

SZAKMAI HAVILAP
2010. FEBRUÁR
XVIII. ÉVF. 2. SZÁM

„Beton - tőlünk függ, mit alkotunk belőle”

BETON

DYNAMON NRG 1000 rendszer

A **Dynamon NRG 1000** termékrendszerrel nem jelent gondot:

- szélsőséges alapanyagok okozta problémák és időjárási viszonyok kiküszöbölése
- a rendkívül magas korai szilárdság elérése



 **MAPEI**[®]
www.mapei.hu
RAGASZTÓK • FUGÁZÓK • ÉPÍTÉSKÉMIAI TERMÉKEK

TARTALOMJEGYZÉK

- 3 **Betonburkolat húzószilárdságának fáradása, 2. rész**
DR. LIPTAY ANDRÁS
- 7 **Dynamon NRG 1000 adalékszer az előregyártáshoz**
MIKLÓS CSABA
- 8 **Az EUROCODE többletköltségeiről**
DR. HABIL JANKÓ LÁSZLÓ
- 14 **Fagyálló beton, fagy- és olvasztósó-álló beton, 1. rész Fagyállóság és tulajdonságok**
DR. KAUSAY TIBOR
A beton fagykárosodása általában szövetszerkezeti roncsolódás, illetve - főképp olvasztósó vagy más olvasztószer használata esetén - felületi mállás formájában jelentkezik. Mértéke a betont tekintve elsősorban annak porozitásától, víztartalmától és korától, a külső körülményeket tekintve a fagyhullámok gyakoriságától függ.
Az eső után gyorsan kiszáradó magasépítési betonok fagyveszélye kisebb, mint a nehezen kiszáradó alapbetonoké és útpályabetonoké. Az utóbbiak fagyállóságát általában csak légbuborékképző adalékszer alkalmazásával lehet biztosítani.
Ugyanez áll fenn a repülőtéren betonburkolatok esetén is, annak ellenére, hogy ezek téli jégmentesítését a sónál kevésbé agresszív kloridmentes olvasztószerrel végzik.
- 20 **Vasbeton szerkezetek javítása az MSZ EN 1504 szabvány tükrében, 1. rész**
HERTELENDY GÁBOR
- 23 **Betonzás hideg időben**
SZEGŐNÉ KERTÉSZ ÉVA
- 24 **A Magyar Betonszövetség hírei**
SZILVÁSI ANDRÁS
- 6 **Rendezvények**
- 6, 7 **Hírek, információk**
- 12 **Könyvjelző**

HIRDETÉSEK, REKLÁMOK

- ◆ BASF HUNGÁRIA KFT. (18.) ◆ BETONPARTNER KFT. (19.)
 - ◆ CEMKUT KFT. (19.) ◆ COMPLEXLAB KFT. (19.)
 - ◆ KTI NONPROFIT KFT. (13.) ◆ MAÉPTESZT KFT. (13.)
- ◆ MAPEI KFT. (1.) ◆ MÉLYÉPÍTŐ TÜKÖRKÉP MAGAZIN (19.)
 - ◆ MG-STAHl BT. (13.) ◆ SIKa HUNGÁRIA KFT. (21.)
 - ◆ TIME GROUP KFT. (22.)

KLUBTAGJAINK

- ◆ ASA ÉPÍTŐIPARI KFT.
- ◆ BASF HUNGÁRIA KFT.
- ◆ BETONPARTNER MAGYARORSZÁG KFT.
- ◆ BETONPLASZTIKA KFT. ◆ BVM ÉPELEM KFT.
- ◆ CEMKUT KFT. ◆ COMPLEXLAB KFT.
- ◆ DUNA-DRÁVA CEMENT KFT.
- ◆ ÉMI NONPROFIT KFT.
- ◆ FORM+TEST HUNGARY KFT.
- ◆ FRISSBETON KFT. ◆ HÍDÉPÍTŐ ZRT.
- ◆ HOLCIM HUNGÁRIA ZRT.
- ◆ KTI NONPROFIT KFT. ◆ MAÉPTESZT KFT.
- ◆ MAGYAR BETONSZÖVETSÉG
- ◆ MAPEI KFT. ◆ MC-BAUCHEMIE KFT.
- ◆ MG-STAHl BT. ◆ MUREXIN KFT.
- ◆ SIKa HUNGÁRIA KFT. ◆ SW UMWELT-TECHNIK MAGYARORSZÁG KFT.
- ◆ SWIETELSKY MAGYARORSZÁG KFT.
- ◆ TBG HUNGÁRIA-BETON KFT. ◆ TIME GROUP HUNGARY KFT. ◆ VERBIS 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

2010. február, XVIII. 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, Dr. Ujhelyi János

Nyomdai munkák: Sz & Sz Kft.

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

Honlap: www.betonujsg.hu

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

Betonburkolat húzószilárdságának fáradása 2. rész

DR. LIPTAY ANDRÁS

A betonburkolatú pályaszerkezetek tervezésénél, a pályaszerkezeti rétegek teherbíró képességének és a burkolat vastagságának meghatározásánál figyelembe kell venni, hogy a pályaszerkezetet és a burkolatot a 30 vagy 40 éves élettartam alatt rendszeresen ismétlődő forgalmi terhelésekkel veszik igénybe. Az ismételt igénybevételek hatására a beton szilárdsága csökken és mivel a burkolatot a beton húzószilárdsága alapján méretezzük, ezért a húzószilárdság fáradási tulajdonságának ismerete a méretezés fontos feltétele. A fáradási szilárdság meghatározására Magyarországon csak néhány konkrét esettel kapcsolatban végeztek vizsgálatokat, de kiterjedt vizsgálatosorozattal a húzószilárdság fáradási tulajdonságának meghatározására nem került sor. Külföldön a beton fáradási szilárdságának meghatározására sok vizsgálatot végeztek, legtöbbször laboratóriumban gerenda próbatesteken, de végeztek kísérleteket épített betonburkolatokon is. A laboratóriumi és a helyszíni eredmények alapján sok összefüggést határoztak meg, ezek áttekintése szükséges, annak érdekében, hogy a hazai méretezésekhez a beton fáradási húzószilárdságát elő lehessen írni.

Kulcsszavak: betonburkolat fáradási szilárdsága, hőmérsékleti gradiens, halmozott igénybevételek megfelelése

4. A fáradási összefüggések harmadik csoportja $\Delta\sigma/f_{tk}$ és σ_{min}/f_{tk} arányok használatával

4.1. Hollandiában és Dániában alkalmazott fáradási összefüggés

Hollandiában és Dániában Vereniging Nederlandse Cementindustrie (VNC) által kifejlesztett fáradási összefüggést használják. Ebben az összefüggésben is figyelembe veszik az igénybevétel hatására keletkező legnagyobb feszültség mellett a kisebb feszültséget is, mert amennyiben a kisebb feszültség nullánál nagyobb, akkor az ismétlődés hatására a fáradás lassabban következik be.

Az összefüggést H. A. W. Cornelissen, M. Leewis és H. E. van der Most cikkei ismertetik [11] [12].

A beton hajlító-húzószilárdságának fáradását az

$$\frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{f_{tk}} = \frac{\Delta\sigma}{f_{tk}}$$

a legnagyobb és a kisebb feszültségek különbségének a szilárdsághoz viszonyított arányra kifejezve az összefüggés a következő:

$$\frac{\Delta\sigma}{f_{tk}} = [1,25 - 0,0992 \cdot \log N] \cdot \left(0,8 - \frac{\sigma_{min}}{f_{tk}}\right) = [1 - 0,07936 \cdot \log N] \cdot \left(1 - 1,25 \frac{\sigma_{min}}{f_{tk}}\right)$$

Ha $\sigma_{min} = 0$, akkor az összefüggés a következő:

$$\frac{\sigma_{max}}{f_{tk}} = 1 - 0,07936 \cdot \log N$$

ahol

N a terhelésméltés száma a beton kifáradásáig;

σ_{max} a forgalmi terhelés és az egyenlőtlen hőmérséklet-eloszlás hatására keletkező feszültség [N/mm²];

σ_{min} az egyenlőtlen hőmérséklet-eloszlás hatására keletkező feszültség [N/mm²];

f_{tk} a beton hajlító-húzószilárdsága-

nak jellemző értéke (Hollandiában $f_{tk} = 4,6$ N/mm² 90 napos korban) [N/mm²].

Az összefüggést a 7. ábra mutatja. Az ábrában az egyenlőtlen hőmérséklet miatt kialakuló feszültség arányának megválasztásával három fáradási összefüggést ismertettek, ezek az alábbiak:

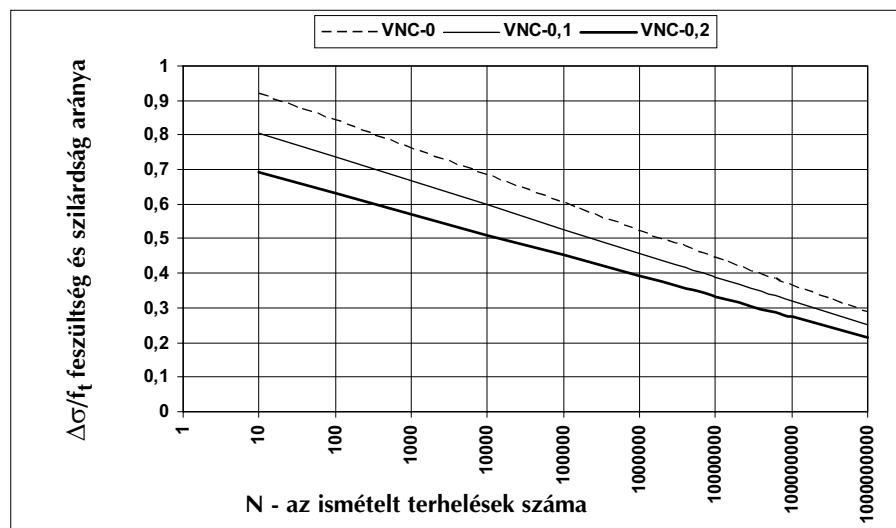
- VNC-0 jelű összefüggésben az $\sigma_{min}/f_{tk} = 0$, vagyis egyenlőtlen hőmérséklet-eloszlásból nem keletkezik feszültség,
- VNC-0,1 jelű összefüggésben a $\sigma_{min}/f_{tk} = 0,1$,
- VNC-0,2 jelű összefüggésben a $\sigma_{min}/f_{tk} = 0,2$.

Ha σ_{min} nem egyenlő nullával, akkor a fáradási görbe hajlásszöge csökken, a beton kifáradása a terhelés ismétlődés hatására lassabban következik be.

5. Különböző fáradási csoportok összefüggéseinek értékelése

Az ismételt igénybevételek hatására kialakuló fáradási szilárdságok kiszámítására készített összefüggéseket megismerve a következőket lehetett megállapítani.

A fáradási összefüggéseket a húzófeszültségnek a hajlító húzószilárdsághoz viszonyított arányával fejeztük ki és az ábrákban is az ordinátatengelyen ábrázoltuk σ_{max}/f_t (legnagyobb feszültség/hajlító-húzószilárdság) arányt. A fáradási összefüggéseket három különböző csoportba soroltuk.



7. ábra Németalföldi Cementipari Szövetség által kidolgozott fáradási összefüggés (VNC módszer) $\sigma_{min} = 0$; és $\sigma_{min}/f_{tk} = 0,1$; és $0,2$ esetben

5.1. Az első csoportba tartozó összefüggések értékelése

Az első csoportban a terhelés hatására kialakuló feszültség alsó határával nem foglalkoznak, az tehát nullától a legnagyobb feszültségig változik.

Az első csoportba tartozó összefüggések alkalmazása azért célszerű, mert mindenfajta igénybevételnek a szilárdságra gyakorolt fásztó hatását azonos módon veszik figyelembe, azonos módon számítják. Amennyiben többfajta, de nem azonos ismétlési számokkal fellépő igénybevételek hatását kell meghatározni, akkor azokat az ismétlési számoknak megfelelően kell számításba venni és a megfelelőséget végül a MINER fáradási törvény [14] alkalmazásával kell meghatározni.

Az első csoportba tartozó fáradási összefüggések közül Vesic-Saxena összefüggését nem tekinthetjük megfelelőnek, mert csak viszonylag szűk ismétlési számok esetén (10^6 ismétlés környékén) ad használható eredményt.

A maradt összefüggések közül a legnagyobb figyelmet a Japán összefüggés érdemel, mert az összefüggést különböző vastagságú, igénybevételű betontáblák ismételt terhelésének vizsgálatával, nagyméretű kísérlet-sorozat eredményeiből határozták meg.

A Portland Cement Association összefüggése szintén figyelemre méltó, de az idézett cikkben nem adtak elég magyarázatot arról a megfontolásról, hogy a terhelő igénybevételnél létezik alsó határérték, melynél kisebb terhelés esetén a rendkívül nagy ismétlés mellett sem következik be tönkremenetel. A cikk nem közölt semmit arról, hogy ezt a határértéket mire alapozva határozták meg.

5.2. A második csoportba tartozó összefüggések értékelése

A második csoportban a legkisebb és legnagyobb feszültség arányával korrigálják a feszültség/szilárdság aránya és a terhelésismétlések száma közötti összefüggést. Ha a legkisebb feszültség nő, akkor a feszültség/szilárdság arány is nagyobb lesz és a kisebb feszültség kedvező hatása miatt az ismétlések száma növelhető.

A második csoportba tartozó összefüggések elméleti megfontolása nem teljesen fogadható el. Az egyenlőtlen hőmérséklet-eloszlás hatására a betonlemezben hajlító-húzófeszültség keletkezik, mely a burkolat felső felülete közelében a legnagyobb, ha a lemez a hőmérsékletemelkedés és napsugárzás hatására felmelegedik és az alsó felület még hűvös marad. Ilyen esetben a hasznos terhelés először a felső rész húzó- és alsó rész nyomófeszültségét szünteti meg, majd felül nyomó- alul húzófeszültséget hoz létre. Ha a betonlemezben nincs feszültség, akkor a hasznos terhelés hatására kialakuló feszültség a nulláról emelkedik a legnagyobb értékig.

Az egyenlőtlen hőmérséklet-eloszlás azonban óráról-órára változik és nap közben a húzott-nyomott felület is változhat. Jelentősen változik a hőmérséklet az évszakok alatt is. Nincs tehát olyan állandó legkisebb húzó- és nyomófeszültség a betonburkolatban, melyet figyelembe lehetne venni és ezzel csökkenteni lehetne a hasznos terhelés által létrehozott húzófeszültséget.

A fordított eset is előfordulhat - éjszaka vagy télen - a léghőmérséklet lehűlésekor, mert ilyenkor a beton alsó felülete maradhat nagyobb hőmérsékletű és a felső felület lesz hidegebb, tehát az alsó szélső szál lesz a húzott.

A betonburkolatokban kialakuló egyenlőtlen hőmérséklet-eloszlás figyelembevételére a méretezésnél ismerni kell a hőmérsékleti gradienst és annak éves változását az országban.

1972. július 10-én az M7 autópálya 31+000 km szelvényének körzetében a betonburkolatba, a pályaszerkezeti rétegekbe és földműbe hőérzékelőket építettek be, melyekkel két éven keresztül folyamatosan mérte a hőmérsékletet a Betonútépítő Vállalat megbízása alapján a BME Építőanyag Tanszéke. Ezekből az adatokból a burkolatban a hőmérsékleti gradiens értékéről és változásáról, valamint a pályaszerkezeti rétegek hőmérsékletéről és változásairól már némi információ lehetett kapni. A két év

azonban nem volt elég hosszú idő arra, hogy a hőmérsékleti gradiens értékeinek előfordulási gyakoriságáról megfelelő és megbízható adatokat lehetne adni a burkolatok tervezéséhez.

