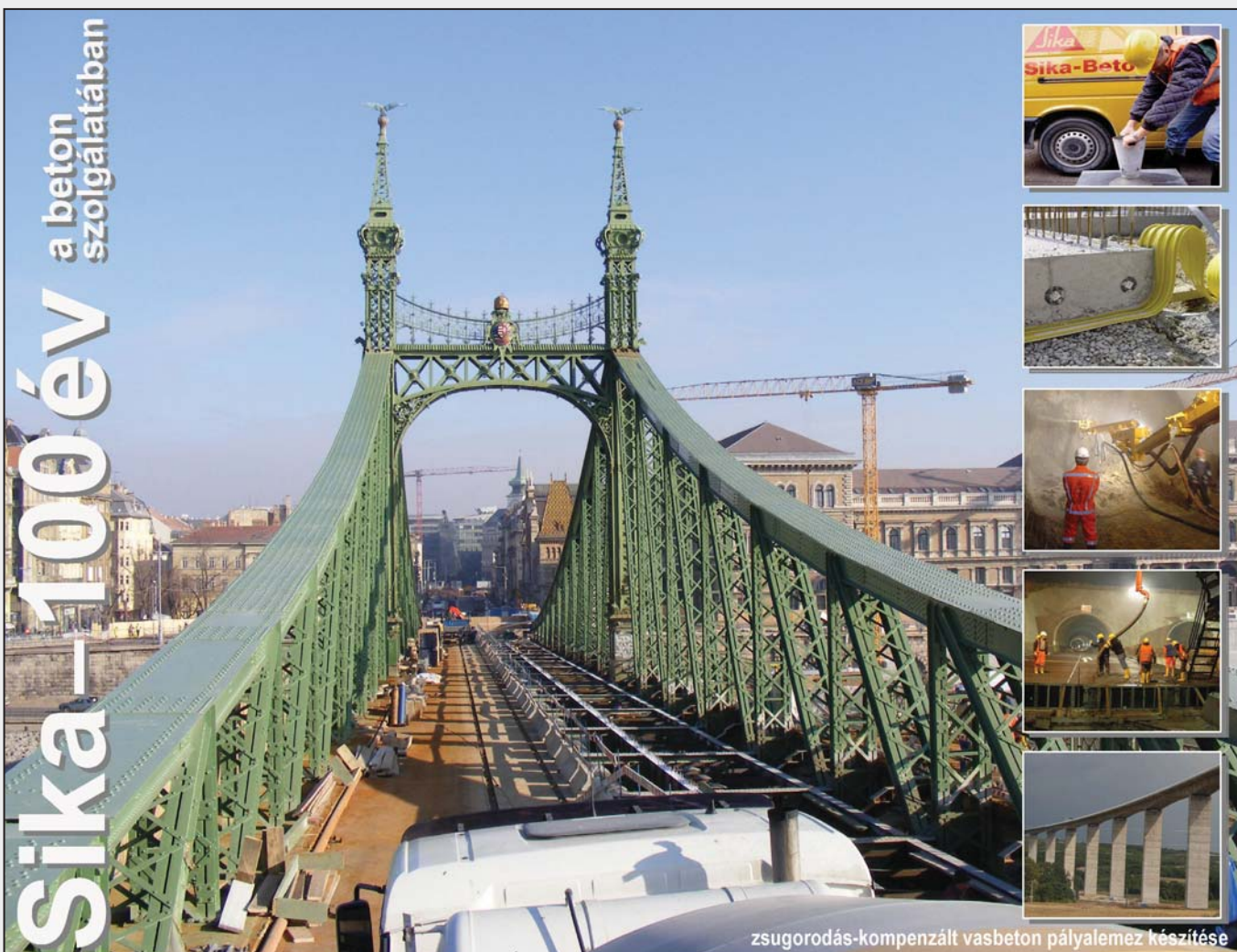


SAKMAI HAVILAP
2012. FEBRUÁR
XX. ÉVF. 2. SZÁM

„Beton - tőlünk függ, mit alkotunk belőle”

BETON



Sika – komplex betontechnológiai megoldások egy kézből

A Sika konzern az elmúlt 100 évben olyan megoldásokat fejlesztett ki, amelyek megvalósíthatóvá tették a jövőorientált, kiváló minőségű építkezést, optimalizálták az ügyfelek eljárásait és csökkentették a költségeket. A globális referenciákon, valamint a folyamatos fejlesztéseken alapuló szakmai háttér következtében Ön átfogó műszaki támogatást kap minden betontechnológiai kérdésben, legyen szó vízzáró betonokról, zsugorodás-kompenzált szerkezetekről, vagy segédanyagokról. Ma már minden szakember egyetért abban, hogy a Sika = termék + szolgáltatás.



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

TARTALOMJEGYZÉK

- 3 **Az első hazai betonburkolatú körforgalom**
1. rész: A műszaki háttér kidolgozása
NÉMETHNÉ TAKÁCS ENIKŐ - DR. KARSAINÉ LUKÁCS KATALIN -
KOCZKA ZSOLT - BENCZE ZSOLT
- 6 **Nanotechnológia az építőiparban,
betonipari alkalmazások**
DR. ORBÁN JÓZSEF
- 8 **Új kategória a betongyárak piacán –
projekt-betongyár**
FEJES ISTVÁN
- 11 **A Magyar Betonszövetség hírei**
SZILVÁSI ANDRÁS
- 12 **Nyomószilárdsági osztályok
értelmezése, 3. rész**
DR. KAUSAY TIBOR
A 3. táblázat gyakorlati alkalmazásának alapvetően két területe látszik. Egyrészt a táblázat segítségével a 2002 előtti szabványokban, előírásokban, irodalmi közlésekben és terv dokumentációkban szereplő nyomószilárdsági osztályok a mai előírások szerint értelmezhetők, feltéve, ha az összevetésnek az egymásnak megfelelő átlagos nyomószilárdságú betonok nyomószilárdsági osztálya képezi az alapját.
Másképpen a táblázat segítségével érzékelhető az Eurocode 2 (MSZ EN 1992-1-1:2010) méretezési szabvány és az MSZ EN 206-1:2002 betonszabvány - az alulmaradási tágasságra vonatkozó - eltérő fel-fogásának következménye. Ha az Eurocode 2 alapján készített tervdokumentáció szerint valamely szerkezet elkészítéséhez például C25/30 nyomószilárdsági osztályú betonra van szükség, akkor a betont az MSZ EN 206-1:2002 szerinti C30/37 minőségben kell elkészíteni ahhoz, hogy a tervezett és a gyártott beton átlagos nyomószilárdsága egymásnak megfeleljen.
- 11 **Hírek, információk**

HIRDETÉSEK, REKLÁMOK

- ◆ ATILLÁS BT. (10.) ◆ AVERS KFT. (7.)
- ◆ BASF HUNGÁRIA KFT. (16.) ◆ BETONPARTNER KFT. (7.)
- ◆ CEMKUT KFT. (7.) ◆ KTI NONPROFIT KFT. (17.)
- ◆ SIKA HUNGÁRIA KFT. (1.) ◆ VERBIS KFT. (17.)

KLUBTAGJAINK

- ◆ ATILLÁS BT. ◆ AVERS KFT. ◆ A-HÍD ZRT.
◆ BASF HUNGÁRIA KFT. ◆ BETONPARTNER
MAGYARORSZÁG KFT. ◆ CEMKUT KFT.
◆ DUNA-DRÁVA CEMENT KFT.
◆ ÉMI NONPROFIT KFT. ◆ FRISSBETON KFT.
◆ HOLCIM HUNGÁRIA ZRT.
◆ „JÓPARTNER-2008” KFT.
◆ KTI NONPROFIT KFT. ◆ MAGYAR BETON-
SZÖVETSÉG ◆ MAPEI KFT.
◆ MC-BAUCHEMIE KFT. ◆ MUREXIN KFT.
◆ SEMMELROCK STEIN+DESIGN KFT.
◆ SIKA HUNGÁRIA KFT.
◆ SKALÁR TERV KFT. ◆ SW UMWELT-
TECHNIK MAGYARORSZÁG KFT.
◆ TBG HUNGÁRIA-BETON KFT.
◆ TÓTH T.D. 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

2012. február, XX. évf. 2. 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

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.

Az első hazai betonburkolatú körforgalom

1. rész: A műszaki háttér kidolgozása

NÉMETHNÉ TAKÁCS ENIKŐ - CEMKUT Kft.

DR. KARSAINÉ LUKÁCS KATALIN, KOCZKA ZSOLT, BENCZE ZSOLT - KTI Nonprofit Kft.

A betonburkolat-építés egy újabb fejlődési szintre lépett hazánkban a Vecsésen átadásra került körforgalommal. Ezen mérnöki létesítmény megvalósításához kapcsolódó műszaki kutatásról, kísérletekről, és azok eredményeiről szól a cikksorozat 1. része.

Előzmények

A kutatás elindításához a kellő innovációs lendületet a 2007. évi bécsi Betonút Konferencia adta meg, ahol Ronald Blab professzor [1] a betonburkolatú körforgalom előnyeit ismertette. Ennek hatására a magyar szakemberek elérkezettnek látták az időt a hazai fejlesztés elkezdésére. A munka elindítását a Duna-Dráva Cement Kft. részéről Kovács József kezdeményezte, majd később a Holcim Hungária Zrt. is csatlakozott projekthez. A körforgalom műszaki és anyagi háttérét (tagjain keresztül) a Magyar Cementipari Szövetség biztosította, Urbán Ferenc koordinálásával. A témával kapcsolatban a szakirodalom összegzését, a műszaki háttér kidolgozását, valamint a laboratóriumi kísérleteket a KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft. és a CEMKUT Cementipari Kutató-fejlesztő Kft. közösen végezte.

Párhuzamosan dolgoztunk, melynek lépései a következők voltak:

- külföldi tapasztalatok összegzése,
- laboratóriumi munkák megtervezése és megszervezése,
- a nem publikált hibás technológiai lépések, kiviteli hibák összegyűjtése,
- tapasztalatgyűjtés,
- az MCSZ helyszínre vonatkozó elvárásainak megfelelő körforgalom felkutatása, a körforgalom tervezett paraméterei
- a helyszín műszaki paramétereinek ismeretében betontechnológiai utasítás készítése,
- helyszíni ellenőrzés.

Külföldi tapasztalatok összegzése

A témához kapcsolódó hazai, de leginkább külföldi (belga, holland, német, svájci és osztrák) szakirodalmi vonatkozásokat dr. Erdélyi Attila kutatta fel és foglalta össze. Ez alapján ajánlásokat fogalmazott meg a körforgalom betonösszetételére és tervezési diszpozícióira egyaránt. Az összefoglalásból - a cikk terjedelmi kötöttségei miatt - az „Összefoglaló megjegyzéseink” alfejezetnek csak a 8 címpontját ismertetjük [7]:

1. Új vagy régi körforgalom építése/átépítése egyaránt kivitelezhető a jelenlegi technológiák alkalmazásával.
2. A kézi bedolgozási technológia előnyösebb a finisheres bedolgozás magas üzemi költségei miatt.
3. Egyrétegű, nem vasalt, teherátadásra tuskézett betonburkolat javasolt.
4. A szokatlan, ék alakú táblák hálóvasalással készüljenek.
5. A ki- és behajtó ágak legalább 50 m hosszúak legyenek, célszerű a szimmetria miatt mindkét oldalt betonburkolattal kivitelezni.
6. A hosszú járművek ráhajtását elbíró belső/külső gyűrűszegéllyel, és a főpályához teherátadó csatlakozással kialakítva készüljenek a járható gyűrűk.
7. A keresztirányban acélszprűzött felületi kialakítás egy megfelelő technológiai kompromisszum.
8. A hazai Útügyi Műszaki Előírásban [8] megfogalmazott CP4/2,7 pályabeton szilárdsági osztályt 370-400 kg/m³ cement adagolással érik el.

A külföldi szakirodalom áttanulmányozása során olyan végeselemes modelleket találtunk, amelyek a hegyesszögű táblák forgalom által érintett részeire komoly szerkesztési igényeket fogalmaztak meg. Az egyes szerkezeti hibák okainak feltárása során alkalmazott modellek segítségével jól szemléltethető, hogy miért nem előnyös a hegyes szögű táblák alkalmazása olyan helyeken, ahol nagy forgalom-terhelésnek vannak ki téve. Pl. egy koncentrált, 11,5 tonnás tengelysúlynál a dinamikus terhelés hatására az egyik kerék alatt akkora feszültség ébred, ami a vasalás nélküli betontáblát nagyon hamar tönkreteszti.

