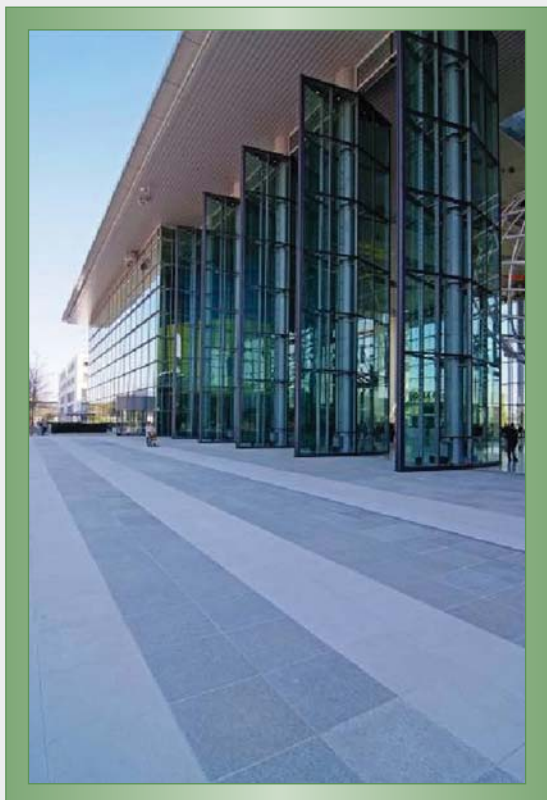


SZAKMAI HAVILAP
2011. MÁRCIUS
XIX. ÉVF. 3. SZÁM

„Beton - tőlünk függ, mit alkotunk belőle”

BETON



A TioCem® cement titándioxidot tartalmaz, mely természetes fotokatalizátor. Nappali fény által aktiválva, a fotokatalitikus reakció révén olyan anyag jön létre, mely az egészségre veszélyes nitrogénoxidokat átalakítja ártalmatlan nitrátokká, a légszennyező anyagok mennyiségének csökkentése által védve a környezetet.



A képeken lévő beton tércövek gyártásánál TioCem® cementet használtak.

Cikk a 8. oldalon található.



TARTALOMJEGYZÉK

3 Adalékszerek szerepe a betonok tartósságának alakulásában

GÁVEL VIKTÓRIA - TAKÁCS ENIKŐ

4 Észrevételek az MSZ 4798-1 szabvány átdolgozásához

DR. UJHELYI JÁNOS

8 TioCem® - egy környezetbarát, csúcs-technológiájú cement

SZABÓ IMRE

10 Gondolatok a konferenciához

SZILVÁSI ANDRÁS

11 Kell-e nekünk a szabványok szerint eljárunk?

HAJTÓ ÖDÖN

12 Öntömörödő beton alkalmazása a vasbeton előregyártásban

LANG SZILÁRD

14 MAPECRETE rendszer

SZAUTNER CSABA

18 Fiatal beton szilárdulási folyamata

4. rész: Arrhenius-féle modell

Dr. Kausay Tibor

21 Visszahozott beton hasznosítása másként

TAKÁCS SÁNDOR

A transzportbeton gyárakban visszatérő problémát jelent a munka-helyekről visszaküldött betonkeverék-felesleg kezelése, mely a gyártó feladata. Ezen „maradék” termékek elhelyezésére vagy feldolgozására az üzemek többsége már felkészült, de a lehetséges megoldások műszaki vagy környezetvédelmi szempontból jelentősen eltérnek egymástól.

24 Hírek, információk

HIRDETÉSEK, REKLÁMOK

- ◆ BASF HUNGÁRIA KFT. (9.) ◆ BETONPARTNER KFT. (16.)
- ◆ CEMKUT KFT. (7.) ◆ DUNA-DRÁVA CEMENT KFT. (8.)
- ◆ „JÓPARTNER-2008” KFT. (16.) ◆ KTI NONPROFIT KFT. (17.)
- ◆ MG-STAHl BT. (7.) ◆ SIKa HUNGÁRIA KFT. (20.)
- ◆ SW UMWELTECHNIK KFT. (12.) ◆ VERBIS KFT. (17.)

KLUBTAGJAINK

- ◆ ASA ÉPÍTŐIPARI KFT.
- ◆ BASF HUNGÁRIA KFT.
- ◆ BETONPARTNER MAGYARORSZÁG KFT.
- ◆ BETONPLASZTIKA KFT. ◆ CEMKUT KFT.
- ◆ DUNA-DRÁVA CEMENT KFT.
- ◆ ÉMI NONPROFIT KFT.
- ◆ FRISSBETON KFT. ◆ HÍDÉPÍTŐ ZRT.
- ◆ HOLCIM HUNGÁRIA ZRT.
- ◆ „JÓPARTNER-2008” KFT. ◆ KTI NON-PROFIT KFT. ◆ MAGYAR BETONSZÖVETSÉG
- ◆ MAPEI KFT. ◆ MC-BAUCHEMIE KFT.
- ◆ MG-STAHl BT. ◆ MUREXIN KFT.
- ◆ SIKa HUNGÁRIA KFT. ◆ SW UMWELTECHNIK MAGYARORSZÁG KFT.
- ◆ TBG HUNGÁRIA-BETON KFT.
- ◆ VERBIS KFT. ◆ WOLF SYSTEM KFT.

ÁRLISTA

Az árak az ÁFA-t nem tartalmazzák.

Klubtagság díja (fekete-fehér)

1 évre 1/4, 1/2, 1/1 oldal felületen:

133 800, 267 000, 534 900 Ft és 5, 10, 20 újság szétküldése megadott címre

Hirdetési díjak klubtag részére

Színes: B I borító	1 oldal 162 900 Ft;
B II borító	1 oldal 146 400 Ft;
B III borító	1 oldal 131 600 Ft;
B IV borító	1/2 oldal 78 600 Ft;
B IV borító	1 oldal 146 400 Ft

Nem klubtag részére a fenti hirdetési díjak duplán értendők.

Hirdetési díjak nem klubtag részére

Fekete-fehér: 1/4 oldal 32 200 Ft;

1/2 oldal 62 500 Ft; 1 oldal 121 600 Ft

Előfizetés

Egy évre 5500 Ft.

Egy példány ára: 550 Ft.

BETON szakmai havilap

2011. március., XIX. évf. 3. szám

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

Felelős kiadó: Szarkándi János

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.betonujssag.hu

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

Adalékszer szerepe a betonok tartósságának alakulásában*

GÁVEL VIKTÓRIA kutatómérnök, tanúsítási irodavezető

TAKÁCS ENIKŐ kutatómérnök, minőségirányítási vezető

CEMKUT Kft.

A tartósság fogalma

Az utóbbi időben folyamatosan növekvő igények és igénybevételek megkövetelik az egyre nagyobb szilárdságú és a környezeti hatásoknak mind jobban ellenálló betonszerkezetek létesítését. A nem megfelelően tervezett betonszerkezetek karbantartási és javítási költségeinek - a fokozódó környezeti terhelések miatti - megnövekedése vezetett ahhoz, hogy manapság a megfelelő szilárdság tervezése mellett fokozott figyelmet kell fordítani a környezeti hatásoknak kitett betonok teljesítőképességének, illetve tartósságának növelésére is.

A teljesítőképesség, illetve tartósság központi szemlélet alapjai már az 1980-as években megjelentek.

Litvan (1988) megfogalmazása szerint az az anyag, az a szerkezet tartós, amely meghatározott mechanikai és kémiai károsító körülmények között, az előírt élettartamon belül használható marad azokra a feladatokra, melyekre tervezték [1].

Rodway (1985) pedig a beton tartóssága szempontjából az alábbi tényezőket tartotta meghatározónak:

- az alapanyagok minősége (cement, adalékanyag, adalékszer stb.) és mennyisége,
- az építési gyakorlat,
- a szilárduló beton fizikai-mechanikai és kémiai tulajdonságai,
- a környezet jellege és a környezeti igénybevétel,
- a terhek fajtája és gyakorisága, melyek ismeretében a várható használati élettartam becsülhető [2].

Tulajdonképpen ez a megközelítés vezetett a mai értelemben vett tartósság fogalmának kialakulásához:

„A beton, vasbeton, feszített beton

szerkezet és a készítéséhez használt beton akkor tartós, ha az erőtan és alakváltozási igénybevételeket, valamint a környezeti hatásokat üzemszerű használat és megfelelő karbantartás mellett, a tervezett használati élettartam alatt károsodás nélkül viseli.” [3]

A teljesítőképesség, illetve tartósság központi szemlélet a fejlett betontechnológiával rendelkező országokban mára elfogadottá vált és a betonszabványok követelményrendszerének is részét képezi. Az MSZ 4798-1:2004 betonszabvány - a beton tartósságát befolyásoló környezeti hatások szempontjából - 8 kitéti (környezeti) osztályt különböztet meg, és a megfelelő tartósság biztosítása céljából bizonyos követelményeket ír elő a betonok összetételére vonatkozóan (minimális cementtartalom, megengedett legnagyobb v/c tényező, minimálisan elrendő szilárdsági osztály stb.) [4].

A beton használati élettartamának növelése érdekében azonban emellett még számos más tényezőt is figyelembe kell venni, például az alapanyagok minőségét (pl. szulfátálló cement, különlegesen kopásálló adalékanyag) és összeférhetőségét; az adagolás, keverés, szállítás bedolgozás módját; az utókezelés időtartamát és módját [5].

Betonadalékszer és tartósság

A megszilárdult beton tulajdonságait - és így tartósságát is - alapvetően befolyásolják a frissbeton tulajdonságai (konzisztencia és annak eltarthatósága, légtartalom stb.), ezek megváltoztatásának legcélszerűbb módja a betonadalékszer alkalmazása [6].

A képlékenyítő és folyósító betonadalékszer alkalmazásával számotte-

vően javítható a betonok tartóssága, főleg akkor, ha a keverővíz mennyiségének csökkentésére, és nem csak a konzisztencia javítására használjuk azokat. Ugyanis mind a beton v/c tényezőjének - és ezáltal a kapilláris porozitás - csökkentése, mind pedig bedolgozhatóságának javítása tömörebb, kevésbé zárványos cementkő, illetve szilárd beton kialakulását eredményezi.

A betonok tartósságának javítására szolgálnak a légbuborékképző adalékszer is, ugyanis az egyik legnagyobb korróziós kockázatot jelentő környezeti hatás a téli jégolvasztó sózás. A légbuborékképző adalékszer előnye azonban nemcsak az, hogy javítja a beton fagy- és olvasztósó-állóságát - XF2-XF4 kitéti osztályok esetén alkalmazásuk nélkülözhetetlen - hanem képlékenyítő mellékhatásuk is van.

Figyelembe kell venni azonban, hogy az adalékszer hatását, hatékonyságát számos tényező befolyásolja [7]:

- a cement fajtája, mennyisége,
- az adalékanyag (különösen a finomhomok) fajtája, szemszerkezete,
- a betonkeverék kiinduló konzisztenciája,
- az adalékszer mennyisége,
- az adalékszer összeférhetősége,
- az adagolási sorrend,
- a keverés módja,
- a frissbeton hőmérséklete.

Fentiekkel kapcsolatosan számos publikáció látott napvilágot, azonban kevés szó esik arról, hogy milyen hatást gyakorol a bedolgozási hőmérséklet az adalékszer hatékonyságára, illetve a betonkeverék adalékszerigényére.

E kérdés tisztázása érdekében számos vizsgálatot végeztünk arra vonatkozóan, hogy a frissbeton hőmérsékletének változása hogyan befolyásolja a megközelítőleg azonos konzisztenciával és légtartalommal rendelkező betonkeverék készítéséhez szükséges adalékszer mennyiségét, azaz az adalékszerigényt (természetesen a betonösszetétel egyéb megváltoztatása nélkül).

* A „Minőségi betonkészítés kérdései - különleges betonok” c. szakmai konferencián elhangzott előadás nyomán.

Észrevételek az MSZ 4798-1 szabvány átdolgozásához

DR. UJHELYI JÁNOS okl. mérnök, az MTA doktora

1. Bevezetés

A Beton XIX. évf. 2. számában tájékoztatást olvashattunk az MSZ 4798-1 szabvány [1] korszerűsítéséről [2]. Ugyanebben a számban két figyelemreméltó tanulmány jelent meg arról, miképpen kellene az MSZ 4798-1 átdolgozásakor a beton nyomószilárdságát előírni, ill. ellenőrizni [3], [4]. Mindkét tanulmány - többek között - az MSZ EN 206-1 szabványban a kitéti osztályokra előírt összetételi és szilárdsági feltételekből eredő következményeket elemzi. Megállapítják, hogy ha a különböző kitéti osztályok követelményeinek a kielégítésére elő lehet és elő is kell írni a megengedett legnagyobb víz-cement tényezőt és levegőtartalmat, valamint a megengedett legkisebb cementtartalmat, akkor ebből következően eleve adott a különböző cementek felhasználásakor elérhető legkisebb 28 napos nyomószilárdság, tehát ennek értéke a szabványban - **tájékoztatásul** - megadható. Ez kiegészül azzal a feltétellel, hogy az erőtanai számítás alapján megállapított szükséges nyomószilárdsági osztály és az MSZ 4798-1 kitéti osztályokra tájékoztatásként megadott nyomószilárdsági osztály közül a nagyobb érték a mértékadó, ezt kell követelményként előírni.

Amennyiben a készítendő betonra elő van írva mind a szükséges nyomószilárdság, mind a kitéti osztálytól függő összetétel, akkor meg kell fogalmazni azokat a feltételeket is, amelyeket betartva a betonkeverékek szilárdságát és megfelelőségét ellenőrizni kell. A kérdés tehát az, hogy a szabvány mit írjon elő, és az előírt jellemzőt vagy jellemzőket miképpen kell megvizsgálni, a megfelelőséget miképpen kell igazolni.

A szabvány átdolgozásakor figyelembe kell azt is venni, hogy az utóbbi néhány évtized alatt a betonminőség értékelésében **paradigmaváltás** kö-

vetkezett be: megszűnt az erőtanai tervezés, tehát a nyomószilárdság szerinti minősítés egyeduralma, és előtérbe került a teljesítményszemlélet. Ebből viszont logikusan következik, hogy a minősítés során a **teljesítménnyel** összefüggő paramétereket lenne szükséges ellenőrizni.

Ehhez a problémakörhöz szeretném a véleményemet kifejteni, amelynek lényege az, hogy a betonok minőségét nem nyomószilárdsága, hanem struktúrája alapján lehet véleményezni, ezért a nyomószilárdság rutinvizsgálata felesleges.

2. Teljesítményszemlélet

A készített betonok nyomószilárdsága az elmúlt 100 évben fokozatosan nőtt; a múlt század utolsó harmadában a korábban átlagosan 10-20 N/mm² helyett szokványos módszerekkel készített szerkezetekhez átlagosan 50-60 N/mm² szilárdságú betonokat is rendszeresen előírtak. A szilárdság növekedés ellenére a beton-szerkezetek káresetének a száma és költségkihatása nőtt. Ennek egyik oka az a hiedelem volt, hogy ha a beton nagyszilárdságú, akkor az ellenáll minden károsító hatásnak.