A második csoportba tartozó fáradási összefüggések a svéd, az olasz, a spanyol és a kínai fáradási összefüggés nagyjából azonos, illetve közeli sávban halad, az összefüggések közötti eltérés nem nagy. Ha a második csoport összefüggéseinek a $\sigma_{\min}/\sigma_{\max} = 0$ esetre érvényes ábráit hasonlítjuk az első csoport ábráihoz, akkor csak a svéd fáradási összefüggés látszik alkalmasnak.

5.3. A harmadik csoportba tartozó összefüggések értékelése

A harmadik csoportban az összefüggéssel az igénybevételek ismétlési számától függően a legnagyobb és legkisebb feszültség különbségének a szilárdság jellemző értékéhez viszonyított aránya határozható meg, de a legkisebb feszültség és a szilárdság jellemző értékének arányával korrigálják az összefüggést (az ismételtelhetőség számát növelik).

A harmadik csoportba tartozó összefüggés kevésbé átlátható, az eredménye valószínűleg nem nagyon tér el a második csoportban ismertetett összefüggésektől.

5.4. Az értékelés összefoglalása és javaslat

A bemutatott fáradási összefüggéseket értékelve az első csoportba tartozó összefüggés alkalmazását lehet inkább javasolni a második vagy harmadik csoportba tartozó összefüggések helyett.

Az első csoport összefüggései közül a japán kutatók által kidolgozott fáradási összefüggést találtam a legalaposabban kidolgozottnak. Japánban kísérleti útszakaszokon beépített betonburkolatokat a beton hajlító-húzószilárdságának különböző arányú feszültséget előidéző ismételt igénybevételével terhelték a tönkremenetelig. A kísérleti eredmények alapján határozták meg a fáradási szilárdságra jellemző összefüggést 15% és 50% hibaelőfordulási valószínűség esetére.

Mivel Magyarországon jelenleg főleg a nagy forgalmú és nagy értékű autópályákon építenek betonburkolatokat, ezért a burkolat megfelelő tartóssága érdekében a 15% hibaelőfordulási valószínűségű összefüggés alkalmazását lehet javasolni.

A második csoportba tartozó összefüggések közül csak a svéd összefüggés látszik alkalmasnak, ha az egyenlőtlen hőmérséklet eloszlás hatásának figyelembe vételét ilyen módon mégis megfelelőbbnek gondolják.

Fontos lenne, hogy az épülő vagy megépült betonburkolatú autópálya szakaszokon hőmérséklet mérő és regisztráló helyeket alakítsanak ki, melyeknél a burkolat és a pályaszerkezeti rétegek hőmérsékletét és a burkolatban a hőmérsékleti gradiens értékét folyamatosan mérni tudják.

6. Javaslat a betonburkolat hajlító-húzószilárdságának fáradási összefüggésére

6.1. A fáradási összefüggés

Az előzőekben ismertetett fáradási összefüggések közül - mérlegelve az előző fejezet értékelését is - a japánok által kísérletekkel és azok vizsgálati eredményeivel alátámasztott fáradási szilárdságra vonatkozóan a 15%-os hibavalószínűségre meghatározott összefüggést javaslom elfogadni és előírni azzal, hogy az egyenlőtlen hőmérséklet-eloszlásból számított húzófeszültség fárasztó hatását ugyanennek az összefüggésnek megfelelően kell számításba venni.

A javasolt fáradási összefüggés

$$\sigma_{\max}/f_t = 1,037 \cdot 0,062 \cdot \log N$$

Az összefüggést a 8. ábra mutatja.

6.2. Egyenlőtlen hőmérséklet eloszlásból keletkező feszültség

Az egyenlőtlen hőmérséklet eloszlásból a feszültséget a hőmérsékleti gradiens ismeretében lehet számítani. Ehhez természetesen meg kellene határozni Magyarországon mérésekkel a hőmérsékleti gradiens vagy gradiens értékét, ha azokat az éghajlati körzetek szerint változtatni kell, és meg kell határozni a különböző gradiens

éves átlagos előfordulási időtartamának valószínűségét is.

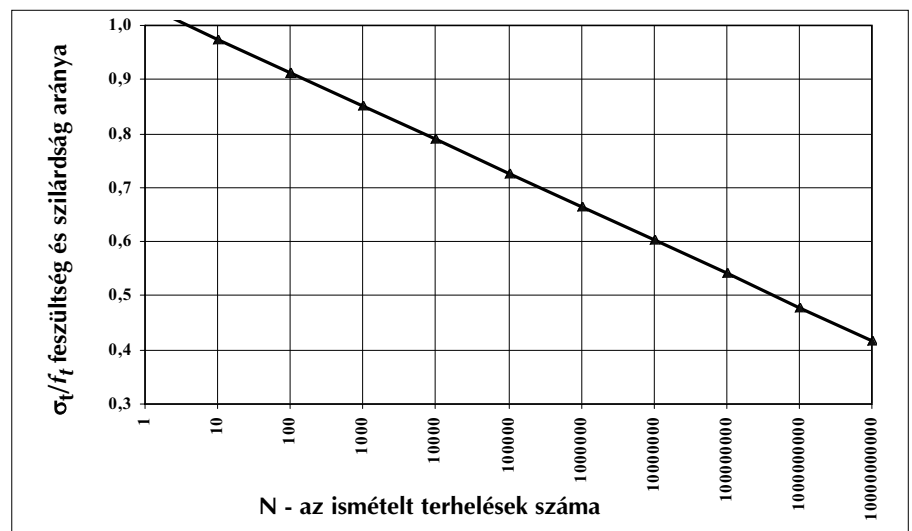
Ameddig a hazai éghajlati adottságoknak megfelelő hőmérsékleti gradiens értéket a helyszíni mérésekkel és a mérési adatok feldolgozásával nem sikerül az útügyi szervezeteknek kísérleti-kutatásokkal meghatározni, addig Németországnak a hazai éghajlati környezetéhez hasonló körzetében végzett mérés-

sorozatának feldolgozott és értékelt eredményeit javaslom felhasználni.

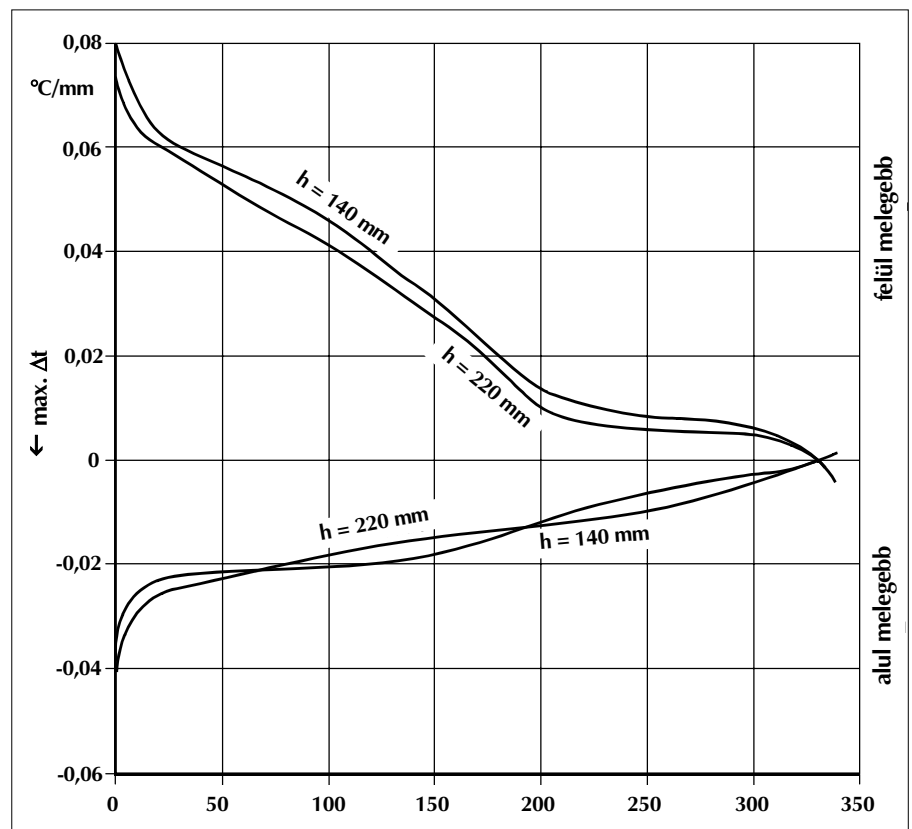
A mérési eredményeket a 9. ábra ismerteti a [13] irodalom alapján. Az ábra a hőmérsékleti gradiens értékeket és azok éves előfordulási napjainak számát adja meg.

6.3. Betonburkolat fáradással szembeni megfelelőségének meghatározása

A különböző hőmérsékleti gra-



8. ábra Magyarországon alkalmazni javasolt fáradási összefüggés



9. ábra hőmérsékleti gradiens éves előfordulási gyakorisága [13].

Megjegyzés: A Δt hőmérsékleti gradiens pozitív, ha a burkolat felül melegebb és negatív, ha felül hidegebb, mint alul. A hőmérsékleti gradiens értékeket az ábrában jelölt $h = 140$ mm és $h = 220$ mm vastagságú betonburkolatban mért hőmérséklet eloszlás alapján határozták meg.

diensek hatására keletkező igénybevételek a forgalmi terhelések igénybevételeivel összegezve különböző feszültségeket eredményeznek, melyek ismétlődésének számai is eltérőek. A különböző nagyságú és ismétlési számú igénybevételeknek a betonburkolat akkor felel meg, ha halmozott összegezéssel határozzuk meg a betonburkolat tartósságának, illetve fáradási szilárdságának a megfelelőségét. A halmozott összegezést a MINER féle feltétellel [14], az alábbi összefüggésből kell meghatározni:

$$\frac{n_1}{N_1} + \frac{n_2}{N_2} + \frac{n_3}{N_3} + \dots + \frac{n_k}{N_k} = 1$$

ahol

$n_1, n_2, n_3, \dots, n_k$ a különböző nagyságú igénybevételekkel az ismétlési számok;

$N_1, N_2, N_3, \dots, N_k$ az igénybevételekhez tartozó fáradási tönkremenetelt előidéző ismétlési számok, melyeket a fáradási összefüggésből kell meghatározni.

Felhasznált irodalom

- [1] Pavements Recommendations for Rigid Pavements Annex 1 Commentary Trans-European North-South Motorway Project (TEM/TC/WP.137)
A. S. Vesic - S. K. Saxena: Analysis of Structural Behavior of AASHTO Road Test Rigid Pavements. N. C. H. R. P. Rept. 97, 1970.
- [2] Packard R. G. - Tayabji S. D.: New PCA Thickness Design Procedure for Concrete Highway and Street Pavements. 3rd International Conference on Concrete Pavement Design and Rehabilitation, Prudue 1985
- [3] J. S. Sawan - M. I. Darter: Design of Slab Thickness and Joint Spacing for Jointed Plain Concrete Pavement. Workshop on Theoretical Design of Concrete Pavements 1986. Epen - The Netherlands
- [4] Michael I. Darter: Concrete Slab VS Beam Fatigue Models. 2nd International Workshop on the Theoretical Design of Concrete Pavements 1990.
- [5] Veverka V.: The Belgian Road Research Center's Design Procedure for Concrete Pavements. Workshop on Theoretical Design of Concrete Pavements 1986. Epen - The Netherlands
- [6] S. Iwama - T. Fukuda: Design Method and Researches of Concrete Pavements in Japan. Workshop on Theoretical Design of Concrete Pavements 1986. Epen - The Netherlands
- [7] Örjan Pettersson: Swedish Design Method for Jointed Concrete Pavements.

- 2nd International Workshop on the Theoretical Design of Concrete Pavements Sigüenza - Spain 1990. October 4-5.
- [8] Lorenzo Domenichini - Paola di Mascio: Procedure for JPCP Thickness Design in Italy. 2nd International Workshop on the Theoretical Design of Concrete Pavements Sigüenza - Spain 1990. October 4-5.
- [9] V. Faraggi - C. Jofre - C. Kraemer: Combined Effect of Traffic Loads and Thermal Gradients on Concrete Pavement Design. Workshop on Theoretical Design of Concrete Pavements 1986. Epen - The Netherlands
- [10] Zukang Yao: Structural Design of Concrete Pavements in China
3rd International Conference on Concrete Pavement Design and Rehabilitation

- April 23-25., 1985 Prudue University West Lafayette, Indiana USA
- [11] H. A. W. Cornelissen - M. Leewis: Fatigue Experiments for the Design of Plain Concrete Pavements. Workshop on Theoretical Design of Concrete Pavements 1986. Epen - The Netherlands
 - [12] H. E. van der Most - M. Leewis: Design of Concrete Pavements. 5th International Symposium on Concrete Roads, Aachen 24. June 1986.
 - [13] Prof. Dr. Ing. Josef Eisenmann: Betonfahrbahnen
1979 Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn; Berlin München Düsseldorf
 - [14] M. A. Miner: Cumulative Damage in Fatigue. Journal of Applied Mechanics 12/1945.. Nr. 9.

RENDEZVÉNYEK

A **BAU 2011 építőipari kiállítást** 2011. január 17. és 22. között rendezik meg a Münchener Vásárváros területén. "Az építészet, anyagok és rendszerek világkiállítása" alkalmából több mint 40 országot képviselő, mintegy 1900 kiállító mutatkozik majd be. A bel- és külföldi vállalatok a 180 000 négyzetméternyi kiállítási területet már szinte teljes egészében lefoglalták.

A tervezőtől kezdve az építési vállalkozón és az iparosokon keresztül a menedzserig a BAU alkalmából mindenki összegyűlik, aki nemzeti vagy nemzetközi szinten részt vesz az épületek építésében és kialakításában. A BAU az iparágakon átívelő anyag- és építészeti kiállításként fontos kapocsként szolgál a befektetők, tervezők, a kereskedelem és az iparosok között, vagy másképp megfogalmazva, a BAU fűzi össze az építőipari folyamatláncot. A vásár mindenekelőtt a tervezők, építésszek és építőmérnökök számára vált alapvető információs- és kapcsolati börtzévé. Az, hogy melyik anyagot hol fogják felhasználni, gyakran a BAU-n dől el. Vezető témák: fenntartható építés, akadálymentes építés, épületek felújítása és modernizálása.

További információ: www.messe-muenchen.de.

HÍREK, INFORMÁCIÓK

A fenntartható fejlődést előtérbe helyező építészet legfontosabb kérdése, hogy miként lehet az erőforrások hatékony kihasználásával környezettudatos házakat építeni. A természetes adalékanyagot tartalmazó biobetonok légáteresztő, páradiffúziós szempontból kimagasló tulajdonságúak, olyan alkotóelemekből készülnek, amelyek az építőanyagban jelen levő anyagok élettani jellemzőit is megőrzik, és harmonizálnak a mesterséges élettér minden természetes alkotóelemével.

Ennek az útkeresésnek köszönhetően új anyagokkal ismerkedhetünk meg. Meggymagot használhatunk pl. hőszigetelő könnyűbeton előállításához.

A **meggymag-betonhoz** a konzervipari hulladékból származó meggymagokat 1-10 napig sólében áztatják, ezt követően 400-1000 literes üstben felfőzik, majd keverőgéppel tisztára mosva, terményszárítóban megszáritják. Utána zsákokban, szellős, száraz helyen tárolható, bármikor felhasználható.

Az így kezelt meggymagok felhasználásával készülő könnyített beton súlya hatoda az eredetinek, teherbíró képessége azonban nem változik. Hő- és hangszigetelő tulajdonsága jelentős, fagyállósága pedig jobb, mint a kavicsbetonnak. A feldolgozott meggymag fagyálló, hőálló, ráadásul könnyebb is, mint az eddig ismert építőanyagok. Még csak kísérleti jelleggel alkalmazták.

Forrás: www.bautrend.hu

Dynamon NRG 1000 adalékszer az előregyártáshoz

MIKLÓS CSABA betontechnológiai termékvonalvezető
MAPEI Kft.