Laboratóriumi munkák megtervezése és megszervezése

A CEMKUT Kft. részéről Némethné Takács Enikő, míg a KTI Nonprofit Kft. részéről Koczka Zsolt szervezte és irányította a betontechnológiai háttérmunkához szükséges anyagbeszerzéseket. Együtt készítették el a kutatási tervet, amely alapján a DDC Kft. háromféle, a Holcim Hungária Zrt. kétféle cementjét vizsgálták három környezeti hőmérsék-

Gyártó	Cementfajta
DDC Kft.	CEM I 42,5 N
	CEM II/B-S 42,5 N
	CEM III/A 32,5 N M-S
Holcim Hungária Zrt.	CEM I 42,5 N-S
	CEM II/A-P 42,5 N

1. táblázat A kutatás során vizsgált cementek

Cement	(kg/m ³)	400
Víz	(kg/m ³)	160
Víz-cement tényező		0,40
Adalékanyag	(kg/m ³)	1832
Adalékszer (tömeg %) légbuborékképző (LP) és folyósítószer (F) mennyisége cement tömegére vonatkoztatva		F _{max} 1,5 % LP _{max} 0,3 %
Tervezett testsűrűség (5 térf.% levegőre)	(kg/m ³)	2392
Légbuborék tartalom (térf.%)		~5 ± 2,5%, de min. 4,0%

2. táblázat A tervezett beton összetétele

A cement fajtája	A próbatestek készítésekor a frissbeton hőmérséklete			A cementek szilárdsági értékei 28 napos korban, szabványos hőmérsékleten
	35 °C	25 °C	10 °C	[N/mm ²]
CEM I 42,5 N	C45/55	C45/55	C55/67	55,4
CEM II/B-S 42,5 N	C35/45	C45/55	C50/60	49,7
CEM III/A 32,5 N M-S	C35/45	C35/45	C40/50	38,9
CEM I 42,5 N-S	C40/50	C30/37	C45/55	49,3
CEM II/A-P 42,5 N	C30/37	C35/45	C45/55	48,8

3. táblázat Betonkeverékek nyomószilárdsági osztályba sorolása a cementfajta és a hőmérséklet függvényében

leten (10 °C, 25 °C, 35 °C). A vizsgálati terv a cement és a beton teljes első típusvizsgálatán kívül egyéb különleges tulajdonságok vizsgálatára is hangsúlyt fektetett, mivel a cél az volt, hogy az útpítészhez felhasználható cementek közül megtaláljuk az adott évszaknak leginkább megfelelő cementet és betont. A vizsgált cementeket az 1. táblázatban foglaltuk össze. Az általunk tervezett betonreceptúrát a 2. táblázatban ismerjük.

A széleskörű szakmai összefogásnak köszönhetően a műszaki háttér kidolgozása idején még az alábbi felajánlások érkeztek:

- Basalt-Középkő Kőbányák Kft.: KZ 2/4, NZ 4/11, NZ 11/22 andezit (engedélyes áron),
- Holcim Hungária Zrt. Pomázi Betonüzem: 0/4-es homok (tértírtésmentesen),
- Sika Hungária Kft.: Sika Visco-Crete-1020 X folyósítószer; Sika (STABIMENT) LPS A-94 légbuborékképző szer (tértírtésmentesen).

A kivitelezés során az MC-Bauchemie Kft. részéről érkezett felajánlás: MC-PowerFlow 2743 folyósítószer és Centrament Air 202 légbuborékképző szer (tértírtésmentesen).

A kétéves kutatás során elvégzett vizsgálatok közül a 3. táblázatban a 28 napos, 15 cm-es élhosszúságú próbatesteken mért nyomószilárdsági eredményeket mutatjuk be. Fontos megjegyezni, hogy a betonkeverékek azonos adalékanyagvázalattal és azonos

cementadagolással készültek, de az adalékszer mennyisége nagyban függött a készítési hőmérséklettől.

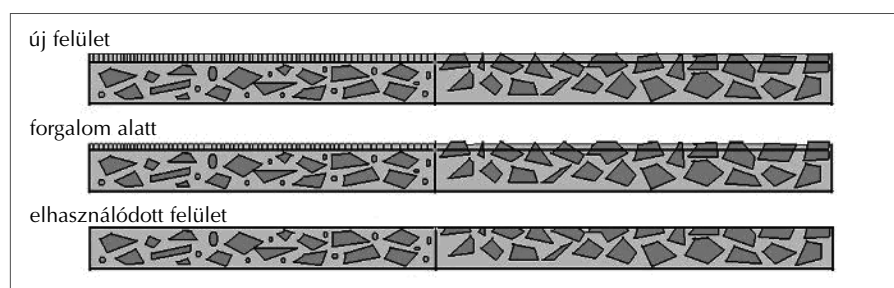
A munka során előfordultak kiugró eredmények, de a további vizsgálatok után kiderült, hogy az ún. „rossz eredményt” a technológiában elkövetett hiba okozta. Érdeemes megjegyezni, hogy a 10 °C-on készült keverékek szilárdsága – függetlenül a cementfajtától – mindig magasabb volt, mint a 25 vagy 35 °C-on készült keverékek szilárdsága. Összességében megállapítható, hogy a műszaki előírásoknak megfelelő betonkeveréket minden cementfajtával elő lehet állítani úgy, hogy az adalékanyagváz változatlan marad. A vizsgálati eredmények ismeretében a Magyar Cementipari Szövetség – a keretein belül működő Beton Bizottság javaslatára – úgy döntött, hogy a pályaszerkezeti betont a DDC Kft. váci cementgyáranak CEM II/B-S 42,5 N cementjét felhasználva a Holcim Hungária Zrt. vecsési keverőtelepe keverje (illetve keverte 2011 szeptemberében).

Kiviteli hibák összefoglalása, egy elkészült betonburkolatú körforgalom elemzése

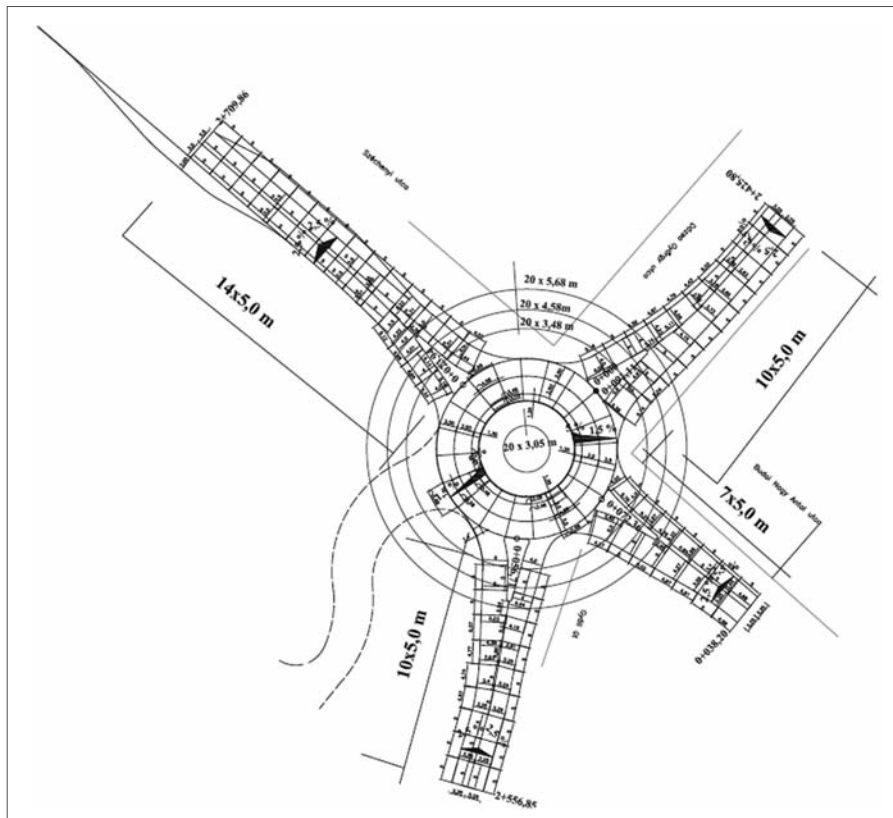
A kutatás során egy elkészült külföldi betonburkolatú körforgalmat, a felsőőri (Oberwalt) körforgalmat (GPS koordináta: 47°15'56.07" É, 16°14'48.22" K) elemeztük. A körforgalom „D” nagyságú egységforgalma, és maga a körforgalom felületének kilakítása is megegyezik a Vecsésen tervezett körforgaloméval. Bár a felsőőri körforgalom sugárértékei jóval nagyobbak (53 m külső körív és 42 m belső körív) a vecsésinél (16 m külső körív és 9,5 m belső körív), de a leromlások jellegzetes jelei (hajszálrepedések, felületi kopások stb.) jól bemutathatóak.

A kutatással párhuzamosan kontroll vizsgálatokat végeztünk az M0 autópálya déli szektorán, a mosott felületképzésű betonburkolaton. A tapasztalatok alapján felmerült az a kérdés, hogy megváltoztassuk-e a már kikísérletezett burkolat felület típusát. Ennek lehetőségét azonban a kormányzati megbeszéléseken elvetették, mondván, hogy „elég egyszerre egyet lépni, nem kell nagyot ugrani, mert az könnyen kudarcba fullaszthatja az egész projektet”. A hazánkban alkalmazott betonburkolatok felületképzési technológiáit és a járőfelületek tervezett élettartam alatti viselkedését az 1. ábrán mutatjuk be.

A KTI Nonprofit Kft. korábbi betonburkolatok kivitelezésének ellenőrzésében szerzett tapasztalatai [3, 4], valamint a független mérnök [5] és a szakértő [6] észrevételei alapján végül a műszaki tartalom elfogadásra került. Ezután az előzetes ütemezésnek megfelelően benyújtottuk a szükséges Építőipari Műszaki Engedélyezési



1. ábra A fésűs (bal oldalon) és a mosott (jobb oldalon) felületű betonburkolatok leromlási ábrája



2. ábra A vecsési betonburkolatú körforgalom táblakiosztási terve

Pályaszerkezet felépítése	CP 4/2,7 230 mm Ckt-4 200 mm HK 200 mm
Külső körgyűrű átmérője	16 m
Belső körgyűrű átmérője	9,5 m
A felhasznált beton tervezett mennyisége	579 m ³
A betonburkolatok tervezett összfelülete	2517 m ²

4. táblázat A körforgalom tervezett műszaki paramétereit

eljárásra az igényünket. Erre azért volt szükség, mert a jelenlegi útépítési szabályozásban nincs meg a szükséges műszaki háttér egy betonburkolatú körforgalom megtervezéséhez, kivitelezéséhez és ellenőrzéséhez. A Magyar Közút Nonprofit Zrt.-től - Vértés Mária segítségével - KOZ 6290/2010 számon hamarosan megkaptuk az engedélyt.

A Magyar Cementipari Szövetség helyszínre vonatkozó feltételeinek megfelelő körforgalom felkutatása, a körforgalom tervezett paramétereit

A Magyar Cementipari Szövetség az első magyarországi betonburkolatú

körforgalom megvalósításának támogatását két olyan feltételhez kötötte, amelynek teljesítése az első körben nem tűnt nehéznek: Budapest környéki helyszín, nagyforgalmú csomópont.

Első lépésként megvizsgáltuk azokat az EU támogatással megvalósulni látszó körforgalmakat, amelyek a fenti két feltételnek megfelelnek. Időközben kiderült, hogy a már kiviteli tervvel rendelkező projektek esetében a burkolat anyagának megváltoztatását nem engedélyezték.

Második körben az ipari parkok és az önkormányzatok kezelésében lévő helyekre koncentráltunk. Levélben felkerestük a főváros környéki önkormányzatokat, hogy a vázolt feltételek mellett hajlandóak-e megépíteni a körforgalmat. Több jelentkező közül végül Vecsésre esett a választás, ahol Szlahó Csaba polgármester koordinálásával elindult a tervezés. A tervegyeztetéseken folyamatosan konzultáltunk Zsilák Zoltán tervezővel, aki az átadott műszaki háttéranyag alapján elkészítette a körforgalom táblakiosztási tervét (2. ábra).

A körforgalom tervezett műszaki paramétereit a 4. táblázat tartalmazza.

A sikeres kiviteli pályázat után

2011. augusztus 9-én a VERBAU Kft. megkezdte a kivitelezést.

Felhasznált irodalom

- [1] Univ.-Prof. DI Dr. techn. Ronald Blab: Kreisverkehrsanlagen in Beton-konstruktive Ausbildung und Dimensionierung. Betonstrassen 2007, Wien, 2007 pp 17-22.
- [2] Wedl S.: Kreisverkehre mit Betonfahrbahndecken – Bemessung und Ausführung. Abbildung 5: Verkehrslastspannungen an der Plattenoberseite für die ungleichmäßige Plattengeometrie im Übergangsbereich, lastfallfreier Plattenrand (25 cm Plattendicke, 50 kN Radlast). Diplomarbeit am Institut für Straßenbau und Straßenerhaltung, Fakultät für Bauingenieurwesen, Technische Universität Wien. Wien, 2007
- [3] Dr. Karsainé Lukács Katalin és Bors Tibor: Betonburkolatú kísérleti útszakaszok építése és állapotmegfigyelése 3/1. Beton szakmai havilap, XVI. évf. 2. szám, 2008/02 pp 8-11.
- [4] Bencze Zsolt: M0 - Egy út mindenkiért, mindenki egy útért. [ftp://195.228.55.243/003-keszth_heviz/1_szekcio/10.ppt](http://195.228.55.243/003-keszth_heviz/1_szekcio/10.ppt) letöltés dátuma: 2011.12.16. 12 p.
- [5] Vörös Zoltán: Az M0 ap. 29,5-42,2 km szakasz műszaki ellenőrzése. <http://www.maut.hu/magyar/akademia/5/4.pdf>, letöltés dátuma: 2011.12.16. 9 p.
- [6] Dr. Keleti Imre: Az M0 autópálya 29-42 km közötti szakaszának betonburkolata. Tapasztalatok és tanulságok. MAUT Akadémia, Budapest, 2006 8 p.
- [7] Dr. Erdélyi Attila - Takács Enikő - Bencze Zsolt (edt): Fokozott igénybevételű betonburkolatú kereszteződések és körforgalmak építésének előkészítése. 4.11. Összefoglaló megjegyzéseink. KTI Nonprofit Kft., Budapest, 2009. pp 70.
- [8] Dr. Keleti Imre at al.: e-Ut 06.03.31. Beton pályaburkolatok építése. 4. táblázat: Pályaburkolati betonok szilárdsági osztályok szerinti követelményei. MAUT, 2006, pp. 21.

