

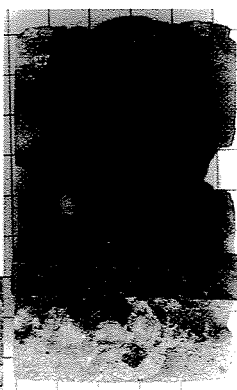
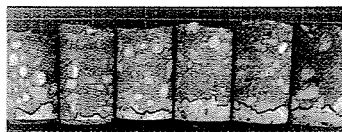
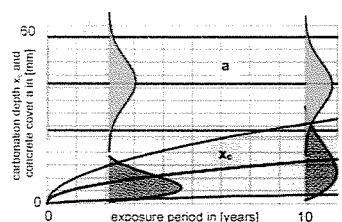
VASBETONEPITES

CONCRETE STRUCTURES

JOURNAL OF THE HUNGARIAN GROUP OF *fib*

34 Bulletin

model code



Model Code for Service Life Design

fib bulletin 34: Model Code for Service Life Design

34

Dr. Kausay Tibor

A beton nyomószilárdságának elfogadása

35

Péter Gábor Zoltán

Vasbeton iszaprot- hasztókról a megvaló- sult műtárgyak tapaszt- alatainak tükrében

45

Prof. Qui Hongxing —
Prof. Ding Dajun

Vasbeton magasházak Kínában

51

Majorosné Lublók Éva –
Dr. Balázs L. György

Műanyagszál adagolású betonok alkalmazási lehetőségei, különös tekintettel a tűzállóságra

57

Befejeződött Nápolyban a *fib* második kongresszusa

64

2006/2

VIII. évfolyam, 2. szám



Szilárd megbízható alapokon

Segítünk megépíteni otthonaikat,
munkahelyeiket, iskoláikat.

Holcim Hungária Cementipari Rt.
www.holcim.hu

Igazgatóság
1121 Budapest, Budakeszi út 36/c.
1396 Budapest, Pf.: 458.
Telefon: +36 1 398 6000
Fax: +36 1 398 6013

Hejőcsabai Cementgyár
3508 Miskolc, Fogarasi u. 6.
3501 Miskolc, Pf.: 21.
Telefon: +36 46 561 600
Fax: +36 46 561 601

Lábatlani Cementgyár
2541 Lábatlan, Rákóczi u. 60.
2541 Lábatlan, Pf.: 17.
Telefon: +36 33 542 600
Fax: +36 33 461 953

Főszerkesztő:

Dr. Balázs L. György

Szerkesztő:

Dr. Träger Herbert

Szerkesztőbizottság:

Beluzsár János

Dr. Bódi István

Csányi László

Dr. Csíki Béla

Dr. Erdélyi Attila

Dr. Farkas György

Kolozsi Gyula

Dr. Kovács Károly

Lakatos Ervin

Madaras Botond

Mátyássy László

Polgár László

Telekiné Királyföldi Antonia

Dr. Tóth László

Vörös József

Wellner Péter

Lektori testület:

Dr. Deák György

Dr. Dulácska Endre

Dr. Janzó József

Királyföldi Lajosné

Dr. Knébel Jenő

Dr. Lenkei Péter

Dr. Loykó Miklós

Dr. Madaras Gábor

Dr. Orosz Árpád

Dr. Szalai Kálmán

Dr. Tassi Géza

Dr. Tóth Ernő

(Kéziratok lektorálására más
kollégák is felkérést kaphatnak.)

Alapító: a *fib* Magyar Tagozata

Kiadó: a *fib* Magyar Tagozata

(*fib* = Nemzetközi Betonszövetség)

Szerkesztőség:

BME Építőanyagok és Mérnökgeológia
Tanszék

1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3.

Tel: 463 4068 Fax: 463 3450

E-mail: fib@goliat.eik.bme.hu

WEB <http://www.fib.bme.hu>

Az internet verzió technikai
szerkesztője: Bene László

Nyomdai előkészítés: RONÓ Bt.

Egy példány ára: 1155 Ft

Előfizetési díj egy évre: 4620 Ft

Megjelenik negyedévenként
1000 példányban.

© a *fib* Magyar Tagozata

ISSN 1419-6441

online ISSN: 1586-0361

Hirdetések:

Külső borító: 170 000 Ft+áfa

belső borító: 135 000 Ft+áfa

A hirdetések felvétele:

Tel.: 463-4068, Fax: 463-3450

Címlap: *fib* mintaszabvány,

Szerkezetek élettartamra való tevése

TARTALOMJEGYZÉK

34 *fib* bulletin 34:

Model Code for Service Life Design

35 Dr. Kausay Tibor

A beton nyomószilárdságának elfogadása

45 Péter Gábor Zoltán

Vasbeton iszaprothasztókról a megvalósult műtárgyak tapasztalatainak tükrében

51 Prof. Qui Hongxing – Prof. Ding Dajun

Vasbeton magasházak Kínában

57 Majorosné Lublőy Éva – Dr. Balázs L. György

Műanyagszál adagolású betonok alkalmazási lehetőségei, különös tekintettel a tűzállóságra

64 Befejeződött Nápolyban a *fib* második kongresszusa

66 *fib* Symposium, Dubrovnik, 2007. május 20-23.

Betontechnológia szakmérnöki tanfolyam indul 2007. februárban

67 Személyi hírek

Dr. Kovács Béla emlékezetére

A folyóirat támogatói:

Vasúti Hidak Alapítvány,

Swietelsky Építő Kft., DDC Kft., ÉMI Kht., Hídépítő Rt., MÁV Rt., MSC Magyar

Scetauroute Mérnöki Tervező és Tanácsadó Kft., Pfeiderer Lábatlani

Vasbetonipari Rt., Pont-Terv Rt., Strabag Rt., Uvater Rt., Mélyépterv Komplex

Mérnöki Rt., Hídtechnika Kft., Betonmix Mérnökiroda Kft., BVM Épelem Kft.,

CAEC Kft., Pannon Freyssinet Kft., Stabil Plan Kft., Union

Plan Kft., DCB Mérnöki Iroda Kft., BME Építőanyagok és Mérnökgeológia

Tanszéke, BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke

fib BULLETIN 34: MODEL CODE FOR SERVICE LIFE DESIGN

The latest *fib* Bulletin, number 34, „*Model Code for Service Life Design*”, is now available for purchase from the *fib* secretariat. It was approved by the *fib* General Assembly in June 2006.

This bulletin addresses *Service Life Design (SLD)* for plain concrete, reinforced concrete and pre-stressed concrete structures, with a special focus on design provisions for managing the adverse effects of degradation. Its objective is to identify agreed durability related models and to prepare the framework for standardization of performance based design approaches.

Four different options for *SLD* are given:

- a full probabilistic approach,
- a semi probabilistic approach (partial factor design),
- deemed to satisfy rules,
- avoidance of deterioration.

The service life design approaches described in this document may be applied for the design of new structures, for updating the service life design if the structure exists and real material properties and/or the interaction of environment and structure can be measured (real concrete covers, carbonation depths), and for calculating residual service life.

The bulletin is divided into five chapters:

1. General
2. Basis of design
3. Verification of *Service Life Design*
4. Execution and its quality management
5. Maintenance and condition control.

It also includes four informative annexes, which give

background information and examples of procedures and deterioration models for the application in SLD.

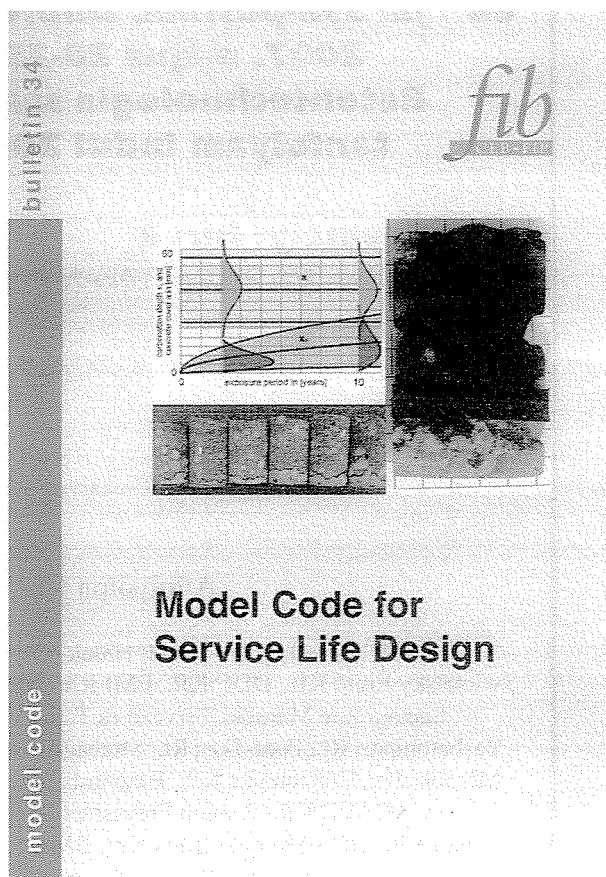
The format of Bulletin 34 follows the CEB-FIP tradition for Model Codes: the main provisions are given on the right-hand side of the page, and on the left-hand side, the comments.

Pages: 116; **ISBN** 2-88394-074-6

Price: CHF 110 (non-member price), including surface mail (discounts are given to *fib* members and for large quantity orders; for further information contact the *fib* secretariat, fib@epfl.ch).

To order this Bulletin, use the order form at www.fib-international.org/publications/order/.

fédération internationale du béton (*fib*)
International federation for structural concrete
Case Postale 88, 1015 Lausanne, Switzerland
Phone +41 21 693 2747 * Fax +41 21 693 6245
fib@epfl.ch * www.fib-international.org





Dr. Kausay Tibor

Az új betonszabványok módszert adnak annak ellenőrzésére, hogy a beton a vasbetonszerkezet tervezése során előírt nyomószilárdsági osztálynak megfelel-e. A megfelelőség elfogadása vagy elvetése a nyomószilárdság-vizsgálati módszernek és a vizsgálati eredmények értékelésének is függvénye. A cikkben számpéldákon keresztül mutatjuk be az elfogadási valószínűség és az alulmaradási tényező szerepét a vizsgálati eredmények értékelésében, és jelentőségét a megfelelőség-igazolási eljárásban.

Kulcsszavak: beton, nyomószilárdsági osztály, megfelelőség, folyamatos gyártás, folyamatos vizsgálat, azonosító vizsgálat, elfogadási valószínűség, alulmaradási tényező, tervezési érték, szabvány

1. BEVEZETÉS

Az MSZ EN 1992-1-1:2005 (Eurocode 2) szabvány 3.1. táblázata szerint a betonszerkezetek tervezése során a nyomószilárdság $f_{cm,cyl}$ átlag értéke a nyomószilárdság $f_{ck,cyl}$ jellemző (karakterisztikus) értékéből a következő összefüggéssel adódik:

$$f_{cm,cyl} = f_{ck,cyl} + 8 \quad [\text{N/mm}^2] \quad (1)$$

Ez az összefüggés 28 napos korú, végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas beton próbahengerek esetén érvényes. A betontechnológia a beton nyomószilárdságának megfelelőségét általában 28 napos korú, vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú próbakockákkal ellenőrzi.

Ha elfogadjuk, hogy az új betonszabvány, nevezetesen az MSZ EN 206-1:2002 európai szabvány, ill. annak nemzeti alkalmazási dokumentuma, az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerint C50/60 nyomószilárdsági osztályig:

$f_{c,cube}/f_{c,cyl} = 0,97/0,76$ a végig víz alatt tárolt, 150 mm élhosszúságú közönséges beton próbakocka és 150 mm átmérőjű, 300 mm magas próbahenger nyomószilárdságának hányadosa, és

$f_{c,cube}/f_{c,cube,H} = 0,92$ a végig víz alatt tárolt és a vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú közönséges beton próbakocka nyomószilárdságának hányadosa,

akkor a vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú közönséges beton próbakocka nyomószilárdságának ($f_{c,cube,H}$) és a végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas közönséges beton próbahenger nyomószilárdságának ($f_{c,cyl}$) kapcsolata:

$$f_{c,cube,H} = 0,97/(0,76 \cdot 0,92) \cdot f_{c,cyl} \sim 1,387 \cdot f_{c,cyl} \quad (2)$$

amelyet behelyettesítve az (1) jelű összefüggés jobb és bal oldalába:

$$f_{cm,cube,H}/1,387 = f_{ck,cube,H}/1,387 + 8 \quad [\text{N/mm}^2], \text{ majd ebből az}$$

$$f_{cm,cube,H} = f_{ck,cube,H} + 11,1 \quad [\text{N/mm}^2]$$

összefüggésre jutunk, ami a 28 napos korú, vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú próbakocka nyomószilárdsága átlag

értékének és jellemző értékének MSZ EN 1992-1-1:2005 szerinti kapcsolatát fejezi ki C50/60 nyomószilárdsági osztályig.

Az MSZ EN 1992-1-1:2005 felfogásában tehát pl. a C25/30 nyomószilárdsági osztályú beton 28 napos korú, vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú próbakockákon meghatározott átlag nyomószilárdsága legalább

$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{cm,cube,H} = 33 + 11,1 = 44,1 \quad [\text{N/mm}^2] \text{ kell}$$

legyen.

Az MSZ EN 206-1:2002, ill. az MSZ 4798-1:2004 szabvány alapján a C25/30 nyomószilárdsági osztályú beton 28 napos korú, vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú próbakockákon meghatározott átlag nyomószilárdsága a fenti $f_{cm,cube,H} = 44,1 \text{ N/mm}^2$ helyett, pl. csak $f_{cm,cube,H} = f_{ck,cube,H} + 1,48 \cdot 1,387 \cdot \sigma_{min} = 33 + 1,48 \cdot 1,387 \cdot 3 = 39,2 \text{ N/mm}^2$. Bizonyos tartalékot az jelent, hogy a beton nyomószilárdságának tervezési értéke (f_{cd}) és végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas próbahengeren értelmezett jellemző értéke ($f_{ck,cyl}$) között fennáll az összefüggés: $f_{cd} = f_{ck,cyl} \cdot \alpha_{cc} / \gamma_c$, ahol $\gamma_c = 1,5$ a betonszilárdság biztonsági tényezője teherbírási határállapotban, és $\alpha_{cc} = 0,85$ a tartós szilárdság figyelembevételére szolgáló csökkentő tényező. Így például a C25/30 nyomószilárdsági osztályú beton végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas próbahengeren értelmezett nyomószilárdságának tervezési értéke $f_{cd} = 14,2 \text{ N/mm}^2$.

Ha a statikai méretezés során — és most a környezeti feltételektől vonatkoztatunk el — az adódik, hogy a feladat $f_{cd} = 14,2 \text{ N/mm}^2$ tervezési értékű betonnal oldható meg, akkor a tervező az MSZ EN 1992-1-1:2005 alapján C25/30 nyomószilárdságú betont fog kiírni. Ehhez a beton nyomószilárdsági osztályhoz a fentiek szerint vegyesen tárolt próbakockákon értelmezett $f_{cm,cube,H} = 44,1 \text{ N/mm}^2$ átlag szilárdság tartozik, a betongyár pedig az MSZ 4798-1:2004 alapján feltehetően a fenti, vegyesen tárolt próbakockán értelmezett pl. $f_{cm,cube,H} = 39,2 \text{ N/mm}^2$ átlag nyomószilárdságú betonnal fogja teljesíteni.

Az eltérés a jellemző érték és az átlag érték kapcsolatának eltérő számításmódjából fakad, amit az új betonszabványok szerinti alulmaradási tényező (λ_n) szokatlansága tovább színesít.

A szilárd betont általában nyomószilárdságával, test-

sűrűségével, különleges esetben fagyállóságával, korrózióállóságával, vízzáróságával, kopásállóságával stb. kell jellemezni, és ezek alapján az MSZ EN 206-1:2002, ill. az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerint kell osztályba sorolni. A szilárd beton osztályba sorolását az MSZ 4798-1:2004 szabvány 4.3. szakasza, vizsgálatát és követelményeit 5.5. szakasza, megfelelőségének feltételeit és ellenőrzését a szabvány 8. fejezete tárgyalja.

A beton akkor felel meg a nyomószilárdsági követelménynek, ha teljesíti az MSZ 4798-1:2004 szabvány 8.2.1. szakaszában, valamint A és B mellékletében szereplő, a nyomószilárdságra és a testsűrűsége vonatkozó feltételeket.

A beton nyomószilárdság vizsgálata és az eredmények értékelése során az egyedi betonösszetételek mintavételi és vizsgálati tervében, valamint a megfelelőségi feltételekben meg kell különböztetni a *kezdeti gyártást és vizsgálatot*, a *folyamatos gyártást és vizsgálatot*, valamint az *azonosító vizsgálatot*. A *folyamatos* és az *azonosító* vizsgálat eredményének értékelését a vizsgálati eredmények átlaga (f_{cm}) és szórása (s_n) alapján kell végezni. A jellemző értéket (f_{ck}) és a beton nyomószilárdsági osztályát jelentősen befolyásolja az alulmaradási tényező (λ_n) miben léte:

$$f_{ck} = f_{cm} - \lambda_n \cdot s_n \quad (3)$$

2. A FOLYAMATOS GYÁRTÁS ÉS VIZSGÁLAT

A beton folyamatos gyártása akkor kezdődik, amikor már legalább 35 egymás utáni, kihagyás nélküli, azonos feltételekkel készített betonra vonatkozó vizsgálati eredményünk van, három hónapnál hosszabb, de legfeljebb 12 hónap idő alatt, amelyet az új betonszabványok kezdeti gyártásnak neveznek. A kezdeti gyártásból meg kell határozni a szórás (σ), amely az elméleti szórás jó közelítését adja, és amely bizonyos feltételek mellett a folyamatos gyártás vizsgálati eredményeinek értékelésénél figyelembe veendő:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{ci} - f_{cm, test})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_{ci}^2 - n \cdot f_{cm, test}^2}{n-1}} \quad \text{ahol } n \geq 35$$

A továbbiakban figyelembe vehető σ szórás legkisebb értéke, végig víz alatt tárolt próbahengerek esetén:

- közönséges beton esetén (ha a beton nyomószilárdsági osztálya $\leq C50/60$): 3 N/mm²;
- nagyszilárdságú beton esetén (ha a beton nyomószilárdsági osztálya $\geq C55/67$): 5 N/mm².

A folyamatos gyártás eredménye legalább 15 egymás után következő, legfeljebb 12 hónap alatt végzett mintavétel, ill. vizsgálat után értékelhető. A mintákat a termelés során folyamatosan kell venni, de nem gyakrabban, mint 1 minta minden 25 m³-ből. Folyamatos gyártás során egy minta egy próbatestből áll(hat). A folyamatos gyártás kezdetén, amíg még 15 minta nem áll rendelkezésre, a minták számát a kezdeti gyártás végén vett mintákkal kell kiegészíteni.

A folyamatos gyártás eredményének értékeléséhez meg kell adni a legalább

15 vizsgálati eredményt, a legalább 15 vizsgálati eredmény átlagát, valamint a következő képlettel ki kell számítani a legalább 15 vizsgálati eredmény tapasztalati szórását:

$$s_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{ci} - f_{cm, test})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_{ci}^2 - n \cdot f_{cm, test}^2}{n-1}} \quad \text{ahol } n \geq 15$$

A beton a tervezett nyomószilárdsági osztálynak a folyamatos gyártás során megfelel, ha a következő megfelelőségi feltételek egyidejűleg teljesülnek:

1. *feltétel* az MSZ 4798-1:2004 szabvány 14. táblázata szerint, végig víz alatt tárolt próbahengerek esetén, valamennyi nyomószilárdsági osztályban:

$$f_{cm, test} \geq f_{cm} = f_{ck} + 1,48 \cdot \sigma$$

ahol σ a kezdeti gyártásból legalább 35 minta vizsgálata alapján meghatározott szórás, és 1,48 az alulmaradási tényező ($\lambda_{n=15}$) értéke (6. táblázat).

A figyelembe veendő σ szórás legkisebb értéke végig víz alatt tárolt próbahengerek esetén:

- közönséges beton esetén (ha a beton nyomószilárdsági osztálya $\leq C50/60$): 3 N/mm²;
- nagyszilárdságú beton esetén (ha a beton nyomószilárdsági osztálya $\geq C55/67$): 5 N/mm²;
- továbbá valamennyi beton esetére: $0,63 \cdot \sigma \leq s_n \leq 1,37 \cdot \sigma$, azaz a folyamatos gyártásból legalább 15 minta vizsgálata alapján meghatározott s_n tapasztalati szórás a kezdeti gyártásból legalább 35 minta vizsgálata alapján meghatározott σ elméleti szórás 0,63-szorosánál kisebb és 1,37-szorosánál nagyobb nem lehet.

Ha a szórásra vonatkozó fenti szabványos feltétel teljesül, akkor a kezdeti gyártás időszakából meghatározott σ szórás alkalmazható a folyamatos gyártás időszakában a megfelelőség ellenőrzésére. Ha nem teljesül, akkor a rendelkezésre álló utolsó, legalább 35 minta (folyamatos gyártásról lévén szó, legalább 35 próbatest) vizsgálata alapján új σ szórás értéket kell meghatározni.

Ha a gyártó nem tudja a kezdeti gyártásra vonatkozó szórásának értékét bizonyítani, akkor végig víz alatt tárolt próbahengerek esetén: $\sigma \geq 6$ N/mm² értékkel kell számolni (MSZ 4798-1:2004 szabvány 8.2.1.3. szakasz).

2. *feltétel* az MSZ 4798-1:2004 szabvány 14. táblázata szerint, végig víz alatt tárolt próbahengerek esetén:

- közönséges beton esetén (ha a beton nyomószilárdsági osztálya $\leq C50/60$): $f_{ci} \geq f_{ck} - 4$;
- nagyszilárdságú beton esetén (ha a beton nyomószilárdsági osztálya $\geq C55/67$): $f_{ci} \geq 0,9 \cdot f_{ck}$.

Az MSZ EN 1992-1-1:2005 és az MSZ EN 206-1:2002 szabványok a beton nyomószilárdságának megfelelőségét a 150 mm átmérőjű, 300 mm magas, végig víz alatt tárolt próbahengerek nyomószilárdsága alapján ítélik meg, következésképpen a megfelelőségi feltételek is ezekre a szabványos próbahengerekre vonatkoznak. Ezért a 150 mm élhosszúságú, vegyesen (vagy végig víz alatt) tárolt próbakockákon mért nyomószilárdsági eredmények értékelése során akkor járunk el helyesen, ha az egyes mérési eredményeket a 150 mm átmérőjű, 300 mm magas, végig víz alatt tárolt próbahenger nyomószilárdságára átszámítjuk,

és ezeket az átszámított nyomószilárdságokat értékeljük a megfelelőségi feltételek figyelembevételével.

Az MSZ 4798-1:2004 szabvány 5.5.1.2. szakasza és N2. fejezete értelmében a 150 mm élhosszúságú, vegyesen tárolt próbakocka és a 150 mm átmérőjű, 300 mm magas, végig víz alatt tárolt próbahenger nyomószilárdságának hányadosa C50/60 nyomószilárdsági osztályig bezárólag a (2) összefüggés szerint $f_{c,cube,H}/f_{c,cyl} = 0,97/(0,76-0,92) \sim 1,387$. Értelmszerűen alkalmazva az MSZ 4798-1:2004 szabvány NAD 3.2. megjegyzése szerinti átszámítást, a 150 mm élhosszúságú, vegyesen tárolt próbakockán mért nyomószilárdságot ezzel a tényezővel elosztva jutunk a 150 mm átmérőjű, 300 mm magas, végig víz alatt tárolt próbahenger nyomószilárdságára, mint a bemutatott számpéldákban látható.

A megfelelőség igazolásának további feltétele, hogy a szilárdság vizsgálatára készített, bedolgozott friss beton próbatestek egyedi testsűrűsége mintaként ne térjen el $\pm 2\%$ -nál nagyobb mértékben a tervezett (átlagos) testsűrűségétől.

A folyamatos gyártás nyomószilárdság-vizsgálati eredményeinek értékelésére az 1. táblázat tartalmaz számpéldát.

1. táblázat: Számpélda a folyamatos gyártás nyomószilárdság vizsgálati eredményeinek értékelésére

Minta jele (1 minta = 1 próbatest)	Próba- kocka $f_{c,cube,test,H}$	Próba- henger $f_{c,cyl,test}$	2. feltétel $f_{c,cyl,test} \geq f_{ck,cyl} - 4$
1.	47,1	34,0	$34,0 > 21,0$
2.	45,4	32,7	$32,7 > 21,0$
3.	44,3	31,9	$31,9 > 21,0$
4.	47,9	34,5	$34,5 > 21,0$
5.	49,3	35,5	$35,5 > 21,0$
6.	44,8	32,3	$32,3 > 21,0$
7.	45,0	32,4	$32,4 > 21,0$
8.	46,9	33,8	$33,8 > 21,0$
9.	48,8	35,2	$35,2 > 21,0$
10.	44,9	32,4	$32,4 > 21,0$
11.	46,7	33,7	$33,7 > 21,0$
12.	44,5	32,1	$32,1 > 21,0$
13.	44,0	31,7	$31,7 > 21,0$
14.	46,2	33,3	$33,3 > 21,0$
15.	44,8	32,3	$32,3 > 21,0$
$f_{cm,cyl,test} = 33,2$ átlag $s_{15} = 1,21$ szórás $s_{min} = 3,0$ szórás legalább $\sigma_{35} = 1,77 \rightarrow 3,0 = \sigma_{min}$ kezdeti gyártásból $0,63 \cdot \sigma_{min} = 1,89 < s_{min} = 3,0 < 4,11 = 1,37 \cdot \sigma_{min}$ $f_{ck,cyl,test} = f_{cm,cyl,test} - 1,48 \cdot \sigma_{min} = 33,2 - 4,4 = 28,8$			
1. feltétel			
$f_{ck,cyl,test} =$	$28,8 > 25 = f_{ck,cyl}$		
$f_{cm,cyl,test} =$	$33,2 > 29,4 = f_{cm,cyl} = f_{ck,cyl} + 1,48 \cdot \sigma_{min}$		
Nyomószilárdsági osztály: C25/30		Mértékegység: N/mm ²	

3. ALULMARADÁSI TÉNYEZŐ

Az MSZ EN 206-1:2002 és MSZ 4798-1:2004 új betonszabványok 14. táblázatában, a folyamatos gyártás nyomószilárdsági megfelelőségének 1. feltételében szereplő alulmaradási tényezőnek azt a λ_n szorzót nevezzük, amellyel

a nyomószilárdság vizsgálati eredmények s_n , ill. σ szórását megszorozva, és a $\lambda_n \cdot s_n$, ill. $\lambda_n \cdot \sigma$ szorzatot (alulmaradási tágasság) a nyomószilárdság f_{cm} átlag értékéből kivonva az f_{ck} jellemző értékre jutunk. Jele a t -eloszlás esetén: t_n

Ha a nyomószilárdság átlaga (f_{cm}), szórása (s_n) és alulmaradási tényezője (λ_n) adott, akkor a nyomószilárdság jellemző értéke (f_{ck}) a (3) jelű összefüggés szerint kiszámítható:

$$f_{ck} = f_{cm} - \lambda_n \cdot s_n$$

Az új betonszabványokban (MSZ EN 206-1:2002 és MSZ 4798-1:2004) a folyamatos gyártás nyomószilárdsági megfelelőségének 1. feltételében szereplő, az $n = 15$ mintaszámhoz tartozó $\lambda_{n=15} = 1,48$ értékű alulmaradási tényező lényegében a korábbi betonszabványban (MSZ 4720-2:1980) szereplő *Student*-tényező szerepét tölti be. E *Student*-tényező értéke a mintaszámtól függött, értéke a korábbi betonszabványban minden esetben legalább 1,645, de kis elemszámú minta esetén ennél lényegesen nagyobb volt. A szabványváltozás – ezen a ponton legalábbis – egyértelműen a gyártónak kedvez, hiszen minél kisebb az 1. feltételbeli szorzó, annál könnyebb a feltételt kielégíteni. Ahhoz, hogy megértsük az alulmaradási tényező $\lambda_{n=15} = 1,48$ értékét magyarázó (ill. a korábbi szabványban szereplő szorzókat értelmező) indokokat, célszerű átgondolnunk a nyomószilárdsági osztályba sorolás alapelveit. Előre kell bocsátanunk, hogy mind a korábbi szabványban szereplő alulmaradási tényezők, mind az 1,48-os érték statisztikailag korrekt, de — és ez a különbség igazi oka — teljességgel eltérő körülmények között. A következőkben döntően Taerwe (1986) és Zäschke (1994) dolgozataira támaszkodunk.

A beton nyomószilárdsági osztályokba sorolásának alapja az a követelmény, hogy amennyiben a beépítésre kerülő teljes mennyiséget meg tudnánk vizsgálni nyomószilárdság szempontjából (és így teljesen meg tudnánk határozni a nyomószilárdság eloszlását), az így kapott eredmények 95%-ának el kell érnie az előre meghatározott, előírt f_{ck} szilárdsági küszöböt, amit előírt jellemző értéknek hívunk. Ugyanezt mondhatjuk úgy is, hogy a nyomószilárdság eloszlásának 5%-os kvantilise ($f_{ck,test}$) nagyobb, vagy egyenlő, mint f_{ck} ($f_{ck} \leq f_{ck,test}$).

