagság: 40 mm és 60 mm
- Panelméretek: 40 mm vastagságnál max. 1200 x 600 mm  
60 mm vastagságnál 3600 x 1200 mm

A Litracon termékcsalád mellett számos irányzat, törekvés is ismert a beton fényáteresztő képességének megvalósítására. Nemcsak betontechnológusok, de iparművészek, belsőépítészek is törekednek a különböző transzparens anyagok pl. üveg, műanyag társítására a betonnal. Egyrészt a hagyományos üvegfeldolgozást, üvegtechnikát fejlesztik tovább, másrészt a betontechnológia újdonságait alkalmazva hoznak létre korszerű és érdekes megoldásokat. Ennek szép példáit mutatja be a 3. kép, ahol az üveg mellett ismételtelen megjelennek a műanyagok különböző formái.

### Öntömörödő beton

Már utaltunk arra a tényre, hogy az 1980-as években a betonokkal szemben fokozottan előtérbe került a minőségi, technológiai követelmények szigorodása, az esztétikai igények növekedése. Az igények teljesítését döntően befolyásolta, hogy a jól képzett, a kivitelezésben dolgozó munkaerő struktúrája is jelentősen változott, azaz a követelmények közé került az „emberi tényező” minimalizálása. Így született meg az öntömörödő beton technológiája elsőként Japánban, és terjedt el világszerte.



3. kép Variációk az üveg és beton (a-b) [4], valamint műanyag és beton társítására (c)

Az öntömörödő beton (ÖTB) – angolul Self Compacting Concrete (SCC) – jellegzetességei az összetétel alapján:

- saját súlya hatására üregmentesen ki tudja tölteni a tetszés szerinti alakú zsaluzatot és vasalatot,
- szétosztályozódás nélkül, önállóan légtelenítődik,
- szinte tökéletesen kiegyenlítődik.

Az ÖTB (SCC) technológia előnyei:

- kevesebb élőmunka igény (kb. 20%)
- energiaigény csökkentése,
- gyors beépíthetőség.

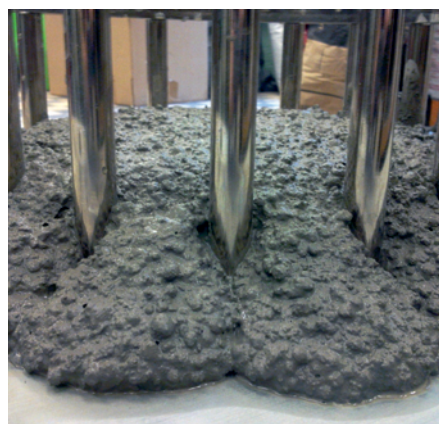
Az öntömörödő beton jellegzetessége az, hogy a szemcseváz szerkezetben ( $d_{max}=16$  mm) megnövelik a finomrész tartalmat, melynek ideális mennyisége egymásra épülő kísérletekkel állapítható meg. A hagyományos és öntömörödő beton összetételének összehasonlítását a 3. ábra mutatja be. A kifejlesztett öntömörödő beton technológia új konzisztencia vizsgálati eljárások kidolgozását vontta maga után, pl. blokkoló gyűrűs, L-dobozos, blokkoló rácsos vizsgálat U-alakú edényben, Kajima dobozos vizsgálat stb.

Regular Mix				
10%	18%	25%	45%	
Cement	Water	Fine Aggregate	Course Aggregate	
10%	18%	8%	26%	36%
SCC				

3. ábra A beton és az öntömörödő beton elvi összetétele [6]

Ezen vizsgálati módszerek (a folyóság /viszkózitás/, a zárványképződési hajlam, az önkiegyenlítő képesség, az önlégtelenítő képesség, a szerkezeti stabilitás) elsősorban a beépíthetőséget helyezik előtérbe.

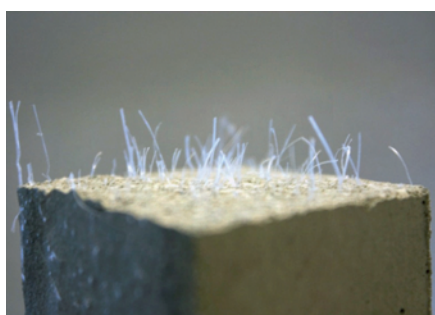
A kidolgozott új konzisztencia vizsgálati eljárások közül a legelterjedtebb a



4. kép Blokkoló gyűrűs vizsgálat



5. kép Széchy Tamás uszoda (Budapest, Margitsziget) [8]



6. kép Szálerősített beton törésképe



7. kép SIFCON beton készítése [10]

terülés, valamint blokkoló gyűrűs vizsgálat. A terülés mérésével az ÖTB folyóságát, viszkózitását állapíthatjuk meg, a blokkoló gyűrűs vizsgálatnál (4. kép) az előbbieket mellett a zárványképződési hajlamot is jól ellenőrizhetjük. E két eljárás akár a beépítés helyszínén is alkalmazható konzisztencia vizsgálat.

Az öntömörödő betonokról elmondható, hogy a hagyományos betonokhoz képest mikrostruktúrájuk jobb, szilárdulásuk a korai (1-2 hetes) szakaszban gyorsabb. Azonos vagy jobb húzószilárdsággal rendelkeznek, mint a vibrált betonok, alkalmasak nagy teljesítőképességű betonok előállítására. Jól tervezhető a beton összetétele, azonban elkészítése nagyobb technológiai fegyelmet igényel (vizardagolás). Továbbá jó minőségű felületet ad, ezért látszó-, illetve látványbeton

készítésére is kiválóan megfelel. Ez utóbbi jellemzésére mutatunk be egy szép példát a már megvalósult beépítések közül (5. kép).

### Szálerősített beton

Az emberiség a természetes anyagú szálak előnyös hatását, alkalmazását a különböző építőanyag termékekben évezredek óta ismeri. A technikai fejlődés eredményeképpen megjelentek az iparilag feldolgozott anyagok (pl. acélszálak), majd a különböző típusú mesterséges (műanyag) szálak.

A szálerősítés alkalmazását beton esetében 1874-re datálják, amikor A. Berand fémhulladékot kevert a betonba. Az ugrásszerű fejlődés a XX. század második felére tehető, a műnagyszálak megjelenésével [9], és további fejlődés várható a nanotechnológia eredményeinek felhasználásával.



8. kép Az Ördög híd (Pont du Diable) Franciaországban 1,8 méter magas szerkezet, amely 70 métert hidal át alátámasztás nélkül [11]

A vasbetonban a beton a nyomást, a vasalás a hajlító-húzó igénybevételeket veszi fel. Ez utóbbi „kiváltása” lehetséges a finomabb, egyenletesen eloszlalt szálak alkalmazásával.

Az alkalmazott műanyagszálak (hossz: 5-40 mm) mennyisége betonokban általában  $1 \text{ kg/m}^3$  (6. kép), homokbetonokban  $5-10 \text{ kg/m}^3$ . Az acélszálak mennyisége  $25 \text{ kg} \text{ m}^3$  betonhoz.

