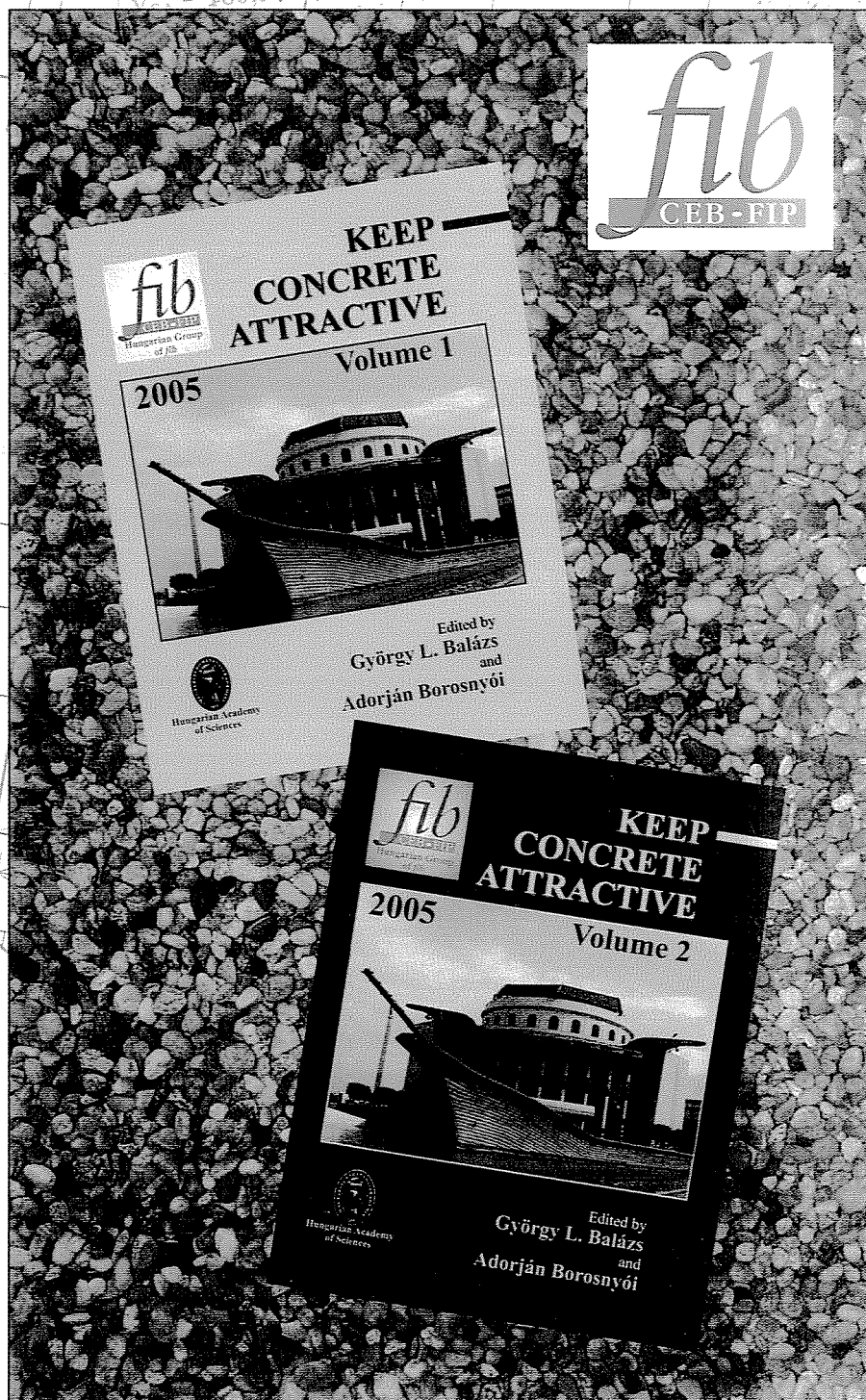


VASBETONÉPÍTÉS

CONCRETE STRUCTURES

JOURNAL OF THE HUNGARIAN GROUP OF **fib**

Dr. Tassi Géza – Kisalföldi Lajosné

„Örizzük meg a beton vonzerejét!”

“Keep Concrete Attractive!”

A 2005. ÉVI BUDAPESTI fib SZIMPÓZIUM

86

Dr. Farkas György – Kovács Tamás
– Dr. Szalai Kálmán

A valószínűségi elven történő méretezés történeti előzményei hazánkban

96

Dr. Balázs L. György –
Dr. Kausay Tibor

Az MSZ EN 206-1 európai betonszabvány és alkalmazása

106

Dr. Tassi Géza

Csíkсомlyó 2005, bővülő fib MT – EMT kapcsolatok

115

Dr. Balázs L. György

Central European Congress on Concrete Engineering, CCC 2005 – Új hagyomány teremtdött

117

Személyi hírek

119

2005/3

VII. évfolyam, 3. szám

Sfarkudé Robertudé

06-33 542683



Holcim

342-600/2120

Szilágyi János

30-29-87663

Kvoeu Kävölyre



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. Csiki 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

Lektorai 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 Mérnökgeol.
Tansz.

1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.

Tel: 463 4068 Fax: 463 3450

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

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

Az internet verzió technikai

szerkesztője: Samarjai István

Nyomdai előkészítés: RONÓ Bt.

Egy példány ára: 1150 Ft

Előfizetési díj egy évre: 4600 Ft

Megjelenik negyedévenként

1000 példányban.

© a *fib* Magyar Tagozata

ISSN 1419-6441

online ISSN: 1586-0361

Hirdetések:

Külső borító: 160 000 Ft+áfa

belső borító: 130 000 Ft+áfa

A hirdetések felvétele:

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

Cimlapfotó:

A budapesten megrendezett *fib*
Szimpózium konferencia kiadványa

TARTALOMJEGYZÉK

86 Dr. Tassi Géza – Kisalföldi Lajosné
**„Örizzük meg a beton vonzerejét!”
„KEEP CONCRETE ATTRACTIVE!”
A 2005. ÉVI BUDAPESTI *fib*
SZIMPÓZIUM**

96 Dr. Farkas György – Kovács Tamás – Dr. Szalai Kálmán
**A valószínűségi elven történő
méretezés történeti előzményei
hazánkban**

106 Dr. Balázs L. György – Dr. Kausay Tibor
**Az MSZ EN 206-1 európai
betonszabvány és alkalmazása**

115 Dr. Tassi Géza
**Csíksomlyó 2005. bővülő *fib*
MT – EMT kapcsolatok**

117 Dr. Balázs L. György
**Central European Congress on Concrete
Engineering, CCC 2005
– Új hagyomány teremődött**

119 Személyi hírek
Reviczky János 80 éves
Földvály Kálmán 65 éves
Dr. Medved Gábor emlékezetére

A folyóirat támogatói:

Vasúti Hidak Alapítvány,
Swietelsky Építő Kft., ÉMI Kht., Hídépítő Rt., MÁV Rt., MSC Magyar
Scetauroute Mérnöki Tervező és Tanácsadó Kft., Pfeleiderer Lábatlani
Vasbetonipari Rt., Pont-Terv Rt., Strabag Rt., Uvaterv 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

ŐRIZZÜK MEG A BETON VONZEREJÉT! „KEEP CONCRETE ATTRACTIVE!” A 2005. ÉVI BUDAPESTI *fib* SZIMPÓZIUM



Dr. Tassi Géza – Királyföldi Lajosné

Kulcsszavak: *fib*, szimpóziium, a beton vonzereje, újszerűség, modellalkotás, fenntarthatóság, előregyártás, tűzállóság

1. A SZIMPÓZIUM ELŐZMÉNYEI, HELYSZÍNE, IDEJE, TÁMOGATÓI, RÉSZTVEVŐI

A *fib* két elődszervezete, a CEB és a FIP sikerrel tartott a múltban plenáris ülést, ill. szimpóziiumot Magyarországon (*Tassi, Lenkei 2003, Tassi 2003, Balázs, Tassi, Borosnyói 2005*). Ezek és több más rendezvény, s nem kevésbé a *fib* Magyar Tagozatának a közelmúltban végzett munkája hozzájárult ahhoz, hogy a *fib* Magyar Tagozat (*fib* MT) vezetésének javaslatára a *fib* tanácsa Magyarországnak ítélte a szimpóziium megrendezésének a jogát. (Meg kell jegyeznünk, hogy ez évben lesz még egy *fib* szimpóziium Argentínában). Nem kívánjuk csökkenteni annak jelentőségét, hiszen egyetértünk abban, hogy ne Európára korlátozódjék a *fib* tevékenysége. Úgy érezzük azonban, főként a budapesti rendezvény töltötte be a hasonló szakmai-tudományos tanácskozások szerepét.

A *fib* MT elnöke a szimpóziium mottójául a „Keep concrete attractive” jelmondatot javasolta, amit – egy kicsit nehézkesen – így lehet magyarra fordítani: „Őrizzük meg a beton vonzerejét”. A jelmondat népszerű volt, a résztvevők szívesen, gyakran használták, s a Balázs L. György által megfogalmazott mottót G. Mancini, a *fib* elnöke igen optimista hangvétellű szavakkal egészítette ki: „Keep concrete and life attractive”

Létrejött a nagyszámú külföldi és néhány magyar tagból álló tudományos, és a csupa magyar szakembert magába foglaló szervező bizottság. Utóbbira hárult az előkészítés nagy munkája, s szükség volt a tagokon kívül számos más közreműködőre is. Az előzetes meghirdetés, az előadások vázlatának, majd a végleges dolgozatok elbírálásának hatalmas munkája az abban résztvevők áldozatkészségét dicséri. A munka dandárja magának a rendezvénynek a megszervezése és lebonyolítása volt, ezernyi gonddal, előre nem látott akadályok leküzdésével, s végül teljes sikerrel. Meggyőződésünk, hogy a résztvevők körében emlékezetes marad a 2005. évi budapesti *fib* szimpóziium.

A nemzetközi szervezet a szimpóziiumot 2005. május 23-25. napjaira tűzte ki. E napokat megelőzően ülésezett a *fib* tanácsa (Council) és az irányító testület (Steering Committee), voltak *fib* bizottsági ülések, „workshop” („műhelymunka”), a szimpóziium utáni két napon pedig lehetőség volt országjáró turistautakon való részvétellel.

Alapos tanulmányozás vezetett arra, hogy a legkedvezőbb helyszín a Magyar Tudományos Akadémia Roosevelt téri központi épülete. Szükségessé vált a helyszín bővítése. Szerencsés választás nyomán a Széchenyi Lánchíd pesti hídfője északi oldala mellett, az MTA épületének szomszédságában kikötött „Európa” hajó adott erre módot. A hajón volt a kiállítás, ott volt a koktél-parti és az ebédek.

A szimpóziium megrendezését a következő szervezetek támogatták:

Arcadom Rt.
Biotech Hungária Kft.
Céh Rt.
DBR Metró Rt.
Duna-Dráva Cement Kft.
ÉMI-TÜV Bayern Kft.
Hídépítő Rt.
Hídtechnika Kft.
Holcim Hungária Rt.
Mahid 2000 Rt.
Pfleiderer Lábatlani Vasbetonipari Rt.
Pont-TERV Rt.
Sika Hungária Rt.
Uvaterv Rt.
Vegyépszer Rt.
Via-Pontis Kft.

A *fib* Magyar Tagozat munkáját az elmúlt három évben (2002-2004) jelentősen segítette, hogy a nemzetközi szervezetnek befizetendő tagdíj jelentős részét a *Kutatás-fejlesztési Pályázati és Kutatáshasznosítási Iroda* (Szerződésszám: OMFB-00387/03) átvállalta. Ez a támogatás is jelentősen hozzájárult a „Keep concrete attractive” szimpóziium budapesti megrendezésének sikeréhez.

A résztvevők öt világrész 41 országából érkeztek. Létszámuk 414 volt, és kísérők is gazdagították a jelenlevők sorát. A teljesség kedvéért felsoroljuk a résztvevő országokat: *Algéria, Argentína, Ausztrália, Ausztria, Belorusszia, Belgium, Brazília, Kanada, Kína, Horvátország, Csehország, Egyiptom, Finnország, Franciaország, Németország, Görögország, Magyarország, India, Irán, Olaszország, Japán, Korea, Libanon, Hollandia, Új-Zéland, Pakisztán, Lengyelország, Portugália, Románia, Oroszország, Szerbia és Montenegró, Szlovákia, Szlovénia, Svédország, Svájc, Tajvan, Thaiföld, Törökország, Nagy-Britannia, Ukrajna, USA.*

2. AZ IRÁNYÍTÓ TESTÜLET ÉS A TANÁCS ÜLÉSEI, A MUNKABIZOTTSÁGOK TANÁCSKOZÁSAI ÉS A MŰHELYMUNKA

Ülést tartott az irányító testület és a *fib* tanácsa, mint említettük. Számos jelentős kérdést vitattak meg. Több *fib* bizottság is a szimpóziium alkalmával tartott ülést.

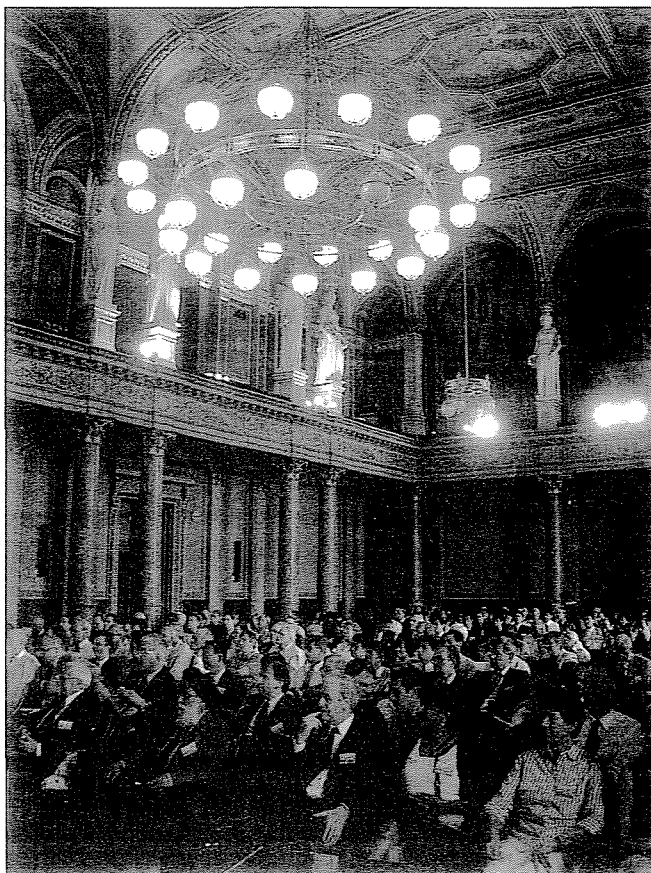


1. kép: G. Mancini (a fib elnöke) a Workshop megnyitóján



2. kép: A megnyitó ülés elnöksége

3. kép: A megnyitó ülés résztvevői az MTA dísztermében



A műhelymunka május 22-én, vasárnap folyt. Ezt G. Mancini, a **fib** elnöke nyitotta meg, és Balázs L. György elnökölt. J. Walraven és S. Helland szólt az új „Model Code”-ról. A küszöbön álló kiadványokat ismertette N. P. Høy, J. Calavera és F. Almeida. Ezek tárgya a tűzállóság, az előregyártott vasbeton hidak és az utófesztítés alkalmazása épületekben volt.

A résztvevők meghallgathatták a három, kitüntetető díjat nyert fiatal szakember előadását, valamint annak az ifjú mérnöknek a munkáját, aki a Fritz Leonhardt emlékére kiírt pályázat díját nyerte el. Befejezésül igen értékes előadást hallhattunk F. Leonhardt gazdag életművéről.

3. A MEGNYITÓ ÜLÉS

Az MTA megtelt dísztermében G. Mancini köszöntötte a résztvevőket. Balázs L. György az ezerszáz éves magyar kultúrtörténethez kapcsolódva mutatta be a hazai vasbetonépítés fejlődését. Balogh Balázs a Magyar Építészkamara nevében üdvözölte a szimpóziumot.

A megnyitó ünnepség emelkedett színfoltja volt az a zenei műsor, amit Geszty Szilvia világhírű énekművész adott zongorakísérettel. A rövid, de a rendezvény számára igen kedvezően összeállított program kitűnő visszhangot keltett a hallgatóság körében.

4. A MUNKAÜLÉSEK

Már a megnyitó ünnepség második részét, amely plenáris volt, a munkaülések közé sorolhatjuk. E lap hasábjain arra van lehetőségünk, hogy rövid, összefoglaló képet adjunk az egyes témakörök keretében elhangzott előadásokról. (Megjegyezzük, hogy olyan tanulmányokról is szót ejtünk, amelyek nem hangzottak el, de szerepeltek a szimpózium programjában.) E beszámoló elkészítése nehéz, hiszen a szimpózium hatalmas anyagot ölelt fel. A kiadvány két kötete (*Balázs, Borosnyói, 2005*) összesen 1217 oldalt ölel fel. Az előszó, a tudományos és a szervező bizottság névsora, valamint a szponzorok felsorolása és az áttekintő program után található a tanulmányokat (megrendelhető a fib@eik.bme.hu e-mail címen). A hat szekcióban összesen 184 beszámoló kapott helyet. Egy-egy szekció anyagának megtárgyalása két vagy több ülésen zajlott. Az ülések zömén élénk vita követte az előadásokat.

A szimpózium végleges programja felsorolja a május 23-25-ig tartott előadásokat, az ülések beosztását, az elnököket és társelnököket. Valamennyi ülésen egy-egy tekintélyes külföldi szakember elnökölt, s a hazaiak adták a társelnökök sorát. A technikai segítők, akárcsak a regisztrációban tevékenykedők a szervező bizottság által létrehozott stábból kerültek ki.

A következőkben röviden áttekintjük a szekciók témaköreit. A felsorolásban [] mutatja, hogy egy-egy témakörben hány ülés volt, ()-ben az elfogadott tanulmányok száma szerepel.

1. témakör: A beton vonzereje	[5]	(28)
2. témakör: Újszerű anyagok és eljárások	[8]	(43)
3. témakör: Modellalkotás	[7]	(47)
4. témakör: Fenntartható vasbeton szerkezetek	[5]	(38)
5. témakör: Előregyártás	[1]	(10)
6. témakör: Tűzállóság	[3]	(18)

E beszámolóban csak arra törekedhetünk, hogy azok az olvasók, akiknek nem jutott a kezébe a szimpózium két kötetes kiadványa, tájékoztatást kapjanak a szimpózium anyagáról, s így megtudják, hogy érdeklődési körükben minek érdemes utána nézni.

A megnyitó ülésen H. Corres Peirretti feltette a kérdést: Ha vonzó a vasbeton szerkezet, miért kell munkálkodnunk azon, hogy vonzerejét megtartsuk? A résztvevők példákat láthattak a vasbetonépítés történetéből. Másrészt az előadás néhány kiküszöbölésre váró negatív jelenségről is szólt. Végül azt bizonyította, hogy a vasbetonépítésnek sokat ígérő jövője van, és a mi kezünknek van ennek kulcsa.

J. Yamazaki az utóbbi húsz év kiváló japán példáival bizonyította a vasbeton szerkezetek vonzerejét. A fejlődés folyamatos volt a közösségi beruházások csökkenésének ellenére. A vonzerő legjobb példái a nagy hidak. Az anyag jobb kihasználása segíti az előnyösebb megjelenést. Ezek a vonások a további fejlődés lehetőségét nyújtják.

J. Ph. Fuzier előadása, „Mi teszi vonzóvá néhány régi vasbeton szerkezetünket – gondolatok és megjegyzések.” címen hangzott el. A válasz az, hogy meg kell találnunk a XX. század szerkezeteinek természetes szépségét. Tárgyalta a vonzerő megtartásának egyéb feltételeit.

S. Rostam bevezető előadása lényegét tekintve a 4. témakörhöz tartozik. Beszámolójának következtetései a vasbeton szerkezetek fenntarthatóságával kapcsolatban adnak tanácsokat. Elmondta, hogyan kell elérni, hogy megbízható, tartós épületeink, hídjaink és egyéb szerkezeteink legyenek. Sok tényező vizsgálata fontos, mivel a létrehozott szerkezet és környezete kölcsönhatásban van. A tervezés vegye figyelembe a tényleges igényeket, a kivitelező rögzítse írásban az építési eseményeket, vagyis legyen az építménynek „születési bizonyítványa”. Az előadó a mérnökképzés fontosságát is kifejezte.

A további munkáulések szekciókban folytak.

Az előadások száma azt mutatja, hogy a témakörök megválasztása szerencsés volt. Természetesen nem kell azt gondolnunk, hogy a beküldött dolgozatok mennyisége arányos lenne a téma fontosságával. Az üléseken elhangzott viták az előadások magas színvonalát tükrözték.

4.1 A beton vonzereje

H. Corres Pirretti, J. Yamazaki és J. Ph. Fuzier e témakörbe vágó előadásai, mint említettük, a megnyitó ülésen hangzottak el.

Az első nap egyik délutáni ülésének első előadója C. R. Alimchandani volt (társszerzője A. C. Alimchandani). Előadásában az építész és a szerkezettervező mérnök együttműködésére hívta fel a figyelmet. A példák gazdag tárházát mutatta be az egész világról és különösen Indiából.

Hasonló háttérrel L. J. Waggle és K. W. Kramer rámutatott arra, hogy különleges elmélet szükséges ahhoz, hogy a vasbeton szerkezetek szép kialakításának lehetőségét kihasználjuk. Több vetített képen példákat mutattak be az Amerikai Egyesült Államokból.

H. Xiong, H. Yue és Sh. Lin dolgozatukban leírták, hogyan lehet egy héjszerkezet egy templom számára a méltóság kifejezése, figyelemmel a szerkezeti biztonságra és gazdaságosságra is.

Lenkei P. (társszerzői Schubert J., Temesi E. és Vörös G.) érdekes példán mutatta be, hogyan tud segíteni egy vasbeton szerkezet archeológiai emlék megőrzésében, miközben biztosítja a jó működést és az esztétikus megjelenést.

Az egy- és több emeletes keretszerkezetek, amelyek tömeggyártását Ukrajnában fejlesztették ki a XX. század második felében, megjelenésükkel képesek kifejezni az épület feladatát ugyanúgy, ahogy pl. a károsult csernobili atomerőmű nukleáris sugárzás elleni védettője. Ezt P. Krivosejev adta elő.

A. Bonagdar, M. Hesseini és M. Shekarchizadeh dolgozatában a beton és a szerkezet, mint díszítő anyag szerepel.

Magyari Béla előadásában rámutatott arra, milyen eredménnyel járt másfél évtizedes kutató munkája, és ennek gyakorlati alkalmazása. A megvalósult szerkezetek széles skálája bizonyítja, hogy a szálerősítésű beton homlokzati elemek milyen kiválóan szolgálják az épületek védelmét és megjelenését.

I. Jelic összehasonlította az acél és utófesztített vasbeton szerkezetű magasépületeket. Azt állapította meg, hogy 60 emelet magasságig a vasbeton szerkezet nagy fesztávú födécek esetén az acél jó versenytársa.

A témakör következő ülésén az első előadó E. Siviero (társszerzője I. Zampini) volt. A XX. század olasz hídjaival kapcsolatban elmondta, hogy a hídnak kell leginkább beleilleszkednie a környezetbe.

A. Bota példát mutatott be a temesvári hidak kapcsán arról, hogyan határozzák meg hidak a városképet. Peldái a XX. század első évtizedét is idézték.

M. Pipenbacher előadta, hogy az előzetes és végleges tervezés során hatalmas völgyhíd tervezésekor hányféle szempontra kell tekintettel lenni. Az eredmény egy valóban csodálatos völgyhíd.

J. Suda és C. Bergmeister azt sugallta, hogy egy ívhíd megjelenését milyen mértékben lehet tökéletesíteni nagyszilárdságú beton alkalmazásával.

D. Tkalčić (társszerzője Z. Marić) tanulmányában megállapítja, hogy a szerkezeti hatékonyság, a funkció, gazdaságosság és esztétikai megjelenés, egyaránt fontos összetevője az építmény nagy vonzerejének. Ehhez tartozik a környezetbe való beilleszkedés, ez is a hidtervezés elválaszthatatlan része. Több példával támasztják alá, hogy az összes részlet és a híd egésze egyaránt fontos e tekintetben is.

T. Yamaguchi (Y. Uehira, K. Aoki, H. Notoya társszerzőkkel) előadásával meggyőzte a hallgatóságot, hogy az öszvérszerkezetek – egyebek között rozsdamentes acél gerinc hullámlemez-zel, ill. rácsos tartóval - kedvező megjelenésre vezetnek.

Tassi G. (Szlivka J. és Farkas A. társszerzőkkel) azzal foglalkozott, hogyan javítja a fesztítés a vasbeton szerkezet megjelenését. Bemutatták a hierarchikus elemzés módszerét, amellyel különféle szerkezeteket lehet többféle jellemző alapján összevetni. A szempontok közül az egyik a szerkezet megjelenése, amely az elemzés során nagy súllyal jelentkezett.

Z. Marić előadásában a hallgatóság megismerkedhetett különféle nyílású, igen szép ívhidakkal. A hidak a mérnöki tehetséget igazolják.

J. Biliszczuk a hidakról, mint a lengyel autópályák mérföldköveiről szólt. Biztos, hogy mindenki figyelmét felhívják a ferdekábeles és függesztett-fesztített hidak, amelyek főként az útpályáról nézve aszimmetrikus megjelenésükkel tűnnek ki.

Farkas Gy., Bódi I. és A. Jutila autópályák vasbeton gerendahidjainak és felüljáróinak bemutatásával fejezi ki, hogy sokszor sikerül elkerülni az autópályák egyhangúságát.

A. Kasuga és társai bemutattak egy 95 m nyílású rácsos öszvérhídat, amelyet építéskor és véglegesen függesztő szerkezettel egészítették ki. A híd meredek oldalú, mély völgyet hidal át. Az építéskori horgonyokat a híd elkészülte után a felső övhöz rögzítették. Ez a Seiun híd.

T. Hashino és társai a Rittoh hídat ismertették. A közel 500 m hosszú híd szabálytalan terep felett halad. Első és második nyílása mély folyómeder felett van. Az első pillér 65 m magas. Ezen a pilléren ferde kábelek vannak rögzítve. A merevítő tartó változó magasságú háromcellás szekrényes tartó. A ferde kábeleket acél diafragmákhoz rögzítették.

