

SZAKMAI HAVILAP
2008. NOVEMBER
XVI. ÉVF. 11. SZÁM

„Beton - tőlünk függ, mit alkotunk belőle”

BETON



Cikk a 12. oldalon található.

TARTALOMJEGYZÉK

3 Érdemes-e küszködni az NT betonokkal? 3. rész

SPRÁNITZ FERENC

8 Légbuboréktartalom, távolsági tényező 1.

DR. KAUSAY TIBOR

A légbuborékképző adalékszerrel készített fagyálló, illetve fagy- és olvasztósó-álló, XF2 - XF4 környezeti osztályú friss beton összes levegőtartalmának előírt legkisebb értéke 4,0 térfogat%, megengedett legnagyobb értéke 8,0 térfogat% (MSZ 4798-1:2004). A felső korlátra azért van szükség, mert 1,0 térfogat% légpórustartalom növekedés 4-5 % beton nyomószilárdság csökkenést okoz.

Az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerint a megszilárdult betonban a légbuborékok távolsági tényezője legfeljebb 0,22 mm legyen.

Az MSZ EN 934-2:2002 szabvány ennél szigorúbb, ugyanis azt a légbuborékképző adalékszer tekinteti megfelelőnek, amely a szilárd betonban $\leq 0,20$ mm távolsági tényezőt hoz létre.

Az MSZ EN 934-2:2002 szabvány követelménye továbbá, hogy a légbuborékképző friss beton összes levegőtartalma legalább 2,5 térfogat%-kal legyen nagyobb, mint a légbuborékképző nélküli beton levegőtartalma, és a friss beton összes levegőtartalma 4 - 6 térfogat% között legyen.

A 28 napos korú, légbuborékképző adalékszerrel készült beton nyomószilárdságának el kell érnie a légbuborékképző adalékszer nélküli készített ellenőrző beton nyomószilárdságának 75 %-át.

10 Középpontban a kiöntőhabarcs

12 Művészi alkotás mérnöki precizitással

CSURGAI FERENC

18 A Magyar Betonszövetség hírei

SZILVÁSI ANDRÁS

22 Az Északi összekötő vasúti híd pillér-betonozásai

BENEDEK BARBARA - KANDÓ GYÖRGY - LUKÁCS MIKLÓS

11 Könyvjelző

16 Hírek, információk

HIRDETÉSEK, REKLÁMOK

◆ BASF HUNGÁRIA KFT. (23.) ◆ BETONPARTNER KFT. (17.)

◆ BETONPLASZTIKA KFT. (24.) ◆ CEMKUT KFT. (17.)

◆ COMPLEXLAB KFT. (20.) ◆ ELSŐ BETON KFT. (11.) ◆ ÉMI KHT. (11.)

◆ MAÉPTESZT KFT. (21.) ◆ MG-STAHl BT. (21.)

◆ MUREXIN KFT. (10.) ◆ PLAN 31 KFT. (17.) ◆ PROMO KFT. (24.)

◆ RUFORM BT. (17.) ◆ SIKa HUNGÁRIA KFT. (21.)

KLUBTAGJAINK

◆ ASA ÉPÍTŐIPARI KFT.
◆ BASF HUNGÁRIA KFT.
◆ BETONPARTNER MAGYARORSZÁG KFT.
◆ BETONPLASZTIKA KFT. ◆ BVM ÉPELEM KFT.
◆ CEMEX HUNGÁRIA KFT. ◆ CEMKUT KFT.
◆ COMPLEXLAB KFT. ◆ DUNA-DRÁVA CEMENT KFT. ◆ ELSŐ BETON KFT.
◆ ÉMI KHT. ◆ FORM + TEST HUNGARY KFT.
◆ FRISSBETON KFT. ◆ HOLCIM HUNGÁRIA ZRT. ◆ KTI NONPROFIT KFT.
◆ MAÉPTESZT KFT. ◆ MAGYAR BETON-SZÖVETSÉG ◆ MAPEI KFT.
◆ MC-BAUCHEMIE KFT.
◆ MG-STAHl BT. ◆ MUREXIN KFT.
◆ PLAN 31 MÉRNÖK KFT. ◆ RUFORM BT.
◆ SIKa HUNGÁRIA KFT. ◆ STABILAB KFT.
◆ SW UMWELTTECHNIK MAGYARORSZÁG KFT. ◆ TBG HUNGÁRIA-BETON KFT.

ÁRLISTA

Az árak az ÁFA-t nem tartalmazzák.

Klubtagság díja (fekete-fehér)

1 évre 1/4, 1/2, 1/1 oldal felületen:
118 000, 236 000, 472 000 Ft és 5, 10, 20 újság szétküldése megadott címre

Hirdetési díjak klubtag részére

Színes: B I borító	1 oldal 143 690 Ft;
B II borító	1 oldal 129 130 Ft;
B III borító	1 oldal 116 050 Ft;
B IV borító	1/2 oldal 69 310 Ft;
B IV borító	1 oldal 129 130 Ft

Nem klubtag részére a fenti hirdetési díjak duplán értendők.

Hirdetési díjak nem klubtag részére

Fekete-fehér: 1/4 oldal 28 380 Ft;
1/2 oldal 55 180 Ft; 1 oldal 107 290 Ft

Előfizetés

Egy évre 4860 Ft.
Egy példány ára: 486 Ft.

BETON szakmai havilap

2008. november, XVI. évf. 11. szám

Kiadó és szerkesztőség: Magyar Cementipari Szövetség, www.mcsz.hu
1034 Budapest, Bécsi út 120.
telefon: 250-1629, fax: 368-7628

Felelős kiadó: Skene Richard

Alapította: Asztalos István

Főszerkesztő: Kiskovács Etelka
telefon: 30/267-8544

Tördelő szerkesztő: Tóth-Asztalos Réka

A Szerkesztő Bizottság vezetője:

Asztalos István (tel.: 20/943-3620)

Tagjai: Dr. Hilger Miklós, Dr. Kausay Tibor, Kiskovács Etelka, Dr. Kovács Károly, Német Ferdinánd, Polgár László, Dr. Révay Miklós, Dr. Szegő József, Szilvási András, Szilvási Zsuzsanna, Dr. Tamás Ferenc, Dr. Ujhelyi János

Nyomdai munkák: Sz & Sz Kft.

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

Honlap: www.betonujsg.hu

A lap a Magyar Betonszövetség (www.beton.hu) hivatalos információinak megjelenési helye.

Érdemes-e küszködni az NT betonokkal? 3. rész

- avagy milyen neműek a nagy teljesítő-képességű (NT) betonok?

SPRÁNITZ FERENC

A múlt évben, a BME Hidak és Szerkezetek Tanszék részéről ért az a megítélt felkérés, hogy külső szakértőként vegyek részt a Magyar Közút Kht. által elindított NT betonos kutatási programban. Ennek keretén belül az NT betonok pépkísérleteit terveztem meg és kezdtem el.

Cikksorozatomban ismertetem a pépvizsgálatokhoz kapcsolódóan az interneten talált, valamint tanáraimtól (Dr. Rácz Kornélia, Dr. Balázs L. György, Dr. Kovács Károly, Dr. Szalai Kálmán, Dr. Ujhelyi János) és betontechnológus kollégáimtól (Gábel Viktória, Lányi György, Pekár Gyula, Sántha Béla) kapott értékes szakirodalmak számomra legtöbbet mondó részleteit, ill. beszámolok a tárgyhoz kapcsolódó morfondírozásaimról, tapasztalataimról.

Kulcsszavak: adódó lehetőségek, szakmai kíváncsiság, reológia, pépvizsgálatok, részecskeméret-eloszlás, mezo- és mikrostruktúra, ellenállóképesség, örömteli küszködés

NT betonkeverékek, cement-pépek, diszperz rendszerek mozgékonyasága

Betonkeverékek bedolgozhatóságának modellezése, mérése

A betonkeverékek bedolgozhatóságával kapcsolatban az amerikai Transzportbeton Szövetség (NRMCA), valamint a Nemzeti Szabványügyi és Technológiai Intézet (NIST) megállapítja, hogy a hagyományos, szabványos konzisztenciavizsgá-

latok eredményei nem tekinthetők reprezentatívnak az NT betonok esetében. Egyazon rokadási értékű NT keverékeknél jelentős mértékben eltérő folyási tulajdonságokat tapasztaltak a szivattyúzhatóság és a bedolgozás során. Az elvégzett kísérleteik szerint a kis v/c tényezőjű betonoknál is mutatkozhat a vízkiválás, ülededés, de a hagyományos betonokhoz képest ez a jelenség jóval nagyobb területi értékek mellett jelentkezik.

A betonkeverékek folyási tulajdonságainak elemzése során a NIST kutatói a nyíróellenállást (*yield stress*) találták meghatározónak a rokadással mért konzisztenciára vonatkozóan.

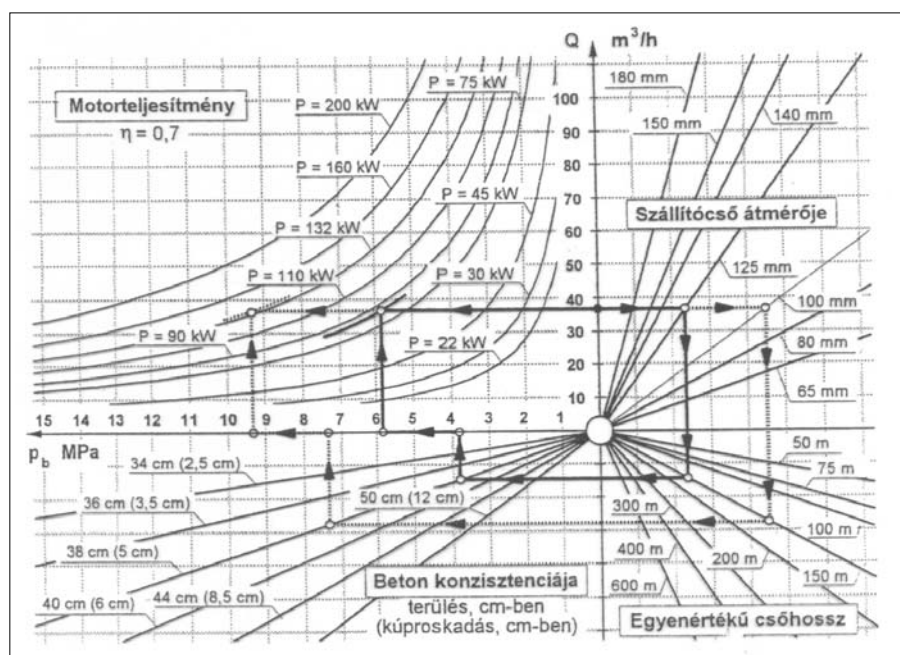
A ragadóságra (*stickiness*), elhelyezhetőségre (*placeability*), szivattyúzhatóságra (*pumpability*) és a felületképzési lehetőségre (*finishability*) pedig egy másik folyási jellemzőt, a képlékeny viszkozitást (*plastic viscosity*) találták jellemzőnek [20].

A normál szilárdságú és teljesítő-képességű betonok vonatkozásában (a 10. ábra szerint) egyrészt a frissbeton területtel és/vagy rokadással meghatározott konzisztenciája befolyásolja a szivattyúzható teljesítményt, másrészt pedig a szivattyúhoz kapcsolódó jellemzők (motorteljesítmény, szállítócső átmérője és egyenértékű csőhossza) [21].

Az NT betonok szivattyúzhatóságához a gyártók valószínűleg a viszkozitási jellemzőket (pl. kifolyási idő) is megjelölik majd.

Az amerikai kutatók számára már az NT betonok kezdeti gyakorlatban megmutatkozó bedolgozási nehézségei során *kézenfekvőnek mutatkozott a betonkeverék folyási tulajdonságait leginkább meghatározó fázis, azaz a cementpép tulajdonságainak a vizsgálata*, melyekből elvileg már adódhatnak a betonkeverék folyási tulajdonságai. A különböző reométerekkel végzett vizsgálatokból levont következtetések a gyakorlatban, kezdetben nem igazolódtak. Egy, a NIST által továbbfejlesztett modell - egy speciális, a homok és a kavics frakciók sűrűdő hatását is figyelembe vevő reométer, valamint egy számítógépen szimulált keverési folyamat segítségével - a cementpépen végzett reológiai mérések eredményeiből határozza meg a betonkeverék várható reológiai tulajdonságait [22].

A cementpép összetevőinek fizikai és/vagy kémiai jellemzői alapján történő reológiai tervezéssel és a beton tulajdonságainak előbecslésével több kutatás is foglalkozott. A betonkeverék bedolgozhatósági jellemzőinek javítását célzó kísérletek



10. ábra Betonszivattyúk fő paramétereinek közti kapcsolat (Putzmeister közleménye alapján)

eredményeként Collins - az esetenként ellentmondó vizsgálati eredmények alapján - megállapítja, hogy ezek *komplex tervezése nem egyszerűen megoldható probléma* [23].

Következtetései szerint az ismeretek mai szintjén a gondosan elvégzett pépkísérletek adatai nélkül egyelőre még nem lehet tervezni a betonkeverék bedolgozhatósági jellemzőit. Ennek ugyanakkor ellentmondani látszik a NIST honlapján 2002. óta fellelhető határok nélküli összetétel-tervezés, az „e-mail concrete”, úgy a normál, mint az NT betonokra, tetszőleges bedolgozhatósági, szilárdsági és teljesítményjellemzőkre vonatkozóan (lásd a www.ciks.gibt.nist.gov honlapot). A tervezőprogram egyes részei ingyenesen hozzáférhetők, más részekhez már regisztrálni és az információért fizetni kell.

Cementpépek, diszperz rendszerek mozgékonyosságának mérése

A különböző pépjellegű, sűrűn folyó építőanyagok (pl. bitumen, cementpép, műgyanta, festék stb.) belső sűrűlódását, nyíróerőkkel szembeni viselkedését rotációs viszkoziméterrel mérik [24].

Mivel az anyagok folyékonyságának, mozgékonyságának mérése gyakran szükségessé válik, ezért a folyadékok reológiai tulajdonságainak gyorsvizsgálatához az építőiparban is használnak viszkoziméterrel kalibrált kifolyási tölcseket. Az építőiparban a résiszap viszkozitásának meghatározására, illetve a kívánt viszkozitás beállítására már évtizedek óta alkalmazzák az átfolyási idő megállapítására alkalmas Marsh-tölcseket. Az egységesített méretű, EN 445 szabvány szerinti Marsh-tölcseket ma már az öntömörödő és az NT betonok pépjai viszkozitásának meghatározására is használják. Az öntömörödő betonok mozgékonyságának méréséhez és a felhasználási területhez való alkalmasság megítéléséhez, az EFNARC SCC 028 Műszaki Irányelv egységesíti a különböző kifolyási tölcsek, U-alakú csövek, tolóajtós ládák (J-ring, V-funnel, L-box, U-box) stb. méreteit.