A különböző szálak alkalmazásának előnyei:

- nő a hajlító-húzószilárdság,
- javul az alaktartósság,
- csökken a repedésérzékenység (a zsugorodás következtében fellépő húzó-igénybevételeket a szálak veszik fel),
- nő az ütésállóság és a kopással szembeni ellenállás.

A szálerősített frissbetonok konzisztencia vizsgálata eltér a hagyományosnak tekinthető konzisztencia vizsgálatoktól, de megjegyzendő, hogy a vizsgálati eljárások még kevésbé kidolgozottak.

A száanyagok bedolgozására többféle megoldás is született. Frissbetonba történő közvetlen adagolása általános elterjedt, de ismert olyan megoldás is, amikor a szálakat előre elhelyezik az öntőformában, és utána kerül sor a betonnal történő kiöntésre (SIFCON betonok [10]), 7. kép).

Szálerősítést hazánkban elsősorban ipari padlók (acélszál) készítésénél alkalmaznak. Műanyag szálerősítést egyedi tervezésű, speciális igényeket is kielégítő, vékonyfalú elemek gyártásánál használnak.

Külföldön igen elterjedten alkalmazzák a szálerősítést időjárásnak kitett szerkezetekben (útbetonok, térbetonok), a szálerősített homokbetonokat pedig vékony (2 cm vastagságú) elemek – homlokzatburkolatok, erkélymellvédek – készítéséhez. Az egyik legismertebb beépítés az Ördög-híd Franciaországban, amely 1,8 m magas szerkezet, és 70 métert hidal át alátámasztás nélkül (8. kép).

Hazánkban a szálerősítést elsősorban ipari padlók (acélszál) készítésénél alkalmazzák. Műanyag szálerősítést egyedi tervezésű, speciális igényeket is kielégítő, vékonyfalú elemek, design elemek készítésénél használnak. Jó példa erre a C3 Atelier bemutatótermének szálerősített betonból készült „csillárja”, avagy az egyre népszerűbb beton úszótestek, betonkenuk készítése (9., 10. kép). Mindkét esetben a hagyományos vasalás elmarad, a kellő szilárdságot a műanyagszálak biztosítják.



9. kép Műanyagszál erősítésű beton-„csillár”



10. kép A betonkenuk anyagát is műanyagszállal keverik

#### Felhasznált irodalom

- [1] Leczovics P.- Réfi Á.: A beton „titkai” I. Technika Műszaki Szemle, 2013.
- [2] Dr. Kászonyi Gábor: Dermesztett teherhordó homokbeton szerkezetek tervezése és létesítése Magyarországon. Építésszervezés és építéstechnológia konferencia, „Innovatív módszerek és technológiák” ÉTE konferencia kiadvány, Budapest, 2009. p. 51-56
- [3] Polyák Ágnes: Dermesztett teherhordó homokbeton szerkezetek szilárdsági vizsgálatai roncsolásos és roncsolásmentes eljárásokkal II. TDK-dolgozat, 2009, OTDK, (t.v.: Leczovics Péter)
- [4] Leczovics P.- Réfi Á.: Fény a betonban. Technika Műszaki Szemle 2013/1 p.24.-25.
- [5] Réfi Ágnes: A „sokszínű” beton. TDK-dolgozat, 2013, OTDK, (t.v.: Leczovics P.)
- [6] [http://www.icfmag.com/articles/features/Self\\_Consolidating\\_Concrete.html](http://www.icfmag.com/articles/features/Self_Consolidating_Concrete.html), 2013. okt.
- [7] [http://www.cement.org/tech/cct\\_SCC.asp](http://www.cement.org/tech/cct_SCC.asp), 2013. okt.
- [8] <http://epiteszforum.hu/szechytamas-uszoda>, 2013. okt.
- [9] <http://www.betonopus.hu/notesz/szalerositesu/szalerositesu.pdf>, 2013. okt. 20.
- [10] [http://www.inzynierbudownictwa.pl/technika/materialy\\_i\\_technologie,artykul,wspolczesne\\_fibrokompozyty\\_cementowe,2701](http://www.inzynierbudownictwa.pl/technika/materialy_i_technologie,artykul,wspolczesne_fibrokompozyty_cementowe,2701), 2013. okt. 16.
- [11] Varga Júlia: Angyalok átkelője, avagy az új Ördög-híd. Beton szaklap, XVIII. évf. 4. szám, 2010. április

# Folyamatos innováció a vasbeton előregyártásban

CSADA LÁSZLÓ ügyvezető  
dvb Délmagyarországi Vasbetonipari Kft.



Ma már szinte észre sem vesszük, de a vasbetonszerkezetek előregyártása szinte folyamatos innovációs feladatokat tartogat az elemgyártó cégek számára. Már egy egyszerű csarnoképítéshez szükséges gyártmánytervezésnél, sablontervezésnél, gyártásnál is adódnak olyan megoldandó feladatok, melyek a megvalósításban résztvevő mérnökök, szakemberek számára innovációs kihívást jelentenek.

Az elmúlt évben csak viszonylag egyszerű csarnokszerkezetekkel találkoztunk. Nagyok voltak, gyors megvalósítással, de nem különlegesek: például TAKATA, PROCTOR & GAMBLE, ahol voltak ugyan kisebb innovációs feladatok, melyeket napi szinten sikerült megoldanunk.

A legutóbbi évekből azonban szeretnék kiemelni olyan munkákat, melyek megmutatják, hogy a projektfeladatok milyen innovációs kihívások elé állították szakember gárdánkat.

## MAKÓI TANUSZODA „MAKOVECZ” PILLÉREI - súlycsökkentés

A tervezett pillérek mérete  $1,20 \times 1,20 \times 8,30$  m, súlya 16 tonna.

A gyárthatóság, szerelhetőség szükségessé tette, hogy a pillérek súlyát 10 tonnára csökkentjük úgy, hogy sem a geometrián, sem a szükséges építészeti megoldásokon ne változtassunk.



1. kép A makói tanuszoda látszóbeton felületű pillérei

A fatartók fogadására alkalmas pilléreket speciális térbeli zsaluzatszerkezettel gyártottuk le (1. kép).

## KÖR ÉS ELLIPSZIS ALAKÚ RÁMPAELEMÉK

Valamikor még monolit vasbeton szerkezetként készült a rámpaszerkezet a KIKA áruházakban. A KIKA rámpáknak kör alaprajzuk van. Így épült fel még a bukaresti KIKA áruház lejárója is.

A debreceni, majd a kassai KIKA áruházakba készült először olyan kéregpanel-szerkezetű rámpaelem, mely a helyszíni felbetonnal együtt alkot komplett szerkezetet.

Ezek a vasbeton rámpaelemek olyan térbeli görbe felületek, melyek helyszíni zsaluzása jelentős költségekkel terhelte volna meg a projekteket. Üzemi előregyártásuk mind költségben, mind időben komoly megtakarítást eredményezett.

A fenti eredményeink miatt kaptuk az új feladatot, a bécsi Leiner áruház ellipszis alaprajzra szerkesztett rámpaszerkezetét, melynek zsalukészítését és gyártását is sikerrel oldották meg szakembereink.