A károk elhárításának a növekvő költségei irányították rá a figyelmünket - mintegy 30-40 éve - a használati élettartamra és a tartósságra, azaz a teljesítőképességre. A használati élettartam a szerkezet ésszerű, megtervezhető, gazdaságos fenntartásával elérhető használhatóságának az időtartama, a tartósság a szerkezet ellenállása mindenféle károsító kémiai, fizikai és mechanikai hatással szemben, a teljesítőképesség pedig ennek a két jellemzőnek az együttese.

Az élettartam és a tartósság figyelembevétele a **teljesítményszemlélet**. Ennek a szemléletnek a következménye az, hogy számos esetben nem a szerkezet nyomószilárdságát, hanem a

struktúráját kell megtervezett módon kialakítani. A megfelelő struktúrájú szerkezet létrehozható egyrészt az alkotóanyagok (kötőanyag, adalékanyag, adalékszer, kiegészítő anyag, víz) minőségének és mennyiségének tudatos, struktúra-vizsgálatok által igazolt kiválasztásával (tehát a megfelelő betonkeverékekkel), másrészt az adagolás, a keverés, a szállítás, a zsaluzatba juttatás, a tömörítés és az utókezelés optimális, tervezett módjának és időtartamának a maradéktalan betartásával (tehát a megfelelő technológiával).

Az MSZ EN 206-1 és az MSZ 4798-1 az igénybevételek mértékétől függően betonösszetételi korlátértékeket ír elő a víz-cement tényezőre, a cementtartalomra és a tömörségre. Ez lényegében olyan feltételeket jelent, amelyek betartása mellett az adott hatásoknak ellenálló struktúrájú beton készíthető, tehát a **struktúra tervezéséhez** közelít. A beton megfelelőségének az ellenőrzésekor lényegében struktúrájának a megfelelőségét kellene ellenőrizni, a kérdés csak az, hogy lehetséges-e egyáltalán a struktúra szabványos vizsgálata.

A struktúra akkor elégíti ki a követelményeket, ha [5]

- nincsenek kedvezőtlen hatású reakciók a cementpép vagy az adalékanyag ásványi alkotói és a környezetből származó anyagok (pl. klorid-ionok, széndioxid, szulfát-oldatok, savas esők, kipufogógázok, tengervíz, különféle kémikáliák és atmoszferiális stb.) között;
- nincsenek kedvezőtlen hatású reakciók a cementpép összetevői és az adalékanyag között, mint pl. az alkáli-kovasav vagy az alkáli-karbonát reakció, nem növekszik a porozitás az adalékanyag és a cementkőváz határfelületén stb.;
- a beton ellenáll a kedvezőtlen fizikai hatásoknak, pl. a fagyás-olvadás ismétlődésének, a hosszú időtartamú fagyásnak, a gyors hőmérsékletváltozásoknak, a száradás és nedvesedés ciklikus változásának, a koptatásnak, a kavitációnak stb.;
- a beton ellenáll a mechanikai hatásoknak (nyomó-, húzó-, hajlító-, lüktető- stb. igénybevételeknek)

károsodás, roncsolódás, repedezés, morzsolódás, fáradás stb. nélkül.

A teljesítményszemlélet szerint ezeket a betontulajdonságokat kellene az átadás-átvételnél ellenőrizni, vagy olyan paramétereket kellene megvizsgálni, amelyek szorosan összefüggnek a struktúrával. A nyomószilárdság ellenőrzése erre a célra nem megfelelő, mert

- nem elég pontos. Az ASTM C 873 szabvány szerint pl. ugyanabból a 40 N/mm² szilárdságú betonkeverékből ugyanazon személy által készített és megvizsgált próbakockák két eredménye - kifogástalan munka esetén is - 36 és 44 N/mm² lehet;
- nincs összefüggésben a struktúrával, mert ugyanazt a betonszilárdságot el lehet érni pl. akár 250 kg/m³, akár 600 kg/m³ cementadagolással is;
- nincs összefüggésben egyéb betontulajdonságokkal, mint pl. kúszás, zsugorodás, rugalmas alakváltozás, szulfátállóság stb.;
- a szilárdság a teljesítményszemlélet szerint **nem cél, hanem következmény**, mégpedig a megfelelően megcélzott és kialakított struktúra következménye. A szilárdság elsősorban a víz-cement tényezőtől függ, holott a struktúrát számos más tényező is befolyásolja.

Szarkasztikusan - csak kis túlzással - azt is mondhatnám (és mondom is), hogy a betonstruktúra minőségének az értékelése a nyomószilárdság vizsgálata alapján olyan, mintha a tiszai halászlé ízét nem a ponty, harcsa, kecske, kárász stb. mennyiségi arányai alapján, hanem színének a pirosságától függően akarnánk megítélni.

A szilárdság helyett ezért a betonok megfelelőségének az értékeléséhez közvetlenül struktúrájukat kellene vizsgálni, erre azonban nincs lehetőség, mert (többek között)

- a struktúra vizsgálatának nincsenek szabványos módszerei;
- bármilyen struktúra-jellemző (pl. az egyik legfontosabb pórusméreteloszlás) vizsgálata hosszadalmas és költséges;
- az ismert módszerek (pl. a higany-

porozimetria) nem kielégítő pontosságúak,

- a vizsgálatok mikroszkóppal csak kis területről (a nagyítás növelésével egyre kisebb területről) adnak egyre nehezebben értékelhető képet.

A nyomószilárdság vizsgálata a beton teljesítőképességéről semmilyen felvilágosítással sem szolgál, ugyanakkor a teljesítőképesség nem igazolható struktúravizsgálattal sem, mert erre nincsenek megfelelő módszerek. Mi tehát a teendő?

3. A beton összetétele

A különböző kémiai, fizikai és mechanikai hatásoknak, tehát a különböző kitéti osztályoknak ellenálló betonok összetételére számos ajánlást lehet találni az elmúlt harminc év hazai és a külföldi szakirodalomban, és számos betongyártó szervezetnek vannak tapasztalatai az ilyen betonok szükséges alkotóanyagairól és keverési arányáról. Ilyen ajánlásokat tartalmaz az [1] F melléklete, vagy a [6] alatti irodalom.

A beton összetétele magába foglalja

- a cement részletes megnevezését (gyár, fajta, jel);
- az adalékanyag fajtáját és valamennyi lényeges tulajdonságát (szemeloszlás, agyag-iszap tartalom, legnagyobb szemnagyság);
- a kiegészítő anyagok fajtáját és tulajdonságait;
- az adalékszer(ek) megnevezését, gyártmányát, jellemzőit;
- a keverési arányt tömeg vagy térfogat szerint;
- a keverék konzisztencia mérőszámát;
- az adott friss keverékből jól tömörített, legfeljebb 1,5 % levegőtartalmú beton testsűrűségét.

Ha a betonkeverék összetétele mindenben kielégíti az adott igénybevételekkel szembeni ellenállás követelményeit, akkor teljesítménye megfelelő lesz. Ebből következően ellenőrizni kellene a betonkeverék összetételét, és ha az a szakirodalmi ajánlások figyelembe vételével megfelelőnek ítéltető, akkor a betonkeverékből kifogástalan

technológiával készített szerkezet tartóssága, használati élettartama vitathatatlan módon kielégíti a megrendelő követelményeit.

A friss betonkeverék összetételének a vizsgálatára azonban nincs megbízható, szabványosítható eljárás, tehát az MSZ 4798-1 ezt nem is írhatja elő.

Szerencsére az [1] előírja, hogy a betongyártó üzemnek **kezdeti vizsgálattal** kell igazolnia a betonkeverékek megfelelőségét, és a folyamatos gyártás során azt kell bizonyítani (tanúsítani), hogy a kezdeti vizsgálat során alkalmasnak bizonyult keverékeket készíti.

A megrendelőnek el kellene fogadnia vagy azt a gyártói tanúsítást, hogy betartotta az MSZ EN 206-1 kitéti osztályokra előírt korlátértékeit, vagy azt a gyártói tanúsítást, hogy a **kezdeti vizsgálati eredményei** alapján az átadott betonkeverék megfelelő összetételű és ezzel szavatolja a keverék fontos mechanikai és fizikai tulajdonságainak a meglétét. A fontos tulajdonságok közül kizárólag a nyomószilárdság igazolható, mert sem a cement-tartalomnak, sem a szerkezet tömörségének az ellenőrzésére nincs megbízható eljárás. Ugyanakkor a nyomószilárdság - mint már mondtam - általában **nem cél, hanem következmény**: a jól tervezett struktúra következménye, ezért a betonösszetétel részletes ismerete esetén a nyomószilárdság is kellő megbízhatósággal kiszámítható (legalább olyan megbízhatósággal, mintha azt közvetlenül megvizsgálták volna).

Ha a gyártó elvégezte a kezdeti vizsgálatokat és igazolni, tanúsítani tudja, hogy a folyamatos gyártás során a kezdeti vizsgálatokkal igazolt összetételű keverékeket szállítja, akkor ez a tanúsítás a keverék valamennyi megkövetelt tulajdonságának a meglétét igazolja, mégpedig sokkal megbízhatóbban igazolja, mint a szimpla nyomószilárdság vizsgálat.

Ezért ajánlom a t. Bizottság részére annak megfontolását, hogy célszerű-e a nyomószilárdság vizsgálata helyett a megfelelőség összetétel szerinti tanúsítását előírni.

4. A megfelelőség vizsgálata

A megfelelőség vizsgálatára azért van szükség, hogy egyrészt az építettő igazolást kapjon arról, hogy a szerkezetbe a tervező által előírt minőségű betont dolgozták be, másrészt a vevő (a betonkeverék felhasználója) és az eladó (a beton-keverék gyártója) között létrejött üzleti kapcsolat mentes legyen az esetleges későbbi, a minőségi kifogások miatti vitáktól. A szabványos vizsgálatok segítségével lehet a megfelelőséget megállapítani, tehát azt, hogy az átadott betonkeverék kielégíti-e a **megrendelő által előírt követelményeket**. Bár a megfelelőség vizsgálata **műszaki** tevékenység, de célja és tartalma **jogi** alapokon nyugszik.

Vizsgáljuk meg, hogy a megrendelő milyen követelményeket támaszthat a szabvány szerint. A követelmények egyik előírási módjáról az [1] 3.1.11 - 3.1.13 pontjai adnak felvilágosítást, amely szerint a megrendelt beton lehet

- **tervezett beton**, amelynek szükséges tulajdonságait és egyéb jellemzőit a gyártó számára előírják, aki felelős azért, hogy a betonkeveréket az előírt tulajdonságokkal és egyéb kiegészítő jellemzőkkel készítsse el;
- **előírt összetételű beton**, amelynek összetételét és az alkalmazandó alkotóanyagokat a megrendelő a gyártó számára előírja. A gyártó azért felelős, hogy az alapanyagokra és a betonösszetételre vonatkozó megrendelői előírásokat maradéktalanul teljesítse;
- **előírt szabványos beton**, amelynek összetételét a beton alkalmazási helyén érvényes szabvány adja meg (korábban ezt a hazai gyakorlat recept-betonnak nevezte). A gyártó azért felelős, hogy a szabvány előírásait betartsa.

Az [1] 6.2.-6.4. pontja ismerteti a követelményeket - tehát a megfelelőség vizsgálatkor igazolni szükséges jellemzőket - a fenti háromféle betonra. Kizárólag a tervezett betonra követeli meg a szabvány a megfelelőség igazolását a nyomószilárdság vizsgálatával, a többi betonfajtára a gyártónak csak azt kell igazolnia, hogy a

keveréket az előírt alapanyagokból az előírt keverési aránnyal készítette el. Ez számomra **következetlenséget** jelent: a rendelt és a szabványos beton esetén nem kell igazolni a szilárdságot (mert azt tételezi fel a szabvány, hogy az összetételt a megrendelő jól írta elő?), de igazolni kell a tervezett beton esetén (mert azt tételezi fel a szabvány, hogy az összetételt a gyártó nem volt képes megfelelően kiválasztani?)

A vizsgálatoknak még egy nagyon lényeges szempontot ki kellene elégeztetni, amire mintegy 35 éve B. Mather, az ACI akkori elnöke világított rá [7]. Ezzel akkor is egyetértettem és most is egyetértek (és igen hasznos lenne, ha ezzel egyetértene a magyar betonszakma is): lényege az, hogy a beton készítése és minősége akkor lehetne minden tekintetben megbízható, ha nem a 28 napos nyomószilárdság ellenőrzésére alapoznánk a beton minősítését, hanem azt vennénk figyelembe, hogy a minőséget befolyásoló **valamennyi tényező** szintjét olyan korán, akkor kell megismerni, amikor még van beavatkozásra lehetőség. Tehát:

- az alapanyagok minőségét az előtt kell megismernünk és a betonkeverék alkotóinak megfelelő mennyiségében akkor kell biztosnak lennünk, mielőtt azokat a keverőgépbe adagolnánk. Ezért csak **tanúsított** minőségű alapanyagokat szabad használni, és a mérlegeknek **kalibráltaknak** kell lenniük;
- a keverés megfelelő voltában, a keverék egyenletességében akkor kell biztosnak lennünk, mielőtt a keveréket a szállítóeszközbe helyezzük. **Ellenőrizni és tanúsítani** kell tehát a keverés módját és idejét;
- a beton valamennyi előírt tulajdonságának a kielégíthetőségében a keverék bedolgozása előtt kell biztosnak lennünk. **Ellenőrizni és tanúsítani** kell tehát a beton konzisztenciáját, zsaluzatba helyezését, tömörítését és utókezelését.

Az alapanyagokat (adalékanyag, cement, adalékszer, kiegészítő anyag) általában nem kell a beton készítőjének vizsgálnia az átadás-átvétel alkal-

mával, mert azok megfelelőségét a termelő vagy a szállító tanúsítja. Ezt írja elő a vonatkozó szabvány is.

Az MSZ EN 206-1 azt is előírja, hogy a betongyártó üzemnek bármely, általa gyártott betonfajta megfelelő összetételét kezdeti vizsgálattal, a folyamatos gyártás megkezdése előtt, egy alkalommal meg kell állapítania. Bármilyen tartóssági követelmény esetén a kezdeti vizsgálatokhoz szükséges összetételekre ajánlások találhatók a MÉASZ ME-04.19:1995 előírásban.

Folyamatos gyártás során rendszeres azonosító vizsgálattal kell ellenőrizni, hogy a kiválasztott adag vagy szállítmány az előírt alapsokaságú halmazból származik-e, tehát összetétele megfelel-e a kezdeti vizsgálatkor megfelelőnek bizonyult összetétellel.

Amennyiben ezeket az előírásokat a betonüzem betartja, akkor joggal merülhet fel a kérdés: *miért ne lehetne a minőség tanúsítását elfogadni a követelményeknek megfelelő betonminőség igazolására anélkül, hogy az előírt tulajdonságokat – szilárdság és struktúra – szállítmányonként ellenőrizni kellene?*

Véleményem szerint érdemes azon gondolkozni, hogy miképpen lehetne a minősgétanúsítás fontosságát és perdöntő voltát a szabványban érvényesíteni, és egyúttal a beton nyomószilárdság vizsgálatának a fontosságát mérsékelni.