A kifolyási idő jelzi a folyás sebességét, a szivattyúzhatóságot,

valamint a légtelenedési hajlamot.

Spanyol kutatók olyannyira *meghatározónak ítélték a folyási sebességet az NT (nagy teljesítőképességű) és az ÖT (öntömörödő) betonoknál*, hogy a területi jellemzők mérése nélkül, csak a pépek átfolyási idejének mérésével mérték és értékelték a különböző folyósító adalékszerek hatékonyságát a $v/c=0,35-0,50$ közötti tartományban, valamint ezen vizsgálatok és a tömeg szerinti arányok alapján választották ki a bedolgozhatóságot leginkább elősegítő kiegészítő anyagot. Az átfolyási idő és a viszkozitás közötti korrelációt előzetesen felvették, de nem publikálták [25]. A cement egy részének helyettesítéseként a pépbe kerülő kiegészítő anyagok összehasonlítása és értékelése szempontjából az eltérő anyagsűrűségek nem hagyhatók figyelmen kívül. Ezért szabatosabbnak tűnik az EFNARC SCC 028 szerinti, illetve a számos kutató által alkalmazott tömör térfogatra átszámított adagolás.

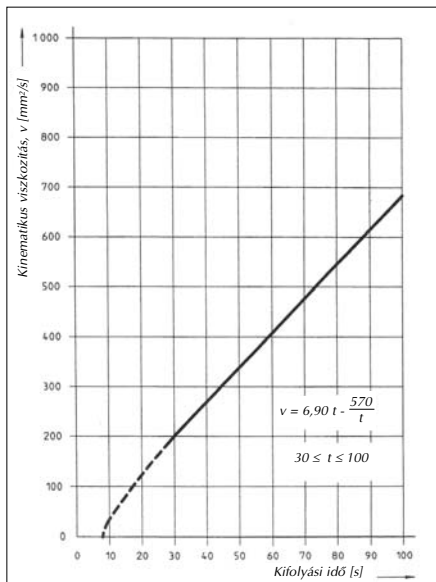
Az NT betonok reológiai tervezéséhez, a bedolgozhatósági jellemzők egyszerű eszközökkel történő meghatározásához, valamint hat különböző kiegészítő anyag közül a nyírási ellenállást és a viszkozitást legkedvezőbben befolyásoló típus kiválasztásához vizsgálta egyfajta cementtel Ferrari (NIST) a $v/c=0,28-0,35$ közötti víz/cement tényezőjű pépek területét, kifolyási idejét és viszkozitását [26]. A kifolyási idő méréséhez 5 mm kifolyási lyukméretű Marsh-tölcseket alkalmazott, melybe 1 l térfogatú pépet öntött. A kifolyási időket 300, 500, 700 és 1000 ml pép átfolyásakor mérte. A 700 ml térfogat feletti mennyiségek esetén a kifolyási idő linearitásának megváltozását tapasztalta, ezért célszerűnek találta a kifolyási idő mérését az edény térfogatának 70 %-ában felvenni.

A megvizsgált hatféle kiegészítőanyag közül az ultra finom pernyét (UFFA) találta a legkedvezőbbnek a kifolyási idők és a terület szempontjából egyaránt. Ennek az átlagos szemcsemérete („mean particle diameter”, PD): $3,1\ \mu\text{m}$ volt (ehhez hasonló, szűken frakcionált, $2-10\ \mu\text{m}$

közötti szemcseméretű kőszénpernyét Németországban is állítanak elő, melyet esetenként Magyarországon is használnak). A Ferrari által vizsgált kiegészítőanyagok között a különféle szemcseméretű örölt pernyék mellett még metakaolin és szilikapor volt. A lézergranulométerrel megállapított átlagos szemcseméretek a pernyéknél $PD=3,1$ és $18\ \mu\text{m}$ között, míg a metakaolin és a szilikapor esetében rendre $PD=7,4\ \mu\text{m}$ és $\bar{x}\sim 0,1\ \mu\text{m}$ voltak. Ferrari a keverést kétféle térfogattal és kétféle keverővel, azaz az amerikai ASTM C305 cementszabvány szerinti Hobartkeverővel $\sim 1\ \text{l}$, valamint egy nem szabványos keverővel $\sim 4\ \text{l}$ mennyiségekkel végezte. Megállapította, hogy a szabványos keverő nem alkalmas a kis v/c -tényezőjű homogén pépek létrehozására, ill. meglátása szerint a kutató intézetekben elvégezhető viszkozitásmérések nem helyettesíthetők minden esetben a gyárak laboratóriumaiban elvégezhető egyszerű reológiai mérésekkel. Megállapította továbbá, hogy a betonkeverékben alkalmazott pép mennyiségétől függően a szükséges folyósítószer mennyisége változhat a pépkísérleteknél talált optimumhoz képest.

A Ferrari által alkalmazott keverési sorrend véleményem szerint nem minden esetben volt optimális, mert a folyósítószer csak a keverés legvégén egy ütemben adagolta. Kísérleteim szerint bármely cementtípusnál a $v/c \leq 0,3$ víz-cement tényező esetén azért szükséges a folyósítószer egy részének az előzetes, keverővízbe való adagolása, mert e nélkül olyan hosszú idejű és intenzív keverés szükséges a homogén pép előállításához, amely a keverék felmelegedéséhez vezet. A teljes mennyiségű folyósítószernek az előzetesen, egy lépcsőben történő adagolása viszont a kétlépcsős adagoláshoz képest jelentősen nagyobb mértékű folyósítószer adagolást igényelt.

A különböző pépek kifolyási idejének vizsgálatához az alkalmazott tölcsek különböző viszkoziméterekkel kalibrálhatók. A megfelelően felvett korreláció



11. ábra Kalibrációs görbe
6 mm-es lyukátmérőhöz

alapján a viszkozitás-kifolyási idő diagramról a viszkozitás a kifolyási érték alapján is megállapítható. Pl. az alábbi görbéhez egy ~100 cm³ térfogatú, 6 mm-es alsó lyukátmérőjű kifolyási tölcser tartozik, melynél az EN ISO 2431 szabvány a grafikon szerinti viszkozitási értékeket rendeli a 30-100 s között mért kifolyási időkhöz. Ezzel kapcsolatban igen jónak érzem az amerikai NIST kutatóinak meglátását, akik nem a tölcserbe töltött teljes térfogat, hanem csak annak 70 %-a kifolyási idejét tartják mértékadónak.

Annak ellenére, hogy szinte minden forrásmunka (szakirodalmak, műszaki előírások vagy szabvány) szükségesnek tartja a viszkozitás-kifolyási idő összefüggéshez a kalibrációs görbe felvételét, nem találtam erre vonatkozó publikált adatot a különböző kutatók által alkalmazott Marsh-tölcseres kifolyási vizsgálatok esetében. Nem találtam pontos adatokat a rotációs viszkoziméter típusára, a koncentrikus hengerek átmérőjére, ill. a két henger közti rés méretére vonatkozóan sem.

A megkezdett hazai pépkísérletek folytatása során célszerű lenne ezek egyértelműsítése és a viszkozitás-kifolyási idő összefüggés(ek) felvétele.

NT betonok mozgékonyasága

Az elvégzett bedolgozhatósági kísérletek eredményei jól egybecsen-

genek azokkal az NT hídbetonokkal kapcsolatos hazai kivitelezési tapasztalatokkal [2], melyek szerint a jól bedolgozható, kis v/c tényezőjű betonkeverékek nagy hasonlóságot mutatnak az öntömörödő betonok mozgékonyasági tulajdonságaival.

A nagy teljesítőképesség eléréséhez Dr. Erdélyi Attila szerint [3] a minél kisebb víztartalmat és a jó bedolgozhatóságot együttesen kell szem előtt tartani.

A különböző szakirodalmi hivatkozások, a hazai kivitelezési gyakorlat tapasztalatai, valamint a jelen kutatási munka következtetései alapján kijelenthető, hogy a hagyományos bedolgozási technológiájú, építéshelyszínen kivitelezett NT betonoknál a kis víztartalom + jó bedolgozhatóság együtteséből az öntömörödő jelleg (kisebb vagy nagyobb folyási sebesség, de a hagyományos keverékektől eltérően mindig nagy területképeség) automatikusan adódik, ezért technológiai ellentmondásnak tekinthető a lejtésképzés megvalósítása.

A lejtésképzés és az NT betonok közötti technológiai ellentmondás néhány lehetséges feloldási módját vizsgáltam a pépkísérletek során. A pép utólagos besűrítésének elve alapján a gyakorlatban is elkészített NSZ-NT betonkeverék mixergép-kocsival szállítható és gerendavibrátorral (melyek hatékonyságát az NT betonoknál célszerű lenne külön gépészetileg méretezni) szinte ragadásmentesen tömöríthető volt, viszont betonszivattyúval úgy tűnt, hogy sajnos nem szállítható. A szivattyúzás és lejtésképzés együttes megvalósítását elősegítik az LP-szerek is, mivel alkalmazásukkal jelentősen gyengíthető a területképeség. Szóba jöhetnek még egyes, a meteorfelszínhez hasonló kráterekkel, durva csipkézettséggel rendelkező, igen nagy fajlagos felületű (~20 000 cm²/g) kiegészítőanyagok is, melyek elősegíthetik a mozgítás megszűnésekor szükséges tixotróp jelleg elérését.

A megváltozott mozgékonyasági jellemzők (pl. nagy területképeség) normál esetben ugyanakkor elősegítik a sűrűn vasalt, karcsú NT be-

tonszerkezetek felületi hibáktól mentes (előre)gyártását. A nagy tömörségű, az időjárési körülményeknek külön sóvédő bevonat nélkül is ellenálló, látszóbeton minőségű NT szerkezetek megvalósításához jól alkalmazhatók pl. a kutatási anyagban részletezett területi és folyási jellemzők vizsgálati.

Gyártási tapasztalataim az NT betonszerkezetek felületi hibamentességével kapcsolatban

Bár az említett európai irányelv és több szakirodalmi forrás a 0,125 mm alatti méretű finomszemcséket tartja mértékadónak a számítások során, de ezt fenntartással fogadom, mert tapasztalatom szerint:

1. a vékony, lemezszerű szerkezetek rendkívül tűrőképesek, úgy a 0,125 mm alatti szemcsék méreteloszlása, annak esetleges változása, mint a légtelenedés sebessége, vagy a zsáluzatba töltés módja és sebessége szempontjából, de pl.
2. a zömök jellegű szerkezetek még stabilizálószer adagolása mellett is érzékenyek a kiegészítőanyag-szemcsék méretére, főként annak változására, a zsáluzatba töltés sebességére, módjára, ill.
3. a karcsú, magas szerkezeteknél az elhelyezést követő ~0,5-1 órában megfigyelhető vízfelúszás, „késői vérzés” szempontjából pedig különösen meghatározó a ~20 µm alatti szemcsék mennyisége és a légtelenedés sebessége.

A légtelenedés az ÖT és az NT betonok egy olyan érdekes jellemzője, amely véleményem szerint összefüggésben áll a késői vérzéssel. Mivel a keverést, vagy az átvételt követően a roskadási terület és a kifolyási idő mérése során még nem jelentkezik ez a típusú vérzés, így a kiszaluzás során esetenként kellemetlen meglepetés érheti a kivitelezőt és a beton-technológust. A keverőgéppel mért egyforma áramfelvételek és a különböző helyszíneken mért akár egyforma konzisztencia-jellemzők ellenére is előfordulhat, hogy egyik esetben a szerkezet felülete még hibátlan, a másik esetben pedig szinte elfogadhatatlan. Tapasztá-

latom szerint csak a *keverés közbeni nyírási ellenállásra, azaz a roskadásra, területre és a roskadási területre kaphatunk megbízható kijelzést (pl. árammérővel, teljesítmény kijelzővel) a betongyári keverőgép motorjától, de a viszkozításra, a folyás sebességére, a vérzési és a légtelenedési hajlamra már nem.*

Szabatos betongyári mérések esetén ezt azzal magyarázom, hogy a betonkeverék bedolgozhatósági jellemzőinek azonossága csak a közel Newtoni folyadékok viselkedésének megfelelő, azaz főként a nyírási ellenállással jellemezhető pépminőségű keverékeknel várható. Az ÖT és az NT betonok pépjének viselkedése viszont már nem a Newton-féle, hanem inkább a Bingham- vagy a Herschel-Bulkley-féle reológiai modellekkel, folyási törvényekkel írható le [28].

Gyakorlati szempontból a probléma okait és néhány lehetséges megoldási módot az alábbi rajzon próbálók szimbolizálni:



12. ábra A betonkeverék szállítás közben (bal oldalon), bedolgozást követően (középen), majd kissé később, légtelenedett állapotban (jobb oldalon)

A baloldali rajz (ferde kocka) a hagyományosnál viszkozusabb pép által a keverés, a szállítás és az anyagmozgatás során még viszonylag jelentős mértékű „megfagott” levegőtartalmat ábrázolja. Reológiai szempontból ezért célszerű gyors folyási sebességű kiegészítőanyagok és olyan folyósítószer-cement kombináció alkalmazása, amely a legrövidebb kifolyási időt, a legkisebb viszkozitást, tehát a legkönnyebb légtelenedési hajlamot mutatja. {Az NT betonkeverékek légtelenedésével és viszkozitásával kapcsolatban érdemes itt zárójelben megemlíteni, hogy az UHPC betonok jelenlegi világcsúcsának tekinthető öntömörödő francia Ductal-rendszer „gyengébbik”, azaz 150-

200 N/mm² nyomószilárdságú változata jól légtelenedő, hiszen csak kis mennyiségű ($V_{lev} \sim 15$ l/m³) bennmaradó levegőt, de a még tömörebb és viszkozusabb, igaz jóval „erősebb”, 350-500 N/mm²-es változat már 50-60 l/m³, szerkezetben bennmaradó levegőt tartalmaz.}

A bedolgozás során (középső rajz) a pép viszkozitásától, az esetlegesen adagolt habzásgátló adalékszer-től, a zsaluzatba juttatás módjától és sebességétől, valamint a szerkezet alakjától függően (pl. magas és karcsú, vagy vízszintes lemezszerű stb.) változó levegőtartalommal beépített keveréket mutatja. *A minél kisebb „beépített” légtartalomhoz célszerű a függőlegestől minél inkább eltérő szögben és kellően lassú sebességgel zsaluzatba juttatni a keveréket.* A bedolgozási sebesség gyorsítására, illetve a gyorsabb folyás miatt szebbnek, pórusmentesebbnek elképzelt felület elérésére irányuló - a folyósítószer növekvő adagolásán alapuló - próbálkozások előzetes

laboratóriumi pépkísérletek nélkül meghosszulhatják magukat és akár korai, vagy erős késői (~0,5 óráskorban jelentkező) vérzést, valamint igen rossz minőségű felületet eredményezhetnek.