K. Ido és J. Yamazaki függőhidak típus terveit készítették el. Ezekben új, hogy nagyon rövid a szélső nyílás, alacsony a

pilon, és öszvérszerkezetű a merevítő tartó. A gerincek rozsdamentes acélból készültek. A középső feszítávok 180 és 770 m között változnak. A rendszer jól bevált.

Ph. Vion és társai a Var folyó felett épített Puget-Theniers híd szerelési munkáiról számoltak be. Az egy pilonos, ferdekábeles híd 66+16 m nyílású, 15 m széles, kétbordás lemez merevítő tartós szerkezet mindössze 90 cm magas. A hidat a folyó partján építették meg, majd kész állapotban végleges helyére forgatták.

J. M. Camara és társai vidéki kisvárosban kábellel mozgatott személyszállító szerelvény számára készült előregyártott hídszerkezetet mutattak be. A pillérosszlopok a főtartók, a és az alsó lemez előregyártottak, a kapcsolatok helyszíni betonnal készültek. A műtárgy mutatja, hogy vannak még lehetőségek a városi tömegközlekedés javítására, és pedig kedvező megjelenéssel.

J. Biliszczuk és társai egy soknyílású felüljáró és egy ferdekábeles Odera-híd felújításához előregyártott vasbeton elemeket építettek be. Mindkét híd megszépült.

4.2 Újszerű anyagok és eljárások

Az első tanulmány J. Walravené volt. Előadása egyben a témakör címadójaként szerepelt. Összefoglalta az utóbbi évtized kutatási eredményeit. Ismertette az új anyagok előnyeit és hátrányait, bemutatott néhány, új anyagból készült szerkezetet: nagyszilárdságú, nagy teljesítményű, ultra-nagyszilárdságú, öntömörödő beton, szálerősítésű polimer, korróziómentes Cohestrand acél. Különleges szerkezetek példáin mutatta be az anyagok alkalmazhatóságát.

A következő, e témában tartott beszámolók szerzői nagyszilárdságú betonból készült műtárgyakat mutatnak be. 8 cm vastag, 5,2 m átmérőjű körlemez kerülete mentén 32 polimerbeton cikkellyel van megszakítva. A kerület mentén alkalmazott feszítés hatására 4,8 m feszítávú, 0,9 m magas gömbkupola jön létre. (J. Kollegger).

M. Corradí (társaival kidolgozott témájuk alapján) előadta, hogy a beton vonzerejének megtartása érdekében sokféle követelményt kell kielégíteni a szilárdulási folyamat során és végleges állapotban. Természetesen a tartósság a legfontosabb, s ebben döntő a víz-cement tényező szerepe. Ismertette, hogy melyik adagolási recept segít a legkedvezőbb kompromisszumhoz.

C. G. Papanicolaou (szerzőtársai is voltak) elmondta, hogy a görög előregyártó ipar mai formáját eleve az öntömörödő betonra építették. Adalékszerekre az előregyártott beton árának kb. 30%-át fordították, de megtakarították a vibrátorok energia-költségét, mentesítették a gyártást a portól és zajtól. Öntömörödő betonból ferdekábeles hidakat, ívvel merevített és rácsos gyaloghidakat építettek. Kimutatták, hogy 960 m magas épületet is lehet létesíteni.

Szilágyi H. az előregyártó iparban felhasználásra kerülő öntömörödő betonra vonatkozó kutatási eredményeket adott közre. A román előregyártó ipar – az előnyök kihasználására törekedve – érdekelt a jó betonkeverék és bedolgozási technológia ismeretében. A kutatási feladat még hátralevő része az adott beton végleges állapotban való viselkedésének megismerése.

S. Cattaneo és G. Rosati kísérletsorozattal igazolta a betonacél és az öntömörödő beton jó kapcsolati szilárdságát. A repedéstágasság csökkentésére szálerősítést alkalmaztak.

G. Boscato és társai az öntömörödő vasbeton elemek húzásra való viselkedését vizsgálták kísérleti úton. 8-10-

12 mm átmérőjű betonacélok kihúzó vizsgálatát végezték el öntömörödő beton esetén. Az eredmények között a fellépő repedések tágassága is szerepel. További kutatások az öntömörödő beton minőségvizsgálatával foglalkoznak.

E. Fehling és T. Leutbecher szerint az ultra nagy szilárdságú beton nagy lehetőséget kínál a szerkezettervezőknek. Bemutatnak néhány példát arra, hogy akár 960 m magas épület is készülhet.

V. Mechtcherine és társai cementalapú szilárdságfokozó adalékokkal foglalkoztak. Bemutatták a keverék tervezését és a szilárdsági vizsgálatokat. Szálerősítésű betonok szilárdsági vizsgálati eredményeit is ismertették.

N. Fukuura és társai ultra nagy teljesítményű betonok húzása esetén fellépő rugalmassági modulus-csökkenésről szoltak. Vizsgálták a repedéstágasságot. Igen hatékonyak értékelték a szálerősítést.

M. Tarhan és több társa nagyszilárdságú beton szilárdsági és folyadékzárási tulajdonságait kutatta. Ásványi anyagok hatását vizsgálták a nyomó és hasító szilárdságra és a munkavégző képességre. A kloridok folyadékzárásra gyakorolt hatása is a kísérletek tárgya volt.

S. N. Leonovics a nagyszilárdságú öntömörödő beton fagyállóságára végzett kutatást.

A. Lapko normál és nagyszilárdságú betonból öszvértartót készített.

L. J. Dvorkin nagyszilárdságú betont metakaolin alapú keverékkel épített össze öszvérszerkezetű.

Az újszerű magyar függesztett-feszített (extradosed)-szerkezetű hidról tartott előadást Zsigmondi A.

Y. Inokuma és társai a négynyílású (174+235+235+174 m) folytatólagos Yahagigawa ferdekábeles hidépítéséről szoltak. Elsőként alkalmaztak nagy ferdekábeles híd merevítő tartójánál acél hullámlemez gerincet. Különleges a pilon is.

J. L. P. Melges és társai utófeszített lemezeket vizsgáltak átszűrődésre. Az átszűrődés a kengyeleken kívül következett be, a nagyobb betonszilárdsággal nőtt az átszűrődési erő.

F. Minelli és G. A. Plizzari kísérleti kutatást végzett acélszál erősítésű beton körlemezeken. Az összehasonlítás tárgyát négyszög lemezek képezték.

F. Minelli, Balázs L. Gy., Kovács I. és G. A. Plizzari szálerősítésű betonok nyírási szilárdságának laboratóriumi vizsgálatát végezte el.

I. A. E. M. Shehata és társai nagyszilárdságú betonnal készült gerendák minimális hosszvasalás-mennyiségét határozták meg.

Sugárzó anyagok tárolására szolgáló, nagyszilárdságú betonból épített tartályok és különféle sajtolható csővezetékek jól váltak be, esetenként szálerősítés alkalmazásával. (I. Hudoba, P. Grešlik).

Y. W. Liu és társai tanulmányának tárgya karbonaszál-erősítésű beton ütőteherrel és erőzióval szembeni ellenállását kutatták.

Újszerű öntömörödő könnyűbetont dolgoztak ki, amit vékonyfalú szerkezetek gyártására jól lehet használni. (M. Lieboldt, R. Hempel, és társaik.)

T. C. Triantofillou és C. G. Papanicolaou textillel erősített habarcsot használt vasbeton szerkezetek erősítésére. A nyírási ellenállás fokozására használtak polimer anyagokat.

B. Banholzer és W. Brameshuber textilerősítésű, bennmaradó zsaluelemeket használt vasbeton szerkezetekhez. A feladatot akár 10 mm vastagságú elemekkel meg tudják oldani.

M. K. El Debs és A. L. C. El Debs vékonyfalú elemekhez alkalmaztak üvegszálakból készült betétekkel erősített portlandcement habarcsot. Más jellemzők mellett vizsgálták az üvegszálás betét és a habarcs közötti kapcsolatot is.

Q. Shi és még hárman kutatást végeztek alkáli-rezisztens szálerősítésű beton mechanikai tulajdonságainak meghatározására. Speciális módszerrel végezték az üvegszál korróziójának vizsgálatát.

H. S. Müller társával szivattyúzható, öntömörödő könnyűbeton laboratóriumi és teljes léptékű vizsgálatát végezte el. A frissbeton és a megszilárdult beton tulajdonságaira is szolgáltatott adatokat.

B. Akcay és két szerzőtársa átitatott mesterséges könnyű adalékot alkalmazott cementhabarcsban, amellyel folyadék-tartály belső felületén a vízzáróságot kívánták fokozni.

L. Terec és Szilágyi H. a bányászatból nyert, újrafelhasznált kvarcanyag alkalmazásával készített könnyű és normál betonokat.

G. Boongunt és két szerzőtársa expandált perlit adalék valamint pótlékok hatását elemezték könnyű habarcs mechanikai, fizikai jellemzőinek meghatározása során.

V. R. Falikman és J. V. Szorokin nagyszilárdságú könnyű beton alkalmazását kutatták helyszínen készülő szerkezeteknél. Expandált agyag adalékot alkalmaztak.

P. Guiraud és F. Moulinier rozsdamentes betonacélok alkalmazásával foglalkoztak a vasbeton szerkezetek tartósságának fokozása céljából.

Új anyag a nikkeltartalmú betonacél, amelynek becsült élettartama 100 év. B. Lecinq (és társai) ismertették a Cohestrand rendszerű kábeleket (polietilén köpenybe foglalt hét párhuzamos elemi szál). Iránytörésnél különösen előnyös.

A. Iversen kis nikkeltartalmú korrózióálló betonacél kifejlesztéséről számolt be.

F. Ceroni és M. Pecce egyszeri, ill. ciklikus teherrel terhelt, szénszálas réteggel erősített gerendák teherbírását és alakváltozási képességét vizsgálta.

E. K. Castro és két társa négyszög és T keresztmetszetű vasbeton tartók hajlító szilárdságának növelését szolgáló, szénszállal erősített réteg alkalmazását vizsgálta.

L. Nad' és két társa üvegszál erősítésű műanyag betétes betonnal készült gerendák tartós terhelés utáni laboratóriumi vizsgálatát végezte el.

K. K. Antoniadés és két szerzőtársa üvegszálás műanyag betétes falak szilárdsági ellenőrzésével foglalkoztak kísérleti és elméleti úton.

J.-Y. Lee és két társa üvegszálás műanyag betétes betongerendák nyírási ellenállását kutatta.

A. Abou Zeid és két munkatársa szénszálas betonréteggel három oldalról köpenyezett vasbeton oszlop teherbírásával foglalkozott. A negyedik oldali köpeny hiányát a köpeny peremén elhelyezett karbonszálas horgonyokkal részlegesen pótolni tudták.

A. Kohoutkova és társa szálerősítésű betonelemek finit számítási modelljét tárgyalta kísérleti úton nyert anyagjellemzők számításba vételével.

B. S. C. S. Pereira és három társa kívülről kapcsolt szénszálas polimer rudakkal erősített tartók nyírási teherbírását vizsgálta.

4.3 Modellalkotás

P. Marti a szerkezeti modellezéséről szóló tanulmányban összefoglalta a szerkezeti elemek viselkedését – feszültségeloszlást, alakváltozást – terhelt állapotban. A szerző három évtizeden át végzett munkájának eredményét ajánlja az új anyagokból új szerkezeteket építők figyelmébe.

V. I. Carbone és társai három irányban vasalt szerkezetekkel foglalkozó munkájukban az elméleti eredmények gyakorlati felhasználását hiányolják. A szélesebb körű alkalmazáshoz

kétdimenziós elemekhez készített programok kiegészítéseit ajánlják háromdimenziós változatra. Ismertették a Foster-Marti-Mojilovic közelítést és az ezen alapuló modellt. Az alkalmazás megközelítésére két számpéldát is bemutattak.

V. K. Papanikolau vasbeton oszlopok és hídpillérek háromdimenziós végeeselemes számításához a modell korlátait ismertették, tömör és üreges oszlopkeresztmetszetek esetére.

M. de A. Ferreira és társai sokemeletes előregyártott keretszerkezetek számításával foglalkoztak, különös tekintettel a részlegesen merev gerenda-oszlop kapcsolatra. Elméletileg helyes feltevésüket számpéldán szemléltették, hogy kimutassák a kapcsolatban levő teherbírási tartományt.

J. Sziuszarenko és társai (köztük Karkiss B.) vasbeton keretrendszerek számításával foglalkoztak, gyors hőmérsékletváltozás hatásának figyelembevételével. Az ütemes fejlődés és a szabályzati előírások módosulása miatt vált szükségessé a DIN előírásai szerint méretezett 136×98 m² alapterületű kétemeletes METRO raktárépület ellenőrző számítása az ukrain viszonyoknak megfelelően.

D. O. Asztafjev és társa térbeli vasbeton rúdszerkezet átfogó, nemlineáris matematikai modelljét mutatta be. A deformációk miatt torzult keresztmetszetek és a különféle megtámasztások hatását görbék mutatják.

W. Raphael és társai kúszásmoდეlek valóságghú becslését végezték el nagyteljesítményű betonok esetére. A kúszási alakváltozást, mint kifejtették, eddig valószínűleg alábecsültük. Ezért vizsgálták a tapasztalati értékeket és korrekciót javasoltak. (Ez 146%-os feszültség-növekedést ad.)

R. J. Lark és társai utófeszített vasbeton szerkezetek időben való viselkedéséről prezentáltak számítási tanulmányt. Egy folyamatban levő munka második részeként két feszített vasbeton hídszerkezet használati állapotban való viselkedését írták le, hogy pontosabb becslések birtokában olcsóbb megfigyelési módszereket ajánlhassanak. (Cogan völgyhid.) A becslés többszöröse (8×!) volt a mért kúszási és zsugorodási értéknek.

J. F. Almeida és M. S. Lourenco szerkezeti beton feszültségmezőit modellezte. A strut and tie módszer ismert eljárás. Az előadás azonban új szempontból, energia-kritérium alapján közelíti a kérdést. Eredményeiket kísérlettel és hagyományos számítási eljárással ellenőrizték.

Csíki B. kör alaprajzú szerkezet zsugorodási feszültségeit tárgyalta. A tanulmány a téma pontosabb megismerését szolgálta. Bemutatott példát is.

M. Butler, H. Schorn és M. Schiekel betonban fellépő hajszálrepedések kialakulásával foglalkozott. A kísérleti vizsgálatokat elektronmikroszkóppal végezték. Kifejtették, hogy az adalék szemcseátmérője, ill. a polimertartalom milyen mértékben hat a hajszálrepedés tágulására.

B. Chiaia, A. P. Fantilli és P. Vallini szálerősítésű beton szerkezeti elemek minimális vasalását tárgyalta. Nagy keresztmetszetek esetén a minimális betonacél-mennyiség kisebb, mint normál vasbetonban. Alagútfalaknál a szálerősítés különösen hasznos. (Nyomaték és normálerő együttes hatása esetén).

M. Kreuser, R. Purainer kétirányban teherviselő vasbeton elemek repedéseit jól modellezte új felfogásban. Száz esetet vizsgáltak két szempontból.

M. di Prisco és M. G. L. Lamperti előadta, hogy a takarékos üreges lemez terhelési eljárása a szabványosítás felé tart. A kísérleti elemeket az irodalomból ismert módon méretezték, majd több hajlítási és nyírási vizsgálatot végeztek. A cél a méretezési elvek igazolása és az üreg nyírási szempontjából való optimális magassági helyzetének meghatározása volt.

M. A. Kabosh, R. L. Vollum és N. C. M. Tsang vasbeton lemezeket vizsgáltak gátolt zsugorodás esetén. Számítási eljárást

mutattak be a lemez lehajlása és axiális belső erői számításához, figyelembe véve, hogy a lemez betoneja repedt.

A. Negele, R. Eligehausen, és J. Ožbolt fejnélküli gombalemezek átszűrődési határerejének új típusú vasalás révén való növelését mutatták be. Függőleges, ill. ferde rövid vasakat javasoltak, és ultra-nagyszilárdságú beton ékeket a lemezben az oszlop kerülete mentén.

S. B. Marinković és V. H. Allendar lemezek átszűrődési szilárdságát tárgyalta a szélső oszlopoknál véges elemes, nemlineáris modellel. Előregyártott utófeszített lemezek készültek.

L. M. Trautwein, R. Faria, J. A. Figueiras, T. Bittencourt és R. Gomes átszűrődési törések eseteit kutatta számításal és kísérlettel. Három- és kétdimenziós véges elemes számítási programot ismerhettünk meg átszűrődésos törés esetére.

J. Schnell és C. Thiele betonelemeket vizsgált, amelyekben az egyik irányú vasalást a fűtőcsövek képezték. A nyírás szempontjára voltak különös figyelemmel, a vizsgálatot finit módszerrel végezték.

K. Lundgren és társai üreges lemezek nyírési és csavarási vizsgálatát végezték el. A kidolgozott finit módszer lehetővé tette tetszőleges elrendezésű elemek szilárdsági-alakváltozási állapotainak meghatározását.

R. Thamrin a húzóerő modelljét állította fel a vasbeton gerenda hosszirányú vasalása bekötési tartományában. Foglalkozott a szálerősítés, a kengyelkiosztás és a túlnyújtási hossz hatásával.

M. di Prisco U-keresztmetszetű tetőtartók másodrendű hatásokra való viselkedését vizsgálta, megállapította, hogy a keresztirányú alakváltozás szerepe jelentős.

Enyedi C. és H. R. Nicoara rövid ($L/h < 7$) vasbeton tartók szeizmikus hatás okozta tönkremenetelét tárgyalta. Ajánlották, hogy átlósan elhelyezett nyírési vasalást alkalmazzunk a tartóvégen, a plasztikus csukló zónájában.

O. Radulović nyílásokkal gyengített gerincű magas vasbeton tartók ($l/d=2,5$) teherbírását vizsgálta. Arra következtetett, hogy a teherbírás az ép gerincű tartó teherbírásának fele. Fontos, hogy a nyílás ne a nyírési tartományban legyen.

C. Demir és társai szálerősítésű betonnal köpenyezett oszlopok teherbírasi görbét határozta meg földregézés hatása alatt.

T. M. Salonikios vasbeton falak deformációját elemezte ciklikus teher esetére. Az átlós vasalás szerepét hangsúlyozta a hálós elrendezés mellett.

R. V. Rodrigues kísérleteket végzett a képlékeny csukló nyírési teherbírására.

V. Ožbolt szerint lehorgonyzó csavarok teherbírása magas hőmérsékleten annál nagyobb teherbírasi veszteséget szenvedett, minél kisebb a befogási mélység.

M. Potthoff idomacéllal bekötött horgonyok viselkedését vizsgálta a tartó nyírt tartományában. A kapcsolat annál erősebb, minél nagyobb a beton szilárdsága, és minél nagyobb az idomacél szelvénye.

I. Simons és társai utólag rögzített csavar viselkedését elemezték repedésmentes és repedt betonban. Megállapították, hogy a teherbírás függ a repedés tágasságától.

G. E. Thermon meglévő vasbeton szerkezetek szeizmikus ellenállásának növelésével foglalkozott. A szerkezetre ható nyíróerő magasság mentén való egyenletes elosztása növeli az építmény ellenállását.

I. Guljas megépült és újonnan tervezett épületfalak szeizmikus viselkedéséről kifejtette, hogy a fal merevítő hatása úgy vehető figyelembe emeletenként, hogy a merevítő fal keresztmetszeti terület és a földmárcsa terület arányában oszlik meg az alakváltozás.

A. Ilki hatemeletes vázas épület nemlineáris földregézés-vizsgálatát végezte el. Az összes oszlop egy- vagy többregezes köpenyezése szénzál erősítésű betonnal sokat segít.

Sípos A. Á. és Domokos G. vasbeton oszlopok és feszített vasbeton gerendák aszimmetrikus térbeli deformációja esetére algoritmust dolgozott ki nemlineáris anyagi jellemzők figyelembevételével.

M. Kaminsky különféle statikus terhek alatt megrepedt vasbeton lemezeket vizsgált.

L. Eckfeldt a repedéskorlátozást tárgyalta a beton és az acél közötti kapcsolat figyelembevételével, összehasonlítva a mai számítási gyakorlatot a valóságot elméletileg jobban közelítő megoldással.

S. De Nardin és társai összehasonlító kihúzó kísérleteket végeztek a beton és az acél közötti kapcsolatra ható tényezők vizsgálatára.

Koris K., Erdődi L. és Bódi I. többféle keresztmetszetű és elrendezésű, változó mértékben feszített előregyártott vasbeton szerkezeti elemek teherbírását elemezte e célra kidolgozott program segítségével. A program igen széles körű parametrikus analízist tesz lehetővé.

I. Banjad Pecur repedésmentes másodlagos alagútburkolat szerepét dolgozta ki különféle anyagok, hőmérsékleti és más hatások esetére.

Ch. W. Tang és társa prizmatikus vasbeton rúd csavarási ellenállását vizsgálta térbeli rácsos tartó analógia alapján.

C. Mircea és Petrovai G. vasbeton és feszített vasbeton keresztmetszet nemlineáris elemzésének új módját adta.

A. Bambura és társai a valóságot jól közelítő anyagjellemzők alapján írták le vasbeton elemek feszültségeloszlását és alakváltozását.

D. V. Syntzirma vasbeton elemek szívósságát elemezte a szabványostól eltérő vasalás esetén.

S. Y. Seo és S. J. Yoon kettős merevítő fal stabilitási vizsgálatát végezte el használati és teherbírasi határállapotban.

4.4 Fenntartható vasbeton szerkezetek

S. Rostam bevezető előadása tulajdonképpen ehhez a témakörhöz kapcsolódik (1. 4. pont.) A fontos téma iránti érdeklődés igen nagy.

U. Santa ismertette, hogyan lehet adatbázist létesíteni folyamatos megfigyeléssel, aminek révén megbecsülhető a szerkezet adott időpontbeli állapota.

J. Radić előadásában kimutatta, miként tudjuk a szerkezeti részek kialakításával tökéletesíteni a szerkezet szépségét. Megállapításait kiválóan tervezett építményei is bizonyítják.

J. C. e Matos és társai egy nagy folyami híd folyamatos megfigyelésének menetét mutatták be.

V. F. Grasso szerint a jelzések, megfigyelések regisztrálására alkalmas a mozgó mérőkocsi. Ez különösen földregézésnek kitett hidaknál előnyös.

P. Toivola és társai egy geotechnikai okokból meghiabodott és újjáépített vasúti szerkezet tartós megfigyelésének eredményeit mutatta be.

G. Fabbrocino társaival ultrahang alapon végzett helyszíni vizsgálatokról számolt be, utalva a roncsolásmentes vizsgálatok várható fejlődésére.

M. Yakub és társai meglévő szerkezetek megerősítését megelőző vizsgálatokkal foglalkoztak.

G. Fabbrocino, G. M. Verderame és M. Polese vasbeton keretszerkezetek kényes pontjainak repedezetségi vizsgálatát ismertette.

N. de Belie és társai ekológiai (bakteriológiai) módszert fejlesztettek ki vasbeton szerkezetek fenntartására.

T. Kobayashi és társa új katódos védelmi rendszert mutatott be. A rendszert nikkell bevonatú szénszálas köpeny alkotja

A. A. Ramezianpour ismertette, milyen technikai előrejelzések adhatók szélsőségesen forró övezetben levő épülő szerkezet öregedésére.

A. Vollpracht és társa a talajvíz vasbeton szerkezetekre gyakorolt hatását vizsgálta laboratóriumi minta révén.

M. Shobha (társszerzői P. S. N. Raju és P. Satyanarayana) tanulmányt készített agresszív hatásoknak kitett betonfelület védelmére.

Fodor M. Veres P. Ungur és társaik kisméretű könnyűbeton blokkok gyártását végezték szerves eredetű adalékanyaggal.

P. Ungur és társai optikai szálakat használtak a hővezetés vizsgálatára.

Régi szerkezetek (pl. terméskő kupola) helyreállítását külső feszítéssel ismertette J. Iriarte.

F. Beriain és társai kísérleti kutatásaik során törésig terhelte vasbeton oszlopokat erősítettek meg hosszvasalással és köpenyvel, aminek révén helyreállították a teherbírást.

S. N. Bousias és társai elégtelen toldási hosszal épült oszlopok erősítését oldották meg pótlólagos hosszbetétekkel és szénszál erősítésű beton alkalmazásával.

G. Fabbrocino munkatársaival régi típusú vasbeton oszlopok elcsavarodási képességét elemezte. A kísérletsorozat eredményei a földrengéssel szembeni ellenállással foglalkozó előírásokat hivatottak szolgálni.

Nagy György T., M. Mosoarca, V. Stoian, Gergely J. és D. Daniel merevítő falak erősítését szénszál erősítésű beton alkalmazásának módszerével javasolja.

C. Bob és társai földrengés hatásának kitett szerkezetek szénszál erősítéssel végzett megerősítésére végeztek vizsgálatokat.

P. Sesar és két társa az adriai tengerparti autópályák szélvédő szerkezeteit ismertette.

D. Kolic' ugyanott a ferdekábeles Pelješac hidat mutatta be.

E. Gavaise másodmagával 11 nagyobb vasbeton híd tervezését tárta elénk. A hidak földrengés-veszélyes területen épültek kedvezőtlen talajviszonyok között.

M. Irimies és társai kettős görbületű héjszerkezet viselkedésével foglalkoztak külső feszítés esetén.

H. S. Peng és szerzőtársai bontásból eredő adalék hatását vizsgálták a beton mechanikai tulajdonságaira.

M. Pawelska-Mazur és társa vibrált-sajtolt betonelemekből készült burkolatok felújításának módszerét dolgozta ki.

C. H. Lin társaival könnyű adalékú beton tulajdonságait kutatta.

E. Brühwiler és társai ultra nagy szilárdságú szálerősítésű betont alkalmaztak hídszerkezet erősítésére.

J. Szluszarenko és két társa vasbeton szerkezetek élettartamának meghosszabbítási módszereiről szóló prezentációjában a kérdés szabványosítási problémáival is foglalkozott.

H. G. Chen és társai könnyű adalékú üreges beton blokkok gyártási technikája és szilárdsági tulajdonságai témájában nyújtottak ismertetést.

L. A. Sejnics és E. N. Petrikova beton és vasbeton szerkezetek javítására és erősítésére szolgáló anyagokat ismertetett.

C. Magureanu és két társa kutatásának témája nagyszilárdságú betonnal készült gerendák hajlításra és nyírásra való viselkedése volt, különös tekintettel a repedezettségre.

M. A. Aiello és M. Leone a beton és a szálerősítésű beton kapcsolatának kísérleti vizsgálatát végezte.

A. Rieder és K. Bergmeister beton horgonyok szeizmikus viselkedésével foglalkozott.

L. A. Qureshi és S. Ahmad a cementfinomság hatását vizsgálta a betonszilárdságra különféle keverékek és vízcement-tényező esetén.