5. Összefoglalás

A fent elmondottak alapján a következők mérlegelését ajánlom a t. MSZT/MB 107 Műszaki Bizottság szíves figyelmébe:

5.1. Csak a tervezett betonkeverék szállításakor kell a gyártónak tanúsítania a betonösszetétel tervezésének a megfelelőségét, és a keverékből előírás szerint készített szerkezetek valamennyi jellemzőjét (mechanikai és fizikai tulajdonságok, az adott kitéti osztálynak való megfelelőség). A rendelt, vagy a szabványos beton-keverék szállításakor csak a rendelésnek, ill. a szabványnak megfelelő összetétel meglétét kell tanúsítania. Ebben az előírásban ellentmondást lehet felfedezni.

5.2. Valamennyi betonkeverék (tervezett, rendelt, szabványos) minőségének a megfelelősége minden betonfajta és minden kitéti osztály esetében akkor igazolható, ha a kezdeti vizsgálattal megállapított betonösszetételt a gyártás teljes időtartama alatt igazolt módon betartják.

5.3. A gyártónak azt kell tanúsítania, hogy az 5.2. alatti feltételek fennállnak, azaz a betonokat olyan alkotóanyagokból és olyan keverési aránnyal készítette el, amellyel a követelmények maradéktalanul teljesíthetők. Amennyiben ezt tanúsítani képes, akkor eleget tett a minőség-igazolás követelményeinek, és a nyomószilárdság ellenőrzésére nincs szükség.

5.4. A betonszerkezetekkel szemben támasztott legfontosabb követelmény a **használati élettartam**, azaz a szerkezet megfelelő tartóssága. Ez akkor elégíti ki a követelményeket, ha a betonkeverék **struktúráját** a tartósság érdekében

tervezték meg. A megfelelő struktúra a jelenlegi vizsgálati módszerekkel nem állapítható meg, hanem kizárólag a **beton összetételével** igazolható. A megfelelő struktúrától függ a szilárd beton **valamennyi** tulajdonsága (valamennyi mechanikai, fizikai és kémiai jellemzője), többek között a nyomószilárdsága is a struktúra következménye. A tartósságot elsősorban nem a struktúra függvényében változó mechanikai tulajdonságok, hanem ugyancsak a struktúra függvényében változó fizikai és kémiai jellemzők határozzák meg. Ebből logikusan következik, hogy amennyiben az átadás-átvétel során a felhasználó meg akar győződni a szállított beton megfelelő minőségéről, akkor ehhez kizárólag a struktúra ellenőrzése segíti. Mint-hogy a megfelelő struktúra a jelenleg ismert vizsgálati eljárásokkal nem - csak a betonösszetétel alapján - ellenőrizhető, ezért az átadás-átvételkor nem egy mellékes

jellemzőt (a betonszilárdságot), hanem az alapvető jellemzőt, a betonösszetételt kell ellenőrizni. Erre jelenleg csak a gyártó szabványnak megfelelő tanúsítása ad lehetőséget.

Irodalom

- [1] MSZ 4798-1:2004 Beton 1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelőség, valamint az MSZ EN 206-1 alkalmazási feltételei Magyarországon
- [2] Asztalos István: Bevezető a szakmai fórumhoz. BETON 2011. február, p 3
- [3] Dr. Kausay Tibor: Mértékadó nyomószilárdsági osztály meghatározása. BETON 2011. február, pp 5-6
- [4] Dr. Orbán József: Hozzászólás az MSZ 4798-1:2004 betonszabvány alkalmazásához. BETON 2011. február, pp 4
- [5] Ujhelyi János: Betonismeretek. Egyetemi tankönyv. Műegyetem Kiadó, 2005. pp 88-89
- [6] cit [5], pp 90-323
- [7] Mather Brian: How soon is soon enough? Journal of the ACI. 1976. március



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

- 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

**BŐVÍTETT AKKREDITÁLT TERÜLET
RÉSZLETEK A HONLAPUNKON**

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



TREFIL ARBED




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

ARBED GROUP

TioCem® - egy környezetbarát, csúcstechnológiájú cement

SZABÓ IMRE alkalmazástechnikai tanácsadó
Duna-Dráva Cement Kft. Beremendi Gyár



A TioCem® mint a TxActive® család tagja, egy környezetbarát csúcstechnológiájú cement, mely fotokatalitikus hatása révén javítja a levegő minőségét, csökkenti a légszennyezés mértékét. Jelképezi a HeidelbergCement Group technikai szakértelmét, erősíti a cég környezetbarát, „zöld” elkötelezettségét.

A nagyvárosok egyik fő problémája a kipufogó gázok okozta légszennyezés. Különösképpen a nitrogénoxidok (NO_x) növelik az akut légzőszervi megbetegedések kockázatát. A TioCem® felhasználásának célja a környezet védelme a légszennyező anyagok mennyiségének csökkentése által.

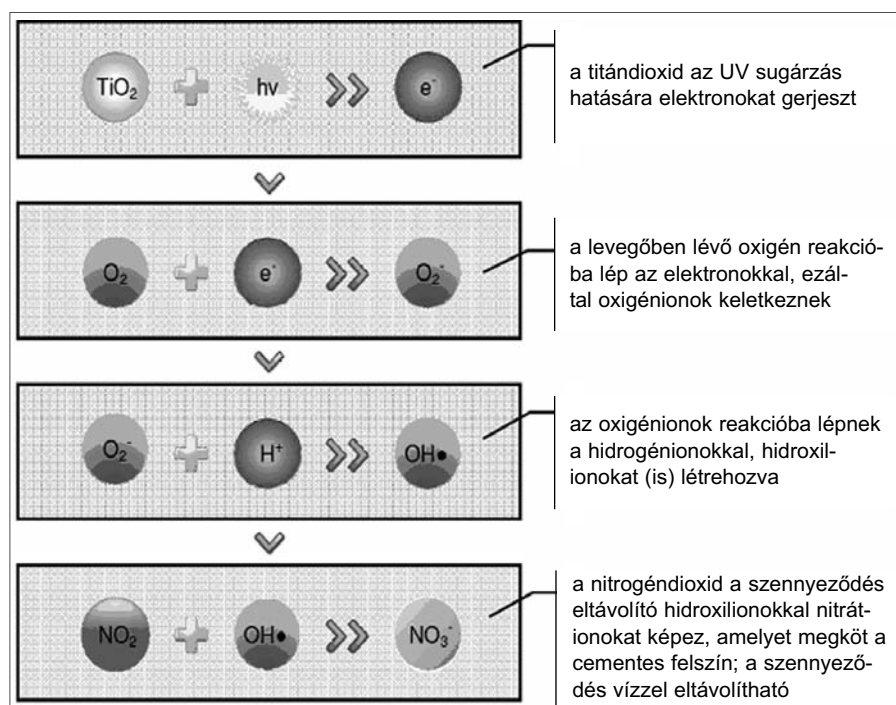
A cement tartalmaz max. 4% titán-dioxidot (TiO_2), mely természetes fotokatalizátor. Nappali fény által aktiválva, a fotokatalitikus reakció révén olyan reagenst generál, mely az egészségre veszélyes nitrogénoxidokat (NO_x) átalakítja ártalmatlan nitrátokká (NO_3^-).

Napfény hatására a fotokatalizátor a levegőben lévő nitrogénoxidok,

aldehidek, benzolok, aromás összetevők több mint 90%-át eltávolítja (lebontja). Még alacsony UV sugárzás esetén is a szennyeződések több, mint 70%-át eltávolítja. A fotokatalitikus oxidáció sebessége a fényforrás intenzitásától és a légmozgástól függ.

A fotokatalizátor a reakciók folyamán nem használódik el, ezért a felület teljes élettartama alatt a hatása megmarad.

A fent vázolt folyamatot a TiO_2 egy speciális formája biztosítja. Két különböző természetes előfordulási alakja van, az Anatáz és a Rutil. Amíg a Rutil fotokatalitikus aktivitása gyenge, addig az Anatáz a célzott, specifikus előkészítés hatására rendkívüli módon aktív.



1. ábra A fotokatalitikus oxidáció folyamata



Helyszín: Bietigheim-Bissingen

A burkolat készítésének éve: 2009

Felület: 850 m²

2. ábra Térburkolat Németországban
TioCem® cementtel gyártott beton
burkolókövekkel

Ahhoz, hogy a TXActive® minősítést használhassa egy termék, rendkívül szigorú előírásoknak kell megfelelnie mind a cementnek, mind a cementből készülő termékeknek. A titán-dioxid fotokatalitikus viselkedését a cementben a PICADA projekt, egy független tudományos kutatás bizonyította, melyet az EU is támogatott.

Valamennyi, TiO_2 adalékkal előállított cement megfelel az EN 197:1, 2/2000 cementszabvány előírásainak.

A termék erősségei:

- csökkenti a légszennyező anyagok koncentrációját,
- csökkenti a légzőszervekre gyakorolt káros hatásokat,
- a keletkező hulladék ártalmatlan az egészségre,
- csökkenti a magas ózon koncentrációt,
- pozitív hatását a felület teljes élettartama alatt kifejti,
- felületvédő hatással rendelkezik.

A termékben rejlő lehetőségek:

- az Európai Közösség irányelvei által meghatározott igény,
- szorosan kapcsolódik az ökoépítészeti trendhez.

TXActive® családnak széles a felhasználási területe, az alábbiak miatt:

- Kompromisszummentes anyagtulajdonságok minden beton termékre (szilárdság, esztétikus felület stb.) pl. tetőcserép, térkő, hangszigetelő elemek.
- A termékek képesek a felületek esztétikus kinézetének megőrzésére, megkönnyítik a tisztítást és biztosítják a színek tartósságát.
- A TioCem® használatára általában jellemző a kétrétegű kivitelezés, mert a fotokatalitikus hatáshoz szükséges az UV sugárzás. Tehát felszíni réteggént való alkalmazása indokolt, mert teljes rétegvastagságban való alkalmazásának magas lehet a költségvonzata.
- A városok növekvő igénye a légszennyezés mértékének csökkentésére az EU direktívák által javasolt határértékekre (pl. NO_x 2010-től).
- Átmenet a jelenlegi „hagyományos” építőanyagok és a környe-

zetvédelem által elfogadottabb „öko” építészeti anyagok között.

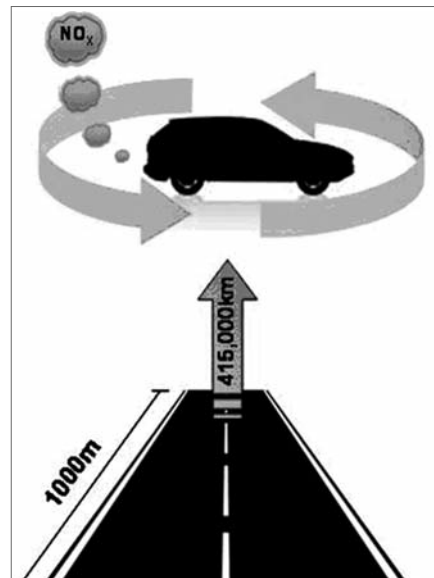
Leghatékonyabb alkalmazási formák:

- térburkolat,
- tetőcserép,
- hangszigetelő falak, sávelválasztók,
- szárazhabarcs,
- cement burkolat,
- útépités, pl. Whitetopping.

A TXActive® mint fotokatalitikus anyag, bizonyítottan csökkenti az NO_x szintet. Ezért főleg nagyvárosokban, nagy gépkocsi forgalom esetén, vagy egyéb NO_x kibocsátású környezetben lehet igen hatásos.

Egy példa a hatékonyságra: 1 km út, azaz 22 000 m² TioCem®-mel gyártott felület egy év alatt képes megkötni egy diesel üzemű gépkocsi (Euro5) által, 415 ezer km futás alatt kibocsátott NO_x mennyiségét.

A HeidelbergCement Group az Italcementi Spa.-val kötött licencszerződése alapján a légszennyezést csökkentő tulajdonságú cementnek az



3. ábra Mennyi nitrogén-oxidot köt meg 1000 m út?

egyetlen gyártója és a csoport tagjai révén forgalmazója (pl. Magyarországon a Duna-Dráva Cement Kft.) az e szerződés által meghatározott országokban.

◇ ◇

Intelligens megoldások a BASF-től

A BASF, a világ legnagyobb vegyipari vállalata élenjáró a betontechnológiában. Világszerte elismert márkáink a Glenium® nagy teljesítőképességű folyósítószer család; a Rheobuild® szuperfolyósítók a reodinamikus betonokhoz; a RheoFIT® a minőségi betontermék (MCP) gyártásnál; a MEYCO® a mélyépítésnél alkalmazott gépek, anyagok és technológiák terén

Glenium® SKY
TOTAL PERFORMANCE CONTROL

RheoFIT®
FIT 4 VALUE

X-SEED®
CRYSTAL SPEED HARDENING

Glenium® ACE
ZERO ENERGY SYSTEM

RheoMATRIX®
SMART MIXING - CONSTRUCTION

MEYCO

BASF
The Chemical Company

Adding Value to Concrete

Gondolatok a konferenciához

SZILVÁSI ANDRÁS ügyvezető



Ha túllépünk a nagyeleemes rendszerrel épült tömeglakások (amelyek egyébként a maguk érték helyén nagyon megállják a helyüket) okozta beton-sokkon, akkor egy építészeti, táj- és kertépítészeti értelemben is kitáguló anyag világát láthatjuk.

Gondoljunk Le Corbusier, vagy Santiago Calatrava építészetre. Oscar Niemeyer városképeire, amelyek beton nélkül elképzelhetetlenek. Tér-bútorokra, amelyek létrehozásához ezt az anyagot magas szinten használják. Vagy azokra a térkövel burkolt városi utcákra, terekre, amelyek egy-egy utca hangulatát, egy tér szépségét döntő módon befolyásolják. Ez az anyag már bevonult a klasszikusok sorába, csak időről időre elfeledkezünk róla.

Idézem Pier Luigi Nervi megfogalmazását erről az anyagról: „A beton a legcsodálatosabb építőanyag, amit az emberiség napjainkig képes volt létrehozni. Ha hozzátesszük, hogy a beton nyomószilárdsága nagy, a légköri hatásokkal szemben ellenálló, bonyolult építészeti formák is létrehozhatók

belőle és aránylag olcsó, akkor látható, hogy a beton és a vasbeton tényleg a legfontosabb és legbőszégesebben rendelkezésünkre álló építőanyag, amelyel az emberiség ma rendelkezik.”

Természetesen a beton elsősorban a szerkezetek anyaga, építmények terheit viseli és lehetővé teszi más dekoratív anyagok alkalmazását azzal, hogy biztos vázat alkot. Más esetekben maga is megmutatja textúráját és építészeti szépségét, ha jól bánunk vele és értő módon használjuk az építészetben. Kimagasló építészeti remekművek sokasága bizonyítja ennek az építőanyagnak az előnyét a homlokzatok kialakításában. Egyszerre kezeli az anyag, a felület és a forma világát.

Ez az anyag a legalkalmasabb az energiahatékony házak megépítésénél is. Egyszerű okokból.