Az elmúlt években volt szerencsém a vasbeton előregyártó üzemek egy jelentős részében részese lenni a változásnak, mely a megszo- kott, jól ismert betonformák világá- ból átalakult a speciális vevői igényeket kielégítő, teljesen egyedi termékek (sokszor tényleg csak egy darab) gyártása felé.

Ezek az üzemek a beton szakma olyan szerencsés részesei, akik speciális adottságaikból következően könnyedén, akár ráfordítás nélkül is létrehozhatnak bármilyen látszóbeton felületet. Bár nem így emleget- ték, de a kész betontermékek hosszú évekkel ezelőtt is "látszó- betonok" voltak.

Az előregyártó üzemek és a transzportbeton üzemek közti különbséget nem a korszerű keverő- gép, vagy a speciális alapanyagok jelentik. Ellenkezőleg, sok esetben kifejezetten régi, egyszerű eszkö- zökkel állítanak elő elképesztő eredményeket.

A nagy differenciát az okozza, hogy a betont mint készterméket tekintik, és egy kézben van a vasalás elkészítése, a zsaluzás, a beton megtervezése és elkészítése, vala- mint a kiszállítást és a bedolgozást is ugyanaz a stáb ellenőrzi. Ezt nevezhetjük teljes gyártási folyamat- nak. A transzportbeton ilyen figyel- met sajnos csak a legnagyobb projekteken kap.

Az előregyártással szemben tá- masztott vevői igények leginkább a rövid határidővel, nagy darabszám- ban elkészített, nagy szilárdságú, esztétikus termékekre vonatkoznak. Ez esetben a korábban használt betonösszetételek alkalmatlanok a gyártásra. Az elmúlt hét évben - a

polikarboxilat-éter alapú folyósító- szerek fejlődésének köszönhetően - egyre merészebb ötletek valósultak meg a csarnokokban. Mára a ha- gyományosnak számító szuperfo- lyósítószer csaknem teljesen el- tűntek az előregyártás betonjaiból. Ezzel együtt magasabb konzisten- ciájú, kisebb tömörítési igényű ke- verékek születtek, melyek csök- kentik az emberi tényező ked- vezőtlen hatását a végtermékek megjelenésében.

Ezek mellett a rendkívül ala- csony víz/cement tényezőnek, vala- mint a folyósítószerekben lévő hab- zásgátlónak köszönhetően nagyon magas testsűrűségű, extra szilárd- ságú termékek készültek.

A jó tulajdonságok azonban gyakran kényszerítették a gyártókat kompromisszumokra. Az össze- tételhez legmegfelelőbb folyósító- szer gyakran nem okozott elegendő korai szilárdságot, ami különösen a feszített termékeknél komoly prob- lémának számít. Ha a korai szilárd- ság jó értékeket mutatott, valószínű- leg a bedolgozáshoz, vagy a beton helyszínre jutásához volt kevés az eltarthatóság.

Ez idő alatt a Mapei fejlesztő laboratóriumában megszületett az a speciális, teljesen új polimer, mely alapja a DYNAMON NRG 1000-es betonfolyósító családnak.

A DYNAMON NRG 1000-es adalékszerek a korszerű vasbeton előregyártás számára készültek. Figyelembe véve a helyi adottságo- kat (pl. homok finomrész-tartalom), a gyártáshoz szükséges eltarthatósá- got, valamint a téli, illetve a nyári hőmérsékleti viszonyokat, ehhez igazodva választható ki a megfelelő



folyósítószer. A polimer hatékon- yságának köszönhetően akár öntö- mördő betonok előállítására is lehetőség nyílik. A 2009-es ipari tesztek során a termékek bebizonyí- tották, hogy az NRG 1000-es folyó- sítószerral készült betonok kategó- riájukban kiemelkedő korai (14 órás) nyomószilárdsági értékeket produkáltak.

A frissbetonon érezhető (PCE alapú adalékszereknél nem meg- szokott) habarcsosság jellemzően nem csak a felület bedolgozását segíti, hanem a készterméken meg- jelenő felületi levegőbuborékok száma is jelentősen csökken.

Összefoglalva elmondhatjuk, hogy a Mapei Dynamon NRG 1000 adalékszer család stabil támaszt nyújt a vasbeton elemgyártók szá- mára. Használatukkal esztétikus, jól eladható termékek készülnek, kellő szilárdsági tartalékokkal.

HÍREK, INFORMÁCIÓK

A **Szabványügyi Közlöny** decem- beri számában közzétett magyar nemzeti szabványok (*: angol nyelvű szöveg, magyar fedlap)

MSZ EN 480-10:2009*

Adalékszer betonhoz, habarcs- hoz és injektálóhabarcs- hoz. Vizsgálati módszerek. 10. rész: A vízoldható kloridtartalom meghatározása

MSZ EN 13693:2004+A1:2009*

Előregyártott betontermékek. Kül- önleges tetőelemek.

"Kőanyagalmazok geometriai tu- lajdonságainak vizsgálata" sorozatból:

MSZ EN 933-9:2009*

9. rész: A finomszem-tartalom meg- határozása. Metilénkék módszer

MSZ EN 933-10:2009*

10. rész: A finomszem-tartalom meghatározása. A kőliszt szem- megoszlása (légsugaras szifálás)

Az EUROCODE többletköltségeiről

DR. HABIL JANKÓ LÁSZLÓ okl. építőmérnök, egyetemi magántanár
Széchenyi István Egyetem, Győr

Tervezési munkám során megvizsgáltam, hogy egy átlagos magasépítési vasbeton gerendához - a szokásos hasznos terhek tartományában - mekkora hajlítási acélbetét mennyiség szükséges az MSZ, és mekkora az EC szerint. Kiderült, hogy az EC szerinti többlet akár 10-54% mértékű is lehet az MSZ-hez képest, ha az állandó terhek biztonsági tényezője $\gamma_g = 1,2$. Ha $\gamma_g = 1,1$ - ez a reális szám volt használatos 2000 előtt - akkor a többlet 13-69% mértékű [15], [16].

Véleményem szerint ez elfogadhatatlan, szakmai és erkölcsi kötelességemnek tartom, hogy tiltakozzak az Eurocode (EC) bevezetése ellen. Az EC bevezetése igen nagy gazdasági terheket róna országunkra.

Cikkemben tételesen igazolom fenti állításomat. Kíváncsian várom a kollégák véleményét, különösen azokét, akik az EC bevezetésével egyetértenek vagy azt szorgalmazzák.

1. Az EC szakirodalma, azok ismerete

Az EC szellemisége, az eljárások lényege stb. az EC eredeti szövegén kívül az [1], [3-5], [9], [17] alapján megérthető. A gyakorló mérnökök többsége azonban nem olvassa a hivatkozott tananyagokat. A szabványokat szintén nem.

Ezért nagy jelentősége lenne annak, ha a szakmai lapokban leköszölnék a legfontosabb EC előírásokat. Folyamatukban, a változtatásokat figyelemmel kísérve. A Mérnök Újság 2009/11 vezércikke szerint az MMK a közeljövőben megjelentet 10 EC-könyvet.

2. Az állandó terhek MSZ szerinti γ_g biztonsági tényezői

Az MSZ szerint az állandó terhek biztonsági tényezője 2000-ig $\gamma_g = 1,1$ nagyságú volt (a rétegekkel, burkolatokkal stb. most nem foglalkozom). Ez a szám hosszú ideig megfelelt, tartalma is valóságos jelenségre utalt.

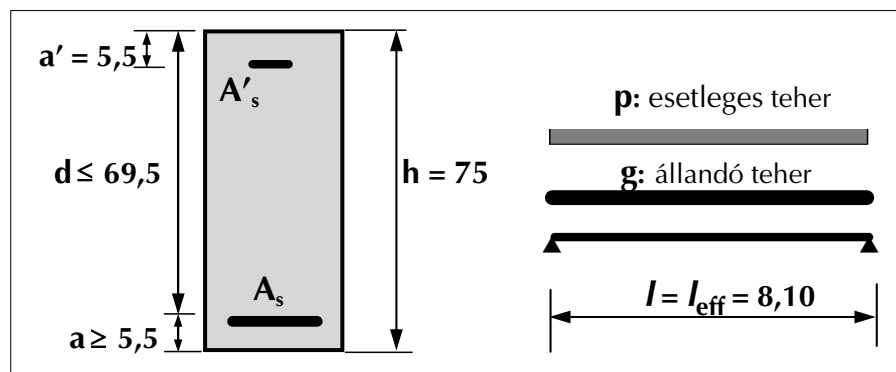
A tényező értékét 2000 végén $\gamma_g = 1,2$ -re megemelték. Szakmai, műszaki okát az intézkedésnek nem látom. Ez a jórészt fiktív tartalmú, valószínűleg nagy szorzó már az EC-hez való "előzetes igazodást" is magában foglalta.

A γ_g megemelésének hibás voltát mi sem mutatja jobban, mint az EC 2003-ban (2004-ben) bevezetett ξ tényezője: $\xi_{\gamma_G} = 0,85 \cdot 1,35 = 1,1475 < \gamma_g = 1,2$.

Miután én az eredeti MSZ-hez képesti anyagfelhasználás változását akarom kimutatni, vonatkoztatási alapom a $\gamma_g = 1,1$ tényező kell legyen. De $\gamma_g = 1,2$ -re is elvégeztem a számításokat.

3. A vizsgált szerkezet. Hasznos terhek (funkciók szerint), igénybevételek

A kéttámaszú, monolit vasbeton gerenda előregyártott, előfeszített elemekből álló vasbeton födémeket hord. Ennek megfelelően nincs együttdolgozó szélesség az 1. ábrán. A vizsgálandó anyagpazarlási jelenség lényege azonban T-keresztmetszet esetén is katasztrofális.



1. ábra Az MSZ és az EC alapján vizsgált vasbeton szerkezet

Rendeltetés	lakás	iroda	előadó-terem, beépített bútorokkal	áruház	raktár
MSZ szerint	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0
EC szerint	2,0	3,0	4,0	5,0	7,5

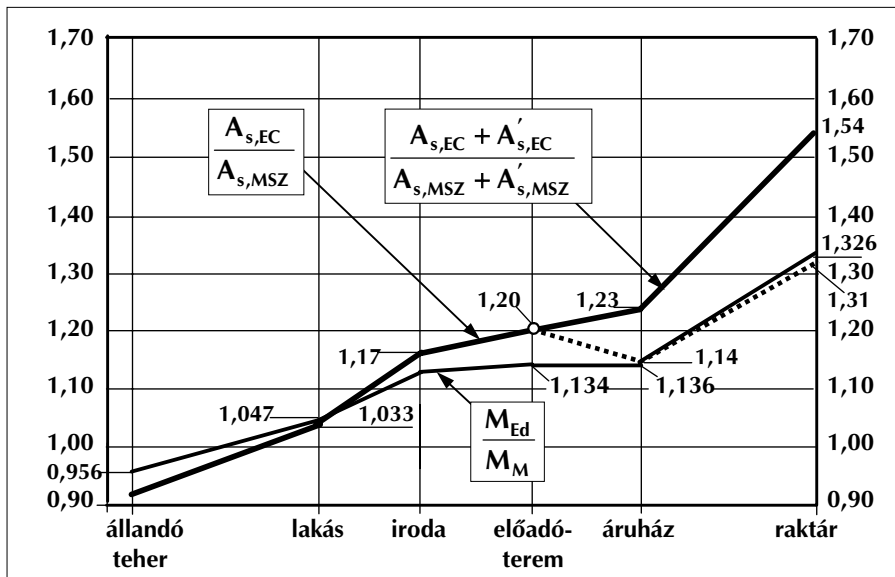
1. táblázat A számításba vett p hasznos terhek [kN/m²]

A mondanivalómat igazoló számítás igen egyszerű. Felírtam az MSZ és az EC szerint számítható tiszta hajlítási nyomatéki igénybevételek közismert, egyszerű számítási alakját, mégpedig teherbírási vizsgálatokhoz és használhatósági (repedéskorlátozási) vizsgálatokhoz [15], [16]. Egyebek mellett kimutattam azt is, hogy a teherbírási ellenőrzés a mértékadó a vasalás mennyisége szempontjából. Ezért ebben a cikkben már nem foglalkozom a repedéskorlátozással.

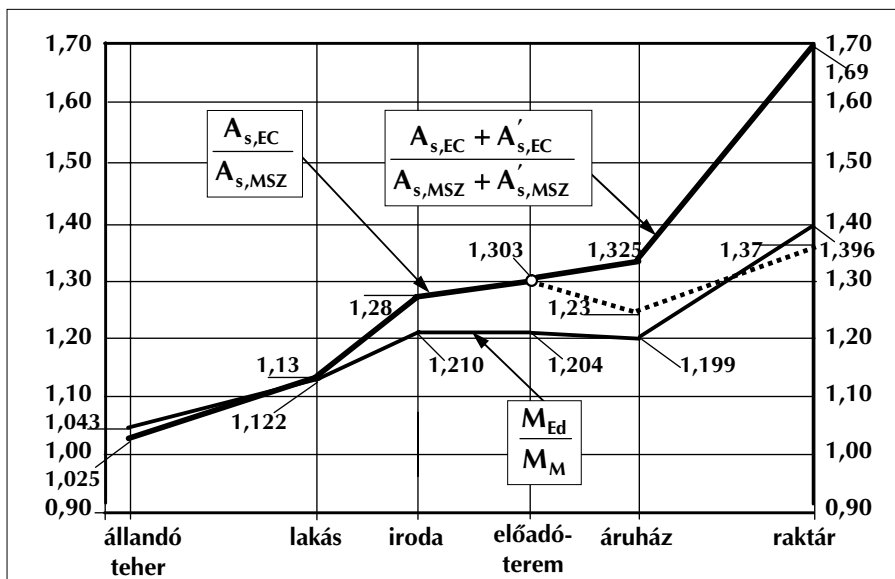
Ismeretes, hogy az EC szerinti γ_Q biztonsági (parciális) tényező jóval nagyobb, mint az MSZ szerinti γ_P . Nevezetesen az EC-ben $\xi_{\gamma_G} = 0,85 \cdot 1,35 = 1,1475$ és $\gamma_Q = 1,50$, illetve az MSZ-ben $\gamma_g = 1,20$ [1,1 volt] és $\gamma_p = 1,20-1,40$.

Az állandó terhek MSZ szerinti biztonsági tényezőjét 2000-ben $\gamma_g = 1,1$ -ről megemelték $\gamma_g = 1,2$ -re.

Felhívom a figyelmet arra is, hogy az EC-ben a hasznos terhek karakterisztikus értékei általában jóval nagyobbak, mint az MSZ-beli alapértékek (1. táblázat). Pl. lakások esetén az EC-ben $p = 2,0$ kN/m², míg az MSZ-ben $p = 1,5$ kN/m². Vagy pl. irodák esetén az EC-ben $p = 3,0$ kN/m², míg az MSZ-ben $p = 2,0$ kN/m². És erre jön még rá az előzőekben megmutatott valószínűtlenül nagy $\gamma_Q = 1,50$ biztonsági tényező (ún. parciális tényező).



2. ábra A tervezési (d) és a mértékadó (M) igénybevételek aránya. Az EC és az MSZ szerinti teherbírási acélbetét szükségletek aránya. Ezek a valóságosnál kisebb értékek, mert $\gamma_g = 1,2$



3. ábra A tervezési (d) és a mértékadó (M) igénybevételek aránya. Az EC és az MSZ szerinti teherbírási acélbetét szükségletek aránya. Ezek a valóságos értékek, mert $\gamma_g = 1,1$

4. Szilárdsági vizsgálatok

A 2. és a 3. ábrán a hajlítónyomatékok M_{Ed}/M_M arányai általában jelentős mértékben meghaladják az 1,0 értéket. Vagyis a teherbírási számításokhoz most meghatározott EC szerinti nyomatékok általában jóval nagyobbak, mint az MSZ szerintiek.