◇ ◇

Nanotechnológia az építőiparban, betonipari alkalmazások

DR. ORBÁN JÓZSEF betontechnológus szakmérnök, főiskolai tanár
Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar

A nanotechnológia, mint az elkövetkező évtizedek egyik legfontosabb tudományterülete, az építőanyagipar területén is fejlődési lehetőséget biztosít a különleges paraméterű betonok kifejlesztéséhez és alkalmazásához. Ma már mindenki számára ismertek a nanotechnológia sikeres alkalmazásai a mikroelektronika, a mikrobiológia és az anyagtudományok területén. Ugyanakkor a betoniparban való alkalmazási eredményekről és lehetőségekről igen kevés információ áll rendelkezésre az iparág mérnökei és szakemberei számára. Ezt az ismeretterjesztési hiányosságot kívánja pótolni ez a cikk, számos alkalmazási példán bemutatva a nanoanyagok nem mindennapos tulajdonságait, és alkalmazási lehetőségeiket a betonipar területén.

Bevezetés

A nanotechnológia kutatási és fejlesztési eredményei a mindennapi életünk egyre szélesebb területeit szövi át az építő- és építőanyagipar számos területén is. Mára a "nano" szó egy márkává nőtte ki magát a köztudatban, így a „nano” kifejezést arra használják, hogy kiemeljék a termékek kiváló műszaki teljesítményét.

A "nano" görög eredetű szó, jelentése törpe, 1 nanométer a méter egymilliárdod része. Egy cementszemcse átmérője kb. $30 \mu\text{m} = 30.000 \text{ nm}$. A nanoméretű anyagokat, más anyagnak kell tekinteni, mint a hétköznapi életünkben alkalmazott makroméretűeket. Az ilyen méretű anyagok tulajdonságai elsősorban azon alapszanak, hogy a fajlagos felületük sokkal nagyobb, mint tömbi formában. Fő jellegzetességük, hogy méretük csökkenésével, igen jelentősen növekszik a kémiai reakcióképességük. A nanotechnológiát az különbözteti meg az építőanyagiparban alkalmazott más eljárásoktól, hogy a nanoméret tartományban végzett technológiai műveletek során, új anyagtulajdonságok keletkeznek. A szerkezeti anyagok esetén, például nagymértékben javul az anyag mechanikai tulajdonsága.

A fotokatalizis reakcióval öntisztuló betonfelületek

A nanotechnológia építőiparban történő hasznosításának igen nagy

területét fedi le a fotokatalizis elvén működő öntisztuló falfelületek alkalmazása. Az eljárás lényege, hogy a titándioxidot tartalmazó felületen (pl. beton) a TiO_2 fotokatalizátorként működve, elnyeli a napfény ultraibolya (UV, $\lambda = 388 \text{ nm}$) sugárzását. Ez az energia gerjeszti a titándioxid vegyértékelektronját, mely különböző reakciókon keresztül oxidációs közeget hoz létre, majd felbontja a falfelületre lerakódott szennyezőanyagokat. A falfelületek öntisztulását biztosító fotokatalizis hatásmechanizmusának megértéséhez tekintsük át a lejátszódó fizikai-kémiai folyamatokat.

A fotokatalizis öntisztító hatásmechanizmusa:

1. A titándioxidot tartalmazó cementtel gyártott falfelületen a TiO_2 fotokatalizátorként működve, elnyeli a napfény UV (ultrabolya) elektromágneses sugárzását.
2. Az elnyelt UV sugárzás energiája gerjeszti a félvezető TiO_2 vegyértékelektronját.
3. A gerjesztett vegyértékelektron magasabb energiaszintű pályára kerül, ez a folyamat a fotogerjesztés. A fotogerjesztéshez szükséges energia (E) a vegyértéksáv és vezetősáv közötti energiakülönbség (sávres energia).

A félvezető titándioxid esetén:

$$E = h \times \nu = h \times 1/\lambda = 3,2 \text{ eV}$$

ahol: h - Planck állandó 1240

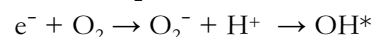
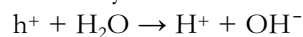
ν - az elektromágneses fényenergia frekvenciája

λ - a foto-gerjesztéshez szükséges fény hullámhossza

Az összefüggésből kiszámítható a fotogerjesztéshez szükséges fény hullámhossza:

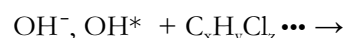
$$\lambda = h/E = 1240/3,2 \text{ eV} = 388 \text{ nm}$$

4. A gerjesztett vegyértékelektron feles energiája létrehozza a negatív elektron (e^-) és pozitív lyuk (h^+) párt, melyek oxidációs közeget teremtenek a titándioxid fotokatalizátor környezetében:

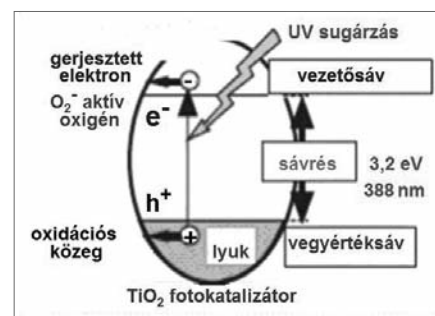


A titándioxid pozitív lyukja felbontja a vízmolekulát hidrogéngázra és hidroxil ionra. A negatív elektron reakcióba lép az oxigénmolekulával és aktív oxigén keletkezik, mely a hidrogénnel reagálva, hidroxil gyököt képez.

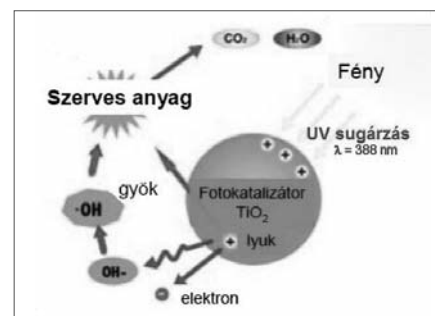
5. A reakciók során keletkező OH^- és OH^* hidroxil ionok és gyökök, mint oxidációs közegek, felbontják a beton felületére lerakódott szerves anyagokat, széndioxidra és vízre:



Ez a folyamat mindaddig működik, amíg a fényhatás tart.



1. ábra TiO_2 vegyérték elektronjainak fotogerjesztése



2. ábra A fotokatalizis öntisztító hatásmechanizmusa

(folytatás a 18. oldalon)



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

RÉSZLETEK A HONLAPUNKON

A NAT ÁLTAL NAT-6-0037/2011 SZÁMON AKKREDITÁLT TANÚSÍTÓ,
NAT-3-0006/2011 SZÁMON AKKREDITÁLT ELLENŐRZŐ,
NAT-1-1249/2011 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.

1103 Budapest, Noszlopy u. 2.

1475 Budapest, Pf. 249

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

office@betonpartner.hu • www.betonpartner.hu

Üzemeink:

1186 Budapest, Zádor u. 4.

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, Jávor u. 14.

Telefon: 94/508-662

www.faserpage.eu
www.szalbeton.hu

ÜVEGSZÁL
ÉPÍTŐIPARI SZÁLAK
MŰSZÁL



- ▶ Repedések megelőzése
- ▶ Statikailag méretezhető szálbeton
- ▶ Költséghatékony megoldás
- ▶ Acélhaj helyett is

AVERS KFT.

avers@avers.hu
+36 (20) 9 337 243

BRUGG CONTEC

Új kategória a betongyárak piacán – projekt-betongyár

FEJES ISTVÁN
ATILLÁS Bt.

Lehet-e még újat hozni a betongyárak területén? Ötvözhető-e a toronygyárak, a lineáris gyárak és a mobil gépek előnyei? Megvalósítható-e egy széleskörűen alakítható, és a gyár élettartama során akár többször is változtatható technológiai paraméterekkel rendelkező betongyár? Lehet-e egy betongyár fokozottan környezet- és munkabiztonság-tudatosan tervezett, ugyanakkor árban versenyképes?

A válasz igen. Ez a projekt-betongyár.

SKAKO projekt-betongyárak

Joggal állíthatjuk, hogy a SKAKO új kategóriát teremtett a betongyárak piacán, amikor megalkotta az úgynevezett projekt-betongyárát.

Bár a dán központú SKAKO CONCRETE elsősorban a vasbetontermék előregyártók körében ismert prémium minőségű bolygókeverőiről, előregyártó üzemi toronybetongyárairól, és felsőpályás betonszállító rendszereiről, létezik egy másik termékcsaládja is, a franciaországi üzemében gyártott Master típusnevű betongyárak sorozata.

Az észak-franciaországi Lille-ben működő SKAKO gyár a francia Couvrot 90 éves betonüzem gyártási tapasztalatán alapul, és ötvözi magá-

ban a korábban mobil betongyáraival elismertséget szerzett, ugyancsak francia Lambert márka szellemi örökségét. A mintaszerűen szervezett logisztikával működő, új gyártóüzemet 2009-ben adták át.

Az itt kifejlesztett Master és MOB sorozatú projekt-betongyárak egyaránt alkalmasak kompakt építéshelyi telepítésre, hosszútávra telepített transzportbetongyárnak, kisebb előregyártó üzemek kiszolgálására, valamint kialakíthatók klasszikus mobil gépként, vontatható vázszerkezettel és integrált adaléktárolóval. Mindezt ráadásul oly módon, hogy - a modul rendszerű felépítésüknek köszönhetően - az élettartamuk során bekövetkező funkcióváltás esetén a techno-

lógiai kiépítésük utólag hozzáalakítható az új elvárásokhoz.

Műszaki kialakítás

A projekt-betongyár műszaki megoldásaival kiküszöböli a mobil gyárak kényeszerű kompromisszumait, rendelkezik a telepített gépek robusztusságával, jó hozzáférhetőségével, de mindezzel egyidejűleg egyszerűen, gyorsan és költségtakarékosan áttelepíthető.

A standard modulelemek sorozatgyártásával kedvezőbb ár, rövidebb szállítási határidő és nagyobb megbízhatóság érhető el. Tudvalevő, hogy egy adott projektre vásárolt betongyár esetében mindhárom előbb említett tényező kiemelt fontossággal bír.

A SKAKO-nál a környezetvédelem, a munkavédelem, és a felhasználó-barát kialakítás (kényelmes kezelhetőség és karbantarthatóság) mint kiemelt tervezési szempontok szerepelnek, így ezek nem opciós extrákként, hanem az alapgyár jellemzőiként, illetve kötelező tartozékaiként jelennek meg.

A betongyár modul rendszerben készül, így az első telepítésekor is széles palettáról állíthatók össze technológiai paraméterei, majd a későbbi áttelepítésekkor vagy esetleges funkcióváltásokkor más kiépítésben is telepíthető. A gyár adaléktároló kapacitása például utólagosan, lépcsőzetesen bővíthető és osztható, összesen 24 különböző variációban, míg az adalékfeladó rendszer öt különböző alapváltozatban valósítható meg. Ezzel egyrészt rugalmasan alkalmassá tehető különböző építéshelyi igények kiszolgálására, másrészt szükség esetén, akár megnövelt alapanyag tároló kapacitásokkal letelepíthető transzportbetongyárnak, vagy előregyártó üzem kiszolgálására.

A Master gépek vázszerkezete annak köszönheti jellegzetes alakját, hogy mobil gyárból kifejlesztették ki. (1. ábra). A speciális kialakítású vázszerkezet is hozzájárul ahhoz, hogy a gép könnyen és olcsón mobilizálható. A vázban futó, ferde helyzetű mérlegszalag mérlegeli össze, majd hordja fel az adalékanyagot a keverőbe. A



1. ábra SKAKO MasterMix projekt-betongyár



2. ábra Közvetlen adalékanyag töltés
tehergépkocsiból



3. ábra Integrált keverő- és mérlegszint,
SKAKO Dynamix keverővel

szalagon automata mosórendszer, és alatta teljes hosszban homoktálca található, szerkezete teljes egészében horganyozott. A konzolos kialakítású keverőszint nagyfokú telepítési szabadságot biztosít, mivel három oldalról is aláállhatnak a mixerkocsik, nincs első lábszerkezete. A keverőszintre 45 fokban emelkedő, 80 cm széles lépcső vezet, pihenővel megszakítva, a gyártó felhasználó-barát filozófiájának megfelelően. A cementsilók elhelyezhetősége is igazodik a projekt-gyár nagyfokú variabilitásához, gyakorlatilag a keverőszint körül 300 fokban bárhol elhelyezhetők. A gyár kis alaptestekre, vagy akár előregyártott vasbeton alapblokkokra telepíthető, nem igényel talajszint alá süllyesztett aknát, vagy egyéb költséges műtárgyat. Igény esetén a vázszerkezet saját hátsó futóművel is készülhet, így az áttelepítések során a gép vontatmányként közlekedtethető.