Az energiahatékonyasághoz nagyon sok tényező járul hozzá, többek között egy olyan szerkezet, amely az épület terheit viseli. A beton ebből a szempontból is elsőrangú; kis mérettel képes nagy terhek viselésére, a



2. ábra Goetheanum épülete Dornachban



3. ábra Borászati beruházás vasbetonból

formákkal szemben megengedő, mindent tud, amit zsalu technikával le lehet követni és kis vastagsági méretekkel is tudja a hőtehetlenségre vonatkozó elvárásokat biztosítani. Ugyanazt a hőtehetlenséget elérni más anyaggal csak nagyobb méretekkel lehet, amely viszont az építésznek fontos belső tér nagyságát csökkenti. Emiatt előnyös alapanyag a beton a passzívházak építésében is.

Eddig elhanyagoltuk ennek az anyagnak a tájra való hatását. Pedig a környezetvédelmi beruházásoknál, az energia előállításához szükséges beruházásoknál, vagy a borászati létesítményeknél - amikor a tájban elszórtan, egy-egy színpontként jelennek meg az építmények - létező anyag, használják és szeretik.

A közlekedésépítésben is megkezdhetetlen: legutóbb a Megyeri híd épült beton pilon szerkezettel és látvány felületekkel.

A 2011 május 27-i szakmai konferenciánkra ez a kettősség a jellemző. Tárgyaljuk a beton építészeti lehetőségeit és kibontjuk a forma-szerkezet egységéből adódó távlatokat.



1. ábra Szép formájú és vonalvezetésű felüljáró

Kell-e nekünk a szabványok szerint eljárunk?

HAJTÓ ÖDÖN

Bevezetesként a **szabványosítás-ról** szóló törvény két megállapítása:

(1) *A nemzeti szabvány alkalmazása önkéntes.*

(2) *Műszaki tartalmú jogszabály hivatkozhat olyan nemzeti szabványra, amelynek alkalmazását úgy kell tekinteni, hogy az adott jogszabály vonatkozó követelményei is teljesülnek.*

[1995. évi XXVIII. törv. 6. §]

Az olvasó figyelmét most a második bekezdésre szegezzem! E szerint ugyanis, ha jogszabály elrendeli a szabvány használatát, akkor a szabvány szerint kell eljárni, mivel onnantól kezdve a szabvány a jogszabály része. A kérdés a továbbiakban úgy vetődik fel, hogy vannak-e olyan jogszabályok, melyeknek csak a szabványok alkalmazásával lehet eleget tenni? Az **Alkotmány** szerint ugyanis a jogszabályok betartása mindenkire egyaránt kötelező, az nem önkéntes.

[1949. évi XX. törv. 77. § (2)]

A választ az Európai Unió szabályozásával kezdhethetjük. Az építési beruházásra irányuló közbeszerzésre vonatkozó **EU előírás**:

„...a műszaki leírásokat az ajánlatkérő az európai szabványokat átültető nemzeti szabványokra történő hivatkozással, vagy az európai műszaki tanúsítványokra történő hivatkozással kell meghatározni.”

[93/37/EGK Irányelv 10. cikk (2) bekezdés]

A **közbeszerzési eljárás** hazai előírása az előzőt ismétli: az építési beruházási munkák tervezése, számítása és kivitelezése, valamint a termék alkalmazása az európai szabványokat közzevető nemzeti szabványokra, nemzetközi szabványokra ezek hiányában nemzeti szabványokra hivatkozással kell történnjen.

[2003. évi CXXIX. törv. 58.§ (3)]

Az előző két bekezdésben nincsen arról szó, hogy a szabvánnyal egyen-

értékű, más megoldás is szóba jöhet. A szabvány szerint kell eljárni, és pont.

A **tervező** felelős a jogszabályok, szabályzatok, építési előírások, szabványok és egyéb szakmai szabályok betartásáért.

[1997. évi LXXVIII. törv. 33.§ (1)]

A **tervező** a kivitelezési dokumentáció részeként tervezői nyilatkozatot tesz, amely tartalmazza annak kinyilvánítását, hogy a vonatkozó szabványtól eltérő műszaki megoldás alkalmazása esetén a szerkezet, eljárás vagy számítási módszer a szabványossal legalább egyenértékű.

[191/2009. (IX. 15.) kormányrendelet 9.§ (5)]

Az **OTÉK**, az országos településrendezési és építési követelményekről szóló rendelet szerint az építmények és részei megvalósítása során a vonatkozó nemzeti szabványok előírásainak megfelelő, illetőleg azokkal legalább egyenértékű megoldást kell alkalmazni.

[253/1997. (XII. 20.) kormányrendelet 50. § (3)]

A **tervezőnek** az Országos Tűzvédelmi Szabályzatban hivatkozott szabványoktól eltérő, de azokkal legalább azonos biztonsági szintet nyújtó műszaki megoldást hatóságilag jóvá kell hagyatnia.

[9/2008. (II. 22.) ÖTM rend. 2.§ (4)]

A **tervező** nyilatkozatban jelenti ki, hogy a vonatkozó nemzeti szabványtól eltérő műszaki megoldás alkalmazása esetén a szerkezet, eljárás vagy számítási módszer a szabványossal legalább egyenértékű.

[193/2009. (IX.15) kormányrendelet 19.§ (1)]

Az **építésügyi hatóság** engedélyt csak abban esetben adhat ki, ha a tervező nyilatkozott arról, hogy az általa elkészített építészeti-műszaki tervdokumentáció jogszabályokban meghatározott alapvető követelmények teljesítését biztosító nemzeti szabványokkal azonos vagy azokkal egyen-

értékű műszaki megoldást tartalmaz.

[1997. Évi LXXVIII. törv. 36.§ (1)]

A **tervelenőr** az ellenőrzés során tervellenőri nyilatkozatot készít, amely tartalmazza annak kinyilvánítását, hogy a vonatkozó szabványtól eltérő műszaki megoldás alkalmazása esetén a szerkezet, eljárás vagy számítási módszer a szabványossal legalább egyenértékű.

[191/2009. (IX. 15.) kormányrendelet 10.§ (3)]

Az **építési műszaki ellenőr** az építőipari kivitelezési tevékenység teljes folyamatában elősegíti és ellenőrzi a vonatkozó jogszabályok, hatósági előírások, szabványok, szerződések és a kivitelezési dokumentáció betartását.

[191/2009. (IX. 15.) kormányrendelet 16.§ (2)]

A **betont vagy beton terméket előállítók** számára érvényes előírás szerint forgalomba hozni (továbbforgalmazni) vagy beépíteni csak megfelelőség igazolással rendelkező, építési célra alkalmas építési terméket szabad.

A megfelelőség igazolási eljárás alapját a következő jóváhagyott műszaki specifikációk képezik:

a) magyar nemzeti szabvány, ezen belül a honosított harmonizált szabvány;

b) az Európai Unióhoz történő csatlakozást követően az európai műszaki engedély;

c) az építőipari műszaki engedély.

[3/2003. (I. 25.) BM-GKM-KvVM együttes rendelet]

Összefoglalva: az ismertetett jogszabályok előírásait csak a szabvány alkalmazásával, vagy azzal egyenértékű más megoldással lehet teljesíteni. Mindkét esetre érvényes, hogy a mérnök számára a szabvány alapos ismerete nem lehet önkéntesség kérdése, az alapvető követelmény. Ismerni kell a szabványt akkor is, ha alkalmazom, de talán még jobban kell ismernem, ha azzal egyenértékű megoldást kívánok érvényesíteni.

Öntömörödő beton alkalmazása a vasbeton előregyártásban

LANG SZILÁRD betontechnológus
szilard.lang@sw-umwelttechnik.hu

A betonszerkezetek minőségének megítélésében fontos az első benyomás, az esztétikai megjelenés. Egy gondosan elkészített, pórusmentes homogén betonfelület bizalmat ébreszt és árulkodik a gyártó felkészültségi szintjéről. Az SW Umwelttechnik Magyarország Kft. dolgozói elkötelezték a folyamatos termékfejlesztésben és az elérhető legjobb technológia alkalmazásában. A vevői igények változása napjainkban egyre inkább a látszóbeton szerkezetek irányába halad. Gyártói oldalról célszerű az öntömörödő beton használata a filigrán, nem vibrálható, esztétikus megjelenésű, kis élőmunka igényű szerkezetekhez.

Jelenleg a hazai vasbeton elemek előregyártásában kerüljük az öntömörödő betonok alkalmazását, ennek oka, hogy drágábbak, nagyobb szakmai felkészültséget és technológiai fegyelmet követelnek a „normál” betonokhoz képest. A nyomószilárdsági osztályok teljesülésének igazolása egyszerű. Öntömörödő betonok alkalmazása esetén egyes betonkorrozio típusoknak ellenálló tulajdonságok kialakításában, mint például só-, fagyállóság, karbonátos korrozioval szembeni ellenállás, az MSZ 4798-1:2004 szabványban megfogalmazott kritériumok teljesülését nem lehet igazolni. Gondolok itt többek közt a v/c tényező szintjére, légbuborékképző szer alkalmazására.

A különleges szerkezetek mégis megkövetelik a vibráció nélküli bedolgozást. Vékony, filigrán elemeknél, sűrűn vasalt szerkezeteknél a túvibrátoros bedolgozás megoldhatatlan. Egyedi kialakítású, kis darabszámú szerkezeteknél nem érdemes fém zsá-luzattal dolgozni. Fa sablonok estén a zsá-luvibrátorok alkalmazása körülményes. Sablonvibrátorok alkalmazása esetén nehéz eltalálni a megfelelő elhelyezést, darabszámot, frekvenciát. További követelmény az esztétikus homogén betonfelület, az alacsony bedolgozási költség. Összegezve: a filigrán, nem vibrálható, esztétikus megjelenésű, kis élőmunka igényű szerkezeteknél van létjogosultsága az öntömörödő beton alkalmazásának. A

felsorolt szempontok alapján választott öntömörödő beton recepturát ismertettek a következőkben.

Betonnal szemben támasztott követelmények

Nyomószilárdsági osztály C30/37. Kitéti osztály X0. Az adalékanyag maximális szemnagysága 16 mm.

Betonösszetétel

Kedvező reológiai tulajdonságok eléréséhez a hagyományos betonokhoz képest a finomrész tartalom és az adalékszer mennyiségének növelésére van szükség. A finomrész pótlására számításba vettünk a mikroszilikától kezdve a különböző típusú kőlisztekig többféle lehetőséget. Kiegészítő anyagként végül a mészkőliszt mellett döntöttünk. Öntömörödő betonhoz

szakmai ajánlásokban elsősorban a heterogén és kohósalak cementeket (CEM II, CEM III) ajánlják, de előregyártó üzem révén CEM I 52,5R cementet használtunk. Ennek oka a korai kizsaluzás és a gyors sablonforduló. A cement tervezett mennyisége 360 kg/m³.

Adalékváz

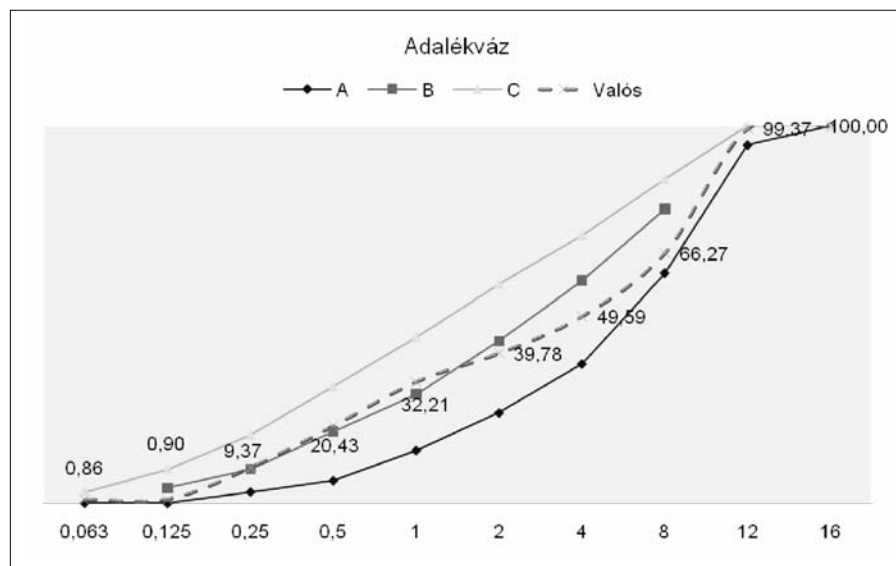
Csak osztályozott frakciókkal dolgoztunk. Az adalékváz szemeloszlása az 1. ábrán látható.

Finomrész tartalom

Az ideális finomrész tartalom meghatározásához több próbakeverést végeztünk. A finomrész pótlására 50, 100, 150, 200, 250 kg-os lépcsőkben adagoltunk mészkőlisztet. Kis mennyiségű mészkőliszt adagolásakor (50-150 kg/m³) a kellő folyóképeséget nem tudtuk előállítani. Az egyik végletként ugyan önterülő, de nem öntömörödő keveréket, a másik végletként öntömörödő, de már nem stabil keveréket kaptunk. Kis finomrész adagolás mellett próbálkoztunk stabilizáló adalékszer alkalmazásával is. A stabilizáló adalékszer egyben tartotta ugyan a betont, de a késztermék felületén megjelentek a jól ismert kivérzés érszerű mintázatai. Végül a 250 kg/m³-es mészkőliszt adagolás mellett döntöttünk. Ennél a tartománynál már stabil keveréket kaptunk.

Adalékszer

Adalékszer választásnál fontos követelmény az extrém folyósító ké-



1. ábra Az adalékváz szemeloszlása

pesség, a hosszú eltarthatóság, és a végtermék esztétikus megjelenése. Egyes adalékszerek hatása rendkívül hamar lecsengett, másoké a keverék utólaggyulásához vezetett. Egy újgenerációs, akrilát polimer bázisú szuperfolyósító adalékszerrel választottunk.

Keverés

A beton keverése 2000 l térfogatú, bolygólapatozású kényszerkeverővel történt. Az adalékanyagokat zárt silókban deponáljuk, ezért az időjárási körülményektől függetlenül viszonylag állandó a nedvességtartalom. A homoksilóban nedvességmérő szonda működik, ami alapján a receptura összetétele a homok nedvességtartalmának függvényében módosul. Így a keverővíz mennyisége már a mérlegelés alkalmával korrigálható. A beton konzisztenciáját keverés közben a betonkeverő alsó síkjába épített konzisztencia mérő szondával, azt követően roskadsméréssel, valamint vizuálisan ellenőriztük. A beton konzisztenciájának megfelelő tartományban tartása rendkívül fontos!