A szokásosnál valamivel viszkozusabb, de ugyanakkor területképe-sebb NT pép még a zsaluzatba juttatás nagy gondossága mellett is tartalmazhat fölös légbuborékokat, melyek felszínre úszása, azaz a keverék légtelenedése során (jobb oldali rajz) a betonkeverék pép + levegőtartalma is természetesen csökken; az adalékanyag szemcsék ezáltal fokozatosan szorulnak egyre közelebb egymáshoz (mintha a felül lévők ülepednének, pedig csak a pép szintjéhez igazodnak). Ebben a

harmadik fázisban a kötéseleltető adalékszer alkalmazása során, valamint *a magas és karcsú szerkezetek készítésekor komoly felületi hibák, „vízmegfolyási nyomok” alakulhatnak ki az ülepedésre, vérzésre hajlamos pépben.*

Ilyenkor, az alacsony víztartalmú, de jó mozgékonyaságú struktúra vérzésmentes megtartása során mutatkozik meg igazán a jelentősége:

- a laboratóriumban folytatott előzetes pépkísérleteknek,
- a betongyári folyósító- és stabilizálószer-adagolás nagy pontosságának,
- a viszonylag kis mennyiségben (50-100 kg/m³) adagolt, de igen nagy finomságú és állandó minőségű kiegészítőanyag szemcséknek (üzemi körülmények között egy egyszerű grindomé-terrel is jól ellenőrizhető a kiegészítőanyag finomsága, és ha pl. durva, akkor nem kell átvenni a szállítmányt),
- a kiegészítőanyag saját folyási és területi hajlamának (a porformájú kiegészítőanyagok és cementek ilyen vizsgálatai az üzemi laboratóriumokban is egyszerűen elvégezhetők),
- a minél gyorsabb légtelenedést biztosító habzásgátlóknak (pl. egyes szilikonolajoknak), valamint
- a bedolgozást végzők és irányítók felkészültségének.

Az említettek figyelembevételével már néhány éve készíték a gánti Dolomit Kft. betonüzemében ~120 N/mm² nyomószilárdsági jellemzőjű, öntömörödő zúzottkőbetonból előállítható termékeket (kis mennyiségben); valamint nagy sorozatban készíték ebben az évben ~85 N/mm² nyomószilárdsági jellemzőjű, szintén öntömörödő konzisztenciával előállított termékeket. Egy május végi megkeresés során pedig elvállaltuk ~3000 db, 54 fajta méretű és formai kialakítású, karcsú, egyedi NSZ-NT vasbeton lap (C 55/67) 8 héten belüli (75 db/nap) elkészítését. A betontermékeket 12 kamionnal szállították el Hollandiába. A termékgyártást (sablontisztítás, olajozás, összeszerelés, vasalás leszabása, összeállítása és elhelyezése, keverék elkészítése, sablo-



13. ábra Látható pórusoktól mentes, látszóbeton felület egy külön vízzáró adalékszer nélkül is XV3 vízzáróságú (vízbehatolás 3-10 mm között), C 55/67-re adódó szilárdsági jelű, gánti dolomitúzalékból készített vasbeton szerelőaknáknál (selejtarány: 1/500 db)



14. ábra A Hollandiába szállított, ~3000 db egyedi NSZ-NT vasbeton lap (C 55/67) készítése (selejtarány: 12/3000 db)

nokba öntése és száradástól való védelme, kizsaluzás, azonosító jelölés, csomagolás, gépjárműre rakás) egy műszakban, csak hétköznapiakon, 3-4 fővel, külön gépi beruházás nélkül valósítottuk meg, ill. a határidő előtt néhány nappal befejeztük.

Gyors siker, vagy türelmes vizsgálódás

Az NSZ-NT betonokra talán még igazabbnak érzem Rejtő Péter és Révay Miklós meglátását. Látszólagos kiszámíthatatlanságuk, fokozott érzékenyséjük nagyon gondos, a legapróbb részletekig menő, türelmes vizsgálódást, odafigyelést igényel.

Aki gyors sikerre vágyik, inkább keressen más megoldást.

Mikorra hazánkban is majd valamely közgazdasági elvárás, kényszer teszi szükségessé az NT betonok készítését, addigra a beruházóknak

vagy sok pénzt össze kell gyűjteni a külföldi fővállalkozó részére, vagy már ma a hazai „kútfoket” össze-szedve kell szisztematikusan felkészülni a feladatra.

Ha pedig, mint betontechnológusok, gazdasági érdek nélkül is kíváncsiak, érdeklődők vagyunk, és éppen van rá időnk, lehetőségünk, akkor az átgondolt, kellően megalapozott küszködés élvezetessé is válhat; vagy adott esetben megkönnyítheti egy-egy projekt gyors és gazdaságos megvalósítását. A következő számban a négyféle hazai cementtel és hétféle szuperfolyósítóval elvégzett pépkísérletek eredményeiről számolunk be.

Felhasznált irodalom

- [1] MÉASZ ME 04.19:1995 Műszaki Előírás
- [2] Kocsis I., Farkas J., Németh I., Bodor J., Bán L.: Az S-65 aluljáró felszerkezete nagy teljesítőképességű betonból, Beton, 2007. március, XV. évf. 3. szám
- [3] Erdélyi A.: NSZ-NT betonok, Cement-Beton Zsebkönyv – DDCM 2007, 8.19 fejezet
- [4] Ujhelyi J.: Betonismeretek, Egyetemi Tankönyv Műegyetemi Kiadó, 2005
- [5] ZKG International No 12-2005
- [6] Lecointre D., Petitjean J.: UHPC – First recommendations and examples of application, Symposium fib, 2004. Avignon
- [7] Bentz D., Garboczi E.: Effects of cement particle size distribution on performance properties of portland cement-based materials, CCR 29 (1999) 1663-1671
- [8] Mehta P. K.: Durability – Critical issues for the future, Concr. International 19 (7) (1997) 27-33
- [9] Balázs Gy.: Beton és vasbeton I. Alapismeretek története, Akadémiai Kiadó, Budapest 1994.
- [10] Kovács K.: Reaktív porbeton. Beton- és vasbeton szerkezetek védelme, javítása és megerősítése II. (szerk. Dr. Balázs György), Egyetemi Tankönyv, Műegyetemi Kiadó, 2002
- [11] Farkas György, Szalai Kálmán: A szuperbetonok, betontechnológiai korszakváltás, Beton Évkönyv 2000, 138-154
- [12] Schmidt M., Geisenhanslüke C.: Optimierung der Zusammensetzung des Feinstkorns von Ultra-Hochleistungs- und von selbstverdichtendem Beton, Beton 5/2005 224-235 old.

- [13] The European Guidelines for Self-Compacting Concrete, Specification, Production and Use, EFNARC SCC 028:2005
- [14] T. Reschke, E. Siebel, G. Thielen: Influence of the granulometry and reactivity of cement and additions on the development of the strength and microstructure of mortar and concrete
- [15] Hiroaki O.: Planning and design of a pedestrian bridge made of low-shrinkage ultra-high-strength concrete (120 N/mm²): Akihabara Pedestrian Bridge – Symposium fib, 2004. Avignon
- [16] Koenders E.: Modelling moisture transport processes in cement paste systems - Symposium fib, 2004. Avignon
- [17] Kearney B.: High Reactivity Metakaolin Utilized in High Performance Virginia Bridge Project, C.Rev 2/03
- [18] Ujhelyi J.: NT hídbetonok-a teljesítményszemlélet megjelenése a betontudományban, Beton Újság, 2008. júl.-aug.
- [19] www.elkem.com
- [20] C. F. Ferraris: Measurement of the rheological properties of high performance concrete NIST 104 (5) (1999)
- [21] Rácz K.: Építőgépek – Betontechnológiai szakmérnöki jegyzetek, 2000
- [22] N. S. Martys, R. D. Mountain: Velocity Verlet algorithm for dissipative-particle-dynamics-based models of suspensions, Phys. Rev. E 59 (3) (1999)
- [23] F. Collins, J. G. Sanjayan: Effects of ultra-fines materials on workability and strength of concrete containing alkali-activated slag as the binder, Cem. Concr. Res. 29 (1999)
- [24] Balázs Gy.: Építőanyagok és kémia, 1.2.3. fejezetpont, Egyetemi Tankönyv, Budapest 1983
- [25] P. S. Ros, J. Payá, M. B. Salvador, E. J. G. Taengua, J. Rigueira: Admixtures: Characterisation and control by chemical and rheological methods, Concrete Plant International 6/2006
- [26] C. F. Ferraris, K. H. Obla, R. Hill: The influence of mineral admixtures on the rheology of cement paste and concrete, Cem. Concr. Res. 31 (2001)
- [27] Opoczky L., Gábel V.: A különörlés előnyei kompozitcementek előállításánál, Építőanyag 55. évf. 2003.1. szám
- [28] Gábel V.: Cementpépek reológiai vizsgálata, különös tekintettel a kiegészítő anyagokra és folyósító betonadalékszerekre, Szakmérnöki diplomamunka 2006.

Légbuboréktartalom, távolsági tényező 1.

DR. KAUSAY TIBOR

betonopu@t-online.hu, <http://www.betonopus.hu>

- Kugelporenghalt, Abstandsfaktor (AF) (német)
- Micropore content, Spacing factor (angol)
- Contenu en micropore, Facteur de distance (francia)

Bevezetés

A beton tartósságának egyik feltétele a fagy- és olvastósó-állóság [►]. A megszilárdult beton pórusaiban lévő víz téli hidegek alkalmával - számos tényezőtől befolyásolva - nagy valószínűséggel megfagy. A fagyáskor keletkező jég térfogata a víznél mintegy 9 %-kal nagyobb, ezért a még meg nem fagyott víz (ilyen a cementkő gélpórusaiban - 60 °C hőmérsékletig található) hidraulikus nyomás alá kerül, és megindul a víz áramlása az üres pórusokba, telítetlen üregekbe, lényegében a gélpórusok {◄} felől a kapillaris pórusok {◄} felé (difúzió), ahol a jégtartalmat és annak nyomását tovább növeli (Balázs, 1997). Minden felmelegedés során a gélpórusrendszer tágul, visszaáll az eredetihez közeli nyomásállapot, a gélpórusokban a nyomás csökken, aminek hatására azok vizet vesznek fel azokból a kapillarisokból, amelyekben még van meg nem fagyott víz. Ez a folyamat minden lehűlés-felmelegedés-lehűlés alkalmával megismétlődik mindaddig, amíg a kapillaris pórusokban a *kritikus víztelítettség* létre nem jön, és ezért Setzer (2000) a jelenséget termodinamikai modelljében "mikro-jéglen-cse pumpálás"-nak nevezi.

A jégképződés hatására a cementkőben olyan nagy nyomás alakulhat ki (-10 °C hőmérsékleten kb. 100 N/mm², -23 °C hőmérsékleten kb. 200 N/mm²), amely a betont megrepeszti. (Balázs, 1997).

Kritikus víztelítettségnek a fagy-károsodást okozó víztartalom határértékét nevezzük. Ez a beton korától (hidratáció foka, pórusstruktúra), a légpóruseloszlástól

(beleértve a mesterségesen képzett légbuborékokat is), a környezeti feltételektől (vízpárolgás mértéke és sebessége), a lehűlés sebességétől, a fagyási-olvadási ciklusok gyakoriságától, a ciklusok közötti száradás mértékétől, a pótlólagos duzzadási terek kialakulásától stb. függ (Ujhelyi, 2005).

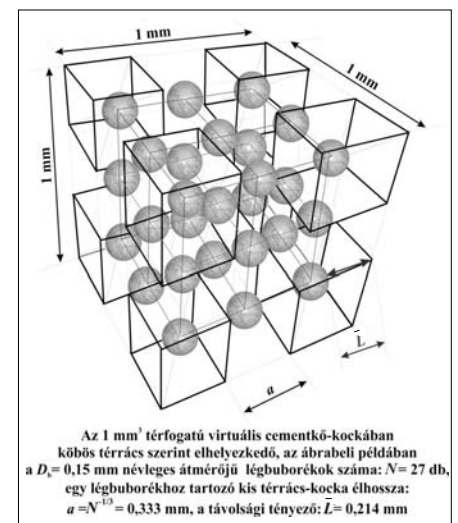
Az utak téli *jégolvasztó-sózása* - amelynek hatása hasonlít a fagyhatáshoz - a beton károsodását tovább növeli. A betonban a sóoldat-koncentráció nem egyenletes, a különböző sótelítettségű rétegek fagyáspontja különböző. A sódúsabb, később megfagyó közbelső réteg jég és kapillaris nyomása lerepeszti a fölötte lévő, már fagyott, sószegényebb réteget (réteges fel-fagyás). (Balázs, 1997).