Az adaléktároló bunkerek a vázszerkezet hátsó részébe ültetve, négyzetes elrendezésben helyezkednek el. Az alapkivitelben 4x15 m³ tárolókapacitású rekeszek 2-2 db ürítő ajtóval rendelkeznek, ezáltal a tárolt frakciók számának növeléséhez kettőszorozhatók. Tárolókapacitásuk lépcsőzetesen növelhető elemenkénti magassítással. Az elérhető maximális adaléktároló kapacitás 400 m³, 4x100 m³ vagy 8x50 m³ megosztásban. A tartósság érdekében a tároló teljes szerkezete horganyozott kivitelben

készül. A tárolóbunker egy szerelhető, gyári burkolattal zárt kivitelűvé is alakítható, ezzel biztosítva a toronyrendszerű adaléktárolás előnyeit. Ilyen kiépítésben a projekt-betongyár ki-elégíti az előregyártói igényeket is, de egy toronygyárhoz képest minimális alapozási igényvel és költségvonzattal.

A rekeszek töltése 4x25 m³ méretig történhet épített rámpáról. Mivel a rekeszek 4 méter szélességűek, a nagy kapacitású homlokrakodókkal is gond nélkül kiszolgálhatók.

A további magasításhoz már szalagos feladó rendszer szükséges. Ez ugyancsak standard elemekből épül fel, és igény szerinti elhelyezéssel telepíthető, a tárolóbunker körül 300 fokban bármely irányban. A feladó rendszer táplálható homlokrakodóval tölthető feladó garattal, vagy lehetséges a közvetlen adalék feladás is tehergépkocsiból, háromféle kivitelben választható feladóbunkerral. Mindez költséges mélyépítési műtárgy nélkül, akár egy 70 cm magas rövid rámpával megoldva (2. ábra).

A keverőméret 0,75 m³ -től 4,5 m³ -ig választható (30-120 m³/h kapacitásnak megfelelően). 4,0 m³ -ig a SKAKO saját bolygólapátózású tányérkeverővel szereli a gyárakat, míg a 4,5 m³ -es változat már BHS két-tengelyes keverővel készül. A SKAKO Dynamix bolygólapátózású keverő oldalsó karbantartó ajtókkal készül, melyek kettős (mechanikus és elektromos) biztonsági reteszeléssel vannak

ellátva (3. ábra). A keverők hajtásáról egyforma keverőmotorok gondoskodnak. A nagyobb teljesítményt a motorok számának növelésével érik el, ezáltal egy motor meghibásodása esetén a keverő kisebb töltési fokkal keverhet tovább. A betonkeverék ürítése nagyméretű, lefelé nyíló, hidraulikusan működtetett fenék ürítőajtón keresztül történik, mely gyors ürítést tesz lehetővé. A Dynamix keverőket megbízható működés és hosszú kopóelem élettartamok jellemzik. Évente egyszeri kötelező hajtómű olajcsere mellett a SKAKO 5 év garanciát vállal a keverőire.

A Master gyárakon nincs szükség külön mérlegszintre, a mérlegek a keverőszintről elérhetők. Mind a cementmérleg, mind pedig a vízmérleg tartályok horganyozottak. A cementmérleg két ürítőnyílással rendelkezik, amely gyorsabb ürítést, és kisebb magassági méretet eredményez. Utóbbi különösen a szállításnál jelent előnyt. A vízmérleg a keverőtányér közepében ürít, ezzel egyenletes vízeloszlást biztosítva. Valamennyi mérleg el van látva biztonsági függesztékekkel egy esetleges cellatörés esetére. A mérlegekhez alapon jár a hitelesítő keret, mely lehetővé teszi mérlegpontosságkor a talajszintről történő felterhelést.

A keverőszinten széles járófelület biztosítja a biztonságos és kényelmes munkavégzést az üzemeltetés és karbantartás során. A keverőszint járó-

lemeze alumíniumból készült és süllyesztett kivitelű a kényelmes tisztítás, karbantartás érdekében (minden kezelendő részlet kézmagasságba esik). A leesés elleni védelmet speciális munkavédelmi korlát biztosítja, mely a kisebb tárgyak leesését is megakadályozza a keverőszintről (3. ábra).

A Master gyárakhoz rendelhető gyári téliesítő burkolatok, úgy a keverőszint, mint az adaléktároló burkolására, valamint számos opcionális kiegészítő és tartozék.

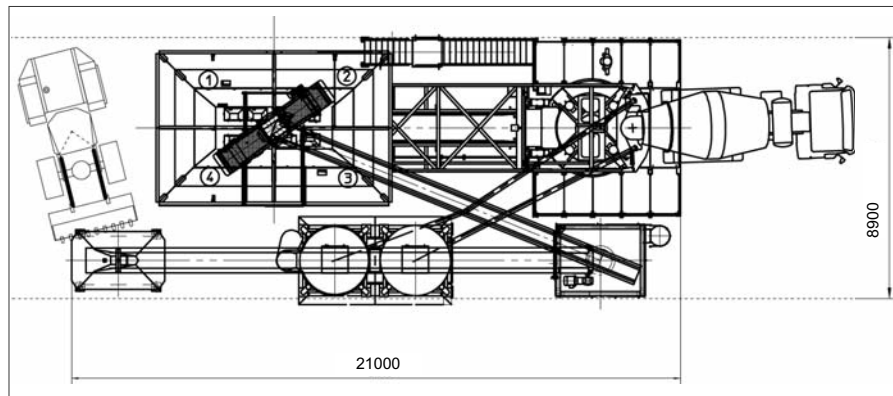
Projekt alkalmazások

A SKAKO a Master projekt-betongyárak mintegy 60%-át eleve adott építéshelyi alkalmazásokra adja el. Jellemzően 1-3 éves munkákra és 40.000-120.000 m³ betonigényre telepítik le ezeket. A projekt-betongyárak ideális megoldást jelentenek nagyobb építési projektek kiszolgálására, mivel kompakt kivitelüknek köszönhetően korlátozott helyre is letelepíthetők, kicsi az alapozási igényük, nem maradnak költségesen elbontható alaptettek a gyár lebontása után, még 4x50 m³ kapacitású adaléktárolóval sem haladja meg magasságuk a 15 métert, 200 kW alatti teljesítmény igényt támasztanak a villamos betáplálással szemben, valamint a nagy hatékonyságú bolygókeverőnek köszönhetően speciális projektek magas minőségi igényű betonjaihoz és öntömörödő betonokhoz is alkalmasak.

A projektet követően gyorsan és olcsón mobilizálhatók, akár 400 m³ beépített adaléktároló kapacitás esetén is, majd egy újabb projekten, más elrendezésben újratelepíthetők vagy fix gyárként üzemeltethetők tovább.

A 4. ábrán egy tipikus kompakt, építéshelyi elrendezést mutatunk be. A 60 m³/órás kapacitású gyár, 100 m³ aktív adaléktárolóval (4x25 m³) mindössze 9x21 méter nagyságú területen telepíthető. A bemutatott példa esetében az adalékot homlokrakodóval adják fel a passzív tárolóból, de ha szükséges, a feladórendszer itt is kiegészíthető közvetlenül tehergépkocsi fogadására tervezett feladógarattal.

Mindezt a SKAKO versenyképes



4. ábra Kompakt projekt elrendezés: 60 m³/órás kapacitás, 100 m³-es aktív adaléktárolóval, mindössze 9x21 méteren

áron, kiemelkedően magas ár-érték aránnyal kínálja, és igazodva a piaci igényekhez garantált visszavásárlást is vállal az adott projekt lejártával. Ilyen esetben a gyár szállítási szerződésében vállalja a SKAKO az adott időben és előre rögzített áron történő visszavásárlást. Ezzel a projektre vetített gépköltség (beruházási költség) előre tervezhetővé válik. Például 1 év után 50%-os áron veszik vissza a gépeket. Ezzel a kiadott betonárra vetített

1.000,- Ft/m³ fix gépköltség érhető el egy 40.000 m³-es projekten, úgy hogy a betont szállító vállalkozó egy garanciális, új géppel teljesíti a munkát.

A jelenlegi nehéz gazdasági környezetben tartósan fel kell készülniük a vállalkozóknak a megváltozott piaci viszonyokra. A projekt-betongyárak választ jelenthetnek a válság által felvetett kihívásokra, rugalmas megoldásokkal segítve a betonipari vállalkozások talpon maradását.

Betongyárak, építőipari gépek javítása, karbantartása, telepítése és áttelepítése, felújítása, rekonstrukciója.

Betontechnológiai gépek forgalmazása.

Technológiák beton- és vasbeton termékek gyártásához



ATILLÁS Bt.

2030 Érd, Keselyű u. 32.

telefon: (30) 451-4670, telefax: (23) 360-208

e-mail: atillas@atillas.hu, web: www.atillas.hu

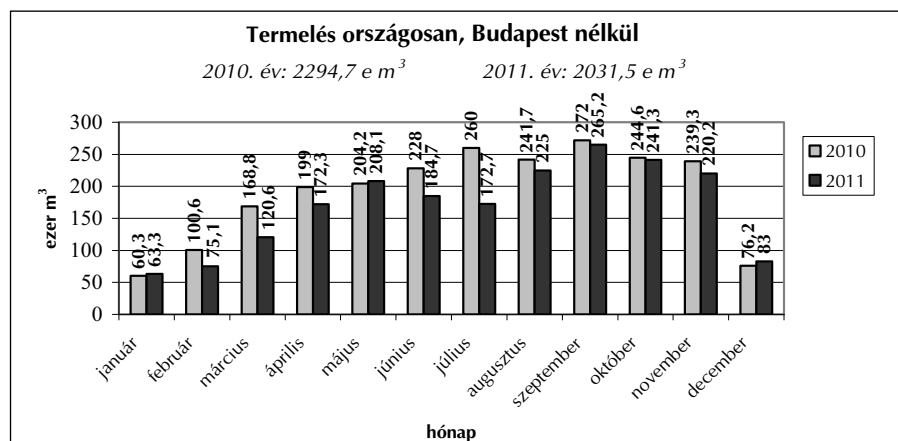
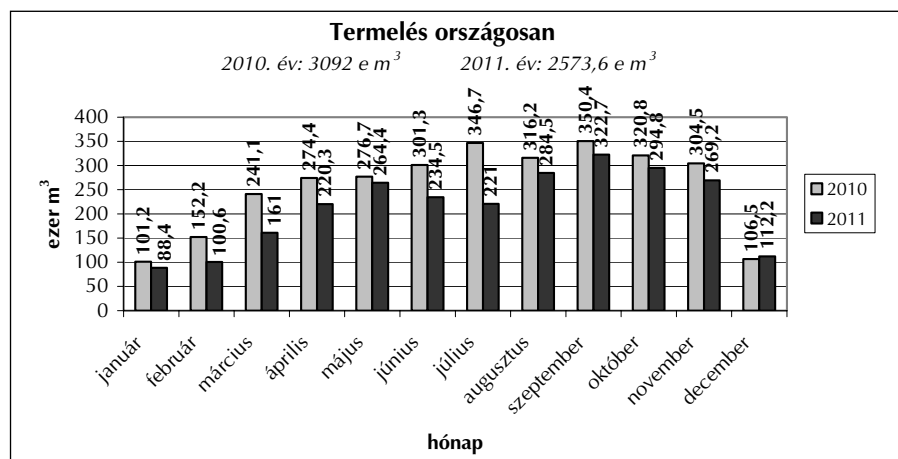
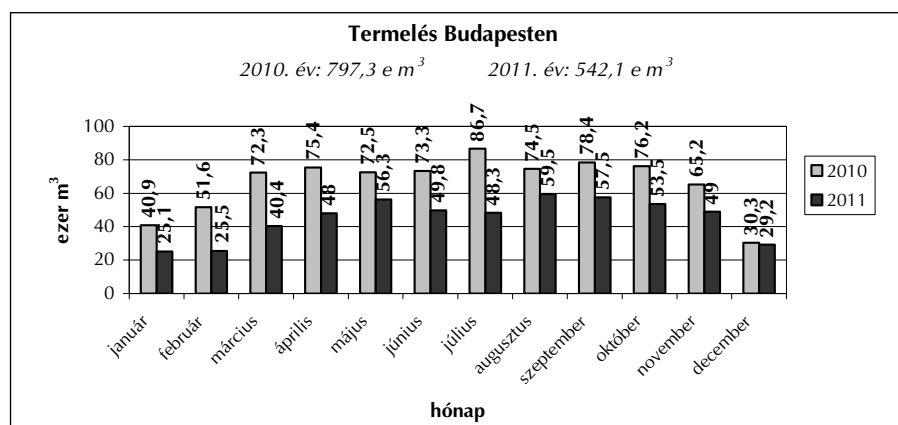
A Magyar Betonszövetség hírei



SZILVÁSI ANDRÁS ügyvezető

A Magyar Betonszövetség adatainak feldolgozása szerint a transzportbeton termelés tovább csökkent 2011-ben. Az utóbbi 10 év országos transzportbeton gyártás teljesítményét vizsgálva kiemelkedő volt a 2005. évi termelés. A termelés visszaesése 2005-höz viszonyítva 55,3 %-os. A 2011. év előző évvel való összehasonlítása alapján a terme-

lés visszaesés 16,7 %. Az építőipari beruházások adataival összevetve a transzportbeton termelés visszaesése magasabb, amely a kivitelezés szerkezetének változásaira utal. Sokkal kevesebb az új épület építése, ugyanakkor az energiatakarékosággal és egyéb modernizációval összefüggő kivitelezési/felújítási tevékenység viszonylag magas.