## MERCEDES BENZ MAGYARORSZÁG LAKKOZÓ ÜZEME - főtartók súlycsökkentése

A monolit vasbeton pillérekre építendő előregyártott vasbetonszerkezetet az eredeti tervekhez képest alaposan át kellett tervezni. Az eredeti, 55-70 tonnás főtartókat sem legyártani, sem szállítani, sem szerelni nem lett volna gazdaságos és hatékony. A feladat a súlycsökkentés volt, az előregyárthatóság biztosításával, de megőrizve azt az alapkövetelményt, hogy a megadott geometriai méretek nem változhatnak. A főtartók kötött szélessége 1,40 m, magassága 1,60 m, mert a technológiai előírások a szerkezettől gyakorlatilag alakváltozás-mentességet követeltek.

A feladatot egy Magyarországon egyedülálló szerkezet kialakításával sikerült megoldani.

A főtartók oldalsó zsaluzatát 6 cm vastag, betonacél rácsbordával merevített kéregpanel-sor adja. A kéregpanelek geometriai kialakítása biztosította a csőátvezetések és a fióktartók fogadását. A kéregpanel zsaluzat közé került beépítésre az a betonacél-armatúra, amely tartalmazta a szükséges pozitív, és a támaszok felett szükséges negatív vasalást is. Ez utóbbiakat a főtartók elhelyezése után húzták be helyükre.

Számításaink szerint még további súlycsökkentés volt szükséges, ezért a főtartókba papírcsövet is beépítettünk a bebetonozott gerendarészbe. A tartókat félmagasságig betonoztuk be. Így sikerült a főtartók súlyát 30-38 tonnára csökkenteni (2. kép).



2. kép Főtartók a Mercedes Benz kecskeméti gyárában

## MOHÁCSI EMLÉKHELY - íves gerendák

A monolit vasbetonpillérekre tervezett, koronát formáló, íves vasbetongerendák, az emlékművet megálmódó tervező kívánsága szerint kialakított sablonnal, vasalással kerültek legyártásra.

A kettős ellipszis vonalvezetésű szerkezet alsó keresztmetszete  $1,20 \times 0,30$  m-es, mely a csúcsonál  $0,90 \times 0,30$  m-esre szűkült. A karcsú íves gerendákat kifordulás ellen is biztosítani kellett. Az elemek összeépítése az elemekbe szerelt „Freysin” szerelvényekkel történt.

Remélem, hogy a fent leírt példák meggyőzőek. Meggyőzőek, hogy az innováció egy folyamat, egy soha véget nem érő folyamat a vasbeton előregyártásban.

Mert mi az innováció? Egy kreatív ötletből születő folyamat, gyártás, megvalósítás.

Mi, vasbeton előregyártók naponta szembesülünk a tervezők, beruházók, megrendelők elképzeléseivel, amit 100%-ban megpróbálunk teljesíteni. Ebben sok-sok cég, mérnök, szakember tudása, kreativitása összpontosul.

# A beton hűtése és fűtése

HARMATH LAJOS értékesítési vezető  
Lábatlani Vasbetonipari Zrt.

LÁBATLANI  
VASBETONIPARI ZRT.   
A Member of RAIL.ONE Group

A beton világszerte a leggyakrabban használt építőipari alapanyag, mely nagy teherbírású és tartósságú, sokféleképpen feldolgozható, szinte örökké stabil marad.

A frissbeton feldolgozása 5 °C és 25 °C között optimális. Amennyiben a frissbeton hőmérséklete ezen a tartományon kívül van, egyéb intézkedések hiányában gyengül a beton minősége.

A Lábatlani Vasbetonipari Zrt. Magyarországon egyedülálló beruházást hajtott végre az általunk gyártott betontermékek minőségének optimális szinten tartása, és a hőmérséklet változása miatt a beton előállítását érő kedvezőtlen hatások kiküszöbölése érdekében.

## Miért fontos az optimális beton hőmérséklet?

A beton kötése, a cement szilárdulása hőtermelő folyamat. A cement kémiai reakció során, vízzel reagálva köt meg (hidratáció), hidratációs energia (hő) felszabadulása közben. A hidratáció megfelelő eredményességéhez bizonyos keretfeltételek betartása szükséges, mint például a minimum 5 °C hőmérséklet biztosítása a frissbeton feldolgozásakor. Ez alatti hőmérsékleten a hidratáció lelassul, leáll. Az építőanyag megszilárdulásához (főleg télen) szükség van a hozzáadandó anyagok melegítésére.

A beton készítése szempontjából hidegnek tekintjük azt az időjárást, amikor a környezeti hőmérséklet átlaga három napon át legfeljebb +15 °C.

A "meleg" beton előállításához komoly kazánra van szükség, mellyel általában meleg vizet állítanak elő, amit tárolnak. Ez keverővízként felhasználható, valamint az adalékanyag melegítése is további lehetőséget biztosít a megfelelő betonhőmérséklet szabályozásához, melynek legcélzerűbb módja a gőzölés. Ehhez a kazánon kívül gőzfejlesztő is kell.

A fejlődés ezen a téren azt kíváná, hogy a fűtési teljesítmény szabályozható legyen, ne csak ki- és bekapcsolható. Azt érnénk el ezáltal, hogy a betont adott hőmérsékletűre lehetne szabályozottan gyártani.

A télen jól hasznosítható hidratációs hő a meleg nyári napokon problémákat okozhat. Magasabb hőmérsékleten, körülbelül 30 °C felett a cement hidratációja azonnal megkezdődik (korai szilárdulás), mely a során beton merevedése megnehezíti a betonozási munkákat (pl. a szakszerű tömörítést).

A beton hőtágulása feszültséget okozhat a szerkezetben, akár mélyen a betonmagig hatoló repedések jöhetnek létre. A repedéseken keresztül levegő és nedveség juthat a betonba, amely a beton és a szerkezetet erősítő betonvas idő előtti károsodását okozhatja.

Azt a betont, amelyet a forró nyári hónapokban gyártanak, olyan - hátrányosnak mondható - hatások érhetik, amelyek mind a frissbeton felhasználhatóságát, mind a megszilárdult beton tulajdonságait befolyásolják.

## A Lábatlani Vasbetonipari Zrt.-nél megvalósult beruházás

A beruházásban megvalósult komplett beton hűtő/fűtő berendezés vízhűtessel/fűtessel biztosítja a keverővíz optimális hőmérsékletét és léghűtessel/fűtessel pedig az adalékanyagokét.

A berendezés főbb részegységei:

Léghűtéses hőszivattyú, HARIES HAS 100 N

- Komplett, készre szerelt, kompakt rendszer jól átgondolt elrendezéssel, megfelelő hozzáférést biztosítva valamennyi részegységhez.
- Horganyzott, foszfátózott és porózított acéllemezéből álló ház és keret.
- Egy vagy két hűtőkör. Hőmérsékletszabályozó expanziós szelepek nyomáskiegyenlítővel. Nagy és kis nyomású jeladó. 4 utas fűtő/hűtő szelep. Cserélhető szűrő, szárító modul és kémlelő üvegek.
- Hő-védelemmel, motorvédelemmel és nyomásérzékelőkkel ellátott kompresszor.