Az egyébként kritikus víztelítettségű betonban a fagy- és olvastósó-kár csak akkor kerülhet elő, ha légbuborékképző adalékszerrel (Betonadalékszeres 2. {◄}) elegendő mennyiségű és kellően apró, vízzel ki nem töltődő pórust, ún. *légbuborékokot* képezünk a betonban. A légbuborék kritikus víztelítettség mellett sem telik meg vízzel. A légbuborékképző adalékszerrel szándékosan bevitt levegő mennyiségét *bevitt* vagy *képzett* levegőtartalomnak, *légbuboréktartalomnak* nevezzük (MSZ 4798-1:2004), és feltételezzük, hogy nagysága általában kisebb, mint 0,75 mm. (Mennyiségének jele: A_{750} vagy német nyelvterületen: L_{750} .) A közel gömb alakú légbuborékoknak - a fagy- és olvastósó-állóság szempontjából - az a tartománya *hatékony*, amelynek átmérője 0,01 mm és 0,30 mm közé esik. Ezeknek a hatékony mikrolégbuborékoknak

a mennyiségét a betonban (jele: A_{300} vagy német nyelvterületen: L_{300} , térfogat%-ban) és a *távolsági tényezővel* kifejezett eloszlását a cementkőben a megszilárdult betonból kimunkált felületen kell vizsgálni és meghatározni az MSZ EN 480-11:2006 szerint. Az MSZ EN 480-11:2006 szerinti sztereomikroszkópos vizsgálat az ASTM C 457:1998 szabványon alapul. A légbuborék szerkezet vizsgálata egy olyan idealizált cementkő-modellt feltételez, amelyben egyforma méretű, gömb alakú légbuborékok egyenletes eloszlásban, köbös térrácsban helyezkednek el, és az idealizált légbuborék szerkezetnek ugyanakkora az összes térfogata és a térfogati fajlagos felülete, mint a tényleges hatékony légbuborék szerkezetnek (1. ábra). Ebben a cementkő-modellben a *távolsági tényező* (jele: $\bar{L}$, mm-ben) a cementkőben a *térrács átlója* mentén egymás mellett fekvő két légbuborék felülete közötti névleges távolság fele (2. ábra). Ez a leghosszabb távolság, amelyet a nyomás hatására a vízmolekulának meg kell tennie ahhoz, hogy egy buborékfelszínhez érjen.

Követelmények

A légbuborékképző adalékszerrel készített fagyálló, illetve fagy- és olvastósó-álló, XF2 - XF4 környezeti osztályú {◄} *friss beton* {►} összes levegőtartalmának {◄} előírt

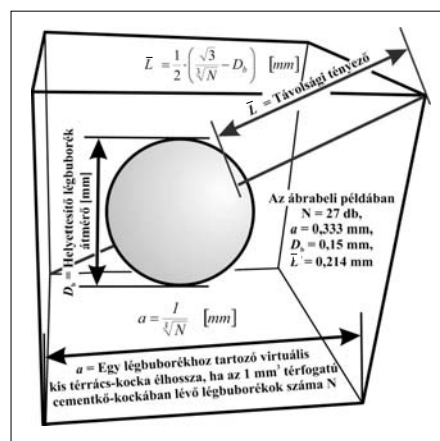


1. ábra Idealizált cementkő-modell köbös térrácsban elhelyezkedő hatékony helyettesítő légbuborék szerkezettel

legkisebb értéke 4,0 térfogat%, megengedett legnagyobb értéke 8,0 térfogat% (MSZ 4798-1:2004). A felső korlátra azért van szükség, mert 1,0 térfogat% légpórustartalom növekedés 4-5 % beton nyomószilárdság csökkenést okoz.

Figyelemre méltó és követendő, hogy az osztrákok a légbuborékos friss beton összes levegőtartalmával szemben támasztott követelményeket ennél részletesebben adják meg. Az ÖNORM B 4710-1:2007 szabvány 5.4.3. és 5.5.5. szakaszában, valamint NAD 10. táblázatában a légbuborékos fagy- és olvasztósó-álló betonok összes levegőtartalmát a friss cementpépben és a friss betonban, ill. péptelített friss betont feltételezve az adalékanyag legnagyobb szemmagyságára vetítve írják elő (1. táblázat).

Ha az érdekelt felek a bedolgozott friss betonon mért vagy számított levegőtartalom kimutatásával nem elégszenek meg, vagy megegyeznek a fagy- és olvasztósó-állósági vizsgálat elhagyásában, vagy egyéb szempontok szólnak mellette, akkor a beton megfelelőségének igazolásához a *megszilárdult beton* próbatestből (vagy ritkán a kész szerkezetből vett magmintákból, ugyanis az értékeléshez ismerni kell a beton pontos összetételét is) kimunkált és megcsiszolt próbatesteken kell a *légbuborékok távolsági tényezőjét és mennyiségét* az MSZ EN 480-11:2006 szerinti sztereomikroszkópos vizsgálattal meghatározni. Ha a légbuborék-szerkezetet



2. ábra A hatékony helyettesítő légbuborék térfogateleme és a távolsági tényező az 1. ábra szerinti példa alapján

Környezeti osztály	XF2 és XF3	XF4
Összes levegőtartalom a <i>friss cementpépben</i> , legalább, térfogat%	9,0	13,0
Összes levegőtartalom a <i>friss betonban</i> , legalább, térfogat%	2,5	4,0
Összes levegőtartalom a <i>friss betonban</i> , legfeljebb, térfogat%	2,5 + 4,0 = 6,5 *	4,0 + 4,0 = 8,0
Legnagyobb szemmagyság, mm (zárójelben az MSZ 4798-1:2004 szabványnak megfelelő D_{max})	Összes levegőtartalom a <i>friss betonban</i> , térfogat%	
4	4,0 - 6,0	7,0 - 11,0
8 és 11 (12)	4,0 - 6,0	6,0 - 10,0
16	3,0 - 5,0	4,5 - 8,5
22 (24) és 32	2,5 - 5,0	4,0 - 8,0
63	2,0 - 4,0	3,0 - 7,0

* Az ÖNORM B 4710-1:2007 osztrák szabvány 5.4.3. szakasza és NAD 10. táblázata szerint az XF2 és XF3 környezeti osztályban az összes levegőtartalom megengedett legnagyobb értéke 5,0 térfogat%, hacsak a kezdeti vizsgálat során meg nem győződtek arról, hogy a betonra vonatkozó valamennyi követelmény nagyobb levegőtartalom esetén is betartható.

1. táblázat A légbuborékos friss beton levegőtartalmának követelménye az ÖNORM B 4710-1:2007 szabvány szerint

meghatározzák, akkor az XF2 és XF3 környezeti osztályban a fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálata elhagyható, az XF4 környezeti osztályban pedig ajánlott a fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálata mellett is meghatározni.

Az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerint a megszilárdult betonban a légbuborékok távolsági tényezője legfeljebb 0,22 mm legyen. Az MSZ EN 934-2:2002 szabvány ennél szigorúbb, ugyanis azt a légbuborékképző adalékszeret tekinti megfelelőnek, amely a szilárd betonban $\leq 0,20$ mm távolsági tényezőt hoz létre. Az MSZ EN 934-2:2002 szabvány követelménye továbbá, hogy a légbuborékképzős friss beton összes levegőtartalma legalább 2,5 térfogat%-kal legyen nagyobb, mint a légbuborékképző nélküli beton levegőtartalma, és a friss beton összes levegőtartalma 4 - 6 térfogat% között legyen. A 28 napos korú, légbuborékképző adalékszerrel készült beton nyomószilárdságának el kell érnie a légbuborékképző adalékszer nélkül készített ellenőrző beton nyomószilárdságának 75 %-át. (Betonadalékszer 2. §).

Az osztrák ÖNORM B 4710-1:2007 szabvány NAD 10. táblázata az XF4 környezeti osztályban egyedülként 0,18 mm-nél kisebb

távolsági tényezőt (AF) ír elő. Megköveteli, hogy a 0,3 mm-nél kisebb névleges átmérőjű (hatékony) légbuborékok mennyisége (L300) a *szilárd betonban* az XF2 és XF3 környezeti osztály esetén 1,0 - 3,0 térfogat%, az XF4 környezeti osztály esetén 1,8 - 5,0 térfogat% közé kell essék. Az osztrák szabvány 5.5.5. szakasza szerint az XF2 és XF3 környezeti osztályban a hatékony légbuborékok mennyisége akkor lehet 3,0 térfogat%-nál több, ha az 5,0 térfogat% feletti összes levegőtartalom ártalmatlanságát igazolták. E szabvány NAD 10. táblázata arról is intézkedik, hogy ha valamely előírás nem a 0,3 mm-nél kisebb névleges átmérőjű, hatékony légbuborékok (L300), hanem az összes légbuborék mennyiségét szabályozza, akkor a légbuborékokat 0,75 mm névleges átmérőig (L750) kell számításba venni.

Jelmagyarázat:

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

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

Folytatás a következő számban

Középpontban a kiöntőhabarcs

Építkezések során gyakran előfordul, hogy a hagyományos összetételű beton nem megfelelő bizonyos építési-szerelési munkák elvégzésére. Szükség lehet például egy gyors kötésű, zsugorodásmentes, szabályozott szemnagyságú, erőátadó betonra, amikor gyorsan kell rögzíteni oszlopokat, gépalapokat stb. Az ipari felhasználás mellett a lakosság számára is jól használható a zsákos kiszerelésű, csak víz hozzákeverésével előállítható habarcs pl. kerítésoszlop rögzítésére, acél ajtókeretek és a beton közötti hézagok tökéletes kiöntéséhez, bizonyos esetekben betonpadlók javítására is.

Ezeknek az anyagoknak egyik típusa a kiöntő habarcs.

Jellemző tulajdonságuk az, hogy egyszerűen vízzel keverhetőek, konzisztenciájuk többféle lehet, a rendelkezésükre álló teret teljes mértékben kitöltik, zsugorodásmentesek. Szemszerkezetük változó lehet annak megfelelően, hogy milyen vastagságban kell a kiöntőhabarcsot felhasználni. Az átlagos szemcseméret 2-4 mm közötti, ez 10 cm vastagságú kiöntést tesz lehetővé. Bizonyos esetekben szükség lehet akár 30 cm vastagságú kiöntésre is, természetesen már vannak ennek megfelelő összetételű kiöntő habarcok is a piacon.

A Murexin Kft. által forgalmazott **REPOL VM 30 kiöntő habarcs** a REPOL termékcsalád egyik fontos és jól bevált terméke.

A por alakú, felhasználásra kész, fagy- és jégoldó-só álló (XF4), zsugorodásmentes, reoplasztikus kiöntőhabarcs magas mechanikai szilárdsággal és kitűnő acél- és betonkötési tulajdonsággal rendelkezik. Kül- és beltérben lévő gépek és berendezések horgonylyukainak precíziós kiöntésére használható, akkor is, ha ezek ismétlődő hőmérséklet-ingadozásoknak vannak kitéve. A kiöntőhabarcs egy munkamenetben 4 mm-től 30 cm-ig terje-



dő rétegvastagságban alkalmazható.

A kiöntő habarcs bekeverése és beépítése előtt szükség van az alapfelület előkészítésére.

Minden olyan ásványi alapfelületű aljzat, amely fagymentes, stabil, hordképes, formartartó, de nem víztaszító, megfelel az alapfelülettel szemben támasztott követelményeknek. Az aljzatot a károsodott betonrészekről, szennyeződéstől vagy cementiszaptól meg kell tisztítani. A bevonandó felületet mechanikus úton fel kell érdesíteni, amíg abszolút szilárd és egészséges beton aljzat nem jön létre. Az éleket és a peremek alsó részeit gondosan meg kell tisztítani az olajtól, zsírtól és/vagy a portól. A bevonandó aljzatot alaposan (kb. hat órán keresztül) vízzel telíteni kell. A főleg vizet (tócsákat) a kiöntőhabarcs felhordása előtt el kell távolítani, hogy mattnedves felület jöjjön létre.

A feldolgozáshoz ajánlott szerzők, gépek: alacsony fordulatszámú elektromos keverő, betonkeverő

gép, simító, glettvás, kőműves kanál. Figyelem! Kézi keveréssel tilos az anyagot keverni!

A Murexin VM 30 kiöntő habarcsot kétféle vízmennyiséggel is be lehet keverni, kb. 0,10 l/kg F45 konzisztencia (képlékeny) eléréséhez, míg a (folyékony) F 52 konzisztencia eléréséhez 0,12 l/kg keverővíz szükséges. A tiszta keverő edényben a szükséges vízzel homogénre, csomómentesre kell keverni az anyagot. A készre kevert habarcsot vibrálás nélkül, s csak egy oldalról, hogy légbuborékok ne keletkezzenek, a zsaluba kell önteni. Különösen fontosak a levegőztető nyílások, ha a kiöntőmassza folyását a túlzottan bonyolult módon kialakított talplemez alsó része megakadályozza.

A Murexin VM 30 nyomószilárdság értékei:

1 nap után	3 nap után
kb. 15 N/mm ²	kb. 35 N/mm ²
7 nap után	28 nap után
kb. 40 N/mm ²	kb. 55 N/mm ²

Ismerje meg a Murexin REPOL betonjavító termékcsalád többi tagját is:

- ♦ Repol SM 20 betonjavító habarcs
- ♦ Repol SM 40 betonjavító habarcs
- ♦ Repol LM 20 light betonjavító habarcs
- ♦ Repol BS 10 W fehérbetonglett
- ♦ Repol BS 05 G betonglett
- ♦ Repol BK 05 betonkozmetikai szer
- ♦ Repol FM 20 H kész gyorsbararcs
- ♦ Repol FM 20 TS kész gyorsbararcs

Murexin REPOL termékek - optimális rendszermegoldás minden felszíni és szerkezeti betonjavításhoz.

További információ termékeinkről:
www.murexin.hu

MUREXIN

AZ ÉPÍTŐ ERŐ.

Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Kht.

**ÉPÍTÉSÜGYI MINŐSÉGELLENŐRZŐ
INNOVÁCIÓS Kht.**

1113 Budapest, Diószegi út 37.
Levélcím: 1518 Budapest, Pf. 69.
Telefon: 372-6100 Fax: 386-8794
E-mail: info@emi.hu

Ne feledje
"Építési terméket építménybe
betervezni akkor szabad,
ha arra jóváhagyott
műszaki specifikáció van"
(3/2003.(I.25.)BM-GKM-KvVM
együttes rendelet)

Részleteket megtudhatja
honlapunkról:

www.emi.hu

KÖNYVJELZŐ

Megjelent az **Update 2008/1 és 2008/2.** száma. A betonutakról szóló sorozat eredetileg német nyelven jelenik meg, magyar nyelvű változatát a Magyar Cementipari Szövetség menedzseli.

Az 1. szám címe: **Betonburkolat a városi úthálózaton - egy megkerülhetetlen tényező.** Ausztriában a városi útépítésben egyre inkább a betonburkolatot részesítik előnyben, pl. Bécsben az új buszmegállók öbleit alapvetően betonból készítik, de alkalmazzák nagy terhelésű útkereszteződésekben és körforgalmaknál is.

A beton különösen alkalmas városi útépitési anyagnak, mivel az aszfalténál lényegesen magasabb a reflexió-képessége, ezáltal a környezet hőmérséklete csökken, ami nyáron igen fontos (kisebb lesz a hűtési igény).