A beton nyomószilárdságának jellemző értékéhez a teljes mintának az a hányada tartozik, amely nem éri el az f_{ck} nyomószilárdsági küszöböt. Az alulmaradási hányad szokásos jelölése p , amely értelemszerűen egy 0 és 1 közötti szám (gyakran százalékos formában kifejezve). Az $f_{ck} \leq f_{ck,test}$ követelményt az alulmaradási hányad segítségével $p \leq 5\%$ formában írhatjuk le.

Ha a p értékét ismernénk, akkor a dolog rendkívül egyszerű volna, hiszen $p \leq 5\%$ esetén elfogadjuk a mintát, ellenkező esetben elutasítjuk. Természetesen a p értékét sohasem ismerjük (hiszen ehhez a teljes betonmennyiséget meg kellene vizsgálni), így különböző statisztikai eljárásokra van szükség. Valamennyi alkalmazott eljárás közös jellemzője, hogy feltételezi a beton nyomószilárdsága során kapott eredmények normális (*Gauss*-féle) eloszlását. A továbbiak során feltételezzük, hogy a vizsgálati eredmények egy általunk nem ismert μ várható értékű és σ szórású normális eloszlást követnek: ez esetben az eloszlás 5%-os kvantilise az $f_{ck,test} = \mu - 1,645 \cdot \sigma$ formulával számolható.

A korábbi MSZ 4720-2:1980 szabványban szereplő *Student*-tényezőket elemi matematikai statisztikai tények magyarázzák. Ha ismerjük a nyomószilárdság σ szórását,

akkor a vizsgálati eredmények $f_{cm, test}$ átlaga a μ várható érték torzítatlan becslését adja, és így $f_{cm, test} - 1,645 \cdot \sigma$ az 5%-os kvantilis egy természetes becslése. A szabványban szereplő $f_{ck} \leq f_{cm, test} - 1,645 \cdot \sigma$ feltétel pontosan azt fejezi ki, hogy az 5%-os kvantilis becslött értékének ($f_{ck, test}$) az előírt szilárdsági küszöb (f_{ck}) felett kell maradnia.

Ha nem ismerjük a szórást, akkor a helyzet némileg bonyolultabb, hiszen a szórást is becsülni kell. Ez esetben a

$$\frac{f_{cm} - \mu}{\sigma_n} \sqrt{\frac{n}{n-1}}$$

mennyiség ún. $n - 1$ szabadságfokú *Student*-féle t -eloszlást követ, és az 5%-os kvantilis értéke a t -eloszlás táblázatból vett értékének segítségével becsülhető.

Az MSZ 4720-2:1980 szabványban szereplő eljárások mind ismert, mind ismeretlen szórás esetén a rendelkezésre álló adatok alapján becsülték az $f_{ck, test}$ tapasztalati jellemző értéket, majd az így kapott becslést összehasonlították az f_{ck} kritikus, előírt jellemző értékkel. Az alapul szolgáló valószínűségi eloszlások szimmetrikussága miatt az így kapott eljárás jellemzője, hogy ha a gyártó éppen „kritikusan jó” betont gyártott (azaz $p = 5\%$), akkor a beton körülbelül 50% valószínűséggel került elfogadásra. Ha bevezetjük az adott p jellemző értékű beton $A(p)$ elfogadási valószínűségét, — amely azt mondja meg, hogy a p alulmaradási hányadú betont milyen valószínűséggel fogjuk elfogadni, — akkor ez azt jelenti, hogy $A(0,05) \approx 0,5$.

Az MSZ EN 206-1:2002 és MSZ 4798-1:2004 szabvány a beépítésre kerülő beton nyomószilárdsági megfelelőségét olyan módon kívánja biztosítani, amely egy tágabb kontextusban értelmezendő minőségbiztosítási rendszer része.

Bármely megfelelőségi feltételrendszer esetén értelmezhető az adott p jellemző értékű betonhoz tartozó $A(p)$ elfogadási valószínűség. Ha az $A(p)$ mennyiséget a p függvényében ábrázoljuk, akkor az elfogadási görbét kapjuk (1. ábra).

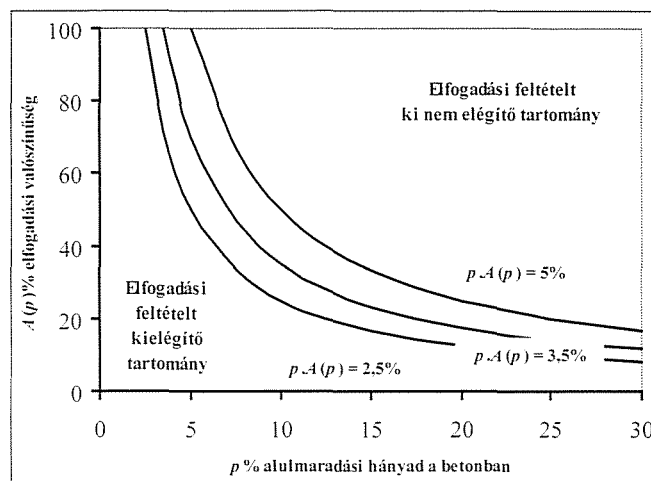
Az új betonszabványok (MSZ EN 206-1:2002 és MSZ 4798-1:2004) megfelelőségi döntése alapjául a következő gondolatmenet szolgál (Taerwe, 1986, Zäschke, 1994): Olyan minőségbiztosítási rendszert szeretnénk, amely minden p jellemző érték esetén teljesíti a

$$p \cdot A(p) \leq 5\%$$

feltételt (1. ábra felső görbéje). Bocsássuk előre, hogy az új betonszabványokban szereplő feltételrendszer ezt valóban teljesíti is. Például:

ha $p = 0,05$ akkor	$A(p) \leq 1,0$
ha $p = 0,07$ akkor	$A(p) \leq 0,7$
ha $p = 0,10$ akkor	$A(p) \leq 0,5$
ha $p = 0,25$ akkor	$A(p) \leq 0,2$

Bármiféle megfelelőségi feltétel felfogható egyfajta szűrőnek is: a megfelelőnek talált mintákat átengedi, a nem-megfelelőnek találtakat pedig visszatartja. Feltételezzük, hogy olyan anyagot vizsgálunk – pl. betonacélt – amelynek megfelelősége még a beépítés előtt ellenőrizhető, és a beépítés előtt a minőséget folyamatosan ellenőrizzük is, a megfelelőnek találtakat beépítjük, a nem-megfelelőket pedig tökéletes minőségűekkel helyettesítjük. Ekkor a megfelelőségi feltétel által megszürt sokaság minősége nyilván jobb lesz, és a $p \cdot A(p) \leq 5\%$ feltétel biztosítja, hogy a megszürt sokaság p értéke



1. ábra: Elfogadási görbe

már 5% alatt maradjon. Fontos kiemelni, hogy még ebben az esetben is, *folyamatos* (és nem szűrőpróbaszerű!) *ellenőrzést* kell feltételeznünk.

Beton esetében a nem-megfelelőnek ítélt szállítmányokat nyilván nem lehet tökéletes minőségűekkel helyettesíteni, hiszen mire a nem-megfelelőség kiderül, addigra már rég beépítésre került az anyag. A $p \cdot A(p) \leq 5\%$ feltétel akkor lesz értelmes, ha azt feltételezzük, hogy folyamatosan nyomon követjük, melyik beton szállítmány hová került beépítésre, és ahová olyan beton szállítmányt építettünk be, amely a vizsgálat során nem bizonyult megfelelőnek, azt a részt utólagosan megerősítjük, vagy más módon elérjük, hogy gyakorlati szempontból tökéletes legyen. (Azaz a nem-megfelelő szállítmányokat utólagosan „tökéletessé” transzformáljuk.)

Ha a beépítésre kerülő beton szállítmányokat *folyamatosan* vizsgáljuk, és a nem megfelelőket utólagosan „tökéletessé” transzformáljuk, akkor a $p \cdot A(p) \leq 5\%$ feltétel valóban biztosítja, hogy a kész szerkezetben az f_{ck} szilárdsági küszöb (előírt jellemző érték) alatti nyomószilárdságú beton mennyisége 5% alatt maradjon.

Az új betonszabványok (MSZ EN 206-1:2002 és MSZ 4798-1:2004) 14. táblázatában a folyamatos gyártás nyomószilárdsági megfelelőségének 1. feltételében szereplő, az $n = 15$ mintaszámhoz tartozó $\lambda_{n=15} = 1,48$ értékű alulmaradási tényező egy ilyen, *folyamatos vizsgálatot és utólagos megerősítést feltételező* minőségbiztosítási rendszer részeként került meghatározásra. A kapott rendszer a $p \cdot A(p) \leq 5\%$ feltételt valójában ki is fogja elégíteni, jelentős biztonsági ráhagyással (Zäschke, 1994). Például megengedi, hogy amennyiben a gyártó „kritikusan jó”, azaz $p = 5\%$ alulmaradási hányadú betont készít, akkor az elfogadás $A(0,05)$ valószínűsége 1,0 legyen (1. ábra felső görbéje, ahol $A(0,05) = 1,0$). A $\lambda_{n=15} = 1,48$ által szolgáltatott feltételrendszerrel $A(0,05) \approx 0,7$, azaz ha a gyártó „kritikusan jó” betont készít, akkor azt a feltételrendszer 0,7 körüli valószínűséggel fogja megfelelőnek minősíteni (1. ábra középső görbéje, ahol $A(0,05) \approx 0,7$). Ez lényegesen kisebb, mint a $p \cdot A(p) \leq 5\%$ alapfeltétel által megkövetelt 1,0, de lényegesen több, mint az MSZ 4720-2:1980 által biztosított 0,5 (1. ábra alsó görbéje, ahol $A(0,05) = 0,5$). A biztonsági ráhagyás oka többek között, hogy a $\lambda_{n=15} = 1,48$ alulmaradási tényező egy olyan modellben számolódik, amely az egyes vizsgálati eredmények között némi gyenge összefüggőséget is megenged. (Ha sokat mérünk, akkor az időben közeli mérések között lesz némi korreláció.) Ha feltételeznénk, hogy a mérési eredmények függetlenek, akkor $\lambda_{n=15} = 1,48$ helyett 1,318 jönne ki. A $\lambda_{n=15}$ alulmaradási tényezők egy ajánlott OC-görbéhez tartozó értékek, amelyeket numerikus szimulációval határoztak meg,

a véletlen számok révén (Taerwe, 1986). A λ_n alulmaradási tényezők értékei a 6. táblázatban találhatók.

Összehasonlítva tehát a régi MSZ 4720-2:1980 és az új MSZ EN 206-1:2002 ill. MSZ 4798-1:2004 szabványokat, a korábbi szabvány a beépített beton nyomószilárdságát egy szűrőpróbaszerűen is alkalmazható megfelelőségi feltétellel, az új szabványok pedig egy folyamatos nyomon követést és utólagos javítást feltételező minőségbiztosítási rendszer részeként alkalmazható megfelelőségi feltétellel kívánja biztosítani. Az MSZ EN 206-1:2002 és MSZ 4798-1:2004 szabványnak az a komoly hiányossága, hogy a szabványokba csak megfelelőségi feltétel került be, a folyamatos nyomon követés és utólagos javítás kötelezettsége nélkül.

Az előzők során az új szabványoknak (MSZ EN 206-1:2002 és MSZ 4798-1:2004) csak az 1. nyomószilárdsági feltételével foglalkoztunk: ezt azért tehettük meg, mert gyakorlati tapasztalatok és szimulációs vizsgálatok szerint is a 2. feltétel szinte semmit nem élesít a feltételrendszeren (Zäschke, 1994).

4. A NYOMÓSZILÁRDSÁG AZONOSÍTÓ VIZSGÁLATA

A beton nyomószilárdság azonosító vizsgálatát — az MSZ 4798-1:2004 szabvány B melléklete szerint — akkor kell végezni, ha meg akarunk győződni arról, hogy

- a kérdéses friss beton ugyanahhoz az alapsokasághoz tartozik-e, amelyre a gyártó a jellemző szilárdság megfelelőségét igazolta;
- a kérdéses friss beton a gyártó által szavatolt szilárdsági jelnek és esetleg egyéb szavatolt tulajdonságnak megfelelő-e, ha a megfelelőség igazolása érdekében a gyártó nem végzett vizsgálatokat;
- a szerkezetbe már bedolgozott szilárd beton a gyártó által szavatolt szilárdsági jelnek megfelelő-e.

Értelmezésünk szerint *azonosító vizsgálatot* végez a *független laboratórium*, ha nem a kezdeti vagy a folyamatos gyártás megfelelőségének vizsgálatával bízták meg (azt a gyártó vagy más laboratórium végezte), hanem — akár a gyártó, akár a megrendelő (építető, felhasználó, előíró), megbízásából — csak annak megállapítása a feladata, hogy a szóban forgó beton a gyártó által megadott nyomószilárdsági osztálynak megfelelő-e. Ugyanígy azonosító vizsgálatot végezhet a megrendelő, ill. a kivitelező is saját laboratóriumában. Az azonosító vizsgálat feltételeiben célszerű a gyártóval megegyezni, és a vizsgálatot a gyártó bevonásával végezni. Kezdeti és folyamatos vizsgálatot csak a gyártó vagy megbízottja végezhet, amelynek eredménye alapján a gyártó — ha szükséges, tanúsító szervezet bevonásával — megfelelőségi nyilatkozatot tesz. A megfelelőségi nyilatkozat megbízhatóságát a beton megrendelője (vevő = kivitelező, előregyártó) vagy megbízottja azonosító vizsgálatokkal ellenőrzi.

A vizsgálatához kivett minták „ n ” számát és a mintavétel helyét az érdekelt felek (előíró, gyártó, felhasználó) írásban (jegyzőkönyvben) rögzített megegyezése alapján kell meghatározni.

A beton átadás-átvételi eljárásának kimenetele, a tétel elfogadása vagy elutasítása az *azonosító vizsgálat* eredményétől függ. Szerkezeteink biztonsága szempontjából is méltányolható, ha ebben az eljárásban az új betonszabványok alapelvétől eltérően az átadó és az átvevő kockázata azonos, más szóval, ha a $p = 5\%$ alulmaradási hányadú beton elfogadási valószínűsége $A = 50\%$, és a nyomószilárdság

vizsgálat mérési eredményeit ennek az elfogadási feltételnek ($p \cdot A(p) = 2,5\%$) megfelelően értékeljük. Javaslatunk az új betonszabványokkal nem ellentétes, az azokban foglaltaknál szigorúbb, a beton és vasbeton szerkezetek biztonságát fokozó megfelelőségi feltételekre vezet, amelyek alkalmazása során a meg nem felelő nyomószilárdságú beton nyomon követésére, megerősítésére stb. nincs szükség. A módszert az érdekelt felek külön megállapodás alapján alkalmazhatják.

Az azonosító vizsgálat javasolt megfelelőségi feltételeinek matematikai statisztikai alapja nem idegen sem az új (MSZ EN 206-1:2002 és MSZ 4798-1:2004), sem a régi (MSZ 4719:1982 és MSZ 4720-2:1980) betonszabványoktól, és a következőkben foglalható össze:

- nem teszünk különbséget a gyártásközi ellenőrzés tanúsításával vagy tanúsítása nélkül készült beton azonosító vizsgálatára között;
- a beton megfelelőségét a vizsgált minták nyomószilárdságának átlaga, szórása és a mintaszám alapján határozzuk meg;
- feltételezzük, hogy a vizsgálati eredmények követik a *Gauss* eloszlást;
- a jellemző értéket a *Gauss* eloszlás alapján az 5% -os alulmaradási szinthez rendeljük oly módon, hogy az átadás-átvételi eljárásban az elfogadási valószínűség a kritikusan megfelelő betonra nézve közelítőleg 50% , az elfogadási feltétel $p \cdot A(p) = 2,5\%$ legyen, szemben az MSZ EN 206-1:2002 és MSZ 4798-1:2004 szabvány rendelkezésével, amely szerint a folyamatos gyártás során az átadás-átvétel valószínűsége kritikusan megfelelő betonnál közelítőleg $70\text{--}30\%$, és az elfogadási feltétel $p \cdot A(p) = 3,5\%$ (Taerwe, 1986);
- a jellemző értéket több mint 40 minta esetén az $f_{ck} = f_{cm} - 1,645 \cdot \sigma$ összefüggésből, ennél kevesebb minta (n) esetén az $f_{ck} = f_{cm} - t_n \cdot s_n$ összefüggésből határozzuk meg, ahol σ az elméleti szórás, s_n a tapasztalati szórás, t_n a *Student*-tényező (Stange et al., 1966) értéke az n mintaszám függvényében;
- feltételezzük, hogy a C50/60 nyomószilárdsági osztályig bezárólag a 150 mm élhosszúságú, vegyesen tárolt próbakocka és a 150 mm átmérőjű, 300 mm magas, végig víz alatt tárolt próbahenger nyomószilárdságának összefüggése ($f_{ci, \text{cube}, H} = 1,387 \cdot f_{ci, \text{cyl}}$), ami a szórások előírt értékére is fennáll, azaz $\sigma_{\text{cube}, H} = 1,387 \cdot \sigma_{\text{cyl}}$, illetve $s_{\text{cube}, H} = 1,387 \cdot s_{\text{cyl}}$;
- a minta egy próbatestből is állhat;
- a kidolgozott eljárás értelemszerűen a végig víz alatt tárolt szabványos próbakockák és próbahengerek vizsgálata esetén is alkalmazható.

A beton a tervezett nyomószilárdsági osztálynak megfelelő, ha a következő megfelelőségi feltételek egyidejűleg teljesülnek:

1. feltétel:

$$f_{cm, \text{cyl}, \text{test}} \geq f_{cm, \text{cyl}} = f_{ck, \text{cyl}} + t_n \cdot s_n$$

ahol s_n értéke nem lehet kisebb, mint a 2. táblázatban szereplő megengedett legkisebb szórás (s_{min});

t_n az 5% -os alulmaradási hányadhoz és n mintaszámhoz tartozó, $n - 1$ szabadságfokú *Student*-tényező, 50% -os elfogadási valószínűség mellett, amelynek értékeit a 6. táblázat tartalmazza.

2. feltétel:

≤ C50/60 osztályú, közönséges beton esetén:

$$f_{ci,cyl} \geq f_{ck,cyl} - 4;$$

≥ C55/67 osztályú, nagyszilárdságú beton esetén:

$$f_{ci,cyl} \geq 0,9 \cdot f_{ck,cyl}.$$

A megfelelés igazolásának további feltétele, hogy a szilárdság vizsgálatára készített, bedolgozott friss beton próbatestek egyedi testsűrűsége mintaként ne térjen el $\pm 1,5\%$ -nál nagyobb mértékben a tervezett (átlagos) testsűrűségtől. (Ez a követelmény az MSZ 4798-1:2004 szabvány laza előírásánál $0,5\%$ -kal kisebb érték, és 15 liter/m^3 levegőtartalomnak felel meg.)

A mintaszámot, a *Student*-tényezőt, a szórás legkisebb értékét a próbakockák nyomószilárdságának javasolt azonosító vizsgálata esetére a 2. táblázat tartalmazza.

A beton javasolt megfelelési feltételek szerinti minősítésére 9 minta (9 próbakocka) azonosító vizsgálati eredménye alapján a 3. táblázatban mutatunk be példát.

A 4. táblázat számpéldát tartalmaz, amelyben a 3. táblázat nyomószilárdság vizsgálati eredményeit összehasonlításként a gyártásközi ellenőrzés tanúsításával készített beton nyomószilárdsága szabványos azonosító vizsgálata szerint értékeltük. Az 5. táblázatban pedig olyan számpéldát készítettünk, amelyben a 4. táblázat nyomószilárdság-vizsgálati eredményeit összehasonlításként a „rég” (MSZ 4719:1982 és MSZ 4720-2:1980) betonszabványok szerint értékeltük.

A 6. táblázatban az egyoldali 5% -os alulmaradási hányadhoz tartozó *Student*-tényező értékeit adtuk meg, 50% -os elfogadási

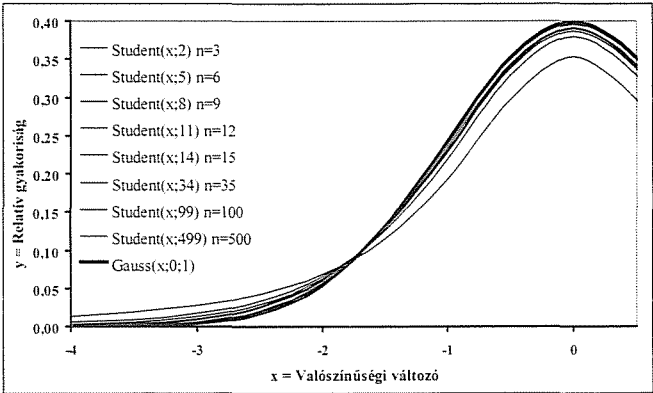
3. táblázat: Számpélda a nyomószilárdság vizsgálati eredmények értékelésére azonosító vizsgálat esetén, a *Student*-tényező alkalmazásával (javaslat)

Minta jele (1 minta = 1 próbatest)	Próba- kocka $f_{ci,cube, test, H}$	Próba- henger $f_{ci,cyl, test}$	2. feltétel $f_{ci,cyl, test} \geq f_{ck,cyl} - 4$
1.	48,7	35,1	$35,1 > 21,0$
2.	47,7	34,4	$34,4 > 21,0$
3.	44,5	32,1	$32,1 > 21,0$
4.	46,6	33,6	$33,6 > 21,0$
5.	45,8	33,0	$33,0 > 21,0$
6.	47,6	34,3	$34,3 > 21,0$
7.	43,1	31,1	$31,1 > 21,0$
8.	43,8	31,6	$31,6 > 21,0$
9.	46,2	33,3	$33,3 > 21,0$
$f_{cm,cyl, test} = 33,2$ $s_9 = 1,37$ $s_{min} = 3,0$ $t_9 = 1,86$			átlag szórás szórás legalább <i>Student</i> -tényező
$f_{ck,cyl, test} = f_{cm,cyl, test} - t_9 \cdot s_{min} = 33,2 - 5,6 = 27,6$			
1. feltétel $f_{ck,cyl, test} = 27,6 > 25,0 = f_{ck,cyl}$ $f_{cm,cyl, test} = 33,2 > 30,6 = f_{cm,cyl} = f_{ck,cyl} + t_9 \cdot s_{min}$			
Nyomószilárdsági osztály: C25/30			Mértékegység: N/mm ²

2. táblázat: A mintaszám, a *Student*-tényező és a szórás legkisebb értéke a nyomószilárdság azonosító vizsgálata esetén, a *Student*-tényező alkalmazásával (javaslat)

Betonjellemzők	Tanúsítás nélkül		Tanúsítással		
	Egyedi (nem sorozat) gyártás esetén, minden esetben	Sorozat gyártás esetén			
C8/10 – C16/20		C20/25 – C50/60	C55/67 – C100/115		
Tervezett beton, előírt összetételű beton és előírt iparági beton		Tervezett beton és előírt összetételű beton			
Környezeti osztály		XN(H), X0b(H), X0v(H) környezeti osztály	Többi környezeti osztály	Valamennyi környezeti osztály	
Mintaszám, legalább, n	3	3	6	9	9
Az 5 %-os alulmaradási hányadhoz tartozó t_n Student-tényező, 50 %-os elfogadási valószínűség mellett, az n megkövetelt mintaszám függvényében (Stange et al., 1966)					
t_n , ha a szabadságfok $n-1$	2,920	2,920	2,015	1,860	1,860
Szórás legkisebb, megengedett értéke, végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű és 300 mm magas próbahengerek esetén, s_{min} , N/mm ²	6	2	3	3	5

valószínűség mellett (Stange et al., 1966). A 6. táblázatban szereplő *Student*-tényező az $N(0,1)$ eloszlású t -eloszlás — egyoldali 5 %-os alulmaradási hányadához tartozó — t_n valószínűségi változója ($p = 0,05$ értékhez tartozó kvantilise, küszöb értéke, ha n a mintaszám, és $n - 1$ a t -eloszlás szabadságfoka). Ezek az értékek bizonyos mértékig eltérnek az MSZ 4720-2:1980 szabvány *Student*-tényezőitől, mert az utóbbiakat közelítő számítással határozták meg (Owen, 1962; Palotás, 1979, 9.93.4. szakasz; Szalai, 1982, 2.8.5. szakasz). Ha $n \rightarrow \infty$, akkor a *Student*-féle t -eloszlás a *Gauss*-féle normális eloszláshoz tart (2. ábra).



2. ábra: Gauss- és Student-eloszlások standardizált sűrűségfüggvénye

4. táblázat: Számpélda a 3. táblázat nyomószilárdság vizsgálati eredményeinek a gyártásközi ellenőrzés tanúsításával készített beton nyomószilárdságának értékelésére, szabványos azonosító vizsgálat esetén

Minta jele (1 minta = 1 próbatest)	Próba- kocka $f_{ci,cube, test, H}$	Próba- henger $f_{ci,cyl, test}$	2. feltétel $f_{ci,cyl, test} \geq f_{ck, cyl} - 4$
1.	48,7	35,1	35,1 > 21,0
2.	47,7	34,4	34,4 > 21,0
3.	44,5	32,1	32,1 > 21,0
4.	46,6	33,6	33,6 > 21,0
5.	45,8	33,0	33,0 > 21,0
6.	47,6	34,3	34,3 > 21,0
7.	43,1	31,1	31,1 > 21,0
8.	43,8	31,6	31,6 > 21,0
9.	46,2	33,3	33,3 > 21,0
$f_{cm, cyl, test} = 33,2$ átlag			
$f_{ck, cyl, test} = f_{cm, cyl, test} - 4 = 29,2$			
1. feltétel $f_{ck, cyl, test} = 29,2 > 25,0 = f_{ck, cyl}$ $f_{cm, cyl, test} = 33,2 > 29,0 = f_{cm, cyl} = f_{ck, cyl} + 4$			
Nyomószilárdsági osztály: C25/30		Mértékegység: N/mm ²	

5. KÖVETKEZTETÉSEK

Az új betonszabványok szerint a gyártás kezdeti és folyamatos szakaszában a betont a gyártó vizsgálja, és a folyamatosan gyártott beton vizsgálati eredményeiből 70-30 %-os átadás-átvételi valószínűségre meghatározott jellemző érték alapján megfelelőségi nyilatkozatot tesz. A megfelelőségi nyilatkozat megbízhatóságát a beton megrendelője azonosító vizsgálattal ellenőrzi. A folyamatos és az azonosító vizsgálat eredményének értékelését jelentősen befolyásolja a jellemző érték kiszámításának módszere, amiben az alulmaradási

5. táblázat: Számpélda a 3. táblázat nyomószilárdság vizsgálati eredményeinek a „rég” (MSZ 4719:1982 és MSZ 4720-2:1980) betonszabványok szerinti értékelésére

Minta jele (1 minta = 1 próbatest)	Próba- kocka $f_{ci,cube, test, H}$	Értékelés az MSZ 4719:1982, az MSZ 4720-2:1980, ill. a MÉASZ ME-04.19:1995 szerint.
1.	48,7	
2.	47,7	
3.	44,5	
4.	46,6	
5.	45,8	
6.	47,6	
7.	43,1	
8.	43,8	
9.	46,2	
$R_{m, cube, test} = 46,0$ átlag		
$s_g = 1,89$ szórás		
$s_{min, cube} = 2,0$ szórás legalább, MSZ 4720-2:1980		
$t_g = 1,82$ MÉASZ ME-04.19:1995 → 4.18. tábl.		
$k_R = 1,24$ MÉASZ ME-04.19:1995 → 4.61. képl.		
$R_{k, cube, test} = 41,5$ $= 46,0 - 4,5 =$ $R_{m, cube, test} - k_R \cdot t_g \cdot s_{min}$		
Feltétel $R_{k, cube, test} = 41,5 > 40,0 = R_{k, cube}$ $R_{k, cube} = 40,0 \rightarrow 35,0 = R_{k, cyl}$		
Nyomószilárdsági osztály: C35		Mértékegység: N/mm ²

6. táblázat: Alulmaradási tényezők

Mintaszám n	Szabadságfok a <i>Student</i> -féle eloszlás esetén $n - 1$	<i>Student</i> - tényező t_n	<i>Taerwe</i> - tényező λ_n
		(Stange et al., 1966)	
2	1	6,314	
3	2	2,920	2,67
4	3	2,353	2,20
5	4	2,132	1,99
6	5	2,015	1,87
7	6	1,943	1,77
8	7	1,895	1,72
9	8	1,860	1,67
10	9	1,833	1,62
11	10	1,812	1,58
12	11	1,796	1,55
13	12	1,782	1,52
14	13	1,771	1,50
15	14	1,761	1,48
20	19	1,729	
30	29	1,699	
	∞	1,645	

tényező értékének van meghatározó szerepe. Szerkezeink biztonsága szempontjából méltányolható lenne az olyan módszert alkalmazása, amelyben az átadó és az átvevő kockázata 50-50 %.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerző köszönetét fejezi ki dr. Megyesi Zoltán okl. matematikusnak, aki az új betonszabványok megfelelőségi feltételeinek matematikai értelmezésében volt szívesen hathatós segítségét nyújtani.