- Szekrény fűtés, olaj fűtés és szivattyú/tartály fűtés. Ezek a funkciók kombinálva az elektronikus fordulatszám vezérléssel lehetővé teszik a hűtőberendezés működését egészen -10 °C-on vagy -20 °C külső környezeti hőmérsékleten.
- Ventilátor fordulatszám-szabályozó, amely elektronikusan vezérli a ventilátor sebességét a kondenzációs nyomás vagy hőmérséklet függvényében.
- Kompresszor elzáró szelepek a karbantartási munkák csökkentése érdekében.
- A hideg víz áramlását elősegítő szivattyú berendezés.
- A termelt hideg vizet tároló puffer tartály (400 literes), ami csökkenti a kompresszor kapcsolási frekvenciáját.

Kapcsolószekrény

- ventilátor ellenőrző rendszer,
- a hűtő levegő hőmérsékletének pontos beállítása,
- nyomáskülönbség ellenőrzés útján az előszűrő állapotának folyamatosan figyelemmel kísérése.

Levegőhűtő rendszer, ZSSK 6200

- zajcsillapítóval ellátott szűrőrendszer,
- ventilátor 6200 m<sup>3</sup>/h,
- hűtőberendezés 120 kW.

Vízhűtő rendszer

- 3500 l/h
- 45 kW

Fagyálló Antifrogén N

Ezzel a hűtéstechikával gyárunk sikeresen ki tudja küszöbölni a hőmérséklet változása miatti kedvezőtlen hatásokat és minőségi ugrást tud végrehajtani a betontermékek gyártásában.



1. kép A készre szerelt vasúti sín pár

SAKRET a betonjavításról...

## Rekocrete SM4 lőtthabarc, lőttbeton termékcsalád

SZAKÁCS ISTVÁN üzletág vezető  
Sakret Hungária Bt.

Társaságunk 2000-ben kezdett piaci nyitása óta a hazai szárazanyaggyártás egyik kiemelkedő szereplőjévé vált. Fő termékcsoportjaink - vakolatok, habarcok, burkolástechnikai termékek és hőszigetelő rendszerek - gyártása mellett 2010-től a beton felületvédelem területén is jelentős fejlesztéseket hajtott végre, és komoly piaci sikereket ért el. Referenciáinkból válogatunk...

### A nagykállói víztorony rekonstrukciója

#### A felújítási program

A nagykállói vízellátási rendszer 1973-ban épült, azóta jelentős felújítások nem történtek a rendszeren. A város lélekszámának növekedése indokoltá tette a változtatást.

A 2014-ben kezdődött „Nagykálló város ivóvíz minőségjavító program” az új Széchenyi Terv keretén belül közel 600 millió Ft támogatáshoz jutott. A felújítás kitért az ivóvíz vas és mangán tartalmának a csökkentésére, valamint ammónium és arzén mentesítésére is. A munkálatok során 1600 m vízvezeték hálózat felújítására, és közel 6 km vezeték építésére került sor.

A program szerves része volt a Nyírsékvíz Zrt. kezelésében működő, 500 m<sup>3</sup>-es vasbeton víztorony rekonstrukciója is. A torony vasbeton szerkezetének, valamint medenceterének teljes felújítása, gépészeti rendszerének cseréje a vízellátás minőségét, biztonságát hivatott szolgálni.



1. kép A vasbeton szerkezet állapota

A kivitelezést a közmű építésben már több évtizedes múlttal bíró PENTA Általános Építőipari Kft. nyerte el a generálkivitelező Kelet-Út Kft.-től. A torony a PENTA Kft. újonnan alakult, speciális műtárgyak felújítására szakosodott üzletágának lett első, komoly megmértetése. A felújítás során elvégzésre került a tartószerkezet javítása, megerősítése és felületvédelme, az ivóvízmedence szigetelésének teljes felújítása, a tetőszigetelés felújítása, valamint a beltéri acélszerkezetek korrózióvédelme.

#### A szerkezet állapota

A torony 1973-ban, csúszózsalsal technológiával épült, az akkori Mélyépítési Tervező Vállalat tervei alapján. A 400 m<sup>3</sup> ivóvíz és 100 m<sup>3</sup> tűzvíz tároló kapacitású torony 46 m magasságával, 22 cm köpenyvastagságával, az erőtani és gazdaságossági követelményeknek legoptimálisabban megfelelő, teljes henger alakú. A csúszózsalsal technológia gyors, gazdaságos építési technológia, de az így készült vasbeton szerkezet vízzárósági problémákat is hordozhat. Ebben az esetben is ennek jelei jól megmutatkoztak a toronytörzs oldalán látható szivárgási nyomokkal, lefolyásokkal. Továbbá az akkori „szocialista” munkaszellemnek köszönhetően a köpeny beton szerkezetén Schmidt kalapácsos módszerrel mért szilárdsági eredmények is jelentős szórást mutattak.

Az ÉMI által elvégzett vizsgálatok alapján a beton minőségét C25 betonosztályba sorolták, a betonacél korrózióját a keresztmetszet 10 százalékában határozták meg. A torony törzsén szá-



2. kép Megerősítés lőttbetonnal

mos betonhiány, helyenként 0,5-1,5 m<sup>2</sup>-es felületen a fedetlen vasalat is látható volt. További aggodalmakra adtak okot a törzsön hossz-és keresztirányban végigfutó 1,0-2,0 mm szélességű repedések.

A víztorony terveit a hatvanas években a Mélyépterv készítette, az akkor érvényben levő szabványok alapján. Akkoriban nem volt repedéstágasság korlátozás és a mai szemlélethez képest alulvasalt volt a szerkezet. Tekintettel arra, hogy ezek a tornyok típustervcsaládot alkottak, elmondható, hogy az összes hasonló víztorony statikai hiányossággal küzd. Ennek megfelelően kialakultak a szerkezeti repedések, és ezek következményeként a tornyok vízvesztése is. Az immár 40 éves tornyok szerkezeti anyagának korróziója folyamatosan zajlik és jelenleg már állékonysági problémák is felvethetők (1. kép).

A Budapesti Műszaki Egyetem tartószerkezeti vizsgálatai alapján már több mint egy évtizede fény derült arra, hogy nemcsak a betonszerkezet felújítására, de a torony tartószerkezeti megerősítésére is megoldást kellett találni, figyelembe véve az erősen leromlott beton és betonvas teherbírás csökkenését.

#### Kivitelezés

A szerkezet felújítása kétféle célt szolgált: részben pótvasalás beépítésével és a levált betontakarás pótlásával helyreállították a szerkezet eredeti állapotát, valamint a medence térségében a szerkezet utófeszítését is megerősítették. A vonatkozó terveket dr. Farkas György és dr. Dalmy Dénes készítették el. Az utófeszítést a Penta alvállalkozójaként a Pannon-Freyssinet Kft. végezte el.

A torony körbeállványozása után „száraz” lövelt beton technológiával készült a külső vasbeton köpeny megerősítése (2. kép).

A vizsgálatok és a számítások eredményeként a tervezők egy átlagban 7 cm vastag, vasalt betonréteget javasoltak a feszítés mellett megerősítésként. A betonlövessel kitöltötték a torony homlok-

zatán látható függőleges hornyokat, melyek valószínűleg esztétikai okból készültek, jelenleg viszont komoly korróziós kockázatot hordoznak, a hornyok alatti vasalat néhány milliméteres takarásával.