Bedolgozás

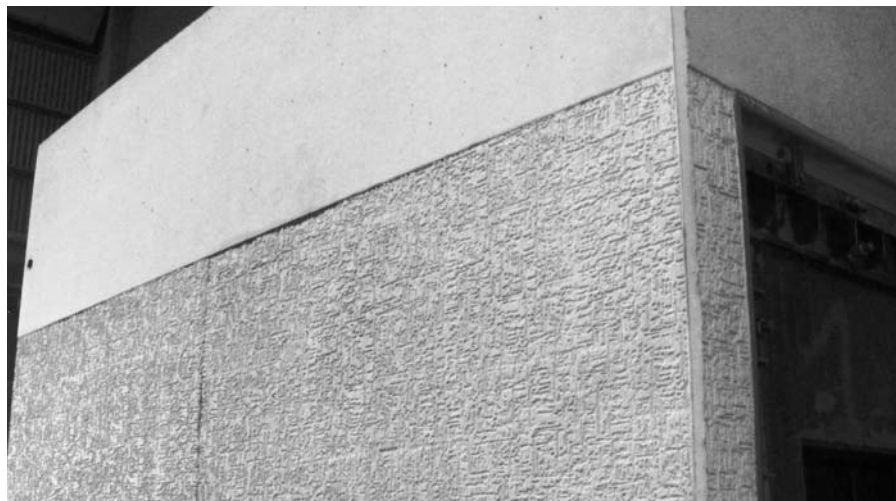
A sablon előkészítése fokozott figyelmet igényelt. A formaleválasztó szert filmszerűen felhordva lehet a



2. ábra Delta Bloc közúti forgalomterelő elemek



3. ábra SZLE szalagkorlát lefuttató elemek



4. ábra Trafóház

legjobb eredményt elérni. Többféle öntési módot kipróbáltunk, azonnal a sablonba zúdítástól a lassú csöpögtetésig. A lassú csorgatással 1 m³ bedolgozása 3 perc alatt ment végbe.

Frissbeton vizsgálati eredmények

Testsűrűség: 2330 kg/m³

Víztartalom: 231 l/m³

Víz-cement tényező: 0,64! Rendkívül magas érték a „normál” betonoknál szokásos 0,39-0,43-as v/c tényezőhöz viszonyítva.

Légtartalom: 1,6 %

Nyomószilárdsági értékek

A 28 napos nyomószilárdsága a betonnak 59,9 N/mm².

Végtermék

A végtermék kiváló megjelenésű. Ugyan találhatók légbuborékok a felületen, de ezek száma és mérete nagyságrendileg kevesebb a normál technológiával bedolgozott betonokéhoz viszonyítva. A homogén megjelenés esztétikus látványt nyújt.

Következtetések

A magas v/c tényező a beton tartóssága szempontjából nem túl megnyugtató. A nyomószilárdság a magas testsűrűségnek és elfogadható légtartalomnak köszönhetően a C30/37-es nyomószilárdsági követelményt messze meghaladja.

A tartósság fokozására lehetséges megoldás a keverék vízigényének csökkentése több folyósítószer adagolásával. Mivel a magasabb folyósítószer adagolás instabillá tette a keveréket, ezért inkább a víz adagolás alternatív

vája maradt. Környezeti kitéti osztályba sorolás a magas v/c tényező miatt csak az X0 osztály lehet. Légbuborékképző adalékszer alkalmazása lágy konzisztenciánál a beton habzását és a hab felszínre úszását eredményezi, ezért már induláskor elvetettük alkalmazását.

A gazdaságos gyártás követelményeihez a vázolt betonösszetétel alkalmas - ebben a szilárdsági tartományban.

Szigorúbb környezeti kitéti osztályok és nagyobb nyomószilárdsági követelmények esetén indokolt hidraulikus tulajdonsággal bíró kiegészítő anyagok használata. Ezekkel stabilabb, kisebb vízigényű keverék állítható elő, ugyanakkor jelentősen növelik a beton árát. Az előregyártott vasbeton elemek jelenlegi piaci árai ezt nem tudják fedezni. Fizetőképes piaci igény esetén lehetséges öntömörödő technológiával készült, nagyteljesítményű vasbeton elemeket előállítani. Üzemszerűen előállított öntömörödő betonoknál kiemelt jelentősége van az adagolási pontosságnak, a konzisztencia beállításának, ellenőrzésének. A megfelelő körülmények (műszaki, humán) biztosításával igenis lehetséges az öntömörödő betonból készült szerkezetek gyártása.



SW Umwelttechnik

Magyarország Kft.

H 2339 Majosháza, Tóközi u. 10.

Tel. +36 24 620 488

Fax +36 30 945 4901

<http://www.sw-umwelttechnik.hu>

MAPECRETE rendszer

SZAUTNER CSABA
MAPEI Kft.

A jó minőségű betonszerkezetek készítésénél nem csak a jó minőségű alapanyagokra, a megfelelő összetételre és bedolgozásra, hanem a beton utókezelésére is figyelmet kell fordítani. Ennek hiányában a beton összereped, felülete megég. Repedések azonban nem csak megégés, hanem a száradási zsugorodás következtében is felléphetnek. Mindezen problémák kiküszöbölésére fejlesztette ki a MAPEI a Mapecrete rendszert.

A Mapecrete rendszer egy Dynamon folyósítószer, az Expancrete zsugorodáskompenzáló adalékszer és a Mapecure SRA belső utókezelőszer együttes használatát jelenti. Bár a rendszerrel több referenciakomunka is készült, illetve számos olasz vizsgálati eredmény is elérhető, szükségesnek tartottuk a hazai cementekkel, hazai gyakorlatnak megfelelő összetételekkel is elvégezni egy kísérletsorozatot. A vizsgálatokkal a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékét bíztuk meg.

Betonösszetételek

A vizsgálatok során négy különböző összetételű, a gyakorlatban alkalmazott betonon végeztünk vizsgálatot. Az egy köbméterre vonatkozó összetételeket az 1. táblázat tartalmazza.

Etalonként azonos összetétellel készült, azonban csak folyósítószeret tartalmazó betonokat használtunk.

Vizsgálatok

A betonokon az alábbi vizsgálatokat végeztük:

Frissbeton vizsgálat

- konzisztenciamérés terület méréssel és roskadással, ill. blokkoló gyűrűs terület mérésével és kifolyási tölcserrel,
- konzisztencia eltarthatóság,
- frissbeton hőmérsékletváltozása,
- frissbeton testsűrűség meghatározása,
- levegőtartalom meghatározása mérésével és számítással.

Megszilárdult beton vizsgálata

- nyomószilárdság vizsgálat 1, 3, 7, 14, 28, 56 és 90 napos korban,

- zsugorodás vizsgálat 1, 2, 3, 5, 7, 10, 14, 28, 40, 56, 70 és 90 napos korban,
- vízzáróság vizsgálat 28 napos korban (vízzáró és nagyszilárdságú beton),
- fagyállóság vizsgálat 28 napos korban (nagyszilárdságú beton).

A próbatestek készítése

A próbatestek elkészítését itt nem részletezem, mert a szokásoknak megfelelően történt.

A próbatestek utókezelése

Az elkészített próbatesteket 22-24 óras korban zsaluztuk ki, amelyeket víz alatti tárolás esetén azonnal a 20-22 °C-os vízzel feltöltött tárolókádakba helyeztük, laborlevegős tárolás esetén pedig 20-20 °C-os légtérben helyeztük el.

Azért választottuk ezt a kétfajta tárolási módot, hogy a szakszerű utókezelés (28 napig víz alatt) hatását összehasonlítsuk a belső utókezelő adalékszer (28 napig laborlevegőn) hatásával.

A zsugorodás vizsgálatához készített próbatesteket - 2 órával a sablonba töltés után - fóliával letakarva, a zsugorodás mérő kamrában helyeztük el.

A tárolókádakból 28 napos korban vettük ki a víz alatt tárolt próbatesteket. Utána magas páratartalmú légtérben (65-75 % relatív páratartalom) és 22-25 °C hőmérsékleten tároltuk.

Vizsgálati eredmények

Konzisztencia és eltarthatóság

Összehasonlítottunk 4 különböző célra összeállított etalon betont a Mapecrete rendszerrel készített betonokkal. A fenti vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy a Mapecrete rendszer minden beton esetében kisebb vagy nagyobb mértékben növelte a beton konzisztenciáját és konzisztencia eltarthatóságát. Az Expancrete-tel bekerült finomrésztartalom a beton összetartó képességét, "mézes" jellegét javította a vizsgált tartományban a nagyobb vízigény ellenére, ezáltal fokozva a betonkeverék stabilitását és nagyobb teljesítőképességét. Ez a jelenség mind a hagyományos, mind az öntömö-

Megnevezés	Ipari padló beton	Vízzáró beton	Nagyszilárdságú beton	Látszóbeton (öntömörödő)
Cement				
CEM II B/S 32,5 R (kg)	340			
CEM III/B 32,5 N-S (kg)		310		
CEM II/A-S 42,5 N (kg)			410	
CEM III/A 32,5 N (kg)				350
Víz (kg)	153	170	165	160
Adalékanyag				
0/4 (kg)	710	746	651	832
4/8 (kg)	411	373	299	408
8/16 (kg)	373	373	392	393
16/32 (kg)	373	373	440	
Mészkőliszt (kg)				200
Adalékszer				
Dynamon SR3 (m%)	1,7	1,24	4,1	7,7
Expancrete (m%)	20	20	25	20
Mapecure SRA (m%)	4	4	4	4

1. táblázat A négyféle beton összetétele

rödő betonoknál jól látható volt. Technológiai szempontból ez azt jelenti, hogy egy jól bevált receptúrához az Expancure és a Mapecure SRA különösebb bevizsgálás nélkül biztonsággal hozzáadható.

Nyomószilárdság vizsgálati eredmények értékelése

A Mapecrete adalékszer rendszer jelentősen (90-100 %-kal) növelte a kezdőszilárdságot az ipari padló és a nagyszilárdságú beton esetében. A másik két beton esetében is jobb volt a Mapecrete adalékszer rendszer tartalmazó betonok kezdőszilárdsága.

A kipárolgást csökkentő adalékszer kis mértékben javította a nyomószilárdságot az utókezelés nélküli betonokhoz képest, de nem érte el a vizes tárolás nyomószilárdsági eredményeit.

A Mapecrete adalékszer rendszer az acélszálas betonban fejtette ki legjobban a hatását a nyomószilárdsági eredmények szempontjából, ami érthető az acélszál gátolt alakváltozást okozó hatása miatt.

Zsugorodás vizsgálati eredmények értékelése

A Mapecrete adalékszer rendszer a vizsgált betonok zsugorodását pozitív értelemben jelentősen befolyásolta. A betonok zsugorodását a víztartalom és a pépmennyiség, valamint az acélszál határozta meg. A sorrend 90 napos korban az Etalon betonok esetében az alábbi volt:

- Öntömörödő látszó beton esetében

0,42 ‰.

- Nagyszilárdságú beton esetében 0,36 ‰.
- Ipari padló beton esetében 0,32 ‰.
- Vízáró beton esetében 0,27 ‰.

A Mapecrete adalékszer rendszerrel készült betonok esetében a 90 napos zsugorodás sorrendben a következőképpen alakult:

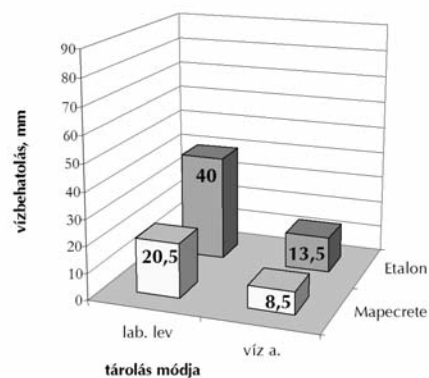
- Ipari padló beton esetében 0,08 ‰.
- Öntömörödő látszó beton esetében 0,11 ‰.
- Vízáró beton esetében 0,14 ‰.
- Nagyszilárdságú beton esetében 0,22 ‰.

A zsugorodás csökkenés mértéke ($\epsilon_{zs}^{Etalon} - \epsilon_{zs}^{Mapecrete}$) 90 napos korban az alábbiak szerint alakult:

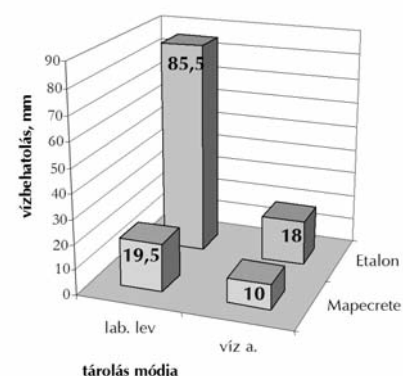
- Öntömörödő látszó beton esetében 0,31 ‰.
- Ipari padló beton esetében 0,24 ‰.
- Nagyszilárdságú beton esetében 0,14 ‰.
- Vízáró beton esetében 0,13 ‰.

A nagyszilárdságú betonnál várható a nagyobb arányú autogén zsugorodás duzzadás csökkentő hatása az első öt napos korban.

Az öntömörödő betonban lévő mészköliszt belső utókezelő hatása nagyon jó hatással van a duzzadás hosszú idejű fenntartására, ezért a Mapecrete adalékszer rendszer zsugorodás csökkentő hatása rendkívül nagy (1. ábra).



2. ábra Nagyszilárdságú beton vízzárósága



3. ábra Vízáró beton vízzárósága

A kezdeti duzzadási folyamat jellege - a nagyszilárdságú betont kivéve - azonos. A duzzadás jelentős része az első két napon játszódik le.

A zsaluzatban tartás hatását célszerű lenne további vizsgálatokkal modellezni, hogy a duzzadás esetleges további zsugorodás csökkentő hatását meghatározhassuk.

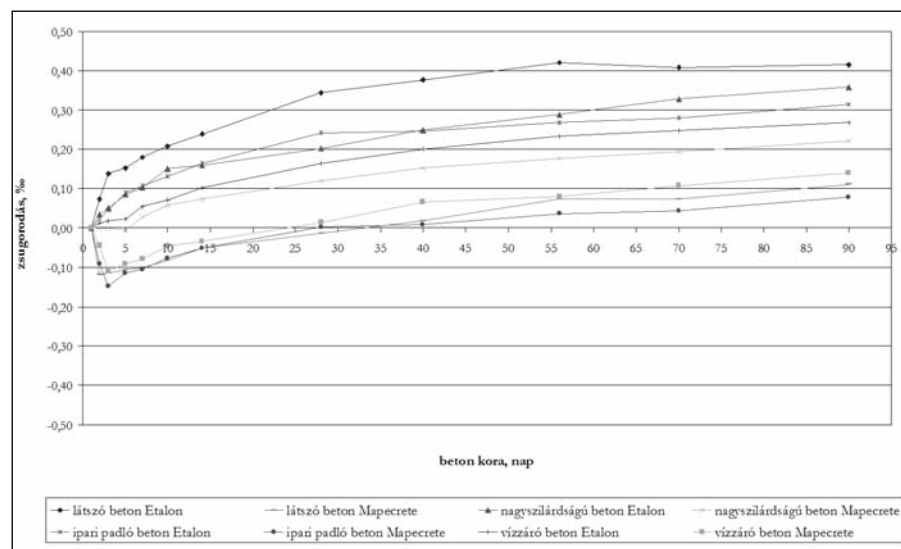
Ugyanígy a vízben való 5 napos tárolás hatását is célszerű lenne megvizsgálni.

Vízzáróság vizsgálati eredmények kiértékelése

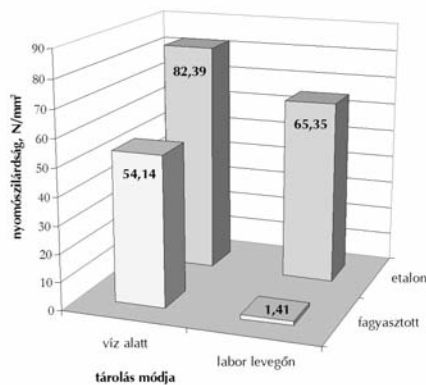
A Mapecrete adalékszer rendszer jelentősen javítja a vízzáróságot (2., 3. ábra).