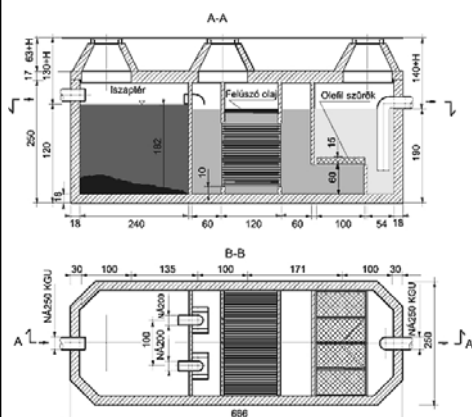
A 2. szám címe: **Gazdasági utak betonból - alapos okok szólnak mellette.** 2004 és 2007 között betonból újíttattak fel egy gazdasági utat Svájcban: az építetető az építési és a fenntartási költségek együttes figyelembevétele győzte meg.

A helyszínre telepítettek egy 0,75 m³-es mobil betonkeverőt, a szállítás mixerrel történt. A betont kézzel dolgozták be 16 cm vastagságban, két rétegben, betonacél hálóval, friss a frissre, vibrogerenda segítségével. A nagy hosszesés miatt, valamint a táblavándorlások megakadályozására 80-100 méterenként lezáró betonfogat alakítottak ki.



Első Beton®

Ipari, Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.



KÖRNYEZETVÉDELMI MŰTÁRGYAK

Hosszanti átfolyású, 2-30 m³ űrtartalmú vasbeton aknaelemek

ALKALMAZÁSI TERÜLET

- szervizállomások, gépjármű parkolók,
- üzemanyag-töltő állomások, gépjármű mosók,
- veszélyes anyag tárolók,
- záportárolók, kiegvenlítő tárolók, tűzivíz tárolók.

REFERENCIÁK

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

RENDSZERGAZDA, BEÜZEMELŐ ÉS ÜZEM-FENNTARTÓ:

REWOX Hungária Ipari és Környezetvédelmi Kft.

Telephely: 6728 Szeged, Budapesti út 8. Ipari Centrum

Telefon: 62/464-444 ✧ Fax: 62/553-388 ✧ mail@rewox.hu

BŐVEBB INFORMÁCIÓ A GYÁRTÓNÁL: Első Beton Kft. ✦ 6728 Szeged, Dorozsmai út 5-7.

Telefon: 62/549-510 ✧ Fax: 62/549-511 ✧ E-mail: elsobeton@elsobeton.hu

Művészi alkotás mérnöki precizitással

CSURGAI FERENC szobrászművész

"...how should we make the offer and how should we accomplish it?"
 Ion Grigorescu Mircea Cantorhoz küldött leveléből
 ("... hogyan tegyünk felajánlást és azután hogyan teljesítsük?")

2008. szeptember 26-án nyílt meg a Műcsarnokban egy világhírű, Párizsban élő román művész, Mircea Cantor kiállítása. A kiállítás meglepetése a művész kis kerámiasorozatából ihletett, betonból elkészített 7 Future Gifts című, új hétrészes szoborinstallációja, melyet a Műcsarnok megbízásából, a Galerie Yvon Lambert Paris támogatásával készítettem el. Mircea Cantor, valamint Páldi Livia és Simon Katalin (a Műcsarnok kurátorai) június végén kértek fel - mint a különleges betontechnológiákban jártas szobrászművészt - a kivitelezésre.

Kulcsszavak: feladatra szabott beton ("tailor-made concrete"), nagy hajlítószilárdság, szívósság, kis zsugorodás, belső utókezelés

1. Bevezetés

Sok elvárás fogalmazódott meg a szoborcsopottal kapcsolatban, melyeket betontechnológiai, statikai, esztétikai és gyártási szempontból kellett összehangolni. Izgalmas feladatnak és merész vállalkozásnak tűnt a megvalósítás. Az elvárások teljesíthetőségének átgondolásához, a szakemberekkel történő konzultációkhoz és az előzetes kísérletek elvégzéséhez két hét gondolkodási időt kértem. Mikor ez letelt, elkezdtem és megformáltam a műveket. A jövő 7 ajándéka először szűk körben egy Cegléden bérelt

csarnokban, majd a nyilvánosság számára a Múcsarnokban volt megtekinthető és megtapintható; az újság megjelenése időpontjában már valószínűleg Párizsban. A londoni közönség pedig talán karácsony tájkán veheti át a külön egyéniségű, más-más szalaggal átkötött, precízen megtervezett geometriai szerkezetekbe csomagolt hét üresség-ajándékot.

2. Egy izgalmas feladat

Mircea Cantor elvárása volt a szürke színű, akár foltokban mészkivirágzásos, a nem létező ajándék-



1. ábra A ceglédi csarnokban balról jobbra Zakar László statikus, Csurgai Ferenc szobrászművész és Józsa András kőműves

dobozt, azaz az ürességet átölelő, kemény, tömör, tapinthatóan beton anyagú szalag és masni. A szalaggal átkötött terek mérete pontosan megszabott, (masnik nélkül) 23x-23x23 és 400x400x400 cm között változott. Kívánsága volt még, hogy a szobrok, illetve a nagyobb szobrok részegységei max. 80 kg-osak, ez utóbbiak szinte láthatatlan kapcsolatokkal, "szárazon" szerelhetők, egy normál ajtónyíláson bevihetők, kis teherautóval és repülővel szállíthatók, majd Budapesten, Párizsban, New Yorkban, bárhol, néhány ember segítségével összerakhatók legyenek, akár bel-, akár kültérben.

A kiállítást rendező Műcsarnok elvárása volt a 2008. szeptember 26-i megnyitás. Az *elkészítéshez rendelkezésre álló idő június végén még látszólag nem kevés, három hónap volt.*

3. Tervezés

A közölt méretek, tömegek, felületminőségi-esztétikai, időállósági és határidőbeli igények bár mindössze néhány szóban definiálták az elvárt követelményeket, de ezekből is nyilvánvalónak tűnt, hogy az ismert és hagyományosan alkalmazott betonoktól és szerkezeti kialakításoktól lényegesen eltérő megoldást kell keresni. A tervező-kivitelező csoport magját képező mérnök kollégákkal (Spránitz Ferenc betontechnológussal és Zakar László statikussal) közösen fogalmaztuk meg és rendeztük időbeli sorba a készítési feltételeket, a beton anyagánál várhatóan szükségessé váló teljesítőképességi jellemzőket:

- kellően nagy méretű csarnok, közel állandó hőmérséklettel és páratartalommal,
- a keverék, szokásosnál akár jóval több komponensének nagy precizitású, pontosan ismételhető bemérése,
- a keverés legyen megoldható egy egyszerű, kézi, nagy teljesítményű, szabályozható fordulatszámú keverőszáras berendezéssel,
- a friss keverék vagy keverék-típusok bedolgozhatósági jel-

lemzői szükség esetén tegyék lehetővé a vízszintesen kívül a ferde, sőt a függőleges síkú felhordhatóságot,

- a fogadófelületen képes legyen megcsúszásmentesen, jól megtapadni a keverék,
- a kéziszerszámokhoz ne ragadjon, hogy könnyen, gyorsan tömörre simítható legyen,
- már a bedolgozás kezdetétől fogva csökkentett kipárolgású,
- kis zsugorodású, majd megszilárdulva is repedésmentes,
- nagy korai és késői hajlítószilárdságú,
- az ismétlődő alakváltozásokat repedésmentesen elviselni képes, tehát szívós,
- többretegű felhordás, ill. szerkezeti kialakítás esetén az egyes rétegek között nagy húzótapadószilárdságú,
- kis vízfelvételű és fagyálló legyen.

A szerkezet - és annak részegységei - a készítés, szállítás és ismétlődő összeszerelés során képes legyen biztonsággal elviselni az önsúlyból, egyes dinamikai hatásokból, lassú alakváltozásból, kinematikai terhekből, a karbonátosodás okozta korróziós veszélyből, továbbá a víztelített állapotban fellépő fagyásból eredő igénybevételeket. A tűzhatás, havária, nagy szélteher és a szándékos rongálás esetétől a tervezés-készítés során eltekintettünk, melyre felhívtam a megbízó figyelmét is.

A 33 liternél kisebb ösztérfogatú, így a normál betonsűrűség mellett legfeljebb 80 kg tömegű elemeknél természetesen nem a szétszedhető, hanem az egybeöntött változatban, és a korábbi alkotásaimnál már jól bevált, több mint 100 N/mm² nyomószilárdságú, öntömörödő betonban gondolkoztam.

A nagyobb szobrok pilléreit, gerendáit külön készítendő részegységként kezelve is egy max. 500 kg/m³ testsűrűségű könnyűbeton, vagy egy max. 1 cm vastagságú betonkerget tartalmazó szendvicsszerkezet adódott. A nagyméretű szobrok szendvicsszerkezetű koncepciója melletti érvként a készítés közben jól ellenőrizhető elemsz-

lyok, valamint a merev, ugyanakkor a mozgatás, szállítás, összeszerelés során fellépő alakváltozásokra való várhatóan csekély érzékenységgel szerkezeti kialakítás szóltak. E változat bizonytalansága a rétegek megbízható, tartósan repedésmentes együttdolgozásának kérdésességében, valamint a húzott öv mindössze 1 cm vastag betonjának kellően nagy teljesítőképességben történő megvalósíthatóságában fogalmazódott meg. Felmerült még a 300 kg/m³ testsűrűségű polisztirolbeton, mely egy vékonybevonatot kapott volna, valamint a bennmaradó zsaluzattal készülő, belül üres "dobozbeton" koncepciója.

Az elemek várhatóan 1-2 napos korban szükségessé váló forgatása, ill. a hajlításra való kisebb érzékenység miatt a szendvicsszerkezet, ezen belül pedig az extrudált polisztirolhab-táblákra történő betonozás mellett döntöttünk. Ez egyben azt jelentette, hogy a megfogalmazott teljesítőképességi jellemzőket egy, a szobrok méreteinél valószínűleg kisebb táblaméretekben gyártott műanyaghab táblák toldásával, valamint a kéregrészen max. 1 cm vastag betonnal kell megoldani.

2008 júniusában kezdtük el a vékonybeton anyagával a kísérleteket. Betontechnológiai szempontból a kezdeti fő problémát a bedolgozás módszeréhez illeszkedő anyagösszetétel, valamint a konzisztencia kérdése jelentette. Önthető típusú keverék is legyen, vagy elegendő egy olyan, amely akár vízszintesen, akár függőlegesen is felhordható, vagy inkább kétféle? A kérdést végül az idő múlása döntötte el. Július 17-e volt már, amikor a függőlegesen is felhordható változathoz sikerült a beton jelleget kihozni. Ez szinte egyidőbe esett a Műcsarnok írásos megbízásának időpontjával. Ekkor még semmilyen alapanyag nem állt rendelkezésre, nem volt meg a készítés helyszíne sem. A csomópontok, a szerelhetőség mikéntje szintén ismeretlen volt. *A kiállítás megnyitásáig viszont már csak két hónap maradt.*

A két pozitívum, ami önbizalmat adott a megbízás elfogadásához, az

a ceglédi otthonom műtermében összeállt alkotói csapat (Budai Mihály építész, Józsa András kőműves, Nagy Dávid gépész, Spránitz Ferenc betontechnológus, Veres Balázs szobrászművész és Zakar László statikus), valamint a számomra már elfogadható minőségű habarcskeverék volt. A $d_{max}=1$ mm szemnagyságú adalékanyaggal készített habarcs kissé képlékeny konzisztenciájú, *megjelenésében beton jellegű*, akár függőleges felületen is bedolgozható, egy rétegben 1 cm vastagságban is jól megtapadó, 3 napos korban 44, ill. 9,5 N/mm² nyomó- ill. hajlító-húzószilárdságú és kis vízfelvételű volt. A megszilárdult anyag a 17 kg/m³ szénzál adagolásának köszönhetően rendkívül szívósnak mutatkozott, a hajlítóvizsgálatnál a hasáb próbatesteket nem lehetett kettétörni, csak megrepeszteni. A később mért, 28 napos szilárdsági jellemzők rendre 64, ill. 12,2 N/mm²-re adódtak. Ezeket a vizsgálatokat Sas László végezte a DDC váci laboratóriumában.

Zakar László tervezőirodája, a Hirös Modul Kft. készített 1:1 méretű csomóponti terveket, statikai számításokat, és segített a szerelhetőséget biztosító egyedi kapcsolóelemek legyártatásában (Ferzol Kft.).

Közben egy Cegléd közeli tanyán sikerült egy elfogadható adottságú csarnok bérletét 2 hónapra megszerezni. Minden megkeresett, alapanyagot gyártó vagy forgalmazó cég (DDC, Dow Building Solutions, Newchem, RW Bautech, SIKa, Zoltek) rendkívül segítőkész, támogató hozzáállású volt. A kiállítás megnyitásáig rendelkezésre álló idő rövideje és a közel kétszázra becsült keverési adag pontos megismételhetősége miatt a 10 komponensből összeálló recepturánál szükségesnek mutatkozott a majdani helyszíni keverés leegyszerűsítése; azaz egy zsákos kiszerelésű, szinte mindent tartalmazó szárazhabarcs nagyüzemben történő előkeverése. Ezt Spránitz Ferenc betontechnológus, a Gántkő Kft. szárazhabarcs üzemével készítette el. A habarcsbeton összeté-

telének kidolgozásánál igyekeztünk figyelembe venni a potenciális veszélyforrásokat.

4. Felkészülés a beton és a szerkezet lehetséges veszélyforrásaira

4.1. Zsugorodás, a szerkezet görbülete, csavarodása

A szendvicsszerkezet vékony rétegei miatt az adalékváz csak kis szemnagyságú homokot tartalmazhatott, melynek benedvesítéséhez a szükséges víz mennyisége lényegesen nagyobb, mint a szokásos betonoknál alkalmazott homokos kavicsnak. A betontól elvárt, nagy korai szilárdsági jellemzők ezáltal nagy cementtartalmú keveréket követeltek meg. Az így adódó *nagy cement- és víztartalom többnyire a beton igen nagy zsugorodását okozza*; adott esetben a szerkezetünk görbületét, csavarodását, repedezését is eredményezhette volna. *A homok vízigényének és a cement-péppel való túltelítettség mértékének csökkentése érdekében nagy pépigényű, azaz a kis szemnagyság mellett viszonylag durva homokvázat alkalmaztunk.* A cementtartalom és a ragadosság csökkentése érdekében *ultrafinom, reaktív* (szűk szemcseméret-eloszlású, 8 µm átlagos szemcseméretű, a szokásos pernyéktől eltérően 1600 °C-on keletkező, 28 napos korban 102 % aktivitási indexű) Microsit M-20 jelű *pernyével helyettesítettük* a bere-mendi CEM I 52,5 cement 25 %-át. A cement további vízigény-csökkentéséhez és a péptartalom mérsékléséhez meg kellett találni a folyósítószer adagolásának azt a maximumát, amely mellett az acélsimítóval, esztrichkanállal bedolgozott, nagy száltartalmú keverék még nem keltette egy szürke, nedves vattacsomó benyomását; hanem tömör, simítható felületminőséget eredményezett. A keverék víz-cement tényezője $v/c=0,38$ -ra, a vízkötőanyag tényező (víz/cement + pernye) $v/k=0,29$ -re adódott.