H. H. Pan és társai ZrO_2 -vel erősített nagyszilárdságú beton összetételét értékelték.

M. Csekanovics és O. Csekanovics tanulmányukban a beton és acél szilárdságának maximális kihasználásával törekednek kedvező szerkezet kialakítására.

V. R. Falikman és társai a betonkeverék függvényében vizsgálták látszóbeton nyírési szilárdságát.

S. Kumar és társai a szilikapor és metakaolin hatását mutatták be a nagyszilárdságú beton szilárdságára és tartóssági jellemzőire.

4.5 Előregyártás

M. Menegotto történelmi áttekintést adott a vasbeton előregyártásról. Megelégedésére szolgál, hogy a témában még mindig vannak fejlesztési lehetőségek.

Ezt mindjárt igazolta J. N. J. A. Vambersky, aki ismertette a Rotterdamban épített, 110 m-es magasház elemeit és építését. Az épület alaprajza 25×25 m², 150 lakásnak ad helyet. Úgy építették fel, hogy a daru a tréleréről a beépítési helyre emelte a szerkezet valamennyi elemét.

A. Ajdukiewicz szerint az előregyártott elemek tartóssága növelhető a javított betonfelülettel.

D. Kolic' és N. Hörlein és még két társuk azt mutatta ki, hogy a közművezetékek külső védőcsöveit érdemes újszerű védőbevonattal készíteni, hogy a száraz, ill. talajvíz alatti, a kohéziós és kohézió nélküli talajokban is sokáig használhatók legyenek.

Simon T. előadása szerint az előregyártott és monolit beton együttdolgozását elősegíti az érintkező felület egyenletlensége és a monolit rész tömörítése.

P. De Pauw, és V. Boel és mások bemutatták, hogy nagyszilárdságú huzal és öntömörödő beton felhasználásával gyártott tartót célszerű az ismertetésben közölt kísérleti eredmények alapján készíteni.

Kiss Z. és T. Onet elmondta, hogy könnyűbeton felhasználásával, újfajta elemekkel építenek csarnokszerkezeteket 36 m-es nyílásig. Az előadó érzékeltette, hogy mivel az igények Románia-szerte növekednek, az előregyártó ipar is egyre komolyabb kihívásokkal találkozhat.

G. Fabbrocino és két szerzőtársa csarnokszerkezetek szeizmikus vizsgálatának eredményeit nyújtotta. Megmutatta, hogy az eddigiekben a beton és a neoprén saru súrlódása elegendőnek bizonyult.

A. Palermo két társával a csarnokszerkezetek földrengéssel szembeni állékonyságát keretszerkezet ill. merevítő falak esetében is vizsgálta. Elméletben rugós modellek alkalmazásával közelítette a tapasztalatokat.

Köllő G. és M. Ciotlaus kétféle előregyártott vasúti vasbeton hidat ismertetett, a szerkezeti megoldásokon túl a rugalmas és maradó alakváltozások mértét is kimutatta.

4.6 Tűzállóság

N. P. Høj a legutóbbi évek tüzesetei miatt is hangoztatta, hogy a tűzállóság jelentősége egyre nagyobb. Tisztázta, hogyan hat a tűz a beton szilárdságára, alakváltozására, miért és mennyire válik le a betonfedés. Jó gyakorlati tanácsokat adott a betonfedés mértékére, a szerkezet vastagsági méreteire, a szerkezeti rendszerekre (a határozatlan tartók előnyösebbek). Az igénybevételek tűz okozta átrendeződésére is számítani kell.

S. L. Matthews társaival kidolgozott előadásában elmondta egy többemeletes vázas épület tűz okozta károsodását. Az egyik vizsgálat egy sarokoszlop eltávolítása után a többi oszlopra jutó tehernövekedését állapította meg. A másik vizsgálat a földszinti tűz káros hatását elemezte. A földszinti tüzeset nagy tanulsága a helyreállíthatóság és további 2 évre való használhatóság volt.

L. Taerwe két társával végzett munka alapján elmondta, hogy egyszintes kísérleti épület (ipari csarnok) tűzkárt szenvedett. Meglepő volt, hogy sok szerkezeti elem tönkrement, de a feszített vasbeton tetőelemek nem.

H. Kari és négy társa ismertette, hogy tüzeset 1300 °C-nál nagyobb hőséget okozhat alagútban. Ezért fontos tudni, hogyan lehet megőrizni az alagútszerkezetek tűzállóságát. Modellkísérletet végzett, 60 modell vizsgálatának eredményeit szemlélte.

P. Riva egy nyílású keretek kísérleti tűzpróbája során a gerenda negatív nyomatékra dolgozó vasalása túlterhelést szenved. Az oszlopokat három vagy egy oldalról érte hevítés.

J. C. Dotrepe és J.-M. Franssen többszörös gerendák és lemezek hevítése során bizonyítani tudta, hogy a kárt csökkenti a megfelelően alkalmazott vasalás. Nagyszilárdságú betonból készült szerkezetek érzékenyebbek a normál vasbetonnál, de végleges megállapítás még nincs. A tűzállóság általában javítható a betonkeverék polipropilén szállal való erősítésével.

J. C. Dotrepe és R. Ludwig, s további két társuk tűz hatásának kitett, nagyszilárdságú betonnal készült oszlopok vizsgálatát végezték el kísérleti úton és számítással.

J. Silfverbrand a robbanásszerű betonfedés-leválás elkerülésére javasolta, hogy használjunk hagyományos betont, mivel annak kisebb a nedvességtartalma és testsűrűsége is kisebb.

R. Felicetti és A. Meda 800 °C-ig vizsgálta a betonacélok tüzeset utáni viselkedését. A különböző összetételű acélok tűzérzékelése eltérő. 550 °C felett legjobb a hagyományos szénacél.

P. Bamonte és P. Gambarova szerint érzékenyek a kész betonszerkezetbe rögzített csavarok. Minél mélyebb a furat, annál kevésbé sérül a beton.

H. Falkner és két társa kísérletek alapján mondta el, hogy feszített vasbeton lemezek tüzeset után is használhatók. Ehhez szükséges a nagyobb betonfedés, ill. a polipropilén szálerősítés.

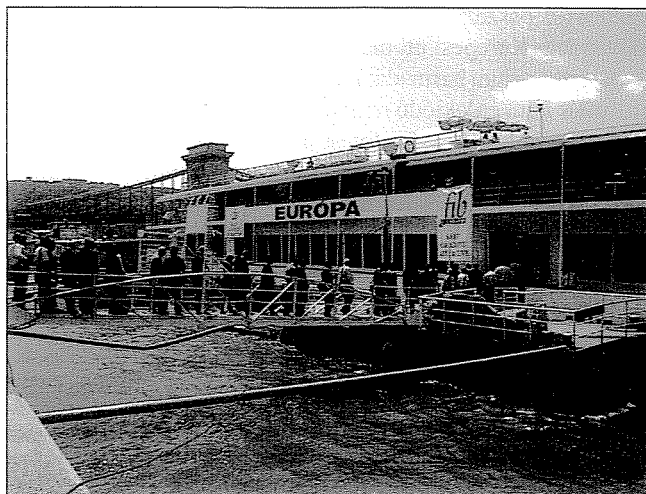
S. J. Seirer szálerősítésű beton tűzállóságát kutatta különös figyelemmel az alagutakban levő szerkezetekre.

Hat előadásban (C. S. Chang, D. Bjegović, R. Srinivasa, F. W. Klingsch, R. Cajka és A. Behnood), a beépített betonszerkezet tűzállóságának változása, könnyű adalék felhasználása, rétegelt előregyártott vasbeton lemez, a hasító szilárdság alakulása, a javíthatóság és tartósság szempontja, a beton nedvességtartalma és nyomószilárdsága volt a téma.

5. A KIÁLLÍTÁS, SZAKMAI KIRÁNDULÁSOK, TÁRSADALMI ESEMÉNYEK, A KÍSÉRŐK PROGRAMJA

A kiállítás az „Európa” hajón kapott helyet. Cégek bemutatóin kívül a kiállítás területe alkalmas volt találkozásokra, megbeszélésekre, tárgyalásokra.

Az előzetes program és a jelentkezési lap három szak-



4. kép: Útban az „Európa” hajóra



5. kép: Koktél party kezdete az „Európa” hajón



6. kép: Hangverseny a Mátyás-templomban

mai kiránduláson való részvételt tett lehetővé. Ezeket nagy érdeklődés kísérte.

A szimpózium első délutánján az *Arcadom Rt.* mutatta be a helyszínen az új budapesti kulturális központ létesítményeit. A látogatók megismerkedhettek a Nemzeti Színház, a Nemzeti Hangversenyteremnek helyt adó palota és a többi jelentős építmény építészeti és tartószerkezeti jellemzőivel.

A második nap délutánján a *DBR Metró Rt.* látta vendégül a résztvevőket. A budapesti metróhálózat múltjáról és terveiről hallgathattak meg előadást.

A metróépítés folyamatban levő munkáiból a 4-es vonal

építésével összefüggő munkát mutatta be a DBR a Keleti pályaudvar Kerepesi úti oldalán.

A szimpózium harmadik napján már reggel útnak indultak a hidépítés iránt érdeklődő résztvevők. A *Hidépítő Rt.* szervezett számukra helyszíni ismertetést az M7 autópálya köröshegyi szakaszán. Az 1800 m hosszú, 120 m-es nyílásokat tartalmazó, csaknem 80 m-ig terjedő magasságú pillérekben nyugvó szerkezet kezdeti fázisának megtekintésére.

A szimpóziumot gazdag társadalmi program kísérte. A műhelymunka napján a kiállítás megnyitásához kapcsolódó koktél-parti és a már a budapesti Duna-szakaszon végighajózó résztvevőknek felszolgált vacsora jó alkalmat nyújtott a találkozásokra, ismerkedésre, hasonlóan a következő napokon az álló hajón elköltött ebédekhez, s a szimpózium szüneteiben az MTA épületében szervezett kávészünetekhez.

A szimpózium első napján orgona és kórus hangversenyt hallgathattak a résztvevők a *Mátyás templomban*. Tardy László vezényelte a Mátyás templom kórusát és zenekarát. Orgonán Hock Bertalan játszott. Szólót énekelték Páni János (basszus), Csernus József (tenor), Török Ilona (alt), Tarkó Magdolna (szoprán) énekművészek. A műsoron Liszt és Kodály művek szerepeltek, valamint egy Vavrincez darab.

A második nap estéjén hajók szállították a résztvevőket a Hajógyári szigetre. Ott látványos lovasbemutatóban lehetett részük a szimpózium küldötteinek és a kísérőknek. A *Ladik csárdában* tartott bankett-vacsora közben folklór együttes zenei és táncprogramja adott ízelítőt a magyar népzeneről és néptáncról.

A kísérők a koktél-partin, a megnyitó ünnepségen és a banketten kívül budapesti városnézésen, a Dunakanyarba tett kiránduláson és parlamenti látogatáson vettek részt.

A szimpóziumon jelen levők egy-egy kisebb csoportja Nyugat-Magyarországra ill. Kelet-Közép Magyarországra utazott szimpózium utáni túra keretében.

6. ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁSOK

A *fib* 2005. évi budapesti szimpóziuma az elvárásoknak megfelelően sikeres volt. Kiváló szakemberek jöttek össze, értékes előadások hangzottak el, hasznosak voltak a szakmai eszmecserék. Jó volt a rendezvény általános hangulata, kedvező volt nagyszámú ország résztvevőinek találkozása. Jó képet nyújtottak a szakmai kirándulások és a társadalmi események.

Szerénytelenség nélkül állapíthatjuk meg, hogy a *fib* Magyar Tagozatának vezetősége, a tudományos bizottság magyar tagjai, a szervező bizottságban tevékenykedők és mindazok, akik a regisztrációt, az ülések zavartalan megtartását, a szakmai kirándulásokat és a társadalmi eseményeket segítették, igen jó munkát végeztek. Ezt tükrözte a külföldi résztvevők sok elismerő szava. Ugyanakkor nekünk is kötelességünk, hogy kifejezzük köszönetünket mindazoknak, akik elhozták a szimpóziumra gazdag ismereteiket, részvételükkel megtisztelték a *fib* Magyar Tagozatát.

A szimpózium sok szempontból is hasznára vált a magyar mérnöktársadalomnak, és hazánk egészének.

Összefoglaló megállapításként elmondhatjuk, hogy nagyon hasznosak a *fib* ilyen nagy horderejű rendezvényei. Érdemes volt sok energiát fordítani a budapesti szimpózium megrendezésére. Arra törekedtünk, hogy továbbra is őrizzük hazánk mérnökeinek jó hírnevét, dolgozzunk sokat a nemzetközi szakmai szervezetben, s érzjük el, hogy a *fib* MT máskor is részesüljön az ez évihez hasonló megtiszteltetésben.



7. kép: Lovas bemutató a bankett előtt



8. kép: A banketten (Ladik csárda)



9. kép: Folklór előadás a banketten

Azzal a jó érzéssel távozhattunk a záró ülésről, hogy a szimpózium értékes volt, szép volt, és Magyarország jó hírét keltette.

Bízhatunk abban, hogy szakmai körökben sokáig visszhangzik majd a szimpózium jelmondata: „Keep concrete attractive = Őrizzük meg a beton vonzerejét!”

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Végezetül a szimpózium Szervezőbizottsága és a *fib* Magyar Tagozat vezetősége nevében még egyszer köszönetet szeretnénk nyilvánítani mindazon szervezeteknek, amelyek anyagilag is támogatták a „Keep concrete attractive” nemzetközi szimpózium budapesti megszervezését 2005. május 23-25-én: *Arcadom Rt., Biotech Hungária Kft., Céh Rt., DBR Metró Rt., Duna-Dráva Cement Kft., ÉMI-TÜV Bayern Kft., Hidépítő*

Rt., Hídtechnika Kft., Holcim Hungária Rt., Mahid 2000 Rt., Pfliederer Lábatlani Vasbetonipari Rt., Pont-TERV Rt., Sika Hungária Rt., Uvaterv Rt., Vegyépszert Rt., Via-Pontis Kft., továbbá Kutatás-fejlesztési Pályázati és Kutatáshasznosítási Iroda (Szerződésszám: OMFb-00387/03) a nemzetközi szervezet felé befizetendő tagdíj jelentős részének átvállalásával.

8. HIVATKOZÁSOK

- Balázs L. Gy., Borosnyói A. (szerk.) (2005) „Keep Concrete Attractive. Proceedings of the fib Symposium , Budapest, Hungary, 23 to 25 May 2005”. *Műegyetemi Kiadó*, Budapest, 1-2. kötet +CD
- Tassi G. (2003) „A FIP Magyar Tagozatának története a kezdetektől 1998-ig” A *VASBETONÉPÍTÉS* különszáma
- Tassi G., Balázs L. Gy., Borosnyói A. (2005) „Benefit of technical/scientific symposia. Keep Concrete Attractive., *fib* Symposium 23-25 May 2005. *Journal of Concrete Structures* 2005, p. 2.
- Tassi G., Lenkei P. (2003) „Ötven éve alakult meg a *fib* két elődje, FIP és a CEB.” *VASBETONÉPÍTÉS* 2003/4 pp. 92-97.

”KEEP CONCRETE ATTRACTIVE”

The fib Symposium in Budapest, 23-25 May 2005.

Prof. Géza Tassi - Mrs. Királyföldi Antónia

The paper describes the preliminaries of the Symposium and gives an overview on the organisation work. A detailed survey of the presentations at the workshop, the opening ceremony and all sessions of six topics of the event are summarised.

Dr. Tassi Géza (1925) aranydiplomás mérnök, a műszaki tudomány doktora, egyetemi tanár. A *fib* Magyar Tagozatának örökös tiszteletbeli elnöke, FIP-érmes, az első *fib* kongresszus kitüntetettje, ~240 publikáció szerzője. Érdeklődési területe: vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek, hidak.

Királyföldi Lajosné Sárosi Antónia (1932) okl. mérnök, okl. szakmérnök, tiszteletbeli egyetemi docens. Igen nagy számú vasbeton hídszerkezet és sok más létesítmény tervezője, számos publikáció szerzője. A *fib* Magyar Tagozatának tagja és rendszeres támogatója. Fő érdeklődési területe: vasbeton hidak és egyéb mérnöki létesítmények.

Dr. Józsa Zsuzsanna felvételei

A VALÓSZÍNŰSÉGI ELVEN TÖRTÉNŐ MÉRETEZÉS TÖRTÉNETI ELŐZMÉNYEI HAZÁNKBAN



Dr. Farkas György – Kovács Tamás – Dr. Szalai Kálmán

A tartószerkezeti Eurocode szabványok által alkalmazott méretezési elveket tartalmazó MSZ EN 1990 „A tartószerkezeti tervezés alapjai” (EC 0) szabvány részben a kelet-európai országok - köztük Magyarország - XX. század második felében alkalmazott tervezési gyakorlatának tapasztalataira épül. Az 1949-51 években bevezetett magyar tervezési szabványok (MSZ, Hídszabályzat) már valószínűségi méretezési elvre épültek. Az erőtani követelmények teljesülését hazánkban az optimális biztonság fogalmán alapuló osztott biztonsági tényezős eljárással kell vizsgálni immár ötven éve. A hazai tervezés alapjául szolgáló eljárás az alapelveket tekintve szinte adatabázisszerű előzménye az EC 0-ban közölt megbízhatósági eljárásnak. A következőkben a betonszerkezetek kapcsán áttekintést adunk a valószínűségi elven alapuló megbízhatósági eljárásról, ennek a hazai méretezési eljárásokban meglévő előzményeiről, továbbá ezek alkalmazási tapasztalatairól.

Kulcsszavak: biztonság, törési állapot, határállapotok, kockázat, megbízhatóság

1. AZ OSZTOTT BIZTONSÁGI TÉNYEZŐS MÉRETEZÉSI ELJÁRÁS KIALAKULÁSÁNAK ELŐZMÉNYEI

1.1 A hazai szabályozási időszakok

A különböző hazai szabályozási időszakokat az 1. táblázatban mutatjuk be. Szabályozati előírásaink 1900 és 1949 között nyugat európai minták alapján (és ezek hatására) a szerkezet rugalmas állapotának feltételezésével a megengedett feszültséges méretezési eljárás szerint írták elő a szerkezetek erőtani megfelelőségének vizsgálatát. (Palotás, 1967). Az 1950. évi Ideiglenes Közúti Hídszabályzat (KH) és az 1951. évi Országos Magasépítési Méretezési Szabályzat (a továbbiakban: MSZ'51) a teherbírási határállapotok vizsgálatát törési (képlékeny), a használhatósági határállapotok vizsgálatát rugalmas állapot feltételezésével, osztott biztonsági tényezőket alkalmazó fél(ig) valószínűségi méretezési eljárás alapján írta elő (Mayer, 1926), (Menyhárd, 1951), (Szalai, 1987, 1996).

1. táblázat: A hazai szabályozási időszakok

Időpont	A méretezési eljárás jellemzése
1909-1910	Rugalmas állapot vizsgálata a megengedett feszültséges méretezési eljárás alapján
1931	
1949	
1949-1950	Képlékeny és rugalmas állapot vizsgálata osztott biztonsági tényezőket alkalmazó fél(ig) valószínűségi méretezési eljárás alapján
1957	
1971	
1980-1985	

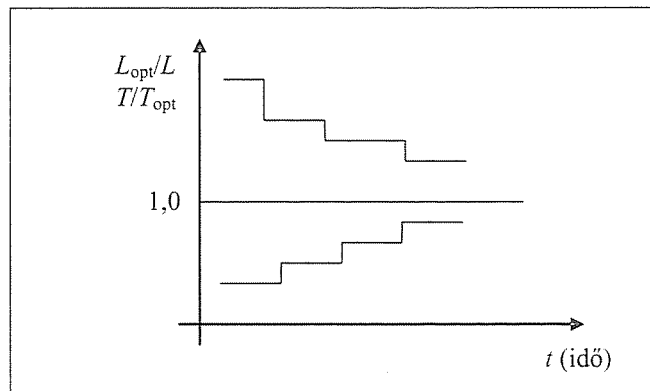
A kialakuló méretezési módszerek célkitűzéseit és azok elvét áttekintve megállapítható, hogy kezdetben elsősorban az építési tapasztalatokra támaszkodva számítás nélkül, vagy egészen kezdetleges számításokkal határozták meg az építmény L geometriai méreteit. Az elemi szilárdságtani tudományág fejlődése lehetővé tette az ún. *megengedett feszültségek mód-*

szérének elterjedését, melynek keretében gyakran alkalmazott (az építési gyakorlatban bevált) méretek alkalmazásával feszültségszámításokat végeztek, majd ezek eredményét az előírt megengedett feszültségekkel hasonlították össze. Az erőtani ismeretek és az építési tapasztalatok bővülésével, továbbá az ellenőrzött ipari módszerek elterjedésével párhuzamosan a szerkezet teherbírásának megbízhatóbb meghatározása vált lehetővé. E fejlődés eredményeként kialakult egy új tudományág, a képlékenységtan (törésmélelet), amely együtt járt a laboratóriumban végzett törési vizsgálatok elterjedésével, továbbá lehetővé vált a szerkezet T_1 teherbírásának elméleti és kísérleti úton való egyre megbízhatóbb meghatározása.

A szerkezetek L_0 optimális geometriai méretei két párhuzamos folyamat eredményeképpen alakultak ki (1. ábra). Egyfelől az évek során a méretezés során alkalmazott megengedett feszültségeket fokozatosan növelték, ezzel az L_0 optimális méreteket mintegy „alulról” közelítették meg. Másfelől a számításba vett terhek értékeit fokozatosan csökkentették, s ezzel az építmény (L_{opt} geometriai méreteitől függő) T_{opt} optimális teherbírását felülről közelítették meg (Bölcskei, 1969).

A *törési biztonságon alapuló eljárás* a törési állapot feltételezésével meghatározott belső erők és a külső erők összehasonlítására épült. A külső és a belső erők összehasonlításakor általában nem feszültségek, hanem igénybevételek vagy egyes esetekben terhek összehasonlítására került sor. Kezdetben a

1. ábra: Az L_{opt}/L ill. T/T_{opt} és a idő kapcsolata



töréshez tartozó teherbírási értékének egy bizonyos hányadát tekintették a használat szempontjából mértékadónak (Szalai 1974).

Az optimális teherbíráshoz való közelítés során kiderült, hogy egyes esetekben nem a törési teherbírási volt mértékadó, hanem valamely ezzel szorosan kapcsolatban nem lévő egyéb szerkezeti elváltozás (pl. alakváltozás) tette a szerkezetet használatra alkalmatlanná. Ez a megfontolás eredményezte azt, hogy a szerkezetek méretezési gyakorlatában az ún. *határállapotok módszere* került előtérbe. Ekkor a szerkezet használhatatlanná válásának kimutatásához a fizikailag lehetséges határállapotok kialakulásának valószínűségét vizsgálják és a szerkezeti méretek szempontjából a kedvezőtlenebb határállapot bekövetkezését tekintik mértékadónak (Gvozgyev, 1949).

1.2 A biztonsági tényezős méretezési eljárások kialakulása

A 2.1 szakasz szerinti hagyományos eljárások közös tulajdonsága, hogy az építmények létesítése és üzemeltetése során fellépő bizonytalanságok miatt a tervezetthez viszonyítva kedvezőtlen erőtan viselkedés „kivédése” érdekében biztonsági tényezőket alkalmaznak.

Az idők során a biztonsági tényezőknél kétféle rendszere alakult ki (Szalai 1974), ezeket akkor

- egységes biztonsági tényezős, ill.
- osztott biztonsági tényezős

rendszernek nevezték el (2. táblázat).

Egységes biztonsági tényezőt alkalmaz a megengedett feszültségek módszere és kezdetben a törési biztonságon alapuló eljárás is.

A méretezés alapösszefüggése itt

- a megengedett feszültségek módszerénél:

$$\sigma_{\max}(S_m, L_m) \leq \sigma_{\text{adm}} = \frac{R_m}{\gamma_1}$$

- a törési biztonságon alapuló eljárás első változatánál

$$S(\gamma_2 F_m, L_m) = R(R_m, L_m) \quad (1)$$

formában adható meg. A fenti kifejezésekben:

σ_{\max} a rugalmasságtan elvei szerint számított legnagyobb feszültség,

σ_{adm} az anyagszilárdság jellemzésére szolgáló megengedett feszültség,

S_m, L_m és R_m a teher (igénybevétel), a geometriai méret és a szilárdság átlagos (várható) értéke;

S, R az F_m teher és az L_m geometriai méret, továbbá az R_m szilárdság várható értékéből a képlékenységtan (törésmélet) elvei szerint meghatározható teher illetve teherbírási;

γ_1, γ_2 az egységes *biztonsági* tényező, mely az anyagtól ill. a szerkezettől függően általában különböző, és időben változó értékű, továbbá $\gamma_1 \geq \gamma_2$.

Osztott biztonsági tényezőket alkalmaz a határállapotok módszere. A határállapotok módszerénél a méretezés alapösszefüggése:

$$Y_S(\gamma_F F_m, L_m) \leq Y_R\left(\frac{R_m}{\gamma_R}, L_m, H_a\right) \quad (2)$$

alakban írható fel, ahol a fent ismertetett jelöléseken túl:

γ_F és γ_R a teherre és a teherbírási vonatkozó osztott biztonsági tényezők, melyek általában a teher típusától és az anyagtól függően eltérőek,

Y_S ill. Y_R az L geometriai méretek alapján az F_m terhek és hatások, vagy az ezekből számítható igénybevételek, illetve az R_m teherbírási (szilárdság) várható értékéből a γ_F és γ_R figyelembevételével számítható mértékadó igénybevétel, ill. határigénybevétel,

H_a a határállapotok azon esetei (alakváltozás, repedés stb.), amikor a szerkezet használatát gátló elváltozásban a szilárdság döntő szerepet nem játszik.