Jól látszik az Etalon betonok esetében az utókezelés hiányának rendkívül káros hatása a vízzáróságra.

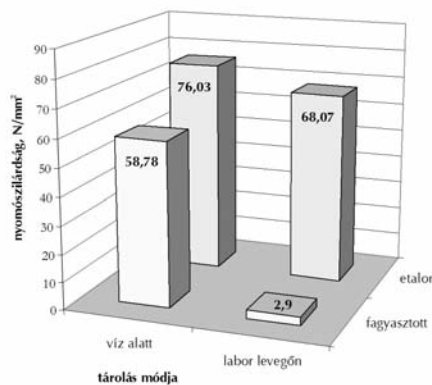
Ezért jelentős a Mapecrete adalékszer rendszer hatása, mert jelentősen növeli a vízzáróságot, pl. vízzáró falak esetében, ahol nehezen oldható meg a betonok utókezelése.



1. ábra Etalon és Mapecrete betonok zsugorodása az idő függvényében



Etalon



Mapecrete

4. ábra Nagyszilárdságú beton fagyállósága nyomószilárdsággal vizsgálva

Fagyállóság vizsgálati eredmények kiértékelése

A Mapecrete adalékszer rendszer javította a fagyállóságot mind a víz alatt, mind a laborlevegőn tárolt betonok esetében. A vizsgálati eredmények jól mutatják a tárolás hatását a vizsgált beton fagyállóságára.

Megállapítható, hogy a Mapecrete adalékszer rendszert tartalmazó betonokat is utókezelni kell ahhoz, hogy fagyálló betont kapjunk.

Összefoglalás

Ha a Mapecrete adalékszer rendszer ki tudja fejteni duzzasztó hatását (acélszál, nagy szilárdság, utókezelés esetén), akkor javítja a kezdőszilárdságot. Az utókezelési módtól függően, kis mértékben csökkenti a szilárdságot a vízben tárolt betonokhoz képest, de sosem kisebb, mint az utókezeletlen Mapecrete adalékszer rendszer nélküli betonok nyomószilárdsága.

A fő hatását illetően a Mapecrete adalékszer rendszer jelentősen

csökkenti a beton zsugorodását és minél érzékenyebb a zsugorodásra egy beton, annál látványosabb a javulás a zsugorodást illetően.

A Mapecrete adalékszer rendszer jelentősen javítja a vízzáróságot, kevésbé lesz érzékeny a beton az utókezelésre.

A fagyállóságot kis mértékben javítja, de ha a betonnak fagyállósnak is kell lenni, akkor a betont utókezelni kell. Ennek mértékét a konkrét feladat során célszerű kísérletekkel megállapítani.

További vizsgálatok

A Mapecrete rendszereket a fenti vizsgálatok során a minimálisához közeli adalékszer-adagolásokkal végeztük. Tervezzük magasabb adagolások mellett további kísérletek elvégzését. Kiemelt fontossággal kezeljük továbbá a fagyállóság kérdését, ezért e témában már folynak a légbuborékképző adalékszer alkalmazásával végzett vizsgálatok.



Betonpartner Magyarország Kft.

1103 Budapest, Noszlopy u. 2.

1475 Budapest, Pf. 249

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

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 soha el nem kopó betonkeverő lapát
még csak álom, de a

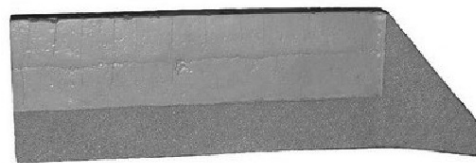


bemutatja:

**új generációs, keményfém betétes
kompozit saroklapát**

LIEBHERR, PEMAT, TEKA

betonkeverő gépekhez



Különleges kopásállósága révén akár
ötszörös élettartam

(a hagyományos öntvénylapátokhoz képest).

Kiváló ár/érték arány.

Cserélje ritkábban, használja hosszabban!

Érdeklődő partnereinket ide várjuk:

www.betonkeverogepalkatresz.hu



KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft. Út- és Hídügyi Tagozat

- ◆ kutatás-fejlesztés
- ◆ innovációs pénzek ésszerű felhasználása
- ◆ kalibrálás
- ◆ szaktanácsadás
- ◆ szakértői tevékenység

Ütügyi Vizsgáló Laboratórium (NAT által akkreditált)

- aszfalt, bitumen, bitumenemulzió
- beton, cement, betonacél
- geotechnika, kőzet
- adalékanyagok
- helyszíni állapot vizsgálatok

Gyártásellenőrzés, tanúsítás (GKM által kijelölt, Brüsszelben bejelentett)

- előregyártott szerkezeti elemek
- bitumenek, aszfaltok
- kőanyag-halmazok
- cölöpök, földékek
- beton termékek

Gyorsan - kiváló minőségben

Kapcsolat - árajánlatkérés:

E-mail: postmaster@ktiuthid.t-online.hu
Telefon: +36-1-204-79-83
Fax: +36-1-204-79-82
Információk: www.kti.hu

VERBIS Kft.

A minőségi gép- és alkatrész kereskedelem

1151 Budapest, Mélyfúró u. 2/E.
Telefon: 06-1-306-3770, 06-1-306-3771
Fax: 06-1-306-6133, e-mail: verbis@verbis.hu
Honlap: www.verbis.hu



A VERBIS Kft. kínálata:

AVANT TECNO univerzális minirakodók
VF VENIERI kotró-rakodók és homlokrakodók
IHI minikotrók
FEELER villástargoncák
SANY láncfalpas kotrógépek, gréderek, betonpumpák
D'AVINO önjáró betonmixerek
MIKASA talajtömörítő gépek
CAMAC emelőberendezések, betonkeverők
SIMA vágó-, csiszoló- és megmunkálógépek
ENAR tűvibrátorok és vibrátorgerendák
DAISHIN szivattyúk
OPTIMAL földlabdás fakiemelő
MECCANICA BREGANZESE pofás törőkanalak
MANTOVANIBENNE roppantó-, őrlő-, vágóollók
GARBIN láncos árokmarók
TABE ÉS BÉTA bontóalapácsok
AUGER TORQUE hidraulikus talajfúrók
ATLAS COPCO hidraulikus kéziszerszámok
SIMEX aszfalt és betonmarók, törőkanalak
IMER keverő és vakológépek, esztrich- és betonpumpák
LOTUS alurámpák
JUNTAN és ENTECO cölöpöző gépek
HANJIN geotermikus és kútfúró berendezések
TSURUMI merülőszivattyúk
SUNWARD kompakt rakodók és minikotrók
SIRMEX betonacél hajlító-vágó berendezések
EMZ áramfejlesztők
SOLGA gyémánt vágótárcsák
POWERBARROW motoros talicskák

**VALAMINT MOTORIKUS ÉS EGYÉB ALKATRÉSZEK
SZINTE MINDEN ISMERT ÉPÍTŐIPARI GÉPHEZ**



Fiatal beton szilárdulási folyamata

4. rész: Arrhenius-féle modell

DR. KAUSAY TIBOR

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

- Festigkeitsentwicklung des jungen Betons
Teil 4.: Modell nach Arrhenius (német)
- Hardening process of young concrete
Part 4: Model for Arrhenius (angol)
- Processus de durcissement du béton jeunes
Partie 4: Modèle pour Arrhenius (francia)

Svante Arrhenius (1859-1927) svéd kémiai Nobel-díjas (1903) fizikus és kémikus 1888-ban dolgozta ki a tételt, amelyet beton érési-szilárdulási becslő modellként először 1977-ben P. Freiesleben Hansen és E. J. Pedersen alkalmazott. Míg a Saul-féle idő-egyenérték összefüggés { Δ } alakja lineáris, addig az Arrhenius-féle összefüggés exponenciális görbét eredményez (1. ábra).

Az 1. ábrán a különböző feltételeknek megfelelő Saul- és Arrhenius-féle idő-egyenérték függvények elhelyezkedését vethetjük össze. Az 1. ábra szerint a $T_0 = 5^\circ\text{C}$ alsó hőmérséklettel (Datum = 5°C) jellemzett Nurse-Saul-féle függvény a $(10 - 35)^\circ\text{C}$ hő-

mérsékleti tartományban jó közelítéssel adja az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabványban is szereplő $E_a = 30,0 \text{ kJ/mol}$ jellemzőjű Arrhenius-féle függvénynek.

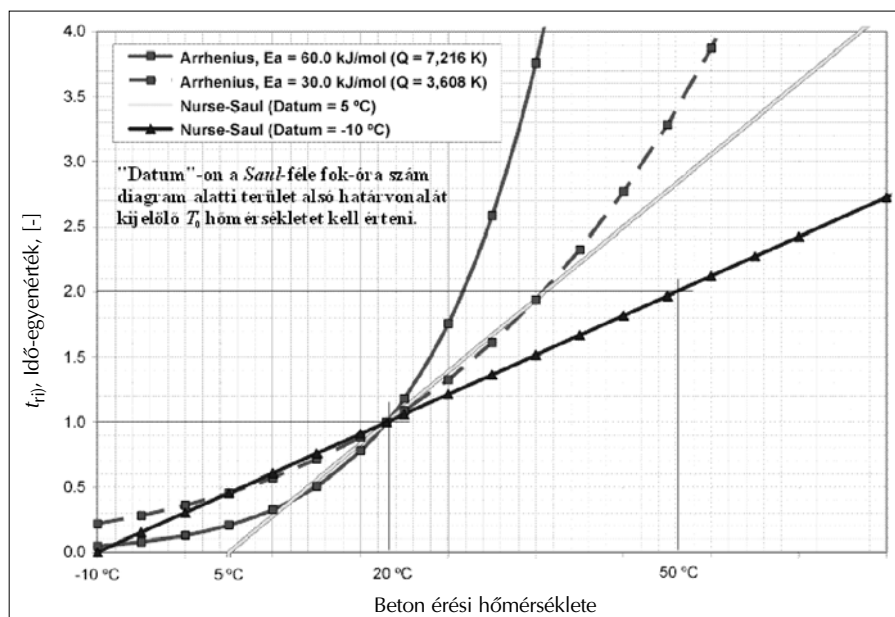
Az Arrhenius-féle tétel a kémiai kinetikában a reakció-sebességi együttható (k) értékét adja meg az anyaghőmérséklet (T) függvényében:

$$k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{R_u \cdot \Delta T}} = A \cdot e^{-\frac{E_a}{R_u} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)} = A \cdot e^{\frac{E}{R_u} \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T} \right)} \quad (1)$$

ahol:

A preexponenciális tényező (frekvencia faktor)

E_a aktiválási energia, J/mol



1. ábra Különböző feltételeknek megfelelő Saul- és Arrhenius-féle idő-egyenérték függvények összevetése. Forrás: Report IPRF, 2006.

amely $T \geq 293,15 \text{ K}$ ($\geq 20^\circ\text{C}$) esetén $E_a = 33500 \text{ J/mol}$

$T < 293,15 \text{ K}$ ($< 20^\circ\text{C}$) esetén $E_a = 33500 + 1470 \cdot (T_0 - T) \text{ J/mol}$

vagy a cementfajta függvényében:
CEM I esetén: $E_a = 25000-45000 \text{ J/mol}$

CEM III esetén: $E_a = 50000-75000 \text{ J/mol}$

R_u univerzális gázállandó ($8,3142 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$)

$E_a/R_u = 33500/8,3142 = 4029 \text{ K} \sim 4000 \text{ K}$, ha $T \geq 293,15 \text{ K}$ ($\geq 20^\circ\text{C}$)

$E_a/R_u = (33500 + 1470 \cdot 20)/8,3142 = 7565 \text{ K}$, ha $T = 273,15 \text{ K}$ ($0,0^\circ\text{C}$)

T_0 az anyag referencia-hőmérséklete ($293,15 \text{ K} = 20^\circ\text{C}$), kelvinben kifejezve

T az adott szilárdulási időtartam alatt változatlan anyaghőmérséklet vagy átlagos anyaghőmérséklet (vizsgálati hőmérséklet), ($273,15 \text{ K} + T_i = 0,0^\circ\text{C} + T_i$), kelvinben kifejezve

T_i az adott szilárdulási időtartam alatt változatlan anyaghőmérséklet vagy átlagos anyaghőmérséklet (vizsgálati hőmérséklet), $^\circ\text{C}$ -ban kifejezve

Az (1) szerinti Arrhenius-féle összefüggés megtalálható ASTM C 1074-04 szabvány 6.3 fejezetében, és az E_a/R állandót a szabvány A1.3 melléklete (Annex A1.3), valamint X1.3 függelése (Appendix X1.3) értelmezi.

Ha a vizsgálati anyag hőmérséklete (itt már nevezhetjük betonhőmérsékletnek) $T \geq 293,15 \text{ K}$ ($\geq 20^\circ\text{C}$), akkor az Arrhenius-féle formula a CEB-FIP Model Code 1990 szerint a következő alakot ölti:

$$k = A \cdot e^{\frac{E}{R} \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T} \right)} = A \cdot e^{4000 \left(\frac{1}{293,15} - \frac{1}{273,15 + T_i} \right)} = A \cdot e^{\left(\frac{13,65 - 4000}{273,15 + T_i} \right)} \quad (2)$$

Az Arrhenius-féle formulában a k/A hányados az idő-egyenértéket (t_{ij}) fejezi ki, amelynek összefüggése – ha a vizsgálati anyag hőmérséklete $\geq 20^\circ\text{C}$ – a következő, és amely $T_i = 20^\circ\text{C}$ vizsgálati anyaghőmérsékleten $t_{T_i} = t_{20^\circ\text{C}} = 1,0$ értéket vesz fel:

$$\frac{k}{A} = t_{T_i} = e^{\left(\frac{13,65 - 4000}{273,15 + T_i} \right)} \quad [\text{nevezetlen szám}] \quad (3)$$

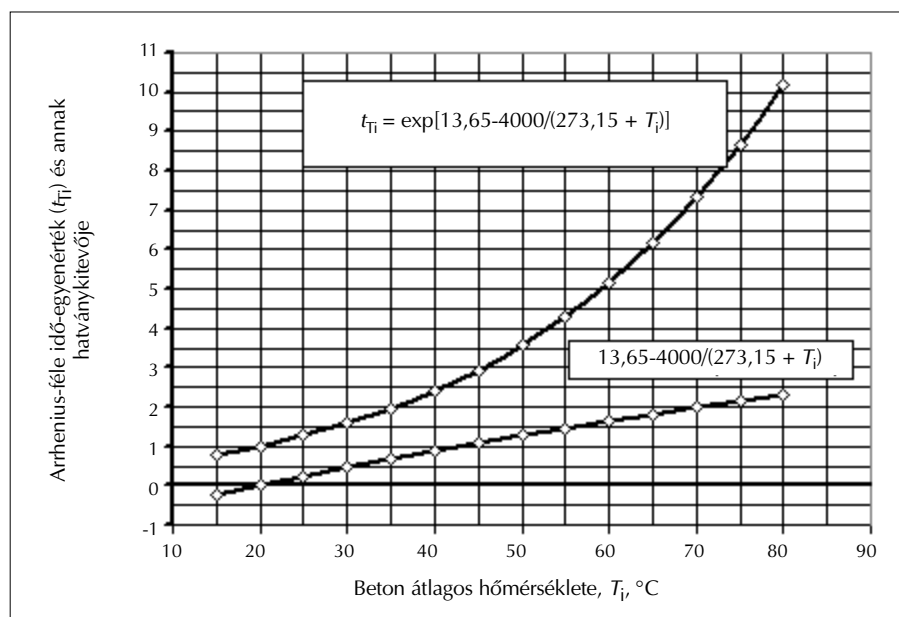
T_i a beton átlagos hőmérséklete egy napon át (°C)	e hatvány- kitevője a t_{Ti} idő-egyenér- ték összefü- gésben	t_{Ti} idő- egyenérték (20 °C hőmérsékletű napra vonatkoztatva, az e hatványa)
15	-0,232	0,793
20	0,000	1,000
25	0,234	1,264
30	0,455	1,577
35	0,669	1,953
40	0,877	2,403
45	1,077	2,937
50	1,272	3,567
55	1,460	4,308
60	1,643	5,173
65	1,821	6,178
70	1,993	7,340
75	2,161	8,677
80	2,323	10,210

1. táblázat Példa a t_{Ti} idő-egyenérték számítására a (3) összefüggés alapján, feltételezve, hogy a hőmérséklet $T_i \geq 15$ °C (2. ábra)

Meg kell jegyezni, hogy az Arrhenius-féle (2) és (3) jelű összefüggést a szabványok olykor 20 °C alatti hőmérsékleten is alkalmazzák, illetve nem tiltják (például: CEB-FIP Model Code 1990; MSZ EN 1992-1-1:2010; ASTM C 1074-04), és ezért az 1. táblázatban és a 2. ábrán az idő-egyenértéket 15 °C hőmérséklet esetére is megadtuk.