7. FOGALMAK

Alulmaradási hányad (portion of the strength values below the f_{ck} , Anteil der Festigkeitswerte unterhalb von f_{ck}). A teljes anyagterefogatban (tételben) a megfelelőségi feltételt ki nem elégítő anyag részaránya. Az x valószínűségi változó jellemző értéke. Jele: p .

Alulmaradási tágasság (lead value, Vorhaltungsmass). Az alulmaradási tényező és a szórás szorzata (pl. $\lambda_n \cdot s_n$, ill. $t_n \cdot s_n$), amelyet a nyomószilárdság f_{cm} átlag értékéből kivonva a jellemző értéket kapjuk, más szóval a nyomószilárdság átlag értékének és jellemző értékének különbsége.

Alulmaradási tényező (acceptance constant, Annahmekonstant). Szorzó, amellyel a nyomószilárdság vizsgálati eredmények szórását megszorozva, és a szorzatot a nyomószilárdság átlag értékéből kivonva a jellemző értékre jutunk. Jele általában: λ_n , a t -eloszlás esetén: t_n (Student-tényező), ahol n a mintaszámra utal.

Elfogadási görbe (acceptance characteristic, Annahmekennlinie). Görbe, amely a tétel $A(p)$ elfogadási valószínűségét a p alulmaradási hányad függvényében mutatja meg. Függvény alakja: $p \cdot A(p) = \text{konstans}$. (I. ábra)

Elfogadási valószínűség (acceptance probability, Annahmewahrscheinlichkeit). A p alulmaradási hányadú betontérfogat (tétel) elfogadásának valószínűsége. Jele: $A(p)$.

Folyamatos gyártás (continuous production, stetige Herstellung). A kezdeti gyártást követő, legalább 15 egymás utáni, kihagyás nélküli, azonos feltételekkel készített betonra vonatkozó nyomószilárdság vizsgálati eredmény meghatározásáig tartó, az utolsó vizsgálat előtti legfeljebb 12 hónap hosszú betongyártási időszak.

Kezdeti gyártás (initial production, Ersterstellung). A kezdeti gyártás a legalább 35 egymás utáni, kihagyás nélküli, azonos feltételekkel készített betonra vonatkozó nyomószilárdság vizsgálati eredmény meghatározásáig tartó, három hónapnál hosszabb, de legfeljebb 12 hónap hosszú betongyártási időszak.

Kvantilis (quantile, Quantil). A p alulmaradási hányadhoz tartozó x_p valószínűségi változó, küszöb érték, jellemző érték (pl. $f_{ck, \text{test}}$). Az eloszlás 5%-os kvantilise az $f_{ck, \text{test}} = \mu - 1,645 \cdot \sigma$ formulával számolható.

Megfelelőség igazolás (verification of conformity, Konformitätsbestätigung). Igazolás – általában ellenőrző vagy tanúsító szervezet bevonásával – arról, hogy a beton a szabványos követelménynek (pl. a nyomószilárdsági osztálynak) megfelel.

Megfelelőségi nyilatkozat (declaration of conformity, Konformitätserklärung). A gyártó nyilatkozata a kezdeti vagy a folyamatos vizsgálat eredménye alapján arról, hogy a

beton a szabványos követelménynek (pl. a nyomószilárdsági osztálynak) megfelel.

Minta (sample, Probe). A beton vizsgálatára elkülönített, az átlagos minőséget képviselő betonmennyiség, amely elegendő egy vagy több nyomószilárdság vizsgálati próbatest készítésére (és egyéb vizsgálat elvégzésére).

Normális eloszlás, Gauss-féle eloszlás (Normal distribution, Normalverteilung). A nyomószilárdság-vizsgálati eredmények valószínűségi várható értékével (μ) és szórásával (σ) kifejezhető eloszlás, amelynek sűrűségfüggvénye:

$$p(x) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Nyomószilárdság (compressive strength, Druckfestigkeit). Az a N/mm^2 mértékegységben kifejezett legnagyobb feszültség, amelynél a beton próbahenger vagy próbakocka a nyomószilárdság vizsgálat során tönkremegy.

Nyomószilárdság átlag értéke (mean compressive strength, mittlere Druckfestigkeit). Az egyedi beton nyomószilárdság-vizsgálati eredmények számtani középértéke.

Nyomószilárdság azonosító vizsgálata (identity test of compressive strength, Identitätsprüfung der Druckfestigkeit). Független laboratórium vagy a megrendelő laboratóriuma által (többszörre a gyártó bevonásával), az átadás-átvétel folyamán végzett vizsgálat annak megállapítására, hogy a beton a gyártó által megadott nyomószilárdsági osztálynak megfelel-e.

Nyomószilárdság folyamatos vizsgálata (continuous test of compressive strength, stetige Druckfestigkeitsprüfung). A folyamatos gyártás időszakában végzett beton nyomószilárdság vizsgálat és értékelés. A folyamatos vizsgálat során a nyomószilárdság-vizsgálati eredményeket az átlag és a kezdeti vizsgálatlal meghatározott szórás alapján kell, ill. szabad értékelni. Folyamatos vizsgálatot a gyártó vagy megbízottja végezhet a gyártásközi ellenőrzés keretében.

Nyomószilárdság jellemző értéke (characteristic value of compressive strength, charakteristischer Druckfestigkeitswert). Az a nyomószilárdsági érték, amely alá az értékelt beton tétel szilárdságvizsgálati eredményeinek legfeljebb 5%-a esik. A nyomószilárdság jellemző értéke lehet előírt érték (f_{ck}) és tapasztalati érték ($f_{ck, \text{test}}$).

Nyomószilárdság kezdeti vizsgálata (initial test of compressive strength, Erstprüfung der Druckfestigkeit). A kezdeti gyártás időszakában végzett beton nyomószilárdság-vizsgálat és értékelés. A kezdeti vizsgálat során a nyomószilárdság-vizsgálati eredményeket az átlag alapján kell értékelni, és meg kell adni a vizsgálati eredmények szórását. Kezdeti vizsgálatot a gyártó vagy megbízottja végezhet a gyártásközi ellenőrzés keretében.

Nyomószilárdság szórása (standard deviation of compressive strength, Standardabweichung der Druckfestigkeit). A nyomószilárdság egyedi értéke ingadozásának mértéke, amelyet a nyomószilárdság egyedi és átlag értéke különbsége négyzetének várható értékéből vont négyzetgyökkel fejezünk ki. A vizsgálati eredményekből meghatározható tapasztalati szórás (s_n) az elméleti szórásnak (σ) a közelítő értéke.

Nyomószilárdsági osztály (compressive strength class, Druckfestigkeitsklasse). A beton nyomószilárdsági követelménye, amelyet a 28 napos korú, szabványosan

tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas próbahengerek nyomószilárdságának előírt jellemző értékével ($f_{ck,cyl}$) és 150 mm élhosszúságú próbakockák nyomószilárdságának előírt jellemző értékével ($f_{ck,cube}$) kell megadni.

OC-görbe (operating characteristic, Operationscharakteristik).

A megfelelőségi feltételrendszer operációs karakterisztikája. Műveleti jellegörbe, amely a beton p alulmaradási hányada függvényében annak $L(p,n,c)$ valószínűségét fejezi, hogy az együtt értékelt, n számú mintából éppen c számú vagy ennél kevesebb minta nem felelt meg. A c ún. döntő szám az n mintaszámú vizsgálati eredményben a meg nem felelő eredményt adó minták megengedett legnagyobb száma, azaz esetünkben $0,05 \cdot n$. A műveleti jellegörbe értékeinek számszerű kifejezésére a binomiális eloszlás helyett a könnyebben kezelhető *Poisson*-féle eloszlás eloszlásfüggvényét szokták alkalmazni (Felix et al., 1964):

$$L(p,n,c) = \sum_{x=0}^c \frac{(n \cdot p)^x}{x!} \cdot e^{-n \cdot p}$$

Poisson-féle eloszlás (Poisson distribution, Poisson-Verteilung). Sűrűségfüggvénye:

$$p(x) = \frac{(n \cdot p)^x}{x!} \cdot e^{-n \cdot p}$$

A *Poisson*-féle eloszlás annál jobban közelíti a binomiális eloszlást, minél nagyobb az n és minél kisebb a p értéke.

Student-tényező (Student-coefficient, Student-Koeffizient). Az $N(0,1)$ eloszlású t -eloszlás — egyoldali 5 %-os alulmaradási hányadához tartozó — t_n valószínűségi változója ($p = 0,05$ értékhez tartozó kvantilise, küszöb értéke).

t-eloszlás, Student-féle eloszlás (t-distribution, t-Verteilung). A *Gauss*-féle normális eloszláshoz hasonló eloszlás, amely az n mintaszámnak is függvénye. Sűrűségfüggvénye:

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{(n-1)\pi}} \cdot \frac{\Gamma\left(\frac{n}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right)} \cdot \frac{1}{\left(\frac{x^2}{n-1} + 1\right)^{\frac{n}{2}}}$$

ahol Γ a gamma-függvény jele. Esetünkben a *Student*-féle t -eloszlás szabadságfoka: $n - 1$. Ha $n \rightarrow \infty$, akkor a *Student*-féle t -eloszlás a *Gauss*-féle normális eloszláshoz tart (2. ábra).

8. LEGFONTOSABB JELÖLÉSEK

$A(p)$	p alulmaradási hányadú beton elfogadási valószínűsége
C	közönséges beton nyomószilárdsági osztályának betűjele
f_c	beton nyomószilárdsága
f_{cd}	beton nyomószilárdságának tervezési értéke
f_{ci}	beton nyomószilárdságának egyes tapasztalati értéke
f_{ck}	beton nyomószilárdságának előírt jellemző (karakterisztikus) értéke
f_{cm}	beton nyomószilárdságának előírt átlag értéke
$f_{cm,test}$	beton nyomószilárdságának tapasztalati átlag értéke

$f_{c,cube}$	végig víz alatt tárolt, 150 mm élhosszúságú beton próbakocka előírt nyomószilárdsága
$f_{c,cube,H}$	vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú beton próbakocka előírt nyomószilárdsága
$f_{ci,cube,test,H}$	vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú beton próbakocka nyomószilárdságának egyes tapasztalati értéke
$f_{ck,cube,H}$	vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú beton próbakockák nyomószilárdságának előírt jellemző (karakterisztikus) értéke
$f_{cm,cube,H}$	vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú beton próbakockák nyomószilárdságának előírt átlag értéke
$f_{cm,cube,test,H}$	vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú beton próbakockák nyomószilárdságának tapasztalati átlag értéke
$f_{c,cyl}$	végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas beton próbahenger előírt nyomószilárdsága
$f_{ci,cyl,test}$	végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas beton próbahenger nyomószilárdságának egyes tapasztalati értéke
$f_{ck,cyl}$	végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas beton próbahengerek nyomószilárdságának előírt jellemző (karakterisztikus) értéke
$f_{ck,cyl,test}$	végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas beton próbahengerek nyomószilárdságának tapasztalati jellemző (karakterisztikus) értéke
$f_{cm,cyl}$	végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas beton próbahengerek nyomószilárdságának előírt átlag értéke
$f_{cm,cyl,test}$	végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas beton próbahengerek nyomószilárdságának tapasztalati átlag értéke
$L(p,n,c)$	<i>Poisson</i> -féle eloszlás eloszlásfüggvény
n	mintaszám
p	alulmaradási hányad
$p(x)$	valószínűségi sűrűségfüggvény
$R_{cube,test}$	vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú beton próbakocka nyomószilárdságának egyes tapasztalati értéke az MSZ 4720-2:1980 szabvány szerint
$R_{k,cube}$	vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú beton próbakockák nyomószilárdságának előírt jellemző értéke az MSZ 4720-2:1980 szabvány szerint
$R_{k,cube,test}$	vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú beton próbakockák nyomószilárdságának tapasztalati jellemző értéke az MSZ 4720-2:1980 szabvány szerint
$R_{m,cube,test}$	vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú beton próbakockák nyomószilárdságának tapasztalati átlag értéke az MSZ 4720-2:1980 szabvány szerint
$R_{k,cyl}$	vegyesen tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas beton próbahengerek nyomószilárdságának előírt jellemző értéke az MSZ 4720-2:1980 szabvány szerint
s_{min}	végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas beton próbahengerek nyomószilárdságának előírt legkisebb szórása
s_n	végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas beton próbahengerek nyomószilárdságának tapasztalati szórása
t_n	<i>Student</i> -tényező
x	valószínűségi változó

α_{cc}	tartós szilárdsági tényező
σ	végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas beton próbahengerek nyomószilárdságának elméleti szórása
σ_{min}	végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas beton próbahengerek nyomószilárdságának előírt legkisebb elméleti szórása
σ_n	a beton nyomószilárdságának ismeretlen valószínűségi elméleti szórása
γ_c	a betonszilárdság biztonsági tényezője
λ_n	alulmaradási tényező
μ	a beton nyomószilárdságának valószínűségi várható értéke

9. HIVATKOZOTT SZABVÁNYOK, MŰSZAKI ELŐÍRÁS

- MSZ 4719:1982 „Betonok”
MSZ 4720-2:1980 „A beton minőségének ellenőrzése. Általános tulajdonságok ellenőrzése”
MSZ 4798-1:2004 „Beton. 1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelés, valamint az MSZ EN 206-1 alkalmazási feltételei Magyarországon”
MSZ 15022-1:1986 „Építmények teherhordó szerkezeteinek erőtan tervezése. Vasbeton szerkezetek”
MSZ EN 206-1:2002 „Beton. 1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelés”
MSZ EN 1992-1-1:2005 „Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok”
MÉÁSZ ME-04.19:1995 „Beton és vasbeton készítése. 6. fejezet: Vizsgálat, minőség-ellenőrzés, minőségtanúsítás. Műszaki előírás”

10. HIVATKOZÁSOK

- Felix, M. – Bláha, K. (1964), „Matematikai statisztika a vegyiparban”, *Műszaki Könyvkiadó, Budapest*
Owen, D. B. (1962), „Handbook of statistical tables”, *Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, Palo alto – London*
Palotás L. (1979), „Mérnöki szerkezetek anyagtana 1. Általános anyagismeret”, *Akadémiai Kiadó, Budapest*
Stange, K. – Henning, H.-J. (1966), „Formeln und Tabellen der mathematischen Statistik”, *Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York*
Szalai K. (szerk.) (1982), „A beton minőségellenőrzése”, *Szabványkiadó, Budapest*
Taerwe, L. (1986), „A General Basis for the Selection of Compliance Criteria”, *IABSE Proceedings P-102/86, pp. 113-127, ETH-Hönggerberg, Zürich*
Zäschke, W. (1994), „Conformity Criteria for Compressive Strength of Concrete”, *Concrete Precasting Plant and Technology, 9/1994, pp. 94-100, Bauverlag GmbH, Wiesbaden*

Kausay Tibor (1934), okl. építőmérnök (1961), vasbetonépítési szakmérnök (1967), egyetemi doktor (1969), a műszaki tudomány kandidátusa (1978), Ph.D. (1997), a BME Építőanyagok Tanszék címzetes egyetemi docense (1985), a BME tiszteleti egyetemi tanára az Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszéken (2003). A *fib* Magyar Tagozatának tagja (2000). Az MTA Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Tudományos Testületének gróf Lónyay Menyhért emlékérmes tiszteletbeli tagja (2003). Tevékenysége a betontechnológiai és a kö- és kavicsipari kutatásra, fejlesztésre, oktatásra, szabványosításra terjed ki. Publikációinak száma mintegy 130.

ACCEPTANCE OF CONCRETE STRENGTH

Prof. Tibor Kausay

New concrete codes give methods how to check the concrete strength that was required by the designer of the reinforced concrete structure. The acceptance of concrete strength is also function of the test method as well as the evaluation method. Present paper gives examples to indicate the role of acceptance probability and acceptance constant in the evaluation and their importance in the process of acceptance.

VASBETON ISZAPROTHASZTÓKRÓL A MEGVALÓSULT MŰTÁRGYAK TAPASZTALATAINAK TÜKRÉBEN



Péter Gábor Zoltán

Ez a cikk az utóbbi években épült rothasztókat és az azok kivitelezése során szerzett tapasztalatokat ismerteti. A megtervezett és kivitelezésre került vasbeton iszaprothasztó műtárgyakkal kapcsolatos tapasztalatok levonása és azok további tervezési feladatoknál történő alkalmazása a szerkezettervező munkája szempontjából elengedhetetlenül fontos. A kedvező, jól bevált megoldások továbbvitele, megtartása – természetesen a mindig más és más adottsághoz igazítva – és a kivitelezés során tapasztalt nehézségek, esetenként bonyolult csomóponti kialakítások felülvizsgálata, finomítása elősegíti, hogy gazdaságos, jó szerkezet készüljön, mely egyúttal kivitelező barát is.

Kulcsszavak: rothasztás, szerkezet, szerkezeti csomópont, építéstechnológia, összhang

1. BEVEZETÉS

Az utóbbi években Magyarországon az Európai Unió kötelezettségvállalásokkal összhangban jelentős fejlesztés zajlik a környezetvédelem, s szorosabb értelemben a csatornázás és szennyvíztisztítás területén. A kommunális jellegű beruházások nyilvánvalóan hozzájárulnak az életkörülmények javulásához, az ivóvízbázisok védelméhez és környezetünk rehabilitációjához.

A szennyvíztisztítás melléktermékeként keletkező szennyvíziszapok kezelése és végső elhelyezése ugyancsak fontos része a fent említett fejlesztéseknek. Különösen a nagyvárosok, vagy nagyobb régiók közös szennyvíztisztító telepein keletkezik szennyvíziszap olyan mennyiségben, melynek egyik célszerű kezelési módja a rothasztás. Az iszapkezelés ezen technológiája mellett keletkezett biogáz másodlagos energiaforrás, s annak hasznosítása szintén előtérbe került. Egyéb lehetséges alternatív energiatermelési megoldások között előkelő helyen szerepel, hiszen a szennyvíztisztításból adódóan folyamatosan rendelkezésre áll és az energiatermelés is folyamatossá tehető. Egyik jól bevált módja ennek a biogáz gázmotorban történő elégetése, és így villamos energia előállítása.

A fenti fejlesztések egyik szereplője a Mélyépterv Komplex Mérnöki Rt., ahol valamennyi érintett szakágban gyakorlott szakemberek tevékenykednek. A technológiai értelemben meglehetősen összetett és bonyolult folyamatok kiinduló pontja maga a rothasztó műtárgy, mely szerkezettervezői szempontból nagy körütekintést igényel. A társaságunk szakemberei által készített kiviteli tervek alapján jelen szakcikk írása idején már a tizedik vasbeton iszaprothasztó műtárgyat építik. Az eddigi tervezési és kivitelezési tapasztalatok folyamatos – társaságon belüli – értékelése lehetővé tette a különböző vállalkozói felállásokban megvalósult nagy mérnöki műtárgyak visszatekintő értékelését és bizonyos tapasztalatok levonását.

2. ROTHASZTÓKRÓL ÁLTALÁBAN

A már említett biogáz termelés műszaki és technológiai feltételei komplexen a szerkezettervező nézőpontjából nem értékelhetők, de néhány alapösszefüggés megállapítható. A rothasztók hasznos térfogata a szennyvíztisztítás során keletkező szennyvíziszapok mennyiségének a függvénye. A

rothasztáshoz szükséges összterfogatot – víztechnológiai okok miatt – legalább két műtárgyban célszerű megosztani (elő- és utórothasztó). Ennek üzemviteli előnyei is vannak. Ugyanakkor telepenként egy darab rothasztó is gyakran előfordul, egyrészt a kisebb iszapmennyiség, másrészt egyéb technológiai adottságok miatt. A rothasztás folyamata a hosszú (15-20 nap) tartózkodási idő miatt meglehetősen állandó, így rövidebb idejű (1-2 nap) technológiai zavarok áthidalhatók. Nagyobb szennyvíztisztító telepek jelentős iszapmennyiségei esetenként kettőnél több rothasztóban is kezelhetők, azaz ilyen esetekben a darabszámot már leginkább a műtárgytervező szerkezeti optimumkeresése határozza meg.

A rothasztók összetett héjszerkezetű mérnöki műtárgyak, melyek erőjátékát több tényező befolyásolja. A témában átfogó ismertetés található Péter és Tóth (1999) hivatkozott cikkében.

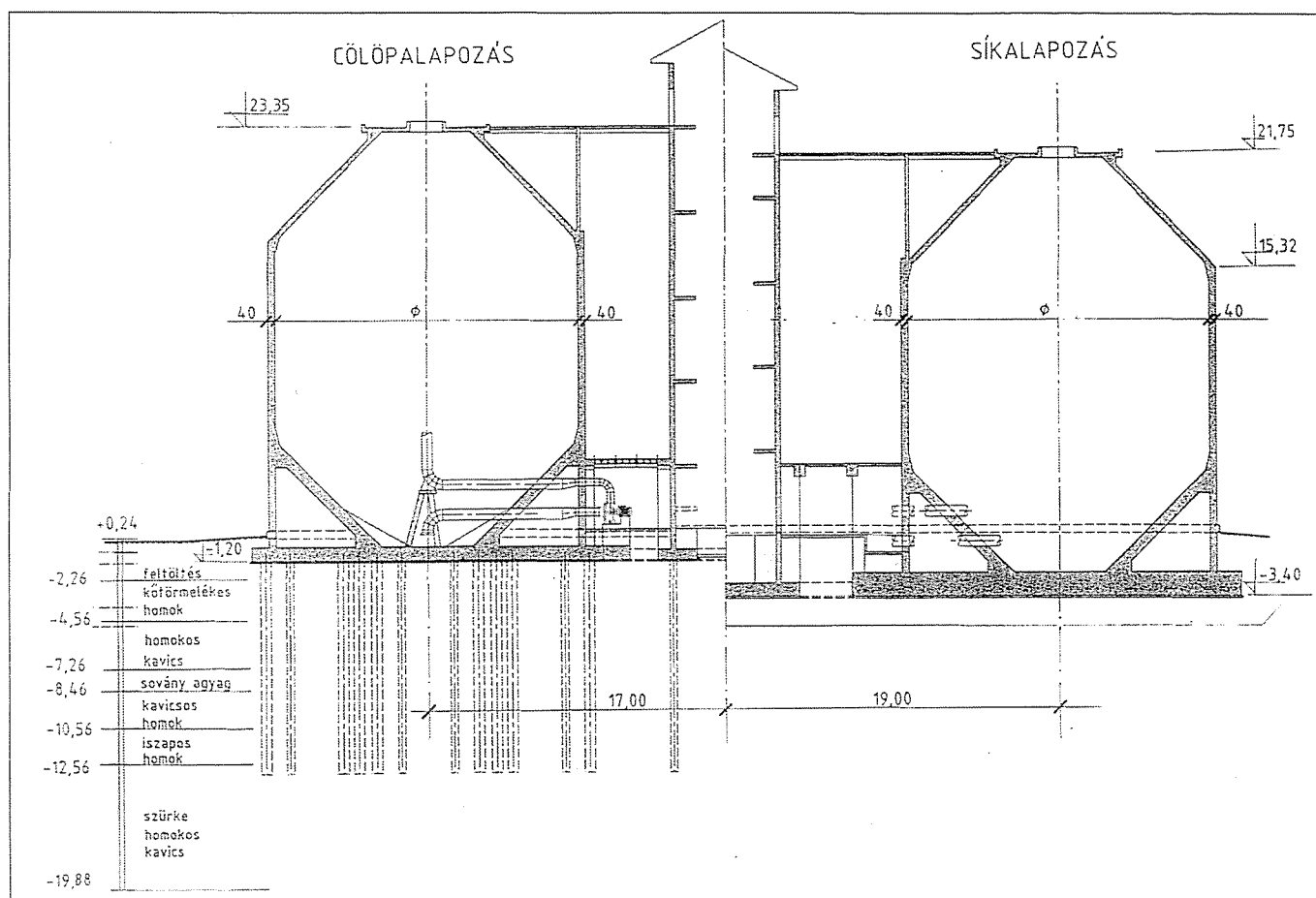
Általánosságban kijelenthető, hogy fontos a térbeli szerkezet geometriai kialakítását az igénybevételek optimalizálása szempontjából megválasztani. A rendszerint nagy folyadékoszlop nyomás, valamint a rothasztás magas hőmérséklete (35°C, illetve esetenként 55°C) döntően meghatározza a húzó- és hajlító igénybevételek nagyságrendjét. A műtárgyakat – az üzemeltetéshez szükséges hőmérséklet megtartása, valamint a tekintélyes igénybevételek csökkentése érdekében – feltétlenül hőszigetelni kell.

A rothasztó tartályok magas építmények, amelyek kiemelkednek a terepből és meghatározzák a szennyvíztelep arculatát. Méretükből adódóan jelentős terhet juttatnak az altalajra. Ezért azok tájba, illetve a környezetbe való beillesztésére, valamint az alapozásukra különösen ügyelni kell. Fontos követelmény az altalaj, a talajviszonyok ismerete, a süllyedések elemzése, a szerkezet és az altalaj kölcsönhatásának a vizsgálata.

A fentiekben kiemelt gondolatok közül néhány részletesebb elemzést is igényel.

3. ALAPOZÁS

A rothasztó műtárgyak alapozásánál a tervezőnek nagyon körütekintően kell eljárnia, mivel a telepítési környezet – a tisztított szennyvíz befogadójának közelsége miatt – általában mélyen fekvő magas talajvízállású terület, ahol a legkritikább esetben található a felszín közelében teherbírásra alkalmas jó



1. ábra: Rothasztók alapozási változatai

talaj. A tapasztalatok szerint ezeken a helyeken átázott finom szemcsés puha talajokra, vagy a telepen – tereprendezés címén – elkészült tömörített, vegyes szerkezetű feltöltésre lehet számítani.

A telepítés helyén elengedhetetlen az altalaj több fúrással történő feltárása. A fúrások kiosztását és mélységét úgy kell megválasztani, hogy a várható süllyedési határmélységig képet alkothassunk a talajrétegződésről, a rétegek alaprajzi elhelyezkedéséről, valamint azok vastagsági változásáról.

Egy esetlegesen excentrikusan beékelődő puha réteg, vagy jelentős rétegvastagság változás a felszínközeli teherbíró talaj alatt – akár több méter mélységben is – a rothasztók, vagy a lépcsőház megengedhetetlen ferdüléséhez vezethet.

Az alapozás szintjének és módjának megválasztását alapvetően – adott felszerkezet mellett – a várható építési talajvízszint és a teherbíró talaj mélysége határozza meg.

A rothasztók alapozásánál – iker elrendezés esetén – a terhelésből származó talajfeszültségek halmozódásának hatásával is számolni kell, ami a műtárgyak alaprajzi telepítésére, illetve az alapozás módjának megválasztására is hatással van (1. ábra).

Az eddig megépült rothasztó tartályok alapozásainál törekedtünk arra, hogy ahol lehetséges – az esetleges talajcserével kombinált – síkalapozást tervezzünk. Ezen törekvésünk több esetben a vállalkozó más igényei miatt nem érvényesülhetett. Ilyen esetekben áttértünk a cölöpalapozásra és magasabbra helyeztük az építményt, ugyanis az építkezés indulásakor megemelkedett talajvíz miatt célszerűbb lett a magasabb szintről indított cölöpalapozás, mint a jelentős problémát okozó, víztelenítéssel kombinált talajcsere.

Természetesen ennek ellentéte is előfordult, mélyalapozás helyett talajcsérés síkalapozás valósult meg. Az alapozási mód megváltoztatása a tervek módosításával járt, mivel a változás visszahatott az alaprajzi telepítésre és a szerkezeti kialakításra.

Ezért az átdolgozások elkerülése érdekében a tervezés korai fázisában egyeztetni kell a kivitelezővel. Sajnos, az építési tervek készítésekor a kivitelező vállalat nem mindig ismert, így ezen esetekben nehéz az átervezést elkerülni. Ismert kivitelező esetén a rothasztók alapozásánál a szakmailag korrekt, átgondolt műszaki megoldások közül úgy célszerű választani, hogy az a vállalkozó igényeinek is megfelelően

4. A ROTHASZTÓK FORMAI, GEOMETRIAI KIALAKÍTÁSA

A rothasztók formáját, térfogatát és geometriai méreteit a víztechnológiai követelmények szabják meg. A rothasztási technológia alapvető igénye, hogy a tároló térben ne alakuljanak ki pangó terek, az iszap a rothasztás ideje alatt folyamatos mozgásban legyen. Ezt a követelményt a tartály ideális alakjának megválasztásával, vagy az adott geometriai alakhoz igazított keverési technológiával lehet kielégíteni.