1.3 Az osztott biztonsági tényezők Mayer szerinti értelmezése

A biztonsági tényezők jelentősége a méretezési eljárásokban az, hogy a szerkezet teherbírásiában szerepet játszó paraméterek bizonytalanságainak következményeit korlátozza. A matematikában elért eredmények alapján az építéstudománnyal foglalkozók - a geodéziai hibabecslés alapján - már igen régen felfigyeltek arra, hogy a szerkezeti paraméterek tulajdonságai *valószínűségelméleti törvényekkel* írhatók le legmegbízhatóbban. M. Mayer fent említett könyvében, már 1926-ban Jordán Károly magyar műegyetemi matematikus eredményeire hivatkozva – normál eloszlás feltételezésével – kifejti, hogy a teherbírásiában szerepet játszó paraméterek esetén (pl. geometriai méretek, saját súly, esetleges teher) az ellenállás számítása

2. táblázat: Az osztott biztonsági tényezős eljárás bevezetésének előzményei

Év	Név/megnevezés	Kiadvány/Cselekmény
1914	Kazinczy G.	„Kísérletek befalazott tartókkal” (Beton szemle)
1926	Mayer, M.	„Die Sicherheit der Bauwerke und ihre Berechnung nach Grenzkraften anstatt nach zulässigen Spannungen” (Berlin, könyv)
1928	Kazinczy G.	σ_{eng} kritikája, a biztonság értelmezése (Bécs, IVBH)
1931	Kazinczy G.	„n”-mentes számítás (Zürich, RILEM)
1936	Moe, A.J.	Az osztott biztonsági tényezős elv matematikai felírása
1942	Kazinczy G.	„Az anyagok képlékenysége jelentősége a tartószerkezetek teherbírási szempontjából” Egyetemi Nyomda kiadványa, Budapest
1943	U37-42 Szovjet Műszaki Utasítás	„Utasítás vasbetonszerkezetek háborús körülményekben való tervezéséhez és kivitelezéséhez”
1950	KPM	Ideiglenes Közúti Hídszabályzat

során a háromszoros szórás figyelembevételével állapítható meg a számításba veendő Y_{sz} érték:

$$Y_{sz} = D \pm 3m \quad (3)$$

ahol D az adott paraméter várható értéke, m pedig annak szórása.

A méretezelméletben történeti jelentősége volt annak is, hogy Mayer könyvében javaslatot találunk a több független valószínűségi változót (paramétert) tartalmazó

$$X = f(l_1, l_2, \dots) \quad (4)$$

teherbírás vagy teher küszöbértékének meghatározására. Eszerint az adott X paraméter szórásának meghatározása matematikailag az

$$M = \sqrt{\left(\frac{\delta f}{\delta l_1} m_1\right)^2 + \left(\frac{\delta f}{\delta l_2} m_2\right)^2 + \dots} \quad (5)$$

formában határozható meg. A számításba vehető küszöbérték pedig

$$X_{gr} = X \pm 3M \quad (6)$$

ahol X a teherbírás vagy a teher várható értéke. Mayer a könyvében konkrét mérési eredmények feldolgozásának közzélése után javaslatot tesz az osztott biztonsági tényezők értékeire is. A ± 3 -szoros szórás figyelembevételével kiszámított értéket Mayer azért tekinti elfogadhatónak, mert mint írja: „gyakorlatilag ezen a tartományon belül található az esetek 100%-a (pontosabban, mindkét véglételet figyelembe véve az esetek 99,73%-a)”.

Érdekes adat, hogy a háromszoros szórásértékek mérlegetése alapján Mayer

- az esetleges teherre 1,30,
- az önsúlyra általában 1,15, vasbeton esetén 1,25,
- a hőteherre 2,00

értéket javasol figyelembe venni. A betonszilárdság számításba veendő értékénél azonban a szerző nem elégszik meg a háromszoros szórás levonásával. A javaslata ezen kívül – feltehetően az addig „bevált” méretekhez való igazodás érdekében – még egy 2-es osztó felvételét is tartalmazza. A betonszilárdság számításba vehető σ_d értéke tehát Mayer szerint:

$$\sigma_d = \frac{D - 3m}{2} \quad (7)$$

2. TUDOMÁNYTÖRTÉNETI ELŐZMÉNYEK

2.1 A Mayer-féle módszer kelet-európai bevezetésének történelmi előzményei

A Mayer-féle javaslat, mint általában minden lényeges változtatás évtizedeken keresztül a gyakorló mérnökök ellenállásába ütközött. Ez természetes, és napjainkban is így van. A szerkesztettség ugyanis hagyományokra épülő, felelősségteljes mérnöki munka, és a gyakorló mérnök a bevált módszerein általában nem szívesen változtat. A kongresszusokon, irodalmi közleményekben megjelenő és gyökeres módosítást indo-

koló kutatási eredmények gyakorlati bevezetésére normális helyzetben kicsi a fogadókészség. A biztonságot is érintő és a hagyományt gyökeresen módosító új eljárás bevezetéséhez rendkívüli helyzetre van szükség. Ilyen rendkívüli helyzet alakult ki a II. világháború alatt az akkori Szovjetunióban, majd a kelet-európai országokban a háború után. Ehhez hasonlítható új helyzet Nyugat-Európában az Európai Unió létrejötte is.

A Szovjetunióban 1942-ben adták ki azt a Műszaki Utasítást, amelyben a Mayer-féle javaslatot olyan módosítással vezették be, hogy az R_d szilárdság számítási értékének képzésénél a 2-es tényezőt elhagyták a kockázat megjelenítéséhez (illetve annak megnöveléséhez) és hallgatólagos elfogadtatásához háborús helyzetre és ennek megfelelő rendelkezési állapotra volt szükség.

A Mayer-féle felfogásra épített szabályzatot a világon először Magyarországon vezették be 1950-ben (Menyhárd, 1951), (Gyengő, Menyhárd, 1960). A bevezetéshez szükséges rendkívüli helyzetet pedig a szovjet példa átvételére ösztönző politikai elvárás teremtette meg. A nemzetközi tudományos társaságokban és a hazai tudós személyiségek által korábban kiművelt új méretezési eljárást (Mayer, 1926), (Kazinczy, 1914) jól ismerte Menyhárd István. A jól tájékozott, szakmai elit csúcán lévő Menyhárd István felismerte a rendkívüli helyzetet és szovjet példa követésére való hivatkozással javasolta a Gvozgyev (Gvozgyev, 1949) által pontosított Mayer-féle felfogás magyar szabványként MSZ'51 szabályzatként való bevezetését. A szovjet-orientált hatalom a javasolt szabályzatot bevezette. Az akkori új magyar szabályzat biztonsági szintje megközelítően azonos volt, vagy alig volt kisebb, mint a megengedett feszültséges eljárásban meglévő korábbi biztonsági szint (Korányi, 1949).

2.1.1 A magyar szabvány bevezetésének politikai előzményei

Az új méretezési mód 1949/51 évi szabályzati bevezetését Magyarországon, de általában Kelet-Európában a politikai kényszerhelyzet elősegítette. A korszakalkotóan új eljárás bevezetését Magyarországon a zseniális Menyhárd István kezdeményezte és felhasználta a szovjet tapasztalatokra való hivatkozás előnyeit, s így a Népgazdasági Tanács határozatára be is vezették. A politikai állapotok jellemzőiként érdekes megemlíteni, hogy Menyhárd Istvánt 1947-ben, Churchill fultoni beszéde után letartóztatták, és néhány hétig vizsgálati fogságban volt. Egyik létrehozója volt ugyanis annak az alapítványnak, amelynek révén 1943-ban Szentgyörgyi Albert Nobel-díjas tudósküldöttség élén titokban Isztambulban járt és a magyar fegyverszünetről tárgyalt az angolokkal. Az előzményekhez tartozott másrészt, hogy a harmincas években a SZU-ba munkavállalásra kiutazott Hilvert Elek statikus mérnök a háború után visszatérve Magyarországra, magával hozta a törési állapotra alapított szovjet ideiglenes utasítást. Menyhárd István akkor a budapesti Építéstudományi Intézetben dolgozott és a szituációban felismerte a szakmai és politikai lehetőséget. A szakmailag megalapozott és fejlődést megindító eljárást (amit külön aláhúzott az IVBH 1949.évi liège-i kongresszusa) a szovjet példa követésére hivatkozva tudta – a szakmai körök ellenállása ellenére – hivatalossá tenni.

Tudománytörténeti érdekesség, hogy amikor a fenti háborús utasítást a Szovjetunióban 1952/53-ban országos (GOSZT) szabványként javasolták bevezetni, a konzervatív ellenzők politikai és szakmai oldalról támadták a tervezetet. Annak védelmében Gvozgyev professzor egyik legfontosabb érve – a jelenlévő magyar aspiránsok (Deák Gy. és Garai T.) beszámoló szerint – a MSZ'51 szabvány kedvező tapasztalataira való

¹Az eredeti Szalai-Lenkei (1992) szöveg másolata.

hivatkozás volt. A szovjet szabályzat elfogadását követően a többi kelet-európai ország is sorra elfogadta a Mayer-féle ötletre épülő szabályozási elvet. További érdekesség, hogy az EC 0 (korábban tervezetnél kisebb) jelenlegi biztonsági szintjének kialakításánál – a hetvenes évek végén 35 ország közreműködésével készült próbaszámítások eredményei alapján – a szerzők hivatkoztak az alacsonyabb biztonsági szintet képviselő magyar szabványokra.

2.1.2 A szovjet szabvány bevezetésének politikai előzményei

Az 1952-ben Moszkvában tanuló magyar aspiránsok szemlélként részt vettek a moszkvai Építőipari Egyetem /MISZI/ Tudományos Tanácsának ülésén. Az ülés előzménye, hogy Levanov professzor a MISZI tudománytörténeti Tanszékének vezetője az SZKP Központi Bizottságához levelet írt a határállapotok módszerére épített szabványtervezet bevezetése ellen. A levél alapján N.Sz. Hruscsov, aki akkor Moszkva párttitkáraként az SZKP KB -ban az építőipar felelőse is volt, a MISZI Tudományos Tanácsát kérte fel állásfoglalásra. A Tudományos Tanácson éles vita alakult ki a tervezet ellenzői és előterjesztői között. Az ellenzők legfontosabb érve volt, hogy az eljárás a statikusok körében zavart és a népgazdaságnak kárt okoz. A tervezet kidolgozója, A. A. Gvozgyev rámutatva a jelenlevő két magyar aspiránsra – döntő érvként – arra hivatkozott, hogy Magyarországon már két éve országos szabványként használják az eljárást minden nehézség nélkül. A vita eredményeként azután 1955 -ben bevezették az eljárást a SZU-ban is.

2.1.3 A KGST szabvány és előélete

Magyarország és Szovjetunió után az ötvenes évek végéig Lengyelországban, Bulgáriában, Romániában is áttértek a határállapotok módszerére. Csehszlovákiában is próbálkoztak ezzel, de szakmai közvélemény nem vállalta az alkalmazást. A KGST szabványokról, s ezen belül a teherhordó szerkezetek tervezési szabványairól 1960-ban volt az első tanácskozás Moszkvában. E cikk egyik szerzője (Szalai K.) személyesen részt vett azon a megbeszélésen, ahol G. Brendel drezdai professzor a megengedett feszültségek módszerét – a DIN-re hivatkozva – hevesen védte Gvozgyev professzor véleményével szemben. Gvozgyev ismét a magyar tapasztalatokra hivatkozott azzal, hogy ott a bevezetés gyakorlatilag problémamentes volt. Végül is néhány év alatt több évi próbálkozás után a szovjet szabályzatokon alapuló részletes Tervezési Segédletet dolgoztak ki azzal a céllal, hogy azt nemzeti szabványként a tagországok bevezetik. Magyarország – politikai kényszer nem lévén – a Tervezési Segédletet nem fogadta el, mert félvalószínűségi alapokra épült ugyan, de a részletekben olyan kísérleti úton kidolgozott eljárásokat tartalmazott, amelyek elméletileg nem voltak alátámasztva. A többi kelet-európai ország a Segédletet nemzeti szabványként bevezette (ez egyébként komoly szakmai-politikai problémákat okozott a statikusok körében pl. Lengyelországban). A Tervezési Segédlet helyett 1978-ban tevékeny magyar közreműködéssel kompromisszumos megoldásként félvalószínűségi alapon megfogalmazott, de csak az alapelveket tartalmazó KGST szabványt dolgoztak ki és adták ki. Az a szabvány alapelveit tekintve megfelelt a CEB'78 Ajánlásoknak”.

2.2 Valószínűségelméleti előzmények

A Mayer-féle osztott biztonsági tényező eljárását a határállapotokon alapuló módszerként vezették be. Ezt a méretezési eljárás

rást később félig valószínűségi módszernek nevezték el. A félig valószínűségi (vagyis csak részben valószínűségelméleti alapon álló) módszer lényegében azt jelenti, hogy a nem kívánt állapot (teherbírás kimerülése, használhatóság korlátozottsága stb.) kialakulásának valószínűségét optimális szinten választják meg, az osztott biztonsági tényezőket pedig ennek figyelembevételével írják elő a szabályzatok.

A határállapotok módszere az építéstudomány korábbi eredményeinek rendkívül célravezető rendszerezése, ill. továbbfejlesztése volt. A Gvozgyev által kidolgozott határállapotok módszerét megelőzően (Gvozgyev, 1949):

- „a matematikai statisztika és valószínűségelmélet mérnöki alkalmazásának kezdeti próbálkozásai megtörténtek;
- a szerkezetek teherbírásának ill. vasbeton esetében a rugalmassági határon túli viselkedésének számításba vételére alkalmas képlékenységtani (törési) elméleti eljárások kialakultak;
- a használatos (egyetlen biztonsági tényező) méretezési eljárások keretén belül a mennyiségi változtatás lehetőségei kimerültek;
- a háborús erőfeszítések és veszteségek gazdasági kényszerként jelentkeztek az anyagok és a szerkezetek teherbírásának jobb kihasználása érdekében”.

A valószínűségelmélet és matematikai statisztika az ötvenes évek elején a matematikának viszonylag új területe volt. A XVI. és XVII. században Pascal és Fermat az akkor divatos szerencsejátékokkal kapcsolatosan tisztázták a valószínűségelmélet alapelveit. Bernoulli, Laplace, Gauss, Moivre egy-egy lényeges tétellel és fogalommal gazdagították a valószínűségszámítást. Poisson és Markov voltak a sztochasztikus folyamatok elméletének megalapítói. A matematikai statisztika nagy tudósa Pearson és Kolmogorov volt. A matematikai statisztika és a valószínűségelmélet kezdeti mérnöki alkalmazását említett munkájában Mayer végezte el feltehetően Jordán Károly magyar matematikus szellemi hatását is felhasználva (Mayer, 1926).

A valószínűségszámítás első mérnöki alkalmazásának sorában találjuk Kazinczy Gábor magyar tudóst is. Kazinczy 1942-ben megjelent, mérnöki továbbképzői előadásait tartalmazó (Kazinczy, 1942) kiadványában Mayer és Jordán nyomán kifejti a valószínűségelméleten alapuló általános elképzeléseit. Eszerint normál eloszlás feltételezésével meg lehet állapítani a törés valószínűségét, majd a szerkezetet úgy kell méretezni, hogy a létesítmény hozama – a karbantartást és felújítást is beszámítva – maximális legyen (Mihailich, Haviár, 1966).

2.3 A képlékeny alapon történő méretezés kezdete

A tartószerkezetek töréshez tartozó teherbírásának képlékenységtani alapon történő vizsgálatában jelentős személyiség volt a magyar Kazinczy Gábor.

A Betonszemle 1914. április, május, júniusi számaiban jelent meg Kazinczy Gábor „Kísérletek befalazott tartókkal” című munkája (Kazinczy, 1914). A cikk nagy jelentőségű volt, mert ott történt először utalás az anyag képlékeny viselkedésének a teherbírásban betöltött szerepére. E cikkben Kazinczy kifejtette a folyási mechanizmus és a plasztikus csukló jelentőségét, megemlítve, hogy

„...egy befalazott tartó akkor hajolhat be, ha három helyen a feszültség legalább akkora, mint a folyási határ...”

A plasztikus csuklóról Kazinczy kifejtette:

„...a gerenda úgy működik, mintha a szóban forgó helyen

csuklók volnának, vagyis ezeken a helyeken a nyomaték értéke ugyanakkora marad, mint volt, amikor a vas a folyási határt elérte...”

Kazinczy Gábor további munkáinak egész sora foglalkozik a képlékenységtan elvei szerinti méretezés problémáival.

3. VASBETON SZERKEZETEK HATÁRÁLLAPOTOKON ALAPULÓ MÉRETEZÉSÉNEK BEVEZETÉSE KELET-EURÓPÁBAN

3.1 A Menyhárd-féle szabályozás

A vasbetonszerkezetekre vonatkozó, a törési állapotra épülő és (továbbra is) egyetlen biztonsági tényezőt alkalmazó számítási eljárást az akkori Szovjetunióban 1938-ban emelték országos szabvány szintjére.

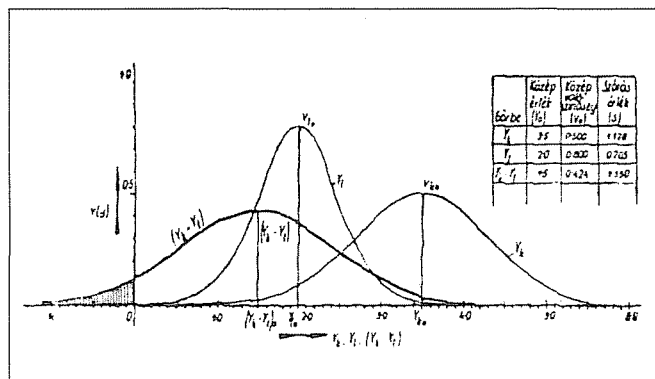
A módszer lényege az, hogy a vasbeton III. feszültségi állapotának feltételezésével a szilárdság várható értékével számolnak. Az előírások szerint bizonyos esetekben számításba vehető a képlékeny igénybevétel-átrendeződés. A szerkezet kimutatott teherbírását elosztják az egyetlen biztonsági tényezővel. Ezen biztonsági tényező értéke azonban változó volt az állandó és esetleges teher arányától ill. a vizsgált szerkezet jellegétől függően 1,5 és 2,2 értékek között.

A törési állapoton alapuló módszer és a Mayer-féle felfogás háborús viszonyokban történő alkalmazásának tapasztalataira támaszkodva 1949-re lényegében kialakult a határállapotokon alapuló új méretezési eljárás. A Szovjetunióból hazatért magyar szakemberek, elsősorban Hilvert Elek közvetítésével a szovjet előírásokból a magyar építéstudomány kiválóságai, Menyhárd (1951), Korányi (1949) és mások értesültek. Erről a körülményről Menyhárd így ír (a sajnálatosan ma kevesek által ismert) könyvében:

„...A Szovjetunió magasépítési vasbetonszabályzatának 1950. évi tervezete elkészült. Irodalmi közleményekből ismerjük ennek részleteit. Az új szabványtervezet már e fejezetekben elmondott elvek (szerző: a határállapotok módszeréről van szó) teljes figyelembevételével készült...”

Menyhárd ebben a határállapotok módszerét bemutató könyvében továbbfejlesztvén a Gvozgyev-féle kutatás addigi eredményeit a biztonság korszerű megfogalmazását is megadja. Eszerint a biztonság a szerkezet tönkremeneteli valószínűségeivel jellemezhető, mely az ellenállás és a teher sűrűségfüggvény-különbség sűrűségfüggvény negatív szakaszának relatív nagyságával jellemezhető.

2. ábra: A biztonság Menyhárd-féle értelmezése (eredeti ábra)



Érdekes hivatkozás található Menyhárd könyvében a szovjet vízépítményekre vonatkozó új előírásokra:

„...a szovjet előírások meg is adják építmény-kategóriák szerint a szerkezet állékonyságának valószínűségét kifejező számot és a számítási módjuk is alkalmazkodik ezekhez a kategóriákhoz. Így pl. I. oszt. építményeknél az állékonyság valószínűségét 1/2500-adra írják elő, II. oszt. építményeknél 1/740-edre, III. oszt. építményeknél 1/250-re. Az építményeket a szerint kell I., II., vagy III. osztályúnak minősíteni, hogy milyen nagy az az érdek, amit az építmény érint. Így pl. egy völgyzáró gát nyilván I. oszt. építmény, mert tönkremenetele igen nagy érdekeket érint, árvíz okozta pusztulás, energiaszolgáltatás megszűnése lehet a következménye. Ugyanezen gát fenékiürítőjének zsilipje III. osztályúra tervezhető, mert ha baj történik vele, nem okoz nagyobb kárt, mint saját értéke)...”

3.2 A Gvozgyev-féle szabályozás

A Gvozgyev-féle építéstudományi iskola képviselői Menyhárd könyvével egy időben ugyancsak kiadták a határállapotokon alapuló új méretezési módszerről írt indoklásukat (Keldis, 1951). A szerzők a könyvben ismertetik a határállapotokon alapuló módszer elvi alapjait és alkalmazását a vasbeton-, kő-, acél- és faszervezetekre egyaránt. A határállapotok (teherbírási, alakváltozási, repedéstágassági) ilyen részletes ismertetése és indokolása az irodalomban itt szerepel először. Az osztott biztonsági tényezők teljes sora megjelenik e munkában és azok indokolása ma is jól hangzik.

A szerzők elvi állásfoglalása a határállapotok értelmezésével kapcsolatosan a következő:

„...a határállapotok szerinti számítás módszere a lehető legkisebb teherbírás kimutatását célozza...”

Az anyagszilárdság legkisebb (számítási) értékét a szerzők a Mayernél (Mayer, 1926) található

$$R_d = R_m - 3 s_R \quad (8)$$

képletel határozzák meg országos adatok alapján (ahol R_m a várható érték). Ennek alapján bevezetik az ún. egyneműségi tényezőt, melyet

$$k = \frac{R_d}{R_m} = 1 - 3 \frac{s_R}{R_m} \quad (9)$$

formában adnak meg (a beton esetében Mayernél szerepelt 2-es szorzó tehát elmaradt). A k egyneműségi tényezők értékei a különböző anyagokra a következők:

- beton esetén $k = 0,55-0,65$;
- acél esetén $k = 0,85-0,90$;
- kő- és téglá esetén $k = 0,40-0,60$;
- fa esetén $k=0,44-0,75$.

Az R_m értéke beton esetén a hasábszilárdságra, acél esetén pedig a folyási határra vonatkozik.

A teherbírási határállapotok vizsgálatánál a teher lehetséges legnagyobb értékét kell figyelembe venni, melyet a teher ún. normatív (másként: alapérték) értékének, adott biztonsági tényezőivel való szorzása útján lehet megkapni. Egyéb határállapotok esetén a normatív (alapértékű) terheket kell számításba venni.

4. A VÁLLALHATÓ KOCKÁZAT MÉRTÉKÉRE VONATKOZÓ HAZAI KUTATÁSOK EREDMÉNYEI

4.1 Félig valószínűségi módszer

A határállapotok módszerének gyakorlati bevezetése részletes és széleskörű elméleti és kísérleti jellegű kutatást indított el világszerte (CEB/FIP, 1978). Ebben a kutatómunkában tevékenyen működtek közre a magyar építéstudomány képviselői is (Kármán, 1963), (Mihailich, Haviár, 1966), (Lenkei, 1966), (Palotás, 1967), (Korda, Szalai, 1973), (Bölcskei, Dulácska, 1974) (Szalai 1987, 1996) (Bódi, Dulácska, Deák, Korda, Szalai, 1987), (Deák, 1992), (Korda, 1998), (Kovács, 1997), (Mistéth, 2001) évtizedeken át.

A kiérlelt vélemény szerint a félig valószínűségi módszer lényegében azonos a határállapotok módszerével azzal az eltéréssel, hogy itt a tönkremenetel várható értékét az optimális mértékkel országos szinten választják meg, az osztott (parciális) biztonsági tényezőket a vállalható kockázatból kiindulva, a valószínűségelmélet és a matematikai statisztika eszköztárával határozzák meg.

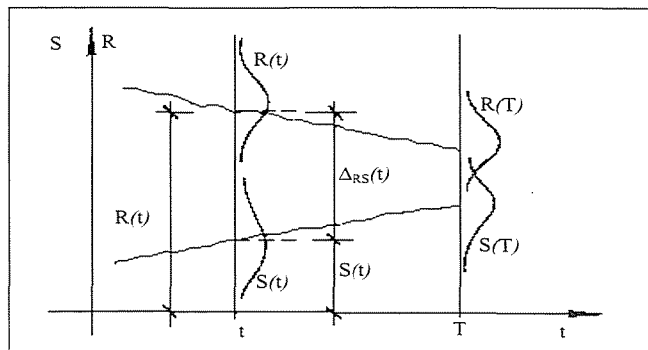
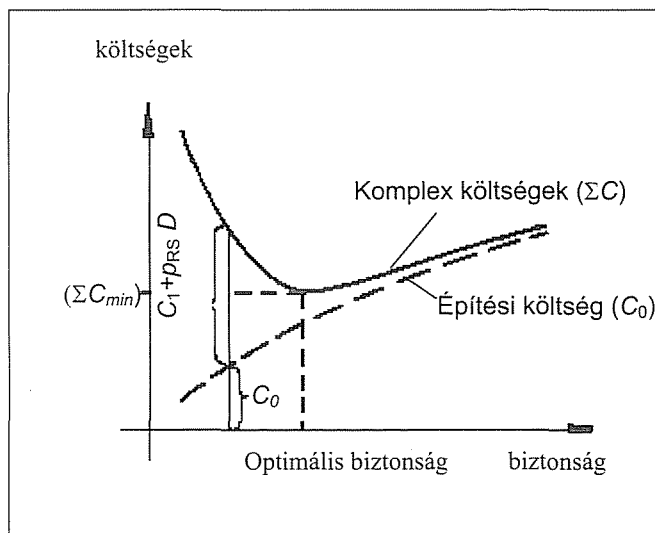
4.2 A Kármán- és Mistéth-féle optimális vagy vállalható kockázat

A félig valószínűségi eljárás keretében alkalmazott biztonsági tényezőket a nemkívánt állapot előfordulásának valószínűségéből, illetve a vállalható (vagy optimális) kockázatból kiindulva állapították meg (Kármán, 1965) A vállalható kockázatot az esetleges tönkremenetelkor keletkező (közvetlen és közvetett) anyagi károk, a személyi sérülésből eredő károk (Kármán, 1987), az elmaradt haszon és a helyreállítási költségek mérlegelésével lehet meghatározni.