Mivel figyelembe kellett vennünk a rétegvastagságot és a magas nyári hőmérsékletnek kitett felületet, az SSM 4 PF terméket mikroszilikával tettük tömörebbé, valamint a zsugorodási repedések kiküszöbölésére mikroszálakat adtunk a keverékhez. Ez az anyag egyedülállóan alkalmas a saját anyagában való besimításra és egyidejűleg jelentősen csökkenti a visszahullásból származó anyagvesztéséget.

A meglőtt szakaszokat közvetlenül a lövést követve, Sakret BFG diszperziós alapozó/párazáró réteggel védték meg a gyors kiszáradástól, a felület megégésétől.

A szerkezeti megerősítés után a teljes felületre Sakret BF betonfesték bevonatot hordtak fel.

A szerkezet felújításánál felhasznált összes anyag megfelel az MSZ EN 1504 szabványcsalád követelményeinek.

#### A lőttbetonról röviden

A torokrét rendszerű lőttbeton eljárás, amelynek lényege, hogy a száraz beton-

keveréket egy tömlőn keresztül, magas nyomású levegővel juttatják a szórófejhez. A szórófejben keveredik a száraz anyagsugárhoz a víz, vagy adalékszert tartalmazó keverő-folyadék. A szórófejből kilépve a betonszemcsék, közel 100 m/s sebességgel ütköznek a felületnek, ahol kezdeti jelentősebb visszahullást követően, megtapadnak és a folyamatos ütköztetéseknek köszönhetően megtömörödnek.

A rétegvastagságok, valamint a feladat specialitásának figyelembe vételével száraz és nedves lövési eljárást különböztetünk meg. Mindkét eljárás ismert és jelenleg is használatos az építőiparban, akár munkatér határolásoknál, alagút építésknél, vagy akár egy földem megerősítésnél.

A betonlövés a hagyományos építészeti megoldásokhoz viszonyítva költségtechnológiát képvisel, de figyelembe kell venni, hogy olyan munkafolyamatoknál, ahol a zsaluzás nehezen megoldható vagy költséges, vagy az indokolt rétegvastagság miatt nem gazdaságos, csak a betonlövés nyújt megoldást.

A Sakret a száraz lövési eljárásra fejlesztette ki SM4P lőthabarcs és SB8P lőttbeton termékcsaládját. A termékek az adott feladatnak megfelelően készülhet-



#### 3. kép A felújított víztorony

nek magas korai szilárdsággal, vízzáró-szulfátálló tulajdonsággal és mikroszál erősítéssel is. Ezek a műszaki jellemzők teszik lehetővé például a gazdaságos, kismértékű visszahullással járó, feletti lövést, vagy akár egy vízbetörés kizárását. A termékkör az Országos Tisztiorvosi Hivatal minősítésének megfelelően ivóvízzel való érintkezésre is alkalmas.

(Külön köszönet az adatokért a PENTA részéről Csányi Lászlónak.)



#### Betonpartner Magyarország Kft.

1103 Budapest, Noszlopy u. 2.

1475 Budapest, Pf. 249

Tel.: 1-433-4830, fax: 1-433-4831

office@betonpartner.hu • www.betonpartner.hu

#### Üzemeink

1186 Budapest, Zádor u. 4.

Telefon: +36-30-954-5961

1151 Budapest, Károlyi S. út 154/B.

Telefon: +36-30-931-4872

1037 Budapest, Kunigunda útja 82-84.

Telefon: +36-30-954-5535

2234 Maglód, Wodiáner Ipari Park

Telefon: +36-30-931-4872

9400 Sopron, Ipari krt. 2.

Telefon: +36-30-445-1525

8000 Székesfehérvár, Kissós u. 4.

Telefon: +36-30-488-5544

9028 Győr, Fehérvári út 75.

Telefon: +36-30-371-9993

9700 Szombathely, Jávori u. 14.

Telefon: +36-30-280-7777

#### Mobilüzem

3032 Apc/Farkas-major

Telefon: +36-30-488-8427

#### Labor

1037 Budapest, Kunigunda útja 82-84.

Telefon: +36-20-943-9720

#### Központi irodák

1186 Budapest, Zádor u. 4.,

Telefon: +36-30-445-3352

#### SZAKMAI KIADVÁNYOK

A Market Építő Zrt. kiadásában megjelent a **GROUPAMA ARÉNA** című könyv.

A kiadvány rengeteg képet tartalmaz, a képek mesélnék leginkább. A 2013. március – 2014. május közötti időszakot öleli fel, havi blokkokban. Az adott hónap elején egy rövid összefoglaló olvasható, milyen folyamatok zajlottak abban a hónapban. A könyv végigkíséri az egész építkezést, elejétől a végéig, a régi stadion bontásától egészen az új létrejöttéig.

Megszólal benne például Kubatov Gábor (FTC elnöke), Fürjes Balázs (kiemelt beruházásokért felelős kormánybiztos), tervezők, és a kivitelezői oldalról is néhány személy. Aki végiglapozza a könyvet, a teljes megvalósítást nézheti végig, részletesen bemutatva.

További információ: [www.libri.hu](http://www.libri.hu)



# Kivitelező és betongyártó együttműködése a padlóépítésben

KASZÓNÉ SZŐNYI ÉVA okl. építőmérnök, okl. betontechnológus szakmérnök, a CEMEX Hungária Kft. központi laboratórium vezetője



Szakmai előéletem során az építőiparban mind kutatásban-fejlesztésben, mind alkalmassági vizsgálatok elvégzésében, mind építési hibák szakértésében részt vettem. Ennek eredményeképpen megállapítható, hogy új termékek, technológiák bevezetése csak nagyon körültekintően, mindenre kiterjedően történhet. Utólag kiderült építési hibák esetében pedig mindig nehéz megállapítani a hiba okozóját, nem beszélve a kárról, amit a hibás termék jelent.

Jelenlegi betongyártói szemszögemből nézve, mindezen tapasztalatok birtokában új terméket, technológiát csak nagyon körültekintően vezetünk be. Az építésben történő hibázás lehetőségét pedig - a beton oldaláról - úgy próbáljuk kikerülni, hogy még a szerződés megkötése előtt tisztázzuk a vevői igényeket, elvárásokat, és ha szükséges, akkor az adott feltételeknek megfelelően állítjuk össze a betonreceptúrát, technológiát az adott projektre vonatkozóan. Ugyanis, ha a betonozás megkezdésekor derülnek ki ezek a különleges igények, akkor már nehéz szakszerűen beavatkozni a gyártási folyamatba, megőni a hibázás lehetősége.

A beton ipari padlók készítését teljes joggal kiemelhetjük az egyéb szerkezeti betonkészítés kategóriájából. A megkülönböztetést az indokolja, hogy ez a legelterjedtebb betontermék, amellyel szemben extra elvárásokat fogalmaz meg a megrendelője. Nem elhanyagolható tény, hogy a kivitelezésnél ezzel a nagy vastagságú betonréteggel végleges felületet állítunk elő, annak elvárásaival együtt. Szinte kivétel nélkül a szokásos beton tulajdonságokon túl, egyéb paraméterek is rendkívül fontossá válnak. Kiemelem az esztétikum, a vegyi, illetve mechanikai ellenállóképesség, valamint a végleges felület síkpontosságát, amelyek előre, objektív módon meghatározhatóak. A szakkivitelezőnek a technológiáját, az ahhoz szükséges beton munkahelyi konzisztenciáját az elvárásokhoz kell hangolnia.