A szilárdsági számításaimnál alkalmazott anyagminőségek: B60.50 és C20/25, illetve S500B és C20/25. A 2. ábrán látható eredményeket $\gamma_g = 1,2$ -vel kaptam, ezért ezek az eredmények torzítottak, a valóságosnál kisebb anyagfelhasználási

többleteket adnak, 10-17-20-23-54%-t. A részleteket a 3. ábrával kapcsolatban írom le.

A 3. ábrán egyrészt feltüntettem a hajlítási teherbírási vizsgálathoz szükséges ún. tervezési (d) és a mértékadó (M) nyomatéki igénybevételek M_{Ed}/M_M arányát, hat különböző mértékű terhelés függvényében (önsúly + 1.-5. hasznos terhelés típus, funkció). Látható, hogy az EC szerinti nyomatéki igénybevétel-növekedés eléri a 20-40%-ot is.

Ugyanakkor az EC szerinti vasalás növekedése az MSZ igényelte vasaláshoz képest általában nagyobb

mértékű, mint az igénybevételek növekedése. Ennek alapvető oka a nagy hasznos terhekben és a valószínűleg túl nagy, $\gamma_Q = 1,50$ biztonsági tényezőben van [15], [16].

A vizsgált átlagos kialakítású, gyakran előforduló hasznos terhű (funkciójú) magasépítési szerkezet esetében az EC szerint 13-28-30,3-32,5-69%-kal több acélbetétre is szükség lehet (1.-2.-3.-4.-5. funkció/terhelési eset). Ez elfogadhatatlan.

Megállapítható, hogy az M_{Ed}/M_M igénybevétel-arányokat általában jelentősen, illetve esetenként igen nagy mértékben meghaladják az $A_{s,EC}/A_{s,MSZ}$ és az $(A_{s,EC} + A'_{s,EC})/(A_{s,MSZ} + A'_{s,MSZ})$ vasalási arányok.

Az EC szerint a gerenda nagyon gazdaságtalan. Igen sok a húzott vasalás (A_s), sőt a 4. terhelési eseténél (áruház) már nyomott vasalás is szükséges (A_s'). Persze a nyomott vasalás növelése helyett - ha erre van lehetőség - a betonkeresztmetszet növelése a gazdaságosabb. De ez a körülmény nem változtat az anyagpazarlási lényegen.

A most tárgyaltnál kisebb önsúly esetén a helyzet még rosszabb, hiszen akkor nagyobb szerepet kapnak az MSZ-énél jóval nagyobb, ún. tervezési (mértékadó) hasznos terhek (1. táblázat).

5. Számpélda

Szemléltetésül a 3. ábra "áruház" esetével kapcsolatos részletszámításokat is megadom.

5.1. Anyagjellemzők, alapadatok

EC szerinti számításához:

S500B

$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$

$f_{yd} = 435 \text{ N/mm}^2$

$\xi_{co} = 0,493; \xi_{co}' = 2,11$

$E_s = 200 \text{ kN/mm}^2$

C20/25

$f_{ck} = 20,0 \text{ N/mm}^2$

$f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$

$\varphi = 2,55$

MSZ szerinti számításához:

B60.50

$\sigma_{sH} = 420 \text{ N/mm}^2$

$\xi_o = 0,4406; \xi_o' = 4,34$

$E_s = 206 \text{ kN/mm}^2$

C20/25

$\sigma_{bH} = 14,5 \text{ N/mm}^2$

5.2. Ellenőrzés az EC szerint

Igénybevételek (2. táblázat):

$$M_{Ed} = (0,85 \cdot 1,35)346,25 + 1,5 \cdot 233,74 = 397,3 + 350,6 = 747,9 \text{ kNm.}$$

Ellenőrzés:

$$A_s = A_{s1} = 3311,4 \text{ mm}^2,$$

$$A'_s = A_{s2} = 245,5 \text{ mm}^2$$

(elméleti értékek)

$$\text{A dolgozó magasság: } d = 750 - 72 = 678 \text{ mm.}$$

Az N_{s1} húzó és az N_{s2} nyomó acél belső erő távolsága/karja:

$$d_s = z_s = d - a' = 678 - 55 = 623 \text{ mm.}$$

A feszültségi semleges tengely x_{co} határhelyzete:

$$x_{co} = \xi_{co} d = 0,493 \cdot 678 = 334,3 \text{ mm.}$$

A mm tört részét a kerekítési hibák elkerülése érdekében adom meg.

Az N_{co} beton nyomóerő karja:

$$z_c = d - \frac{x_{co}}{2} = 678 - \frac{334,3}{2} = 511 \text{ mm}$$

A belső erők:

$$N_c = N_{co} = b x_{co} f_{cd} = 300 \cdot 334,3 \cdot 13,3 \cdot 10^{-3} = 1333,7 \text{ kN,}$$

$$N_{s2} = A_{s2} f_{yd} = 245,5 \cdot 435 \cdot 10^{-3} = 106,8 \text{ kN.}$$

A belső erők eredője a nyomatéki teherbírás tervezési értéke:

$$M_{Rd} = N_c z_c + N_{s2} d_s = 1333,7 \cdot 0,511 + 106,8 \cdot 0,623 = 747,9 \text{ kNm,}$$

$$M_{Rd} = 747,9 \text{ kNm} = M_{Ed} = 747,9 \text{ kNm.}$$

Tehát megfelel.

5.3. Ellenőrzés az MSZ szerint

Igénybevételek (2. táblázat):

$$M_M = 1,1 \cdot 346,25 + 1,3 \cdot 187,0 = 380,9 + 243,1 = 624,0 \text{ kNm. 2000 előtt; ez a reális.}$$

$$M_M = 1,2 \cdot 346,25 + 1,3 \cdot 187,0 = 415,5 + 243,1 = 658,6 \text{ kNm. 2000 után.}$$

Ellenőrzés:

$$A_s = 2685 \text{ mm}^2, A'_s = 0 \text{ mm}^2$$

(elméleti értékek)

$$\text{A dolgozó magasság: } h = 750 - 67 = 683 \text{ mm.}$$

A feszültségi semleges tengely x_o határhelyzete:

$$x_o = \xi_{oh} = 0,4406 \cdot 683 = 301 \text{ mm.}$$

A feszültségi semleges tengely x helyzete:

$$x = \frac{A_s \sigma_{sH}}{b \sigma_{bH}} = \frac{2685 \cdot 420}{300 \cdot 14,5} = 259,24 \text{ mm}$$

A mm tört részét a kerekítési hibák elkerülése érdekében adom meg.

Az $N=N_b$ beton nyomóerő karja:

$$z = h - \frac{x}{2} = 683 - \frac{259,24}{2} = 553,4 \text{ mm}$$

A nyomó betonerő:

$$N = b x \sigma_{bH} = 300 \cdot 259,24 \cdot 14,5 \cdot 10^{-3} = 1127,7 \text{ kN} = H = 2685 \cdot 0,420 = 1127,7 \text{ kN.}$$

A belső erők eredője a határyomaték:

$$M_H = N z = 1127,7 \cdot 0,553 \approx 624,0 \text{ kNm,}$$

$$M_H = 624,0 \text{ kNm} = M_M = 624,0 \text{ kNm.}$$

Tehát megfelel.

Jellegzetes arányok (3. ábra):

$$\frac{M_{Ed}}{M_M} = \frac{747,9}{624,0} = 1,199,$$

$$\frac{A_{s,EC} + A'_{s,EC}}{A_{s,MSZ} + A'_{s,MSZ}} = \frac{3311,4 + 245,5}{2685 + 0} = 1,325.$$

Ez a $\gamma_g = 1,1$ -nek megfelelő, reális megoldás.

A $\gamma_g = 1,2$ -nek megfelelő - ma szab-

ványos - megoldás eredményei a 2. ábrán láthatóak.

A nyomatéki arány 1,199-ről 1,136-ra, a vasalási arány 1,325-ről 1,23-ra változott.

6. A szabványokról

6.1. Általában

Azok közé tartozom, akik szerint tehetséges, alkotó mérnökök számára egy szabvány nagyrészt kötelező teher, nyűg lehet. Ennek megfelelően egy jó szabvány nem telepszik rá a tervező mérnökre. Megelégszik a **biztonság helyes szintjének (!)** megfogalmazásával, közli a tudomány aktuális állásának megfelelő anyagjellemzők értékeit, megadja a figyelembe veendő terheket stb. Egy szabvány nem lehet diktátum, még önkéntesnek beállítva sem.

6.2. Az EUROCODE-ről

Mindenekelőtt kiemelem azt, hogy több évtizedes szakmai tapasztalatom során alig találok olyan hazai szerkezet-károsodásokkal, amelyek teherbírasi hiányra lehetett volna visszavezetni. Szerkezeteink zöme **korróziós károsodásokat** szenved (karbonátosodás, repedések stb.). Ennek megfelelően **műszaki, szakmai indokát nem látom** az EC-beli drasztikus teherbírás-növelésnek.

Azt sem látom, hogy az előírt hazai magasépítési **hasznos terhelések** nem lennének **megfelelőek**.

Az EC szabályzatrendszer értékelésekor főleg az alábbi szempontokat vizsgáltam meg:

- Tartalmazza-e a legújabb szakmai ismereteket?
- Áttekinthető, világos, tömör, szemléletes, felhasználóbarát, könnyen kezelhető-e?
- A szabvány használatával csökken-e a tervező mérnökök már ma is igen nagy munkája?
- A szabvány hozzásegíti-e a tervező mérnököket gazdaságosabb szerkezetek tervezéséhez?

Az a) kérdés értékelése újabb cikket kíván (az újdonságok valódi értékéről).

A b)-d) kérdésekre egyértelműen nem a válaszom. A d) kérdés elemzése azt mutatja, hogy Magyarország ezen a területen is igen nagy kiadások előtt áll.

Rendeltetés	Teherbírasi határállapot		
	MSZ mértékadó (M)	EC tervezési (d), tartós hatás-kombinációból	arány
	M_M [kNm]	M_{Ed} [kNm]	M_{Ed}/M_M
állandó teher	$1,2 \cdot 346,25 = 415,5$ [380,9*]	$1,1475 \cdot 346,25 = 397,3$	0,956 [1,043*]
lakás	$415,5 + 1,4 \cdot 70,12 = 513,7$ [479,0*]	$397,3 + 1,5 \cdot 93,49 = 537,6$	1,047 [1,122*]
iroda	$415,5 + 1,3 \cdot 93,49 = 537,1$ [502,4*]	$397,3 + 1,5 \cdot 140,24 = 607,7$	1,132 [1,210*]
előadó-terem	$415,5 + 1,3 \cdot 140,24 = 597,8$ [563,2*]	$397,3 + 1,5 \cdot 187,0 = 677,8$	1,134 [1,204*]
áruház	$415,5 + 1,3 \cdot 187,0 = 658,6$ [624,0*]	$397,3 + 1,5 \cdot 233,74 = 747,9$	1,136 [1,199*]
raktár	$415,5 + 1,2 \cdot 233,74 = 696,0$ [661,4*]	$397,3 + 1,5 \cdot 350,61 = 923,3$	1,326 [1,396*]

Megjegyzés: [...*]: az MSZ szerint 2000-től már nem szabványosak, de ezek a **valóságos** értékek, mert ezeknél $\gamma_g = 1,1$.

2. táblázat A nyomatéki igénybevételek

6.3. Az MMK és a BME szerepe

Sajnos a mérnökök közül nem sokan ismerik fel, hogy a 6.2. pontban felsoroltak súlyos következményei rövidesen közvetlenül rájuk fognak zúdulni. Különösen akkor, ha nem lépnek fel közösen ez ellen. Az előzőekben leírtakkal, a [15], [16] cikkeimben felsorolt érvekkel a döntéshozók nem foglalkoznak. **Az EC-t 2010 márciusában be akarják vezetni Magyarországon** [12].

De hol van a magyar érdek?

Az EC bevezetésében a Magyar Mérnöki Kamara (MMK) és a BME meghatározó szerepet játszik. A **felelősség** az övék.

Az MMK-nál külön is tiltakoztam az EC bevezetése ellen [14].

7. Gazdaságossági, megfelelő-ségi vizsgálatok

Amint azt már hangsúlyoztam, átfogó, alapos gazdasági hatástanulmány az EC-ről nem készült, ennek szükségességét szorgalmazom. 10-15 éve alig történt valami ezen a területen.

7.1. Magasépítés

A [3], [4], [5], [9], [10], [17] irodalom tartalmazza az EC-vel kapcsolatos információkat (további cikkekre most nem térek ki). Ezekben a dolgozatokban a 6.2. pontbeli, alapvető EC-kérdéseket csak érintőlegesen vetették fel. Érdemi kritika, tehercsökkentés nélkül átvették az EC-t. Némi biztató kivétel: előzetes tehercsökkentő intézkedések az EC8-ban.

Kiemelem *Dulácska* professzor [6] véleményét:

"Menyhárd István ezzel a korábbi nagyszerű statikusgárdával egy olyan magyar szabványrendszert alkotott meg, amely - összehasonlítva a mai európai szabványokkal - tizedannyi írott előírással könnyebben volt használható a leendő Eurocode-oknál, és gazdaságosabb szerkezeteket lehetett vele tervezni. A magyar mérnöknek nem volt szüksége annyi előírásra és megkötésre, mert a magyar mérnök gondolkodott. A nyugati mérnök kevésbé ismeri a szerkezetek lélektanát, és nem tudja, hogy a szerkezet mit csinál. Tehát szüksége van egy olyan segédeszközre, ami megvédi

(ez az "euroszabvány"). Ez az alapvető oka annak, hogy a sokkal terjedelmesebb nyugati szabványok alapján tervezett épületek vastosabbak, mert több tartalékot hagynak rá. Azt gondolják, a számítógéppel pontosabban lehet dolgozni. Ez nagyon csalóka dolog, mert a gép sokat segít, de sokat ront is. Nem látjuk, mi történik a gépben. Ezért a számítógép eredményét nem szabad rögtön elbinni, csak akkor, ha gondolkodva, legalább nagyságrendileg meggyőződünk róla, hogy az eredmény nem rossz. A számítógép nem pótolja a gondolkodást. Ne felejtjük el, hogy minden egyes programforgalmazó odaírja az ismertető végére, hogy semmi felelősséget nem vállal azért, hogy a program jó-e."

Tiszteletre méltó álláspont, amit már igen régóta magam is osztok. Ugyanakkor szomorúan jegyzem meg, hogy korunkban az EU-EC bírálhatatlan.

Azonban arra is van példa, hogy 1990 előtt nem voltak ilyen elképesztő statikai előírások nyugaton sem (v.ö. DIN, 1945-től). Azt a következtetést lehet levonni, hogy az EC-diktátum értékelésekor elsősorban az üzleti érdekek dominálnak.

Az EC által megkövetelt ún. biztonsági szintet műszaki, szakmai alapon radikálisan le kellene csökkenteni. Ezzel szemben az MMK vezetők az EC követelte biztonsági szint mellett foglaltak állást a Mérnök Újság 2009. 11. és 12. számában.

Az oktatás területén is az EC-szabványosítás került előtérbe, háttérbe szorítva az érdemi szerkezettervezés oktatást.

7.2. Hídépítés

A [2], [7]-[12], [17] cikkek, könyvek tartalmazzák az EC-vel kapcsolatos információkat (további cikkekre most nem térek ki). Ezekben az irodalmakban az alapvető EC-kérdéseket érintették ugyan, de teljes válasz nem született. A hídépítés területén viszont történtek konkrét, számszerű elemző gazdaságossági vizsgálatok.

A [7] irodalom szerint a szerző 1998-ban a KH-1986, az MSZ-07-3709-1994 és az EC szabvány szerint végzett összehasonlító számításo-

kat. A vizsgált hidak:

- EHGTM típusú előregyártott, előfeszített típusgerendás híd,
- utófeszített, szekrényes keresztmetszetű vasbeton híd,
- szakaszosan betolt híd.