HÍREK, INFORMÁCIÓK

Az építésügyi szabályozás ésszerűsítéséről és az ehhez kapcsolódó szabványok felülvizsgálatáról szóló 1357/2011. (X. 28.) Kormányhatározat a) pontja értelmében a Kormány felkérte a Magyar Szabványügyi Testületet, hogy az érintett tárcákkal együttműködve vegye el a határozat mellékletében foglalt szabványok felülvizsgálatát. A végrehajtott felülvizsgálat eredményeként elkészült felsorolást a **Szabványügyi Közlöny különszáma** (2012. 2. szám) tartalmazza.

Közzétett szabványok Építési tervek sorozat:

MSZE 1228-1:2012

1. rész: Építési tervdokumentáció általános követelményei

MSZE 1228-2:2012

2. rész: Mérnöki építmények terveinek általános követelményei

MSZE 1228-12:2012

12. rész: Tetők, födémek, áthidalók és álmennyezetek ábrázolása és rajzjelei

MSZE 1228-16:2012

16. rész: Építmények alapjának ábrázolása és jelölése

MSZE 1228-16:2012

Építőipari tűrések. Építőipari mértani paraméterek pontosságának általános előírásai

Oktatási intézmények tervezési előírásai sorozat:

MSZE 24203-1:2012

1. rész: Óvodák

MSZE 24203-2:2012

2. rész: Általános iskolák

MSZE 24203-3:2012

3. rész: Középfokú oktatási intézmények

MSZE 24203-5:2012

5. rész: Gyógy- és rehabilitációs, konduktív pedagógiai nevelési-oktatási intézmények

MSZE 24203-6:2012

6. rész: Kollégiumok, diákotthonok

MSZE 24205-1:2012

Előadó-művészeti létesítmények.

1. rész: Általános tervezési előírások

MSZE 24210-1:2012

Nevelési intézmények tervezési előírásai. 1. rész: Bölcsődék

MSZE 24803-1:2012

Épületszerkezetek megjelenési módjának előírásai.

1. rész: Általános előírások

Több szabványt **visszavontak** az „Építmények tűzvédelme”, az „Építési tűrések” szakterületről.

Nyomószilárdsági osztályok értelmezése. 3. rész

DR. KAUSAY TIBOR

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

- Klarstellung der Druckfestigkeitsklassen (német)
- Clarification of the compressive strength classes (angol)
- Clarification des classes de résistance à la compression (francia)

A dolgozat előző részeiben az egymásnak megfelelő átlagos nyomószilárdságokból és a szabványosítási időszakban érvényes alulmaradási tágasságokból az adott beton nyomószilárdsági osztályát úgy számítottuk ki, hogy viszonyítási alapként az 1977 előtt érvényes szabványok szerinti átlagos nyomószilárdságokat tekintettük. Az 1977 előtti időkben nyolc nyomószilárdsági osztály volt, míg napjainkban azok száma a C55/67 jelű nyomószilárdsági osztályig tizenegy. Ezért is - és az értelmezés kiterjesztése érdekében is - érdemes az egymásnak megfelelő átlagos nyomószilárdságú betonok szabványos és reménybeli nyomószilárdsági osztályát az Euro-

code 2 (MSZ EN 1992-1-1:2010) szabvány szerinti átlagos nyomószilárdságokhoz viszonyítva is összehasonlítani. Ezt az egybevetést az 1/a, 1/b és 1/c táblázatban végeztük el.

A dolgozat előző része arra a kérdésre adott választ, hogy az 1977 előtt érvényes szabványok szerinti átlagos nyomószilárdságú betonok nyomószilárdsági osztálya mely ennek megfelelő, 1977 után érvényes szabványok szerinti átlagos nyomószilárdságú betonok nyomószilárdsági osztályának felel meg. Ugyanakkor az 1/a, 1/b és 1/c táblázat arra a kérdésre keresi a választ, hogy a 2002 óta érvényes Eurocode 2 (mai verziója MSZ EN 1992-1-1:2010) szabvány

szerinti átlagos nyomószilárdságú betonok nyomószilárdsági osztálya mely ennek megfelelő, 2002 előtt érvényes szabványok szerinti átlagos nyomószilárdságú betonok nyomószilárdsági osztályának felel meg.

Az eddigiekben a „reménybeli” magyar nyomószilárdsági osztályokat a mai európai szokás szerint szimmetrikus eloszlás feltételezésével határoztuk meg. Ugyanakkor még jól emlékszünk arra, hogy „az MSZ 4720-2:19:1980 szabvány az $R_m = 20 \text{ N/mm}^2$ szilárdságú betonra fogadja el a normális eloszlás lehetőségét - amelyről köztudott, hogy szimmetrikus -, fokozatosan kisebb átlagszilárdság mellett az eloszlás fokozatos balra ferdülését, míg fokozatosan nagyobb átlagszilárdság mellett az eloszlás fokozatos jobbra ferdülését feltételezi”, írta dr. Ujhelyi János a dr. Szalai Kálmán által szerkesztett könyvben (1982), és a ferdeséget az alulmaradási tágasság $k = 0,54 + 0,1027 \cdot \sqrt{R_m}$ szorzótényezőjének bevezetésével vette figyelembe. E megállapítás helyességében ma sincs okunk kételkedni, ezért a 2/a és 2/b táblázatban az eloszlás ferdeségének figyelembevételével is kiszámítottuk a „reménybeli” magyar nyomószilárdsági osztályokat.

Összefoglalás

A nyomószilárdsági osztályok értelmezése és összehasonlítása céljából áttekintettük a beton nyomószilárdsága követelményének és vizsgálatának változását 1949-től napjainkig. A dolgozat első részében bemutattuk a beton nyomószilárdság jellemzésének változásait grafikusán, és az egymásnak megfelelő átlagos beton nyomószilárdságokat táblázatos formában. A különböző feltételekhez tartozó átlagos nyomószilárdságokat a dolgozat második részében feleltettük meg egymással. Az átszámításhoz használt összefüggéseket a kutatók összehasonlító kísérletek eredményei alapján írták fel, következőképpen azok fizikai tartalmat fejeznek ki, ezért ezek az összefüggések kizárólag az R_m vagy f_{cm} jelű átlagos nyomószilárdságok kapcsolatának kifejezésére alkalmasak, és alkalmatlanok a különböző idő-

Ssz.	1951-1982		1982-2002	
1.	$R_{m,cube,H/1,06} = R_{m,cube,200,H}$	Osztály	$R_{m,cube,H} - k \cdot t \cdot s = R_{k,cube,H}$	Osztály
2.	10-2,8/1,06 = 26 < 50	-	2/0,72-3,0 < 5	-
3.	10-5,6/1,06 = 53 > 50	B 50	4/0,72-3,6 = 2,0 < 5	-
4.	10-11,1/1,06 = 105 > 100	B 100	8/0,72-6,4 = 4,7 < 5	-
5.	10-16,7/1,06 = 158 > 140	B 140	12/0,72-10,0 = 6,7 > 5,0	C 4
6.	10-22,2/1,06 = 209 > 200	B 200	16/0,72-13,1 = 9,1 > 7,5	C 6
7.	10-27,8/1,06 = 262 > 200	B 200	20/0,72-13,8 = 14,0 > 12,5	C 10
8.	10-33,3/1,06 = 314 > 280	B 280	24/0,72-14,5 = 18,8 > 15	C 12
9.	10-38,9/1,06 = 367 > 350	B 350*	28/0,72-15,1 = 23,8 > 20	C 16
10.	10-45,8/1,06 = 432 > 400	B 400	33/0,72-15,8 = 30,0	C 25
11.	10-52,8/1,06 = 498 ~ 500	B 500*	38/0,72-16,5 = 36,3 > 35	C 30
12.	10-59,7/1,06 = 563 > 560	B 560	43/0,72-17,1 = 42,6 > 40	C 35
13.	-	-	48/0,72-17,6 = 49,1 > 45	C 40
14.	-	-	53/0,72-18,2 = 55,4 > 55	C 50
15.	-	-	58/0,72 - 18,7 = 61,4 > 60	C 55
16.	*A B 350 és B 500 jelű nyomószilárdsági osztály az 1982 előtti Vasúti Hídszabályzatban szerepelt		Ha $n = 5$; $t = 2,132$ és a szórás ismeretlen. Lásd: MSZ 4720-2:1980	
17.			Elfogadási valószínűség: 50%	
18.				

1/a. táblázat Egymásnak megfelelő átlagos nyomószilárdságú betonok szabványos nyomószilárdsági osztálya az Eurocode 2 (MSZ EN 1992-1-1:2010) szabvány szerinti átlagos nyomószilárdságokhoz viszonyítva (sorszámok szerint)

Ssz.	2002 óta					
1.	$f_{cm,cyl} - 8 = f_{ck,cyl}$	Osztály	$0,92 \cdot (f_{cm,cube,H} - 4) = f_{ck,cube}$	Osztály	$0,92 \cdot (f_{cm,cube,H} - \lambda \cdot s) = f_{ck,cube}$	Osztály
2.	$2 - 8 < 8$	-	$0,92 \cdot (2,8 - 4) = 16,7 < 10$	-	$0,92 \cdot (2,8 - 4,4) < 10$	-
3.	$4 - 8 < 8$	-	$0,92 \cdot (5,6 - 4) = 1,5 < 10$	-	$0,92 \cdot (5,6 - 4,4) = 1,1 < 10$	-
4.	$8 - 8 < 8$	-	$0,92 \cdot (11,1 - 4) = 6,5 < 10$	-	$0,92 \cdot (11,1 - 4,4) = 6,2 < 10$	-
5.	$12 - 8 = 4 < 8$	-	$0,92 \cdot (16,7 - 4) = 11,7 > 10$	C8/10	$0,92 \cdot (16,7 - 4,4) = 11,3 > 10$	C8/10
6.	$16 - 8 = 8$	C8/10	$0,92 \cdot (22,2 - 4) = 16,7 > 15$	C12/15	$0,92 \cdot (22,2 - 4,4) = 16,4 > 15$	C12/15
7.	$20 - 8 = 12$	C12/15	$0,92 \cdot (27,8 - 4) = 21,9 > 20$	C16/20	$0,92 \cdot (27,8 - 4,4) = 21,5 > 20$	C16/20
8.	$24 - 8 = 16$	C16/20	$0,92 \cdot (33,3 - 4) = 27,0 > 25$	C20/25	$0,92 \cdot (33,3 - 4,4) = 26,6 > 25$	C20/25
9.	$28 - 8 = 20$	C20/25	$0,92 \cdot (38,9 - 4) = 32,1 > 30$	C25/30	$0,92 \cdot (38,9 - 4,4) = 31,7 > 30$	C25/30
10.	$33 - 8 = 25$	C25/30	$0,92 \cdot (45,8 - 4) = 38,5 > 37$	C30/37	$0,92 \cdot (45,8 - 4,4) = 38,1 > 37$	C30/37
11.	$38 - 8 = 30$	C30/37	$0,92 \cdot (52,8 - 4) = 44,9 \sim 45$	C35/45	$0,92 \cdot (52,8 - 4,4) = 44,5 > 37$	C30/37
12.	$43 - 8 = 35$	C35/45	$0,92 \cdot (59,7 - 4) = 51,2 > 50$	C40/50	$0,92 \cdot (59,7 - 4,4) = 50,9 > 50$	C40/50
13.	$48 - 8 = 40$	C40/50	$0,92 \cdot (66,7 - 4) = 57,7 > 55$	C45/55	$0,92 \cdot (66,7 - 4,4) = 57,3 > 55$	C45/55
14.	$53 - 8 = 45$	C45/55	$0,92 \cdot (73,6 - 4) = 64,0 > 60$	C50/60	$0,92 \cdot (73,6 - 4,4) = 63,7 > 60$	C50/60
15.	$58 - 8 = 50$	C50/60	$0,92 \cdot (80,1 - 4) = 70,0 > 67$	C55/67	$0,92 \cdot (80,1 - 4,4) = 69,6 > 67$	C55/67
16.	Lásd: Eurocode 2, ma érvényes változata: MSZ EN 1992-1-1:2010	Kezdeti gyártás		Folyamatos gyártás. Ha $n = 15$; $\lambda = 1,48$; $s_{min} = 3,0 \text{ N/mm}^2$		
17.		Lásd: MSZ EN 206-1:2002 és MSZ 4798-1:2004				
18.		Elfogadási valószínűség: 70%				

1/b. táblázat Egymásnak megfelelő átlagos nyomószilárdságú betonok szabványos nyomószilárdsági osztálya az Eurocode 2 (MSZ EN 1992-1-1:2010) szabvány szerinti átlagos nyomószilárdságokhoz viszonyítva (sorszámok szerint)