Egy általános ipari padló megnevezés például a C25/30-XC2-24-F3 MSZ 4798-1:2004. A padlógyártó cég megadhatja a beton összetételét a betongyártó részére, ekkor előírt receptúráról beszélünk, a gyártó feladata ilyenkor az alkotó részek előírt mennyiségű beadagolása. Ilyenkor

is célszerű a betongyártóval való konzultálás, hiszen az üzemben lévő anyagok tulajdonságait, viselkedését a gyártó ismeri.

Tervezett beton – gyártói recept - esetében a gyártót segíti, ha ismeri a betonozás körülményeit. Hideg időben (télen) vagy meleg időben (nyáron) történik-e a betonozás? Surrantani vagy pumpálni fogják-e a betont, esetleg 100 m csövezéssel. Milyen messzire szállítják a betont, mennyi idejű eltarthatóságra van szükség? Milyen felületi megmunkálás lesz, tesznek-e utólag szálát a betonba?

Mind a két fél részére megnyugtató, ha az igények jelzése előre, írásban történik, majd receptküldés és jóváhagyás a folyamat. A CEMEX Hungária Kft.-nél jól működik és bevált ez a gyakorlat. Megrendelőink számíthatnak arra, hogy bármely gyárunkból a megszokott, jó minőségű padlóbetont kapják.

Ipari padlók esetében fontos a megfelelő alkotó anyagok használata. Cementeknél kis zsugorodási hajlamú, kis hőfejlődésű, heterogén cementeket célszerű alkalmazni. A cementek kiegészítőanyag-tartalmaként, illetve a külön adagolt kiegészítő anyagként kohósálakat és mészkölisztet válasszunk. Az adalékanyag kiválasztásánál fontos a kellő finomszám-tartalom, a tisztaság, hiszen a polírozott felületeknél minden napfényre kerül. Az adalékanyag-vázat úgy kell összeállítani, hogy a beton ne töppedjen, ne legyen hullámos a felület. Adalékszerek esetén elsősorban folyósítószer jöhet szóba, hiszen a 0,47 ÷ 0,48 víz-cement tényező csak így biztosítható. Nyújtott hatású folyósítószer használata növeli a gyártók biztonságát, hiszen a beton konzisztenciáját nem szükséges utólag korrigálni.





Vevői igény esetén szükség lehet szálak utólagos adagolására a betonba. A szálakat általában a vevő biztosítja. A betonösszetétel szempontjából ez kényes kérdés és sok utólagos panasz okozója lehet. Ha a gyártó a saját maga által ajánlott szálát alkalmazza, akkor ismeri annak hatását a betonra és eleve úgy állítja össze a keveréket, hogy az megfelelő legyen. Ha a vevő teszi utólag a keverékbe - nem ismervén a szálak konzisztenciára, illetve az eltarthatóságra gyakorolt hatását, valamint azt, hogy a beledobott zacskó milyen változást okoz -, akkor többletvíz kerülhet a keverékbe, amely lényegesen módosíthatja a beton víz-cement tényezőjét, ezáltal az összes, ezzel összefüggő betontulajdonságot,

repedésérzékenységet, szilárdságot stb. Korrekt, mind a két felet megnyugtató megoldás lehet, hogy a szál hatását a betonra előzetesen, próbakeveréssel meghatározzák.

Padlók gyártásánál nagy jelentősége van annak, hogy a helyszínen mindig legyen egy olyan felelős vezető, aki a gyárral kommunikálva visszajelzést ad a beton állapotáról. A folyamatos kommunikáció, és az üzemben valamint a helyszínen történő laborellenőrzés mind a sikeres termék létrehozását segíti elő.

Az elmúlt időszakban tapasztalható „fugamentes padlók” jelentős elterjedése az elvárt minőség eléréséhez kiemelt gondosságot igényel, mind a betongyártó mind a kivitelező részéről. Az

említett szabályok figyelembe nem vétele sokkal nagyobb hatással lehet a végeredményre, mint a korábbi, 6 x 6 m-es táblák esetén.

A padlógyártás területén történt változásokkal együtt új technológiák kerülnek fokozatosan bevezetésre, mint zsugorodás csökkentett, illetve zsugorodás kompenzált padlók, valamint statikailag méretezett szálerősített padlók.

A padlók felületi megmunkálási lehetőségei is bővülnek. Polírozás révén, az adalékanyag-váz változatos kialakításával a tervezői fantáziának megfelelő rajzolatok, mintázatok jönnek létre. Egy megvalósult projekt keretén belül bemutatjuk a „CEMEXPOLÍR-150” megnevezésű padlónkat.

## Minden, ami padló...



Lehet egy betonfelület is csillogó, mint a márvány és erős, mint a gránit? Igen! A CEMEX padlófelületei rendkívül ellenállóak, könnyen karbantarthatók és modern megjelenést kölcsönöznek az ipari létesítményeknek, irodáknak, üzleteknek, garázsoknak, folyosóknak, de akár a konyhának is.

A CEMEX magyarországi jelenléte során nagy tapasztalattal és ügyfelei legnagyobb megelégedésére gyártja ipari padlóit, amelyekből már közel 1 000 000 m<sup>2</sup> épült országszerte.

A CEMEX rugalmasan követi a padlóépítésben alkalmazható új technológiákat és körültekintően alkalmazza azokat.

Követve a divatot, a megfelelő műszaki színvonalon túlmenően esztétikai sokszínűsége is törekszik.



Speciális termékeink gyártási lehetőségeivel kapcsolatban (mely üzemeinkben elérhető), valamint árajánlatért hívja értékesítő kollégáinkat!



CEMEX Hungária Kft.  
H-1095 Budapest, Hajóállomás u. 1.

Tel.: +36 1 215 0874  
Fax: +36 1 216 1110

info@cemex.hu  
www.cemex.hu

# Betonvarrás Murexin módra

A betonozási és esztrichezési munkálatok befejeztével különböző repedések jelenhetnek meg a felületen, melyek többfélék lehetnek, pl. zsugorodási, tágulási-mozgási repedések.

Beton összevarrására a Murexin EP 70 BM Többcélú epoxigyanta vagy a Murexin 2K SI 60 Kiöntőgyanta javasolt Murexin Hoco Esztrich kapocs alkalmazásával.

## Anyagok

A **Murexin EP 70 BM Többcélú epoxigyanta** kétkomponensű, oldószermentes, nem szappanosodó, zsugorodásmentes, hígfolys epoxi gyanta. Vastag rétegben is kikeményedik, tartós és erős kötést képez az alappal.

A **Murexin 2K SI 60 Kiöntőgyanta** oldószermentes, gyorsan keményedő, kétkomponensű vízüveg-PUR bázisú kiöntő- és ragasztógyanta az esztrich és beton erőzáró kötéséhez. Kül- és beltérben alkalmazható az esztrichek repedéseinek és fugáinak összezárásához.