A szerző összefoglalásként ezt írta (69. o.): *"a vizsgálatba bevont hidak a hajlítási teherbírás szempontjából mindhárom szabvány szerint jelentős, egyes keresztmetszetekben akár 50%-ot is meghaladó tartalékkal rendelkeznek."* Továbbá: *"...Ennek alapján nem várható, hogy az EC bevezetése jelentős költségnövekedést eredményezzen a hídépítésben."*

A [8] irodalom szerint a szerzők 1999-ben egy bordás keresztmetszetű vasbeton hidat, és egy szekrényes keresztmetszetű, csúszókábeles utófeszített vasbeton hidat elemeztek. A szekrényes keresztmetszetű híd esetén az EC szerinti mértékadó nyomatók 20%-kal, illetve 31%-kal nagyobbakra adódtak, mint az 1999. évi, illetve az 1986. évi magyar előírások szerint. Azt állapították meg, hogy a bordás vasbeton hídhoz csupán 6%-kal több vasmennyiség (1986) szükséges az EC alapján, míg a feszített vasbeton hídnál kb. azonos a vasigény (1999) az EC szerintivel.

A [11] irodalom szerint a szerző 2009-ben a következő három hidat vizsgálta meg: a) vasbeton lemez híd (és egyéb hasonló hidakról is ír), b) a szekszárdi Duna-híd ártéri öszvérhídja, c) a szekszárdi Duna-híd meder acélhídja. Szerző az a) típusú pushoz hasonló, nem feszített vasbeton hidaknál 11-14% fiktív (az én jelzőm) hajlítási teherbírási hiányról ír, és akár 25% fiktív nyírási vasalási hiányt állapított meg. A feszített vasbeton hidaknál legalább 33%-os fiktív nyírási teherbírási hiányról ír. A b) esetben jelentős fiktív teherbírási hiányt nem találtak. A c) esetben a kimutatott fáradási fiktív teherbírási hiány 111-154%...

Két előregyártott, előfeszített hídgerendás vasbeton híd felszerkeztének összehasonlító számítása van a birtokomban. Ezekben az EC-hez képest kb. 7-10% fiktív teherbírási hiány volt kimutatható.

Figyelembe véve azt, hogy az állandó terhek és az esetleges terhek biztonsági tényezőjét már korábban jelentősen megemelték (ÚT 2-3.401-2004, $\gamma_g = 1,1$; $\gamma_p = 1,3$), miként lehet "teherbírási hiány" két évtizede kifogástalanul működő hidakon? Nyilvánvalóan nem valódi hiányról, hanem csupán a biztonság szintjének a megemeléséről van szó.

A DIN-ben a nehézgépjármű 600 kN összsúlyú volt, míg Magyarországon az A jelű jármű 800 kN összsúlyú. Németország hídállományában sem voltak érdemleges teherbírási hiányok, a korrózió volt a fő baj ott is. Természetesen a két szabvány eredményei ilyen egyszerűen nem vethetők össze, de azért az ebből is sejthető, hogy nem volt szó a mai EC szerinti teherbírásokról.

Azt is figyelembe kellene venni, hogy Magyarország hídállománya évtizedek óta érdemleges teherbírási hiányt nem mutat. Törésről stb. nem tudok. Korróziós károsodások voltak, vannak.

Az EC-ben kb. 10-15 év után az állandó terhek $\gamma_G = 1,35$ nagyságú biztonsági tényezőjét $\gamma_G = 0,85 \cdot 1,35 = 1,1475$ -re lecsökkentették.

A fentiek alapján valószínűsíthető, hogy a hazai vasbeton hídszerkezetek esetében kisebbek az EC szerinti fiktív teherbírási hiányok, mint a magasépítési szerkezetek esetében (v.ö. $\gamma_Q = 1,35 < 1,50$; és egyebek).

8. Összefoglalás

Kimutattam, hogy egy átlagos magasépítési vasbeton gerenda esetében, szokásos hasznos terhelések (funkciók) mellett az EUROCODE szerint sok esetben 10%-54%-kal ($\gamma_g = 1,2$), illetve 13-69%-kal ($\gamma_g = [1,1]$) több hajlítási vasalás szükséges, mint az MSZ szerint. Ez elfogadhatatlan.

Mondhatják erre, hogy sok más szerkezetre kiterjedő részletes elemzésekkel esetleg, bizonyos területeken, kissé kedvezőbb eredményekre lehetne jutni. Nos, várjuk az esetenkénti némileg kedvezőbb eredményeket. El kellene kezdeni a már 10-15 éve elmaradt hatáselemzés elkészítését.

Felhívom a figyelmet az 6.2.

pontban tárgyalt egyéb nehézségekre is (b. és c. pont).

A közérdek, a magyar érdek érvényesülése céljából ezeket a megdöbbentő tényeket nyilvánosságra kellett hoznom. Ez olyan súlyos, az egész mérnöki közösséget érintő szakmai ügy, ami egyben állami ügy is. **A biztonság EC előírta szintjét radikálisan le kellene csökkenteni.**

Irodalomjegyzék

- [1] Bieger K.-W.: Stahlbeton-und Spannbetontragwerke nach EC2. Erläuterungen und Anwendungen. Springer-Verlag, Berlin...-New York...-Budapest, 1992
- [2] Dalmy D. - Farkas Gy.- Loykó M.: Hídszerkezetek összehasonlító számítása az MSZ és az EC szerint. BME Vasbetonszerkezetek Tanszéke. 1996
- [3] Deák Gy. - Draskóczy A.- Dulácska E. - Kollár L. - Visnovitz Gy.: Vasbetonszerkezetek. Tervezés az EC alapján. BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék. Springer Kft., 2004
- [4] Deák Gy. - Erdélyi T. - Visnovitz Gy.: A tartószerkezeti tervezés alapjai. Tervezés az EC alapján. BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék. Springer Kft., 2005
- [5] Deák Gy. - Erdélyi T. - Ferenczy S. - Kollár L. - Visnovitz Gy.: Terhek és hatások. Tervezés az EC alapján. BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék. Springer Kft., 2006
- [6] Dulácska E.: Egy statikus mérnök visszaemlékezései. Mérnök Újság, 2007. június, 11-12.
- [7] Farkas Gy.: A magyar közúti hídszabályzatok és az EC összehasonlító vizsgálata. Közúti Közlekedés- és Mélyépítéstudományi Szemle, 1998/2, 63-69.
- [8] Farkas Gy. - Kovács T. - Szalai K.: A hazai közúti vasbeton hídszabályzatok és az EC szerinti méretezés összehasonlításának eredményei. Vasbeton-építés, 1999/3, 73-80.
- [9] Farkas Gy. - Huszár Zs. - Kovács T. - Szalai K.: Betonszerkezetek méretezése az EC alapján. Közúti hidak. Épületek. BME. Terc Kft., 2006
- [10] Farkas Gy. - Lovas A. - Szalai K.: A tartószerkezeti tervezés alapjai az EC szerint. Közúti és Mélyépítési Szemle, 2006/7-8, 7-15.
- [11] Farkas Gy.: A hazai közúti hídállomány. EC szerinti megfelelőségek. Mélyépítő Tükörkép Magazin, 2009/4, 5-7.
- [12] Farkas Gy.: A vasbeton tartószerkezeti EC2 bevezetése Magyarországon. Beton. 1. rész: 2009/9, 3-5., 2. rész: 2009/10, 3-7.
- [13] Jankó L.: Vasbeton szilárdságtan az EC2 szerint (magasépítés). SZE Győr, 2009

[14] Jankó L.: Tiltakozás az EC bevezetése ellen. E-mail a Magyar Mérnöki Kamarának. 2009. március 10.

[15] Jankó L.: Az EC gazdasági következményeiről. Közlekedéscsillag, 2009/2, 38-41.

[16] Jankó L.: Az EC gazdasági következményeiről II. Közlekedéscsillag, 2009/10, 28-31.

[17] Kollár L.: Vasbetonszerkezetek I. Vasbeton-szilárdságtan az EC2 szerint. BME. Műegyetemi Kiadó, 2002

KÖNYVJELZŐ

A Magyar Cementipari Szövetség kiadásában megjelent az **Update 09/2** füzet, melynek témája a beton térburkolat készítése, technológiája, valamint a 3D vezérlésű betonfiniser.

Svájcban, az A2 autópálya mellett egy nehézgépjármű-terminált építettek, 65 ezer m²-es alaktartó és kopásálló betonburkolattal. A terminál hivatott kiegyenlíteni a forgalmat, adagolni a járműveket, mert a Gotthard alagutat óránként legfeljebb 150 tehergépkocsi használhatja.

A pályaszerkezet 40 cm tömörített kavicsagyazatból, 6-8 cm forróbitumenes alaprétegből és 24 cm vasalatlan betonlemezéből áll. A 17 ezer m³ traszportbeton az XC4, XD3 és XF4 környezeti osztálynak megfelelő fagy- és sózásálló, C30/37 szilárdsági osztályú beton, CEM I 42,5 N cementtel, folyósító és légbuborékképző adalékszerrel keverve. A hosszirányú és a keresztirányú hézagokba teherbíró vasalást helyeztek el.

A csúszózsálas útépítési módszer legújabb fejlesztése a 3D vezérlési technika. Ezzel lehetőség nyílik nemcsak egyenes, hanem görbe vonalakkal határolt betonépitmények készítésére is, mindhárom dimenzió irányában az előírt pontossággal. Ehhez a módszerhez nincsen szükség vezérlő huzalra, mert az elektrooptikai vezérlés folyamatosan összehasonlítja a tervezett és a ténylegesen megvalósított méreteket, eltérés esetén pedig megváltoztatja a vibrogerenda helyzetét.

A 3D vezérlésű finiser alkalmas mezőgazdasági és keréknyomurkolatos utak, kábelcsatornák, vezetőkábel és korlátok alapjainak, szegélyeknek a készítésére is.



Alapítva - Since 1938

KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft. Út- és Hídügyi Tagozat

- ⇒ Innovációs pénzek ésszerű felhasználása
- ⇒ Gyártásellenőrzés, tanúsítás (GKM által kijelölt, Brüsszelben bejelentett)
- ⇒ Útügyi Laboratórium (NAT által akkreditált)
 - aszfalt, bitumen, bitumenemulzió
 - beton, cement, betonacél
 - geotechnika, kőzet
 - adalékanyagok
 - helyszíni állapot vizsgálatok
- ⇒ Kalibrálás
- ⇒ Szaktanácsadás
- ⇒ Szakértői tevékenység
- ⇒ Kutatás-fejlesztés

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 a weben: www.kti.hu

**Válságban is Velünk lépjen,
a fejlődés útjára!**

MAÉPTESZT MAGYAR ÉPÍTŐMÉRNÖKI MINŐSÉGVIZSGÁLÓ ÉS FEJLESZTŐ KFT.



MAÉPTESZT

VEGÉPSZER CSOPORT TAGJA

MAÉPTESZT
Magyar Építőmérnöki
Minőségvizsgáló és Fejlesztő Kft.

(NAT-1-1271/2007)

(NAT-2-0274/2008)

LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK

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

HELYSZÍNI VIZSGÁLATOK

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

MINTAVÉTELEK

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

MEGFELELŐSÉGÉRTÉKELÉS TECHNOLÓGIAI TANÁCSADÁS KUTATÁS-FEJLESZTÉS

Laboratóriumaink:

Budapest, Ferihegy, Dunaföldvár, Gérce, Hejőpapi, Kéthely

Cím: 1151 Budapest, Mogyoród útja 42.

Telefon: (36)-1-305-1348

Fax: (36)-1-305-1301

E-mail: maepeszt@maepeszt.hu

Honlap: www.maepesztkft.hu

FÚRÁS

- Talaj mintavétele (61 m-ig)
- Dinamikus szondázás
- Ásványi anyagok feltárása
- Kutak, ellenőrző kutak fúrása
- Fúrás körforgásos izzapos módszerrel
- Mag mintavételezésű fúrások
- Furat belüli kalapácsos fúrások

AKKREDITÁLT KALIBRÁLÁS

- Beton nyomógép
- Acélvonalzók, mérőszalagok
- Tolómérők
- Mikrométerek
- Mérőórák
- Hőmérők



TREFIL ARBED



ACÉLHAJ



TWINCONE 1/50



HE 1/50 , 0,7/30



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



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



Statikai számítást 48 órán belül biztosítunk.

KECSKEMÉTI raktár - azonnali szállítás

Gyártás és tanácsadás:

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

Eladás:

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

ARBED
GROUP

Fagyálló beton, fagy- és olvasztósó-álló beton

1. rész: Fagyállóság és tulajdonságok

DR. KAUSAY TIBOR

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

- Frostbeständiger Beton, Beton mit Frost- und Tausalz-Widerstand (német)
- Concrete for frost resistance, Concrete for frost and de-icing salt resistance (angol)
- Béton résistant au gel, Béton résistant au gel et aux sels de déverglaçage (francia)

1. Bevezetés

A beton fagykárosodása általában szövetszerkezeti roncsolódás, illetve - főképp olvasztósó vagy más olvasztószer használata esetén - felületi mállás formájában jelentkezik. Mértéke a betont tekintve elsősorban annak porozitásától, víztartalmától és korától, a külső körülményeket tekintve a fagyhullámok gyakoriságától függ. Az eső után gyorsan kiszáradó magasépítési betonok fagyveszélye kisebb, mint a nehezen kiszáradó alapbetonoké és útpályabetonoké. Az utóbbiak fagyállóságát általában csak légbuborékképző adalékszer alkalmazásával lehet biztosítani. Ugyanez áll fenn a repülőterei betonburkolatok esetén is, annak ellenére, hogy azok téli jégmentesítését a sónál kevésbé agresszív kloridmentes olvasztószerrel végzik.

A fagykárosodás elkerülésére a következő intézkedések tehetők:

- Elő kell segíteni a csapadékvíz betonfelületről való távozását. Vízszintes felületek esetén a víztelenítést már 2% oldalesés is jelentősen előmozdítja. A vízzel úgy alakítandó ki, hogy a betonalakzat alsó felületén ne legyenek vízfolyások.
- A beton fagyállóságát - szemben például a nyomószilárdsággal - a sok ismeretlen folytán számszerűsíteni gyakorlatilag nem, csak becsülni lehet. Ezért egyrészt a betont a szabványokban szereplő *környezeti osztályok* [Kausay, 2009] feltételeinek megfelelő összetétellel (vízcement tényező, cementtartalom),

tömörséggel (levegőtartalom) és nyomószilárdsággal kell készíteni, másrészt a beton fagyállóságáról sokszor hosszadalmas kísérletekkel kell meggyőződni.

- Gondoskodni kell arról, hogy a betont egy hónapos kora előtt ne érje fagyhatás, illetve az első fagy a fiatal betont kiszáradt állapotban érje. A tavasszal vagy nyáron készített beton a fagy és a jégolvasztósó károsító hatásának sokkal jobban ellenáll, mint a késő ősszel vagy télen készített beton. Ha a beton legalább egy hétig 20 °C hőmérsékleten szilárdul, akkor általában eléri a 28 napos szilárdság 80%-át.
- A fiatal beton nyomószilárdsága az első fagy idején legalább 5 N/mm² és száraz állapotú legyen. Ha a fiatal beton külső hatásra nedves, mert például a kémiai zsugorodáskor részben kiszáradt kapilláris pórusok {◀} az őszi esőzések alkalmával utólag esővizet szívnak fel, és fagyhatás éri, akkor nagy valószínűséggel károsodni fog.
- Ha fagyponthoz közeli hőmérsékleten kell betonozni, akkor a betonkeveréket általában +15 °C hőmérsékletre (a szabványok szerint legalább +10 °C hőmérsékletre) kell melegíteni. Az ilyen fiatal betont például szorosan illeszkedő fóliatakarással védeni kell a gyors kiszáradástól, a fóliáról lecsepegtető kondenzvíztől, és nem szabad vízzel utókezeltetni. A fóliatakarás alá célszerű hőszigetelő réteget fektetni.
- A betont a lehető legkisebb víz-

cement tényezővel és minél kevesebb akarattal ellenére bevitt (bennmaradt) levegőtartalommal (légpórus-tartalommal) kell elkészíteni.