A zsugorodás további mérsékléséhez egy cikloalifás éter-alkohol bázisú, porformájú SRA adalékszer ("shrinkage reducing agent" - zsugorodáscsökkentő adalékszer) is

alkalmaztunk. A laborkísérletek során egy beolajozott üveglapra hordtunk fel SRA-t tartalmazó és anélküli 30x5 cm-es, ~5 mm vastag mintákat. A megszilárdulást követően az SRA-t tartalmazó minták csak roncsolással, az anélküli minták az üveglapról egyben is leválaszthatók voltak. Az olajozott üveglapon érintetlenül hagyott SRA nélküli minták szélei 3 napos korra kismértékben felhajlottak az üveglapról, míg az SRA-t tartalmazók nem váltak el, azokat az üveglappal együtt dobtuk ki egy-két hetes korban.

4.2. A vékony betonréteg gyors száradása, repedezése

A másik veszélyforrásnak *a kis vastagságban ($d \leq 1$ cm) felbordott rétegek gyors száradása miatti repedezésveszélyt* tekintettük. A készítés idején uralkodó rendkívül kedvezőtlen időjárási körülmények igazolták a tervezés során még óvatoskodónak tűnő meglátásokat. Az augusztusi forró levegő még a zárt, és az ablakoknál lefüggönyözött csarnokban is szinte elviselhetetlen munkakörülményeket teremtett. *Főleg a hajnali és a késő délutáni órákban dolgoztunk.* A hőmérséklet esetenként ilyenkor is meghaladta a 30 °C-ot. Néhány hét múltán már a napközbeni munkát is megkövetelte a Megbízó által elő-rehozott határidő. (A Műcsarnok kérése volt, hogy a kiállítás megnyitóját megelőző héten már szállítsuk oda és kezdjük összeszerelni az alkotásokat.)

A meleg idő által megkövetelt utókezelésre az ismert, folyékony membránképző párazáró szerek alkalmazása nem jöhetett szóba, mivel egyrészt a jó vízviSSzatartó képességgel párosuló gyors filmképzést nyújtó, szerves oldószerekben feloldott polimereket zárt térben nem szabad alkalmazni; ill. a képződött filmréteget a későbbi rétegek megfelelő tapadása érdekében mechanikus koptatással vagy nagy nyomású vízszugárral kellett volna eltávolítani. A vizes utókezelés többnyire már túl késő lett volna, ill. ahol ezt a korai időszakban kipróbáltuk, ott lettek a

legnagyobbak a mészkivirágzásos foltok; az azonnali fóliatakarás pedig a felület alig helyrehozható esztétikai romlását eredményezte. A betontechnológus kollégák figyelemztetése szerint az iparban megvalósított vékony rétegű betonszerkezeteknél (pl. lövellt beton, esztrich) nemcsak hazánkban, de világszerte is azért igen gyakori a tapadási hiányosságok miatti réteg-elválás és a repedezés, mert hiányzik az egyébként szükséges, de korrekt módon el nem végezhető utókezelés. Az adottságokat, a határidőt és az utókezelés fontosságát egyaránt elfogadva, a gyors száradás elkerülése céljából egy *belső utókezelőszert alkalmaztunk.* Ezt a poliakrilát bázisú, nagy szárazanyag tartalmú (44 %) folyadékot a friss keverékhez adagoltuk. Főleg *ettől a kiegészítő anyagtól vártuk a hidratáció kezdetétől biztosított utókezelést.* Az alkalmazott anyag további, számunkra fontos tulajdonsága volt, hogy nincs negatív hatással a követő rétegek tapadására.

4.3. Levegőtartalom, konzisztencia, eltarthatóság, adagolási pontosság

Mivel korábbi munkáim során már tapasztaltam ennek a belső utókezelést, a felület nagyobb szilárdságát és kopásállóságát biztosító vízben oldott polimernek a keverési időtartamtól és intenzitástól függő légpórusképző mellékhatását, ezért egy porformájú, *habzáságtól adalékszerrel állítottuk be a bedolgozott keverék kb. 7-7,5 V% levegőtartalmát.* A friss testsűrűsége 2050 kg/m³ értéket mértünk, melyből a keverési arányok és az anyagsűrűségek ismeretében számítottuk ki a bennmaradó levegőtartalmat. A Haegermann területmérő asztalon 15 rázóütéssel mért terület a keverést követően azonnal mérve 120 mm-re, 20 perces korban 110 mm-re adódott, vagyis alig különbözött. Ugyanakkor a bedolgozhatóság, simíthatóság érzékszervileg megállapítva mégis jelentősen leromlott, ezért más módszerrel (merülőkúp besüllyedésével) is megvizsgáltuk a konzisztenciát. A keverést követő

azonnali és a 20 perces korú mérések itt már jóval nagyobb különbséget mutattak (rendre 22, ill. 14 mm). Ez arra hívta fel a figyelmet, hogy *a keverési adagok térfogata szigorúan illeszkedjen a bedolgozás sebességéhez*. Az előzetes próbakeverések és bedolgozások során a ~7 liter keverési adag mutatkozott még éppen elfogadhatónak, melyhez a szárazhabarcs, a víz és a belső utókezelőszer adagolását 5 g pontossággal, a folyósítószerét pedig 5 vagy 10 cm³-es injekciós fecskendővel történő méréssel terveztük.

4.4. Egyéb szempontok

A 17 kg/m³ gyantás szénszál minél jobb szétfoszlatása, minél homogénebb elkeverése miatt azt már a szárazhabarcs előkeverékbe beadagolták és ott 20 percig keverték. A szénszálaknak ugyan nem a bedolgozott friss keverék vastagságbeli nedvességháztartása kiegyensúlyozásában, hanem elsősorban a szívósság és a hajlítószilárdság növelésében szántunk szerepet, de azért bízunk abban is, hogy az egyenlőtlen száradást, a különböző nedvességlepcsők létrejöttét is majd akadályozzák a szétfoszlatást követően mindössze ~7 µm átmérőjű, a kéregbeton keresztmetszetét sűrűn átszövő szálak. Mindezek mellett a csarnok betonpadlójának időszakos locsolásával és huzatmentességgel terveztük biztosítani a "szigorú" betontechnológusok által előírt min. 70 % relatív páratartalmat.

Várható volt, hogy a rendkívül nagy száltartalmú keverék homogenitásához *intenzív és hosszú keverési idő kell, ami a keverék hőmérsékletét jelentősen emelheti. Ennek ellensúlyozására egy fagyasztószekrényben folyamatosan készített jégkásával terveztük bűteni a keverővizet*. A keverési idő lerövidítéséhez olyan nagyságú és átmérőjű keverőedényt alkalmaztam, amely legjobban illeszkedett a keverőszár átmérőjéhez.

A szobrok kültéri kiállítása esetére a szárazhabarcsban kevertük el a porformájú, szilán bázisú hidrofóbizáló adalékszer, mely a

megszilárdult anyagból hosszú idő során sem oldódik ki. E szer korábban nem ismert, de épp szerencsén adódó mellékhatása volt a keverék friss tapadóképségének enyhe növekedése, ami segített a ferde és a függőleges síkú bedolgozások megcsúszásának megakadályozásában.

5. A készítés folyamata

Az extrudált polisztirolhab táblák hosszanti toldását speciális PUR ragasztóval végeztük. A ragasztást követően próbaterheléssel és leszállítós vizsgálatokkal ellenőriztük a kapcsolat megfelelőségét. A ragasztás mentén egyszer sem tapasztaltunk adhéziós szakadást. A kívánt méreteket ~1 mm pontossággal szabtam ki a szükség esetén ragasztással toldott habtáblákból.

Ezután epoxigyantával ragasztottam fel a szerkezeti összeállítás során külön részegységeket képező függőleges és vízszintes síkú szalagok egymáshoz csatlakozó csomópontjaira a szerelhetőséget biztosító rejtett csavarkötéseket is tartalmazó acél csomólemezeket. Ezeket egyszemcsés, durva homok felragasztásával képeztem ki a vékonybeton jó tapadásához szükséges fogadókésziséget. A csomólemezek felragasztását a lehető legnagyobb pontossággal kellett elvégezni, hiszen 1-2 mm-es elfordulás is nagy pontatlanságot eredményezett volna a 4 m-es hosszban.

A habtáblák saját anyagából marógéppel alakítottam ki azokat a szélső 10 mm-es vezetősávokat,

melyek megadták a betonhéj vastagságát. Mivel a szerkezet megkívánta, a betonhéj felrakása előtt 4 mm vastag betonacél szálakat helyeztem el a Zakar László statikus tervező által javasolt oldalakon. E szálak rögzítése az általunk "átvarrások" módszernek nevezett technikával történt. A rögzítőpontoknál a habtáblák és a betonacél közé fémlemezről távtartókat helyeztem el, hogy a betonacél ne feküdjön fel a habra, a beton teljesen körbe tudja venni azt, és mérsékelje a szendvicsszerkezet hajlításkori rétegválási veszélyét.

A habtáblák felületét mindenhol érdesítettük és leporszívóztuk, majd a műanyagdiszperzióval hígított friss habarcsból kentünk rá tapadóiszapot. Erre hordtuk fel Józsa András kőművessel és Veres Balázs szobrászművésszel az általam megkevert kb. 130 vödörnyi vékonybetont. A készítésnek ez a fázisa szinte nem akart véget érni. A keverék gyors szilárdulása lehetővé tette, hogy az oldalfelületenként, esetenként egyszerre egy vízszintes plusz egy függőleges oldalfelület elkészültét követő napon már biztonsággal átfordíthattuk az elemeket.

Az ütemesen, folyamatosan végezhető munka során éreztem szerencsésnek, és különösen fontosnak, hogy a *tervezésre, előkészítésre, kísérletekre, próba felbontásokra oly sok időt, energiát fordítottunk*.

A kisebb szalagszobrokhoz és masnikhoz gipsznegatívokat formáztam, és a korábbi receptjeim



2. ábra Négy szobor a kiállítóterben



3. ábra A próbaterhelés során közel 700 kg kellett a tönkremenetelhez



4. ábra A hajlítási töréskép

szerinti öntömörödő beton felhasználásával néhány éjszaka alatt gyorsan elkészítettem a kis szobrokat.

A 3 méternél nagyobb hosszúságú vízszintes elemeknél - a szerkezet biztonságos kiszáradása és a lehajlás minimalizálása érdekében - a húzott 1 cm-es betonövre a Sikadur 330 epoxigyantába ágyazott szénszálszövet elhelyezését az utolsó napokra terveztük. E gyantatípus jó tapadásához kellő mértékben kiszáradt beton, legalább 15 °C léghőmérséklet, valamint a levegő hőmérsékletétől és páratartalmától függő harmatpont fölött célszerűen legalább 3 °C-kal magasabb fogadófelületi hőmérséklet volt az előírás. A tervezés stádiumában ez nem tűnt problémásnak. A gyanta felhordását megelőző napokon, szeptember közepén azonban egy hirtelen lehűlés következett be. Sem a léghőmérséklet, sem a fogadófelület harmatpont fölött 3 °C-kal előírt hőmérséklete nem volt tartható. A felületi páralecsapódás megelőzéséhez kitárt nyílászárókkal képeztünk huzatot és ventillátorokkal mozgattuk a fogadófelület fölötti levegőt. A délelőtti megkezdett gyantafelhordást követően délutánra az időjárás megszánt bennünket, a nap kisütött, a levegő kissé felmelegedett.

6. A szerkezet és a mű vizsgázik

A hivatalos megnyitó előtti héten már elkészültünk. Minden elem egyenes, repedésmentes, sima, tömör, igen kemény, betonszürke, bár foltokban helyenként mészkivi-

rágzásos lett. A legnagyobb súlyú 86 kg volt. Elvéve ugyan, de a felületen találtunk néhány nem szétfoszlott szénszálat. A tervező-kivitelező csapat minél előbb, még a ceglédi csarnokban látni akarta a "hét ajándékot". Összeszereltük (2. ábra). A szerelés közben és a masnik felhelyezése során tizedmilliméter kijelzésű lézeres távolságmérővel mértük a gerendák lehajlását. Nem mértünk 2 mm-nél nagyobb értéket. Az előzetes megnyugtatót követően a statikus tervező az egyik leghosszabb részegységet ~5 cm kihajlásig belengette. *A megszilárdult keverék és a szerkezet tényleg nagy szívósságúnak bizonyult.*

A Műcsarnokbeli ünnepi megnyitón mindannyian részt vettünk, ahol a Műcsarnok igazgatója és Mircea Cantor megköszönte a 7 ajándékot. Jólesett.

7. A magunk ajándéka

Szeptember végén magunknak is készítettünk egy külön ajándékot. Ez ráadásul az elkészített legnagyobb szobornál 1 méterrel hosszabb, ragasztott szénszál-szövet nélküli óriás gerendaszalag volt. Próbaterhelést, lehajlást, tönkremenetelt vizsgáltunk (3., 4. ábra). A számított repesztörő 80 kg, az első repedések megjelenésekor mért pedig szintén 80 kg volt. A számított törőerő 630 kg, a mért pedig 670 kg volt.

A ceglédi csarnok tulajdonosa - bár lejárt már a bérleti idő - lemondott a plusz bérleti díjról. Azt mondta, hogy ez az ő ajándéka. Egyben nagyon sajnálta, hogy a művész úr szobrai is olyan borúlátó hangulatot árasztanak, mint az ő valamilyen részvényeinek valamiféle tőzsdeindexei.