A **Murexin HOCO Esztrich kapocs** hullámos esztrichkapocs kiváló minőségű acélból, az esztrich repedéseinek összevarrására.

## Kivitelezési technológia

A megfelelően szilárd alapfelület alaposan meg kell tisztítani. A repedéseket ki kell tágítani, max. 25 cm-ként a repedésre kb. 45 fokos szögben bevágásokat kell készíteni az esztrich réteg egyharmadáig (2/3 vastagságot át kell vágni). Ezekbe a bevágásokba a kiöntés előtt esztrich kapcsokat kell elhelyezni, ami egy plusz erősítést ad a kötésnek. A repedések tágítása során keletkező port alaposan el kell távolítani a kiöntés előtt.

A Murexin EP 70 BM Többcélú epoxigyanta „B” komponensét az „A” komponenshez kell adni és egy elektromos keverő segítségével teljesen egyöntetűvé kell keverni (kb. 4 perc). Ajánlott a keverék átöntése és ismételt alapos átke-



rése. Fontos, hogy az edény alján és oldalán ne maradjon felkeveretlen anyag.

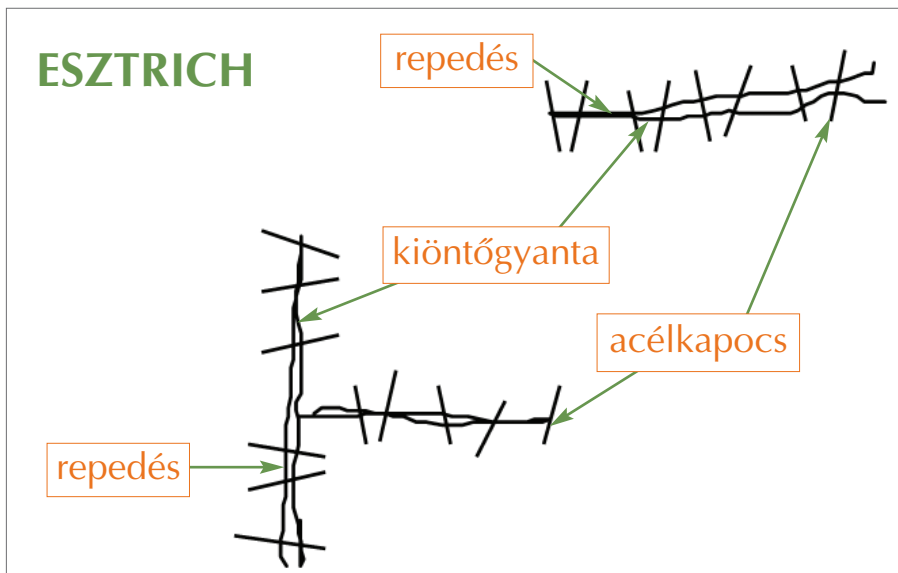
A Murexin 2K SI 60 Kiöntőgyanta használatakor az „A” komponensű flakon tartalmát a „B” komponens flakonjába kell önteni, majd ezt le kell zárni. Ezután 15 másodpercig intenzíven össze kell rázni. A hígfolys felhasználású anyaghoz 4 percen belüli feldolgozás szükséges. Szélesebb fugáknál vagy a ragasztási munkáknál az anyagot hagyni kell érni és 3-4 perc után kell gyorsan feldolgozni.

A homogén, hígfolys Murexin EP 70 BM Többcélú epoxigyantát vagy a Murexin 2K SI 60 Kiöntőgyantát a repedésekbe kell önteni és a telítettségig után adagolni. Ügyelni kell arra is, hogy a mély üregekben légbuborék ne maradjon. A széles repedéseknél az anyag tűziszáritott kvarchomokkal tölthető.

A gyantákkal kitöltött fugák tetejét be kell szórni finom tűziszáritott kvarchomokkal, hogy a később rákerülő cementbázisú anyag megfelelően tapadni tudjon. A kikeményedés után a gyantába be nem kötött kvarchomokot maradéktalanul el kell távolítani.

Amennyiben az előírásoknak megfelelően és szakszerűen történt a beton összevarrása, akkor a későbbiekben újabb repedések nem keletkeznek a jelenlegi repedések helyén.

Megemlítendő, hogy abban az esetben, ha a repedés nem a beton zsugorodásának következménye, hanem pl. szerkezeti mozgásokból adódó, akkor a felületen ismételt repedések jelenhetnek meg.



www.murexin.com

# A TAKATA projekt kihívásai

CZIRJÁK JÁNOS betontechnológus, Holcim Magyarország Kft.

A ma már működő, passzív biztonsági rendszerek gyártásával foglalkozó TAKATA autóipari beszállító vállalat miskolci gyárépítésének kiszolgálása jelentette az egyik legnagyobb feladatot 2014-ben a térség transzportbeton gyártói számára. A városnak is jelentős projekt sikereihez a Holcim Magyarország Kft. miskolci üze me is hozzájárult szakértelmével, műszaki színvonalával és együttműködésével, illetve közel 15 ezer köbméter transzportbeton kiszállításával. A projekt az elmúlt időszakban a legrövidebb időn belül megvalósított beruházás volt a régióban.

A betonüzem 2014 elején kezdte meg a tárgyalásokat a fővállalkozóval. A TAKATA japán autóipari beszállító vállalat miskolci gyáregységének felépítése nem mutatkozott könnyű feladatnak, ennek ellenére az üzem vállalta a megmértetést. A MARKET Zrt. – mint fővállalkozó – mások mellett a Holcim Magyarország Kft. miskolci betonüzemének is bizalmat szavazott transzportbeton beszállítói minőségben.

Az üzem gyorsan felvette a szükséges fordulatszámot, hogy a változó vevői igényeknek meg tudjon felelni. A kezdeti időszakban leginkább a befutó rendelések és a valós igények közötti eltérések okoztak problémát, ezért Jurák Miklós üzemvezető az előre tervezhető kapacitáskihasználás érdekében az igények pontos előrejelzését és azok lehető legpontosabb betartását kérte a kivitelezőktől. Az így kialakított szoros együttműködésnek köszönhetően az üzem napi bontásban egy héttel előre jó közelítéssel látta az ütemezést. Ez a módszer lehetővé tette az alapanyag gazdálkodás és a logisztika lehető legjobb működését, elkerülve, illetve minimalizálva az azonnali igények miatt felmerülő nehézségeket.

A kiszállított mennyiségek tekintetében az ipari padlóbeton kivitelezése jelentette a legnagyobb kihívást mind a mennyiség, mind pedig a minőség szempontjából. Az 50 000 m<sup>2</sup> körüli felülethez a Holcim Magyarország Kft. miskolci üze me közel 7 000 m<sup>3</sup> betont kevert. A nagytáblás, vasalt, acélszállal erősített ipari padló C25/30 nyomószilárdsági osztályú transzportbetonból készült. Az üzem más projekteknél már sikeresen alkalmazott, „bejáratott” összetételű betont szállított a kivitelezőnek. A munkát és a terméket a Holcim építőanyag-vizsgáló laboratóriumának miskolci szakemberei is ellenőrizték napi rendszerességgel,

és szükség esetén beavatkoztak az esetlegesen előforduló hibák elkerülése érdekében.