Ssz.	Reménybeli magyar előírás			
1.	$f_{cm,cyl} - t \cdot s = f_{ck,cyl}$	Osztály	$f_{cm,cyl} - t \cdot s = f_{ck,cyl}$	Osztály
2.	-	-	$2 - 4 < 8$	-
3.	$2 - 4,6 < 8$	-	$4 - 4 = 1,3 < 8$	-
4.	$8 - 4,6 = 3,4 < 8$	-	$8 - 4 = 4 < 8$	-
5.	$12 - 4,6 = 7,4 < 8$	-	$12 - 4 = 8$	C8/10
6.	$16 - 4,6 = 11,4 > 8$	C8/10	$16 - 4 = 12$	C12/15
7.	$20 - 4,6 = 15,4 > 12$	C12/15	$20 - 4 = 16$	C16/20
8.	$24 - 4,6 = 19,4 > 16$	C16/20	$24 - 4 = 20$	C20/25
9.	$28 - 4,6 = 23,4 > 20$	C20/25	$28 - 4 = 24 > 20$	C20/25
10.	$33 - 4,6 = 28,4 > 25$	C25/30	$33 - 4 = 29 > 25$	C25/30
11.	$38 - 4,6 = 33,4 > 30$	C30/37	$38 - 4 = 34 > 30$	C30/37
12.	$43 - 4,6 = 38,4 > 35$	C35/45	$43 - 4 = 39 > 35$	C35/45
13.	$48 - 4,6 = 43,4 > 40$	C40/50	$48 - 4 = 44 > 40$	C40/50
14.	$53 - 4,6 = 48,4 > 45$	C45/55	$53 - 4 = 49 > 45$	C45/55
15.	$58 - 4,6 = 53,4 > 50$	C50/60	$58 - 4 = 54 > 50$	C50/60
16.	Ha $n = 5$ és $t = 2,132$ $s_{min,cyl} = 3,0/1,4 = 2,14 \text{ N/mm}^2$		Ha $n = 9$ és $t = 1,860$ $s_{min,cyl} = 3,0/1,4 = 2,14 \text{ N/mm}^2$	
17.	Szimmetrikus eloszlás feltételezésével			
18.	Elfogadási valószínűség: 50%			

1/c. táblázat Egymásnak megfelelő átlagos nyomószilárdságú betonok szabványos nyomószilárdsági osztálya az Eurocode 2 (MSZ EN 1992-1-1:2010) szabvány szerinti átlagos nyomószilárdságokhoz viszonyítva (sorszámok szerint)

szakonkénti nyomószilárdságok jellemző értékének átszámítására.

Az egymásnak megfelelő átlagos nyomószilárdságokból és a szabványosítási időszakban érvényes alulmaradási tágasságokból kiszámítottuk az

adott beton nyomószilárdsági osztályát úgy, hogy viszonyítási alapként egyszer az 1977 előtt érvényes szabványok szerinti átlagos nyomószilárdságokat, másszor az Eurocode 2 (MSZ EN 1992-1-1:2010) szabvány szerinti

átlagos nyomószilárdságokat tekintettük. Az egymásnak megfelelő átlagos nyomószilárdságú betonok szabványos és reménybeli nyomószilárdsági osztályai összevetésének eredményét a 3. táblázatban foglaltuk össze.

A 3. táblázat gyakorlati alkalmazásának alapvetően két területe látszik.

Egyrészt a 3. táblázat segítségével a 2002 előtti szabványokban, előírásokban, irodalmi közlésekben és tervdokumentációkban szereplő nyomószilárdsági osztályok a mai előírások szerint értelmezhetők, feltéve, ha az összevetésnek az egymásnak megfelelő átlagos nyomószilárdságú betonok nyomószilárdsági osztálya képezi az alapját. Például az egykori B 400 nyomószilárdsági osztályú beton átlagos nyomószilárdsága az 1982-2002 közötti C 20 nyomószilárdsági osztályú betonok átlagos nyomószilárdságának, továbbá a mai Eurocode 2 (MSZ EN 1992-1-1:2010) szerinti C20/25, illetve MSZ EN 206-1:2002 szerinti C25/30 nyomószilárdsági osztályú beton átlagos nyomószilárdságának felel meg. Vagy másképp, az Eurocode 2 (MSZ EN 1992-1-1:2010) szerinti C20/25, illetve az MSZ EN 206-1:2002 szerinti C25/30 nyomószilárdságokhoz viszonyítva (sorszámok szerint)

Sorszám	Szabványos nyomószilárdsági osztály	Reménybeli nyomószilárdsági osztály az 1977 előtt érvényes szabványok szerinti átlagos nyomószilárdságokhoz viszonyítva			
1.	1951-1982	$f_{cm,cyl} - k \cdot t \cdot s = f_{ck,cyl}$	Osztály	$f_{cm,cyl} - k \cdot t \cdot s = f_{ck,cyl}$	Osztály
2.	B 50	3,8-3,6 = 0,2 < 8	-	3,8-3,1 = 0,7 < 8	-
3.	B 70	5,3-3,8 = 1,5 < 8	-	5,3-3,3 = 2,0 < 8	-
4.	B 100	7,6-4,0 = 3,6 < 8	-	7,6-3,5 = 4,1 < 8	-
5.	B 140	10,6-4,3 = 6,3 < 8	-	10,6-3,7 = 6,9 < 8	-
6.	B 200	15,1-4,6 = 10,5 > 8	C8/10	15,1-4,0 = 11,1 > 8	C8/10
7.	B 280	21,2-5,0 = 16,2 > 16	C16/20	21,2-4,4 = 16,8 > 16	C16/20
8.	B 350*	26,5-5,3 = 21,2 > 20	C20/25	26,5-4,7 = 21,8 > 20	C20/25
9.	B 400	30,3-5,5 = 24,8 > 20	C20/25	30,3-4,8 = 25,5 > 25	C25/30
10.	B 500*	37,8-5,9 = 31,9 > 30	C30/37	37,8-5,1 = 32,7 > 30	C30/37
11.	B 560	42,4-6,1 = 36,3 > 35	C35/45	42,4-5,3 = 37,1 > 35	C35/45
12.	* B 350 és	44,9-6,2 = 38,7 > 35	C35/45	44,9-5,4 = 39,5 > 35	C35/45
13.	B 500 jelű	48,7-6,4 = 42,3 > 40	C40/50	48,7-5,5 = 43,2 > 40	C40/50
14.	nyomószilárdsági	52,6-6,5 = 46,1 > 45	C45/55	52,6-5,7 = 46,9 > 45	C45/55
15.	osztály az	56,6-6,7 = 49,9 ~ 50	C50/60	56,6-5,8 = 50,8 > 50	C50/60
16.	1982 előtti	Ha n = 5 és t = 2,132		Ha n = 9 és t = 1,860	
17.	Vasúti	$s_{min,cyl} = 3,0/1,4 = 2,14 \text{ N/mm}^2$		$s_{min,cyl} = 3,0/1,4 = 2,14 \text{ N/mm}^2$	
18.	Hídszabályzatban szerepelt	Az eloszlás ferdeségének figyelembevételével			
		Elfogadási valószínűség: 50%			

2/a táblázat Egymásnak megfelelő átlagos nyomószilárdságú betonok reménybeli nyomószilárdsági osztálya az eloszlás ferdeségének figyelembevételével (sorszámok szerint)

Sorszám	Szabványos nyomószilárdsági osztály	Reménybeli nyomószilárdsági osztály az Eurocode 2 (MSZ EN 1992-1-1:2010) szabvány szerinti átlagos nyomószilárdságokhoz viszonyítva			
1.	1951-1982	$f_{cm,cyl} - k \cdot t \cdot s = f_{ck,cyl}$	Osztály	$f_{cm,cyl} - k \cdot t \cdot s = f_{ck,cyl}$	Osztály
2.	B 50	2-3,3 < 8	-	2-2,8 < 8	-
3.	B 70	4-3,6 = 0,4 < 8	-	4-3,1 = 0,9 < 8	-
4.	B 100	8-4,1 = 3,9 < 8	-	8-3,5 = 4,5 < 8	-
5.	B 140	12-4,4 = 7,6 < 8	-	12-3,8 = 8,2 < 8	-
6.	B 200	16-4,7 = 11,3 > 8	C8/10	16-4,1 = 11,9 > 8	C8/10
		20-5,0 = 15,0 > 12	C12/15	20-4,3 = 15,7 > 12	C8/10
7.	B 280	24-5,2 = 18,8 > 16	C16/20	24-4,5 = 19,5 > 16	C16/20
8.	B 350*	28-5,4 = 22,6 > 20	C20/25	28-4,7 = 23,3 > 20	C20/25
9.	B 400	33-5,7 = 27,3 > 20	C25/30	33-4,9 = 28,1 > 25	C25/30
10.	B 500*	38-5,9 = 32,1 > 30	C30/37	38-5,1 = 32,9 > 30	C30/37
11.	B 560	43-6,1 = 36,9 > 35	C35/45	43-5,3 = 37,7 > 35	C35/45
12.	* B 350 és	43-6,1 = 36,9 > 35	C35/45	43-5,3 = 37,7 > 35	C35/45
13.	B 500 jelű	48-6,3 = 41,7 > 40	C40/50	48-5,5 = 42,5 > 40	C40/50
14.	nyomószilárdsági	53-6,5 = 46,5 > 45	C45/55	53-5,7 = 47,3 > 45	C45/55
15.	osztály az	58-6,7 = 51,3 > 50	C50/60	58-5,8 = 52,2 > 50	C50/60
16.	1982 előtti	Ha n = 5 és t = 2,132		Ha n = 9 és t = 1,860	
17.	Vasúti	$s_{min,cyl} = 3,0/1,4 = 2,14 \text{ N/mm}^2$		$s_{min,cyl} = 3,0/1,4 = 2,14 \text{ N/mm}^2$	
18.	Hídszabályzatban szerepelt	Az eloszlás ferdeségének figyelembevételével			
		Elfogadási valószínűség: 50%			

2/b táblázat Egymásnak megfelelő átlagos nyomószilárdságú betonok reménybeli nyomószilárdsági osztálya az eloszlás ferdeségének figyelembevételével (sorszámok szerint)

lárdsági osztályú beton átlagos nyomószilárdsága az 1982-2002 közötti C 16 nyomószilárdsági osztályú betonok átlagos nyomószilárdságának, továbbá az egykori B 350 nyomószilárdsági osztályú beton átlagos nyomószilárdságának felel meg.

Másrészt a 3. táblázat segítségével érzékelhető az Eurocode 2 (MSZ EN 1992-1-1:2010) méretezési szabvány és az MSZ EN 206-1:2002 beton-szabvány - az alumaradási tágasságra vonatkozó - eltérő felfogásának következménye.

Ha az Eurocode 2 alapján készített tervdokumentáció szerint valamely szerkezet elkészítéséhez például C25/30 nyomószilárdsági osztályú betonra van szükség, akkor a betont az MSZ EN 206-1:2002 szerinti C30/37 minőségben kell elkészíteni ahhoz, hogy a tervezett és a gyártott beton átlagos nyomószilárdsága egymásnak megfeleljen. Ha a gyártó ezt nem veszi figyelembe, és a betont az MSZ EN 206-1:2002 szerinti C25/30 minőségben szállítja, akkor azt át fogja tudni adni, ha az átadás-átvételi eljárás során a beton átlagos nyomószilárdságából a nyomószilárdsági osztályt az MSZ EN 206-1:2002 betonszabvány szerint számítják ki, de nehézségei lesznek, ha a nyomószilárdsági osztály meghatározását a beruházó vagy a tervező az Eurocode 2 méretezési szabvány felfogásában követeli meg. Ennek következményei ellen szerződéskötéskor kell védekezni.