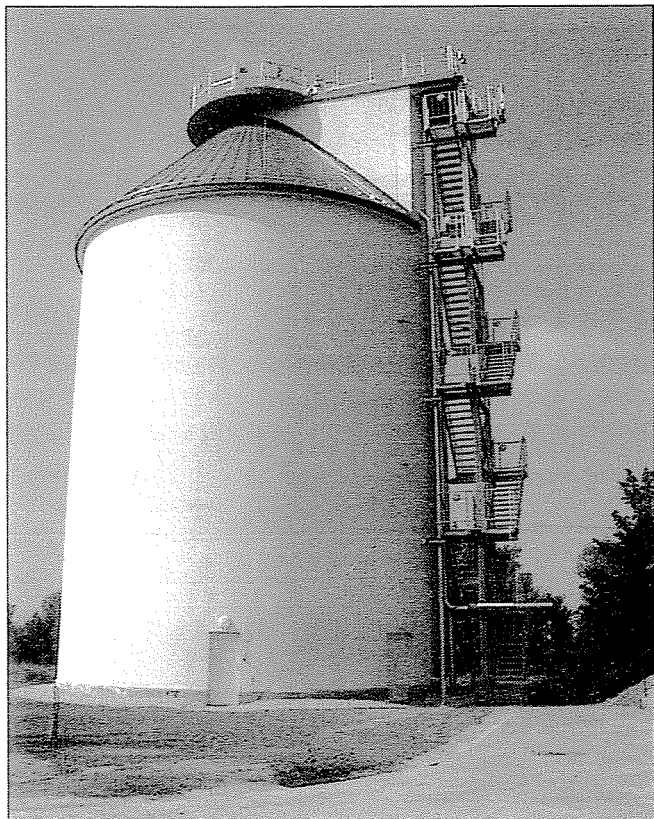
A rothasztási technológiához igazán ideálisnak a tojásalak mondható, mely forma erőtanilag is kedvező. Ilyen alakú műtárgyban – függetlenül a keverési technológiától – ideális az iszap mozgása.

A 4000 m³ hasznos térfogat felett egyértelműen létjogosultsággal bíró, tojás formájú rothasztók Magyarországon még nem épültek. Ennek egyik oka, hogy ilyen nagyságrendű műtárgyak – a debreceni 2x4500 m³ rothasztó (Péter, Tóth, 1997) kivételével – még nem készültek. A másik oka, hogy a szerkezeti szempontból is ideális kétszer görbült héjszerkezettel a kivitelezők a bonyolultabb zsáluzási igényekből fakadó árajánlatukkal a tenderekben nem lehettek versenyképesek.

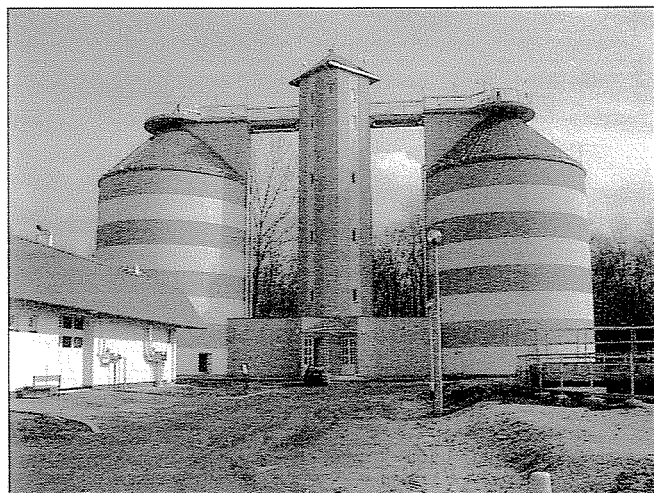
Ezen tapasztalatok alapján a rothasztókat az ideális alakot megközelítő formával terveztük (hengeres forma, alul-felül kúppal lezárva). Ilyen kivitelben készültek az 1000-4500 m³

közötti hasznos térfogatú rothasztók, egyedülálló (2. ábra) és iker elrendezésben. (3. ábra, 4. ábra).

Az alsó és felső kúp hajlásszögét a zsaluzatok többszöri felhasználhatósága érdekében azonosra választottuk. A meg-



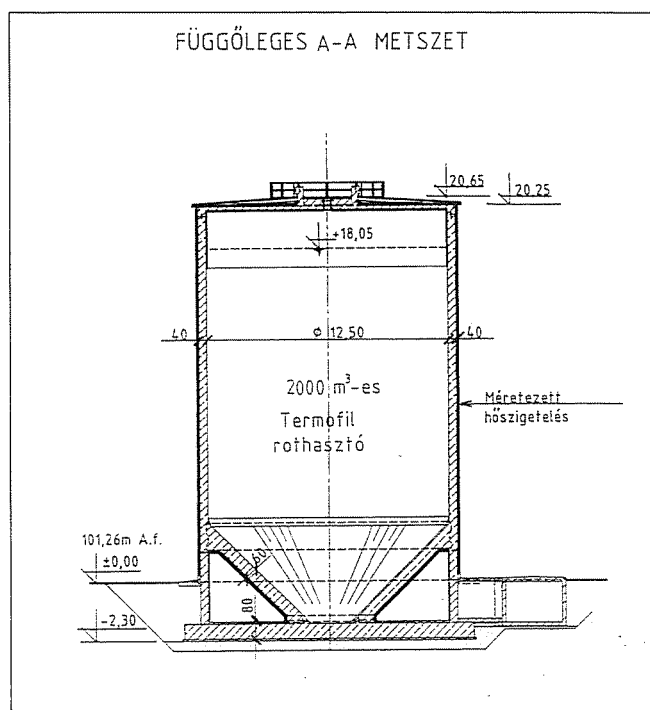
2. ábra: Dunakeszi, 2000 m³ –es iszaprothasztó



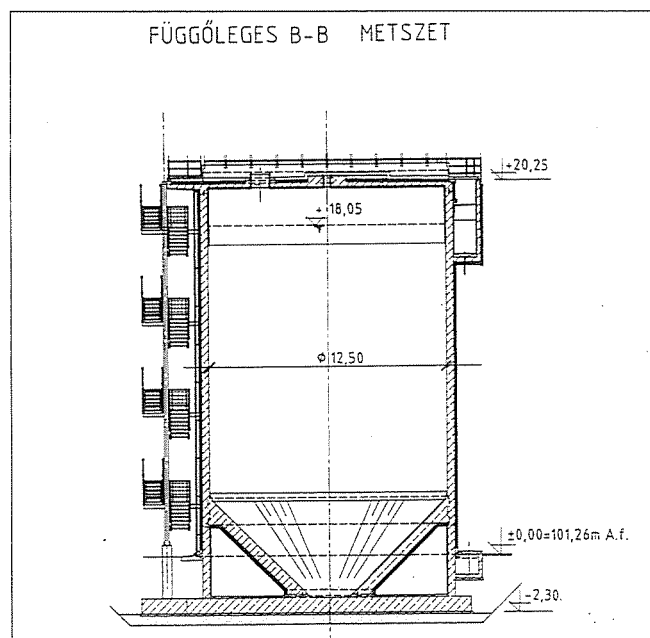
3. ábra: Nyíregyházi 2000 m³ –es iszaprothasztók közös lépcsőházzal



4. ábra: A Győrben megvalósult iszaprothasztók képe



6. ábra: Dél-pesti 2000 m³ –es iszaprothasztó A-A metszete



7. ábra: Dél-pesti 2000 m³ –es iszaprothasztó B-B metszete

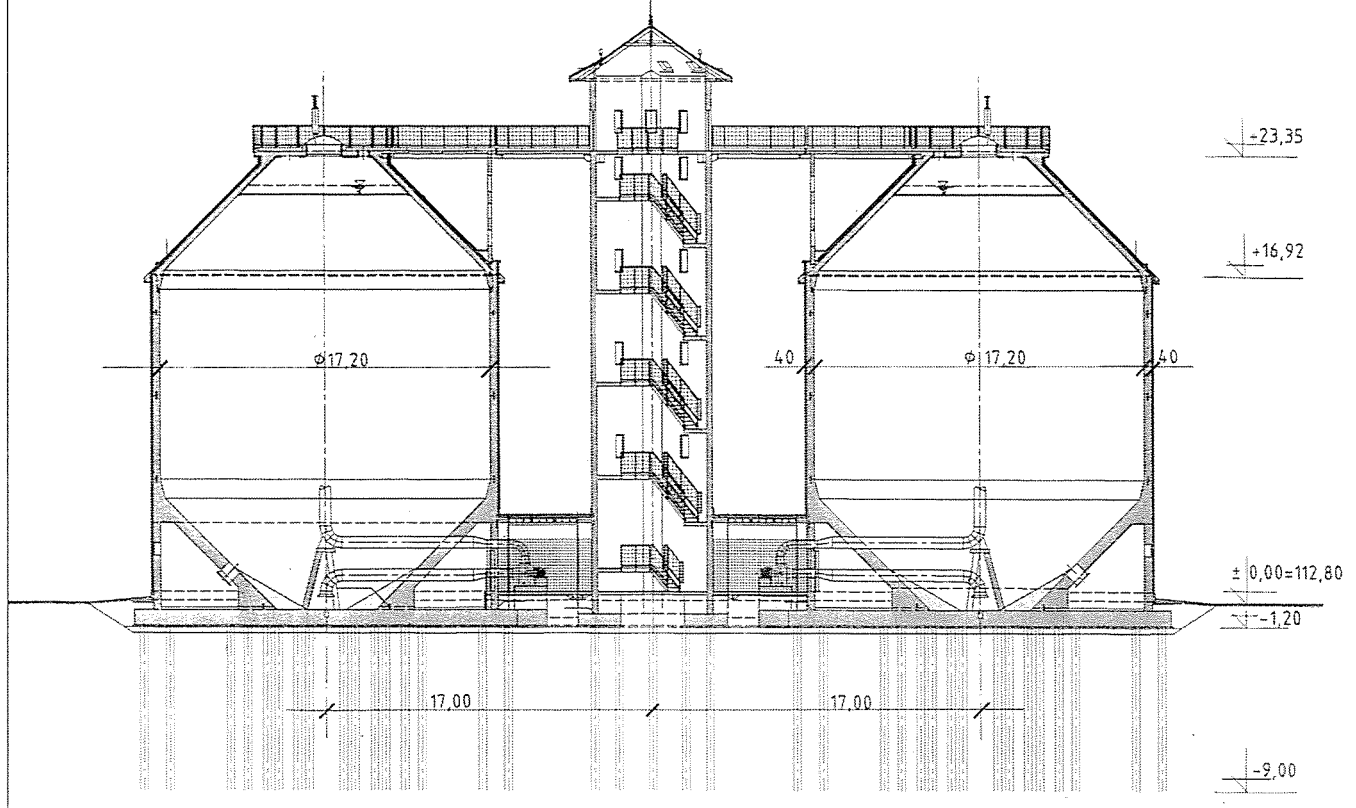
épült rothasztóknál az alsó és felső kúp hajlásszöge 45° volt. A kialakított geometriai törvényszerűségeket jól szemlélteti az 5. ábra.

A dél-pesti 2000 m³-es rothasztó szerkezettervét a külföldi technológus tervező igényei szerint felül vízszintes, felülbordás födémlezárással készítettük (6. ábra, 7. ábra, 8. ábra).

A tervezett (kúp, henger, kúp) formájú, szivattyús és propelleres (lapátos) keverési technológiával működő, összetett, körszimmetrikus héjszerkezetű rothasztók – az üzemeltetők egyöntetű véleménye szerint – kifogástalanul működnek. Beváltották a hozzájuk fűzött reményeket.

Az eddig tervezett, a fentiekől eltérő geometriai jellemzőkkel készült rothasztónál gépészeti módosításra volt szükség ahhoz, hogy a rendszer jól működjön.

Az ideális alakhoz közelítő geometriai kialakítás a rothasztás technológiájának, üzemének biztonságát jelentősen növeli, tehát célszerű a továbbiakban is a már kipróbált és bevált úton haladni tovább.



5. ábra: Győri 2x3750 m³ –es iszaprothasztó és lépcsőház függőleges metszete

5. SZERKEZET, SZERKEZETI CSOMÓPONTOK

A rothasztási technológia és az építmény szerkezeti kialakítása egymással kölcsönhatásban van. Az iszapot felfűtés után táplálják be a rothasztóba, ahol állandó hőmérséklet és folyamatos keverés mellett történik – gázfejlődés mellett – az iszap kirohadása.

A rothasztási folyamat közben két jelentős terhelés hat a szerkezetre: a folyadékterhelés és a hőterhelés. Mivel a technológia megköveteli az állandó hőmérsékletet, a szerkezet hővédelméről is gondoskodni kell, s a szerkezetnek ezen állandósult hőmérsékletre (üzemszerűen) meg kell felelnie.

A folyadékterhelésből az összetett héjszerkezetben húzó és hajlító igénybevételek keletkeznek gyűrű- és alkotóirányban.

A rothasztók hengerfalai és alsó kúpjai jelentős gyűrűirányú húzóerővel terheltek, míg a görbületváltozásoknál (kúp-hengerfal csatlakozásánál) alkotó irányú hajlítónyomatékok lépnek fel.

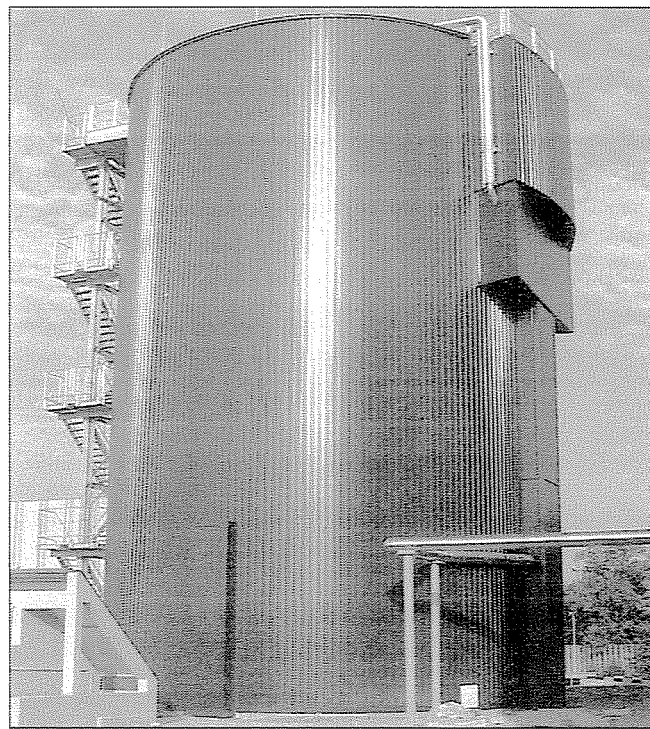
A gyűrűirányú húzóerőket 2000-2500 m³ hasznos térfogat felett – a max. 0,1 mm repedéstágasság kielégítését biztosító nagyon sűrű lágyvasalás miatt – célszerű feszítéssel felvenni.

A feszítőerő – teljes feszítés esetén – oly mértékű, hogy a szerkezet a folyadéknyomásból származó húzóerők ellenére nyomott marad.

2000-2500 m³ hasznos térfogatú rothasztók esetén, az igénybevételek lágyvasalással is felvehetők, így a feszítés alkalmazásának a kérdését gazdasági és építéstechnológiai szempontok döntenek el.

Le kell azonban szögezni, hogy a feszítés által a szerkezetbe bevitt nyomóerő a vízzárás követelményét magasabb szinten elégíti ki, mint a 0,1 mm repedéstágasságra történő méretezés.

2500-4500 m³ hasznos térfogatú rothasztók esetében az utófeszítést elegendő csak gyűrűirányban végezni a hengerfalon



8. ábra: A működő Dél-pesti rothasztó képe

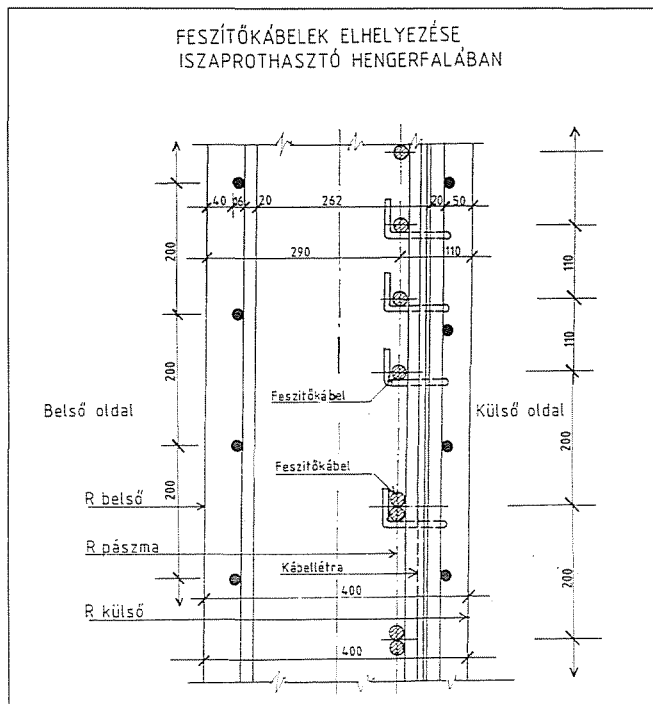
és az alsó kúpon, mivel a felső kúpon keletkező húzóerők nagyságrendje jelentősen kisebb és itt a lágyvasalással történő erőfelvétel különösebb nehézség nélkül megoldható.

Az alkotóirányú igénybevételek – ezen nagyságrendű rothasztóknál – a görbületváltásoknál alkalmazott jótékony hatású kiékelések miatt lágyvasalással is felvehetők.

A szerkezet utófeszítéséhez a jelenleg korszerűnek ítélt ún. csúszóbetétes feszítő pászmákat tervezzük be.

A csúszóbetétes pászmák elhelyezése történhet betonozás előtt a szerkezeten belül és utólag, szerkezeten kívül. Mindkét megoldás előfordul a hazai mérnöki gyakorlatban.

Véleményünk szerint a rothasztók utófeszítéséhez használt feszítőkábeleket – új szerkezet esetén (nem megerősítés) – előnyösebb a szerkezeti betonba építeni és a végüket az u.n. támpilléreken (lizénákon) kivezelve lehorgonyozni (9. ábra).



9. ábra: Betonkeresztmetszetben elhelyezett feszítópázmák elrendezése

Ez a megoldás szavatolja – a betonba ágyazása révén – a pázmák hosszútávú védelmét és a folyamatos felületi erőátadást. A külső pázmás megoldás előnye, hogy a pázmák utólag a szerkezet betonozását követően is beépíthetők. A lizénák elmaradásával csökken a kivitelezési költség. Nagyobb azonban a sérülés és a korrózió veszélye, nincs folyamatos erőátadás. Az ezekből származó javítási, felújítási költségek jelentősen meghaladják a beruházás kapcsán "megtakarított" összeget (10. ábra).



10. ábra: Betonkeresztmetszeten kívül elhelyezett feszítópázsma sérülése

A megépült feszített rothasztó műtárgyak kivitelezése során szerzett tapasztalatok igazolják a fenti megállapításokat.

A másik jelentős, szerkezetet terhelő hatás a rothasztás technológiájából származó hőhatás.

A rothasztási technológia szerint megkülönböztetünk mezofil és termofil rothasztást.

A mezofil rothasztásnál a rothasztás üzemi hőmérséklete 33-35°C, míg a termofil rothasztás esetén 55-57°C.

A rothasztás üzemi hőmérsékletéből származó egyenletes és egyenlőtlen hőmérséklet-változásból húzóerők és hajlítónyomatók keletkeznek. Ezen igénybevételek nagyságának csökkentése érdekében a szerkezetet külső – méretezett – hőszigeteléssel kell ellátni. Helyesen méretezett hőszigeteléssel az

egyenlőtlen hőmérsékletváltozásból származó igénybevételek jelentősen csökkenthetők.

Az egyenletes hőmérsékletváltozásból – az építési és a szerkezet üzemi állapotban beállt átlagos hőmérséklet különbségéből – a szerkezet görbületváltozásainál jelentős (a hőmérséklet különbség növekedésével arányos) igénybevétel növekedés származik.

Jelenleg a mezofil rothasztási eljárás használatos Magyarországon. A rothasztók ennek megfelelően 33-35°C üzemi hőmérséklet elviselésére képesek.

A kedvező külföldi tapasztalatok azonban előre vetítik a termofil rothasztási eljárás közeljövőben történő magyarországi megjelenését, elterjedését.

Ennek kapcsán a jelenleg mezofil rothasztónak tervezendő műtárgyaknál is célszerű lenne a szerkezetek méretezésénél és kialakításánál a magasabb hőmérsékletváltozásból származó igénybevételeket figyelembe venni. Ez az építési költség mintegy 5-7 %-os becsült növekedését eredményezné, de megteremtené a technológia váltás lehetőségét teljesen új beruházás, új szerkezet építése nélkül.

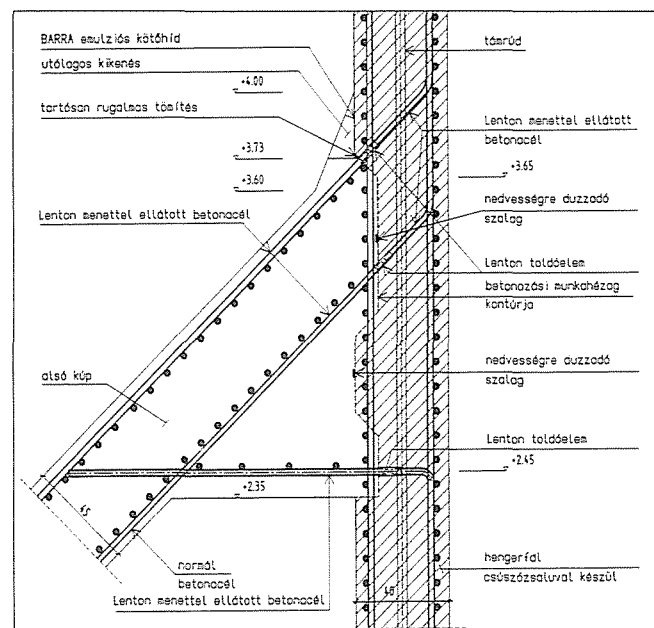
6. AZ ÉPÍTÉSTECHNOLÓGIA ÉS A SZERKEZET ÖSSZEFÜGGÉSEI

A megépült rothasztók szerkezetének csomóponti kialakításait a kivitelező vállalkozó által alkalmazott építéstechnológiához kellett igazítani. Ezért minden tervezési feladat még azonos geometria esetén is eltérő volt.

A rothasztók megépítésénél, építéstechnológiai szempontból, sarkalatos pont a hengerfal és a kúpok (alsó, felső) csatlakoztatása.

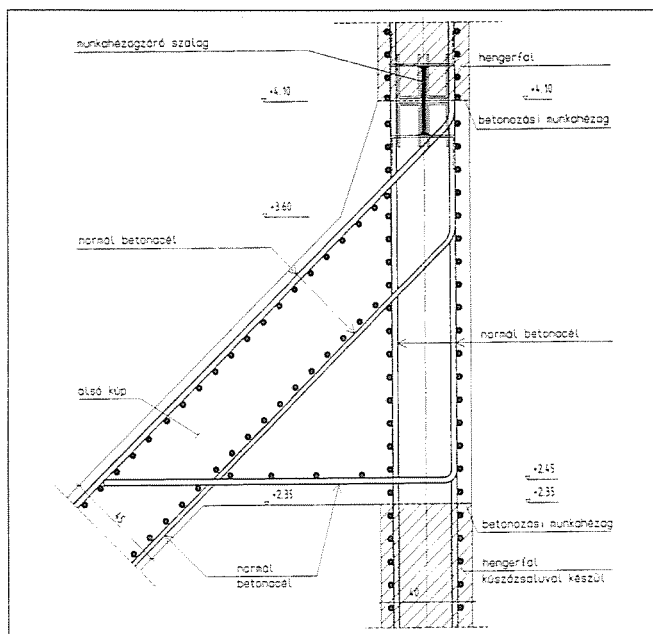
Az eddig megépült rothasztók hengerfalának építése csúszó vagy kúszózsalsal módszerrel valósult meg. A két megoldás esetén eltérő volt a hengerfal és alsó kúp csatlakozása.

A 11. ábra a hengerfal és alsó kúp csatlakozását szemlélteti csúszózsalsal építéstechnológia esetén, míg ugyanezen csomópont megoldását, kúszózsalsal építés esetén, a 12. ábra mutatja.



11. ábra: Hengerfal és alsó kúp csatlakozásának csomóponti kialakítása csúszózsalsal építéstechnológia esetén

Az eltérő építéstechnológiák maguk után vonják az alkalmazott vasalás vonalvezetésének, kiosztásának, az alkalmazott



12. ábra: Hengerfal és alsó kúp csatlakozásának csomóponti kialakítása kúszószalus építéstechnológia esetén

betonacél átmérőjének változását, valamint a munkahézagok, csomópontok eltérő kialakítását.

A 13. ábrán az épülő 2250 m³-es soproni rothasztóknál a hengerfal és alsó kúp csatlakozási csomópontjának vasszerelése látható, melyet kúszószalus építéstechnológia alkalmazására terveztünk.

A tervezés időszakában a fővállalkozó általában már ismert, de a tényleges építést végző kivitelező még nincs kiválasztva, ezért gyakran előforduló eset, hogy a tervező által választott építéstechnológia nem egyezik az építést elnyerő vállalkozó eszközkészletére formált építéstechnológiájával.

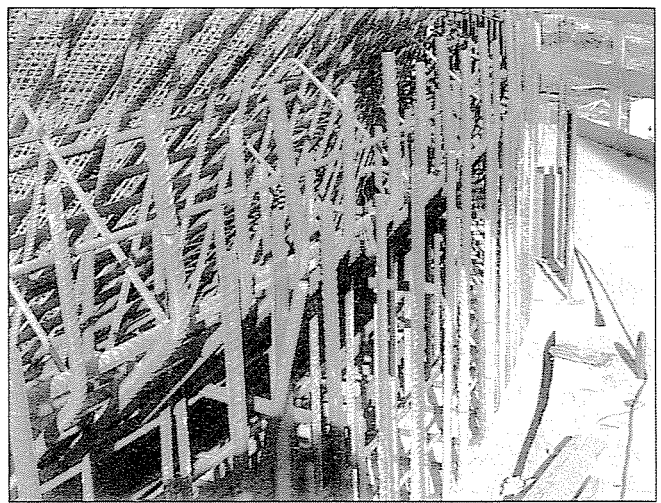
Ilyenkor szükség lenne a műtárgyak áttervezésére, de erre általában nincs idő. Így a vállalkozó a kivitelezés megkezdésekor szembesül a technológiájához nem igazodó megoldással. Ezt követi a kompromisszumok keresése, a tervmódosítások sora, ami hátrányos mind a tervező, mind a kivitelező szempontjából.

Ezért célszerű a tervezést a kivitelező vállalkozó ismertté válása után megtartott szerkezetegyeztető tárgyalások lefolytatását követően befejezni. Ez a műtárgy kivitelezésének gördülékenységét is elősegíti és az átgondolt, egyeztetett műszaki megoldással biztosítható az elvárt és megkívánt minőség.

7. MEGÁLLAPÍTÁSOK

A megépült rothasztók a szerkezetükkel szemben támasztott teherbírási, alakváltozási követelményeket és a víz- és gáz-záróságot minden esetben kellő mértékben kielégítették. A műtárgyak igazolták, hogy csúszószalus építéstechnológiával is lehet vízzáró szerkezetet készíteni, ha megfelelő a beton-receptúra és a hozzá tartozó betonbedolgozási és utókezelési technológia.

A műtárgyak elmozdulásai, süllyedései a számított és megengedett értékeken belül maradtak, köszönhetően a körülmények talajfeltárásoknak és az alapozási megoldásokhoz



13. ábra: Épülő soproni rothasztó vasszerelése

rendelt vízfeltöltési utasításrendszernek. Az eddigi üzemeltetési tapasztalatok a megépült rothasztókkal kapcsolatban igen kedvezőek. A technológiai igények figyelembe vételével készült rothasztó műtárgyak, szerkezeti szempontból, megfelelnek az elvárásoknak s kifogástalanul üzemelnek.

8. HIVATKOZÁSOK

- Arnold, G., „Neuere Entwicklungen im Spannbetonbau an Beispielen aus der Wasserwirtschaft”, *Das Gas- und Wasserfach*, 110. Jahrgang, H. 8, pp. 207–214.
- Bomhard, H. (1979), „Faulbehälter aus Beton”, *Bauingenieur*, 54/1979 Springer-Verlag, pp. 77–84.
- Finsterwalder, U. –Kern, G., „Bauen in Spannbeton”, *Beton Herstellung Verwendung*, 13 (1963) H. 9, pp.: 411–424 Beton-Verlag GmbH
- Janzó J. – Körösmezey L. –Menyhárt B., „Rothasztó medencék a Mélyépterv gyakorlatában”, *Műszaki tervezés* 1972.,3, pp. 8–17.
- Márkus Gy. (1984), „Vasbeton folyadékátárolók”, *Mérnöki Kézikönyv* II. kötet, 3.3.3.6 fejezet, pp. 944–949
- Péter G. Z. – Tóth L. (1997), „4500 m³-es utófeszített vasbeton iszaprothasztók Debrecenben”, *Magyar Építőipar* XLVII. Évf. 11-12, pp. 337–342.
- Péter G. Z. –Tóth L. (1999), „Vasbeton iszaprothasztók”, *Vasbetonépítés* 99/1, pp. 17–20.