- Fagy- és olvasztósó-álló mélyépítési betonkeverékekhez feltétlenül légbuborékképző adalékszer {◀} kell használni, de a *légbuborékképző adalékszer* a magasépítési betonok fagy- és olvasztósó-állóságát is javítja.
- A 4 mm feletti adalékanyag szemek fagyállóak legyenek.
- Az adalékanyag, főképp a homok és a kőliszt agyag-iszaptartalmát és vízigényét alacsony szinten kell tartani. A 4 mm alatti adalékanyag mennyisége kevesebb legyen annál, mint amennyi ahhoz kell, hogy a betömörített beton felületén számottevő habarcsréteg keletkezzen. [Springenschmid, 2007]

2. Fagykárosodás folyamata

Ha a beton nem fagyálló, akkor fagyhatásra hajszaledések keletkeznek, amelyek vízzel megtelnek. Az újabb fagyok ezeket a repedéseket tágítják, aminek hatására a beton szövetszerkezete egyre inkább roncsolódik (1. ábra). A tönkremenetel oka szerteágazó, leegyszerűsítve négy fő okkal szokás a fagykárosodást magyarázni:

A) A fagyás során már az első jégkristály csírák vizet szívnak a környező kisebb pórusokból, és e helyeken a betonban mikro-jéglenecskék képződnek.

B) Minthogy a jéggé fagyó víz térfogata 9 százalékkal növekszik, ha a beton pórusai térfogatának több mint 90 százaléka vízzel telt, akkor fagy esetén betonduzzadást okozó és hajszaledéseket ébresztő pórusvíznyomás lép fel. A beton duzzadása 50 fagyasztási ciklus hatására a 0,4 mm/m értéket is megközelítheti. A megfagyott beton rugalmassági modulusa felengedett állapotban az eredetienél kisebb.

C) A pórusvíz csak néhány fokkal 0,0 °C hőmérséklet alatt fagy meg a vízben oldott sók és a jégkristály csíra képződés szükségessé folytán. A pórusvíz fagyáspontja a pórusméret csökkenésével, a pórusnyomás ezzel járó növekedésével csökken. Jelentősebb lehülés esetén a vízzel telített betonréteg hirtelen



1. ábra *Fagykárosodott vasalt beton hídkorlát*

átfagy, miközben ΔT hőmérséklet-növekedés mellett duzzad; a jégnyomás gyors növekedése a szövet-szerkezetet húzásra veszi igénybe, míg nem az megreped.

D) A légbuborékos beton fagyállóságát eddig mindenekelőtt azzal magyarázták, hogy a sok kis levegővel telt buborék a megfagyó víz nyomását felveszi. Újabb kutatások szerint ennél nagyobb jelentősége van annak, hogy az első jégkristály csírák víz elszívását a légbuborékok megtörik. [Springenschmid, 2007]

3. Olvasztósó hatása

Az utak jég- és hómentesítését általában nátrium-kloriddal, némely esetben kalcium-kloriddal (nagyon alacsony hőmérséklet esetén), magnézium-kloriddal (általában jobb óvott helyszíneken) végzik. Repülőtérei betonpályák téli csúszásgátlását karbamiddal, alkohollal, kálium- és nátrium-acetáttal, valamint szerves anyagok keverékével oldják meg. Ezek az anyagok valamennyien hasonló módon károsítják a betont elsősorban fizikailag, de bizonyos mértékben kémiailag is. Alkalmazásuk fő hátránya, hogy fokozott nedvszívóképességük (higroszkópositásuk) és oldataik alacsony felületi feszültsége folytán a beton víztelítettsége megnő.

Tapasztalatok szerint először a beton olvasztósóval át nem itatott mélyebb rétege és az a felszíni rétege fagy meg, amelynek hőmérséklete nagyon alacsony, de a fagypontra megfelelő leszállításához szükséges sótartalma kevés. Ha további lehűlés esetén a közbelső réteg megfagy, akkor az a felső réteget ledobja. Ez magyarázatát adja annak, hogy miért nagyobb a fagykár, ha

az olvasztósó koncentráció csak 1-3 %, és miért kisebb már néhány év múlva, amikor az olvasztósó-oldat már mélyebben bejut.

A vasbetonba beszivárgó klorid az acélbetétet megtámadja, az korrodál és megrepszti a betont, és a korrózió akár acélbetét szakadáshoz is vezethet.

Megjegyezzük, hogy a só a növényvilágra is károsan hat és a vizet is szennyezi, ezért külföldön számos helyen, de például természetvédelmi területeken hazánkban is tiltják az alkalmazását.

4. Fagy- és olvasztósó-álló betonok és összetevőik tulajdonságai

A fagy hatásának vagy a fagy és olvasztósó hatásának kitett betonoknak ki kell elégíteniük az MSZ EN 206-1:2002, illetve az MSZ 4798-1:2004 szerinti környezeti osztályok követelményét, és általában ki kell állniuk a fagy- és olvasztósó-állósági vizsgálatot is.

Ha a beton nincs olvasztósó hatásának kitéve és felülete függőleges (XF1 környezeti osztály), akkor az érdekelt felek megegyezése esetén a fagyállóságot szabad közvetlen módon, a betonösszetétel határértékeivel előírni.

A beton fagyállósága jelentős mértékben függ a környezeti körülményektől (pl. a kritikus víztelítettség esélyétől), a beton összetevőinek tulajdonságától, a beton víz-cement tényezőjétől és struktúrájától, beleértve a légbuborékképző adalékszerrel bevitt légbuborékok méretét és eloszlását is.

A fagyálló beton készítésének feltétele a környezeti osztályok követelményén kívül a fagyálló adalékanyag, a megfelelő cement és légbuborékképző adalékszer alkalmazása, a hosszas utókezelés, a betonozás és a tél bekövetkezése közötti hosszú idő.

A fagyállóság szempontjából technológiailag előnyös a vákuumkezelés vagy a zsálati víztelenítő réteg (németül: Schalungsbahn) alkalmazása, amelyek esetén a beton felületén a víz-cement tényező lecsökken, a felületi réteg tömör lesz, és kevésbé karbonátosodik. [Springenschmid, 2007]

4.1. Adalékanyag megfelelése

Az MSZ EN 12620:2006 betonadalékanyag szabvány szerint a durva (2 mm feletti) adalékanyagok fagy- és olvasztósó-állóságát közvetlen fagyállóság vizsgálatával és közvetett módon, szulfátos kristályosítási vizsgálatával lehet meghatározni. A szabvány F melléklete a közettani és a vízfelvétel vizsgálatot ún. elővizsgálatnak nevezi, amelyek kimutathatják a kőanyag fagyérzékenységét, és az elővizsgálatok követelményét kielégítő kőanyagokat fagyállónak tekinti. A fagyállónak tekintett kőanyagra nézve számszerű követelmény, hogy az MSZ EN 1097-6:2001 szerint meghatározott vízfelvétele nem haladhatja meg az 1 tömeg%-ot.

A homokos kavics adalékanyag fagyállóságát hazánkban nem szokás vizsgálni, bár lehet, hogy ezt a gyakorlatot a jövőben felül kell vizsgálni.

Az MSZ EN 12620:2006 szabvány a durva (2 mm feletti) adalékanyagokra *közvetlen fagyállóság vizsgálati módszerként* az MSZ EN 1367-1:2007 szerinti fagyállóság és fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatot írja elő. Ezt a vizsgálatot a DIN 1045-2:2008 szabvány (amely a DIN EN 206-1:2007 szabvány német nemzeti alkalmazási dokumentuma) az XF1 és XF3 környezeti osztályú betonok adalékanyagára írja elő.

A MSZ EN 1367-1:2007 szerinti fagyállóság vizsgálat elve, hogy az adott szemmagyságú adalékanyag légköri nyomáson vízzel telített vizsgálati adagjait lezárt fedelű dobozban, desztillált vízzel borítva, 10 fagyás-olvadás ciklusnak kell kitenni. (Az előírt 10 ciklus a hazai mérsékeltövi kontinentális éghajlati körülmények között nem elegendő.) A ciklus 4 órán át tartó ($-17,5 \pm 2,5$) °C hőmérsékleten való, víz alatt történő fagyasztásból, utána (20 ± 3) °C hőmérsékletű vízfürdőben való felolvasztásból, és köztük felmelegítési és lehűtési szakaszokból áll. A vizsgálat ciklus ideje 24 óra. A hűtőszekrényt a hűtött felület közepén álló lezárt doboz közepének hőmérséklete segítségével kell szabályozni. A váltakozó fagyasztás-olvasztás befejezése után a kőanyag-

halmaz változásait (repedésképződés, aprózódás, adott esetben szilárdságváltozás) meg kell vizsgálni. Veszteségnek az alsó szem-nagysághatár felező szitáján áthullott vizsgálati anyagot kell tekinteni. A fagyállósági osztályok aprózódási veszteségre vonatkozó határértékei 1, 2 és 4 tömeg%.

Ha az adalékanyagból olvasztó-só hatásának kitett szerkezet készül, akkor az MSZ EN 12620:2006 szabvány ajánlását követve indokolt a fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatot az MSZ EN 1367-1:2007 szabvány B mellékletében jelzett, 1%-os nátrium-klorid oldat vagy telített karbamid oldat alkalmazásával elvégezni. Ennek eredményére nincsenek követelmény értékek, illetve osztályok előírva, a vízben történő fagyasztáshoz tartozó követelmények és osztályok nem érvényesek. Az 1%-os nátrium-klorid oldat és 10 ciklus alkalmazásával végzendő fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat részletes leírását az MSZ EN 1367-6:2009 szabványtervezet tartalmazza (lásd még DIN EN 1367-6:2008). Megjegyezzük, hogy *a legnagyobb fagykárosodást nem az 1%-os, hanem a 3%-os nátrium-klorid oldat okozza*, ahogy azt a betonok vizsgálata során alkalmazzák is, *a 10 fagyasztási ciklus pedig hazai időjárási viszonyaink közepette kevés*.

Az MSZ EN 12620:2006 szabvány a durva (2 mm feletti) betonadalékanyagokra *közvetett fagyállóság vizsgálati módszerként* az MSZ EN 1367-2:1999 szerinti magnézium-szulfát oldatos kristályosítási vizsgálatot írja elő. Ezt a vizsgálatot a DIN 1045-2:2008 szabvány szerint az XF2 és XF4 környezeti osztályú betonok adalékanyaga esetén kell elvégezni.

Az MSZ EN 1367-2:1999 szerinti magnéziumszulfát oldatos kristályosítási vizsgálat 2 óra (20±5) °C-on történő csepegtetésből, 23-25 óra (110±5) °C-on való szárításból, 5 óra (20±5) °C-on történő hűtésből, 17 óra (20±2) °C-on való áztatásból áll. A ciklusidő (48±2) óra, a ciklusok száma 5, a vizsgálat tehát 10 napig tart. A referencia vizsgálat szem-nagysága 10-14 mm, és emiatt a re-

ferencia vizsgálat terméken általában nem alkalmazható. A termékek kristályosítási vizsgálatát *alternatív vizsgálat*al lehet végezni. Az alternatív magnézium szulfátos kristályosítási aprózódást a zúzottkő és zúzottkavics termékek névleges felső méret (D) feletti és névleges alsó méret (d) alatti szemeknek eltávolítása után maradó vizsgálati mintán kell meghatározni az MSZ EN 1367-2:1999 szabvány szerint, annak B melléklete szellemében, mint azt az MSZ 4798-1:2004 szabvány előírja, a hazai termékfrakciók szem-nagyságához igazítva.

A magnézium-szulfátos kristályosítási veszteség megengedett értékei a különböző osztályokban az MSZ EN 12620:2006 szabvány szerint rendre 18, 25 és 35 tömeg%, ez a követelmény nagyon laza. *Magyarországon* a betonadalékanyagként alkalmazott zúzottkövek és zúzottkavicsok esetén - beleértve a betonútépítéshez használtakat is (ÚT 2-3.601-2:2008) - az MSZ 4798-1:2004 szabvány NAD 5.2. táblázat szerinti szigorúbb követelmény értékek (legfeljebb 5, 10, 15 tömeg% stb.) érvényesek, amelyek teljesülését - a vevő ellenőrzési jogát nem sértve - *alternatív vizsgálat*al, tehát a mindenkori termékből előállított vizsgálati mintán kell meghatározni.

4.2. Cement megfelelése

A MSZ 4798-1:2004 szabvány a fagyálló betonokhoz alkalmazható cementekre nem ad követelményt, de közli az EN 206-1:2000 szabvány svéd nemzeti alkalmazási dokumentumának (SS 137003:2002) ajánlását a CEM I és CEM II fajtájú cementek alkalmazására. (Az ajánlás a CEM III cementekre nem terjed ki.) A svéd ajánlás szerint fagyálló betonok készítéséhez legalább 42,5 szilárdsági osztályú cementet kell használni. A CEM I fajtájú "tisza" portlandcementek valamennyi környezeti osztályban felhasználhatók a fagyálló betonok kötőanyagául. A CEM II fajtájú "heterogén" portlandcementeket tekintve, a svédek az XF1, XF2, XF3 fagyállósági környezeti osztályban bármely CEM II/A jelű cement (kiegészítő anyag tartalom 6-20 tömeg%), az XF4 fagyálló-

sági környezeti osztályban csak a savanyú pernye kiegészítő anyagos CEM II/A-V és a legfeljebb 0,5 tömeg% szerves-szén tartalmú, mészkőliszt kiegészítő anyagos CEM II/A-LL jelű cement alkalmazásával értenek egyet.

A DIN 1045-2:2008 szabvány az összes németországi cementfajtára részletes ajánlási/tiltási jegyzéket ad meg. A német szabvány F.3.1. táblázata szerint a CEM I fajtájú "tisza" portlandcementek valamennyi környezeti osztályban felhasználhatók a fagyálló betonok készítéséhez. A CEM II fajtájú "heterogén" portlandcementek németországi alkalmazhatósága árnyaltabb. A CEM II/A-S és a CEM II/B-S jelű kohósalak-portlandcementek valamennyi környezeti osztályban felhasználhatók. A CEM II/A-V jelű pernye-portlandcementet az XF1 és XF3 környezeti osztályban, a CEM II/B-V jelű pernye-portlandcementet (kiegészítő anyag tartalom 21-35 tömeg%) csak az XF1 környezeti osztályban szabad alkalmazni. A CEM II/A-LL mészkő-portlandcement felhasználását valamennyi környezeti osztályban megengedik. A CEM II/A-M és a CEM II/B-M kompozit-portlandcementek alkalmazhatóságát a kiegészítő anyag kombinációktól teszik függővé. Úgy rendelkeznek, hogy a CEM II/A-M (S-LL) jelű (kohósalak+mészkőliszt) kompozit-portlandcement valamennyi fagyállósági környezeti osztályban, a CEM II/A M (V-LL) jelű (pernye+ mészkőliszt) kompozit-portlandcement az XF1 és XF3 környezeti osztályban szabad felhasználni. Az ugyanilyen összetételű, de nagyobb kiegészítő tartalmú CEM II/B-M (S-LL) és CEM II/A M (V-LL) jelű kompozit-cementek felhasználását tiltják. A CEM III/A és a CEM III/B jelű kohósalakcementek alkalmazása Németországban az XF1, XF2, XF3 környezeti osztályban megengedett, az XF4 környezeti osztályban a CEM III/A fajtájú kohósalakcement használható akkor, ha a szilárdsági osztálya legalább 42,5, vagy ha legalább 32,5 R (nagy kezdőszilárdságú) és a kohósalaktartalma legfeljebb 50 tömeg%.

Német megállapítás, hogy növekvő kohósalaktartalom mellett

csökken a légbuborékok hatékonysága, és fagyhatás esetén a légbuborékos beton hámlási vesztesége egyre jobban megközelíti a légbuborékképző adalékszer nélkül készült beton hámlási veszteségét (Lohaus, 2007). Légbuborékos beton esetén az XF4 környezeti osztályban CEM III/A 42,5 jelű kohósalakcementet szabad használni, de a betont hosszú ideig kell utókezelní.