Az optimális vagy vállalható kockázatot a komplex költségek

$$C = C_0 + C_1 + p_r D \quad (10)$$

3. ábra: Az optimális biztonság értelmezése



4. ábra: Az ellenállás és az igénybevétel változása az idővel

függvényének (3. ábra) minimumát vizsgálva kereste Kármán T. és Mistéth E. Az összefüggésben C_0 a tartószerkezet építési költsége, C_1 a fenntartási költség, D a p_r valószínűséggel bekövetkező tönkremenetellel járó kárösszeg, amely tartalmazza a személyi sérülésekkel járó veszteséget és az elmaradt hasznot is. A tervezett T élettartam

$$0 \leq t \leq T \quad (11)$$

teljes idejére vonatkozóan Mistéth szerint a következő összefüggés érvényes (4. ábra):

$$\text{Prob}[R(t) - S(t) = \Delta(t) \geq 0] \geq (1 - p_r) \quad (12)$$

A komplex költségek minimumához tartató p_{opt} optimális, vagy vállalható kockázatot a következő összefüggésekkel adták meg:

$$p_{\text{opt}} = \frac{1}{b \cdot \delta} \quad (\text{Kármán Tamás}), \quad (13)$$

$$\frac{1}{p_{\text{opt}}} = \frac{2,3}{b_1} \left(\frac{D}{C_0} + 1,5 \right) \quad (\text{Mistéth Endre}). \quad (14)$$

A fentiekben:

- t az idő;
- T a szerkezet tervezett élettartama;
- $R(t)$ és $S(t)$ a teherbírás és a teher t időpontban tapasztalt tényleges értékei;
- $\delta = D/C_0$ a kárhányad;
- D az építmény esetleges tönkremenetelkor bekövetkező közvetlen és közvetett anyagi és személyi veszteséggel járó kárérték;
- C_0 a tartószerkezet építési költsége;
- b az építmény használati feltételeitől és anyagától, továbbá a vizsgálati modelltől függő tényező, melynek átlagos értéke Kármán szerint $b = 80$ (Kármán, 1967, 1987);
- b_1 az építmény méretezésének alapjául szolgáló paraméterektől függő tényező, melynek értéke a választott építőanyag szilárdságának szórásától függően Mistéth szerint 0,03-0,10 között változik (Mistéth, 1974).

4.3 A Kármán-féle elegendő biztonság

Az optimális, vagy vállalható kockázat fogalmának és számszerű értékének elfogadottá tétele érdekében Kármán T. megfogalmazta, hogy a tartószerkezethnél nem az „abszolút”, hanem csak

az *elegendő biztonság* megteremtése lehet a cél. Az elegendő biztonság a szerkezet azon képességét jelenti, amely az élettartam alatt meghatározott megbízhatósággal biztosítja a rendeltetésszerű használatot. Minél nagyobb ez a megbízhatóság, annál nagyobb a szerkezet biztonsága és annál kisebb a tönkremenetel valószínűsége.

A tartószerkezet optimális kockázatának (p_{opt}) meghatározásához a világon először Kármán T. vette figyelembe a tartószerkezet esetleges tönkremenetelével járó emberi veszteségeket (Kármán, 1987). Az optimális kockázat mértékének és benne az emberi veszteségek meghatározásának módját Kármán T. (1964-ben készített tanulmánya alapján) az 1968-ban rendezett barcelóniai CEB konferencián ismertette. A személyi sérülésekből eredő kár fogalmának és értékének meghatározására vonatkozó Kármán-féle felfogást a vallásos és ateista meggyőződésű kutatók és hivatalos személyek akkor általános felháborodással fogadták itthon és külföldön, keleten és nyugaton egyaránt. A tönkremenetellel járó emberi veszteség mértéke ugyanis szubjektív módon felbecsülhetetlen, végtelenül nagy. A társadalom egészét érintő kárt azonban a tartószerkezet biztonságának meghatározásához értékelni kell és értékelni is lehet, hangsúlyozta Kármán T. A munkaképesség teljes elvesztésével vagy éppen halállal járó kár értéke Kármán T. szerint a fejlett országok negyvenévi bruttó nemzeti összjövedelemének egy főre számított (diszkontált) értéke. Másként fogalmazva, negyven évi munkaképes időszak alatt létrehozható, a baleset következtében kieső bruttó nemzeti összjövedelem egy főre eső összege. Az így számított érték nagyságrendjében megfelelt annak amit a repülőgép-balesetek után a nyugati biztosító társaságok egy főre akkor kifizettek. Évtizedeknek kellett eltelti ahhoz, hogy Kármán T. elmélete általánosan elfogadottá váljon.

Az elegendő biztonság p_{opt} mértéke általában az egyes építményekre, de egy épület különböző részeire is eltérő. A Kármán T.-féle vizsgálatok szerint, magasépítési szerkezetek esetén a kárhányad értéke átlagosan $\delta = 125$, s ennek megfelelően az elegendő biztonság vagy vállalható kockázat értéke $p_{opt} = 10^{-4}$, az ehhez tartozó megbízhatóság $M = 1 - p_{opt} = 0,9999$, amelyhez elvileg $\beta_{opt} = 3,719$ értékű biztonsági index rendelhető. Figyelemre méltó, hogy az EC 0 szabványban az előírt kockázat mértéke $p = 10^{-4}$ és az ehhez rendelt biztonsági index értéke $\beta = 3,8$.

5. SZERKEZETEK TEHERBÍRÁSÁNAK VIZSGÁLATA MEGBÍZHATÓSÁGI ELJÁRÁSSAL

A tartószerkezeti teherbírás megfelelőségének igazolása elvégezhető a megbízhatósági elméleten alapuló alábbi eljárással (Szalai, 1974). A teherbírás megfelelőségét az ellenállás

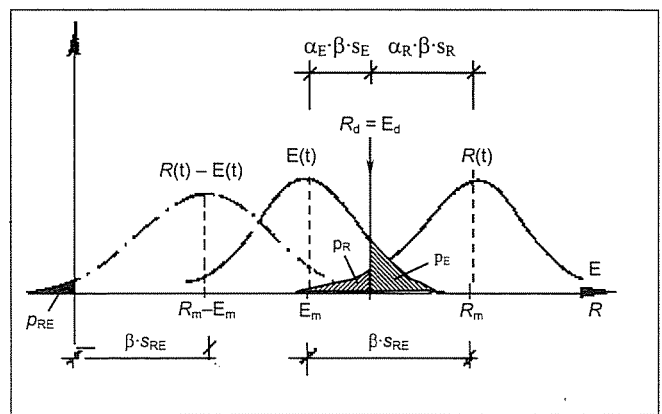
$$R_m, \text{ illetve a hatás oldali } G_m \text{ állandó és } Q_m = Q_{im} + \sum_{i=2}^n \Psi_{0i} Q_{im}$$

esetleges terhek várható értékeinek felhasználásával kell igazolni, ahol Q_{im} a kiemelt esetleges teher, Q_{im} az i -edik, nem kiemelt esetleges teher és Ψ_{0i} a Q_{im} -hez tartozó egyidejűségi tényező.

5.1 A teherbírás megfelelőségének igazolása

A $E_m = G_m + Q_m$ hatás együttes kezelése és összehasonlítása az R ellenállással az alábbi 5. ábra alapján értelmezhető.

Az ábra szerint a szerkezet teherbírása megfelelő, ha



5. ábra: A teher és az ellenállás sűrűségfüggvényei

$$R_d - E_d \geq 0 \quad (15)$$

ahol:

R_d az ellenállás tervezési értéke, amely féloldalas transzformációval

$$R_d = R_m \exp(-\beta \cdot \alpha_R^{+} \cdot v_R) \quad (16)$$

E_d a hatás oldal tervezési értéke

$$E_d = \left[G_m (1 - \beta \cdot \alpha_G^{(-)} \cdot v_G) + Q_m (1 - \beta \cdot \alpha_Q^{(-)} \cdot v_Q) \right] \quad (17)$$

ahol a fentiekén kívül α_R , α_G és α_Q az ún. érzékenységi tényezők (ld. a 5.2. szakaszt), v_R , v_G és v_Q az állandó és az esetleges teher relatív szórásai (ld. a 5.3. szakaszt).

5.2 A globális biztonsági tényező

A teherbírasi követelmény teljesül, ha

$$R_m \geq \exp\left[\beta \cdot \alpha_R^{(+)} \cdot v_R\right] \cdot$$

$$\left[G_m (1 - \beta \cdot \alpha_G^{(-)} \cdot v_G) + Q_m (1 - \beta \cdot \alpha_Q^{(-)} \cdot v_Q) \right] \quad (18)$$

ahol az α_i -k az ún. érzékenységi tényezők, melyek a következőképpen számíthatók:

$$\alpha_R = \frac{R_d \cdot v_R}{\Sigma(\kappa_i)^2}; \quad \alpha_G = \frac{G_m \cdot v_G}{\Sigma(\kappa_i)^2}; \quad (19)$$

$$\alpha_Q = \frac{Q_m \cdot v_Q}{\Sigma(\kappa_i)^2}; \quad \Sigma \alpha_i^2 = 1;$$

$$\sqrt{\Sigma \kappa_i^2} = \sqrt{(R_d \cdot v_R)^2 + (G_m \cdot v_G)^2 + (Q_m \cdot v_Q)^2} \quad (20)$$

A $Q_m = \mu G_m$ jelölés alkalmazásával a fenti kifejezés átrendezésével a globális biztonsági tényező:

$$\gamma_m = \frac{R_m}{G_m + Q_m} = \left[\frac{1}{1 + \mu} (1 - \beta \alpha_G^{(-)} v_G) + \right. \quad (21)$$

$$\left. + \frac{\mu}{1 + \mu} (1 - \beta \alpha_Q^{(-)} v_Q) \right] \exp(\beta \alpha_R^{(+)} v_R)$$

alakot ölti, s ennek birtokában a teherbírás (a fenti jelölés figyelembevételével) a

$$R_m \geq \gamma_m (G_m + Q_{1m} + \sum_{i=2}^n \Psi_{0i} Q_{mi}) \quad (22)$$

módon igazolható.

5.3 A v_i relatív szórások értelmezése

A Kelet-Európában elfogadottnál nagyobb értékű parciális tényezőket az EC 0 kidolgozói azzal indokolják, hogy a fenti-ekben szereplő és a hagyományos értelmezésű relatív szórás fogalmát kibővítették, az alábbi módon.

Az *ellenállási oldal* v_R relatív szórásában az EC szerinti értelmezésben a következő három tényező játszik szerepet:

- a szilárdsági értékek relatív (mért) szórása:

$$v_{Rf} = \frac{s_{iR}}{R_m}$$

- a számítási modell bizonytalansága: v_{Rm0} ,
- a geometriai adatok bizonytalansága: v_{RG} .

A fentiekben s_{iR} az ellenállási függvényben szereplő paraméterek egyedi értékeinek és szórásainak figyelembevételével számítható szórás (Szalai, 2002).

E bizonytalanságok együttes figyelembe vétele a v_R eredő szórással a

$$v_R = \sqrt{v_{Rf}^2 + v_{Rm}^2 + v_{RG}^2} \quad (23)$$

módon számítható.

Az *igénybevétel oldalon* lévő v_E relatív szórás értékét – a

$$v_R\text{-hez hasonlóan} – az E hatás mért szórása ($v_{Ef} = \frac{s_{iE}}{E_m}$), az$$

m számítási modell (v_{Em0}) és a G geometriai modell (v_{EG}) bizonytalanságai befolyásolják. Itt s_{iE} a határoltoldali függvényben szereplő paraméterek egyedi értékeinek és azok szórásának figyelembevételével számítható szórás.

Ezek alapján az igénybevételi oldalon lévő G és Q hatások korábbi értelmezése alapján:

- a v_G eredő szórás relatív értéke:

$$v_G = \sqrt{v_{Gf}^2 + v_{Gm}^2 + v_{GG}^2} \quad (24)$$

- a v_Q eredő szórás relatív értéke:

$$v_Q = \sqrt{v_{Qf}^2 + v_{Qm}^2 + v_{QG}^2} \quad (25)$$

3. táblázat: Épületek osztályozása a kárhányad alapján az EC 0 szerint

Kárhányad szerinti osztály	Leírás	Példák az épületek és az építőmérnöki szerkezetek köréből
CC3	Az emberélet elvesztésének jelentősége nagy , vagy a gazdasági, társadalmi, környezeti következmények rendkívül jelentősek	Lelátók, közösségi épületek, ahol a tönkremenetellel járó kár nagy (pl. koncertterem)
CC2	Az emberélet elvesztésének jelentősége közepes , a gazdasági, társadalmi, környezeti következmények számtottevők	Lakó- és irodaházak, közösségi épületek, ahol a tönkremenetellel járó kár közepes (pl. irodaház)
CC1	Az emberélet elvesztésének jelentősége kicsi , a gazdasági, társadalmi, környezeti következmények nem jelentősek, vagy elhanyagolhatók	Mezőgazdasági épületek, melyekben szokásos esetben emberek nem tartózkodnak (pl. raktárak), növényházak

4. táblázat: A β ajánlott értékei az EN 0 szerint

Mebízhatósági osztály	A β minimális értékei	
	1 éves referencia-időszak	50 éves referencia-időszak
RC3	5,2	4,3
RC2	4,7	3,8
RC1	4,2	3,3

5. táblázat: A β ajánlott értékei a különböző határállapotok esetén az EC 0 szerint

Határállapot	Előírányzott β megbízhatósági index	
	1 év	50 év
Teherbírasi	4,7	3,8
Fáradási		1,5 – 3,8 1'
Használhatósági (irreverzibilis)	2,9	1,5

6. táblázat: A β és a p közötti összefüggés

p	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}
β	1,28	2,32	3,09	3,72	4,27	4,75	5,20

ahol v_{Gf} illetve v_{Qf} a mérési adatok relatív szórása a fenti v_{Ef} értelmezésének megfelelően.

5.4 A β megbízhatósági (biztonsági) index

A fentiekben szereplő β biztonsági index (EC 0 szerinti megnevezéssel: megbízhatósági index) felvételéhez az EC 0 a 3. táblázatban szereplő módon definálja az épületek kárhányad szerinti osztályait.

A teherbírasi határállapotok vizsgálatához tartozó β megbízhatósági index EC 0 szerinti, ajánlott minimális értékei a 4. táblázatban található.

Az RC2 megbízhatósági osztályhoz, és ennek megfelelő CC2 kárhányadi osztályhoz 1 éves, illetve 50 éves tervezési élettartam esetén ajánlott β megbízhatósági index EC 0 szerinti értékeit az 5. táblázat tartalmazza. Az 5. táblázat egyúttal tartalmazza a fáradási és a használhatósági határállapotok vizsgálatához rendelt β értékeket is.

A megbízhatósági index és a kockázat közötti $p = \Phi(-\beta)$ összefüggés normális eloszlásfüggvény alkalmazásával számított eredményét a 6. táblázatban tüntetjük fel. Itt Φ a normális eloszlás eloszlásfüggvénye.

5.5 Az EC 0 szerinti ellenőrzési szintek

Annak érdekében, hogy a fentiekben előírányzott megbízhatósági szint teljesüljön, ezért az EC 0 a megvalósítási tervek, illet-

ve a kivitelezés ellenőrzésének a követelményeit a megrendelő által előírányzott vagy a tervezett szerkezet funkciója szerint felvett RC1-RC3 megbízhatósági osztályoktól függően meghatározott ún. tervellenőrzési (DSL1-DSL3), illetve helyszíni ellenőrzési (IL1-IL3) szintek alapján írja elő.

6. SZABÁLYOZÁS-TÖRTÉNETI ÖSSZEFOGLALÓ

A babiloni és más építési tragédiák után szükségszerűvé vált a Kr.e. XX. században Hammurabi szabályozó-büntető jellegű törvényeinek megjelenése. Az építési költségek csökkentése érdekében a korabeli mesterek ugyanis előszeretettel csökkentették a méreteket, vagy mellőzték a tartósabb és nagyobb szilárdságú anyagokat. A szerkezetek biztonsága ezért fokozatosan csökkent és megszaporodtak az építési balesetek. Az építési balesetek és azok következményeinek kivizsgálása, illetve feldolgozása megmozgatta a kutatók fantáziáját. Galilei és Newton munkásságát követően az építéstudomány központi témája lett a tartószerkezetek megfelelő (szükséges és egyben elegendő), azaz optimális biztonságának a keresése. A Kr.u. XIX. század végén és a XX. század elején a szabályzatok a szerkezetek erőtanai megfelelőségének az igazolását a rugalmas állapot feltételezésével és az egyetlen biztonsági tényezőt használó ún. megengedett feszültségek módszerére támaszkodva írták elő. A fokozatosan csökkenő méretek és merészebb szerkezeti megoldások alkalmazásával párhuzamosan a használati állapotokra épült rugalmas számítási modell kiegészítéseként előtérbe került a törési állapot vizsgálata. A magyar Kazinczy G. (1914) rugalmas-képlékeny anyagmodell alkalmazásával vizsgálta a két végén befalazott acélgerenda teherbírását. A német Mayer (1926) az osztott biztonsági tényező eljárás alkalmazására tett javaslatot. A szerkezetépítő statikus sajátos felelőssége miatt e kezdeményezések szabályzati alkalmazását egy időre elhalasztották. A szovjet-orosz Gvozgyev (1946) a teherbírás és a használhatósági határállapotok vizsgálatára épülő eljárás alkalmazását indítványozta. A II. világháborút követő ötvenes évek elején, a sajátos gazdasági-politikai helyzetben Menyhárd István vezetésével az osztott biztonsági tényező méretezési modell alkalmazására tértünk át hazánkban. E szabályozás következményeként Magyarországon kezdetét vette a tartószerkezeti biztonság fokozatos csökkentésének az időszaka (1955-1986) (CEB/FIP, 1978). Az EC biztonsági szintjének a kialakításánál az ezzel kapcsolatos kelet-európai tapasztalatokat hasznosíthatták (többek között) azzal, hogy a valószínűségi elvek gyakorlati alkalmazásának előgítése céljából a megbízhatósági elmélet alapjait beépítették a legújabb EC szabványokba (Szalai, Farkas, Kovács, 2002), (Szalai, 2002), (Szalai, 2003).

7. HIVATKOZÁSOK

- Bölcsei E. (1969), „Építmények biztonsága”, *Műszaki Tudomány*, pp. 413-414.
- Bölcsei E. – Dulácska E. (1974), „Statikusok könyve”, *Műszaki Könyvkiadó*, Budapest
- Bódi I. - Dulácska E. - Deák Gy. - Korda J. - Szalai K. (1989), „Statikusok könyve. 5. fejezet Magasépítés”, *Műszaki Könyvkiadó*, Budapest
- CEB/FIP (1978), Bulletin d'Information Nr. 129, „Trial and Calculations based on the CEB/FIB Model Code for Concrete Structures”, CEB/FIP Bulletin d'Information, London
- Deák Gy. (1992), „Stochasztikus szemlélet a használati állapot vizsgálatánál”, *BME Építőmérnöki Kar Vasbetonszerkezetek Tanszéke Tudományos Közleményei*. Ankét Dr. Mistéth Endre tiszteletére, Budapest
- Farkas, Gy. – Kovács, T. – Szalai, K. (2002), „Synthesis of safety levels approved in East- and West-Europe in the Eurocode”, *Proceedings of*

- the fib 2002 Congress on Concrete Structures in the 21st century*, Vol 2, Session 11, Osaka
- Gvozgyev, A (1949), „A szerkezetek teherbírásának számítása a határegyen-súly alapján” (oroszul), *Gosztrójzdat*, Moszkva
- Gyengő T. - Menyhárd I. (1960), „Vasbeton szerkezetek elmélete, méterezése és szerkezeti kialakítása”, *Műszaki Könyvkiadó*, Budapest
- Kazinczy G. (1914), „Kísérletek befalazott tartókkal”, *Betonszemle*, Budapest, pp. 79-110.
- Kazinczy G. (1942), „Az anyagok képlékenységének jelentősége a tartószerkezetek teherbírása szempontjából”, Budapest
- Kármán T. (1965), „A teherhordó szerkezetek optimális biztonságáról”, Budapest, *ÉTI*
- Kármán T. (1987), „A tartószerkezet biztonság emberi tényezői”, *Közlekedés- és Mélyépítéstudományi Szemle*, Budapest
- Keldis, V. M. (társszerzőkkel) (1951), „Építési szerkezetek számítása határalapok alapján” (oroszul), Moszkva, 270 p.
- Korányi I. (1949), „A szerkezetek biztonsága”, *Magyar Közlekedés, Mély- és Vízépítés*, Budapest, pp. 76-85.
- Korda J. (1998), „A Γ -eloszlásfüggvény alkalmazása kísérletben a beton szilárdságának jellemzésére”, *BME Építőmérnöki Kar Vasbetonszerkezetek Tanszéke Tudományos Közleményei*, Budapest, pp. 48-59.
- Korda J. - Szalai K. (1973), „A szerkezeti betonok szilárdsági követelményei és minősítésük”, *Mélyépítéstudományi Szemle*, Budapest, pp. 117-125.
- Kovács B. (1997), „A „nyírt fal” modell”, *BME Építőmérnöki Kar Vasbetonszerkezetek Tanszéke Tudományos Közleményei*, Budapest, pp. 113-119.
- Kovács, B. (1992), „Stiffening analysis of buildings erected in the IMS system”, *Technical University of Budapest. Department of Reinforced Concrete Structures*, Budapest
- Lenkei P. (1966), „Törési határfeltételek vizsgálata vasbetonlemezek törés-vonalai mentén”, *ÉTI Tudományos közlemények*, Budapest
- Lenkei P. - Szalai K. (1994), „Hungarian Experience and EUROCODE 2”, *Proceedings of the Workshop*, Technical University, Prague
- Mayer, M.(1926), „Die Sicherheit der Bauwerke und ihre Berechnung nach Grenzkraften amstatt nach zulässigen Spannungen”, *Verlag von Julius Springer*, Berlin.
- Menyhárd I. (társszerzőkkel) (1951), „Vasbetonszerkezetek új méretezési módja. A biztonsági tényezőknél és a törési elméleten alapuló számítási módszer”, *Építőipari Könyv- és Lapkiadó Vállalat*, Budapest
- Mihailich Gy. – Haviár Gy. (1966), „A vasbetonépítés kezdete és első létesítményei Magyarországon”, *Akadémiai Kiadó*, Budapest.
- Mistéth E. (1974), „Az erőtanai méretezés valószínűségelméleti alapon”, *ÉTK* 1974, Budapest.
- Mistéth E. (2001), „Méretezésemélet *Akadémiai Kiadó*, Budapest
- MSZ EN (1990), „A tartószerkezeti tervezés alapja”, Budapest
- Palotás L. (1967), „Vasbetonépítéstan”, *Tankönyvkiadó*, Budapest
- Szalai K. (1974), „Vasbetonszerkezetek méretezés-elméletének egyes kérdései”, *Mélyépítéstudományi Szemle*, Budapest, pp. 303-305.
- Szalai K. (1987, 1996), „Vasbetonszerkezetek”, *Műegyetemi Kiadó*, Budapest
- Szalai K. (2002), „A szerkezeti anyagok parciális tényezőinek összetevői”, *BME Építőmérnöki Kar Hidak és Szerkezetek Tanszéke Tudományos Közleményei*, Budapest, pp. 155-160.
- Szalai K. (2003), „Az osztott biztonsági tényező méretezés bevezetése Magyarországon 1949/51 években”, *Tartószerkezeti kutatások évfordulós kötet Lenkei Péter tiszteletére*, Pécs, pp. 107-115.
- Szalai K. - Farkas Gy. - Kovács T. (2002), „A teherhordó szerkezetek kelet- és nyugat európai biztonsági szintjeinek optimalizálása az EC előírásokban”, *Közúti és Mélyépítési Szemle*, Budapest, pp. 203-210.
- Szalai, K. – Lenkei, P. (1992), „Hungarian Experience in Structural Design Coding (Historical Antecedents of Eurocode-2)”, *Periodica Polytechnica Ser. Civil Eng.* Vol 36, pp. 114-122.

Dr. Farkas György (1947), okl. építőmérnök, mérnök-matematikai szakmérnök, Dr. Habil. tanszékvezető egyetemi tanár a BME Hidak és Szerkezetek Tanszéken. Fő érdeklődési területe: vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek modellezése és megerősítése, utófeszített födémek, tartószerkezetek dinamikája, nagyszilárdságú-nagy teljesítőképességű betonok. A *fib* Magyar Tagozat tagja.

Kovács Tamás (1974), okl. építőmérnök, egyetemi tanársegéd. 1997-ben szerzett építőmérnöki diplomát a BME Építőmérnöki Karán. Fő érdeklődési területe: vasbeton szerkezetek károsodásbecslése a dinamikai jellemzők alapján, vasbeton hidak megerősítése, nagyszilárdságú-nagy teljesítőképességű betonok, szabványosítás. A *fib* Magyar Tagozat tagja.

Dr. Szalai Kálmán (1930) okleveles hid- és szerkezetépítő mérnök (1952), a műszaki tudomány doktora (1976), a BME Hidak és Szerkezetek Tanszékén egyetemi tanár (1976-2000), kutató professzor. Fő érdeklődési területe: a beton-, vasbeton- és feszített hid- és magasépítési vasbeton szerkezetek

méretezés elmélete, szilárdságtana, minőségellenőrzése, felülvizsgálata és megerősítése, továbbá a nagyszilárdságú és nagy-teljesítőképességű beton, a vasbeton korrózióvédelme. A *fib* Magyar tagozatának tagja.

HISTORICAL BACKGROUND OF PROBABILITY-BASED DESIGN IN HUNGARY

Prof. György Farkas – Tamás Kovács – Prof. Kálmán Szalai

The Hungarian code MSZ EN 1990 “Fundamentals of Structural Design” (EN) contains the design principles applied in the structural Eurocodes. It is

partly based on the design experience of Eastern European countries – among them of Hungary – in second part of the 20th Century. The Hungarian design codes introduced in 1949-51 (MSZ Hungarian Codes and Code for Bridges) were built on probabilistic theorems. Already over 50 years in Hungary, the fulfillment of structural requirements are to be analyzed by a procedure based on the concept of the optimal safety, using partial safety factors. The procedure serving the design in Hungary, regarding the basic principles, is almost a data bank like antecedent of the reliability method included in the EC 0. In the paper, a survey is given on the reliability procedure based on principles of probability, related to concrete structures. The precedents of these methods to be found in the Hungarian design codes furthermore the experience of their application is presented.

AZ MSZ EN 206-1 EURÓPAI BETONSZABVÁNY ÉS ALKALMAZÁSA



Dr. Balázs L. György – Dr. Kausay Tibor

Az EN 206-1:2000 új európai betonszabvány hazánkban 2002-ben lépett érvényre (MSZ EN 206-1), majd 2004-ben nemzeti alkalmazási dokumentummal (NAD) bővült (MSZ 4798-1). E szabványok célja, hogy az Eurocode 2 illetve Eurocode 4 európai szabványsorozat szerint tervezett beton, vasbeton, ill. feszített vasbeton szerkezetek megvalósításához szükséges tartós betonok követelményrendszerét és műszaki feltételeit meghatározza. Jelen cikk azokat a főbb alkalmazási, környezeti, nyomószilárdsági, betonösszetéti, megfelelőségi feltételeket tárgyalja, amelyek az új európai betonszabványban és nemzeti alkalmazási dokumentumában a korábbi hazai betonszabványokhoz (MSZ 4719, MSZ 4720 sorozat) képest felfogásbeli és gyakorlati újdonságot jelentenek.