Péter Gábor Zoltán (1953) okleveles szerkezetépítő mérnök. Tervezői pályáját 1975-ben kezdte a Mélyéptervben. Tervezéseinek főbb területeit az acélszerkezetek, a mélyépítés, vízellátás, szennyvíztisztítás vasbeton műtárgyai és egyéb speciális építmények szerkezettervezése, valamint az ezen létesítményekhez kapcsolódó zsaluzatok és építéstechnológiák fejlesztési tevékenysége képezi. Jelenleg a Mélyépterv Komplex Mérnöki Rt. irányító-vezetőtervezője. A *fib* Magyar Tagozat tagja.

ABOUT REINFORCED CONCRETE SLUDGE DIGESTERS IN THE LIGHT OF THE EXPERIENCES RELATE TO THE REALIZED STRUCTURES

Gábor Zoltán Péter

This article outlines the recently built digesters and the experiences of the construction of those. From the point of view of structural engineering the conclusions of the designed and implemented reinforced concrete sludge digester structures and the utilization of those at further designing tasks are of essential importance. Keeping the advantageous approved solutions adjusted to the different conditions, reviewing and improving the unhandy complex joints in some cases difficult to construct or implement economically good and at the same time “execution – friend” structure.



Prof. Qiu Hongxing – Prof. Ding Dajun

Az utóbbi 20 évben nagyon sok magasház épült Kínában, beleértve a Kínai Népköztársaságot, Hongkongot, Macaut és Tajvant. Ez a cikk egyszerű módon bemutatja a vasbeton magasházakat, amelyek két fajtára oszlanak: vasbeton szerkezetekre és kibetonozott acélső szerkezetekre, mely utóbbiakat is vasbetonnak tekintjük Kínában.

Kulcsszavak: beton, magasház, keret, merevítő fal, csőszerkezet, kibetonozott acélső

1. BEVEZETÉS

A Kínában épült magasházaknál keretszerkezeteket, keret és merevítőfalas szerkezeteket, valamint csőszerkezeteket alkalmaztak. Ez a cikk az igen nagy számú toronyház közül néhány, jellemzőnek tekinthető példát mutat be.

2. TARTÓSZERKEZETI PÉLDÁK

A magasházak fő építőanyaga beton. A múlt század kilencvenes éveinek statisztikája szerint a vasbeton szerkezetek aránya 90% volt, az acélszerkezeteké mindössze 10%. Az utóbbi időben, mivel az acéltermelés gyorsan növekedett, és az acélszerkezet építési ideje rövidebb, fokozatosan nőtt az acél alkalmazásának aránya.

2.1 Keretszerkezetek

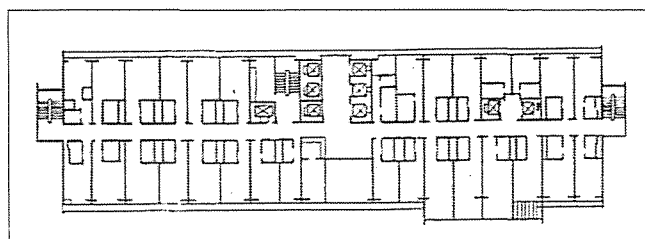
Oszlopokból és gerendákból álló vasbeton keretek elemei egyenes hajlítás révén viselik a vízszintes terheket. Ha az épület nem túl magas, ezért hajlított keretet alkalmaztunk. A pekingi Changcheng szállónak hét terep alatti szintje van, és 22 emelete, összesen kerekén 83 m magassággal a terepszint felett. Az általános földem V-alaprajzú. Ez az épület vasbeton keretekkel készült, és ez Kínában a legmagasabb ilyen szerkezet.

2.2 Merevítőfalas szerkezetek

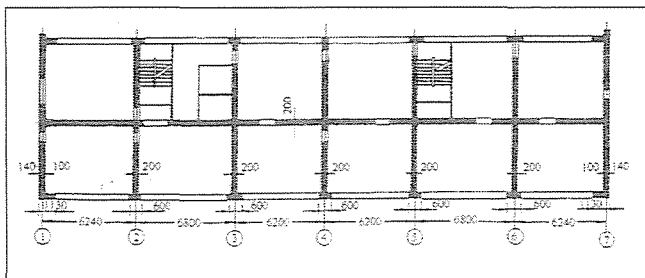
A merevítőfal általában vasbeton szerkezetű, síkjában igen merev, és nagy a teherbírása mind függőleges terhekre, mind vízszintes nyírásra. A Guangzhou Baiyun szálloda a korai időben épült derékszögű alaprajzzal (1. ábra), 70 m (K-Ny irányban), 18 m (É-D-i irányban). Egy alagsori szinttel és 33 emelettel épült. A teljes magasság 112 m a terepszint felett. A szálloda 1976-ban valósult meg vasbeton merevítő falas rendszerben, és ez az első 100 m-nél magasabb kínai épület (Ding, 2000).

A lakóépületekben a középső folyosó nem szükséges, ezért „halcsont”-típusú merevítő falat alkalmaztak. Csak közbenő hosszanti merevítő fal épült, külső hosszirányú teherviselő falak nélkül, de kis haránt irányú merevítő falakkal.

A 2. ábra mutatja az általános szénbányászati társaság



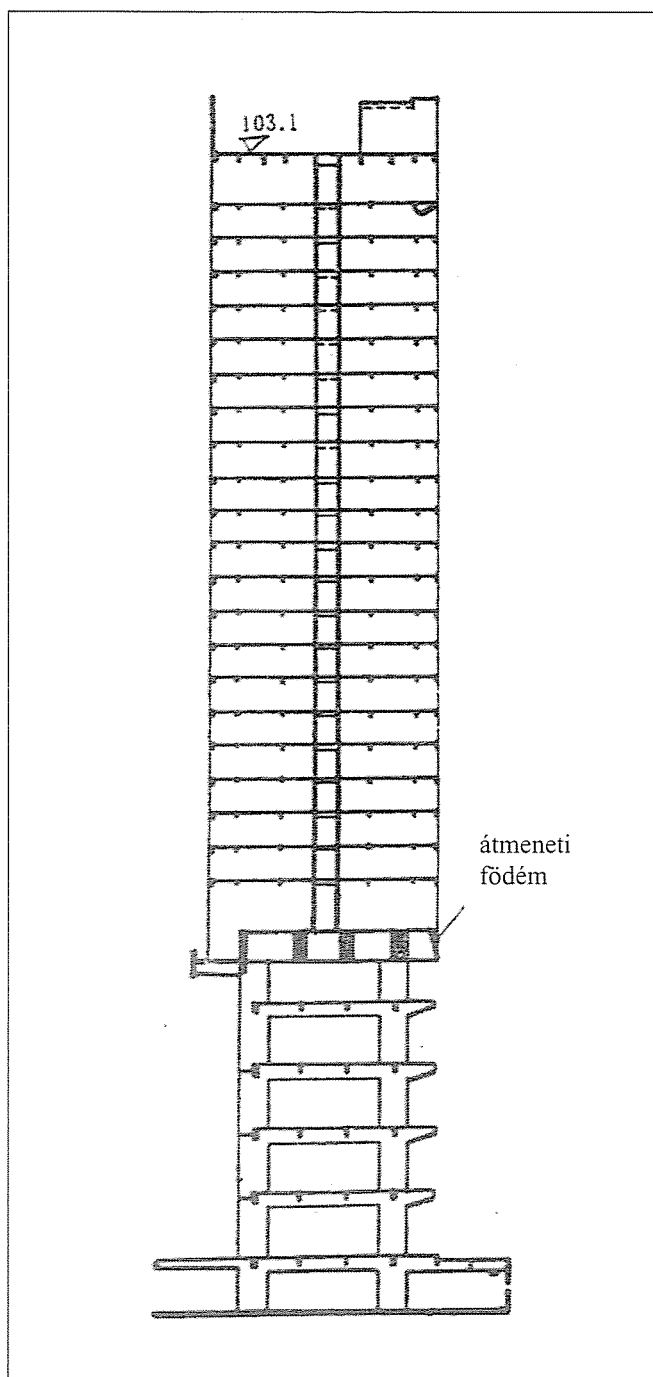
1. ábra: A Guangzhou Baiyun szálloda általános alaprajza



2. ábra: A pekingi Általános Szénbányászati Építési Társaság épületének általános alaprajza.

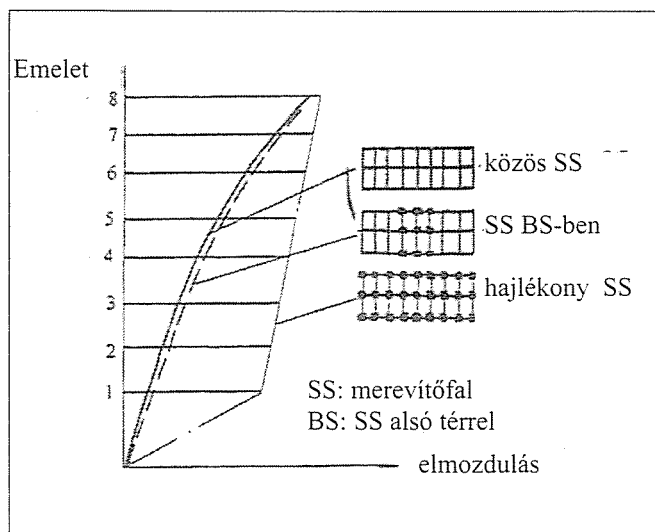
épületét. Ennek egy alagsora van és 18 emeletes, 53 m magas a terepszint felett. A két alsó szint nagy nyílású terekkel üzletek céljára szolgál (Ding, 2000). Annak érdekében, hogy nagyobb tereket nyerjünk, néhány alsó szinten keretekkel alátámasztott merevítő falas rendszert alkalmaztunk. A Shenzhen Hualian szálló V-alaprajzú, ez az épület látható a 3. ábrán. Az emeletek száma 28, az épület 103 m magas. A VI. emettől vendégszobák vannak. Az átmeneti szinten, amelynél az alsó emeletek egynyílású keretes elrendezése kétynyílású elrendezésbe megy át, keretekkel alátámasztott merevítőfalas szerkezetet alakítottak ki. Ismeretes, hogy ez az elrendezés földrengés szempontjából nem kedvező. A Kínában végzett kísérleti kutatások azonban azt mutatták, hogy ha a falak egy részét a talajra alapozzák, ez úgy alakítja át az épület merevség-elosztási rendszerét (4. ábra), hogy az nem károsodik vízszintes teher hatására (Ding, 2000). Bizonyos követelmények szerepelnek a kínai szabályzatokban a talajjal való kapcsolatra (Műszaki szabályzat, 2002).

Kínában a keretek által alátámasztott merevítő falak magassági elrendezése a következő: földrengés hatásának kitett területen három-négy szint, ha a tervezett földrengés-állóság fokozata 8, öt emelet, ha 7 és 6~7 emelet, ha 6.



3. ábra: A Shenzhen Hualian nagy szálloda

4. ábra: A merevítő falas szerkezet alakváltozási jellege



2.3 Keret-merevítőfal szerkezetek

Az építészeti funkció néha nagyobb tereket igényel az épületben. Ez keret alkalmazását teheti szükségessé, de lehet, hogy merevítő fal is kell, hogy növeljük a szerkezet vízszintes terhekkel szembeni ellenállását. Ezért keret-merevítőfal szerkezetet alkalmazunk. A sanghaji Huating szálloda utcáskoron helyezkedik el, és keret-merevítőfal szerkezet készült, amellel a homlokzat minden harmadik szinten visszaugrik. A teljes magasság 90 m. Az alap előregyártott cölöpökön nyugvó dobozszerkezet. Az épületet 6-os fokozatú földrengéses terület feltételezésével tervezték (Ding, 2000).

2.4 Csőszerkezetek

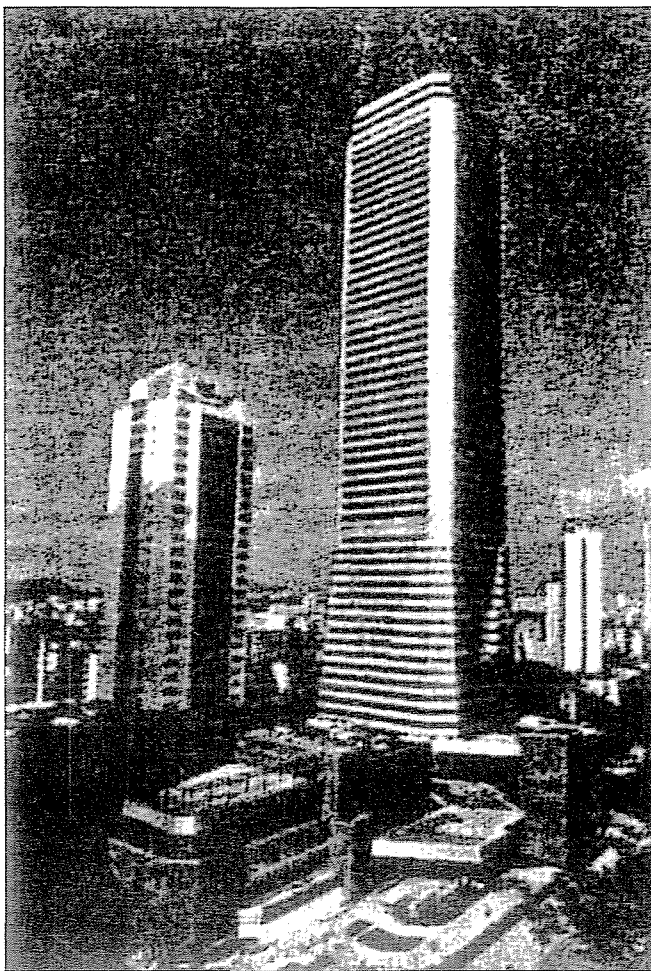
Kevés az egyetlen merevítő csővű szerkezet. Általában ugyanis van felvonóakna, vannak lépcsőházak, kiszolgáló helyiségek, amelyeket rendszerint az épület középső részében helyeznek el, ezáltal egy belső csövet hoznak létre. Így cső lesz a csőben, vagy keret-cső szerkezet, vagy akár csoportos csőszerkezet alakul ki.

2.4.1 Cső a csőben szerkezet

A csőszerkezet általában derékszögű négyszög, lehet négyzetes is. Egy központi cső van az épületben, ha a kerületi oszlopok osztásköze nem túl nagy. Ha az oszlopok nem magasak, és tengelytávolságuk nem nagyobb 4 m-nél, a szélső oszlopokat az ablakok között külső csőnek lehet tekinteni, ami által az épület csőben cső szerkezetes. A Guangzhou nemzetközi épület 1990-ben épült, cső a csőben szerkezet. Ez elsőként érte el a 200 m-es magasságot 63 emelettel. Nagy részben kétszintes alagsora van, helyenként pedig négyszintes. Az épület négyszögletes alaprajzú. A külső cső alaprajza 35×37 m méretű, ami 24 központi kerületi és négy különleges sarokoszlopból áll. A belső 17×23 m négyszög alakú, ez felvonóaknákból és lépcsőházakból stb. áll. Az 1-5. szint és a belső csőbeli földem egyszerű bordás lemez, a többi szinten csúsókábeles, részlegesen feszített vasbeton lemez van. A közbenső kerületi oszlopok szélessége 1,2 m, de ez a méret 1,7 m-től 0,5 m-re csökken hat fokozatban. A külső cső merevségének növelése érdekében három ún. mechanikai földem (a 23., 43. és 60. szinten) meg van erősítve, merev szinteket képezve, hogy fokozzuk a szerkezet vízszintes terhekkel szembeni ellenállását. A dobozalap 14 m-es beágyazott mélységű, és szerkezeti magassága 3,7 m, a talplemez és a külső fal vastagsága 400 mm, a felső lemezé 250 mm. Ez az épület 7-es fokozatú szeizmikus hatás ellen védett. Az 5. ábra mutatja a kész épületet (Ding, 1995).

A Hongkong Hopewell központ 1981-ben épült. Négy központi cső képez egy sokcsöves vasbeton szerkezetet. Legfőltűl étterem van Hongkongra, Kowloonra és a Viktória öbölre nyíló kilátással (Ding, 2000).

Mint említettük, a cső általában négyszög, esetenként négyzet alakú, különleges esetben kör alakú, de háromszögletű forma is előfordul, mint pl. a Hongkongban 1992-ben épült központi plaza. Ebben háromszögletű cső a csőben szerkezet van, 78 emelettel a terepszint felett, három pedig a föld alatt. Magassága 374 m az utcaszint felett a tetőpontig. A megépült központi plázát a 6. ábra mutatja. Ez annak idején a világ legmagasabb épülete volt (Ding, 2000), jelenleg a harmadik helyet foglalja el, alacsonyabb, mint a Petronas-tornyok Kuala



5. ábra: A kész Guangzhou nemzetközi épület (Rong Bosheng akadémikus szívésségéből)

Lumpurban (Malajzia) ($H=452$ m), az első a „101” torony, 508 m-es magasságával Taípeiben (Tajvan, Kína).

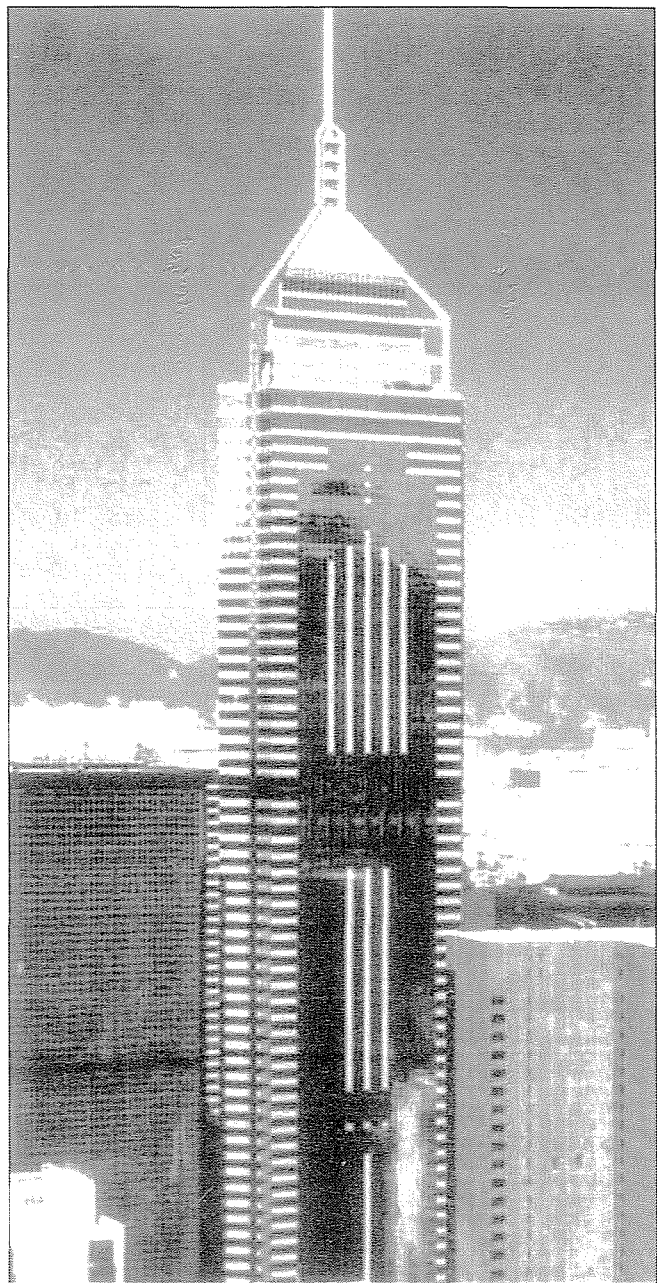
2.4.2 Keret-cső szerkezetek

Ha a külső oszlopok tengelytávolsága nagy, összességük nem tekinthető külső (átfogó) csőnek, és ezekben az oszlopokban nagyobb shear-lag hatás jelentkezik, ugyanis a sarokhoz közeli oszlopok nem viselnek annyi terhet, mint a közbelső. Így a belső cső keret-cső szerkezetet alkot a kerületi oszlopokkal.

A Shenzhen China Bank épület alaprajza $32,0 \times 30,8$ m, egy szint a térszint alatt, 26 fölfölte, a teljes magasság 101 m. A kerületi oszlopok távolsága 7,7 m, ezért a külső oszlopok keret-cső szerkezetet képeznek a belső csővel.

A Shenzhen China Bank általános alaprajza a 7. ábrán látható. A négy sarokoszlop 4×5 m külső keresztmetszeti méretű, 100, 80 ill. 60 mm falvastagsággal és a belső csővel keret-cső szerkezetet alkot. Ebben az épületben egy szint van a terep alatt, 38 szint fent, általános 3,4 m-es emeletmagasságokkal. Két szerkezeti szint és egy gépészeti szint van legfelül. A teljes magasság 130 m, a legmagasabb pont 135 m. Az alapozás gerendaszerkezetű, 400 mm-es talplemezzel. Mindkét külső fal és a tetőlemez 220 mm vastag. A szekrényes gerenda alatt fűrt cölöpöket alkalmaztak 1,6–2,0 m átmérővel, 15–20 m hosszal. Az épületet 7-es fokozatú földrengés-hatásra méretezték (Ding, 2000).

Az általános födémalaprajz a Shenzhen Ázsia szállóban Y-alakú (8. ábra). Ez az épület három különleges végcsővel készült, ezek változó méretűek, és a belső cső a haránt irányú födémelekkel így alkot keret-cső szerkezetet. Az oszlopok

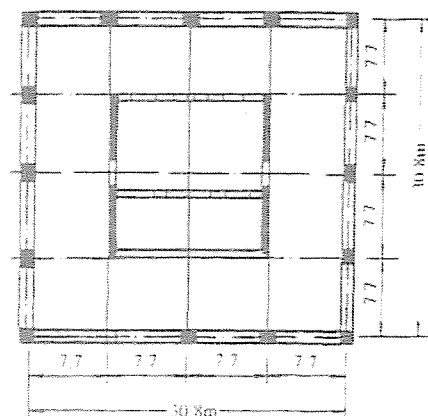


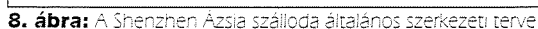
6. ábra: A hongkongi központ pláza kész állapotban (CTBUH, USA szívésségéből)

keresztmetszeti mérete általában 350×400 mm; a két földem között gerendák támasztják alá hat szinten a kis kereteket (9. ábra). Az átmenő gerendák a külső csövek és a belső cső új szerkezeti rendszert alkot („nagy keret”). Ezt az épületet 6-os fokozatú földrengés elleni ellenállással építették (Ding, 2000).

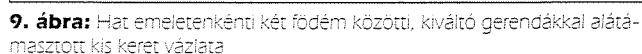
A Gansu területi könyvtár főépülete 15 szintes, a terepszint

7. ábra: A Shenzhen China Bank általános alaprajza





Az oszlopok 800×800 ill. 600×600 mm keresztmetszetűek. A merevítő falak vastagsága 350, ill. 300 mm. A monolit fejnélküli gombalemez 200 mm vastag. Gerendaalap készült 2,2 m tartómagassággal. A talplemez 850 mm vastag. Ezt az épületet 8-as fokozatú földrengéssel szemben való ellenállásra tervezték (Ding, 2000).



3. KÍNAI VASBETON TORONYHÁZAK ALAPRAJZAINAK VÁLTOZATAI

A derékszögű négyszögű (ezen belül négyzetes) alaprajzon kívül kör, háromszög, kereszt, L, S, V, Y és halszáj alakú formák stb. elrendezésekkel találkozunk. Itt csak ennek megemlítésére szorítkozunk, a sokrétű alaprajzi változat feldolgozását korábbi tanulmány tartalmazza (Ding, 1995).

4. KIBETONOZOTT ACÉLCSŐ SZERKEZETŰ TORONYHÁZAK

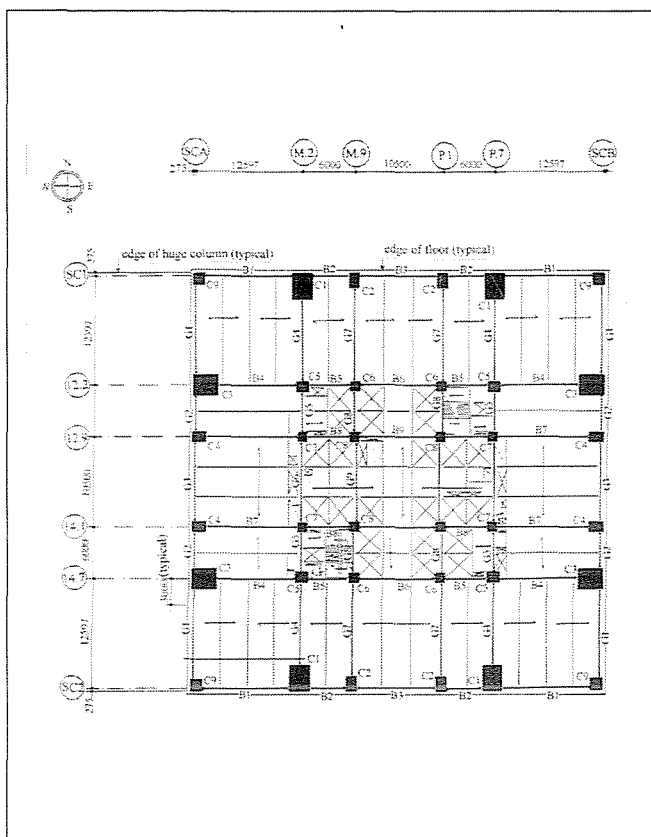
A múlt század 90-es éveiben a kibetonozott acélcső elterjedt a kínai magasház-építésben. Az SEG-plaza Shenzhenben



(1998) négy terep alatti szinttel és 72 emelettel, 292 m magas. Ez volt a legmagasabb ilyen szerkezetű épület, de a szintén kibetonozott acélcsöveket alkalmazó Taipei 101 (Tajvan, Kína, 2004) magasabb. Alaprajza négyzetes, kerekén 48×48 m az oszlopokon kívül (11. ábra). Ennek az épületnek ö alagsora van, 101 emele a térszint felett, 448 m magas, a 101. emeletnél acélszerkezetű torony van a tetőn, és egy árboc kapcsolódik csavarozással az épülethez, aminek révén 508 m a teljes magasság. A 26. szinttől „dou” (tartály jelentésű kínai kifejezés) alakú, minden 8. emeleten (8 kínaiul „fa”, amit úgy értenek, hogy gazdagság.). Ehhez a szerkezethez térbeli keret készült két hatalmas oszlopból és két kevésbé nagy méretűből, mindegyik oldalon. Ezek kibetonozott acélcső szerkezetűek, hasonlóan mindegyik sarokban elhelyezkedő kis oszlopokhoz, de csak a 26. szint felett. A három keresztmetszet a 12. ábrán látható. A nagy oszlopok mérete 2,4×3,0 m. A méret felfelé csökken. Az összes oszlop C 70 nagyszilárdságú betonnal van kitöltve. A 8. emeleten, és az alatt az összes oszlopot 100 mm vastag beton védi, a 8. szint felett pedig 30 mm vastag tűzálló beton készült. A 63. szint feletti oszlopok nincsenek kibetonozva, és ezek 1,6 m-re csökkennek a 90. szintig. A szervíz mag 16 belső oszloppal készült, ezek a külső nagy oszlopokhoz nyúló rácsos tartókkal vannak kapcsolva. Ezek 11 helyen vannak egy vagy két szint magasságban. A fődélmlemez bennmaradó acél zsaluazattal készült, ami a vasalás részét is képezi. A 13. ábrán látható a kész 101-es torony, a 14. ábra 2006. újívi kivilágításban mutatja az épületet.

5. VEGYES ANYAGÚ TORONYÉPÜLETEK

A sanghaji Jinmao épület 421 m magasságával a világ magasházainak harmadik helyét foglalja el. Ennek belső csöve acélszerkezetű, de a peremen levő oszlopok vasbetonból készültek. A Kaoshiung-ban, Tajvanon (Kína, 1997) épült a T&C torony 347 m magassággal és Shenzhenben (Shunhing tér) 325 m magas épületben először alkalmaztak L- és doboz alakú kibetonozott acélcső oszlopokat. A hongkongi Bank of



11. ábra: A 26. emelet alatti földem a 101-es épületben

China 368 m magassággal, nagy keretekkel épült, amelyek nagy rácsos acél tartókkal egészülnek ki, de a függőleges szerkezeti elemek vasbetonból készültek.