Az osztrákok az ÖNORM B 4710-1:2007 szabvány NAD 10. táblázatában a CEM I és a CEM II/A fajtájú, nálunk is gyártott portlandcementek valamennyi fagyállósági környezeti osztályban való alkalmazását engedélyezik. Ugyancsak alkalmazható valamennyi környezeti osztályban a CEM II/B-S jelű kohósalak-portlandcement. A CEM II/B-V jelű pernye-portlandcement feltétel nélkül csak az XF1 és az XF3 környezeti osztályban szabad felhasználni, az XF2 és XF4 környezeti osztályban pedig felhasználását a légbuboréktartalomra vonatkozó osztrák előírások teljesülésének igazolásához kötik. A CEM III/A fajtájú kohósalakcement használata feltétel nélkül csak az XF1 és az XF3 környezeti osztályban megengedett. A CEM III/A fajtájú kohósalakcement használata az XF2 és XF4 környezeti osztályban, valamint a CEM III/B fajtájú kohósalakcement használata valamennyi környezeti osztályban szintén a légbuboréktartalomra vonatkozó osztrák előírások teljesülésének igazolása esetén megengedett.

A svéd, német és osztrák ajánlásokat is figyelembe véve a hazánkban gyártott cementek közül fagy- és olvasztósó-álló betonok készítésére az XF1 és az XF2 környezeti osztályban a CEM I és a CEM II/A-S fajtájú, legalább 42,5 szilárdsági osztályú portlandcement, az XF3 és az XF4 környezeti osztályban a CEM I fajtájú, legalább 42,5 szilárdsági osztályú portlandcement ajánlható.

4.3. Légbuborékképző adalékszer megfelelése

A légbuborékképző adalékszer a beton fagy- és olvasztósó-állóságát növelik, ezért alkalmazásuk az XF2 - XF4 környezeti osztályokban ajánlott (az MSZ 4798-1:2004 szab-

vány szerint kötelező), pályabetonok építése során előírt. Alkalmazásuk elsősorban útpályaszerkezetek esetén elengedhetetlen, magas- és mélyépítési betonok fagyállósága légbuborékképzőszer nélkül is megoldható [XF2(BV-MI) és XF3(BV-MI) környezeti osztály]. Az XF3 és XF4 környezeti osztályú légbuborékképző adalékszer nélküli fagyálló betonokra a DIN 1045-2:2008 alternatívát ad.

Különleges hatásuk abban áll, hogy a betonban igen nagyszámú, kisméretű (átmérőjük kisebb, mint 0,3 mm) légbuborékot hoznak létre. A friss betonba légbuborékképzőszerrel bevitt légbuborékok a megszilárdult betonban is megmaradnak. A beton megfagyásakor a kapillárisokból kiszorított víz egy részét felveszik, és a képződő jégkristály-nyomást levezetik. A kapillárisokban megfagyó víz kitágulásának teret adnak, a kapillárisok megszakításával csökkentik a vízfelszívást, ezáltal a beton jégkristálynyomás okozta szétrepedésének veszélye lecsökken. Hasonló jelenség játszódik le a kikristályosodó olvasztósó kristály-nyomásának semlegesítésekor is.

Az adalékszer légbuborékképző hatása hatékonyságuktól és adagolásuktól, a cement fajtájától, a beton összetételétől, konzisztenciájától (víztartalmától), hőmérsékletétől, keverési módjától függ. A légbuborékok mennyisége a betonban általában *növekszik*, ha például a légbuborékképző adalékszer adagolása nő, a 0,25/0,5 mm-es finom homok tartalom nő, a homok szemalakja szögletes, a cementtartalom kisebb, a légbuborékképzőszer a keverővízben feloldják, a betonba kötégysorsítószert is adagolnak, a keverési idő mintegy 1,5 perc, a konzisztencia képlékeny (de nem önthető) a földnedves helyett. És általában *csökken*, ha például a 0,125 mm alatti szemek mennyisége nő, finomabb őrlésű a cement, a cement pernye- vagy kohósalaktartalma nő, a betonba késleltetőszert is adagolnak, az optimálisnál hosszabb a keverési idő, hosszú a szállítási vagy a bedolgozási idő a nyári melegben stb. (Erdélyi, 1983).

A betonban képzett légbuborékok általában csökkentik a beton szilárdságát, kivéve, ha a képlékenyítő hatást a víz-cement tényező csökkentésére használjuk. Ez azonban általában csak viszonylag csekély levegőtartalom vagy soványbetonok esetén lehetséges. A légbuborékképzőszer túladagolása a beton nyomószilárdságának jelentős csökkenését okozza. A légbuborékos beton kúszása mindig nagyobb, mint a légbuborékképzőszer nélkülié.

A légbuborékképző adalékszer valamelyest képlékenyítenek és csökkentik a vízigényt is. Légbuborékképzőszer és képlékenyítő- vagy folyósítószer együttes alkalmazása során hatás-vizsgálattal meg kell győződni arról, hogy a légbuborékképzés a képlékenyítő- vagy folyósítószerben lévő habzástgátló ellenére szavatolható, továbbá az adalékszer és a cement összeférhető.

Szivattyús szállításkor a légbuborékos friss betonban lévő jelentős mennyiségű levegő összenyomódása folytán a betonszivattyú hatékony működése, a légbuborékos beton szivattyúzhatósága a szállítási távolságtól függő mértékben romlik.

A beton kémiai hatásokkal szembeni ellenállását légbuborékképzőszerrel nem lehet növelni.

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

Légbuborékképzős fagyálló beton esetén - a szilárd betonban, az MSZ EN 480-11:2006 szabvány szerint meghatározva - a távolsági tényező legfeljebb 0,22 mm, a bevitt,

0,3 mm-nél kisebb névleges átmérőjű hatékony légbuborékok (mikrolégbuborékok, jele: L300) mennyisége (jele: A₃₀₀) legalább 1,0 térfogat% (az XF2 és XF3 környezeti osztályban), illetve legalább 1,8 térfogat% (az XF4 környezeti osztályban) legyen.

Az MSZ EN 934-2:2009 adalékszert szabvány azt a légbuborékképző adalékszert tekinti megfelelőnek, amelynek hatására a légbuborékképzős friss beton levegőtartalma legalább 2,5 térfogat%-kal nagyobb, mint a légbuborékképző nélküli beton levegőtartalma, és a friss beton teljes levegőtartalma 4-6 térfogat%. Követelmény továbbá, hogy a légbuborékképzőszer a megszilárdult betonban - az MSZ EN 480-11:2006 szabvány szerint meghatározva - legfeljebb 0,20 mm távolsági tényezőt hozzon létre. Az MSZ EN 934-2:2009 szabvány szerint 28 napos korban a légbuborékképző adalékszerrel készült beton nyomószilárdságának el kell érnie a légbuborékképző adalékszer nélkül készí-

tett ellenőrző beton nyomószilárdságának 75 %-át.

Minthogy az XF2(BV-MI) és XF3(BV-MI) környezeti osztályú betonok légbuborékképző adalékszer nélkül készülnek, ezek fagy- és olvasztósó-állóságát az MSZ 4798-1 szabvány 5.5.6. szakaszát, vagy esetleg más, megállapodás szerinti szabványt (például ÖNORM B 3303:2002) követő vizsgálatokkal igazolni kell. Az XF2(BV-MI) és XF3(BV-MI) környezeti osztályban a megszilárdult beton fagy- és olvasztósó-állóság, illetve fagyállóság vizsgálata nem hagyható el.

4.4. Előregyártott légbuborék alkalmazása

Ha a légbuborékképzős beton előállítására nehézségekbe ütközik (például száraz eljárású lőtt beton esetén), akkor a beton fagyállóságát szilárdság csökkenés nélkül előregyártott légbuborék (németül Mikroholkugel, rövidítve MHK) adagolásával lehet javítani. Az előregyártott légbuborék héja vékony

műanyagfilm, szemnagysága 0,01-0,06 mm, adagolása 0,7-0,8 térfogat%. A rendkívül könnyű légbuborékokat nehéz bekeverni, amit megkönnyítendő vizes pép alakjában műanyagzacskóban forgalmazzák. Adagoláskor figyelembe kell venni, hogy hosszabb keverési idő alatt a légbuborékok egy része sérülhet, kipukkadhat. Hátránya, hogy beszerzési költsége jelenleg még magas. [Springenschmid, 2007]

4.5. Szilikapor alkalmazása

A szilikapor {◀} kémiaiilag kevesebb, fizikailag több vizet köt meg, aminek következtében a beton víztartalma és fagyérzékenysége megnő.

Folytatás a következő számban.

Jelmagyarázat:

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

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

Intelligens megoldások a BASF-től

A világ legnagyobb vegyipari vállalatának tagjaként a BASF piacvezető a betonadalékszer üzletágban. Világszerte elismert, legfőbb márkáink a következők: • Glenium® csúcsteljesítményű folyósítók reodinamikus betonhoz, • Rheobuild® szuperfolyósítók, • Pozzolith® képlékenyítő és kötési-késleltető adalékszer, • RheoFIT® termékek a minőségi MCP gyártáshoz, • MEYCO® lövellt betonhoz és szórórendszerekhez.

BASF
The Chemical Company

BASF Hungária Kft.
Építési vegyipari divízió
1222 Budapest,
Háros u. 11.
Telefon: 226 02 12,
Fax: 226 02 18,
www.basf-cc.hu

Adding Value to Concrete



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, Jávor u. 14.

Telefon: 94/508-662

Most rendeljen törőgépet!

www.complexlab.hu

www.controls.it

COMPLEXLAB KFT.

CÍM: 1031 BUDAPEST, PETUR U. 35.

telefon: 243-3756, 243-5069, 454-0606

fax: 453-2460

e-mail: info@complexlab.hu

honlap: www.complexlab.hu



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



VIII. évfolyam
2009/5
december



Előfizetési AKCIÓ!
6 lapszám ára 4000 Ft

1036 Budapest, Pacsirtamező u. 41.

Tel.: 06-1/388-8175 • Fax: 06-1/388-8176

E-mail: mtm@tukorkep.hu

Honlap: www.mtm-magazin.hu

A szakma lapja

Ára: 805 Ft

Vasbeton szerkezetek javítása az MSZ EN 1504 szabvány tükrében, 1. rész

HERTELENDY GÁBOR okl. építészmérnök, műszaki vezető
Sika Hungária Kft.

Az ország talán minden aktív mérnöke, tervezője hallott már az új MSZ EN 1504-es betonjavítási szabványról, ám elmondható, hogy csak kevesen szánták rá az időt az értelmezésére, így a szabvány alkalmazása a mindennapokban még nem terjedt el. Azonban, ha egy kicsit jobban megismerjük, számos olyan iránymutatást kaphatunk belőle, mely a tervezői, vagy éppen a műszaki ellenőri gyakorlatban hasznunkra válhat.

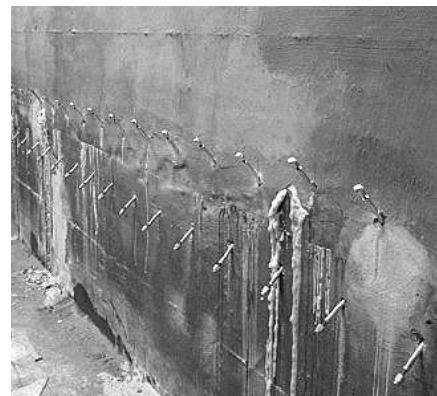
Egy kis történelem

Magyarország 1991. december 16-án aláírta, majd az 1994. évi I. Törvény kihirdette a Magyar Köztársaság és az Európai Közösség és azok tagállamai közötti társulást létrehozó Európai Megállapodást. A társulás következtében az áruk, a munkaerő, a tőke és a szolgáltatások szabad áramlása is megvalósult, de eközben meg kellett, és meg is kell felelnünk az Európai Közösség által elfogadott követelményrendszernek. Ez érintette többek között az építőipari minőségbiztosítás és szabványosítás Európán belüli egységesítését is. A követelményrendszerek kidolgozására és működtetésére már 1961-ben megalakult az Európai Szabványügyi Bizottság (CEN), melynek határozatait 1994-től hazánk is kötelezően elfogadja.

Az épített környezet átalakításáról és védelméről szóló 1997. LXXVIII. törvény 41. §-a kimondja, hogy építési célra anyagot, szerkezetet és berendezést csak akkor szabad forgalmazni, betervezni és beépíteni, ha az kielégíti a nemzeti szabványokban vagy más dokumentumokban előírt követelményeket. Az építés minden résztvevőjének (megbízó, tervező, kivitelező, szakértő...) közös érdeke azonban, hogy tevékenységét szabályozott körülmények között végezze, mely egységes követelményrendszer adott esetben az épített szerkezethez, technológiához tartozó szabvány is lehet. A szabványok ugyanis a

tudomány és technika olyan elismert eredményeit testesítik meg, olyan követelményeket és módszereket tartalmaznak, amelyek a gyakorlatban beváltak, és egy-egy szakterület legjobb szakembereinek alapos és körültekintő munkájával készültek.

Az építőiparban már hozzászoktunk, hogy speciális, vagy akár teljesen hétköznapi kérdésekben



1. ábra Beton falazat javítása injektálással



2. ábra R3 és R4 osztályok a szerkezeti javításokhoz

MSZ EN 1504-1	Fogalom meghatározások / A szabványban használatos kifejezések, meghatározások magyarázata.
MSZ EN 1504-2	Beton felületvédő anyagok. / Beton felületvédő anyagokra, rendszerekre vonatkozó követelmények meghatározása.
MSZ EN 1504-3	Szerkezeti és nem szerkezeti javítások. / Szerkezeti és általános javítóanyagokra vonatkozó követelmények meghatározása.
MSZ EN 1504-4	Szerkezeti ragasztás. / A szerkezeti ragasztóanyagokra vonatkozó követelmények meghatározása.
MSZ EN 1504-5	Betoninjektálás. / Betonszerkezetek injektálására vonatkozó követelmények meghatározása.
MSZ EN 1504-6	A betonacélok beragasztása, bekötése. / A betonacélok beragasztására szolgáló anyagok követelményeinek meghatározása.
MSZ EN 1504-7	Az acélbetétek korrózió elleni védelme. / Az acélbetétek korrózió elleni védelmére szolgáló anyagok követelményeinek meghatározása.
MSZ EN 1504-8	Minőség ellenőrzés és megfelelőség-értékelés. / Leírást ad a minőségellenőrzés és a megfelelőség-értékelés folyamatairól.
MSZ EN 1504-9	Termékek és rendszerek alkalmazásának általános elvei. / Meghatározza a betonszerkezetek javításához és védelméhez alkalmazható anyagok és rendszerek bedolgozásának általános elveit.
MSZ EN 1504-10	Az anyagok és rendszerek használata a munkahelyen. A kivitelezés minőségellenőrzése. / Meghatározza a betonszerkezetek javításához és védelméhez alkalmazható anyagok és rendszerek munkahelyi használatának alapelveit és szabályait, valamint a munkahelyi minőségellenőrzést.

1. táblázat A szabvány fejezetei

leginkább a német építőipar tapasztalataira támaszkodhatunk, és német nyelven jutunk szakirodalomhoz. Nem volt ez másképp az EN 1504-es szabványsorozat kidolgozásakor sem, ugyanis a németek igen komoly hagyományokkal rendelkeztek a beton szerkezetek felújítását illetően is. Nem csoda tehát, ha egész Európa - és a CEN is - iránymutatónak tartotta a németek ilyen tárgyban kidolgozott szabályozásait (a Német Vasbeton Szövetség (DAfStb RILI) javításra kidolgozott irányelvei és a Szövetségi Közlekedési Minisztérium által kiadott ZTV SIB rövidítésű műszaki feltételrendszere), és az EN 1504 szabványsorozat kidolgozásának koordinálásával a közismert DIN-t bízták meg.