Kulcsszavak: szabvány, betonösszetétel, friss beton, konzisztencia, megszilárdult beton, környezeti osztály, nyomószilárdsági osztály.

1. BEVEZETÉS

Az új európai betonszabvány (EN 206-1:2000) húsz év alatt készült el. Tervezetét a CEN (Európai Szabványügyi Bizottság) 1981-ben kezdte kidolgozni, és 1985-ben tette közzé prEN 206 hivatkozási szám alatt. Ezzel párhuzamosan, 1979-1981 között készítették el a transzportbeton készítéséről és megfelelőségéről szóló prEN 199 európai szabványtervezetet. E szabványtervezeteket szövegező CEN/TC 104 és CEN/TC 94 műszaki bizottságok 1986-ban elhatározták, hogy a prEN 206 és a prEN 199 szabványtervezetek összevonásával, a beton tulajdonságait, készítését, bedolgozását, megfelelőség igazolását tárgyaló közös előszabványt készítenek, *azzal a céllal*, hogy rögzítsék a beton követelményrendszerét, amely az Eurocode 2 (betonszerkezetek tervezése) és az Eurocode 4 (együttműködő beton- és acélszerkezetek tervezése) előírásaival összhangban van, és azokat kiegészíti. A munkával 1988. júniusára készültek el, és a CEN-tagállamok a kidolgozott közös előszabványt ENV 206:1990 jelzet alatt vezették be. Ezt az előszabványt váltotta fel tíz év múltán, az időközben szerzett tapasztalatok figyelembevételével szövegezett új európai betonszabvány (EN 206-1:2000).

Az EN 206-1:2000 új európai betonszabvány hazánkban 2002-ben lépett érvényre (MSZ EN 206-1:2002), majd 2004-ben nemzeti alkalmazási dokumentummal (NAD) bővült (MSZ 4798-1:2004). Az EN 206-1:2000 európai szabványt eltérő éghajlati és földrajzi körülmények, különböző hagyományok és tapasztalatok mellett alkalmazzák Európában, ezért előírásait a nemzetek saját nemzeti alkalmazási dokumentumukkal egészíthették ki, mint az hazánkban is történt (MSZ 4798-1:2004). Az MSZ 4798-1:2004 nemzeti szabvány az MSZ EN 206-1:2002 európai szabvány szövegét álló betűkkel, és a nemzeti szabályozás szövegét dőlt betűkkel szerepelteti.

Az MSZ EN 206-1:2002 és MSZ 4798-1:2004 szabvány alkalmazása – mint minden szabványé a nemzeti szabványosításról szóló 1995. évi XXVIII. törvény értelmében – önkéntes. Az EN 206-1:2000 forrás szabvány *nem harmonizált* – és így az MSZ EN 206-1:2002 és MSZ 4798-1:2004 szabvány sem harmonizált – termék szabvány, tehát követelményeik teljesítéséből nem következik önmagától az európai Építési Termékdirektívában (89/106/EGK irányelv, és 93/68/EGK

módosítás és kiegészítés) – mint kötelező európai jogszabályban – az építményekre előírt alapvető követelmények teljesülése. Ezért az MSZ EN 206-1:2002 és MSZ 4798-1:2004 szabvány szerinti betont (betonkeveréket) a „CE” európai megfelelőségi jelöléssel nem lehet ellátni.

Az új európai betonszabvány (MSZ EN 206-1:2002) érvényre emelését követően a régi nemzeti betonszabványokat (MSZ 4719:1982, MSZ 4720-1:1979, MSZ 4720 2:1980 és MSZ 4720-3:1980) fokozatosan visszavonták. Ebben a helyzetben indokolt a betonnal kapcsolatos szabályozás legfőbb változásait áttekinteni.

2. ALKALMAZÁSI TERÜLET

Az új európai (MSZ EN 206-1:2002) és nemzeti (MSZ 4798-1:2004) betonszabványt mindazon esetekben használni kell, amikor a beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetet az Eurocode 2 (MSZ EN 1992-1-1:2005; MSZ EN 1992-1-2:2005; MSZ ENV 1992-2:2000; MSZ ENV 1992-4:1999), illetve az Eurocode 4 (MSZ EN 1994-1-1:2005; MSZ ENV 1994-1-2:2000; MSZ ENV 1994-2:1999) európai szabványsorozat alapján méretezik. Az MSZ 15022-1:1986, MSZ 15022-2:1986 és MSZ 15022-3:1986 szabvány alapján tervezett elemek vagy szerkezetek betonját továbbra is a régi, visszavont, de irodalomként használható MSZ 4719:1982, MSZ 4720-1:1979, MSZ 4720-2:1980 és MSZ 4720-3:1980 betonszabvány szerint kell ellenőrizni. Az idő kétségtelenül a régi magyar nemzeti betonszabvány rohamos háttérbe szorulását és az új európai betonszabvány egyre erőteljesebb térhódítását hozza, ami a kapcsolódó régi nemzeti termék és vizsgálati szabványok, vizsgálati módszerek és értékelések zömének az európai szabványokkal, mérési és értékelési módszerekkel való cseréjével is együtt jár.

Az MSZ 4798-1:2004 szabvány a közönséges (normál) beton, az adalékanyagos könnyűbeton és a nehézbeton teljesítőképességének, készítésének és megfelelőségének magyarországi műszaki feltételeit tárgyalja. A fogalom meghatározás szerint kiszáritott állapotban és 28 napos korban a *közönséges beton* testsűrűsége $> 2000 \text{ kg/m}^3$ és $\leq 2600 \text{ kg/m}^3$, az adalékanyagos *könnyűbeton* testsűrűsége $\geq 800 \text{ kg/m}^3$ és $\leq 2000 \text{ kg/m}^3$, a *nehézbeton* testsűrűsége $> 2600 \text{ kg/m}^3$.

A szabvány a könnyűbetonra és a nehézbetonra, vagy más különleges összetételű betonra (pl. bontási hulladék adalékanyagú betonra) részleteiben nincs kidolgozva. Kiegészítésre szorul az út- és pályabetonok, az adalékszeres betonok, a különleges technológiájú betonok (pl. lövellt beton, öntömörödő beton, tömegbeton stb.), a hulladéktároló betonok stb. vonatkozásában is. Érvénye a cementhabarcsokra, a C8/10 illetve LC8/9 nyomószilárdsági osztálynál gyengébb betonokra illetve könnyűbetonokra, a sejtbetonokra (gázbeton, azaz pórusbeton, habbeton), a könnyű adalékanyagos, nagy hézagterefogatú betonra, a 800 kg/m³-nél kisebb testsűrűségű, tehát hőszigetelő könnyűbetonokra, a hő- és tűzálló betonokra, szálerősítésű betonokra, öntömörödő betonokra stb. nem terjed ki. Mindezt nemzeti szabványok vagy műszaki irányelvek kidolgozásával és kiadásával lehet, illetve kell pótolni.

Az MSZ 4798-1:2004 szerint a beton gyártója be kell szerezzze a beton alapanyagaira (cementek, adalékanyagok, kiegészítőanyagok, adalékszeresek) vonatkozó Biztonsági Adatlapokat, és a beton készítése és szállítása során azok alapján kell eljárjon. A gyártó a betonkeverékekre vonatkozó Biztonsági Adatlapot az első szállítmánnyal együtt át kell adja a felhasználónak.

3. KÖRNYEZETI OSZTÁLY

Az MSZ 4798-1:2004 szabvány az 1., a NAD 4.1., az F1., a NAD F1. táblázatban a beton legalább 50 évre tervezett tartóssága érdekében környezeti osztályok alkalmazását írja elő. A használati élettartam alatt – üzemzerű használat mellett – a beton akkor lesz tartós, ha a környezeti hatásokat jelentős károsodás nélkül viseli.

A környezeti osztályok feltételei a megkövetelt legkisebb nyomószilárdsági osztály, a megkövetelt legkisebb cementtartalom, a megengedett legnagyobb víz-cement tényező, és a testsűrűségen keresztül kifejezésre kerülő megengedett legnagyobb levegőtartalom.

Az *erőtani számítás* eredménye alapján végzett betontervezéssel kapott, és a *környezeti osztály* feltételeként meghatározott víz-cement tényező, cementtartalom, beton nyomószilárdsági osztály, beton levegőtartalom illetve az adott eseti összetételre számított beton testsűrűség adatok közül a *mértékadó* víz-cement tényező, cementtartalom, beton nyomószilárdsági osztály, beton levegőtartalom és beton testsűrűség alkalmazandó követelményként a betongyártás során.

Az MSZ 4798-1:2004 szerinti környezeti osztályok kiterjesztése a következő:

- *Csak beton* elem és vasbetétet nem tartalmazó szerkezet betonjára vonatkozó környezeti osztályok: XN(H), X0b(H);
- *Csak vasbeton* elem és szerkezet betonjára (vasbetétet tartalmazó betonra) vonatkozó környezeti osztály: X0v(H);
- *Csak vasbeton és feszített vasbeton* elem és szerkezet betonjára (vasbetétet vagy feszítőhuzalt és/vagy pászmát tartalmazó betonra) vonatkozó környezeti osztályok: XC..., XD..., XF2(BV-MI), XF3(BV-MI)¹;
- *Beton, vasbeton és feszített vasbeton* elem és szerkezet betonjára *egyaránt* vonatkozó környezeti osztályok: XF..., XA..., XK(H)..., XV(H)....

Ha valamely betont többféle környezeti hatás ér, akkor „azokat a környezeti körülményeket, amelyeknek (a beton) ki van téve, szükséges lehet a környezeti osztályok kombinációjaként kifejezni.” (MSZ EN 206-1:2002 szabvány 4.1. szakasz). Például valamely esőnek és fagnak kitett, olvasztó

¹ A (BV-MI) jelölés a Beton- és Vasbetonépítési Műszaki Irányelvre utal.

sózás nélküli, agresszív talajvízzel érintkező vasbeton támfal légbuborékképző adalékszer nélkül, szulfátálló cementtel készülő betonjának környezeti osztály csoportja a hatások összegzésével: XC4, XF1, XA2, XV1(H), és nyomószilárdsági osztálya legalább C30/37, cementtartalma legalább 320 kg/m³, víz-cement tényezője legfeljebb 0,5, a bedolgozott friss beton levegőtartalma legfeljebb 1,0 térfogat%.

A fagy és olvasztósó hatásának kitett beton, vasbeton és feszített vasbeton elemek és szerkezetek XF2, XF3, XF4 környezeti osztályú betonjára az MSZ 4798-1:2004 szabvány F1. táblázata kimondja, hogy Magyarországon az ilyen környezeti osztályú betonokat légbuborékképző adalékszer nélkül készíteni nem szabad. Az MSZ EN 206-1:2002 szabvány ebben a kérdésben nem ilyen szigorú, ugyanis az F1. táblázatban azt írja, hogy: „Ha a betonban nincs mesterséges légbuborék, akkor a beton teljesítőképességét megfelelő módszerrel meg kell vizsgálni olyan betonnal összehasonlítva², amelyre az adott környezeti osztály esetén a fagyás/olvasztás állóságot bebizonyították.”³ Magyarországon is tapasztalat, hogy fagy- és olvasztósó-álló betont légbuborékképző adalékszer alkalmazása nélkül is lehet készíteni, sőt vasbeton és feszített vasbeton tartószerkezetek készítése során a légbuborékképző adalékszer használata akár kedvezőtlen is lehet (nöhet a beton vízfelvétele, csökkenhet a beton nyomószilárdsága, testsűrűsége és tömörsége, romolhat az acélbetét tapadása).

Véleményünk szerint mindazon esetekben, amikor valamely – nem útpálya – betonra vagy termékre vonatkozó szabvány, előírás, műszaki irányelv vagy utasítás (egy szóval műszaki dokumentum) a fagy- és olvasztósó-álló beton készítéséhez a légbuborékképző adalékszer alkalmazását kötelezően nem írja elő (például a közúti hidak építésére vonatkozó ÚT 2-3.402:2000 vagy a közúti hidak tervezésére vonatkozó ÚT 2-3.414:2004 útügyi műszaki előírás), akkor szabad fagy- és olvasztósó-álló betont légbuborékképző adalékszer alkalmazása nélkül is készíteni. Ez a vélemény a német állásponttal is egyezik, hiszen a DIN 1045-2:2001 szabvány (az EN 206-1:2000 szabvány német nemzeti alkalmazási dokumentuma) a fagy- és olvasztósó-álló beton egyik változataként a légbuborékképző adalékszer nélkül készülő betonra külön XF2 és XF3 környezeti osztályt is megad. Ezeket a környezeti osztályokat XF2(BV-MI) és XF3(BV-MI) jelekkel szerkezeti (nem útpályaszerkezeti) betonok esetén Magyarországon is alkalmazhatjuk. Fontos, hogy az ilyen beton kellő tömörségű, például a friss beton levegőtartalma legfeljebb 1,5 térfogat% legyen, és fagyállóságát illetően fagy- és olvasztósó-állóságát az MSZ 4798-1 szabvány 5.5.6. szakasza, vagy esetleg más, megállapodás szerinti szabvány (például ÖNORM 3303:2002) szerinti vizsgálatokkal igazoljuk. A fagy és olvasztósó hatásának kitett betonok e felfogás szerint bővített környezeti osztályait az 1. és a 2. táblázatban tekintjük át.

A fagyállóság ill. fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálata és értékelése az MSZ 4798-1:2004 szabvány felfogása szerint a következőképpen történik:

- Az XF1 és az XF3 környezeti osztályban, ahol csak fagyhatás éri a betont, – ha a fagyállóságot nem közvetett módon a betonösszetétel határértékeivel írták elő, akkor – a fagyállóságot együtt a „referencia” betonnal, az MSZ 4798-1:2004 szabvány 5.5.6. szakaszának A esete szerint kell megvizsgálni és értékelni;

- Az XF2 és az XF4 környezeti osztályban, ahol fagy- és

² Tudniillik a „vizsgált” betonnal és az azzal együtt fagyasztott, jellegzetesen fagyállóknak ismert „referencia” betonnal mért tulajdonságokat összehasonlítva.

³ Az ÖNORM B 3303:2002 mind a négy XF környezeti osztályra részben különböző összetételű referencia (nullbeton), azaz összehasonlító beton alkalmazását írja elő, és a fagyasztási vizsgálatot ezekkel együtt végezteti el.

Környezeti osztályok fagyás-olvadás okozta károsodás esetén						
az MSZ EN 206-1:2002 és az MSZ 4798-1:2004 szabvány F1. táblázata szerint				a DIN 1045-2:2001 szabvány F.2.2. táblázata alapján		
Környezeti osztály jele	XF1	XF2	XF3	XF4	XF2(BV-MI) ^{d)}	XF3(BV-MI) ^{e)}
		Légbuborékképző adalékszerrel			Légbuborékképző adalékszer nélkül	
Legnagyobb v/c	0,55	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50
Legkisebb szilárdsági osztály ^{c)}	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45
Legkisebb cementtartalom, kg/m ³	300	300	320	340	320	320
Legkisebb (képzett) levegőtartalom, térf.%	–	4,0 ^{a)}	4,0 ^{a)}	4,0 ^{a)}	–	–
Friss beton levegőtartalma térf.%	max. 2,0	Összesen: 4,0 – 6,0	Összesen: 4,0 – 6,0	Összesen: 4,0 – 6,0	max. 1,5	max. 1,5
Egyéb követelmény	Az MSZ EN 12620:2003 szerinti kielégítő fagyás/olvadás állóságú adalékanyag					

^{a)} „Ha a betonban nincs mesterséges légbuborék, akkor a beton teljesítményét (értsd alatta: teljesítőképességét, azaz fagy- és olvasztósó-állóságát) megfelelő módszerrel meg kell vizsgálni olyan betonnal összehasonlítva, amelyre az adott környezeti osztály esetén a fagyás/olvadás állóságot bebizonyították. Magyarországon XF2, XF3 és XF4 környezeti osztályú betont légbuborékképző adalékszer nélkül készíteni nem szabad...” (MSZ 4798-1:2004 F1. táblázat)

^{b)} „A legkisebb szilárdsági osztály tájékoztató adat.” (MSZ 4798-1:2004 F1. táblázat)

^{c)} Az XF2(BV-MI) környezeti osztályban a fagyállóságot az MSZ 4798-1:2004 szabvány 5.5.6. szakaszának B esete szerint meg kell vizsgálni.

^{d)} Az XF3(BV-MI) környezeti osztályban a fagyállóságot együtt a „referencia” betonnal, az MSZ 4798-1:2004 szabvány 5.5.6. szakaszának A esete szerint meg kell vizsgálni.

1. táblázat: Környezeti osztályok és a betontulajdonságokra előírt határértékek fagyálló, illetve fagy- és olvasztósó-álló betonok esetén

2. táblázat: Fagyálló, illetve fagy- és olvasztósó-álló betonok környezeti osztályainak áttekintése

Környezeti osztály	Olvasztósó hatás éri a betont	A beton felülete	Légbuborékképző adalékszerrel készülő beton
XF1	Nem	Függőleges	Nem
XF2	Igen	Függőleges	Igen
XF3	Nem	Vízszintes	Igen
XF4	Igen	Vízszintes	Igen
XF2(BV-MI)	Igen	Függőleges	Nem
XF3(BV-MI)	Nem	Vízszintes	Nem

olvasztósó-hatás éri a betont, – ha a fagy- és olvasztósó-állóságot nem közvetett módon a betonösszetétel határértékeivel írták elő, akkor – a fagy- és olvasztósó-állóságot az MSZ 4798-1:2004 szabvány 5.5.6. szakaszának B esete szerint kell megvizsgálni és értékelni. Ha megegyeztek a fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat elhagyásában, és a fagy- és olvasztósó-állóságot közvetett módon a betonösszetétel határértékeivel írták elő, akkor a szilárd beton légbuborék-eloszlását és távolsági tényezőjét kell meghatározni az MSZ EN 480-11:2000 szerint;

– Az XF2(BV-MI) környezeti osztályban a fagy- és olvasztósó-állóságot az MSZ 4798-1:2004 szabvány 5.5.6. szakaszának B esete szerint kell megvizsgálni és értékelni. A fagy- és olvasztósó-állóságot közvetett módon a betonösszetétel határértékeivel nem szabad előírni, hanem a fenti vizsgálatot el kell végezni;

– Az XF3(BV-MI) környezeti osztályban a fagyállóságot együtt a „referencia” betonnal, az MSZ 4798-1:2004 szabvány 5.5.6. szakaszának A esete szerint kell megvizsgálni és értékelni. A fagyállóságot közvetett módon a betonösszetétel határértékeivel nem szabad előírni, hanem a fenti vizsgálatot el kell végezni.

4. NYOMÓSZILÁRDSÁGI OSZTÁLY

A közönséges beton nyomószilárdsági osztályának betűjele *C*, a könnyűbetoné *LC*, a nehézbetoné Magyarországon *HC*. A betűjelet törtvonallal elválasztott két számjegy követi, melyek közül az első a szabványos *hengersizilárdság előírt jellemző (karakterisztikus) értéke* ($f_{ck,cyl}$), a második a szabványos *kockaszilárdság előírt jellemző (karakterisztikus) értéke* ($f_{ck,cube}$) N/mm² mértékegységben (például: C20/25). Az MSZ EN 206-1:2002 és MSZ 4798-1:2004 szerinti „jellemző érték” az Eurocode 2 és Eurocode 4 szerinti „karakterisztikus érték” megfelelője. A szilárdság előírt és tapasztalati jellemző (karakterisztikus) értékének jelöléséről az MSZ 4798-1:2004 szabvány NAD 3.1. táblázata ad áttekintést.

A nyomószilárdsági osztályokat az MSZ 4798-1:2004 szabvány 7. és 8. táblázata tartalmazza. A közönséges betonok és a nehéz betonok nyomószilárdsági osztálya C8/10 – C100/115 közötti, a könnyűbetonoké LC8 – LC80/88, szemben a korábbi C 4 – C 55, illetve LC 4 – LC 55, MSZ 4719:1982 szerinti nyomószilárdsági osztályokkal.

Nagyszilárdságú a közönséges beton, ha a nyomószilárdsági osztályának jele legalább C55/67, és nagyszilárdságú a könnyűbeton, ha nyomószilárdsági osztályának jele legalább LC55/60.

A szabványos nyomószilárdságot a beton 28 napos korában, kizsaluzástól végig víz alatt tárolt és vizes állapotban vizsgálta, 150 mm átmérőjű és 300 mm magas próbahengeren vagy 150 mm méretű próbakockán kell meghatározni. Magyarországon a *próbakockákat* szabad vegyesen, azaz kizsaluzásuktól 7 napos korig víz alatt, utána nyomószilárdság vizsgálatukig laborlevegőn tárolni, és nyomószilárdságukat légszáraz állapotban vizsgálni, ebben az esetben azonban az MSZ 4798-1:2004 szabvány NAD 5.3. táblázata szerint a kockaszilárdság előírt jellemző értéke nagyobb, mint az eredetileg szabványos, végig

Nyomószilárdsági osztály	A kockaszilárdság előírt jellemző (karakterisztikus) értéke, ha a próbakockákat végig víz alatt tárolták, az MSZ 4798-1 7. táblázata szerint $f_{ck,cube}$ N/mm ²	A kockaszilárdság előírt jellemző (karakterisztikus) értéke, ha a próbakockákat vegyesen, azaz 7 napos korig víz alatt, utána laborlevegőn, szárazon tárolták $f_{ck,cube,H}$ N/mm ²
C8/10	10	11
C12/15	15	16
C16/20	20	22
C20/25	25	27
C25/30	30	33
C30/37	37	40
C35/45	45	49
C40/50	50	54
C45/55	55	60
C50/60	60	65
C55/67	67	71
C60/75	75	79
C70/85	85	89
C80/95	95	100
C90/105	105	111
C100/115	115	121

3. táblázat: Nyomószilárdsági osztályok közönséges betonokra és nehézbetonokra, ha a 150 mm élhosszúságú próbakockákat vegyesen tárolták

víz alatti tárolás esetén (3. táblázat). Közönséges betonok (és nehézbetonok) esetén a vegyesen tárolt próbakockák előírt jellemző értékének ($f_{ck,cube,H}$) kiszámítása a végig víz alatt tárolt próbakockák előírt jellemző értékéből ($f_{ck,cube}$) a C50/60 nyomószilárdsági osztályig bezárólag 0,92 értékű osztóval ($f_{ck,cube,H} = f_{ck,cube}/0,92$), a C55/67 nyomószilárdsági osztályban és attól felfele (nagyiszilárdságú betonok) 0,95 értékű osztóval ($f_{ck,cube,H} = f_{ck,cube}/0,95$) történik.

A könnyűbetonokat a nyomószilárdsági osztályon kívül testsűrűségi osztállyal is jellemezni kell, ahogy az az MSZ 4798-1:2004 szabvány 9. táblázatában szerepel: a szilárd könnyűbeton kiszáritott állapotban értelmezett testsűrűségi osztályai 800 és 2000 kg/m³ között 200 kg/m³ terjedelműek. Magyarországon a szilárd könnyűbeton testsűrűségi osztályának jele: ρ_{LC} .

5. LEVEGŐTARTALOM ÉS TESTSÚRÚSÉG

5.1 A friss beton levegőtartalma

Az építési célnak – beleértve a tartósságot is – csak a kellően bedolgozott, megkövetelt tömörségű, zárványmentes beton felel meg, ezért a bedolgozott friss beton levegőtartalmát korlátozni kell. Magyarországon a friss beton bennmaradt levegőtartalmának (a levegőzárványoknak) ajánlott tervezési értéke általában legfeljebb 2 térfogat%, a vízzáró betoné legfeljebb 1 térfogat%, a kopásálló zúzottkőbetoné legfeljebb 3 térfogat%. A légbuborékképző adalékszer nélkül készített fagyálló, függőleges felületű betoné (XF1 környezeti osztály) legfeljebb 2 térfogat%, fagyálló, vízszintes felületű betoné (XF3(BV-MI) környezeti osztály) ill. fagy- és olvasztósó-álló függőleges felületű betoné (XF2(BV-MI) környezeti osztály) legfeljebb 1,5 térfogat% legyen.

A légbuborékképző adalékszerrel készített fagyálló, illetve fagy- és olvasztósó-álló beton (XF2, XF3, XF4 környezeti osztály) esetén a képzett (bevitt) levegőtartalom – a bennmaradt levegőtartalom felül – legalább 4 térfogat% legyen.

Ha a légbuborékképző adalékszerrel készített szilárd beton olvasztósó hatásának is ki van téve (XF2 és XF4 környezeti osztály), és az érdekelt felek megegyeznek a fagy- és olvasztósó-állósági vizsgálat elhagyásában, akkor a beton megfelelőségének az igazolásához a szilárd beton légbuborék eloszlását és távolsági tényezőjét az MSZ EN 480-11:2000 szerint meg kell határozni. A légbuborékképző adalékszerrel bevitt, közel gömb alakú, mikroszkopikus légbuborékok átmérője 0,02 mm és 0,30 mm között van, távolsági tényezőjük legfeljebb 0,22 mm legyen.

5.2 \bar{A} friss beton testsűrűsége

A levegőtartalom határérték figyelembevételével tervezett levegőtartalom, a beton tervezett összetétele és a beton alkotó anyagainak testsűrűsége alapján a bedolgozott friss beton tervezett testsűrűsége a következőképpen számítható ki:

$$\rho_{friss\ beton} = M_C + x \cdot M_C + \rho_A \cdot \left(1 - \frac{M_C}{\rho_C} - \frac{M_V}{1000} - \frac{V_L\%}{100} \right) \quad [kg/m^3]$$

ahol:

- M_C = a beton tervezett cementtartalma, kg/m³
- x = a beton tervezett víz-cement tényezője
- $M_V = x \cdot M_C$ = a keverővíz tömege 1 m³ bedolgozott friss betonban, kg/m³
- $V_L\%$ = a friss beton tervezett levegőtartalma, térfogat%
- ρ_C = a cement anyagsűrűsége, kg/m³
- ρ_A = az adalékanyag keverék szemeinek súlyozott testsűrűsége kiszáritott állapotban, kg/m³.

$$\rho_A = \frac{1}{\left(\frac{\alpha}{\rho_\alpha} + \frac{\beta}{\rho_\beta} + \frac{\gamma}{\rho_\gamma} + \dots \right)} \quad [kg/m^3]$$

ahol:

- $\alpha, \beta, \gamma \dots$ = az adalékanyag keveréket alkotó frakciók tömegaránya, 0 és 1 közé eső nevezetlen szám
- $\rho_\alpha, \rho_\beta, \rho_\gamma \dots$ = az adalékanyag keveréket alkotó frakciók szemeinek átlagos testsűrűsége kiszáritott állapotban, kg/m³

A ρ_A súlyozott testsűrűséget kell használni az adalékanyag keverékre akkor is, ha annak természetes adalékanyag frakciói különböző kőzet-fajtájúak (például homok, kavics, mészkő, andezit vagy bazalt zúzottkő stb.).