6. EGYÉB SZERKEZETI MEGOLDÁSOK

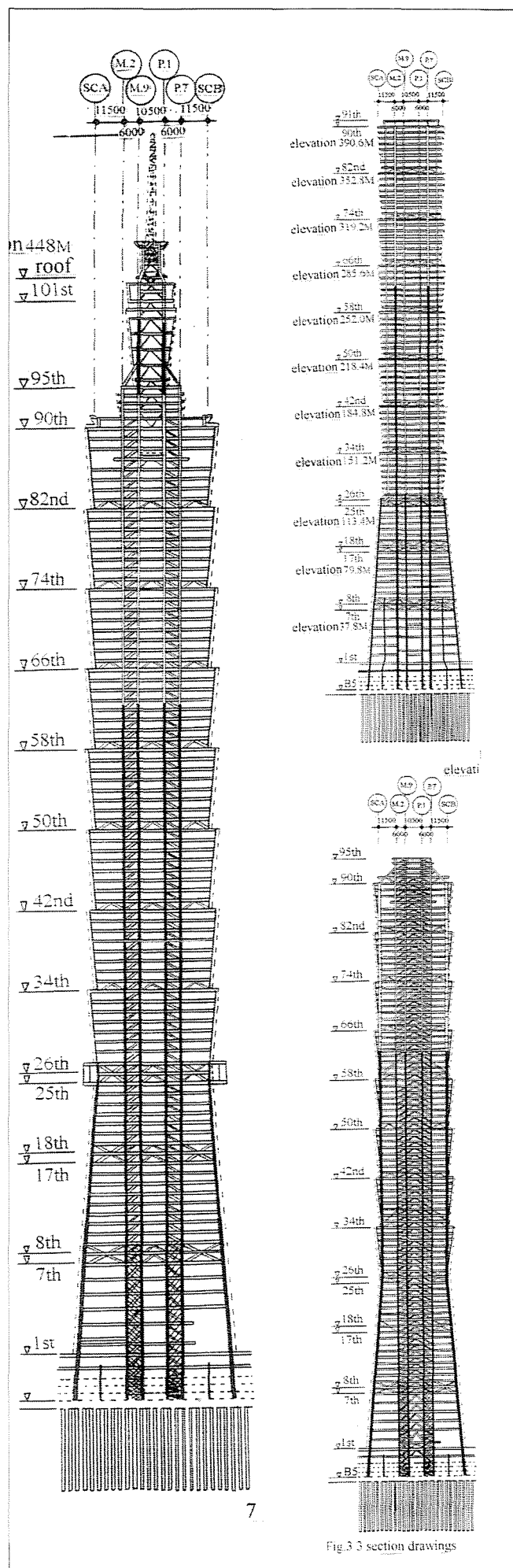
Itt csak egy megoldást említünk, az utólag betonozott szalagokat.

A magasházak emeletei és a homlokzati elemek nagymértékben eltérőek. Ezeket rendszerint a süllyedések okozta károk elhárítására elválasztva alakítják ki. Az alagsor építészeti rendeltetése azt igényli, hogy az épület törzse és a homlokzati elemek egészükben kapcsolatban legyenek az alap vízmentessége valamint az egész épület egységessége érdekében. A legjobb megelőzni a hézagot és „utólagos szalagot” hagyni a törzs és a homlokzati elemek között az építési idő alatt, nagy átmenő rudak alkalmazásával. Ha a süllyedés zömében lezajlott, a szalagot bebetonozzák. Egy 150 m hosszú, süllyedési hézag nélküli magasházban, Luoyangban, Henan tartományban utólag kibetonozott sávot alkalmaztak, aminek a hatása kedvező volt.

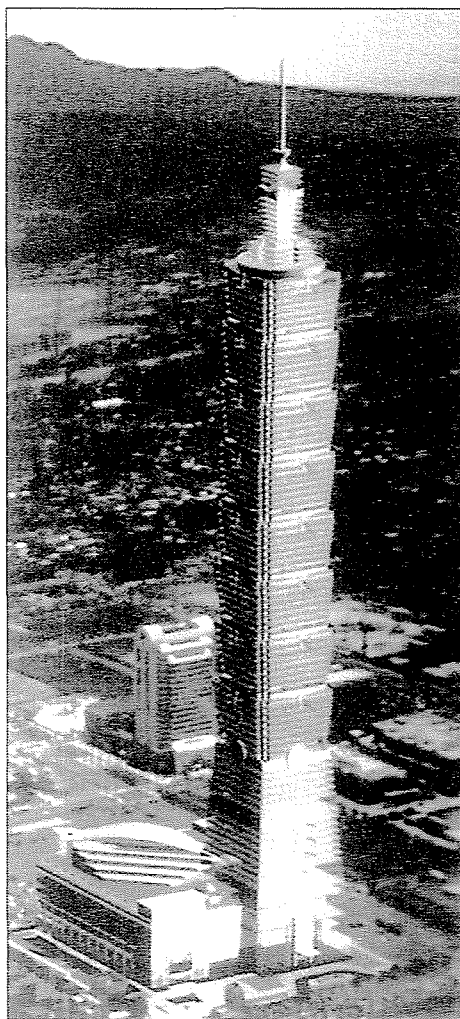
7. MEGÁLLAPÍTÁSOK

Az újítás és nyitás óta a toronyházak gyorsan fejlődtek Kínában. A terjedeleme korlátai miatt ez a cikk csak néhány tipikus szerkezetet mutat be. Az igen nagy számban elkészült illetve építés alatti, változatos szerkezetű magasházak további figyelmet érdemelnek. A különféle szerkezeti rendszerek tanulmányozása segítséget nyújt a sokrétű szempontok szerinti lehető legkedvezőbb változat kiválasztására.

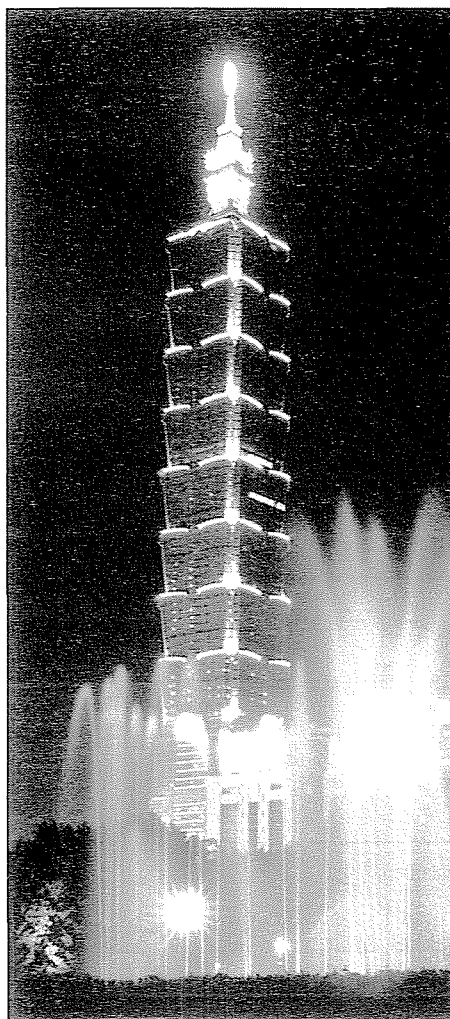
Aszerzők köszönetet mondanak az őket segítő munkatársaknak, és szívesen veszik a kritikus megjegyzéseket.



12. ábra: A 101-es épület három nézete



13. ábra: A 101-es torony készen (Yao Tsun Huan technikus szívésségéből)



14. ábra: A 2006. Új év fényei és a szokókutak



8. HIVATKOZÁSOK

- Ding, D. J. (2000): "A modern vasbeton szerkezetek tudománya". China Architecture & Building Press, Beijing (kinaiul)
- Ding, D. J. (1995), "State of the art of the construction and design of the research on tall buildings in The People's Republic of China, The Structural Design of Tall Buildings, Beijing
- Ding, D. J. (2005), "New 10 highest buildings in the world", RIA (Construction Engineers & Architects), No.5. Helsinki
- Kinai Szabvány (2000), "A Kinai Népköztársaság Szakmai Szabványa. Magasházak műszaki szabályozása", China Architecture & Building Press, Beijing (kinaiul)

Prof. Qiu Hongxung, dékánhelyettes a Délkeleti Egyetem (Nanjing) építőmérnöki karán, 1986-ban szerezte mesterszintű oklevelét ugyanezen az egyetemen, és ugyanott nyert PhD fokozatot 2000-ben. Három tankönyv és számos szakcikk szerzője, amelyek közül 20 az utóbbi öt évben jelent meg.

Prof. Ding Dajun a Délkeleti Egyetem (Nanjing) nyugdíjas, aktívan dolgozó tanára. Több mint 70 mester szintű mérnök szerezte e képzését irányítása alatt és több mint 30 PhD fokozatú tanítványa tudományos vezetője volt. 40 vasbeton ill. falazott szerkezetek témakörébe tartozó könyv szerzője, több mint 300 kínai és 60 angol nyelvű cikket publikált. 135 további cikke jelent meg 14 különböző nyelven, 22 országban. Sok nemzetközi rendezvény szerzője és kiadványok szerkesztője.

MŰANYAGSZÁL ADAGOLÁSÚ BETONOK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A TÚZÁLLÓSÁGRA



Majorosné Lublőy Éva – Dr. Balázs L. György

Számos katasztrófa igazolta, hogy alagúttűzek esetén a betonfelület réteges leválását meg kell akadályozni, mert fokozza a balesetveszélyt és nehezíti a mentést. A betonfelületek réteges leválásának valószínűségét műanyag szálak alkalmazásával lehet csökkenteni. A műanyag szálak alkalmazása során azonban a beton maradó-nyomószilárdságának változását figyelemmel kell kísérni. Kísérleteink során a beton maradó-nyomószilárdságát, valamint a beton felületének elváltozását vizsgáltuk hőterhelés után labor hőmérsékletre visszahűtött állapotban.

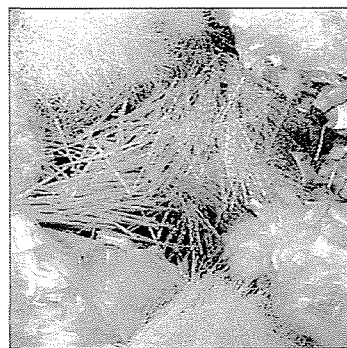
Kulcsszavak: szálerősítésű betonok, magas hőmérséklet, nyomószilárdság

1. BEVEZETÉS

Alagúttűzek esetén a betonfelület réteges leválása veszélyt jelent a menekülők számára, továbbá nehezíti a mentési és a tűzoltási folyamatokat. A Montblanc (1999. március 20.) és a Gotthard alagutakban (2001. október 24.) bekövetkezett tüzesetek is igazolták, hogy a betonfelület réteges leválását lehetőség szerint meg kell akadályozni. Mindkét alagúttűz esetén a hőmérséklet 1000°C fölé emelkedett. A beton nagy darabokban vált le, ami sok ember halálához és jelentős anyagi kárhoz vezetett. A betonfelületek réteges leválásának veszélyét műanyag szálak alkalmazásával lehet csökkenteni. A műanyag szálak alkalmazása során azonban a beton tűzterhelés után maradó-nyomószilárdságának változását is figyelemmel kell kísérni. Kísérleteink során a beton maradó-nyomószilárdságát, valamint a beton felületének elváltozását vizsgáltuk hőterhelés után labor hőmérsékletre visszahűtött állapotban.

dálnak, nem vezetik az elektromos áramot és nem indukálnak mágneses teret. Az építőiparban használt műanyag szálak anyaga általában polipropilén vagy aramid. A poliakrilnitril műanyag szálból gyártják a szénszálakat, ezeknek a szálaknak a bomlása 230°C-on következik be (www.avers.hu) (1. táblázat). A tűzállóság fokozására általában polipropilén szálakat alkalmaznak.

A műanyagszálak alkalmazásának előnyei különösen a friss beton tulajdonságának javításánál mutatkoztak meg. A műanyag szálakat a betongyártás számos területén lehet célszerűen alkalmazni. Az építőiparban ma már hazánkban is sokféle műanyag szálát lehet vásárolni (1. ábra).



1. ábra: Műanyagszálak (Kaposplast termékkatalógus)

2. A MŰANYAGSZÁL ADAGOLÁS ALKALMAZÁSI TERÜLETEI ÉS ELŐNYEI

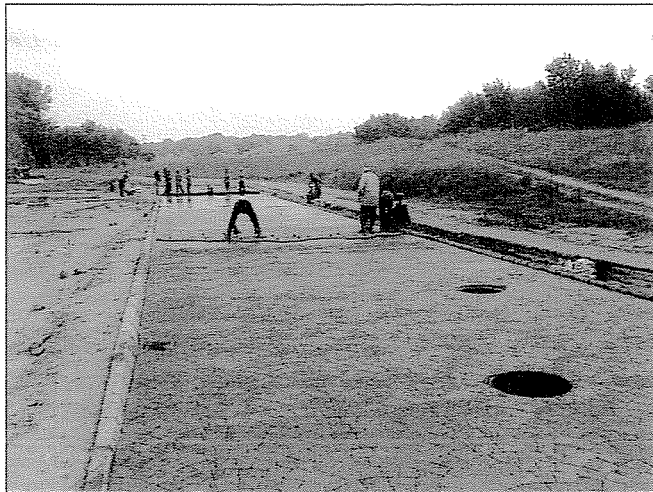
A műanyagszálaknak kémiai összetételükből adódóan sok előnyös tulajdonságuk van: savállóak, alkáliállóak, nem korro-

1. táblázat: A műanyagszálak alapanyagai és tulajdonságaik (Kaposplast termékkatalógus, <http://www.avers.hu>)

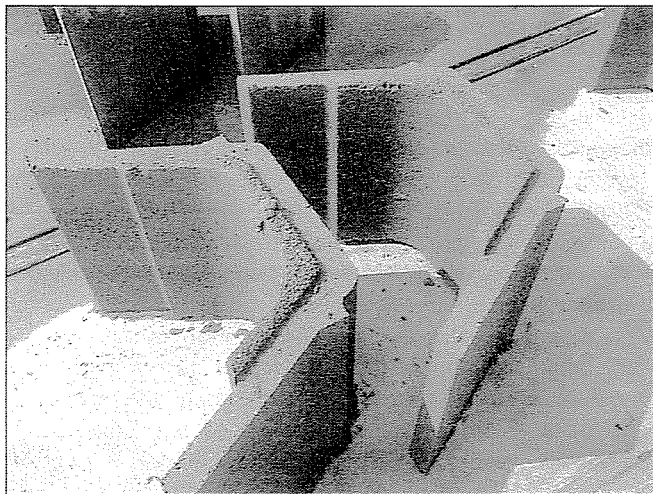
Száltípus	polipropilén (PP)	aramid	poliakrilnitril (PAN)
Sűrűség (g/cm ³)	0,90	1,38	1,15
Rugalmassági modulus (N/mm ²)	6000-18000	50000-150000	17000-20000
Olvadáspont (°C)	160-170	250	-
Gyulladáspont (°C)	360	1600	> 1000°C
Alkáli ellenálló képesség	++	+	+
Oxidációval szembeni ellenálló képesség	+	+	+

A műanyagszálak adagolhatók kavicsbetonokhoz, cementhabarcsokhoz és mészhabarcsokhoz. A repedések csökkentése céljából a műanyag szálak alkalmazása célszerű lehet: műkövek, térkövek, előre gyártott betonelemek, hidak beton szerkezetei, medencék, ipari padlók, homlokzati burkolólapok, valamint utcaburkolatok (2- 3. ábrák) készítése során.

2. ábra: Járda készítése



3. ábra: Előregyártott elemek



A műanyagszálak adagolásának több lehetősége van: vagy a száraz keverékhez, vagy a keverővíz feléhez, vagy a nedves beton keverékhez adhatók (4–5. ábra).

4. ábra: Műanyagszálak adagolása



5. ábra: Műanyagszálakkal készült friss beton

A kezdeti repedések keletkezése műanyag szálak alkalmazása esetén jelentősen lecsökkenthető, ezáltal a megszilárdult beton számos tulajdonsága is javul. A megszilárdult beton a kevesebb repedés miatt sokkal ellenállóbb lesz.

A betonkeverési technológia körültekintő betartása mellett a műanyagszálak alkalmazása a következő előnyös hatásokkal jár:

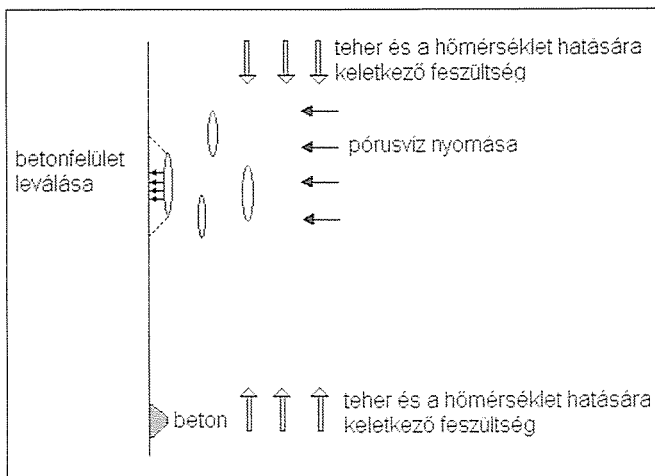
- fokozzák a friss beton állékonyságát,
- lövelléses technológia esetén csökkentik a visszahullási anyagvesztést,
- csökkentik a kivérzés mértékét,
- vibropréseléses eljárásnál lehetővé teszik a vízadag növelését,
- növelhetővé teszik a vakolás rétegvastagságát a felszört habarcsréteg megcsúszása nélkül,
- a beton szállításánál, bedolgozásánál gátolják a szétosztályozódást,
- megóvják a megkötött betont vagy vakolatot a zsugorodási repedésektől, mivel a kötési fázisban a zsugorodás következtében fellépő húzó igénybevételek egy részét a szálak felveszik,
- műanyag szálak alkalmazása esetén a zsugorodási, valamint a betonacél közelében keletkező repedések mérete és száma lényegesen csökkenthető, mivel a fellépő húzó-igénybevételek egy részét a szálak felveszik,
- kevesebb repedés keletkezik a megszilárdulás során, ezért fokozzák a betonok vízzáróságát, csökkentik a vízfelvételt, ezzel növelik a fagyállóságot és az olvasztó sózással szembeni ellenállóságot, növelik a beton fáradási szilárdságát, hanggátló és hangelnyelő képességét.
- javul a beton tűzállósága, mivel a szálak kiegészése segíti a betonba zárt víz távozását, csökkentve a belső feszítőerőt.

3. A MŰANYAGSZÁL ADAGOLÁSÚ BETONOK VISELKEDÉSE MAGAS HŐMÉRSÉKLETEN

A hőmérséklet emelkedésének hatására bekövetkező betonszilárdság-csökkenés alapvetően két okra vezethető vissza: (a) a beton szerkezetének felbomlása és (b) a betonfelület réteges leválása. A beton szerkezetének átalakulását és jelentős szilárdság-csökkenését a cementkő átalakulása mellett a kvarckavics adalékanyag térfogat-növekedése (573°C) is okozza (Mészáros, 1999). A továbbiakban a betonfelület

réteges leválásával foglalkozunk, mivel itt tapasztalható lényeges eltérés a műanyagszál adagolása és a szál nélküli betonok között.

A betonfelületek réteges leválását két okra lehet visszavezetni: a betonból távozó vízgőz lefeszíti a felületi rétegeket, vagy a nyomott zóna már nem tudja a hőtágulásból származó újabb nyomóerőt felvenni és ezért leválik. Hagyományos betonok esetében általában az előző, nagyszilárdságú betonoknál a második tényező okozza a kéreg leválását. A második esetben vagy a hőtágulás gátlása, vagy a keresztmetszet egyenlőtlen felmelegedése okozza a kéregben a nyomófeszültség növekedését. A betonfelület leválásának mechanizmusát a 6. ábrán láthatjuk.

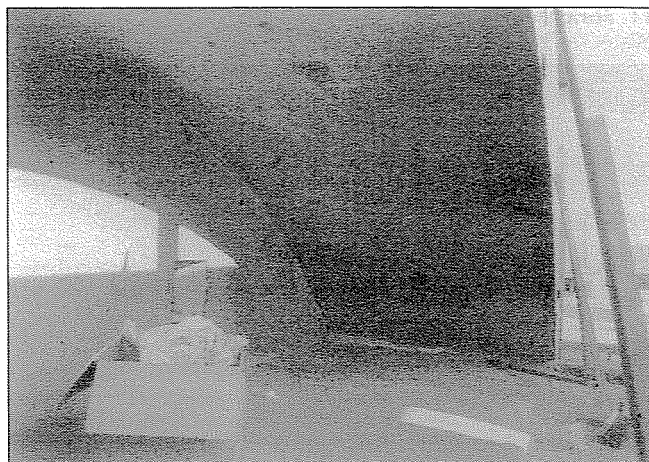
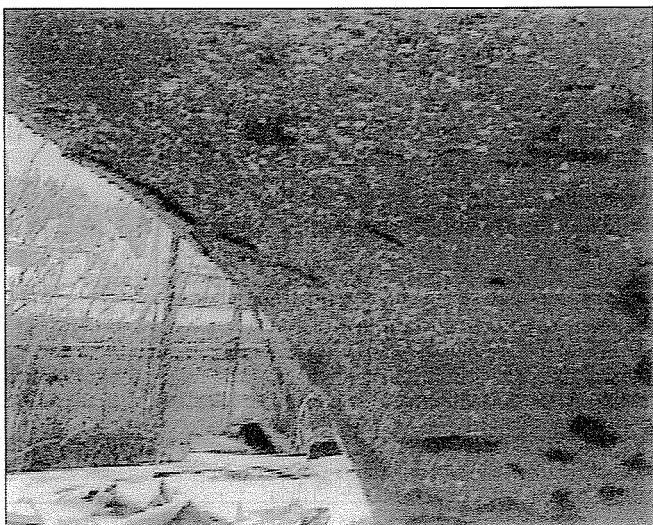


6. ábra: A betonfelület leválásának mechanizmusa (Høj, 2005)

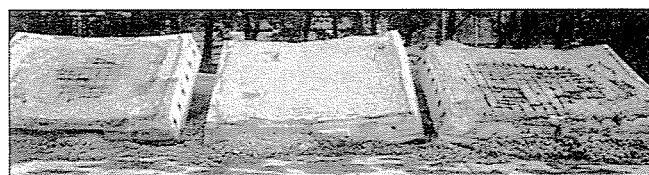
Az alagutakban bekövetkezett katasztrófák miatt az alagutak építése során fontossá vált, hogy a betonfelület réteges leválása lehetőség szerint ne következzen be. Számos kísérlet igazolta, hogy a betonfelület leválásának veszélye műanyag szálak alkalmazása esetén jelentősen kisebb lesz. Mört, Haberland, Horvath és Mayer (2005) alagútelemekekkel (hosszúság 11 m, magasság 2 m) végzett kísérletei igazolták, hogy a polipropilén szálakkal erősített betonok felületének réteges leválása a tűz hatására nem következik be (7-8. ábra).

BBT Trading & Consulting GmbH svájci cég által végzett kísérletek is igazolták, hogy a betonfelület réteges leválásnak az esélye műanyag szálak alkalmazása esetén csökkenthető. A 9. ábrán jól látható, hogy a száladagolás növelésével a levált beton felület nagysága is csökkent.

7. ábra: Száladagolás nélkül készült alagútelem 1200°C-os hőterhelés után (Mört, Haberland, Horvath, Mayer, 2005)



8. ábra: 2 kg/m³ polipropilén száladagolással készült alagútelem 1200°C-os hőterhelés után (Mört, Haberland, Horvath, Mayer, 2005)



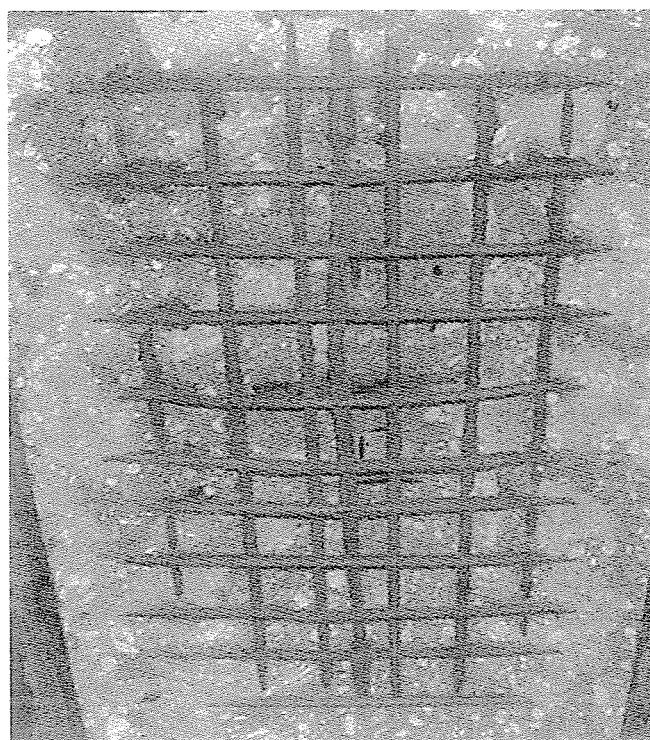
1 kg/m³ polipropilén száladagolással 3 kg/m³ polipropilén száladagolással száladagolás nélkül

9. ábra: Különböző száladagolással készült alagútelemekek viselkedése (<http://www.b-b-t.ch/produkte/kunststoff3.html>)

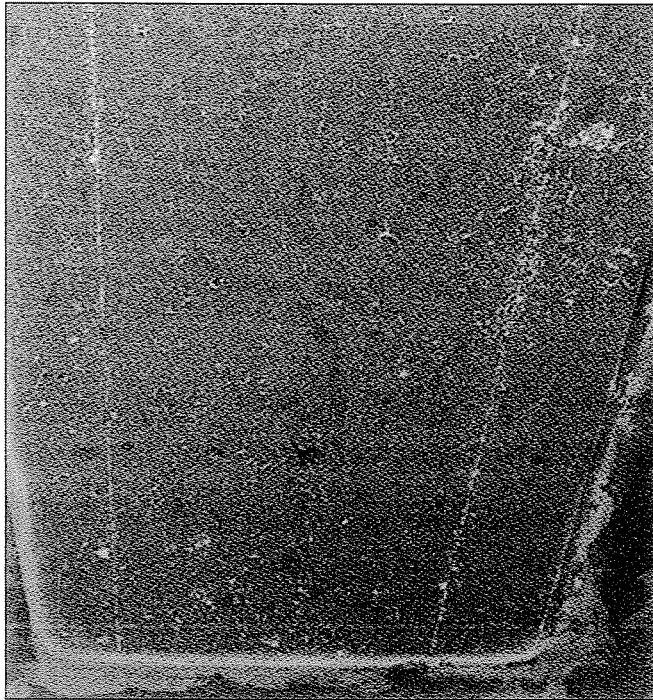
Janson és Boström (2005) kísérletei során zömök és karcsú beton oszlopokat vizsgált különböző betonösszetétellel. Műanyagszálak alkalmazása esetén a beton összetételtől függetlenül minden esetben lényegesen csökkent a levált betonfelület nagysága.

Hasonló eredményre jutott Ausztriában egy másik kutatócsoport is (Walter, Kari, Kutserle, Lindlbauer, 2005), akik síkjukban nyomott lemezeket vizsgáltak. A hagyományos betonnál tűz hatására bekövetkezett a betonfelület réteges leválása, a polipropilén szálakkal erősített lemez esetében viszont nem (10-11. ábra).

10. ábra: Száladagolás nélkül készült lemez felülete 2 órás tűzteher után (Walter, Kari, Kutserle, Lindlbauer, 2005)



11. ábra: Műanyag száladagolóval készült felülete 2 órás tűzterhelés után (Walter, Kari, Kutserle, Lindlbauer, 2005)



Lényeges kérdés azonban, hogy mindezen előnyös tulajdonságok mellett a beton szilárdság-csökkenése se legyen drasztikus a közönséges betonhoz képest. Horiguchi (2005) (12. ábra) szálerősített betonokkal végzett kísérleteket. A nyomószilárdság-vizsgálatot 100 mm átmérőjű és 200 mm magas hengereken szobahőmérsékletre visszahűtve vizsgálta. A felfűtés sebessége 10°C/perc volt, a próbatesteket 1 órán át tartotta az adott hőmérsékleten. Az általa alkalmazott beton víz-cement tényezője 0,3 volt (583 kg/m³ cement adagolás mellett). Az 1 jelű beton szálerősítés nélkül készült, a 2 jelű beton 0,5 V%-os polipropilén szál adagolással, a 3 jelű beton 0,5 V%-os acélszál adagolással, a 4 jelű beton 0,25 V%-os polipropilén és 0,25 V%-os acélszál adagolással készült.

4. SAJÁT KÍSÉRLETEINK

4.1. Alkalmazott anyagok

Az alkalmazott száltípusok mechanikai és kémiai jellemzőit a 2. táblázatban foglaltuk össze.