Betontechnológiai kultúránk több vonatkozásban a német gyakorlatot követve fejlődött, ezért befejezésül R. Springenschmid (2007) könyvrészletét idézzük, aki arról ír, hogy az idők folyamán a nyomószilárdsági osztályok jelölése és ezzel a nyomószilárdság követelménye is változott. Németországban 1972-ig a 20 cm méretű próbakockák kg/cm²-ben kifejezett átlagos nyomószilárdságával jellemezték a betont, például: B 300; 1972 és 1978 között a 20 cm méretű próbakockák kg/cm²-ben kifejezett 5%-os alumaradási hányada képezte a névleges nyomószilárdságot (németül: Nennfestigkeit) és ehhez a legalább három próbakockából meghatározott,

Az összevetés alapját képező szabvány	Szabványos nyomószilárdsági osztályok					Reménybeli magyar előírás			
						szimmetrikus eloszlás feltételezésével		az eloszlás ferdeségének figyelembevételével	
	1951-1982	1982-2002	2002 óta			ha $n = 5$	ha $n = 9$	ha $n = 5$	ha $n = 9$
1977 előtti és Eurocode 2	B 50	-	-	-	-	-	-	-	-
	B 70	-	-	-	-	-	-	-	-
	B 100	-	-	-	-	-	-	-	-
1977 előtti Eurocode 2	B 140	C 4	-	-	-	-	-	-	-
1977 előtti Eurocode 2	B 200	C 6	-	C12/15	C12/15	C8/10	C8/10	C8/10	C8/10
		C 10	C8/10	C16/20	C16/20	C12/15	C16/20	C12/15	C12/15
1977 előtti Eurocode 2	B 280	C 12	-	C20/25	C20/25	C16/20	C20/25	C16/20	C16/20
		C 16	C16/20	C25/30	C25/30	C20/25	C20/25	C20/25	C20/25
1977 előtti Eurocode 2	B 350*	C 20	-	C30/37	C30/37	C25/30	C25/30	C25/30	C25/30
		C 25	C25/30	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37
1977 előtti Eurocode 2	B 400	C 30	-	C40/50	C40/50	C35/45	C35/45	C35/45	C35/45
		C 35	C35/45	C45/55	C45/55	C40/50	C40/50	C40/50	C40/50
1977 előtti Eurocode 2	B 500*	C 40	-	C50/60	C50/60	C45/55	C45/55	C45/55	C45/55
		C 45	C40/50	C55/67	C55/67	C50/60	C50/60	C50/60	C50/60
1977 előtti Eurocode 2	B 560	C 50	-	C60/80	C60/80	C55/67	C55/67	C55/67	C55/67
		C 55	C45/55	C70/90	C70/90	C60/80	C60/80	C60/80	C60/80
1977 előtti Eurocode 2	B 600*	C 60	-	C70/90	C70/90	C60/80	C60/80	C60/80	C60/80
		C 65	C50/60	C80/100	C80/100	C70/90	C70/90	C70/90	C70/90
Megjegyzések	* B 350 és B 500 jelű nyomószilárdsági osztály az 1982 előtti Vasúti Hídszabályzatban szerepelt	ha $n=5$, $t=2,132$, $s=$ ismeretlen, MSZ 4720-2:1980	Eurocode 2, ma érvényes változata: MSZ EN 1992-1-1:2010	kezdeti gyártás	folyamatos gyártás	$t = 2,132$ $s_{min,cyl} = 3,0/1,4 = 2,14 \text{ N/mm}^2$	$t = 1,860$ $s_{min,cyl} = 3,0/1,4 = 2,14 \text{ N/mm}^2$	$t = 2,132$ $s_{min,cyl} = 3,0/1,4 = 2,14 \text{ N/mm}^2$	$t = 1,860$ $s_{min,cyl} = 3,0/1,4 = 2,14 \text{ N/mm}^2$
		Elfogadási valószínűség: 50%		Elfogadási valószínűség: 70%		Elfogadási valószínűség: 50%			

3. táblázat Egymásnak megfelelő átlagos nyomószilárdságú betonok szabványos és reménybeli nyomószilárdsági osztályainak összevetése

50 kP/cm² értékkel nagyobb átlagos nyomószilárdság (németül: Serienfestigkeit) tartozott, például Bn 250; 1978-ban ez csak annyiban változott, hogy a mértékegység N/mm² lett, például B 25; 2005 óta a szabványos próbatestek Ø150-300 mm méretű hengerek, illetve 150 mm méretű kockák, így a nyomószilárdsági osztály jele például: C20/25.

A nyomószilárdsági osztályok jelölése Németországban tehát lényegében a következő példa szerint

változott: B 300 ~ Bn 250 = B 25 ~ C20/25.

Magyarországon B 300 jelű beton nyomószilárdsági osztály nem volt, de ha a bemutatott módszerrel elvégezzük az átszámítást, akkor az $R_{m,cube,200,H} = 300 \text{ kP/cm}^2$ értékből kiindulva ugyanerre az eredményre jutunk: $f_{ck,cube} = 0,92 \cdot (1,06 \cdot 300 / 10 - 4,4) = 25,2 > 25 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{C20/25}$ az MSZ EN 206-1:2002 európai betonszabvány szerinti nyomószilárdsági osztály.

Felhasznált irodalom

- „Építésügyi Szabályzat Budapest székesfőváros területére”. Az 1870. évi X. törvénycikk alapján kiadta a Fővárosi Közmunkák Tanácsa. Második, kiegészített kiadás. Hellas Irodalmi és Nyomdai Rt., Budapest, 1926. Megjegyzés: A hivatkozott, „a Dunafolyamnak a főváros mellett szabályozásáról s a forgalom és közlekedés érdekében Buda-Pesten létesítendő egyéb közmunkák

- költségeinek fedezéséről és e közmunkák végrehajtási közegeiről” szóló 1870. évi X. törvénycikk 10. §-a rendelkezett a Fővárosi Közmunkák Tanácsa felállításáról, és a 11. § - 27. § a tanács feladatairól.
- Halász István: „A különböző méretű és alakú próbatesteken kapott eredmény átszámítása nyomószilárdság esetén” fejezet „A beton minőségellenőrzése” című könyvben, pp. 331-339. Szerkesztette: Szalai Kálmán. Magyar Szabványügyi Hivatal, Szabványosítási szakkönyvtár, 26. szám. Szabványkiadó. Budapest, 1982.
 - Kausay Tibor: „Nyomószilárdsági osztály” fejezet a „Cement-beton Kisokos” című könyvben., pp. 93-99. Főszerkesztő: Pluzsik Tamás. Holcim Hungária Zrt., Budapest, 2008.
 - Kilián József: „Építőanyagok I.”, Kézirat. 3. változatlan utánnyomás. Tankönyvkiadó. Budapest, 1975.
 - KPM. Sz. HI/I – 56 R „Közúti Hídszabályzat”. Közlekedési és Postaügyi Minisztérium. Szakmai szabvány. Budapest, 1956.
 - Magyar és európai szabványok. A felhasznált szabványok jelzetei a cikkben található.
 - Pécsi Eszter (Fischer Józsefné): „Biztonsági tényező kérdése”, fejezet „A vasbeton” című könyvben, pp. 209-226. Szerkesztette dr. Palotás László, Magyar Építőmesterek Egyesülete, Budapest, 1947.
 - Roknich György: „Hídbeton”, fejezet „A beton minőségellenőrzése” című könyvben, pp. 442-445. Szerkesztette: Szalai Kálmán. Magyar Szabványügyi Hivatal, Szabványosítási szakkönyvtár, 26. szám. Szabványkiadó. Budapest, 1982.
 - Springenschmid R.: „Betontechnologie für die Praxis”, Bauwerk Verlag GmbH, Berlin, 2007.
 - Szalai Kálmán: „A minőségellenőrzés elméleti alapjai” és „A beton tulajdonságok jellemzőinek szá-
mítási értékei”, fejezetek „A beton minőségellenőrzése” című könyvben, pp. 20-43. és 369-382. Szerkesztette: Szalai Kálmán. Magyar Szabványügyi Hivatal, Szabványosítási szakkönyvtár, 26. szám. Szabványkiadó. Budapest, 1982.
 - Ujhelyi János: „A beton statisztikai jellemzőire vonatkozó adatok”, fejezet „A beton minőségellenőrzése” című könyvben, pp. 113-161. Szerkesztette: Szalai Kálmán. Magyar Szabványügyi Hivatal, Szabványosítási szakkönyvtár, 26. szám. Szabványkiadó. Budapest, 1982.

◇ ◇

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.

Adding Value to Concrete

BASF
The Chemical Company

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 lánctalpas kotrógépek, gréderek, betonpumpák

D'AVINO önjáró betonmixerek

MIKASA talajtömörítő gépek

CAMAC emelőberendezések, betonkeverők

SIMA vágó-, csiszoló- és megmunkológépek

ENAR tűvibrátorok és vibrátorgerendák

DAISHIN szivattyúk

OPTIMAL földlabdás fakiemelő

MECCANICA BREGANZESE pofás törőkanalak

MANTOVANIBENNE roppantó-, őrlő-, vágóollók

GARBIN láncos árokmarók

TABE ÉS BÉTA bontóalapácsolók

AUGER TORQUE hidraulikus talajfúrók

ATLAS COPCO hidraulikus kéziszerszámok

SIMEX aszfalt és betonmarók, törőkanalak

IMER keverő és vakológépek, esztrich- és betonpumpák

LOTUS alurámpák

JUNTTAN és ENTECO cölöpöző gépek

HANJIN geotermikus és kútúró 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



Alapítva - Since 1938

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
- kőanyaghalmozok
- cölöpök, földemek
- beton termékek

Gyorsan - kiváló minőségben

Kapcsolat - árajánlatkérés:

E-mail: postmaster@ktiuhid.t-online.hu

Telefon: +36-1-204-79-83

Fax: +36-1-204-79-82

Információk: www.kti.hu

(folytatás a 6. oldalról)

A nanotechnológia építőiparban már meghonosodott alkalmazási területe az öntisztuló betonfelület, melyet fotokatalitikus tulajdonságú titánoxid tartalmú cementtel készítenek. Gazdasági okokból a betonszerkezetnek csak a külső vékony betonréteget készítik fotokatalitikus cementtel.



3. ábra Fotokatalitikus betonból előregyártott panelelemek

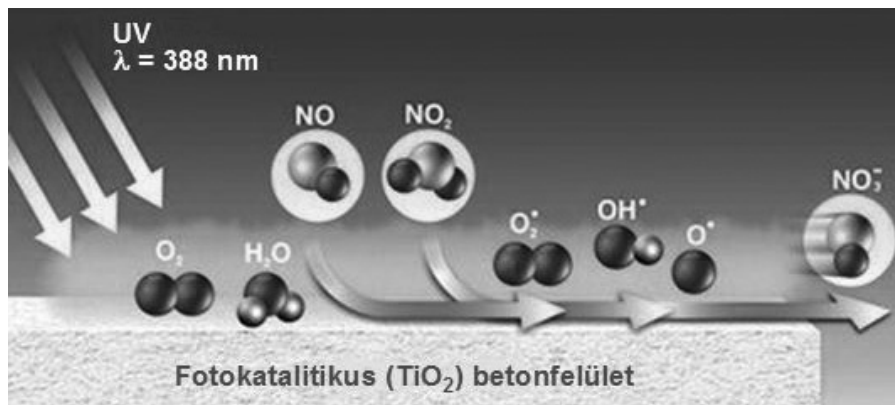
Fotokatalitikus cementbevonat környezetvédelmi alkalmazása

A kipufogó gázok okozta légszennyező NO és NO₂ anyagok mennyiségének csökkentésére titán-dioxidot tartalmazó cementet alkalmaznak, mely fotokatalitikus hatása révén a levegőben lévő és az egészségre veszélyes nitrogén-oxidokat átalakítja ártalmatlan nitrátokká (NO₃⁻).

A fotokatalitikus bevonat légszennyezettséget csökkentő reakciói:

- A titán-dioxid az UV sugárzás hatására elektronokat gerjeszt: $TiO_2 + h\nu \rightarrow e^-$
- Az elektronok reakcióba lépnek a levegő oxigénjével, reagens oxigénionok keletkeznek: $e^- + O_2 \rightarrow O_2^- \dots + H^+ \rightarrow OH^*$ (szennyeződések eltávolítása)
- Az oxigénionok reakcióba lépnek a nitrogén-oxidokkal, és vízzel eltávolítható nitrát ionokat hoznak létre: $O_2^- + NO \rightarrow NO_3^-$

A HeidelbergCement Group által gyártott TioCem® titán-dioxid tartalmú cement (forgalmazója a DDC), mely fotokatalitikus hatása révén csökkenti a légszennyezés mértékét. Felhasználási területei a betontermékek, térkő betonelemek, járdaszegélyek, hangszigetelő betonelemek és zajvédő falak.



4. ábra Fotokatalitikus cementtel készült betonfelületek levegőtisztítása

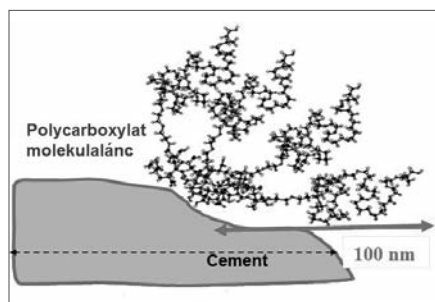
Nanotechnológia a betonadalékszerek alkalmazásában

A betontechnológusok számára ismert jelenség, hogy a beton keverése közben a cementszemcsék hajlamosak az agglomerációra, mely előnytelenül befolyásolja a frissbeton keverhetőségét és bedolgozhatóságát, azaz a mobilitását.

A cementszemcsék agglomerálódásának a megszüntetésére kiegyensúlyozatlan villamos töltéssel rendelkező képlékenyítő adalékszereket adagolnak a betonkeverékhez. Az új generációs polikarboxilát bázisú nanostrukturális adalékszerek (mint például a Sika ViscoCrete) folyósító hatásukat a szálak molekulák nanoméretű (50-100 nm hosszúságú) polimer oldalláncaik tisztító hatású „térbeli gátlás” mechanizmusával fejtik ki (6. ábra).

A nanostrukturális folyósítók a nagy-teljesítőképességű, nagyszilárd-ságú és öntömörödő betonok adalékszerei. Vízcsökkentő hatásuk 20-35%, így alkalmazásukkal a beton v/c tényezője 0,22 értéknél is kisebb lehet, ami megteremti az ultra nagy szilárd-ságú betonok készítésének lehetőségét.