Ha a beton nyomószilárdságának ellenőrzésére készített friss, bedolgozott, közönséges beton vagy nehézbeton próbatetek testsűrűsége a bennmaradt levegőtartalom (levegőzárványok) miatt a tervezett testsűrűsénél több mint

2 %-kal kisebb, akkor ezeket nem szabad a szilárd beton nyomószilárdsági követelményeinek az igazolásához felhasználni. A 2 % testsűrűség hiány 20 liter/m³ többletlevegőt, azaz a tervezetthez képest +2 térfogat% levegőzárványt jelent. Minden +1 térfogat% levegőtartalom 4-5 % nyomószilárdság csökkenést okoz, ezért a megfelelő betonösszetétel, konzisztencia és tömörítési módszer a betonkészítés alapvető követelménye.

6. A SZILÁRD BETON TESTSŰRŰSÉGE

A szilárd (megszilárdult), 28 napos, kiszáritott beton testsűrűségét a friss beton tervezett testsűrűségéből annak feltételezésével lehet közelítőleg előrebecsülni, hogy a cementkőbe a cement mintegy 30 %-át kitevő (el nem párologtatható) víz épül be, tehát az elpárolgó víz tömege, azaz a friss és a megszilárdult beton testsűrűségének különbsége: $(x - 0,3) \cdot M_c$, ahol x a víz-cement tényező és M_c a cementtartalom kg/m³-ben.

A szilárd beton testsűrűségét kiszáritott állapotban az MSZ EN 12390-7:2001 szerint kell megmérni. Újdonság, hogy a kiszáritást az MSZ 4798-1:2004 szerint – a korábbiakban szokásos 105 °C – 110 °C hőmérséklet helyett (MSZ 4715-2:1972) – 60 °C ± 5 °C hőmérsékleten, tömegállandóságig kell végezni. Tömegállandó a próbadarab vagy próbatest, ha a két legutolsó tömegmérés közötti különbség az utóbbinak legfeljebb 0,1 százaléka.

Ha a testsűrűség mérést a szabványosan (végig víz alatt) tárolt, tehát vizes nyomószilárdság vizsgálati próbatesteken végezzük (ρ_{vizes}), akkor a nyomószilárdság vizsgálat után viszsamaradó – közönséges beton és nehézbeton esetén legalább 200 cm³ térfogatú, könnyűbeton esetén legalább 300 g tömegű – betondarabon meg kell a víztartalmat állapítani (n), és ennek alapján lehet a kiszáritott állapotban értelmezett testsűrűségre következtetni:

$$\rho_{kiszáritott} = \frac{\rho_{vizes}}{1 + n}$$

ahol:

- $\rho_{kiszáritott}$ = a beton testsűrűsége kiszáritott állapotban, kg/m³
- ρ_{vizes} = a vizes próbatesten meghatározott testsűrűség, kg/m³
- n = a betondarabon meghatározott víztartalom, 1-nél kisebb nevezetlen szám.

Másik lehetőség a végig víz alatt tárolt próbatestek esetén, hogy a testsűrűséget külön e célra készített és 60 °C ± 5 °C tömegállandóságig szárított próbatesteken határozzuk meg.

A vegyesen tárolt, szilárd közönséges beton és nehézbeton próbatestek testsűrűségét szilárdságvizsgálat előtt, a légszáraz próbatesten, kell megmérni. A vegyesen tárolt, szilárd könnyűbeton próbatestek testsűrűségét 60 °C ± 5 °C tömegállandóságig szárított, legalább 300 g tömegű próbadarabon kell meghatározni.

A szilárd beton testsűrűség mérési eredményeinek szükséges megbízhatóságát az MSZ 4798-1:2004 szabvány N4.6. szakasza tárgyalja.

7. KONZOSZTEMENCIA OSZTÁLY

Az MSZ 4798-1:2004 szabvány négyféle konzisztencia mértéket (mérési módszert) ismer, és azokat betűvel jelöli: roskadási

mérték (S), területi mérték (F), VEBE mérték (V), tömörítési mérték (C). A szabvány a konzisztencia osztályt e betűjel és a beton folyósságával növekvő, az adott konzisztencia mérték tartományhoz rendelt számjel társításával jelöli. Például a 10 - 40 mm roskadási mértékű beton konzisztencia osztályának jele: S1. A konzisztenciát a tervezett értékkel is megadhatjuk, ilyenkor azonban elő kell írni a tűrést is, például: S = 30 ± 10 mm. Általában célszerűbb azonban a konzisztencia mérési módszernek megfelelő konzisztencia osztály jelét (pl. S1) és a hozzá tartozó tartományt, pl. S1 (10 - 40 mm) megadni. Magyarországon a konzisztencia osztályt elő szabad írni a régi hazai, MSZ 4714-3:1986 szerinti megnevezéssel is, ha az alkalmazásra kerülő konzisztencia mérő eszköz még nem ismert. Az MSZ 4798-1:2004 szabvány NAD N1. ábrája szerint például az S = 30 ± 10 mm roskadási mérték az MSZ 4714-3:1986 szerinti „kissé képlékeny” (KK) konzisztenciának felel meg. A betonösszetételt meghatározó betontechnológusnak azonban a konzisztencia előírásakor már nem elegendő a régi magyar megnevezést alkalmaznia.

A *roskadás*, a *terület* és a *VEBE mérés* Magyarországon eddig is szabványos volt (MSZ 4714-3:1986), és az új európai szabványok bevezetésével csak a *roskadás* és a *VEBE mérésben* következett be jelentősebb változás, nevezetesen mindkét eljárás esetén (MSZ EN 12350-2:2000 és MSZ EN 12350-3:2000) a csonka kúpot három egyenlő rétegben (a korábbi négy réteggel szemben) kell betonnal megtölteni, és rétegenként 25, összesen 75 szűrással (a korábbi 100 szűrással szemben) kell tömöríteni. A *terület mérésben* (MSZ EN 12350-5:2000) nincs lényegi változás.

A *tömörítési mérték* (MSZ EN 12350-4:2000) hazánkban korábban nem volt szabványos, de a német irodalomból (DIN 1048-1:1978) *Walz*-féle konzisztencia mérés néven jól ismert. A *Walz*-féle tömörítési mérték közelítőleg egyenlő a *Glanville*-féle tömörödési tényező (MSZ 4714-3:2003) reciprokával, és azt fejezi ki, hogy a betonadag laza térfogata hányszorosa a betömörítés utáni térfogatnak, illetve, hogy a laza betonadag tömege hányadrésze az ugyanolyan térfogatú betömörített beton tömegének. Például a 0,8 m³ laza térfogatú, 1,12 tömörítési mértékű, képlékeny konzisztenciájú friss beton térfogata betömörítés után 0,8/1,12 = 0,714 m³ lesz.

Az európai szabványok az ismétlési és összehasonlítási feltételeket a roskadás mérés és a terület mérés esetére adják meg.

8. A BETON ÖSSZETEVŐI

8.1 Cement

A környezeti osztályok követelmény értékeit CEM I fajtájú 32,5 szilárdsági osztályú portlandcementek alkalmazása feltételezésével határozták meg. Ennek ellenére a követelményeket bármilyen fajtájú 32,5 szilárdsági osztályú cement használata esetén figyelembe kell venni. CEM I 42,5 vagy 52,5 jelű cement alkalmazásakor sem szabad a cementadagolást a környezeti osztályokban megkövetelt cementtartalom alá csökkenteni, sem pedig a víz-cement tényezőt a környezeti osztályokhoz rendelt megengedett legnagyobb víz-cement tényező fölé emelni, még akkor sem, ha ezáltal az előírt betonszilárdságnál nagyobb eredményt kapunk. Ha szükséges, akkor a megfelelő konzisztenciát képlékenyítő vagy folyósító adalékszerrel kell beállítani. A környezeti osztályok követelmény értékei a tömegbetonok kis felület/térfogat hányadosára való tekintettel CEM 22,5 jelű nagyon kis hőfejlesztésű különleges cementek esetén is alkalmazhatók.

Betonkészítéshez elsősorban MSZ EN 197-1:2000 szerinti, általános felhasználású CEM I fajtájú portlandcementet, CEM II fajtájú összetett portlandcementet és CEM III fajtájú kohósalakcementet, valamint MSZ 4737-1:2002 szerinti szulfátálló (S) és mérsékelten szulfátálló (MS) portlandcementet, különleges esetben MSZ EN 197-4:2004 szabvány szerinti kis kezdőszilárdságú (L) kohósalakcementet, MSZ EN 197-1:2000/A1:2004 szerinti kis hőfejlesztésű (LH) kohósalakcementet, tömegbetonok készítéséhez C30/37, illetve LC35/38 nyomószilárdsági osztályig MSZ EN 14216:2004 szerinti nagyon kis hőfejlesztésű (VLH) cementet ajánlott használni.

Az alkalmazott cement szilárdsági osztálya előnyösen 32,5 vagy 42,5, de indokolt esetben 52,5, különleges esetben, pedig 22,5 is lehet. A cement szilárdulási üteme a betonozás körülményeitől függően normál (N), nagy kezdőszilárdságú (R) vagy kis kezdőszilárdságú (L) legyen.

A cementek felhasználásakor mindig követni kell az MSZ 4798-1:2004 szabvány előírásait illetve ajánlásait.

8.2 Adalékanyag

A homok, homokos kavics, kavics, zúzottkő, kőpor, kőliszt tárgyú nemzeti termék szabványok helyébe lépő új európai kőanyaghalmoz termék szabványok közül az MSZ EN 12620:2003 (közönséges adalékanyag) és az MSZ EN 13055-1:2003 (könnyű adalékanyag) foglalkozik a betonadalékanyagokkal, amelyek hazai alkalmazását az MSZ 4798-1:2004 betonszabvány értelmezi. A bontási, építési és építőanyaggyártási hulladék beton-adalékanyagként újrahasznosításának feltételeit a BV-MI 01:2005 (H) beton- és vasbetonépítési műszaki irányelv tárgyalja.

A beton adalékanyag $60\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ hőmérsékleten kiszáritott állapotban meghatározott testsűrűsége illetve halmazsűrűsége alapján nehéz (sugárvédő), közönséges (normál) vagy könnyű adalékanyag.

A beton adalékanyagok tulajdonságait az új európai szabványok geometriai, fizikai, kémiai, tartóssági csoportokba sorolva írják le.

Az adalékanyagok egyik legfontosabb tulajdonsága a szemnagyság, a frakciók osztályozásának élessége, az adalékanyag keverékek szemmegoszlása, amelyek szitavizsgálattal határozhatók meg. Az MSZ EN 933-1:1998 szabvány érvényre lépésével a szitavizsgálat módszere a korábbi MSZ 18288-1:1991 szabvány szerinti eljárásához képest megváltozott. Az új szabvány szerint az adalékanyag mintát ki kell szárítani, azután a 0,063 mm nyílású szita felett meg kell mosni, majd meg kell szárítani, hagyni kell lehűlni, és ezt követően kell a szitálást elvégezni. A mosóvízzel eltávolított finomrész mennyiségét a mosás előtti és utáni tömeg-mérésből ki kell számítani, és hozzá kell adni a szitáláskor a 0,063 mm nyílású szitán áthullott anyaghoz.

Az MSZ EN 933-1:1998 szerinti *szitavizsgálathoz* az MSZ EN 933-2:1998 szerinti *szitákat* kell használni. Az MSZ EN 933-2:1998 szabvány úgy rendelkezik, hogy az egyébként szükséges szitákon kívül alkalmazni kell a nálunk megszokott és hagyományos 0,063; 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125 mm lyukbőségű szitákat, valamint szükség esetén az ISO 565:1990 szerinti R20-as sorozat tagjait is. Ez utóbbi tartozó sziták használatával számos európai vizsgálati szabványban találkozni lehet. Az ISO 565:1990 szabvány R20 jelű szitasorozatának szitanyílásai 0,063 mm és 125 mm között $1,122 = 10^{0,05} = 10^{1/20}$ arányban emelkednek. Az MSZ 18288-1:1991 nemzeti, és az MSZ EN 933-2:1998 európai szabványok szitanyílásai duplázódnak, azaz $2 = 10^{\lg 2} = 10^{0,30103} = 10^{0,0206/20} \sim$

$10^{6/20} = 10^{6 \cdot (1/20)} = (10^{1/20})^6$ arányban emelkednek. Ezért az MSZ 18288-1:1991 nemzeti, és az MSZ EN 933-2:1998 európai szabványok szitái az ISO 565:1990 nemzetközi szabvány R20 jelű szitasorozatának *minden hatodik tagjával illeszkednek*.

A betonadalékanyag *frakciók* osztályozott, a homok, kavics, homokos kavics esetén rendszerint mosott és osztályozott, zúzottkő esetén általában tört és osztályozott termékek, amelyek *szemnagyságát* az MSZ EN 12620:2003 szabvány szerint a névleges legkisebb (d) és a névleges legnagyobb (D) szemnagysággal, valamint a D ellenőrző szitákon áthullott megkövetelt legkisebb, és a d ellenőrző szitán áthullott megengedett legnagyobb tömeg%-kal jelölik. Például a „4/8 kavics G_c80/15” jel olyan 4-8 mm névleges szemnagyságú osztályozott kavics frakciót jelent, amelynek a D ellenőrző szitán áthullott megkövetelt legkisebb mennyisége 80 tömeg%, és a d ellenőrző szitán áthullott megengedett legnagyobb mennyisége 15 tömeg%. Az MSZ 4798-1:2004 szabvány átveszi e követelményeket és jelöléseket, és magyar megnevezésekkel ellátva rendszerbe foglalja (MSZ 4798-1:2004 NAD 5.1. táblázat).

A beton adalékanyag *keveréket* általában osztályozott frakciók megfelelő arányú összekeverésével kell előállítani. Az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerint osztályozatlan adalékanyagot csak $\leq C12/15$ illetve $\leq LC12/13$ nyomószilárdsági osztályú beton készítéséhez felhasználni.

A beton adalékanyag keverék *szemmegoszlását* a szemmegoszlási görbével, a legnagyobb szemnagysággal, a finomsági modulussal, és ha szükséges, akkor az $U_{70/10} = d_{70}/d_{10}$ egyenlőtlenégi együtthatóval kell jellemezni és osztályozni (MSZ 4798-1:2004).

A szemmegoszlási görbét a határgörbékkel kell összevetni. A *szemmegoszlási határgörbék* és az MSZ EN 12620:2003 szerinti határpontok egybeszerkesztve az MSZ 4798-1:2004 szabvány NAD M1. - NAD M8. ábráin található.

A 4 mm feletti szemnagyságú zúzottkő és könnyű adalékanyag szemek szemalakját a jövőben nem az eddigi vastagság/szélesség, hanem a hosszúság/vastagság tengelyarányával kell jellemezni. Az MSZ EN 933-4:2000 szerint végzendő szemalak vizsgálat eszköze a szemalak tolómérő.

A beton adalékanyagként alkalmazott zúzottkő nyersanyagot és terméket az önszilárdság és az időállóság jellemzésére a Los Angeles aprózódás, a mikro-Deval aprózódás és a magnézium-szulfátos kristályosítási aprózódás vizsgálat eredménye alapján az MSZ 4798-1:2004 szabvány NAD 5.2. táblázata szerint *kőzetfizikai csoportba* kell sorolni. A zúzottkő vagy zúzottkő termék akkor sorolható be valamely *kőzetfizikai csoportba*, ha az ugyanazon szemnagyságú laboratóriumi mintából (frakcióból) előállított vizsgálati anyag a *kőzetfizikai csoport* minden követelményét egyidejűleg kielégítette.

Az európai vizsgálati szabványok a 10-14 mm szemnagysághatárú Los Angeles, mikro-Deval, szulfátos kristályosítási vizsgálati minták *referencia-vizsgálatát* írják elő, de megengedik a nemzeti előírás szerinti *alternatív-vizsgálati* szemnagysághatárok alkalmazását is. Ha a referencia-vizsgálati minták nem állnak rendelkezésre, vagy nem a 10-14 mm szemnagyságú referencia mintát, hanem célszerűen magát a tényleges szemnagyságú terméket kívánjuk vizsgálni, akkor Magyarországon megegyezés alapján szabad a Los Angeles, a mikro-Deval, a szulfátos kristályosítási vizsgálatot alternatív-vizsgálatként, a vonatkozó nemzeti szabvány (MSZ 18287-1:1990, MSZ 18287-6:1984, MSZ 18289-3:1985) szerint, az abban szabályozott vizsgálati anyagon elvégezni (MSZ 4798-1:2004). Ha nem zúzottkő termék *kőzetfizikai csoportját*, hanem zúzottkő készítésre vélhetően alkalmas kőzet előfordulásból (mélységi, kiömlési, vulkáni tufa, vegyi üledékes kőzetek) vett fűrészi mag, illetve darabos (tömbös, nyers-) kőmintát *kőzetfizikai csoportját*

kell meghatározni, akkor azt 10-14 mm szemnagyságú minta referencia-vizsgálatával kell végezni.

Magyarországon a homok, kavics, homokos kavics általában fagyálló kőanyagalmaz, ezért a fagy- és olvasztó-állóságát nem szokás megvizsgálni. A zúzottkövek *fagy- és olvasztó-állóságát* a magnézium-szulfátos kristályosítással kapott aprózódás, illetve az annak figyelembevételével meghatározott kőzetfizikai csoport fejezi ki.

Magyarországon a homokos kavics 4 mm alatti szemeinek *agyag-izsap tartalmát*, úgy mint eddig, az MSZ 18288-2:1984 szabvány 9. fejezete szerint, mérőhengerben történő ülepítéssel kell meghatározni.

A beton adalékanyag felületéről vízzel leoldható *klorid-ion-tartalmat*, illetve vízzel leoldható *szulfátion-tartalmat* 16 mm alatti, vagy 16 mm alá tört szemeken kell az MSZ EN 1744-1:2001 szabvány 7. fejezete illetve 10. fejezete szerint meghatározni. A *durva szennyeződések*et szemrevételezéssel, a *humusztartalmat* az MSZ EN 1744-1:2001 szabvány 15.1. szakasza szerinti nátronlúgos (NaOH) módszerrel, a *pirit szennyeződést* az MSZ EN 1744-1:2001 szabvány 14.1. szakasz kell vizsgálni.

Az adalékanyag *alkáli reakciónak* (alkálifém-oxid reakciónak) két alapvetően különböző változata van: az *alkáli - szilikát reakció* kovasav kőzetek (magma, laza és összeálló törmelék, átalakult kőzetek) esetén léphet fel, az *alkáli - karbonát (alkáli - dolomit)* reakció egyes meszes vagy agyagos-kovás-meszes dolomitok esetén fordulhat elő. Az alkáli reakció nagy valószínűséggel elkerülhető, ha az alkalmazott portlandcement nátrium-oxid egyenértéke a 0,6 tömeg%-ot nem haladja meg, a cement mennyisége a betonban kevesebb, mint 400 kg/m³, ha a kovasavtartalmú adalékanyag nem tartalmaz alkáli reakcióra érzékeny részecskéket, ha a dolomit adalékanyag dolomit-ásvány tartalma több, mint 90 tömeg%, ha a beton környezete száraz és hőmérséklete nem magas.

8.3 Keverővíz

A keverővíz minőségére vonatkozó követelményeket a MSZ EN 1008:2003 szabvány tárgyalja. A keverővíz nem lehet gyógyvíz, ásványvíz, talajvíz, kellemetlen szagú, színezett, zavaros, habzó, pezsgő víz. Ha a keverővíz ivóvíz, akkor vizsgálata szükségtelen.

Betongyárban a keverővízbe szabad betongyártási visszanyert vizet keverni. A betongyártási visszanyert (újrahasznosított) víz, más néven maradékvíz, zagyvíz (maradékbetonból származó víz, betonkeverődobok és szivattyúk mosóvíze, betonvágáshoz és kimosáshoz használt víz, a friss beton készítésénél visszamaradó víz) keverővízként való alkalmazásának feltételeivel az MSZ EN 1008:2003 szabvány A melléklete foglalkozik.

8.4 Adalékszer

A beton adalékszerekre vonatkozó minőségi követelmények a MSZ EN 934-2:2002 szabványban, a mintavételre és megfelelőség-ellenőrzésre vonatkozó előírások az MSZ EN 934-6:2002 szabványban találhatóak. Az alkalmazás során az MSZ 4798-1:2004 szabvány adalékszerekre vonatkozó fejezete szerint kell eljárni.

Az adalékszer (például folyósító, légbuborékképző adalékszer stb.) akkor használható, ha annak megfelelőségét, az adalékszer forgalmazója tanúsítja, és a termékhez használati utasítást mellékel.

Vasbeton vagy feszített vasbeton, acélszál-erősítésű beton készítése esetén csak kloridmentes adalékszer szabad alkalmazni.

Az adalékszer erős felmelegedéstől és fagytól óvva, az egészségszerű előírásokat betartva kell tárolni illetve kezelni.

9. A GYÁRTÓ FELELŐSÉGE

Az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerint a gyártó felelőssége attól függ, hogy a felhasználó által adott megrendelés szerint „tervezett betont”, „előírt összetételű betont” vagy „előírt iparági betont” kell-e készítenie:

- A „*tervezett beton*” olyan beton, amelyet a környezeti osztály vagy osztályok, a használati élettartam és a beton tulajdonságai (például szilárdsági jel, konzisztencia, legnagyobb szemnagyság stb.) előírásával rendelnek meg a gyártótól. A gyártó a „tervezett beton” megrendelés szerinti tulajdonságait kielégítő betonösszetétel megtervezéséért és ennek az összetételnek megfelelő betonkeverék elkészítéséért felelős.
- Az „*előírt összetételű beton*” olyan beton, amelyet a beton alapanyagainak és a beton összetételének előírásával rendelnek meg a gyártótól. A gyártó az „előírt összetételű beton” megrendelés szerinti alapanyagainak alkalmazásáért és az előírt keverési arány betartásáért felelős, de nem felelős a beton tulajdonságaiért.
- Az „*előírt iparági beton*” olyan beton, amelynek szilárdsági jele legfeljebb C16/20, környezeti osztálya XN(H), X0b(H) és X0v(H), és amelyet az arra hivatott és felkészült szakmai szervezet (például szövetség, társaság) betonreceptje alapján rendelnek meg a gyártótól. A gyártó az „előírt iparági beton” megrendelés szerinti alapanyagainak alkalmazásáért és az előírt keverési arány betartásáért felelős, de nem felelős a beton tulajdonságaiért.

10. A SZILÁRD BETON MEGFELELŐSÉGE A NYOMÓSZILÁRDSÁG ALAPJÁN

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 foglalt feltételeket.

A szilárd (általában 28 napos korú) és azonos feltételekkel gyártott beton nyomószilárdságát – és egyidejűleg a testsűrűségét –

- vagy a *több egyedi mintából* készített, mintánkénti egyetlen próbatest (például 15 minta = 15 próbatest) vizsgálatából kapott *egyedi eredmények átlagaként, ami egy vizsgálati eredmény* (általában a folyamatos gyártás esete);
- vagy az *egy mintából* készített két, illetve több ugyanazon korú próbatest (például 1 minta = 3 próbatest) vizsgálatából kapott *egyedi eredmények átlagaként, ami egy vizsgálati eredmény* (általában a kezdeti gyártás esete);
- vagy *több egyedi minta* esetén az egy mintából készített két, illetve több ugyanazon korú próbatest (például 1 minta = 3 próbatest) vizsgálatából kapott *átlag eredmények* (például 3 minta = 3 átlag eredmény) *átlagaként, ami egy vizsgálati eredmény* (általában a kezdeti gyártás esete) lehet megadni.

Ha egy mintából két vagy több próbatest készül és a vizsgálati értékek terjedelme nyomószilárdság esetén 15 %-kal, testsűrűség esetén 4 %-kal nagyobb azok átlagánál, akkor az eredményeket

el kell vetni, hacsak az egyik egyedi vizsgálati eredmény igazolható módon el nem vehető. Ha egy mintából készített három próbatest vizsgálata alkalmával csak ez egyik egyedi érték tér el nyomószilárdság esetén 15 %-nál, testsűrűség esetén 4 %-nál nagyobb mértékben az átlagtól, akkor ezt az értéket ki lehet hagyni, és a másik két érték átlagát szabad vizsgálati eredményként elfogadni. Ha ennek a megmaradt két adatnak a terjedelme is nagyobb, mint nyomószilárdság esetén az átlag 15%-a, és testsűrűség esetén az átlag 4%-a, akkor az adott minta vizsgálati eredményét (tehát a két, három vagy több egyedi eredményt együttesen) nem szabad az értékelésbe bevonni.

Az egyedi betonösszetételek mintavételi és vizsgálati tervében, valamint a megfelelőségi feltételekben meg kell különböztetni a kezdeti gyártást és a folyamatos gyártást. A kezdeti és a folyamatos gyártás során alkalmazandó mintavétel módjait az MSZ 4798-1:2004 szabvány 13. és NAD 8.2. táblázata tartalmazza.

10.1 A kezdeti gyártás

A kezdeti gyártás a legalább 35 egymás utáni, azonos feltételekkel készített betonra vonatkozó, kihagyás nélküli vizsgálati eredmény meghatározásáig tartó termelési időszak.

A kezdeti gyártás eredménye a három hónapnál hosszabb, de legfeljebb 12 hónapot kitevő időszak alatt végzett, legalább 35 egymás után következő mintavétel (legalább $35 \times 3 = 105$ próbatest) elérése után értékelhető. Meg kell adni a – mintánkénti legalább 3-3 próbatest vizsgálati eredményéből átlag számítással képzett – 35 vizsgálati eredményt és a 35 vizsgálati eredmény átlagát, valamint ki kell számítani a 35 vizsgálati eredmény szórását (σ), amely az elméleti szórás jó közelítését adja.