HÍREK, INFORMÁCIÓK

A Magyar Közlönyben megjelent törvények, rendeletek:

- 17/2008 (VIII. 30.) NFGM rendelet az építésügyi hatósági eljárásokról, valamint a telekalakítási és az építészeti-műszaki dokumentációk tartalmáról szóló 37/2007. (XII.13.) ÖTM rendelet módosításáról
- 230/2008 (IX. 12.) kormány rendelet a munkavédelmi hatósági feladatokat ellátó egyes szervek kijelöléséről
- 1062/2008 (IX. 23.) kormány határozat az M0 autópályához és a Megyeri hídhöz kapcsolódó egyedi intézkedésekről
- 108/2008 (X. 10.) OGY határozat a Közbeszerzések Tanácsának a közbeszerzések tisztaságával és átláthatóságával kapcsolatos tapasztalatairól, valamint a 2007. jan. 1. - dec. 31. közötti időszakban végzett tevékenységről szóló beszámoló elfogadásáról
- 25/2008 (X. 17.) KvVM-EÜM-FVM együttes rendelet a légszennyezett-ségi határértékekről, a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről szóló 14/2001 (V. 9.) KÖM-EÜM-FVM együttes rendelet módosításáról



PLAN 31 Mérnök Kft.

1052 Budapest, Semmelweis u. 9.
Tel: 327-70-50, Fax: 327-70-51

*Irodánk elsősorban ipari és kereskedelmi
létesítmények tartószerkezeti
tervezésével foglalkozik.*

*Statikus mérnökeink nagy gyakorlattal
rendelkeznek előregyártott és monolit
vasbeton szerkezetek tervezésében,
építésmérnökeink engedélyezési és teljes
kiviteli dokumentációk elkészítésében.*



www.plan31.hu

RUFORM BETONACÉL

2475 Kápolnásnyék, 70 főút 42. km

Telefon: 06 22/574-310

Fax: 06 22/574-320

E-mail: ruform@t-online.hu

Honlap: www.ruform.hu

Postacím: 2475 Kápolnásnyék, Pf. 34.

Telefon: 06 22/368-700

Fax: 06 22/368-980



BETONACÉL

az egész országban!



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@MCSZ.HU • INTERNET: WWW.CEMKUT.HU

SZOLGÁLTATÁSAINK:

- Terméktanúsítás, üzem és üzemi gyártásellenőrzés alapvizsgálata, tanúsítása, folyamatos felügyelete
- Cement, nyersanyagok, cement-kiegészítő anyagok, mész és mésztermékek, gipsz és gipsz kötőanyagok fizikai és kémiai vizsgálata
- Habarcok, betonok vizsgálata
- Cementek betontechnológiai vizsgálata európai szabványok szerint
- Beton-kiegészítő anyagok és adalékanyagok alkalmassági vizsgálata, betontermékek vizsgálata
- Szilikátipari nyers-és alapanyagok, gyártásközi anyagok, szilikátbázisú építőanyagok kémiai, termoeanalitikai vizsgálata
- Helyhez kötött technológiai légszennyező források, munkahelyi, környezeti levegő és zaj vizsgálata, értékelése; egyéb légtechnikai mérések elvégzése
- Tanácsadás, Szakértés, Kutatás-fejlesztés

A NAT ÁLTAL NAT-6-0037/2007 SZÁMON AKKREDITÁLT TANÚSÍTÓ,
NAT-3-0006/2007 SZÁMON AKKREDITÁLT ELLENŐRZŐ,
NAT-1-1249/2007 SZÁMON AKKREDITÁLT VIZSGÁLÓ;
A 4/1999. (II.24.) GM RENDELET ALAPJÁN 122/2007 SZÁMON KIJELÖLT,
AZ EURÓPAI UNIÓBAN 1414 AZONOSÍTÓ SZÁMON BEJEGYZETT SZERVEZET



Betonpartner Magyarország Kft.

H-1097 Budapest, Illatos út 10/A.

Központi iroda:

1103 Budapest, Noszlopy u. 2.

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

Postacím: 1475 Budapest, Pf. 249

office@betonpartner.hu • www.betonpartner.hu

Üzemeink:

- 1097 Budapest, Illatos út 10/A.
Telefon: 1/348-1062
- 1037 Budapest, Kunigunda útja 82-84.
Telefon: 1/439-0620
- 1151 Budapest, Károlyi S. út 154/B.
Telefon: 1/306-0572
- 2234 Maglód, Wodiáner ipartelep
Telefon: 29/525-850
- 8000 Székesfehérvár, Kissós u. 4.
Telefon: 22/505-017
- 9028 Győr, Fehérvári út 75.
Telefon: 96/523-627
- 9400 Sopron, Ipar krt. 2.
Telefon: 99/332-304
- 9700 Szombathely, Jávör u. 14.
Telefon: 94/508-662

A Magyar Betonszövetség hírei

SZILVÁSI ANDRÁS ügyvezető



Október 8-13. között szakmai úton vettünk részt Dubaiban. Ott tartózkodásunk ideje alatt az ég felhőtlen volt, ennek megfelelően a nappali hőmérséklet 35 fok, az éjszakai 27 fok körül mozgott, a tenger vize 32 fokos volt.

Az első szakmai napon Abu-Dhabiban a Saadiyat szigetét a szárazföldre összekötő híd építkezését látogattuk meg. A kivitelezés vezetője, Uwe Benkert a helyszín bejárása előtti előadásában a szakmai ismertetés mellett kitért a gazdasági jellegű ismertetésekre is, majd válaszolt a kérdésekre. A fordítást Jobbágy András (Frissbeton Kft.) vállalta.

Néhány jellemző adat a hídepí-

tésről. A híd hossza 1455 méter, szerkezeti szélessége 57,70 m, teljes felöltöttetése után 60 m. Ezzel a világ egyik legszelebb hídja lesz, amelyen nyolc sáv szolgálja az autók közlekedését, két sáv szélesített sáv a kamionok részére, két szélesített sávnyi hely a gyorsvasútnak épül meg. Magassága a tenger fölött a hajózó részben 35 m, a legnagyobb fesztáv 150 m, a hajózható részen 80 m.

A kivitelezési idő 36 hónap, a kivitelezés összköltsége 184 millió dollár. A beton költsége 80 euró/m³, a cement költsége 80-90 euró/tonna közötti. A gigantikus adatok mellett egy kevésbé irigylésre méltó is akadt. A külföldi, elsősorban segéd-

munkát és alap szakmunkát végző (filippínó, indiai, pakisztáni stb.) munkások havi, összes költség levonása után kézhez kapott nettó jövedelme 50-100 euró. Ezért napi 11 órát kell dolgozni. A munkaerő kihasználására vonatkozó adatok általában a többi (pld. magasépítési) kivitelezésen is igazak.



1. ábra Hajóval a hídpillérnél

A betontechnológia átbeszélése során akadt számunkra szokatlan adat is. A betont csak hűtve lehet szállítani, a hűtést 125 kg/m³ jég adagolásával érik el. Természetesen ez figyelembe van véve a víz/cement tényező kialakításánál.

Az előadást rövid séta követte (1. ábra), majd csoportunkat két szállító hajó vitte a híd közvetlen közelébe (2. ábra). Itt ismerkedtünk meg egy magyar kollégával, aki geodéziai munkát végez a kivitelezésen. Rá bízta az egyik csoport szakmai vezetését a helyszín meglátogatása során.

Utunk során azt láttuk, hogy az állam folyamatosan növeli a part menti területeit, több szigetet is építenek a tengerből kikotort homokból.

A beruházásban résztvevő vállalatok előttünk is ismertek. A kon-



1. ábra Csoportunk fegyelmetten betartotta a munkavédelmi előírásokat

A Magyar Betonszövetség tagjainak termelési adatai

Terület	Időszak	Hónap									Összesen
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	
Országos	2007. I-III. n. év.	268,6	273,8	369,1	437,4	486,5	439,6	419,7	470,5	442,5	3607,7
	2008. I-III. n. év.	254,4	350,7	354,1	477,6	434,5	436,4	446,7	469,3	499,4	3723,1
Budapest	2007. I-III. n. év.	137,0	145,7	187,5	194,1	222,5	192,3	206,3	215,0	210,2	1710,6
	2008. I-III. n. év.	137,0	177,6	159,7	224,1	188,3	191,6	177,5	187,7	184,3	1627,8
Vidék	2007. I-III. n. év.	131,6	128,1	181,6	243,3	264,0	247,3	213,4	255,5	232,3	1896,8
	2008. I-III. n. év.	117,4	173,1	194,4	253,5	246,2	244,8	269,2	281,6	315,1	2095,3

zorcium tagjai: DYWIDAG Bau GmbH, Saif Bin Darwih, Züblin International GmbH, Züblin Ground Engineering, PERI GmbH.

Második szakmai napunk témája a dubai metró építése, amely földalatti és föld feletti pálya szakaszokkal épül meg. Hazem Kanan üzletágvezető (Sika UAE) a szállodánk számunkra biztosított előadó termében tartotta meg színvonalas előadását. A tolmácsolást Berecz András (Sika Hungária Kft.) végezte.

A beruházás jellemző adatai a következők. A Red-Line rész 47,4 km magas vasút, amelyen 25 állomás, és 4,7 km alagút van 4 állomással. A Green-Line rész 10 km magasvasút 8 megállóval, és 7,6 km alagút 6 megállóval. A beruházás 2012-ben fejeződik be, ekkor Du-

Betonösszetétel : Alagút szegmens elemek		
Kivitelező:	M/s. Obayashi-Kajima-Yapi Merkezi JV	
Beruházás:	Dubai Metro	
Keverék jellemzők:		
Szállás	V/C tényező	Roskadás (mm)
C50	0,31	120-150 (1 ora eltéréssel)
Alagút szegmens elemek		
Hármas keverék (OPC+GGBS+MS)		
Anyag megnevezése	kg/m ³	
OPC Cement Típus	122	
GGBS Cement Típus	292	
Mikroszilika	36	
20 mm zúzott adalekanyag	500	
10 mm zúzott adalekanyag	400	
0-5 mm mosott homok	283	
0-5 mm zúzott homok	283	
0-1mm dűne homok	320	
Adalekszer: Sikament NN	8-10	

3. ábra Egy dia az előadásból



4. ábra Vasalási részlet távtartókkal és feszítőkábel üreggel



5. ábra Az elem kész, kisebb javítást igényel



6. ábra Az előregyártó üzem, ahogy a busz ablakából láttuk

baiban összesen 69,7 km metró lesz 43 állomással.

A beruházás összköltsége kb. 3,8 milliárd dollár (megközelítően 670-680 Milliárd Ft). A bedolgozandó beton mennyiség tervek szerint meghaladja a 3 millió m³-t.

Beton jele	v/c tényező	Roskadás
C50	0,34	175±25
C40	0,34	215±35
C60	0,32	650±100
C40	0,34	125±25
C40	0,35	125±25
C50	0,31	100±25
C70	0,29	215±35

1. táblázat A helyszínen felhasznált beton fajták főbb jellemzői

A betonnak rendkívüli feltételek között kell az elvárt teljesítményt nyújtani. A szállítási idő 3-4 óra! Alapkövetelmény a 4 órás bedolgozhatósági idő, ez alatt a paramétereknek állandónak kell lenni.

Az előadást követően rövid buszutazással értük el az előregyártó üzemet. Az előadó teremben a főmérnök tartott ismertetőt.

Beruházó: Dubai Metró, kivitelezője a M/A Obayasi-Kajima-Yapi Merkezi JV.

Vállalkozók: VSC, Freyssinet, Rizzani De Eccher a viaduktok előregyártásában és az ACPI a tübbing elemek előregyártásában. Az üzemben 17 000 elemet készítenek a magas vasúti részhez. Az elemek szélességi méretei állandóak, az alsó lemez vastagsága a statikai követelményeknek megfelelően változik. A magasvasúti elemek beton tartalma 17-36 m³. A magasvasút viaduktjához gyártott elemekhez összesen 700 ezer m³ betont használtak fel.

Az alagúti részekhez 53 000 előregyártott szegmens elem készült el, darabonkénti beton mennyisége

2,4 m³. Összesen 130 000 m³ betont használnak fel a szegmensek legyártásához. A gyártó terület megtekintése során készített képek jól szemléltetik a nagyságrendeket (4., 5. ábra).

Terveink szerint szerettünk volna a Burj Dubai épületéről is tájékoztatást kapni, azonban előzetes megkeresésünk ellenére sem tudunk bejutni az építési területre. Az építési terület zártsága, a feszített ütemű munkavégzés és a rendkívüli körülményekhez igazított munkavégzési szabályok miatt csak illő távolságból tudtuk a tornyot megtekinteni.



7. ábra A torony 200 méterről fényképezve

Ott tartózkodásunk alatt jelentették be, hogy elhagyták a 600 méteres magasságot és ezzel már a legmagasabb torony cím büszke birtokosai. Ebben a magasságban a torony alapterülete kb. 90 m², ezzel a keresztmetszettel szeretnék elérni a 700 métert.

Végezetül:

Dubai ma egy vonzó befektetési lehetőség, elsősorban az ingatlan üzlet területén. A városrészekben elhelyezkedő torony épületek (amelyeket sikerült megtekintnünk) hatása monumentális. Több szakember egybehangzóan fogalmazta meg aggályát, hogy a látott hatalmas lendületű fejlesztés mennyire fog illeszkedni abba, amit mi fenntartható fejlődésnek nevezünk. Ezeket a gondolatokat néhány képpel illusztrálom.



9. ábra A vallási központ is monumentális méretű



8. ábra Újabb városrész indítása egy különleges formájú épülettel



10. ábra Jumeira Beach esti ragyogásban



COMPLEXLAB Kft.

CÍM: 1031 BUDAPEST, PETUR U. 35.

tel.: 243-3756, 243-5069, 454-0606, fax: 453-2460

info@complexlab.hu, www.complexlab.hu

Év végi MMM szárítószekrény akció:

2008. évi rendelés esetén az import és a belföldi szállítási költséget mi álljuk!



Akciós árak szállítási költség nélkül:

MMM Venticell, 222 literes, ventilátorral

712 000 Ft + ÁFA

MMM Venticell, 404 literes, ventilátorral

943 000 Ft + ÁFA

MMM Ecocell, 222 literes, ventilátor nélkül

615 000 Ft + ÁFA

MMM Ecocell, 404 literes, ventilátor nélkül

816 000 Ft + ÁFA

Az akciós árak az árfolyamváltozás függvényében változhatnak
(1 euró = 255 forint felett)!