Érlelési idő (óra)	Mért hőmérséklet (°C)	Δt_i (óra)	Átlagos hőmérséklet, T_i (°C)	Idő- egyenérték, t_{Ti}	Helyettesítő időtartam, t_T (óra)
0,5	20	0,5	20,5	1,029	1,03
1,0	21	0,5			
1,5	22	0,5	22,5	1,128	2,16
2,0	23	0,5			
2,5	24	0,5	24,5	1,235	3,39
3,0	25	0,5			
3,5	27	0,5	27,5	1,413	4,80
4,0	28	0,5			
4,5	29	0,5	29,5	1,543	6,35
5,0	30	0,5			
5,5	31	0,5	31,5	1,682	8,03
6,0	32	0,5			
6,5	33	0,5	33,0	1,794	9,82
7,0	33	0,5			
7,5	34	0,5	34,0	1,872	11,70
8,0	34	0,5			
8,5	35	0,5	35,0	1,953	13,65
9,0	35	0,5			
9,5	36	0,5	36,0	2,037	15,69
10,0	36	0,5			
10,5	36	0,5	36,5	2,080	17,77
11,0	37	0,5			
11,5	37	0,5	37,0	2,123	19,89
12,0	37	0,5			

2. táblázat Példa a helyettesítő időtartam számítására a (4) Arrhenius-féle összefüggés alapján



2. ábra Arrhenius-féle idő-egyenérték (t_{Ti}) összefüggés és abban az e hatványkitevője a hőmérséklet függvényében

A 20 °C betonhőmérsékletre vonatkoztatott helyettesítő időtartam az Arrhenius-féle összefüggés alapján, portlandcement esetén:

$$t_T = \sum_{i=1}^n t_{Ti} \cdot \Delta t_i = \sum_{i=1}^n e^{\left(\frac{13,65-4000}{273+T_i} \right)} \cdot \Delta t_i$$

[nap vagy óra] (4)

ahol:

T_i az adott szilárdulási időtartam alatt változatlan betonhőmérséklet vagy átlagos betonhőmérséklet (vizsgálati hőmérséklet), °C-ban kifejezve
 Δt_i a szilárdulási időtartam (intervallum), amely alatt a hőmérséklet változatlan vagy átlagával jellemezhető (T_i), napban vagy órában kifejezve

A t_T helyettesítő időtartam számí-

tására a (4) Arrhenius-féle összefüggés alapján a 2. táblázatban mutatunk be példát.

Míthogy az eredeti Saul-féle formula {◀} alkalmazása 20 °C hőmérséklet felett ellentmondásokra vezet, a CEB-FIP Model Code 1990 kidolgozói a szabályozásba az Arrhenius-féle törvényt emelték be.

A (3) összefüggést a CEB-FIP Model Code 1990 nyomán az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabvány is tartalmazza.

Az európai szabványok a t_f helyettesítő időtartam összefüggést a 28 napnál fiatalabb, szabványosan érlelt és az előre gyártott, hőérlelt beton szilárdság becsléséhez 0-80 °C hőmérsékleti tartományban alkalmazzák.

A CEB-FIP Model Code 1990 modell-kód 2.1.6.1. és 2.1.8.2. fejezete, valamint D. függelékének d.4.2.1. szakasza szerint a (3) összefüggés lényegében a mai értelemben vett CEM I és CEM II típusú portland-cementek esetén használható. Ettől a

korlátozástól az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabvány 3.1.2 fejezetének (6) bekezdése érdemben nem tér el.

Hivatkozott szabványok és jelentések

- ASTM C 1074-04 Standard Practice for Estimating Concrete Strength by the Maturity Method. 2004; A szabvány korábbi változata 1993-ban, illetve 1998-ban jelent meg „Practice for Estimating Concrete Strength by the Maturity Method” címmel.
- CEB-FIP Model Code 1990 Comité Euro-International du Béton. Bulletin d'Information
- MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok.
- Report IPRF-01-G-002-03-6 Using Maturity Testing for Airfield Concrete Pavement Construction and Repair. An Research Report IPRF. Innovative Pavement Research Foundation. Airport Concrete Pavement Technology Program. Skokie (USA, Illinois) 2006.

Felhasznált irodalom

- Arrhenius S.: On the Reaction Velocity of the Inversion of Cane Sugar by Acids. Zeitschrift für Physikalische Chemie, No. 4, 1889, pp. 226-232 (as translated and published in Margaret H. Back and Keith J. Laidler, 1967, „Selected Readings in Chemical Kinetics” Pergamon, Oxford, 1967).
- Freiesleben Hansen P. – Pedersen E. J.: Maturity Computer for Controlled Curing and Hardening of Concrete. Nordisk Betong, 1, 1977, pp. 19-34.
- Saul A. G. A.: Principles underlying the steam curing of concrete at atmospheric pressure. Magazine of Concrete Research, 1951, No. 6., pp. 127-140.

Jelmagyarázat:

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

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

A cikk részletesebb változata tanulmányozható a

<http://www.betonopus.hu/notesz/fogalomtar/68-fiatal-beton-4.pdf> oldalon



Sika – a betonminőség garanciája

Megújuló világunkban lejárt a kísérletezések időszaka. Környezetünk fenntartása érdekében kész megoldásokra van szükség, amelyek garantálják a beton tartósságát és problémamentes használatát.

Megfelelő betonminőséget ma már csak nagy szakértelemmel alkalmazott, kiváló anyagokkal lehet elérni. Megoldásaink erre épülnek, és messzemenően figyelembe veszik a gazdaságosság szempontjait is.



Sika Hungária Kft.
1117 Budapest, Prielle Kornélia u. 6.
Tel.: (+361)3712020 Fax: (+361)3712022
E-mail: info@hu.sika.com, www.sika.hu

Innovation & Consistency since 1910

Visszahozott beton hasznosítása másként

TAKÁCS SÁNDOR fejlesztési vezető
Holcim Hungária Zrt.

A transzportbeton gyárakban visszatérő problémát jelent a munkahelyekről visszaküldött betonkeverék-felesleg kezelése, mely a gyártó feladata. Ezen „maradék” termékek elhelyezésére vagy feldolgozására az üzemek többsége már felkészült, de a lehetséges megoldások műszaki vagy környezetvédelmi szempontból jelentősen eltérnek egymástól.

A legkorszerűbb betonüzemek mind-egyike rendelkezik mixermosó vagy újrahasznosító berendezésekkel, melyek segítségével szétválasztható és újra értékes alapanyagra váltható a kavicsváz és a cementes víz. Az újrahasznosító telepek azonban magas létesítési és üzemeltetési költségeik mellett sem nyújtanak minden esetben 100%-os megoldást a visszahozott betonok kezelésére (pl. visszaérkező nagyobb betonmennyiség miatt jelentkező kapacitáshiány).

A Holcim Hungária Zrt. a cégcsoporton belüli nemzetközi tapasztalatokat is felhasználva, folyamatosan keresi a megoldásokat a visszaérkező betontermékek optimális és költséghatékony kezelésére. Ezen törekvése során a vállalat – még a tavalyi év elején – legyártatott öt darab, saját tervezésű zsaluzatot, melyeket egy budapesti betonüzemében helyezett el. Egy zsaluhoz két darab egyedi tervezésű, betonvasból speciálisan hajtott fül tartozik, melyek a kész elemek zsaluból történő kiemelését és

a későbbi felhasználás során a helyreemelését segítik.

A munkahelyekről érkező, felhasználatlan vagy kimaradó betonkeveréket a mixerjárművek vezetői a mixermosón keresztüli feldolgozás vagy a gyűjtőkonténerbe helyezés helyett közvetlenül ebbe a speciális zsaluzatba töltik bele. A zsaluzatokból kikerülő egyedi alakú betonelemek hasonlítanak a közismert játék építőkövekre, így az elemek és maga a projekt is az ILLEGO nevet kapta.

A zsaluzatok befogadóképessége egyenként 1,5 m³, tehát jelenleg az üzem összesen 7,5 m³ betont tud újrahasznosítani és praktikus, kezelhető formába önteni. Természetesen előfordul, hogy 1,5 m³-nél kevesebb a visszahozott keverék mennyisége, de a tapasztalatok alapján elmondható, hogy akár többféle, különböző időpontban keletkezett betonmaradékból is össze lehet állítani egy-egy elemet. A Holcim telephelyén számos „foltos” ILLEGO elemet gyártottak már le eddig.

Az elkészült ILLEGO elemek felhasználhatóságának a támfalak, tárolók, elválasztók, kerítések építésén túl csak a fantázia szab határt. A termékek első alkalmazási helye a Holcim dunaiújvárosi betonüzeme volt, ahol a kültéri kavics tároló hátfala épült meg a visszahozott keverékekből öntött betonelemekből. Megfelelően előkészített és tömörített terepen az elemek helyreemelésé és elhelyezése egy munkanapot vett igénybe.



2. ábra A dunaiújvárosi betongyár kavics tárolójának hátfala 90 db elemből készült el



3. ábra Kötésben illeszkedő, egyenként 3,5 tonnás ILLEGO elemek

A zsaluzatok, a vasfűlek és a felhasznált formaleválasztó olaj költségén felül a projekt gazdasági eredménye a mixermosó telepek alacsonyabb javítási költségből, a konténeres betonhulladék elszállításának kiküszöbölésével elért megtakarításokból és a kész elemek felhasználásából származó hozzáadott értékből tevődik össze.

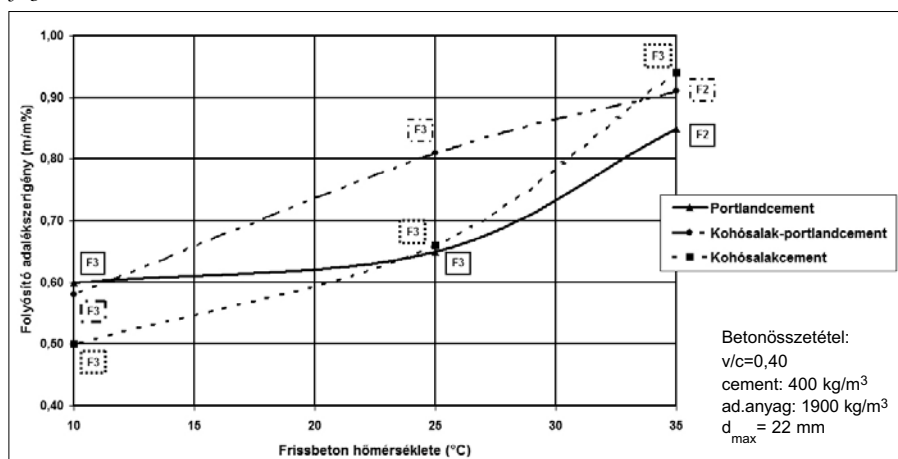
A visszaküldött, gyakorlatilag hulladék betontermékekből gyártott ILLEGO elemek és a belőlük készült műtárgyak hűen tükrözik a Holcim Hungária Zrt. újrahasznosítás iránt elkötelezett, környezetközpontú szemléletét.



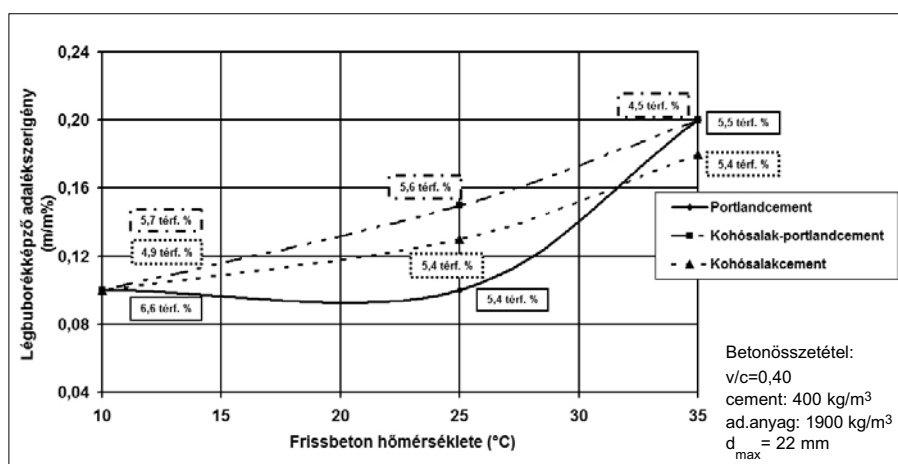
1. ábra ILLEGO zsaluzat a rákospalotai betongyárban



4. ábra Alternatív felhasználás: évzáró ebéd ILLEGO „asztalokon” találva



1. ábra Betonkeverékek folyósító adalékszerigénye a frissbeton hőmérsékletének függvényében



2. ábra Betonkeverékek légbuborékképző adalékszerigénye a frissbeton hőmérsékletének függvényében

Az 1. ábrán különböző típusú cementekkel - portlandcementtel, kohósalak-portlandcementtel, kohósalakcementtel - készített, megközelítőleg azonos konzisztenciájú (F3) betonkeverékek folyósító adalékszerigénye látható a frissbeton hőmérsékletének (10 °C, 25 °C és 35 °C) függvényében.

Vizsgálataink szerint valamennyi cementtípus esetében, 10 °C frissbeton hőmérsékleten az F3 konzisztenciájú betonkeverék előállításához szükséges folyósító adalékszer mennyisége kevesebb volt, mint 25 °C, illetve 35 °C frissbeton hőmérsékleten. Meg kell jegyezni, hogy 35 °C frissbeton hőmérsékleten a portlandcementből és a kohósalak-portlandcementből készült betonkeverékek esetén 0,85-0,90 m/m% mennyiségű folyósító adalékszer adagolásával is csak F2 konzisztenciájú betonkeveréket sikerült előállítani.