Az MSZ EN 1504 szabvány

A 1504-es szabvány 2009. január 1-el lépett hatályba "Termékek és rendszerek a betonszerkezetek védelmére és javítására. Fogalom meghatározások, követelmények, minőség-ellenőrzés és megfelelőségértékelés" néven. A szabványsorozat 10 fejezetből áll (1. táblázat). Az 1. fejezet fogalom meghatározásokat, a 2-7. fejezetek különböző alkalmazási területekhez tartozó termékszabványokat tartalmaznak. A 8. fejezet a megfelelőség elbírálásában és a minőségfelügyeletben ad iránymutatást. A 9. rész egyelőre előszabvány, vasbeton szerkezetek meghibásodásaira ad konkrét javítási megoldásokat. A 10. rész az anyagok és rendszerek munkahelyi alkalmazásáról és a kivitelezés minőségellenőrzéséről szól.



3. ábra A földem megerősítése CFK lamellákkal

A mérnök feladatai

A szerkezeti meghibásodások, hibák és azok okai már régóta jól ismertek, ahogyan a megfelelő javítás és a szükség szerinti felületvédelem módjai is. A megalapozott, kipróbált tudás és szakértelem a 9. fejezetben világosan megfogalmazásra került. Levezették a betonjavítási munka komplett folyamatát is, mely talán sokak számára triviális, de néhány pont talán még nem része a magyar gyakorlatnak. A munkák mindegyikének pontos és precíz állapotfelméréssel kell indulnia, minden lehetséges adatot, információt be kell gyűjteni a szerkezetről. Sokat segíthetnek a korábbi dokumentá-

ciók, tervek, és a Magyarországon sajnos kevésbé elterjedt javítási és karbantartási ütemtervek is. Az így beszerzett adatok alapján a meghibásodások okai többnyire diagnosztizálhatók. A beruházó gazdálkodási stratégiájával összhangban kell dönteni a javítási munka főbb irányvonalairól, és elkezdni a konkrét tervezést a 9. fejezet 11 javítási alapelvének megfelelően. Az 1-6. javítási elvek a beton, a 7-11. alapelvek a betonacél meghibásodásának elkerülésére, illetve javítására adnak megoldási javaslatokat, összesen 43 javítási módszer formájában. A javítási módszerek között számos átfedés tapasztalható, ami nem is



Vasbeton szerkezetek javítása és védelme Sika® anyagrendszerekkel

Az MSZ EN 1504 szabványnak megfelelően



4. ábra A Sika új, magyar nyelvű kiadványa

meglepő, hiszen ha például megakadályozzuk a víz és egyéb káros anyagok betonba jutását (1. és 2. alapelvek), azon túl, hogy a beton élettartamát kitoljuk, a beton elektromos ellenállását is növeljük (8. alapelv) egyidőben, mely következtében az acélbetétek korróziós folyamata drasztikusan lelassítható. A konkrét anyagspecifikációkat, kiírásokat a szabvány 2-7. fejezeteinek megfelelő részeiben meghatározott követelményekre alapozva lehet összeállítani (pl. fagyás és olvadás ciklusai kültéri alkalmazáskor). Fontos, hogy a tervezőnek nem csak a szerkezet hosszútávú működését kell mérlegelnie, hanem gondolnia kell a kiválasztott anyagok hatására is a meglévő szerkezetre (pl. anyagösszeférhetőség). A tervező feladata azonban itt még korántsem ér véget! A javítási munkán belül az alapfelület előkészítésének, az anyagok bedolgozásának és a minőségellenőrzésnek a folyamatát is előre meg kell határozni az MSZ EN 1504 szabvány 10. fejeze-



5. ábra Betonpadló újraöntése

tének megfelelően. A tervezett élettartam alatt elvégzendő jövőbeni felülvizsgálatok és karbantartási munkák pontos definiálása jelenleg inkább csak a nagyobb beruházások

esetében valósul meg, pedig a kisebb létesítmények esetében is hosszútávon biztosan megtérülne ez az előre befektetett többletmunka.

Az elmúlt 100 évben a Sika széleskörű tapasztalatra és szaktudásra tett szert a betonszerkezetek javítása és védelme területén, dokumentált és ellenőrzött referenciákkal rendelkezik egészen az 1920-as évektől. Mára már számos, széles körben elterjedt vizsgálati módszer és betonjavítási vagy szerkezetmegerősítési technológia, szabadalom fűződik a Sika nevéhez. Ilyenek például a Baenzinger-tömb alkalmazása javítóhabarcsok repedési hajlamának egzakt összehasonlítására, a szén-szálak lamellák alkalmazása a szerkezetmegerősítésben (Sika Carbodur® CFK), vagy az egykomponensű poliuretán technológia (Sikaflex®) kifejlesztése.

Az új 1504-es szabvány értelmezéséből és annak gyakorlatba történő átültetéséből született segédlet már elérhető honlapunkon, a www.sika.hu oldalon.

- ◆ betontörőgépet és szakítógépet igen kedvező áron a **TIME GROUP**-tól
- ◆ **MSZ EN 12390-4 szabványnak megfelelően**
- ◆ tekintse meg **Magyarországon a TIME GROUP referencia berendezéseit**
- ◆ számos EU tagállamban (Franciaország, Spanyolország, Svédország, Norvégia, Horvátország, Oroszország, Dánia...) forgalmazza anyagvizsgáló berendezéseit
- ◆ **ISO** minősített gyártó
- ◆ **2000 kN-os törőgép 6500 eurótól!!!**
- ◆ **a legjobb ár-érték arány!!!**
- ◆ kérje árajánlatunkat és CD-s katalógusunkat

**TIME GROUP Inc.
HUNGARY Kft.**

2621 Verőce, Hunyadi u. 38/a

timegroup.inc@freemail.hu

www.timegroup.com

+36 70 378 9198



Betonozás hideg időben

SZEGŐNÉ KERTÉSZ ÉVA okl. betontechnológus, alkalmazási tanácsadó
Holcim Hungária Zrt.

Hideg időjárás

Betonekészítés szempontjából hidegnek tekintjük azt az időjárást, amikor a környezeti hőmérséklet átlaga három napon át legfeljebb +15 °C. Bár Magyarországon - az Országos Meteorológiai Szolgálat 50 éves felmérése alapján - a leghidegebb hónap a január, az október közepétől április közepéig tartó időszakban végzett betonozási munkák esetén nagy valószínűséggel számítani lehet hideg időjárásra, melyre fel kell készülni.

A betonozás megkezdése előtt - a meteorológiai előrejelzés alapján - határozzuk meg a várható környezeti hőmérsékletet a beton keverésének, bedolgozásának és szilárdulásának időtartamára.

Alacsony betonhőmérsékleten jelentősen csökken a kezdőszilárdság, és kisebb mértékben a végszilárdság is (90 nap), ezért mindenképp tartsuk be az előírt technológiai utasításokat.

Alapanyagok kiválasztása

Cement

A beton készítéséhez hideg időben a kis kötőhőjű cementek kivételével az MSZ EN 197-1 szerinti valamennyi portland-, kohósalak-, traszportland- és pernyeportland-cement felhasználható. Elsősorban a nagy fajlagos felületű cementek ($S > 3200 \text{ cm}^2/\text{kg}$) használata javasolt, mert ezek hidratációs hőfejlésztése és szilárdulási sebessége nagyobb, mint a durvább őrlésű cementeké.

A betonok általában akkor tehetők ki a hideg vagy fagy hatásának, ha már elérték a tervezett 28 napos nyomószilárdság 40%-át. Függetlenül a cementfajtától a C4-C8 szilárdsági jelű betonok esetében legalább 7 napig gondoskodni kell a megfelelő szilárduláshoz szükséges feltételekről.

A Magyar Építéstechnikában megjelent cikk másodközlése.

Adalékanyag

A beton készítéséhez bármilyen, a szokványos betonokhoz vagy könnyű-, illetve nehézbetonokhoz használatos adalékanyag megfelel. Mivel azonban a hidratációs hőfejlésztés fordítottan arányos a víz-cement tényezővel, ezért törekedni kell az alacsony vízigényű adalékanyagok használatára. Célszerű a 3 térfogat%-nál kisebb agyagiszap tartalmú, az MSZ 4798-1:2004 szerinti "A-B" közép görbájú adalékanyaggal dolgozni.

Adalékszer

Vasbetonszerkezetek készítésekor adalékszerként képlékenyítő, folyósító, fagyásgátló (szilárdulásvagy kötőgyorsító) és légbuborék-képző adalékszerek egyaránt felhasználhatók, ha nincs kötőcsökkentő mellékhatásuk és nem tartalmaznak kloridot.

A beton készítése

Hideg időjárás esetén a betonozás megkezdése előtt az alábbiakra kell figyelniük:

- Az alapanyagokat meg kell óvni a kihűléstől.
- Amennyiben ez nem lehetséges, akkor a frissbeton hőmérsékletét kell megnövelni a hozzáadott víz és/vagy az adalékanyag melegítésével.
- Az alkotóanyagok és a betonkeverék szállítóeszközeit el kell látni hőszigeteléssel.
- A beton cementtartalmát legalább olyan mértékben érdemes megnövelni, hogy a keverék földnedves konzisztencia mellett telített, folyós konzisztencia mellett pedig 60 liter/m³ cementtéppel túltelített legyen.
- A víz-cement tényezőt csökkenteni kell folyósítószer alkalmazásával.
- Idejében gondoskodni kell fagyásgátló adalékszerről.
- A szerkezeti részt vagy az egész

építményt védeni kell a hővesztés és a léghuzat ellen.

- A megkevert betont a lehető leggyorsabban a zsaluzatba kell juttatni, hogy szállítás közben a beton hőmérséklete ne csökkenjen.
- A zsaluzatot célszerű hőszigeteléssel ellátni, illetve a szabad felületeket a tömítés elhelyezése után jó hőszigetelő anyaggal meg kell védeni a lehűléstől.
- Célszerű felkészülni a bedolgozott frissbeton melegítésére.
- Ha tartósan nagy hideg várható, akkor az egész munkaterületet körül kell burkolni, vagy le kell fedni.

Előírások az építkezés helyszínén

- Sem fagyott altalajon, sem fagyott szerkezeti részekben nem szabad betonozni.
- Az előmelegített betont folyamatosan kell elhelyezni a hótól és jégtől mentesített zsaluzatba, és azt azonnal tömöríteni kell.
- Készítsünk beszűrési lyukakat a betonban - például köracél rúd-dal -, hogy folyamatosan mérni lehessen a beton hőmérsékletét.
- Közvetlenül az elhelyezése után védeni kell a betont a hő- és nedvességvesztéstől.
- Ha a beton hőmérséklete a szilárdulás alatt átmenetileg lecsökken a fagypontra alá, akkor a kizsaluzási időpontot legalább a fagyos napok számával el kell halasztani.
- Legalább 100 m³ betonmennyiségenként készítsünk 2×3 db próbatestet, amelyből 3 darabot szabványosan utókezelünk, 3 darabot pedig az eredeti szerkezettel azonos feltételek mellett tároljunk a 28 napos törésig.

Figyelem!

A fagyállóság és a hidegérzékenység két különböző betontulajdonság.

Hideg időben való betonozáskor, ha a cement hidratációs foka a 7-10%-ot eléri, akkor a hosszabb-rövidebb ideig tartó lehűlést, megfagyást követő felmelegedés után a szilárdulás folytatódik.

A Magyar Betonszövetség hírei



SZILVÁSI ANDRÁS ügyvezető

Az összesített termelési adatok szerint Budapesten 38,1%-os a visszaesés, különösen rossz teljesítményt mutat a IV. negyedév.

Országos szinten a visszaesés 22,4%. A viszonylag kisebb visszaesést az útépitések megrendelése okozzák. A hagyományos építőipari tevékenységek beton igényei országosan is a budapestihez hasonló visszaesést mutatnak.

Terület	Év	Hónap												Össze- sen
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Ország- gosan	2008.	254,4	350,7	354,1	477,6	434,5	436,4	446,7	469,3	499,4	588,3	504,8	328,1	5144,3
	2009.	154,9	187,0	309,8	388,5	398,6	410,4	442,9	378,2	428,3	378,7	327,2	185,9	3990,4
Budapest	2008.	137,0	177,6	159,7	224,1	188,3	191,6	177,5	187,7	184,3	228,6	198,3	142,0	2196,7
	2009.	70,0	82,6	143,1	132,8	157,7	133,8	129,6	112,3	114,9	121,6	101,5	59,3	1359,2
Vidék	2008.	117,4	173,1	194,4	253,5	246,2	244,8	269,2	281,6	315,1	359,7	306,5	186,1	2947,6
	2009.	84,9	104,4	166,7	255,7	240,9	276,6	313,3	265,9	313,4	257,1	225,7	126,6	2631,2

1. táblázat A tagvállalatok transzportbeton termelésének alakulása (ezer m³)



A hazai beton üzemek jelentős része Üzemi Tanúsítással rendelkezik, illetve a tanúsítási folyamat jelenleg is tart. Ebben az évben lejár az üzemek működésére vonatkozó moratórium. Szeretnénk megkönnyíteni a tanúsítással még nem rendelkező üzemek vezetőinek munkatársainak és beton vizsgáló laboratóriumainak a tanúsítás megszerzését. Az Üzemi Tanúsítás felkészítő anyagából továbbképzést szervezünk.

A beton minősítése, gyártásközi ellenőrzése, értékelése és felügyelete - oktatási tematika

a 3/2003 (I. 25.) BM-GKM-KvVM együttes rendelet előírásai és az MSZ 4798-1: 2004 Beton 1. rész Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelés, valamint az MSZ EN 206-1 alkalmazási feltételei Magyarországon szabvány szerint.



1. Bevezetés. Tartja dr. Tariczky Zsuzsanna. Időtartam: 40 perc.

A beton minősítése: • építési termék irányelv, • 3/2003 (I.25.) BM-GKM-KvVM. rendelet, • a beton megfelelés igazolása MSZ 4798-1: 2004 beton szabvány szerint. A betonra vonatkozó követelmények. A tervező, a megrendelő, az előállító, és a felhasználó feladata.

2. A betontechnológus feladata. Tartja Sulyok Tamás. Időtartam: 40 perc.

A beton jelölése, és a teljesítőképészen alapuló tartósság biztosítása. Követelmények az alkotóanyagokra, az összetételre, a kitéti osztályra, a frissbetonra, és a megszilárdult betonra. Megfelelés ellenőrzése, megfelelés értékelése. Nyomószilárdság, hasító-húzó szilárdság, a szilárdságtól eltérő más tulajdonságok ellenőrzése. Intézkedések a termék nem megfelelése esetén.

3. A beton gyártásának ellenőrzése, gyártásközi ellenőrzés működtetése. Tartja Migály Béla. 60 perc.

A gyártásközi ellenőrzés kézikönyve. Szabványok, helyszínen szükséges vizsgáló eszközök. Beton megfelelés ellenőrzése. Kezdeti vizsgálat, próbakeverés. Betonkeverék megrendelése. Szállítólevél, megfelelés igazolás MSZ 4798-1: 2004 szerint. Azonosító vizsgálat. Betonkeverék átadás-átvétele.

4. Gyártásközi ellenőrzés felügyeleti ellenőrzésének folyamata. Tartja: dr. Karsainé Lukács Katalin. 40 perc. Felügyeleti ellenőrzés követelményei. Felügyelő testület feladatai. Kezdeti vizsgálat, értékelés. Folyamatos és rutinellenőrzés. Eltérés kezelése. Ellenőrzések dokumentálása.

5. Gyakorlati megvalósulás elemzése.

Tartja dr. Karsainé Lukács Katalin. Időtartam: 40 perc.

Időpontok: február 19., február 26., március 5. Kezdet 9 órakor.

Részvételi díj: 16.000 Ft + ÁFA

Helyszín: a Magyar Betonszövetség októterme, 1117 Budapest, Budafoki út 215.

További információ, jelentkezés: 1/204-1866, info@beton.hu, www.beton.hu