A minőség egyenletességének problémája a konzisztencia ingadozásában jelentkezett, amit az elemzések alapján elsősorban az acélszál adagolásának körülményei okozhattak. Az acélszál mixer gépkocsi szállítódobjába történő adagolásának legkedvezőbb módja, amikor a szálakat keverési adagonként egymástól elválasztva adják a frissbetonhoz. Léteznek olyan mobil adagolóberendezések, amelyek a homogén adagolást a szálak szétválasztásával elősegítik. Ezzel elérhető a szálak lehető leghomogénebb eloszlása a frissbetonban, és jelentősen csökkenthető a szálak csomósodása, az ún. „südisznó effektus” kialakulása. Ugyanakkor a frissbetonnal feltöltött

szállítódobba utólagosan beadagolt szál nem fog kellőképpen elkeveredni – még hosszabb szállítási idő eltelte után sem –, hiszen a szállítódob nem keverődob! Jellemzően a nagy mennyiségű szál adagolásával a beton konzisztenciája az adagolás után a szállítódob utolsó traktusában szinte azonnal csökken, míg a hátsó (korábban kevert) szakaszban a száladagolásnak nincs ilyen hatása. Egy 8 m<sup>3</sup>-es tételbe több mint 200 kg acélszál kerül az utolsó keverési egységbe (25-30 kg/m<sup>3</sup>-es adagolást alapul véve) és ezt kellene elkevernie a szállítódobnak, azonban ilyen mennyiségnél még hosszabb szállítási távolság esetén sem lesz egyenletes, homogén száleloszlás a szállítási tételben; a helyszínre érkezett betonból kivett minta konzisztenciája jelentős eltérést fog mutatni a beton jelében meghatározotthoz képest.

Elteltekintve az általában jelentkező – egyébként nem jelentős – problémáktól, az üzem sikeresen megoldotta a megrendelői igények kielégítésének, sokszor komoly erőfeszítéseket igénylő feladatát. A problémák megoldása, kezelése eredményesnek bizonyult, hasznos tapasztalatokkal gazdagította mind az üzem, mind pedig a laboratórium szakembereit a frissbeton „traumatológiája” területén.

A fővállalkozónak nem kellett csalódnia a kivitelezés során, így a MARKET Zrt.-től a projekt befejezése után a Holcim Magyarország Kft. miskolci üze me kiváló minőségű beszállítói besorolást kapott.



## HÍREK, INFORMÁCIÓK

A **BETON képzőművészeti és betonbarkács workshop** a Szövetség'39 Művészeti Bázis kezdeményezésében és vezetésével valósul meg 2011 óta minden év áprilisában.

A nyilvános foglalkozáson a betonöntés kisléptékű, egyedi lehetőségeit vizsgáljuk. A cél az öntés és a közös betonozás élményének megtapasztalása, a beton meghökkentő és váratlan felhasználási lehetőségeinek megismerése, a kísérletezésből adódó, előre nem számítható eredmények örömeinek, tanulságainak és sikerének megélése.

A workshopra jelentkezőket a beton közvetlen megismerésében lelkes szakemberek és tervezők segítik. A diákok a műhelymunka során lehetőséget kapnak kísérleti plasztikus elemek öntésére. A gyakorlati fázist egyhónapos intenzív tervezési időszak előzi meg, amely alatt a résztvevők felkészülnek az egyéni zsalukészítésre és a betonöntésre.

Az idei munkákból a képek adnak ízelítőt.

További információ: [betonworkshop.hu](http://betonworkshop.hu), [facebook.com/betonworkshop](https://facebook.com/betonworkshop).



Az ötlet olyan hétköznapi mondatok kihelyezése például egy leomlott vakolatdarab helyén vagy egy járdán lévő burkolathianyban, amelyek üzenetértékükkel valamilyen reakciót váltanak ki az utca emberéből.



A városban sok helyen hiányosak a gömb záródugójú Demszky-oszlopok. Az oszlopok tetejére elhelyezett egyedi kiegészítésekkel vidámabbá tehetők a hétköznapi az arra járók számára.



Fűszernövényekkel beültetett beton oszlop, célja a gasztró élmény fokozása egy étterem közvetlen környezetében.

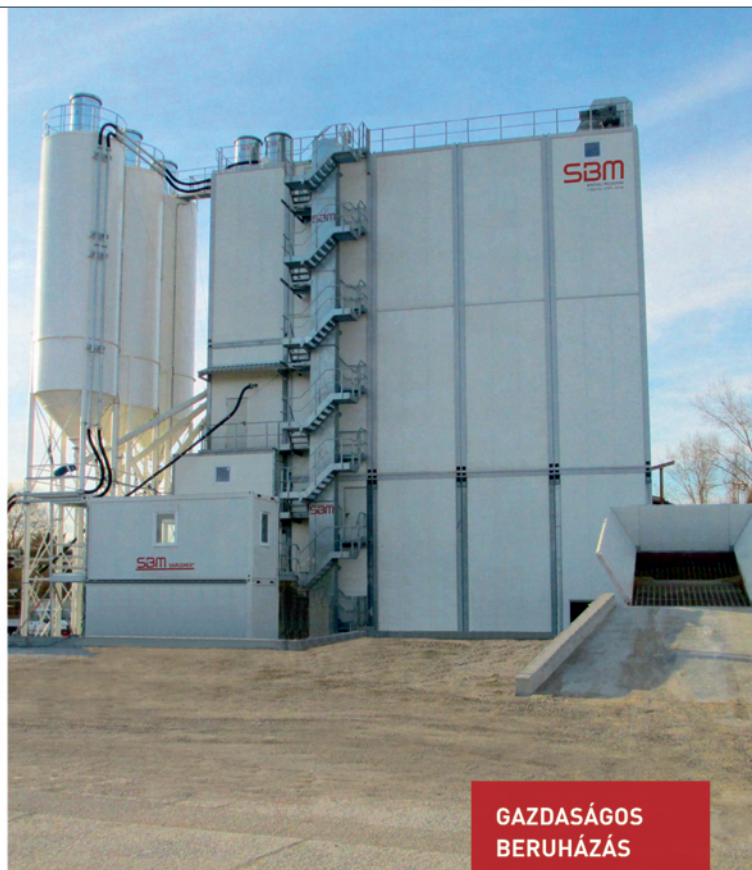
A szerkezet több kisebb azonos beton elemből épül fel, ezek egymáshoz képest elfordíthatóak alkalmazkodva a növények hely- és fényigényéhez, alsó része pedig egy fél méter magas betontömb.



### Mobil betonkeverő berendezés VARIOMIX® 2500 CM

- Mobil betonkeverő a telepített berendezések sajátosságaival
- Moduláris kivitel
- Gazdaságos üzemeltetés

- 115 m<sup>3</sup>/h teljesítmény
- 400 t cement 6 tartályban
- 400 m<sup>3</sup> zúzottkő 8 tartályban



**GAZDASÁGOS  
BERUHÁZÁS**

MFL Hungária Kft., 1103 Budapest, Gergely utca 81/e., Tel. +36 1 433 2004  
[mfl@t-online.hu](mailto:mfl@t-online.hu) | [www.sbm-mp.at](http://www.sbm-mp.at)