- különösen ajánlott nagy nedvességtartalmú minták esetében
- felsőventilátoros levegőkeringetés (vagy ventilátor nélkül)
- 3 program tárolási lehetőség
- időzítési és késleltetett indítási funkciók
- ajtón elhelyezett mikroprocesszoros vezérlés (párának nincs kitéve)
- könnyökkel is nyitható, masszív zárszerkezet
- 50 mm-es, extra vastag üveggapot szigetelés
- mechanikus biztonsági termosztát, 2. osztály
- masszív ellenálló kivitel

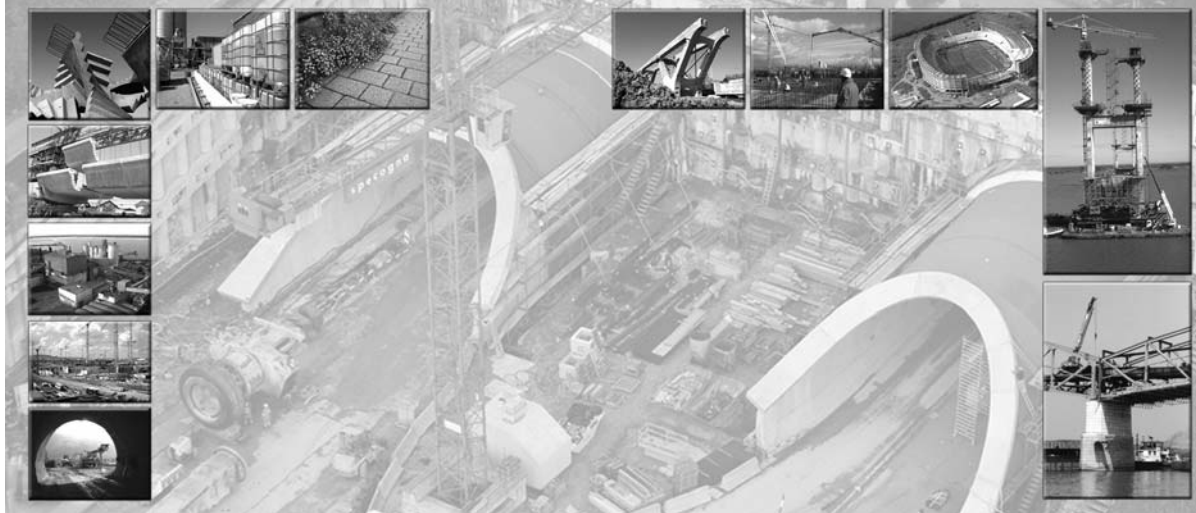
Űrtartalom:

22, 55, 111, 222, 404, 707 liter

Hőmérsékleti tartomány:

környezeti hőmérséklet felett, 10 °C-tól 250/300 °C-ig

Részletes tájékoztatással és szaktanácsadással állunk rendelkezésére személyesen, telefonon, faxon és e-mailen is. Kérje részletes katalógusunkat és árajánlatunkat!



Sikával a beton kiváló üzleti lehetőséggé válik

A gyorsan változó világban kulcsfontosságú az a képesség, hogy az újdonságokat azonnal bevezessük a piacra. Mi azokra a megoldásokra koncentrálnunk, amelyek a legnagyobb értéket nyújtják vevőinknek.

Különleges megoldásainkkal és termékeinkkel segítjük az építetőköt a betonozási folyamat során, a legkülönbözőbb időjárási és környezeti viszonyok mellett, az előregyártásban, a transzportbeton iparban és az építkezés helyszínén is.



Sika Hungária Kft. - Beton Üzletág
1117 Budapest, Prielle Kornélia u. 6.
Telefon: (+36 1) 371-2020 Fax: (+36 1) 371 2022
E-mail: info@hu.sika.com • Honlap: www.sika.hu

**MINŐSÉGÜGYI
RENDSZERÜNK**
önkéntesen tanúsítva
rendszeres felügyelettel
ISO 9002 szerint



**KÖRNYEZETIRÁNYÍTÁSI
RENDSZERÜNK**
önkéntesen tanúsítva
rendszeres felügyelettel
ISO 14001 szerint





TREFIL ARBED

ACÉLHAJ

TWINCONE 1/50

HE 1/50 , 0,7/30

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

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






Statikai számítás 48 órán belül biztosítunk.

KECSKEMÉTI raktár - azonnali szállítás

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

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





MAÉPTESZT
VEGYÉPSZER CSOPORT TAGJA

MAÉPTESZT
Magyar Építőmérnöki
Minőségvizsgáló és Fejlesztő Kft.
(NAT-1-1271/2007)

LABORATÓRIUMAINK
BUDAPEST
FERIHEGY
NAGYTÉTÉNY
SZÉKESFEHÉRVÁR
DUNAFÖLDVÁR
GÉRCE
HEJŐPAPI
KÉTHELY

LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK
Talaj, aszfalt, beton és
betontermékek, habarcs, bitumen,
cement, gipsz, valamint halmazos
ásványi anyagok;

HELYSZÍNI VIZSGÁLATOK
Talaj, beépített-aszfalt, beton és
betontermékek, épületszerkezet és
szerkezeti műtárgy, felületkezelés,
szigetelés;

MINTAVÉTELEK
Talaj, aszfalt, beton és
betontermékek, habarcs, bitumen,
cement, halmazos ásványi
anyagok;

**MEGFELELŐSÉGÉRTÉKELES
TECHNOLÓGIAI TANÁCSADÁS
KUTATÁS-FEJLESZTÉS**

Cím: 1151 Budapest, Mogyoród útja 42.
Telefon: (36)-1-305-1348
Fax: (36)-1-305-1301
E-mail: maepsteszt@maepsteszt.hu
Honlap: www.maepstesztktf.hu

Az Északi összekötő vasúti híd pillérbetonozásai

BENEDEK BARBARA - Hídépítő Zrt.

KANDÓ GYÖRGY - Beton Point Kft.

LUKÁCS MIKLÓS - Betonplasztika Kft.

Az utóbbi időkben sok nagy és érdekes, betonnal kapcsolatos munka volt és van Budapesten. A nagyok mellett azonban a kicsiről sem szabad megfeledkezni. Az egyik ilyen "kis" munka az Északi összekötő vasúti híd átépítésének betonozási része.

Budapest hídjainak egyik legérdekesebb tagja az Északi összekötő vasúti híd. Az eredeti híd még a múlt század előtt, 1894-96 között épült és lehetővé tette Budapest térségében a második vasúti kapcsolatot a Duna két partja között. A hidat a második világháború során, 1944 karácsonykor felrobbantották. Újjáépítésére a kettős "K" típusú, csavarozott acél hídszerkezettel csak 1953-55 között került sor. Bár újjáépítésének idején már béke volt hazánkban is, az építők nem felejtették el a pillérek robbantó lyukainak és nyílásainak megépítését sem. Napjainkra a híd acélszerkezete már teljesen tönkrement, és az egész hídszerkezet megérett a cserére. A csere során a híd acélszerkezetén kívül pillérei is megújulnak. Rövid cikkünkben a pillérek szükség szerinti átépítéséről írunk.

Erre az átépítésre többek között azért kerül sor, mert a régi robbantó nyílásokra és lyukakra remélhetőleg többé már nem lesz szükség. Ezen kívül az új hídszerkezet acél sarugerendára kerül, aminek elhelyezéséhez tömör pillérszerkezet kell.

A normál napi munkában egy masszív fallal körülvelt üreg betonozása nem komoly feladat, de az egyszerű betonozási munka rögtön nehezebbé válik, ha az üreg egy hídpillér része és a Duna közepén van.

A mi feladatunk a robbantólyukak betonozási technológiájának kidolgozása és közreműködés a betonszállítások megszervezésében volt. Először a megfelelő betonozási módot kellett kiválasztani. Első gondolatként a betonozócső kiépítése jutott eszünkbe. Az építési ütem-

tervek összeállításánál gyorsan kiderült, hogy hamarabb kerül elbontásra a híd felszerkezete, mint ahogy a betonozási munkákkal végezni tudnánk, vagy igen hosszú (szélső esetben több mint 500 m) csővezetékkel kellene kiépíteni.

Más megoldást kellett keresni. Sok választásunk nem volt, maradt a mixerkocsi és a pumix hajón (bárkán) történő beúsztatása. Ehhez viszont megfelelő behajózási helyet kellett találni, ami szintén sok munkát jelentett. A Római partnál a bejáró utak voltak keskenyek, a bal parton pedig a part nem bírta el a nehéz járműveket.

Nem maradt más hátra, mint a Megyeri híd építéséhez tartozó jobb parti pontonhídnál kialakított behajózási hely. Innen a Vasúti hídig a hajóút és a pillérhez történő kikötés



2. ábra Betonozás a VII. pillérnél a beúsztatott mixerkocsival

kb. 1 órát vett igénybe.

Ezen út-idő adatok ismeretében kezdődhetett a megfelelő betonrecept kiválasztása. Szerencsére a közeli Megyeri híd építésénél megfelelő mennyiségű, próbakevert és a gyakorlatban is megismert tulajdonságokkal rendelkező recept állt rendelkezésünkre. Bár az átépítési tervekben C 25-24/KK f50 vz4 minőségű beton szerepelt, mi a rendelkezésünkre álló receptek közül a C 30/37-24/K f50 vz5 minőségű keveréket választottuk. Ennek nem a pazarlás vagy a túlbiztosítás volt az oka. Inkább az, hogy ez a keverék rendelkezett valamennyi szükséges minősítéssel, így újabb próbakeverésekre és minősítésekre már nem volt szükség, amire az idő rövidsége miatt már lehetőség sem lett volna.

Ezután kezdődhetett a munka tényleges szervezése. A szállító betongyarak a recept miatt adottak voltak, a bal parton a TBG Dunakeszi Kft., a jobb parton pedig a TBG Hungária-Beton Kft. Pomázi üzeme. A bal partról a II. pillért még betonpumpával könnyen el lehetett érni, ennek betonozása nem jelentett semmilyen problémát. A többi pillér viszont csak a vízről volt elérhető. A kezdés előtt valamennyi résztvevő pontos eligazítást kapott feladatairól. A behajózás miatt lényeges volt a pontosság és a megfelelő kezdeti konzisztencia beállítása. A konzisztencia beállítás során a változó hőmérsékletet is figyelembe kellett venni, mert a Mapei SR3 nevű folyósítója erre elég érzékeny.



1. ábra A híd



3. ábra Betonozási közelkép



4. ábra Munka a II. pillérnél

A behajózást követően már "könnyen" ment a dolog. A szállító bárka megfelelő kikötése után kezdődhetett a betonozás, amely szintén gondos előkészületeket igényelt. A pilléreken csak áramfejlesztőről lehetett a vibrátorokat működtetni, és valamennyi felszerelést hosszan gyalogolva vagy csónakon lehetett behozni. A betonozást igen szűk helyen kellett elvégezni, hiszen a híd-szerkezet még a helyén volt, de szerencsénkre vonat már nem járt a fejünk felett.

Összesen hat mederpillér és egy jobb parti pillér betonozására került sor. A hat mederpillér közül öt betonozása behajózott bárkáról történt. A munka során bizonyítást nyert, hogy egy ilyen bonyolult és sok figyel-

met igénylő betonozási feladat is megfelelő előkészítés és gondos végrehajtás esetén határidőre és az elvárt minőségben elkészíthető. Ezt mi sem bizonyítja jobban, hogy a híd átépítése már befejeződött és elindult rajta a vasúti forgalom.

A pillérek átépítését és a hozzá tartozó valamennyi alvállalkozó szervezését a Betonplasztika Kft. végezte. A betonozási munka betontechnológiai leírásának elkészítése (Benedek Barbara) és a betonszállítás megszervezése a Beton Point Kft. feladata volt.

A vízi szállítást a Hídépítő Speciál Kft., a betonszállítást és szivattyúzást a Dako Pumpa, illetve a Dako Kereskedelmi Kft. biztosította. A helyszíni mintavételeket és a végleges konzisztencia beállítást a Hídépítő Zrt. saját laborja és a BTC Kft. közösen végezte.

A fényképeket Kandó György készítette.

Irodalom

- [1] Pest megyei és budapesti hidak. 1997. 38. Hídmérnöki konferencia

Intelligens megoldások a BASF-től

A világ legnagyobb vegyipari vállalatának tagjaként a BASF piacvezető a betonadalékszer üzletágban. Világszerte elismert, legfőbb márkáink a következők: ♦ Glenium® csúcsteljesítményű folyósító szerek, reodinamikus betonhoz ♦ Rheobuild® szuperfolyósító szerek ♦ Pozzolith® képlékenyítő és kötőkésleltető adalékszerkezet ♦ RheoFIT® termékek a minőségi MCP gyártáshoz ♦ MEYCO® lövellt betonhoz és szórórendszerekhez

BASF
The Chemical Company



BASF Hungária Kft.
Építési vegyianyag
divízió
1222 Budapest,
Háros u. 11.
• Tel.: 226-0212
• Fax: 226-0218
www.basf-cc.hu

Adding Value to Concrete

Az építés jövője

www.bau-muenchen.com



BAU 2009

ÉPÍTÉSZET · ANYAGOK · RENDSZEREK

JANUÁR 12-17 · ÚJ MÜNCHENI VÁSÁRVÁROS

☎ Promo Kft. • 1015 Budapest • tel. 224-7764 • fax 224-7763 • messemunchen@promo.hu • Belépőjegy Ft-ért itt vásárolható
 ⓘ info@bau-muenchen.com • tel. (+49 89) 9 49-113 08 • fax (+49 89) 9 49-113 09

BETON PLASZTIKA Kft.

Cégünk tevékenységi köre a következőkre terjed ki:

új hídszerkezetek építése, hídfelújítás, injektálás,
 lőttbeton készítés, sóvédelmi munkák készítése,
 régi hidak bontása, szerkezetek rehabilitációja,
 dilatációk beépítése, ipari padlók készítése

Kiemelkedő munkáink:

Budapesten a 4-es metróvonalon a Gellért téri és Fővám téri állomások
 szerkezetépítési munkái
 M6 autópályán az 1703 és 1803 jelű völgyhidak hídépítési munkái
 Északi összekötő vasúti híd betonozási munkái



BETONPLASZTIKA KFT.

1138 Budapest, Karikás Frigyes utca 20.

Levélcím: 2040 Budaörs, Postafiók 56.

Telephely: 2040 Budaörs, Szabadság u. 397-399.

Telefon: 06-23/420-066, fax: 06-23/420-007

E-mail: betonplasztika@mail.datanet.hu

Internet: www.betonplasztika.hu