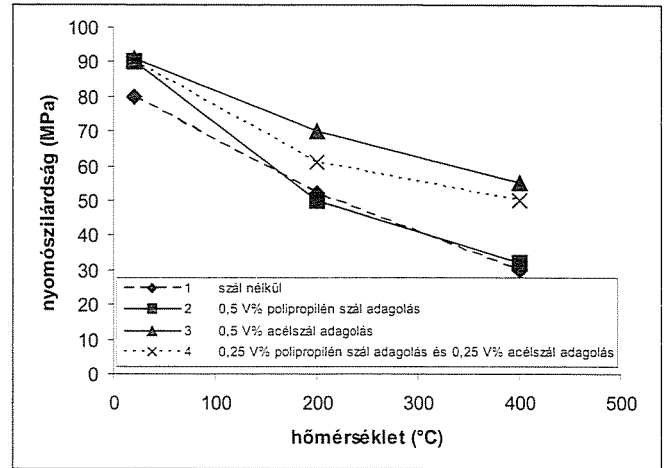
4.2. AZ ALKALMAZOTT BETON-ÖSSZETÉTEL

A beton tervezése során 0,43 víz-cement tényezőt választottunk az etalon betonhoz a monoszálból 1V%-ot, a makroszálból 8V% szálat adagoltunk. A beton konzisztenciáját folyósítószerezrel állítottuk be.

2. táblázat: A kísérletek során alkalmazott száltípusok jellemzői

Száltípus	makroszál jellemzői	monoszál jellemzői
Anyag	Polipropilén	polipropilén
Szálhossz	40 mm	18 mm
Átmérő	1,1 mm	0,032 mm
Sűrűség	0,91 g/cm ³	0,91 g/cm ³
Olvasáspont	171 °C	160 °C
Gyulladáspont	360 °C	365 °C
Savállóképesség	Magas	Magas

12. ábra: A szálerősítésű betonok nyomószilárdságának változása 400°C-ig (Horiguchi, 2005)



4.3. A kísérlet elvégzésének módja

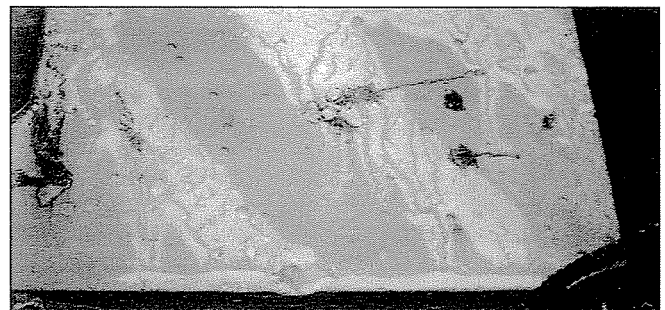
A nyomószilárdság vizsgálatot szabványos 150 mm élhosszúságú kockákon végeztük. A kísérlet változó paraméterei a betonösszetétel és a hőmérséklet (20°C, 50°C, 150°C, 200°C, 300°C, 400°C, 500°C, 600°C, 800°C) voltak. Próbakockáinkat a felfűtés után 2 órás hőterhelést követően szobahőmérsékleten törtük. A beton kockák nyomószilárdság-vizsgálatát erővezérelten működő „Amsler” típusú törőgépen végeztük.

5. VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

5.1. Szemrevételezés

A makroszál alkalmazása esetén megfigyelhettük, hogy 200°C-on, illetve 300°C-on a beton felületi rétegében a szálak megfolytak, kipúposodtak és a beton felületét is károsították (13. ábra). 400°C felett a szálak kiégtek és csak a szabad szemmel is jól látható helyük maradt a beton felületén (14. ábra). Helyenként nagyobb méretű lyukak is megfigyelhetők voltak, valószínűleg itt a szálak merőlegesen álltak a betonfelületre, és úgy égtek ki. A beton felületén égésnyomok látszottak, amit a többi száltípus alkalmazása esetén nem tapasztaltunk.

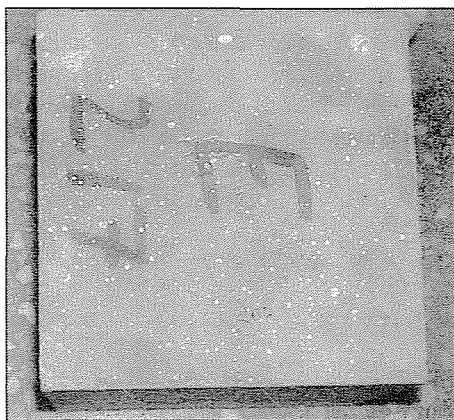
13. ábra: Makroszállal erősített beton (200°C-os hőterhelés)



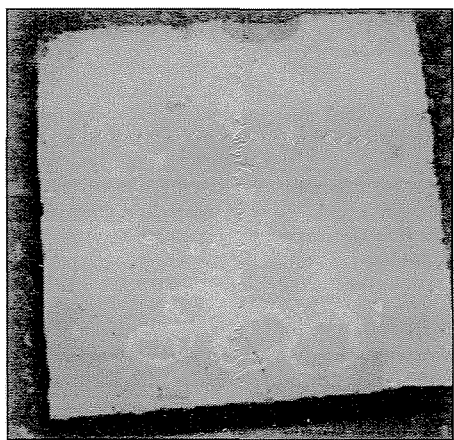


14. ábra: Makroszállal erősített beton (500°C-os hőterhelés)

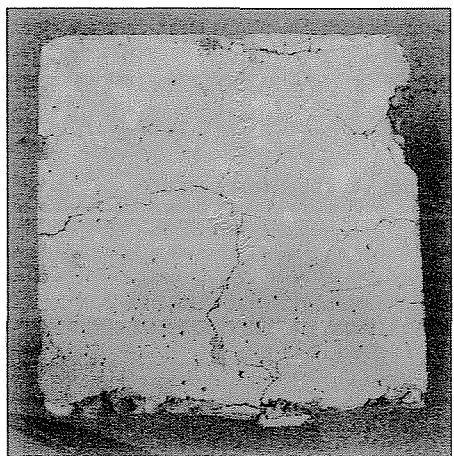
A monoszál alkalmazása esetén szabad szemmel nem volt látható a szálak helye sem a megolvadás előtt, sem a kiegészítés után (15. ábra). A 800 °C-os hőterhelésnek kitett beton felületén jól látható, hogy a szálerősített beton szinte alig repedt be, míg a szálerősítés nélkül készült beton felületén számottevő repedések láthatók (16-17. ábra).



15. ábra: Monoszállal erősített beton (200°C-os hőterhelés)



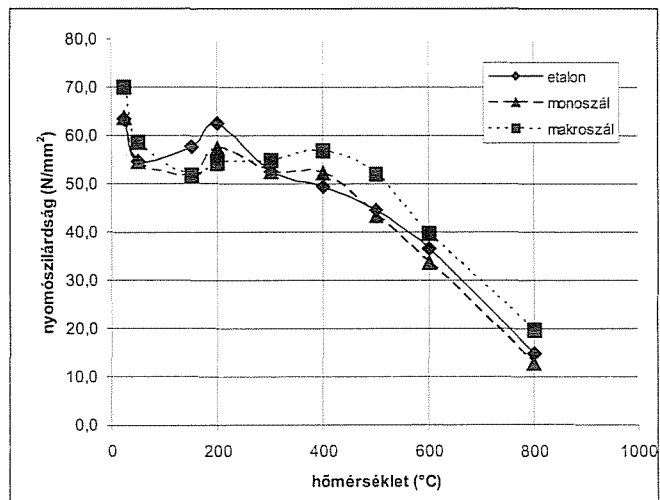
16. ábra: Monoszállal erősített beton (800°C-os hőterhelés)



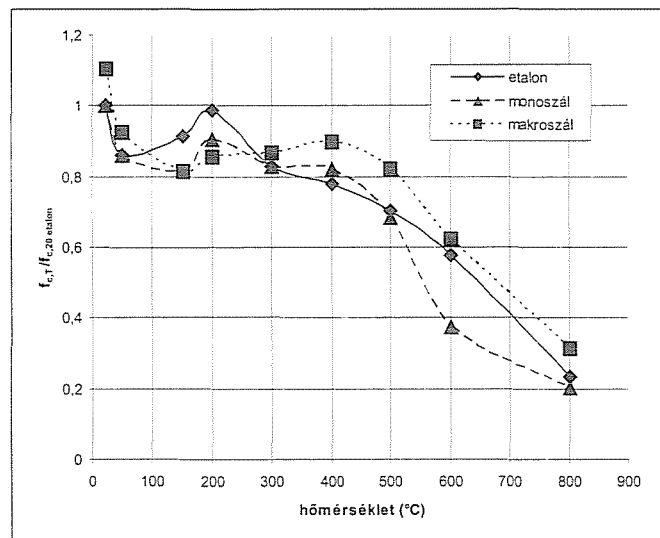
17. ábra: Szálerősítés nélküli erősített beton (800°C-os hőterhelés)

5.2. A nyomószilárdság

Az 18. ábra mutatja a nyomószilárdság és a hőterhelés hőmérséklete közötti összefüggést. A 19. ábrán ugyanazon mérési eredményeket ábrázolja, de az ordinátán a hőmérséklettől függő nyomószilárdságot a szobahőmérsékleten mért értékhez viszonyítva adja meg.



18. ábra: A nyomószilárdság alakulása a hőmérséklet függvényében (4 mérési eredmény átlaga)



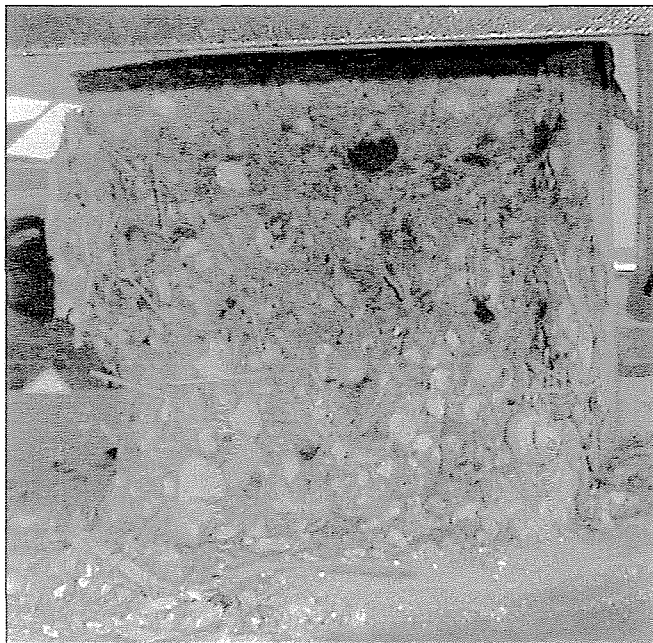
19. ábra: A nyomószilárdsági értékek %-os alakulása a hőmérséklet függvényében (4 mérési eredmény átlaga)

A 18-19. ábrákon bemutatott kísérleti eredmények alapján a következő megállapításokat tehetjük:

1. A hőmérséklet befolyásolja mind a szál nélküli, mind a száladagolással készült betonok nyomószilárdságát.
2. A nyomószilárdság csökkenése 500°C-ig nem volt több mint 25 %. 600°C felett a betonok szilárdsági értékei gyakorlatilag azonosak voltak.
3. A monoszálak alkalmazása esetén a nyomószilárdság változása gyakorlatilag azonos tendenciát mutatott az etalon betonéval, beleértve a kezdeti 20°C-on mért értéket is. A 20°C- 200°C-os tartományban egy érdekes völgy alakult a nyomószilárdság ábráján mindkét esetben, ami azt jelentette, hogy kis hőmérséklet-emelkedés már okozott szilárdságcsökkenést, de 150°C és 200°C között ismét egy átmeneti nyomószilárdság növekedés volt tapasztalható. 200°C felett egyértelmű szilárdságcsökkenés figyelhető meg.
4. A makroszállal erősített beton próbatestek nyomószilárdságának viselkedése a hőmérséklet függvényében lényegesen

eltért az etalon és a monoszálás betonok viselkedésétől. A görbét három részre lehet osztani: (1) kezdeti szilárdságcsökkenése a 22°C- 200°C tartományban, (2) közel konstans nyomószilárdság és 200°C és 500°C tartományban, (3) jelentős szilárdságcsökkenés 500°C fölött.

A makroszálás beton törése után (20. ábra) jól látható, hogy 200°C-on a betonból nem égtek ki a szálak, a beton belsejében és a felületén megtalálhatók. 400°C felett (21. ábra) azonban a szálak kiégtek, és csak a helyüket lehet a beton felületén látni.



20. ábra: Makroszállal erősített beton felülete a törés után (200°C-os hőterhelés)



21 ábra: Makroszállal erősített beton felülete a törés után (400°C-os hőterhelés)

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Számos katasztrófa igazolta, hogy az alagútépítés során a betonfelület réteges leválását meg kell akadályozni. Ezt a veszélyt műanyagszálak alkalmazásával lehet csökkenteni. A műanyag szálak alkalmazása során azonban a beton maradó-nyomószilárdságának változását figyelemmel kell kísérni.

Kísérleteink során a beton maradó-nyomószilárdságát, valamint a beton felületének változását vizsgáltuk hőterhelés után labor hőmérsékletre visszahűtött állapotban.

Vizsgálataink során két eltérő polipropilén száltípust alkalmaztunk. A vizsgálataink során a monoszálakkal készült beton esetén 800°C-os hőterhelést követően, majd szobahőmérsékletre visszahűtött állapotban alig voltak repedések megfigyelhetők. A makroszál adagolásával készült betonnál 200 °C felett már szabad szemmel is jól látható módon következett be a szálváz kiégése. A monoszálakkal készült beton felületén azonban a 800°C hőterhelést követően, majd szobahőmérsékletre visszahűtött állapotban szinte alig volt repedés megfigyelhető.

A monoszálak alkalmazása esetén a nyomószilárdság változása gyakorlatilag azonos tendenciát mutatott az etalon betonéval, beleértve a kezdeti 20°C-on mért értéket is. A 20°C-200°C-os tartományban egy érdekes völgy alakult a nyomószilárdság ábráján mindkét esetben, ami azt jelentette, hogy kis hőmérsékletemelkedés már okozott szilárdságcsökkenést, de 150°C és 200°C között ismét nyomószilárdság növekedés volt tapasztalható. 200°C felett egyenletes szilárdságcsökkenés következett be.

A makroszállal erősített beton próbatestek nyomószilárdságának alakulása eltért az etalon és a monoszál adagolásával készült betonétól. A görbe ebben az esetben három részre osztható: (1) kezdeti szilárdságcsökkenése a 20°C- 200°C tartományban, (2) közel konstans nyomószilárdság és 200°C és 500°C tartományban, (3) jelentős szilárdságcsökkenés a fölött.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetet mondanak a Duna-Dráva Cement Kft-nek a kísérlethez szükséges cement biztosításáért.

8. HIVATKOZÁSOK

- Horiguchi, T. (2005), „Combination of Synthetic and Steel Fibres Reinforcement for Fire Resistance of High Strength Concrete”, *Proceedings of Central European Congress on Concrete Engineering*, 8-9. Sept. 2005 Graz, pp. 59-64
- Janson, R., Boström, L. (2004), “Experimental investigation on concrete spalling in fire”, *Proceeding for fire design of concrete structures: What now?, What next?* (Eds. P. G. Gambarova, R. Felicetti, A. Meda, P. Riva) 2-3. December 2004, pp. 109-113.
- Mészáros Gy. (1999), „Tartószerkezetek tűzállósági méretezése”, Kutatási jelentés ÉMI, 1999
- Mörth, W., Haberland Ch., Horvath J., Mayer A.(2005), „Behaviour of Optimized Tunnel Concrete with Special Aggregates at High Temperature”, *Proceedings of Central European Congress on Concrete Engineering* 8-9. Sept. 2005 Graz, pp. 41-50
- Høj, N. P. (2005), „Keep concrete attractive- Fire design of concrete structures”, *Proceeding of fib symposium on Keep concrete attractive* (Eds. G. L. Balázs, A. Borosnyói), 23-25. May 2005 Budapest, pp. 1097-1105.
- Walter, R., Kari H., Kutserle W., Lindlbauer W. (2005), „Analysis of the Load-bearing Capacity of Fibre Reinforced Concrete During Fire”, *Proceedings of Central European Congress on Concrete Engineering* 8-9. Sept. 2005 Graz, pp. 54-59.

<http://www.avers.hu>

<http://www.b-b-t.ch/produkte/kunststoff3.html>

APPLICATION POSSIBILITIES OF PLASTIC FIBRE REINFORCED CONCRETE WITH SPECIAL EMPHASIS ON FIRE RESISTANCE
ÉVA LUBLÓY, PROF GYÖRGY L. BALÁZS

In case of fire in tunnel serious problems can be caused the spalling of the concrete cover. It is necessary to avoid this unfavourable behaviour because

falling concrete pieces can cause accidents and danger for rescue. By the use of plastic fibres spalling can be reduced, but a change in residual stress of concrete must be considered. In our experiments we tested the change in compressive strength and the quality of concrete surface after temperature loading at room temperature.

Dr. Majorosné Lublóy Éva Eszter (1976) okl. építőmérnök (BME Építőmérnöki Kar 2002), doktorandusz a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékén (2002). Fő érdeklődési területei: vasbetonszerkezetek viselkedése tűz hatására, tűzkárok mérnöki tanulságai. A *fib* Magyar Tagozat tagja.

Dr. Balázs L. György (1958) okl. építőmérnök, okleveles mérnök matematikai szakmérnök, PhD, Dr. habil, egyetemi tanár, a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék vezetője. Fő érdeklődési területei: beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek (anyagai, laboratóriumi vizsgálata és modellezése), szálerősítésű betonok (FRC), nem acélanyagú (FPR betétek, megerősítések anyagai és módjai, erőátadódás betonban, vasbeton tartó repedezettségi állapota, vasbetonszerkezetek tartóssága. A *fib* TG 4.1 „Használatossági határállapotok” munkabizottság elnöke, további *fib*, ACI és RILEM bizottságok tagja. A *fib* Magyar Tagozat elnöke.

BEFEJEZŐDÖTT NÁPOLYBAN A *fib* MÁSODIK KONGRESSZUSA

A *fib* (Nemzetközi Betonszövetség) 2002. évi, oszakai kongresszusán hangzott el először a meghívás az idei, nápolyi kongresszusra. Mind a rendezők, mind a *fib* széles tagsága nagy várakozással tekintett a rangos rendezvény elé. A *fib* Magyar Tagozata is törekedett arra, hogy hazánk műszaki gárdája színvonalasan képviseltesse magát az illusztris rendezvényen. A Tanácsadó Testület tagja volt Lenkei Péter, a Tudományos Tanácsé pedig Balázs L. György, a *fib* Magyar Tagozat elnöke, aki a *fib* Presidium tagjaként számos más területen is közreműködött a kongresszus előkészítésében.

A kongresszus ülései 2006. június 5-től 8-ig adtak fórumot a résztvevőknek. A *fib* bizottságok és munkacsoportok már június első három napján megtartották üléseiket, ennek során Balázs L. György és Szabó K. Zsombor a „Szálerősítésű betonok” ülésén volt jelen. Június 4-én, Pünkösöd vasárnap délelőtt volt az irányító testület ülése, amelyen részt vett Balázs L. György, a délutáni *fib* közgyűlésen ő és Madaras Gábor, a *fib* Magyar Tagozat alelnöke képviselte a magyar színeket. A *fib* közgyűlés feladatai voltak az elnöki és alelnöki beszámolók meghallgatása, az újonnan elkészült „*fib* Model Code for Service Life Design”, valamint a választások. (A „*fib* Model Code for Service Life Design” megjelent a *fib* 34. szorszámu bulletinjében, és röviden bemutatjuk ezen lapszám keretei között.) A közgyűlés a beszámolókat és a Model Code-ot elfogadta, továbbá megválasztották

elnököknek: **Hans-Rudolf Ganzot** (Svájc)
a 2007-2008. évekre
alelnököknek: **Michael Fardist** (Görögország)
a 2007-2008. évekre
kincstárnoknak: **Ulrich Litznert** (Németország)
a 2007-2008. évekre.

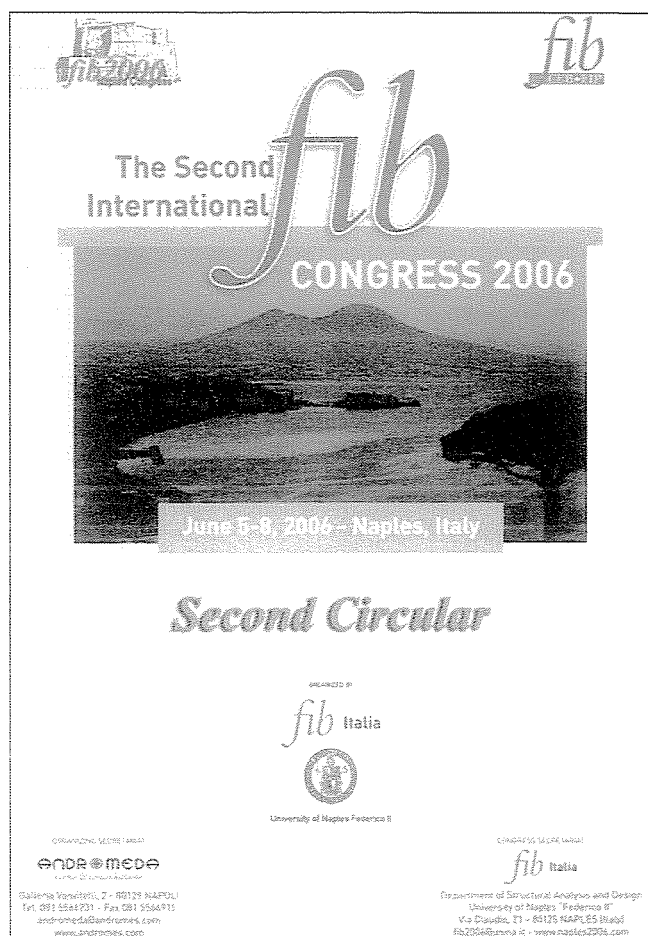
A Presidium tagjának a 2007-2010 évekre:

Balázs L. Györgyöt (Magyarország)
Hugo Corres Peirettit (Spanyolország)
Harald Müllert (Németország)
Yun Jamazakit (Japán).

Vasárnap este a patinás Castel d'Ovo teraszain találkoztak először a résztvevők tömegei az üdvözlő fogadáson.

A kongresszus magyar résztvevői Balázs L. György, Lenkei Péter, Madaras Gábor, Szabó K. Zsombor, Tassi Géza és Völgyi István volt, továbbá négy kísérő személy.

A kongresszus színhelye a Mostra d'Oltremare kongresszusi központ volt. Ez a két világháború között épült létesítmény adott otthont az 1962. évi FIP kongresszus második részének is (Tassi, Balázs, 2006). A központi épület nagyterme, a Teatro Mediterraneo (Auditorium) adott helyet a megnyitó- és záróülésnek, és több munkaülésnek. A szekciók főként az épület kisebb, a Földközi Tenger országairól elnevezett termeiben üléseztek. 1962 óta a kongresszusi központ szemmel láthatóan kicsinek bizonyult. Bővítették egy egyszintes hosszú épülettel, ahol más helyiségek mellett a poszter-szekció és büfé-étkező kapott helyet. A kongresszus igényeit ez sem elégíthette ki teljesen. A mindig sokszínű kiállítás számára sátrak álltak a bemutató cégek, szervezetek rendelkezésére.



A munkaülések szekciókban folytak, és pedig a következő témakörökben:

1. Nagy beruházások és újszerű szerkezetek
2. Tervezés és építés
3. Modellalkotás és tervezés
4. Földalatti és alapozási szerkezetek
5. Együttműködő és hibrid szerkezetek
6. Előregyártás
7. A képlékenységtan alkalmazása a tervezésben
8. Új vasbeton szerkezetek tervezése földrengésállóságra
9. Vasbeton szerkezetek szeizmikus elemzése
10. Új és meglévő szerkezetek szálerősítéssel
11. Vasbeton szerkezetek robbanás elleni védelme
12. Vasbeton szerkezetek viselkedése magas hőmérséklet és tűz hatására
13. A beton
14. Betonacélok, a feszítés anyagai és feszítési rendszerek
15. Betonszerkezetek tartóssága
16. Vasbeton szerkezetek biztonsága (új szerkezetek, állapotfelmérés)
17. Szerkezetek megfigyelése, karbantartása, javítása, a hibák utóhatása
18. Fenntarthatóság (újrafelhasználás, élettartam-becslés, részleges és teljes bontás)
19. Építészeti és környezetvédelmi tervezés
20. A szerkezeti beton hagyományainak megőrzése.

Összesen 562 előadás szerepelt a kongresszus végleges programjában, beleértve a plenáris üléseken elhangzott előadásokat, a nemzeti beszámolókat és a bizottsági munkákról szóló referátumokat. Ez a nagy szám önmagában is mutatja a kongresszus jelentőségét.

A résztvevők névsorát a személyiségi jogokról szóló olaszországi törvényre hivatkozva nem tették közzé. A küldöttek számáról azonban képet alkothatunk az előadott témák nagy mennyiségéből, arra is tekintettel, hogy az előadások igen nagy részénél két, vagy több, akár nyolc név szerepelt, (ugyanakkor egy-egy előadó több szekcióban is szót kapott), és természetesen nagy számban voltak olyan aktív résztvevők is, akik nem tartottak előadást.

A kongresszus anyaga rövidített formában, két kötetben, összesen 1496 oldalon jelent meg (Mancini, 2006). A közlemények teljes terjedelmükben CD-n álltak a résztvevők rendelkezésére. Magyar előadók voltak Balázs L. György (ő tartotta a magyar nemzeti beszámolót is), Lenkei Péter, Völgyi István (aki a Farkas Györggyel közösen publikált kutatási eredményekről számolt be.) (A cikkek publikációs adatai jelen ismertetés végén található.) Szekcióelnöki feladatot látott el Balázs L. György és Lenkei Péter.

A kongresszus recepciójánál, ill. a kiállító sátrakban számos más kiadványt is osztottak a résztvevőknek, amelyek egyes tagországok létesítményeit, kutatási, termelési eredményeit, cégek produktumait ismertették.

Ezek között szerepelt a *CONCRETE STRUCTURES* 2006. évi száma, a *fib* Magyar Tagozatának angol nyelvű folyóirata (Balázs, 2006), amit 1000 példányban hozzáférhetővé tettünk a kongresszus résztvevői számára. Ennek az angol nyelvű számnak a főszerkesztője Balázs L. György volt, szerkesztői pedig Tassi Géza és Träger Herbert. E helyen a kiadvány szerzőit soroljuk fel alfabetikus sorrendben (30 fő): Balázs György, Balázs L. György, Bán Lajos, Barta János, Becze János, Bodor Jenő, Borosnyói Adorján, Domokos Gábor, Farkas György, Farkas János, Gonda Ferenc, Józsa Zsuzsanna, Kausay Tibor, Képes József, Kocsis Ildikó, Kovács Tamás, Lovas Antal, Mihalek Tamás, Nemes Rita, Németh Imre, Novák László, Orbán Zoltán, Polgár László, Simon Tamás, Sipos András Árpád, Szalai Kálmán, Tassi Géza, Teiter Zoltán, Vörös József, Wellner Péter. (A Hivatkozások végén megadjuk a cikkek felsorolását.)

A magyar résztvevők megtartották a *fib* szimpóziumok és kongresszusok alkalmával most már hagyományosnak tekinthető kihelyezett ülésüket 2006. június 6-án Nápolyban. Erre meghívást kapott a Palotás László-díjas Windisch Andor (München) is, aki a Dywidag DSI egyidejű rendezvénye miatt nem tudott megjelenni, ott volt viszont Nad' Lajos (Kassa).

A kongresszus bankettjét a szervezők a királyi palota teraszán kívánták megtartani, a bizonytalan időjárás miatt azonban ez az összejövétel az archeológiai múzeum termeiben kapott helyet.

A kongresszus záróülésén a szervezők összefoglalták az elért eredményeket. Elhangzottak a meghívások a következő két év szimpóziumaira, amelyek színhelye Dubrovnik (2007. május), ill. Amszterdam (2008. május) lesz. Megemlézték, hogy a harmadik közbenső szimpóziumot Londonban tartják majd. Az Egyesült Államok *fib* képviselője ismertette a tervezett 2010. évi, Washingtonban rendezendő kongresszus előkészületeit. A kongresszus záróakkordjaként megkondukt a FIP által létesített vándorharang, amelyet a következő négy évben az amerikai *fib* tagozat őriz.

2006. június 9-én, pénteken volt egy rendkívül érdekes szakmai kirándulás. Ennek résztvevői számára ismertették az épülő, második nápolyi metróvonal munkálatait. A pajzsokat indító aknáknak létesítésekor páratlan érdekességű archeológiai

leletekre bukkantak. A munkák az építőmérnökök, archeológusok, építészek és művészettörténészek összehangolt tevékenységével folynak. Az ilyen munka eredményeit mutatták a már üzemben levő metróvonal állomásai.