A 2. ábra a kb. 4,5-5,5 térf.% lég-

tartalmú betonkeverékek - különböző típusú cementekből történő - készítéséhez szükséges légbuborékképző adalékszer mennyiségét mutatja a frissbeton hőmérsékletének függvényében.

Látható, hogy a kohósalakcementből készült betonkeverékek esetében 5,4 térf.% légtartalom eléréséhez 25 °C frissbeton hőmérsékleten 0,13 m/m%, 35 °C frissbeton hőmérsékleten pedig 0,18 m/m% légbuborékképző adalékszerre volt szükség.

A kohósalak-portlandcementből készült betonkeverékek esetében kb. 5,7 térf.% légtartalom eléréséhez 10 °C frissbeton hőmérsékleten 0,10 m/m% légbuborékképző adalékszer is elegendő volt, míg 25 °C frissbeton hőmérsékleten ugyanilyen légtartalmú betonkeverék előállításához már másfélszeres mennyiségű (0,15 m/m%) légbuborékképző adalékszerre kellett adagolni. 35 °C frissbeton hőmérsékleten

pedig a légbuborékképző adalékszer mennyiségének további növelésével (0,20 m/m%-ig) is csak kisebb légtartalmú (4,5 térf.%) betonkeverék volt előállítható.

Figyelemre méltó, hogy a portlandcementből készült betonkeverék esetében 0,10 m/m% légbuborékképző adalékszer adagolásával 25 °C frissbeton hőmérsékleten 5,4 térf.%, 10 °C frissbeton hőmérsékleten azonban lényegesen nagyobb, 6,6 térf.% volt a frissbeton légtartalma.

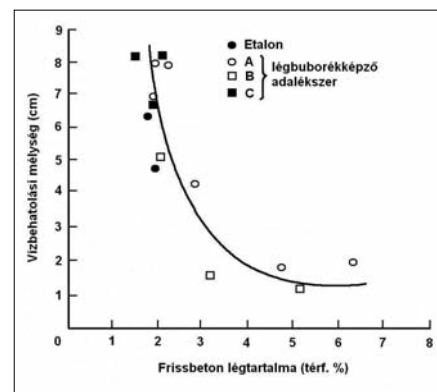
Valamennyi betonkeverék esetében igaz, hogy egy bizonyos frissbeton hőmérséklet felett már az adagolt mennyiség további növelésével sem volt elérhető a kívánt légtartalom. A portlandcementhez összességében kevesebb buborékképző szer kellett, mint a kohósalakos cementekhez.

A tartósság jellemzése

A betonok tartósságát befolyásoló tulajdonságok közé elsősorban azok sorolhatók, melyek a betonban lezajló transzportfolyamatokkal, illetve a beton bizonyos vegyületek, anyagok behatolásával és korróziós hatásával szembeni ellenálló-képességével hozhatók összefüggésbe. Ilyen tulajdonságok a vízzáróság, fagy- és olvasztósó-állóság, karbonátosodási hajlam stb.

Vízzáróság

Közismert, hogy a beton vízzárósága folyósító adalékszer adagolásával nagymértékben javítható, ha a v/c csökkentésére használjuk ki. Szakirodalmi közlések szerint azonban a beton vízzáróságát a légbuborékképző



3. ábra A vízbehatolási mélység változása a frissbeton légtartalmának függvényében [8]

adalékszerek felhasználása is kedvezően befolyásolja.

A 3. ábrán a különböző légbuborékképző adalékszerek adagolásával készített, megszilárdult betonokba 8 MPa víznyomás hatására behatolt víz „mélysége” látható a frissbeton légtartalmának függvényében [8].

A vizsgálati eredmények szerint a légbuborékképző adalékszerrel készített betonok - egy bizonyos légtartalomig - nagyobb ellenálló-képességgel rendelkeznek a vízbehatolással szemben. Ezen kedvező hatás minden valószínűség szerint a légbuborékképző adalékszerek képlékenyítő mellékhatásával van összefüggésben.

Fagy- és olvasztósó-állóság

A Cemkut Kft.-ben légbuborékképző adalékszer felhasználásával készített betonok fagy- és olvasztósó-

javál, a globális felmelegedéssel, valamint a légkör CO₂ koncentrációjának növekedésével kapcsolatosan egyre inkább előtérbe kerül a betonok karbonátosodásának kérdése (a karbonátosodott betonban a vasbetét rozsdásodik).

Az elmúlt években számos kísérletet végeztünk, ezekben folyósító adalékszerrel és anélkül készített betonok karbonátosodási hajlamát vizsgáltuk, külön figyelmet fordítva a beton utókezelésének hatására is.

A vizsgálatokat azonos összetételű, de különböző v/c tényezőjű (v/c = 0,35 és 1,00) betonkeverékekből készített próbatestekkel végeztük. A 0,35 v/c tényezőjű betonkeverékek készítéséhez folyósító adalékstert használtunk, az 1,00 v/c tényezőjű betonkeverékek nem tartalmaztak adalékstert. A konzisztencia azonos volt.

peken látható, hogy a kisebb v/c tényezőjű (v/c = 0,35) betonkeverékből készült próbatestek karbonátosodási mélysége sokkal kisebb, mint a nagyobb v/c tényezőjű (v/c = 1,00) betonkeverékből készülteké.

A „száraz tárolás” mindkét v/c tényező esetén kedvezőtlenül befolyásolta a betonok karbonátosodási hajlamát, azonban a kisebb v/c tényezőjű (v/c = 0,35) - folyósító adalékstert tartalmazó - betonkeverékből készült próbatesteknél ez a kedvezőtlen hatás mérsékeltebb volt.

Fentiekből olyan következik, hogy *folyósítószer felhasználásával és a v/c tényező csökkentésével a betonok karbonátosodási hajlama jelentősen csökkenthető.* Ez a kedvezőbb kapillaris pórusrendszernek köszönhető.

Összefoglalás

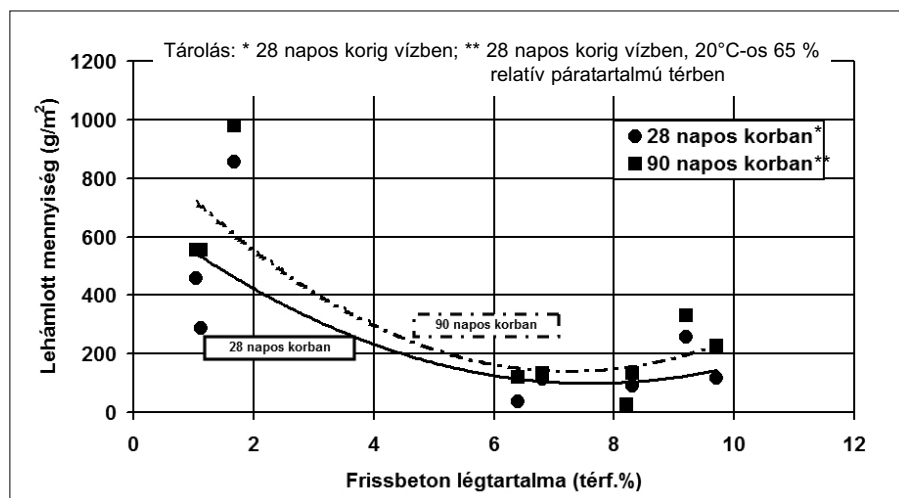
A betonszerkezetek használati élettartamát számos tényező befolyásolja, ezek közül alapvető fontosságú a beton tartóssága [9].

Vizsgálati eredményeink egyértelműen bizonyítják, hogy korszerű folyósító és légbuborékképző betonadalékszerek szakszerű felhasználásával kedvezőbb fagy- és olvasztósó-állóságú és kevésbé karbonátosodó, azaz tartósabb betonok készíthetők.

A fagyállósági vizsgálataink betonjai közül a kohósalak-portlandcementes beton 6,4 térf.% tehát kedvező légtartalom esetén 28 napos korban C30/37 90 napos korban C35/45 osztályú volt. A hosszabb „száraz” tárolás kissé ugyan növelte a nyomószilárdságot, de valamelyest rontotta a fagyállóságot (4. ábra). Ez a zsugorodási mikrorepedésekkel magyarázható.

A betonadalékszerek „optimális” adagolandó mennyiségét a frissbeton hőmérséklete jelentősen befolyásolja (1. és 2. ábra). Bizonyos frissbeton hőmérséklet felett már az adagolt mennyiség további növelésével sem érhető el a kívánt légtartalom és konzisztencia.

Tartós beton készítéséhez az adalékszerek célszerű adagolása önmagában nem elegendő, elengedhetetlen a betontechnológia összes egyéb szabályának (pl. utókezelés) betartása is.



4. ábra A fagy- és olvasztósó-állóság változása a frissbeton légtartalmának függvényében

állóságát az MSZ CEN/TS 12390-9: 2007 szabvány referencia módszerével vizsgáltuk. A 28 és 90 napos vizsgálati eredményeink bőven kielégítik az MSZ 4798 5.5.6 pont (B. eset) követelményeit (tömegvesztés max.: 500g/m²) (4. ábra).

A beton fagy- és olvasztósó-állósága - a vízzáróssághoz hasonlóan - csak egy bizonyos légtartalomig (kb. 6-7 térf.%) javul, a frissbeton légtartalmának további növekedése esetén azonban már növekszik a lehámolt anyagmennyiség, romlik a megszilárdult beton fagy- és olvasztósó-állósága.

Karbonátosodási hajlam

Napjaink egyik aktuális problémá-

A próbatesteket 7 napos korig különböző módon tároltuk és utókezeltük. A „száraz tárolás”-sal utókezelt próbatesteket végig - kizsuzástól 2 éves korig - 20 °C hőmérsékletű, 65% relatív páratartalmú térben tároltuk. A „vegyes tárolás”-sal utókezelt próbatesteket kizsuzás után 7 napos korig 20 °C hőmérsékletű vízben, majd ezt követően a „száraz tárolás”-sal megegyező körülmények között tároltuk a vizsgálatok elvégzéséig.

A 2 évig szilárdult beton próbatestek karbonátosodási hajlamát, illetve karbonátosodási mélységét fenolftalein próbával vizsgáltuk (5. ábra).

Az 5. ábrán bemutatott fényké-

Száraz tárolás



v/c = 1,00



v/c = 0,35

Vegyes tárolás



v/c = 1,00



v/c = 0,35

5. ábra Folyósító adalékszerrel és anélkül készített, különböző módon tárolt, illetve utókezelte betonok karbonátosodási mélységének vizsgálata

Irodalom

- [1] Litvan G. G.: Mechanism of cement paste degradation due to chemical and physical processes. *Matériaux et Constructions*, Paris (1988) No.21, pp. 362-368
- [2] Rodway L. E.: *Durability of concrete. Cement, Concrete, Aggregates* (1985) Vol.7., No.1, pp. 43-48
- [3] Kaussay Tibor: *Betonok környezeti osztályai*. Beton, 2009. július-augusztus, XVII. évf. 7-8. szám, 3-8. oldal
- [4] MSZ 4798-1:2004 „Beton 1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelés, valamint az MSZ EN 206-1 alkalmazási feltételei Magyarországon”
- [5] Ujhelyi János: Nagyteljesítményű hídbe-tonok - a teljesítmény-szemlélet megjelenése a betontudományban. *Beton*, 2008. július-augusztus, XVI. évf. 7-8. szám, 12-16. oldal
- [6] Asztalos István: Az adalékszer szerepe a tartósság fokozásában. *Betonszerkezetek tartóssága konferencia*, Budapest 2008.
- [7] Buday Tibor: *Betonadalékszer*. ÉTK Kft., Budapest 1999.
- [8] Warris B.: *Proceedings of the Int. Symp. on Admixtures for Mortar and Concrete*, Brussels (1967) pp. 11-15
- [9] fib Bulletin 34 *Model Code for service life design*, 110 p., February 2006

HÍREK, INFORMÁCIÓK

A januárban tartott **BAU 2011** építőipari szakvásár hat napján közel 238 ezer látogatót regisztráltak Münchenben. A szakmai látogatók aránya 96% körül volt. Egy felmérésből kiderült, hogy az építőipar hangulata egyértelműen javult. Míg 2009-ben csupán a megkérdezettek mintegy fele értékelte a gazdasági helyzetet „kiváló vagy jó” minősítéssel, ma már 82%-uk tekint bizakodóan a jövőbe.

A BAU vezető témái ebben az évben a fenntartható építkezés és a többgenerációs építkezés voltak. A BAU 2011 kísérő rendezvényein mindkét témával kapcsolatban több külön bemutatóra került sor, valamint számos előadásra a fórumok és kongresszusok keretén belül, pl. a Szövetségi Építésügyi Minisztérium „A jövőnek építeni - fenntarthatóan, energiahatékonyan és innovatívan” kongresszusán vagy a Szövetségi Gazdasági Minisztériumnak „A jövő épületei” címen futó rendezvénysorozatán belül.

Sláger volt a rosenheimi főiskola

szolárháza, amely itt került először a széles nyilvánosság előtt is bemutatásra.

Nagy érdeklődést váltott ki a BAU három fóruma. Különösen „Az építés jövője”, amelyen nemzetközileg tevékenykedő építésszek mutatták be terveiket és projektjeiket. Minden hely foglalt volt általában a „MakroArchitektúra” fórumon is, ahol egyrészt az építészet és az ipar együttműködéséről, másrészt az építészet jövőjének kutatásáról esett szó. Az „Intelligens építkezés” elnevezésű fórum hidat vert az épületek helyreállítása és felújítása, valamint a modern high-tech épületek – pl. passzív-házak vagy energiatermelő házak – közé. A Szövetségi Építésügyi Minisztérium „Jövő-építés” elnevezésű kutatási kezdeményezése keretében mutatott be projekteket.

A BAU-hoz kapcsolódóan számos díjat adtak át, köztük a neves „Eszetika és konstrukció” díjat a DETAIL szakmai folyóirattal együttműködésben, valamint az „1:1 Az első ház” díjat a „Bauwelt”-tel

együttműködve. Ezenfelül átadásra került: • „Az IT-re építve – Építésszálya a jövőben” díj, • a termékinnovációért járó díj, • „Építészet és építkezés” innovációs díj, • építőanyag-piaci Oscar díj. Emellett éppen a BAU 2011-en dördült el az ArchiWorld Academy startpisztolya: ez egy új verseny, amelyet a BAU az Archi-Europe online portállal együtt valósít meg. A verseny két éven keresztül zajlik és az egész világ építész-hallgatóit célozza meg. A zsűrit 12 nemzetközi csúcsepítész alkotja. A nyerteseiket a BAU 2013 során hirdetik ki: nyerményük egy-egy gyakornoki hely a sztár-építésszek irodájában!

Igazi közönségcsalogatónak bizonyult az „építészet hosszú éjszakája”. A München területén található több mint 30 épület, amely péntek este megnyitotta kapuit és érdekességeket mutatott meg magából, általában nagyszámú látogatót vonzott.

A 20. BAU 2013. január 14. és 19. között az Új Münchener Vásárváros területén kerül megrendezésre.