A hagyományos folyósítószer-ek, de a modernebb hatású folyósítószerek is, negatív töltésű oldalláncokkal

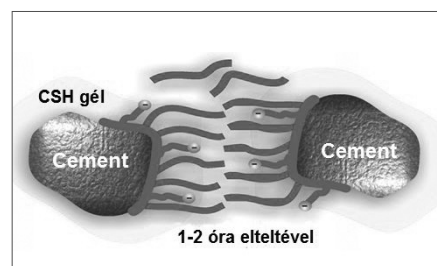
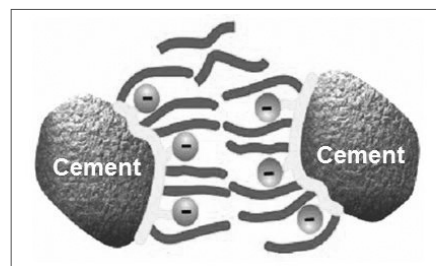


5. ábra Molekulalánc a cement felszínén

rendelkező polimerekből állnak, melyek már a hidratáció kezdeti stádiumában feltapadnak a cementszemcse felületére. A cementkötési folyamatok korai szakaszában keletkező ettringit kristályok azonban ezeket az oldalláncokat benövik, ezáltal az adalékszer hatása lecsökken, a beton eltarthatósága és bedolgozhatósága le-
rövidül.

A nanostrukturális folyósítók - a polikarboxilát polimer hosszú oldal-ágainak köszönhetően - térben is akadályozzák a cementszemcsék összetapadását. Mellékhatásként egy darabig fékezik a cement hidratációját, meghosszabbítva ezzel a hígabb konzisztencia tartását, valamint a bedolgozhatóság időtartama is szabályozhatóvá válik.

Más elven működik a Mapei CHRONOS folyósító szer, melynek molekulalánc rendszerében kezdetben nincsenek negatív töltésű, csak viszonylag semleges oldalláncok, melyek

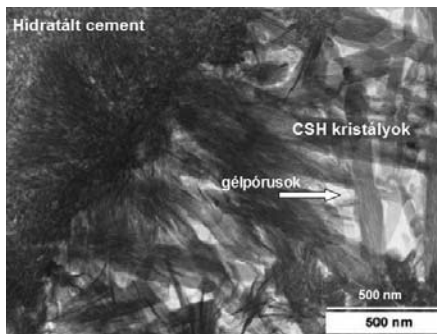


6. ábra A cementek felületén kialakuló szálak molekulák tisztító hatása

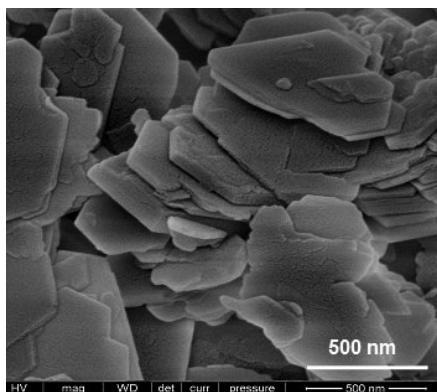
töltése idővel negatívra változik, de ekkorra már az ettringit jelentős részben kialakul, így nem tudja beőni a polimert. Ennek köszönhetően a képlékenyítő szer képes a hatását igen hosszú időn át kifejteni, kötéskésleltető alkalmazása nélkül is.

Betonok tömörségének fokozása nano-adalékanyagokkal

A betontechnológusok számára mindig kihívást jelent egy teljesen tömör (vízzáró és légzáró) beton készítése. A nagy teljesítőképességű betonok (HPC) és a nagymértékben vízzáró betonok előállításához igen nagy betontömörséget kell biztosítani, aminek eléréséhez már a cementkő gélporusainak (átmérő kb. 1-100 nm) mennyiségét is csökkenteni szükséges. Ezt a hagyományos cementkiegészítő anyagok, mint például pernye és kőpor adagolásával, vagy a v/c csökkentésével már nem tudjuk biztosítani, ezért a gélporusok mikro- és nanoméret tartományával megegyező adalékanyagok, mint például szilikapor és mikroszilika, valamint nanoszilika és nanoméretű alumoszilikátok adagolására van szükség (7., 8., 9., 10. ábra).



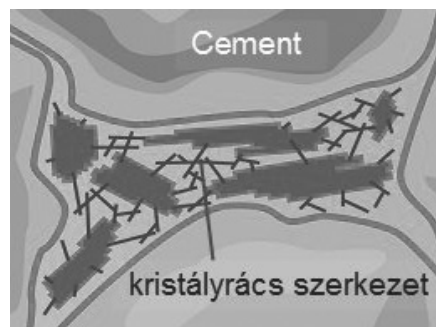
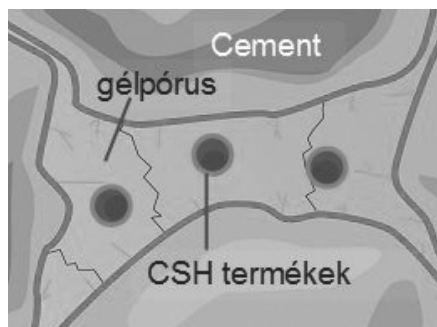
7. ábra Nanoméretű gélporusok a cementkő kristályszerkezetében



8. ábra Az alumoszilikát réteges lemezei



9. ábra Szilikapor és alumoszilikát adalékanyagok a cementkő porusvizében



10. ábra CSH termékek és nanokristályok a cement gélporusában

A nanoszilika a szilíciumdioxid (SiO_2) vizes koloid oldata. Nanoméretű részecskéinek átmérője 15-50 nm, fajlagos felülete $F \approx 200.000 \text{ m}^2/\text{kg}$, ami lényegesen nagyobb a szilikaporénál. Hidraulikus aktivitással rendelkező nanoanyagként alkalmas a cementkő gélporus rendszerének csökkentésére. Ezért adagolják az agresszív vizeknek ellenálló, nagyszilárdságú vízzáró betonokhoz.

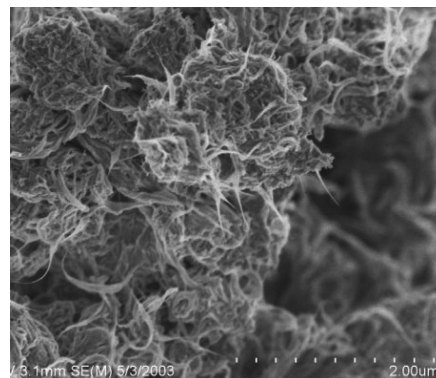
A betonok tömörségének, vízzáróságának és korrózióállóságának igen nagyfokú növelésére alkalmas a Centrilic NC (MC-Bauchemie) dinamikus kristályosodó alumoszilikát. Ezt a nanoméretű adalékanyagot rétegszilikátokból hőkezeléssel állítják elő. Igen jelentős puccolán aktivitással rendelkezik, így a cementkő gélporusaiban kristályosodva, nagymértékben növeli a beton tömörségét. Az alumoszilikát adalékanyag különösen alkalmas az agresszív vizeknek ellenálló nagyszilárdságú és vízzáró betonok megfelelő tömörségének biztosítására.

Betonok szilárdságának és repedésállóságának növelése nanocsövekkel

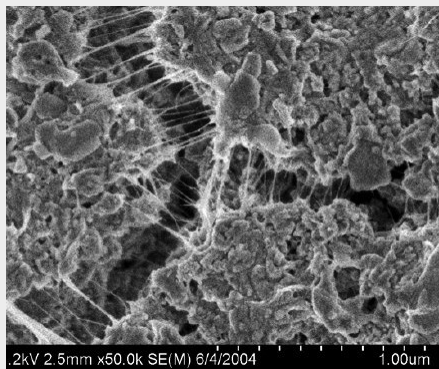
A szén nanocsöveket ma már eredményesen alkalmazzák a nagy teljesítőképességű betonokhoz, elsősorban a cementkő szilárdságának és

repedésállóságának növelésére (11. ábra). Azonban a betontechnológusok számára nem kis feladatot jelent ezeknek a parányi méretű nanocső anyagoknak a kezelése, mérlegelése, adagolása és a betonban való homogén elkeverése. Az 1 m^3 betonhoz adagolandó mennyiség a cement tömegére vetítve 0,001 - 0,08%, ami kb. 0,3 - 20 dkg nanocső adagolást jelent. Ezt a kis mennyiséget a diszpergálást fokozó és a plasztifikáló adalékszerek hozzáadása után, változó mágneses térben és ultrahangos keveréssel szuszpenzióvá alakítják, mely a cementpépben már homogénen elkeverhető.

Szén nanocsövekkel modifikált nagy teljesítőképességű betonok nyomószilárdsága 50% mértékben, míg a hajlító-húzószilárdsága közel kétsze-



11. ábra Szén nanocsövek a megszilárdult beton cementkőjében



12. ábra Nanocsövekkel szálerősített beton

resére növekszik az etalon betonok szilárdságához képest.

Szén nanocsövek alkalmazásával igen nagymértékben növelhető a betonok repedésállósága, különösen a betonok dilatációs hőmozgásából, és a fagyás közben keletkező mikrorepedések tartományában, növelve ezzel a beton húzószilárdságát és fagyállóságát.

Habarcok tulajdonságainak javítása nanotechnológiával

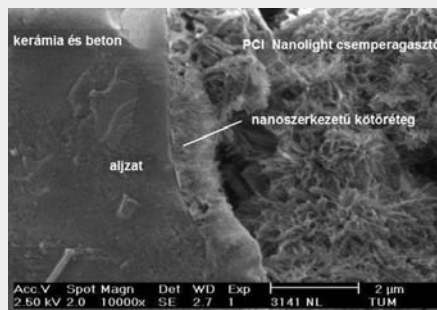
Az építőiparban a betonjavító és a csemperagasztó habarcok tulajdonságainak javítására igen széles körben alkalmaznak nanotechnológiát, azaz nanoméretű adalékokat és szálerősítést, melyek növelik a tapadószilárdságot és a mechanikai igénybevétellel szembeni ellenállást (13. ábra).



13. ábra Nanomodifikált betonjavító habarcs makrostruktúrája

A BASF Emaco NanoCrete egy nanomodifikált, szálerősítéses, zsugorodás kompenzált, betonjavító habarcs vasbetonszerkezetek javítására. Különösen alkalmas agresszív és magas szulfáttartalmú ipari környezetben, csővezetékek, hűtőtornyok és kémények, szennyvízkezelő létesítmények javítására.

A BASF PCI Nanolight univerzális csemperagasztó nanotechnológiai kialakítása révén egyedülálló tapadási tulajdonságokkal rendelkezik, és ez által különleges biztonságú és hosszú élettartamú kötést hoz létre az aljzat és a burkolat között (14. ábra).



14. ábra A csemperagasztó nanoméretű kötőrétege



15. ábra A nanokristályokkal beágyazott szénszál a habarcsban

A Caparol cégcsoport hőszigetelési rendszerei nanokristályokkal beágyazott szénszálakat is tartalmaznak (15. ábra), mely igen nagymértékben növeli a polisztirol alapú hőszigetelő rendszerek mechanikai hatásokkal szembeni ellenállását, mint például a jégverés. A Capatect Carbon termékcsalád tagja a CarboNit szénszálerősítésű habarcs, valamint a szálerősített CarboPor vékonyvakolat, mely a fotokatalitikus hatása alapján öntisztuló és hidrofób is.

Nanocement építőipari alkalmazása

Nanoméretű szemcsehalmazokkal, például nanoszilikát és alumoszilikátokat tartalmazó kötőanyagokkal jelentősen növelhető a betonok teljesítőképessége, azaz szilárdsága, tömörsége és tartóssága. Hasonló eredményre vezet, ha cement kötőanyag meghatározott szemcseméret-eloszlással rendelkező „nano-frakciókat” is tartalmaz. A nanocement - a kis szemcse-

méreteiből adódóan - nagy hőfejlődéssel hidratál, gyorsan köt és szilárdul, a cementkő igen minimális permeabilitással rendelkezik, ami már a teljes vízzáróságán túl alkalmassá teszi a belőle készült betonszerkezetet pl. a radon gáz szűrésére is. Ezeket a 3 µm-nél kisebb, de nanoméretű cementszemcséket is tartalmazó „nanocementeket” csak speciális cementmalomokban lehet előállítani, nem kis energia ráfordítással.

A mérnökök számára nem kis fejtörést okoznak a hazánkban is forgalomban lévő mindent tudó „nanocementek”. Nehéz kideríteni az igazságtartalmukat a nanotechnológiára hivatkozó, különböző vízszigetelő anyagoknak is. 2012-ben laboratóriumi ellenőrző és összehasonlító mérésekkel vizsgálatot indítunk a hatékonyságuk és hatásmechanizmusuk kiderítésére.

Felhasznált irodalom

- Nanotechnológia. Dr. Mojzes Imre; Molnár László Milán. Műegyetemi Kiadó, 2007.
- Nanotechnológiák az európai építőiparban. State of the art 2009. Vezetői összefoglaló. F.A. van Broekhuizen és J.C. van Broekhuizen. Amszterdam, 2009. nov.
- TiO₂ Photocatalysis: A Historical Overview and Future Prospects. Kazuhito Hashimoto; Hiroshi Irie; Akira Fujishima. Japanese Journal of Applied Physics Vol. 44, No. 12, 2005.
- TioCem - egy környezetbarát, csúcstechnológiájú cement. Szabó Imre DDC Kft., Beremend. Beton. 2011. március XIX. évf. 3. szám.
- Modification of cement matrixes of carbon nanotubes. G. Yakovlev Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia.
- Carbon nanotubes cement composites. Giuseppe Ferro. Politecnico di Torino, Department of Structural Engineering and Geotechnics, Torino, Italy.
- A termékeket gyártó cégek internetes honlapjai és termékismertetői (kb. 20 db)