A kongresszus gazdag programot nyújtott a kísérő személyeknek is.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a kongresszus sikeres volt. A tagországok értékes szakmai anyagot vonultattak fel, és ebben élen jártak a szervező olasz kollégák. Jó volt a kongresszus hangulata, hasznosak voltak a találkozások, viták, eszmecsereik.

A *fib* MT tervezi, hogy a kongresszus szakmai mondani-valóiról a hagyományoknak megfelelően beszámolót rendez 2006. kora őszén.

Dr. Tassi Géza, Dr. Balázs L. György,

HIVATKOZÁSOK

- Balázs, L. Gy. (főszerkesztő) (2006), *Concrete Structures*, Vol. 7.
Mancini, G. (a tudományos bizottság elnöke), *Proceedings of the 2nd fib Congress* (1), (2)
Tassi, G., Balázs, L. Gy. (2006), Historical links between Naples and Hungary – concrete and the *fib* Congress, *Concrete Structures*, Vol.pp. 2-5.

A CONCRETE STRUCTURES 2006 FOLYÓIRATCIKKEK:

- Tassi, G., Balázs, L. G.: „Naples and Hungary”
Vörös, J., „Railway bridges”
Tassi, G., Wellner, P., Becze, J., Mihalek, T., Barta J., „Highway bridges”
Teiter, Z., „Composite bridges”
Orbán, Z., „Masonry arch bridges”
Farkas, J., Kocsis, I., Németh, I., Bodor, J., Bán, L., „Flyover constructed of HSC/HPC”
Képes, J., Novák, L., Polgár, L., „Commercial and industrial buildings”
Gonda, F., „Concert Hall”
Farkas, Gy., Kovács, T., Szalai, K., Lovas, A., „Probability based design”
Sipos, Á., Domokos, G., „Deformation of RC members”
Balázs, Gy., „Creep law for concrete”
Kausay, T., Simon, T., „Particle size distribution”
Nemes, R., Józsa, Zs., „Mix design of LWAC”
Borosnyói, A., Balázs, L. G., „Members prestressed with FRP”

A KONGRESSZUSI KIADVÁNY MAGYAR SZERZŐK TOLLÁBÓL KÖZÖLT CIKKEI:

- Farkas, Gy., Völgyi, I., (2006) „Dynamic Behaviour of Prestressed Concrete Columns”. *Proceedings of the 2nd fib Congress*.
Lenkei, P., (2006). „Concrete structures and the Probable Climate Change”, *Proceedings of the 2nd fib Congress*.

A KONGRESSZUSON MAGYAR KOLLÉGÁKTÓL ELHANGZOTT ELŐADÁSOK:

- Farkas György, Völgyi István és Lenkei Péter forrásából.
Balázs L. György: „Hungarian National Report”.
Balázs L. György: „fib courses – dissemination of knowledge”.

MAY 2007

Abstracts are now being accepted for next year's fib symposium, on the theme: "Concrete Structures – Stimulators of Development". The symposium will take place from 20-23 May 2007, in Dubrovnik, Croatia. It will address the following topics, which were identified as playing important roles in fostering regional and national development and prosperity:

1. Concrete structures connecting mainland and islands
2. Concrete structures in energy production
3. New materials
4. Analysis
5. Durability.

The deadline to submit an abstract of 200-300 words relevant to one of the above topics is 30 June 2006. Notification of acceptance will be made by 30 September 2006; accepted authors will then have until 31 January 2007 to provide their full papers for publication in the symposium proceedings.

A commercial exhibition will be held in parallel with the symposium at the same venue, offering an ideal opportunity for companies to display their products and services.

Dubrovnik is situated in southern Croatia, on the coast of the Adriatic Sea, an area known for its great natural beauty, warm Mediterranean climate and historic charm. Tours and excursions in and around Dubrovnik will be organised for accompanying persons during the symposium.

Contact information:

fib Croatian Member Group

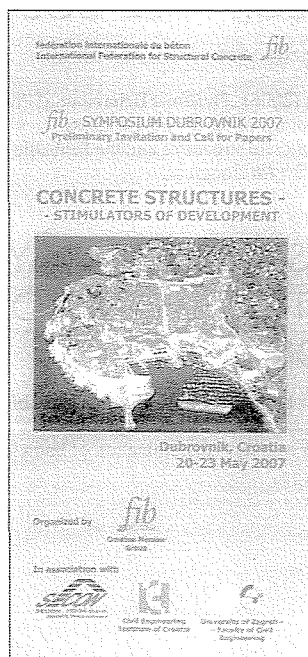
Janka Rakuse 1, 10000 Zagreb, Croatia

Tel.: +385-1-46-39-329

Fax: +385-1-61-25-100

e-mail: fib-dubrovnik-2007@igh.hr

www.igh.hr/fig-dubrovnik-2007



BETONTECHNOLÓGIA SZAKMÉRNÖKI TANFOLYAM INDUL 2007. FEBRUÁRJÁBAN

A betontechnológia jelentősége nagyon megnövekedett az elmúlt időszakban egyrészt a betonnal szembeni fokozott elvárások (pl. nagy szilárdság, tartósság, veszélyes hulladékok tárolása, stb.) miatt, másrészt a speciális igényeket kielégítő betonok megjelenése, harmadrészt az európai szabványok megjelenése miatt. Ennek megfelelően a betontechnológia óriási érdeklődésre tart számot. A diplomával záruló Betontechnológia Szakmérnöki Tanfolyam megszervezése révén a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék a betontechnológia körébe tartozó legújabb ismeretek átadásával kívánja segíteni a praktizáló kollégákat. Saját, jól felfogott érdekében minden cégnek kell legyen jó betontechnológusa.

A tanfolyamra való felvételhez egyetemi vagy főiskolai végzettség szükséges. Az egyetemi végzettségűek szakmérnöki, a főiskolai végzettségűek pedig főiskolai szakmérnöki oklevelet kapnak a sikeres államvizsga alapján. (Azok számára, akik nem műszaki egyetemi oklevéllel jelentkeznek a tanfolyamra, különbözeti vizsga is előírható.)

A tanfolyam célja, hogy a résztvevők megszerezzék a legfrissebb betontechnológiai ismereteket. A tanfolyam során a hallgató elmélyedhet a betontechnológiai módszereken kívül a speciális tulajdonságú betonok témakörben, a betonalkotók anyagtani kérdéseiben, építőanyagok újrahasznosításában, környezetvédelmi kérdésekben, a betonstruktúra elemzésében és annak hatásában a tartósságra, a diagnosztika nyújtotta lehetőségekben, aminek eredményei megfelelő javítási vagy megerősítési mód kiválasztását teszik lehetővé, a mély és magasépítési szerkezetek betontechnológiai szempontból jelentős tervezési és kivitelezési kérdéseiben, a betongyártás és előregyártás kérdéseiben, a minőségirányítás és minőségbiztosítás módszereiben és áttekintést kapnak a vasbetonépítésben megjelent legújabb anyagokról. Mindezeket jogi, gazdasági és vezetélméleti kérdések egészítik ki.

A 4+1 féléves képzés levelező rendszerben folyik félévenként 3-3 konferenciahéten, így a jelöltnek a teljes képzés alatt csupán 12 hétig kell távol lennie a munkahelyétől (hétfő de. 10¹⁵-től csütörtök 16⁰⁰-ig), és az utolsó félévben diplomamunkát kell készítenie.

Jelentkezését ezen lap visszaküldésével is fogadjuk a (1) 463-3450 faxszámon, ill. Sánta Gyuláné tanfolyam adminisztrátor várja érdeklődését a (1) 463-4068 telefonszámon vagy a titkars@eik.bme.hu e-mail-en.

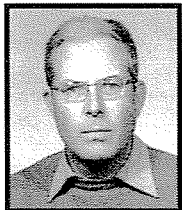
- ☐ Jelentkezem a 2007. februárjában induló Betontechnológia Szakmérnöki Tanfolyamra.
- ☐ További információkat kérek a 2007. februárjában induló Betontechnológia Szakmérnöki Tanfolyamról.

Jelentkező olvasható neve:

Cégnév:

Dátum:

DR. KOVÁCS BÉLA EMLÉKEZETÉRE



Kedves Béla, megdöbbenünk, amikor meghalottunk, hogy elmentél. Több, mint húsz évig dolgoztunk együtt az egyetemen, jártunk a menzára és próbáltuk megváltani a világot. Csodáltuk tudásodat, műveltségedet, nyelvtudásodat, nyugodt helyzetértékelésedet. Példaképünk voltál, utánozni akartunk a sportolásban is, ösztökélésedre még sielni is megtanultunk.

Amikor meglazultak a kapcsolataink a Műegyetemmel elhatároztuk, ha török, ha szakad, de hármásban rendszeresen találkozunk, elmegyünk ebédelni, megbeszéljük, mit csinálunk, a sorban Te következted volna, megszervezni az összejövetelt.

Műszaki megoldandó problémáinkkal gyakran kerestük egymás segítségét, a megfontolt véleményed mindig segítségünkre volt.

A legjobb véleményt spanyol Hugo barátodtól hallottam – aki miatt két év alatt spanyolul megtanultál úgy, hogy felsőfokú nyelvizsgát tettél – „Béla a világ legokosabb, legműveltebb embere és a legjobb barát”. Segítséget kaptunk Töled kalákában épített házukhoz. Szerető férj, apa és nagyunk ebédelni, megbeszéljük, mit csinálunk, a sorban Te következted volna, megszervezni az összejövetelt.

Amikor a Tanszékre kerültél, professzorunk úgy mutatott be: megtaláltam a legokosabb tanársegédet. Tudtuk, hogy a középiskolában matematika versenyeket nyertél, ismertük a műegyetemi kiváló teljesítményed, hallottuk, hogy első munkahelyed erőnek erejével tartott vissza. Az Uvatervben eltöltött három év alatt megmutattad kiváló statikus tervezői vénádat: fiatal statikusként számtalan ipari épület került ki a kezéd alól. Német nyelvtudásod német irodaépületek tervezésében segített. 1970-ben kerültél a Vasbetonszerkezetek Tanszékére. 1975-ben kitüntetéses mérnöki matematikai szakmérnök diplomát, 1979-ben műszaki doktori címet szereztél. Előtted mindig a

„Kiváló Minőség” teljesítése lebegett. Részt vettél minden társasági összejövetelen. Nem kívántál a társaság középpontjába kerülni, de bölcs és jó humorú hozzászólásaid mindig emelték az együttlét örömet. Így volt a Tanszék balatonfüredi hétvégéin (ezt az építményt Te „statikázadt”) vagy a háziösszejöveteleken. Most sajnáljuk igazán, hogy legutolsó februári farsangi meghívásodat nem tudtuk elfogadni, bár arra gondoltunk, hogy ezt majd pótoljuk, sajnos másik alkalom már nem lesz. Ez mindannyiunknak szomorú üzenet.

Eljegyezted magad a magasépítési statikával, tudományos kutatásaidat, szakvéleményeidet, kísérleti vizsgálataidat ebben az irányban folytattad. Kimagaslóak voltak tanulmányaid magasépítési vasbeton és az előregyártott szerkezetekről.

Jellegzetes szép írással, nyomdakész tanulmányokat írtál. Külön öröm volt óravázlataidból gyakorlatot tartani. Írásaidban, ugyanúgy, mint előadásaidban a precíz érthetőségre törekedtél, számtalan külföldi és magyar tudományos bizottságban szerepeltél, álltad meg a helyed. Önzetlenül vettél részt a statikus mérnök társadalom felemelkedéséért, a megbecsüléséért, szakmai fejlődéséért folytatott harcban. Példa erre, hogy több mint 12 éven keresztül vezetted az ÉTE Tartószerkezeti Tagozatát és végeztél munkát a Magyar Mérnöki Kamara Tartószerkezeti Tagozatában. Köszönjük. Az Építéstudományi Egyesület Tartószerkezeti Tagozatának vezetőjeként egy megújított szakosztályt hagytál itt.

Szomorúan mondunk Istenhözszódot. Nyugodjál békében.

Szervusz Béla

Jóska (Almási), Dénes (Dalmy)

DR. KOVÁCS BÉLA 1942-2006



Az ÉKME Mérnöki Karának 1965-ben abszolvált hallgatói közül három alkottak egy tudományos diákkört. Ők három voltak a Vasbetonszerkezetek Tanszékének nagyon sokat dolgozó, sok oktatói-kutatói-gyakorlati érdemeket szerzett munkatársává. Egyikük Kovács Béla volt. Az ő neve is vastag betűvel szerepelt az egyetem évkönyvében az oklevelet szerzett hallgatók névsorában. Sikeres gyakorlati, tervező munkával kezdte mérnöki pályafutását. 1970-ben azonban már két társával együtt szerepelt a tanszék oktatói között. Rövid idő alatt „igazi egyetemi emberre” vált. Lelkesen, lelkiismeretesen oktatott, fejlesztette a tanszék tantárgyait, színvonalasan vett részt a tanszék tudományos-szakmai életében. A mérnöki matematikai szakmérnöki oklevél elnyerése, majd a műszaki doktori cím nem csupán rangban, de szakmai tekintélyben mind magasabbra emelte. Kiváló felkészültségű ismerője volt a magasépítési vasbeton szerkezeteknek, de nagy hozzáértéssel nyúlt a szerkezetépítő mérnöki szakterület más problémáihoz is. Nagyon jó mérnök volt, és szerette a rá bízott fiatal embereket. Páratlan általános és műszaki intelligenciája sugárzott a hallgatókra. Részesült többféle elismerésben, de a legfőbb dicsőretet diákjaitól kapta. Szakmai felkészültségéhez járult széleskörű műveltsége, négy idegen nyelv magas szintű ismerete. E kiváló vonások predestináltak arra, hogy a hazai és nemzetközi szakmai szervezetekben értékes munkát végezzen. A műszaki közélet nagyra értékelte azt a tudományos szervező-alkotó munkát, ami az Építéstudományi Egyesülethez kötötte, sokat köszönhet munkájának a Magyar Mérnöki Kamara, és nem utolsósorban a **fib**=CEB+FIP Magyar Tagozata. A magyar szabványalkotásban végzett értékes munkájának hatása a nemzetközi kodifikációban is nyoma van.

Amikor 1992-ben úgy döntött, hogy pályafutását az építésügyi minőség-ellenőrzés terén folytatja, nem vált meg az egyetemtől. Oktatott a szakmérnöki tanfolyamokon, előadója volt az angol nyelvű kurzusoknak, nagyszámú magyar és külföldi hallgató diplomatervező-konzulense volt. Rendkívül értékes tagja volt az angol nyelvű oktatás BSc és MSc fokozatú állam-, ill. záróvizsga bizottságainak. Mindenkor oktatói tevékenységét a segítőkészség és a hallgatói

teljesítmény objektív megítélése jellemezte. Az oktatásért végzett értékes munkáját az egyetem a tiszteleti egyetemi docens kitüntető cím odaítélésével ismerte el.

Az Építésügyi Minőségellenőrző Intézet (ÉMI) és jogutódjainak Tartószerkezeti Osztályán gyakorlati szakemberként is maradádot alkotott. Jelentős szerepet játszott a rendszerváltás táján ugyancsak fejlesztésre, erősítésre szoruló intézet újjászervezésében és szakmai tekintélyének helyreállításában. Osztályvezetőként nem menedzser, hanem igazi vezető volt, akit mint tudjuk, az különböztet meg a pusztán menedzseri tevékenységet végző személytől, hogy nem beosztottjai, hanem követői vannak. Egyszerre volt vezető, tanár, barát, aki kivételes felkészültségének és nyelvtudásának köszönhetően egyaránt öregbítette a magyar mérnökök hírét hazánkban és a nagyvilágban. Jelentős szerepet játszott a Paksi Atomerőmű tartószerkezeti állapota felügyeleti rendszerének működtetésében, speciális szerkezetvizsgálatokat végzett Koreában, Európa több országában Ausztriától Svédorszáig. Munkáját a mérnöki hivatás iránti példamutató alázattal, fáradhatatlanul végezte.

A szakmai tevékenység mellett, mintegy annak kiegészítéseként rendszeresen sportolt. Kedvenc sportágának hódolva „ötletházdjá” és alapító szervezője volt az azóta is nagy sikerrel évente – immár 15 alkalommal – megrendezett „statikus” sitáborknak. Nehéz elképzelni nélküle a következő teleket.

Dr. Kovács Béla jó barátunk volt, szeretetre méltó egyéniségével párosult tudásával kivívta mindnyájunk iránta tanúsított megbecsülését. Tragikus eltávazása fájdalmas hiányt ró az itt maradtakra. Példamutatása élni fog tanítványaiban, munkatársaiban, mindenki, aki részesült az ő gazdag munkásságának eredményeiből.

Fájó szívvel emlékezünk a vele együtt végzett munkára, a közös szakmai élményekre, a mindenki iránti figyelmességére, éles eszére, nagy tudására, kedves, finom humorára, emberségére.

A **fib** Magyar Tagozata mélyszégyenű búcsúzik nagyra becsült tagjától. Emlékét tisztelettel, szeretettel, kegyelettel őrizzük.

Madaras Gábor, Tassi Géza

**Megrendelem a negyedévente megjelenő
VASBETONÉPÍTÉS című műszaki folyóiratot.**

NÉV:

CÍM:

TEL.: FAX:

A NYOMTATOTT FOLYÓIRAT

ELŐFIZETÉSI DÍJ: 2006. ÉVRE: 4400 FT + 5% ÁFA ☐

B INTERNET ELÉRÉS

ELŐFIZETÉSI DÍJ 2006. ÉVRE: 5000 FT + 5% ÁFA ☐

AZ ELÉRÉSHEZ SZÜKSÉGES KÓDSZÁM MEGKÜLDÉSÉHEZ
KÉRJÜK AZ ELŐFIZETŐ E-MAIL CÍMÉNEK MEGADÁSÁT

FIZETÉSI MÓD (A MEGFELELŐ VÁLASZT KÉRJÜK JEJÖLJE BE):

☐ ÁTUTALOM A FIB MAGYAR TAGOZAT
(CÍME: 1111 BUDAPEST, BERTALAN LAJOS U. 2.)
10560000-29423501-01010303 SZÁMÚ SZÁMLÁJÁRA.

☐ SZÁMLÁT KÉREK ELJUTTATNI A FENTI CÍMRE

☐ KÉREM AZ ALÁBBI HITELKÁRTYÁRÓL KIEGYENLÍTENI:

KÁRTYASZÁM: KÁRTYA TÍPUSA:

KÁRTYA ÉRVÉNYESSÉGE: ÁTUTALT ÖSSZEG:

DÁTUM: ALÁÍRÁS:

**A MEGRENDELŐLAPOT KITÖLTÉS UTÁN KÉRJÜK
VISSZAKÜLDENI A SZERKESZTŐSÉG CÍMÉRE:**

VASBETONÉPÍTÉS FOLYÓIRAT SZERKESZTŐSÉGE
c/o BME ÉPÍTŐANYAGOK ÉS MÉRNÖKGEOLOGIAI TANSZÉK
1111 BUDAPEST, MŰEGYETEM RKP. 3.
TELEFON: 463-4068 FAX: 463-3450

(Ez a lap tetszőlegesen másolható.)

H-1138 Budapest, Karikás Frigyes u.230. Levélcím: H-2040 Budaörs, Pf. 56.

Telefon: 23/420-066, 23/500-536 Fax: 23/420-007

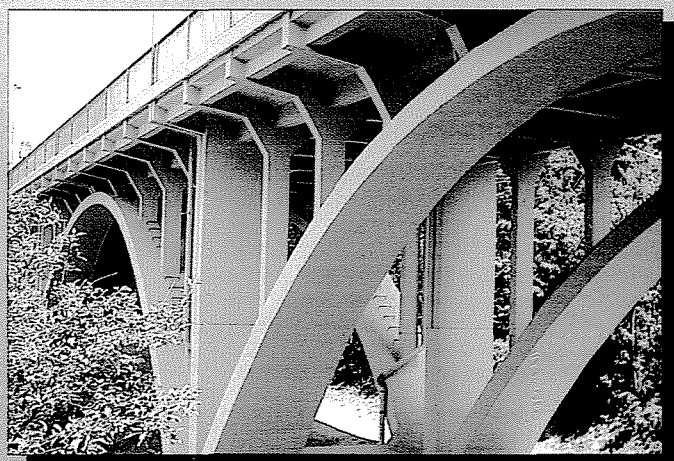
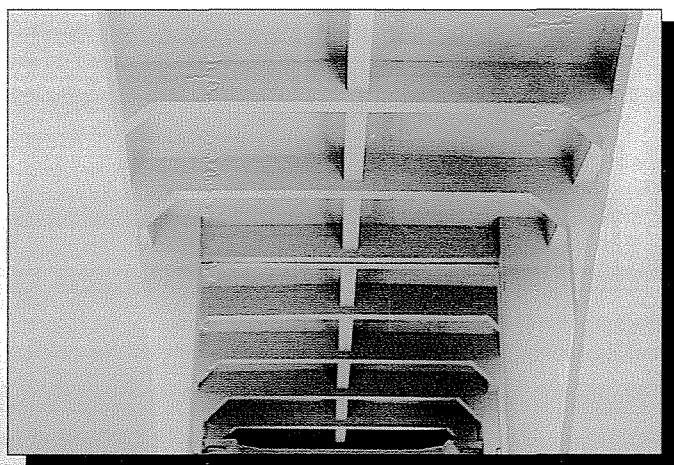
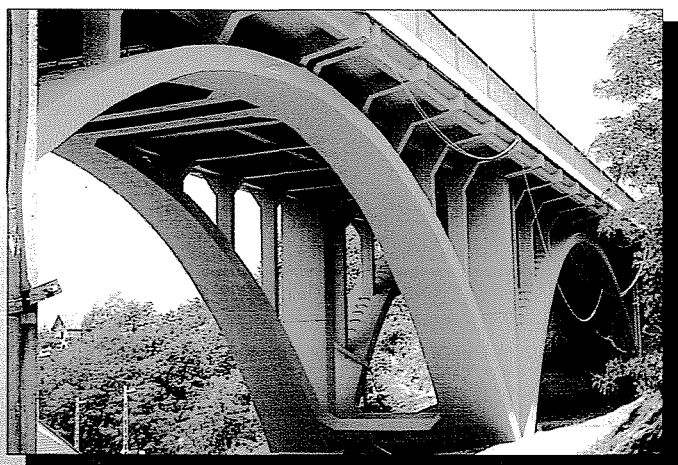
e-mail: betonplasztika@mail.datanet.hu

CÉGÜNK TEVÉKENYSÉGI KÖRE A KÖVETKEZŐKRE TERJED KI:

ÚJ HÍDSZERKEZETEK ÉPÍTÉSE, HÍDFELÚJÍTÁS, INJEKTÁLÁS, LŐTT BETON KÉSZÍTÉS,
SÓVÉDELMI BEVONATOK KÉSZÍTÉSE, RÉGI HIDAK BONTÁSA, MAGASÉPÍTÉSI SZERKEZETEK
REHABILITÁCIÓJA, DILATÁCIÓK BEÉPÍTÉSE, VALAMINT IPARI PADLÓK KÉSZÍTÉSE.

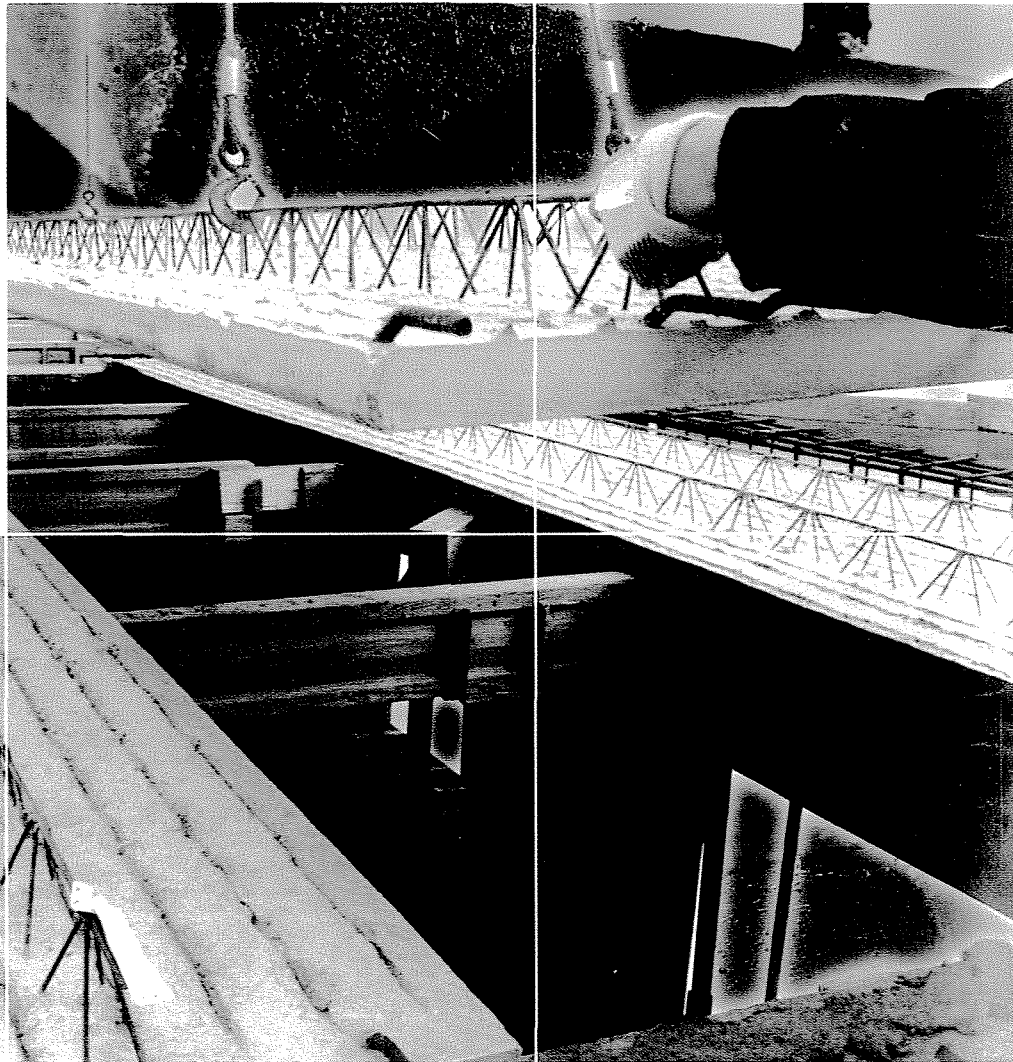
IDEI MUNKÁKBÓL A VESZPRÉMI SZENT ISTVÁN VÖLGYHÍD KÉT KIS ÍVÉNEK FELÚJÍTÁSÁT

EMELNÉNK KI AZ ALÁBBI KÉPEKKEL ILLUSZTRÁLVA.



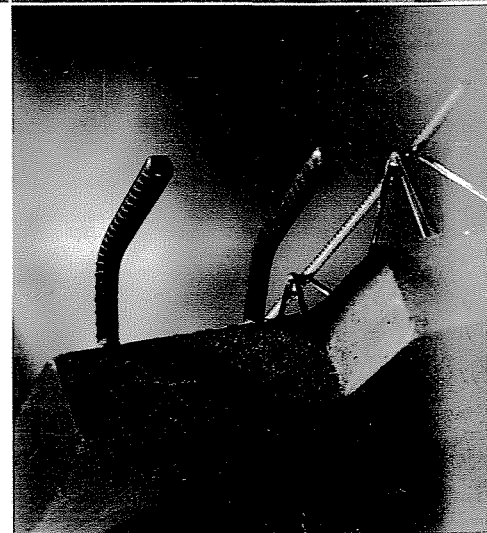
Profipanel Födémrendszer

MEGOLDÁS MAGAS SZINTEN



A Profipanel födémelem előregyártott vasbeton kéregpanel, amelyből monolitikus felbetonnal vasbeton födém készíthető, amely

- műszakilag és statikailag a monolit vasbeton födémmel azonos megoldás,
- változatos geometriai alakzatok megvalósítását teszi lehetővé.
- Gyors, rugalmas kiszolgálása szükségtelessé teszi a tárolást, mivel a megadott beemelési időre érkeznek a panelek az építkezés helyszínére.
- Beépítése a szokásos 16 művelet helyett csak 10 műveletből áll, így 53 %-os munkaidő megtakarítás érhető el.
- Szélessége 2,40 méterig, hosszúsága 10,00 méterig terjedhet, vastagsága a terhelési adatok, és a méret függvényében 5,0 illetve 6,0 cm, azaz a termék tág teret biztosít az építészeti ötletek megvalósításának.
- A födém alsó felülete, a gyártás során használt acélzsálynak köszönhetően, nem igényel vakolást, ezzel a legköltségesebb és legnehezebb feladat spórolható meg.



További információ kérhető
a Wienerberger Téglaiipari zRt.
információs vonalán (1) 464-7526 vagy
a www.wienerberger.hu honlapon illetve
a profipanel@wienerberger.hu e-mail címen.