Ha az MSZ 4798-1:2004 szabvány 14. táblázatában foglalt feltételek teljesülnek, akkor át lehet térni a folyamatos gyártásra, ha nem teljesülnek, akkor a kezdeti gyártás a fenti feltételek teljesüléséig folytatandó.

10.2 A FOLYAMATOS GYÁRTÁS

A folyamatos gyártás 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.

A folyamatos gyártás eredménye legalább 15 egymás után következő, legfeljebb 12 hónap alatt végzett mintavétel ill. vizsgálat után értékelhető.

A folyamatos gyártás eredményének értékeléséhez meg kell adni a legalább 15 vizsgálati eredményt, a legalább 15 vizsgálati eredmény átlagát, valamint ki kell számítani a legalább 15 vizsgálati eredmény tapasztalati szórását (s_{15}).

A 15 minta vizsgálata alapján meghatározott s_{15} 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: $0,63 \cdot \sigma \leq s_{15} \leq 1,37 \cdot \sigma$

Amíg a szórásra vonatkozó fenti feltétel teljesül, addig a kezdeti gyártás időszakából meghatározott σ szórás a folyamatos gyártás időszakában is alkalmazható a megfelelőség ellenőrzésére.

Ha a szórásra vonatkozó feltétel 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 szórásnak értékét bizonyítani, akkor $\sigma \geq 6$ N/mm² értékkel kell számolni

A beton a tervezett nyomószilárdsági osztálynak a folyamatos gyártás során megfelel, ha MSZ 4798-1:2004 szabvány 14. táblázatában foglalt feltételek egyidejűleg teljesülnek.

10.3 A nyomószilárdság azonosító vizsgálata

Azonosító vizsgálatot akkor kell az MSZ 4798-1:2004 szabvány B melléklete szerint végezni, ha például meg akarunk győződni arról, hogy a kérdéses friss beton ugyanahhoz az alapsokasághoz tartozik-e, amelyre a gyártó a jellemző szilárdság megfelelőségét igazolta. Az azonosító vizsgálat feltételei különböznek, ha a beton a gyártásközi ellenőrzés tanúsításával vagy tanúsítása nélkül készült.

11. A MEGFELELŐSÉG IGAZOLÁSA

Az épített környezet alakításáról és védelméről szóló 1997. évi LXXVIII. törvény („Építési törvény”) kimondja, hogy építési célra anyagot, készterméket és berendezést csak a külön jogszabályban meghatározott megfelelőség igazolással lehet forgalomba hozni vagy beépíteni. A *megfelelőség igazolás* annak – vizsgálatokon alapuló – írásos megerősítése, hogy az építési célú termék a tervezett felhasználásra alkalmas, vagyis kielégíti a rá vonatkozó, például nemzeti szabványban előírt követelményeket. A megfelelőség igazolás lehet szállítói (forgalmazói, gyártói) *megfelelőségi nyilatkozat* vagy független tanúsító szerv által kiadott irat.

Az építési termékek műszaki követelményeinek, megfelelőség igazolásának, valamint forgalomba hozatalának és felhasználásának részletes szabályairól a 3/2003. (I. 25.) BM-GKM-KvVM együttes rendelet intézkedik. E szerint a szállító feladata a termékre előírt megfelelőség igazolási eljárás lefolytatása, valamint az eljárás eredményeként kiállított megfelelőség igazolásnak (megfelelőségi tanúsítvány vagy szállítói megfelelőségi nyilatkozat) a termékhez való csatolása. A megfelelőség igazolásnak lényegében hatféle módja van, amelyek közül kettő, nevezetesen a (+2) és a (4) jelű módok vonatkoznak a beton gyártójára, amelyek szerint *szállítói (gyártói) megfelelőségi nyilatkozatot* kell tenni.

Az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerinti *beton* (keverék) megfelelőség igazolási eljárásában függetlenül attól, hogy beton tervezett, előírt összetételű vagy előírt iparági beton

- a C8/10 – C16/20 illetve LC8/9 – LC16/18 nyomószilárdsági osztályú, XN(H), X0b(H), X0v(H) környezeti osztályú beton esetén *kijelölt tanúsító szervezet közreműködése nélkül*, a (4) *jelű megfelelőség igazolási módozatot* szabad alkalmazni, amelynek során a gyártó feladata a termék első típusvizsgálata (kezdeti vizsgálata), gyártásellenőrzés;
- a C20/25 illetve LC20/22 és ezeknél nagyobb nyomószilárdsági osztályú, valamennyi környezeti osztályú beton esetén *kijelölt tanúsító szervezet közreműködésével*, a (2+) *jelű megfelelőség igazolási módozatot* kell alkalmazni, amelynek során a gyártó feladata mellett a kijelölt tanúsító szervezet feladata az üzem és a gyártásellenőrzés alapvizsgálata, a műszaki specifikációban meghatározott esetekben a gyártásellenőrzés folyamatos felügyelete, értékelése és jóváhagyása;
- egyedi (nem sorozat) gyártás esetén a beton nyomószilárd-

sági osztályától függetlenül szabad kijelölt tanúsító szervezet közreműködése nélkül, a (4) jelű megfelelés igazolási módozatot alkalmazni.

Ezzel összefüggésben megjegyzendő, hogy az adalékanyag megfelelés igazolási eljárásában kijelölt tanúsító szervezet bevonása nélkül, a (4) jelű megfelelés igazolási módozatot szabad alkalmazni, ha az adalékanyagot a C8/10 – C16/20 nyomószilárdsági osztályú beton illetve LC8/9 – LC16/18 nyomószilárdsági osztályú könnyűbeton készítéséhez használják, amelynek környezeti osztálya XN(H), X0b(H) vagy X0v(H). Minden egyéb esetben az adalékanyag megfelelés igazolási eljárását kijelölt tanúsító szervezet bevonásával, a (2+) jelű megfelelés igazolási módozat alkalmazásával kell lefolytatni.

12. A BETON JELE

Magyarországon a beton jele tartalmazza a beton nyomószilárdsági osztályának jelét; könnyűbeton esetén a szilárd könnyűbeton testsűrűségi osztályának jelét; azon betonok esetén, amelyek adalékanyaga nem homokos kavics, az adalékanyag megnevezését; a betonszerkezethez tartozó környezeti osztályok jelét, amelynek építésére a betont felhasználják; a beton adalékanyag névleges legnagyobb szemmagyságának a jelét; a friss beton konzisztencia osztályának jelét a kloridion tartalom jelét, ha a betonnak a cement tömegére vonatkoztatott megengedett kloridtartalma 0,20 tömegszázaléktól eltér; a cement jelét, ha az követelmény; a beton használati élettartamát, ha az 50 évtől eltér; az MSZ 4798-1:2004 szabvány számát.

Például valamely esőnek és fagynak kitett, olvasztó sózás nélküli, agresszív talajvízzel érintkező vasbeton támfal C30/37 nyomószilárdsági osztályú, légbuborékképző adalékanyag nélkül, $D_{max} = 32$ mm legnagyobb szemmagyságú adalékanyaggal, szulfátálló portlandcementtel készül, képlékeny konzisztenciájú és 420–480 mm közötti területi mértékű betonjának a jele:

C30/37 – XC4, XF1, XA2, XV1(H) – 32 – F3 – CEM I 32,5 RS – MSZ 4798-1:2004

13. ÁTTEKINTÉS

Az MSZ EN 206-1:2002 új európai betonszabvány és nemzeti alkalmazási dokumentuma (MSZ 4798-1:2004) a környezeti, konzisztencia és nyomószilárdsági osztályok, az előíró, gyártó, felhasználó közötti felelősség megosztása, a megfelelési feltételek, a beton teljesítőképességének összetett szemlélet módja tekintetében a korábbi hazai szabványhoz (MSZ 4719:1982) képest számos felfogásbeli és gyakorlati újdonságot tartalmaz. Az új betonszabvány célja, hogy a tartós, és az Eurocode 2, illetve Eurocode 4 európai szabványsorozat szerint tervezett beton, vasbeton, feszített vasbeton szerkezetek megvalósításához szükséges betonok követelményrendszerét és műszaki feltételeit meghatározza.

14. HIVATKOZÁSOK

- 89/106/EGK és 93/68/EGK Az Építési célú Termékek Irányelve (CPD, azaz 89/106/EGK sz. európai Építési Termékdirektíva), és annak 93/68/EGK sz. módosítása
1995. évi XXVIII. törvény a nemzeti szabványosításról
1997. évi LXXVIII. törvény az épített környezet alakításáról és védelméről 3/2003. (I. 25.) BM-GKM-KvVM együttes rendelet az építési termékek műszaki követelményeinek, megfelelés igazolásának, valamint forgalomba hozatalának és felhasználásának részletes szabályairól
- Eurocode 2: „Betonszerkezetek tervezése”
- Eurocode 4: „Acél és beton kompozit szerkezetek tervezése”
- Beton-Kalender 1992. Jahrgang 81. Teil II. Verlag Ernst & Sohn, Berlin. pp. 202-203.
- BV-MI 01:2005 (H) „Betonkészítés bontási, építési és építőanyag-gyártási hulladék újrahasznosításával”, Beton- és Vasbetonépítési Műszaki Irányelv, ISBN 963 420 846 0
- MSZ EN 206-1:2002 „Beton. 1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelés”
- MSZ 4798-1:2004 „Beton. 1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelés, valamint az MSZ EN 206-1 alkalmazási feltételei Magyarországon.,

Dr. Balázs L. György (1958) okl. építőmérnök (1982), okl. mérnöki matematikai szakmérnök (1986), PhD, Dr. habil, egyetemi tanár, a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék vezetője (1999-). Fő érdeklődési területei: beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek (anyagai, laboratóriumi vizsgálata és modellezése), szálerezősítésű betonok (FRC), nem acél anyagú (FRP) betétek, megerősítések anyagai és módjai, erőátadódás betonban, vasbeton tartó repedezettségi állapota, vasbetonszerkezetek tartóssága. A *fib* TG 4.1 „Használhatósági határállapotok” munkabizottság elnöke, további *fib*, ACI és RILEM bizottságok tagja. A *fib* Magyar Tagozat elnöke. A *fib* Presidium tagja.

Dr. 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 Tagozat tagja (2000). Az MTA Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Tudományos Testületének gróf. Lónyai Menyhért emlékérmes tiszteletbeli tagja (2003). Tevékenysége a betontechnológiai és a kő- és kavicsipari kutatásra, fejlesztésre, oktatásra, szabványosításra terjed ki. Publikációinak száma mintegy 120.

EUROPEAN CONCRETE STANDARD, MSZ EN 206-1, AND ITS APPLICATION

PROF. GYÖRGY L. BALÁZS- PROF. TIBOR KAUSAY

The European concrete standard, EN 206-1:2000 is valid in Hungary since 2002 (called MSZ EN 206-1). It was extended with National Application Document and published as MSZ 4798-1. Its objective is to define the technical requirements to the durable reinforced or prestressed concrete structures designed according to Eurocode 2 or Eurocode 4, respectively.

Present paper discusses conditions on environment, composition, applicability and strength which are different to the previous Hungarian concrete standards (MSZ 4719 and MSZ 4720).



Tassi Géza

Az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT) ismét Csíksomlyón tartotta immár IX. nemzetközi építés-tudományi konferenciáját, az ÉPKO-t, 2005. június 2-5-ig. A konferencia támogatói között szerepel a *fib* MT, védnökei között Balázs L. György, a *fib* MT elnöke.

A konferencia Köllő Gábor elnökletével tartotta bevezető, plenáris ülését. Az ülésen az üdvözlések során Reguly Róbert csíkszeredai polgármester beszéde is elhangzott. Ezen az ülésen nyújtotta át Köllő Gábor a *PRO SCIENTIA TRANS-SYLVANICA* elnevezésű kitüntető érmet és oklevelet Balázs L. Györgynek, az erdélyi magyar tudományosság szolgálatában kifejtett tevékenységéért.

A konferencián bemutatott 50 szakelőadás közül 13 előadója volt erdélyi, egy pozsonyi, a többiek az anyaországból érkeztek.

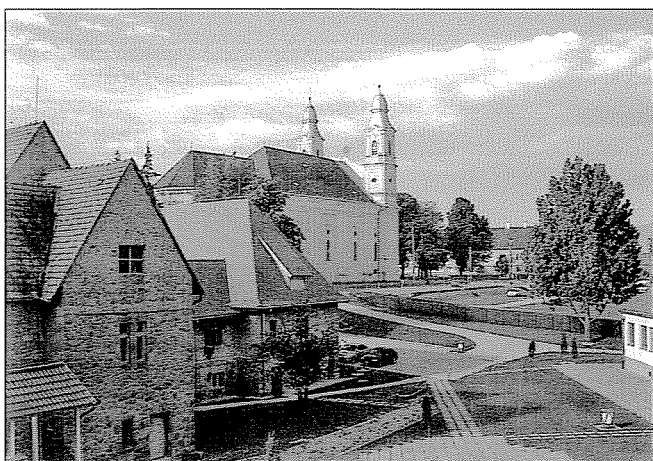
A konferenciáról és az EMT munkájáról szóló sok tény, gondolat látott már napvilágot a sajtóban (*Dubniczky, Hajtó, Polgár, 2005, Köllő, 2005*).

A gazdag programból e helyen csak a *fib* MT tagjainak a szereplését említjük meg. A következőkben felsoroljuk azokat az előadásokat is, amelyek anyagának társszerzője a *fib* MT tagja.

A plenáris ülésen előadást tartott Balázs L. György, méltó módon a 100 éve született Palotás László professzor életművét ismertette. Ezt követően tartott előadást Tassi Géza (társszerzői Farkas András és Szlivka József).

A „Tartószerkezetek, rehabilitáció, építőanyagok I” szekcióban adott elő Arany Piroska, Kopecskó Katalin (társszerzője Balázs György), Varga Ákos, ugyanilyen elnevezésű „II” szekcióban Kegyes Csaba (két előadással, az egyik társszerzője Kegyes-Brassai Orsolya), Friedmann Noémi (társszerzője Farkas György), Szlivka József (társszerzője Tassi Géza), Völgyi István (társszerzője Farkas György).

Balázs L. György és Kegyes Csaba szekcióelnöki feladatot is ellátott.



1. kép: A Jakab Antal tanulmányi ház (a konferencia színhelye) háttérben a csíksomlyói kegytemplommal



2. kép: A konferencia elnöksége (balról jobbra: Hajtó Odón, Köllő Gábor, Balázs L. György, Kazinczy László és Kontra Jenő)



3. kép: A Hargita hegyei népi együttes előadásának részlete (1)



4. kép: A Hargita hegyei népi együttes előadásának részlete (2)



5. kép: Korondi kerámiabolt

A többi szekcióban (Épületgépészet, Közlekedés-építészet *fib* MT tagok nem szerepeltek.

Az EMT ÉPKO hagyománya szerinti kirándulás ezúttal a parajdi sóbányába és Korondra vezetett, majd a Hargitán át utaztunk Marosfőig, s onnan tértünk vissza Csíksomlyóra. A konferenciák mindig színes és gazdag színfoltja volt az a kulturális műsor, amit a szakmai nap estjén a Hargitai Népi Együttes zene- és táncművészei adtak valamennyi résztvevő nagy örömére.

E helyen kívánunk az EMT-nek további sok sikert értékes szakmai-tudományos munkájához, a jövőbeli konferenciák sikeres megrendezéséhez.

Arra törekszünk, hogy a *fib* MT és az EMT kapcsolatai jó feltételek mellett, kedvezően fejlődjenek tovább.



6. kép: Csíkszeredai utcarészlet

HIVATKOZÁSOK

- Dubniczky M., Hajtó Ö., Polgár L. (2005) „IX. Nemzetközi Építéstudományi Konferencia Csíksomlyón, ÉPKO 2005. Göröngyös úton...” *Mérnök Újság*, XII. évf. 7. sz. pp. 16, 17.
- Köllő G. (2005) „ÉPKO 2005. *EMT Tájékoztató* XVI. évf. 5. sz. p. 2.

CENTRAL EUROPEAN CONGRESS ON CONCRETE ENGINEERING, CCC 2005 – ÚJ HAGYOMÁNY TEREMTŐDÖTT

Egy évvel ezelőtt négy ország (Ausztria, Csehország, Horvátország és Magyarország) egyetértett abban, hogy regionális konferencia sorozatot szerveznek. A konferencia sorozat célja, hogy olyan szakmai fórumot biztosítson, amelyen a hasonló körülmények között dolgozó mérnökök tapasztalataikat, eredményeiket, terveiket megosztják, ill. megvitatják. A konferencia sorozat címe angolul *Central European Congress on Concrete Engineering*, ami magyarul *Közép-európai Beton Kongresszus*-ként fordítható. Ezeket a kongresszusokat elsősorban a vasbetonépítés terén dolgozó gyakorló mérnököknek szervezzük (tervezők, kivitelezők, előregyártók, anyaggyártók) bízva abban, hogy rajtuk kívül a minőségellenőrzés képviselői és a kutatók is részt fognak venni rajta.

A kongresszust forgószínpad szerűen mindig a szervező országok valamelyikében tartjuk:

CCC 2005 Ausztria
CCC 2006 Csehország
CCC 2007 Magyarország
CCC 2008 Horvátország.

A kongresszus sorozat nyitó rendezvénye 2005. szeptember 8-9-én az ausztriai Grazban zajlott. A grazi kongresszus címe volt:

„Szálerősítésű beton a gyakorlatban”

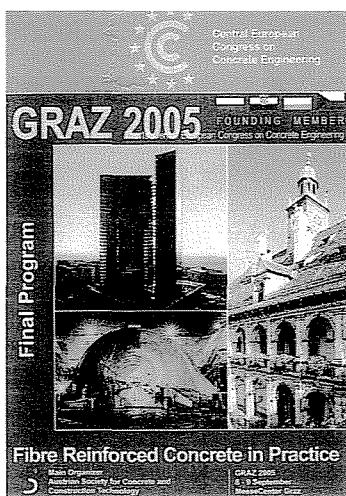
Témakörei voltak:

1. A szálak és a szálerősítésű betonok tulajdonságai
2. Műanyag szálak a tűzállóság fokozására
3. Szálerősítésű beton szerkezetek fejlődése
4. Szerkezettervezés általános kérdései.

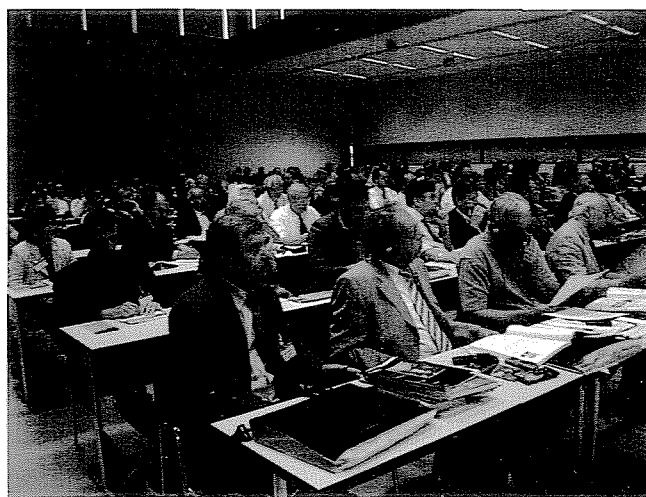
Ezen témakörökben 42 előadás hangzott el és további 5 poszter volt megtekinthető. Az első nap délutánján workshop megrendezésére is sor került: „Ultra nagy szilárdságú szálerősítésű betonok” címmel.

Az előadások nagy érdeklődésre tartottak számot, részletesen bemutatva a szálerősítésű betonok területén tapasztalható gyakorlati újításokat és alkalmazásokat.

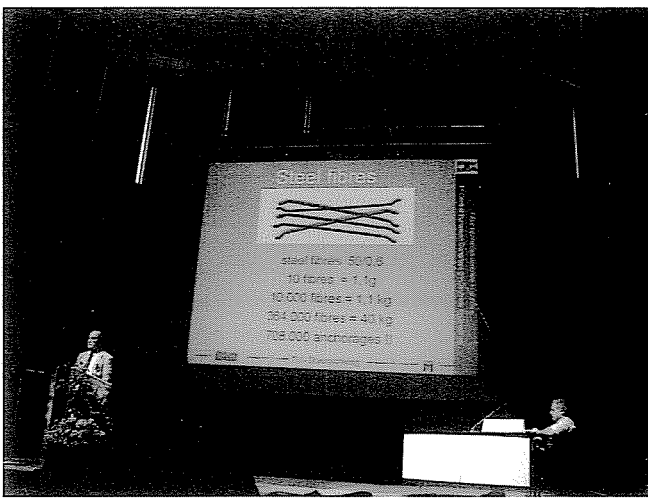
Már az első kongresszus is 300 mérnök kollégát vonzott. Öröm volt a szervező országok részére, hogy Magyarországról mintegy 30 résztvevő érkezett az 1. Közép-európai beton kongresszusra, ezért köszönetünk jeléül felsoroljuk mindannyiuk nevét alfabetikus sorrendben: *Bakonyi Zoltán, Balázs L. György, Beluzsár János, Boros Vazul, Boros Sándor, Borosnyói Adorján, Csorba Gábor, Fenyvesi Olivér, Gyömbér Csaba, Józsa Zsuzsanna, Karkiss Balázs, Kovács László, Kovács Imre, Medveczki Beatrix, Nemes Rita, Pálinkás János, Polgár László, Seidl Ágoston, Szabó Imre, Szabó Imre, Székely Gyöngyi, Szilágyi Katalin, Tóth Zoltán, Tóth Tibor, Zsigovics István.*



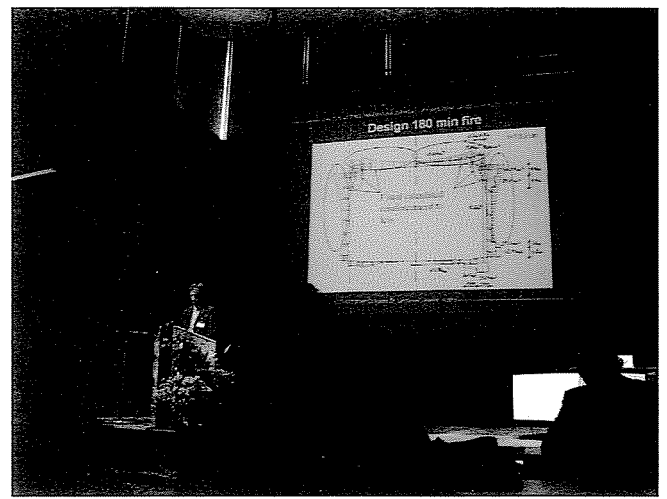
1. ábra: A 2005 szept 8–9-i grazi CCC 2005 kongresszus Programfüzete



2. ábra: Magyar résztvevők a konferencián (balról jobbra: Beluzsár János, Polgár László, Mihucz Tibor)



3. ábra: Acélszálak Prof. Horst Falkner előadásában



4. ábra: Műanyagszálak alagutak tűzvédelme érdekében



5. ábra: A magyar stand egy részlete



6. ábra: A 2007. évi magyarországi CCC kongresszus felhívása

REVICZKY JÁNOS 80 ÉVES

FÖLDVÁRY KÁLMÁN 65 ÉVES



Reviczky János 1925-ben Esztergomban született. Oklevelét 1950-ben szerezte meg a Budapesti Műszaki Egyetem Mérnöki Kar Hídépitési tagozatán. Mérnöki gyakorlatát a Mélyépítési Tervező Vállalatnál kezdte meg statikus tervezőként. Átszervezések miatt a hídirodát 1953-ban az Út- Vasút Tervező vállalathoz helyezték át. Kezdetben, tervezőmérnöki beosztásban, majd irányító tervezőként, végül osztályvezető helyettesként dolgozott a Hídirodán, megszakítás nélkül, 1986-ban történt nyugdíjazásáig.

Harminchat éves mérnöki gyakorlata alatt hídtervezéssel foglalkozott, de szívesen vállalta a művezetést is. Hídtervezésen belül különösen a feszítettbeton hídépités volt a szakterülete. 1975-ben kéthónapos tanulmányúton volt az NSZK-ban ahol a szabad-betoneozásos és szakaszosan előretolt hídépitési rendszereket tanulmányozta. Új korszerű - Magyarországon még nem alkalmazott - hídépitési technológiát dolgozott ki: az előregyártott elemekből konzolosan, szabadonszerelt feszítettbeton hídtypust. Ezzel 70 - 90 méteres nyílástománnyra terjesztette ki a vasbeton hídépitést. Tervei alapján és irányításával, ilyen technológiával, öt Körös-híd készült.

Több szakcikke jelent meg különböző belföldi és külföldi folyóiratokban. Részt vett az 1984-ben megjelent Mérnöki Kézikönyv feszítettbeton fejezetének megírásában. Belföldön és külföldön több alkalommal szakmai előadást tartott. A londoni VIII. Feszítettbeton Konferencián ismertette a szabadszereléses hídépités magyarországi bevezetését.

Az 1972-ben rendezett meghívásos országos budapesti Déli-Duna-híd tervpályázatán az első helyezést elért csoport tagja volt. A későbbiek folyamán a miskolci vasúti felüljáró tervpályázatán első, a Csongrád-szentesi Tisza-híd országos tervpályázatán harmadik, a Bajai-Duna-híd tervpályázatán szintén harmadik helyezést ért el.

A jövő nemzedék oktatásában a Műszaki Főiskolán, több éven keresztül, mint gyakorlatvezető vett részt. A Műszaki Egyetem diplomatervezőinél, mint konzulensként, mint diplomatervező bírálóként, több évig rendszeresen közreműködött.

Nyugdíjazása után sem szakadt el a hidaktól. Új hídépitési rendszert jelentett a közreműködésével 1990-ben megépített berettyóújfalui Berettyó-híd, mely szakaszos előretolós technológiával készült. Ez volt hazánk első ilyen rendszerű hídja. Tizenkilenc év óta nyugdíjasként is, különböző vállalatoknál, hídépitésekkel, hídjavitásokkal és híd-vizsgálatokkal foglalkozik.

Szakmai munkássága elismerései közül a legjelentősebbek: 1975-ben a Munka Érdemrend Ezüst fokozata, 1977-ben Eötvös Lóránd-díj, 1978-ban Állami díj.

Szakmai munkásságát jelentősen elősegítette és támogatta a szeretetteljes és jó családi háttér. A 80. születésnapján szeretettel köszöntötte, az 54 éve harmonikus házasságban élő felesége, valamint két gyermeke, hat unokája és két dédunokája.



1940. július 5-én született Budapesten. Diplomáját 1963-ban szerezte az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Mérnöki karán. Pályáját az ÉM Pécsi Tervező Vállalatnál kezdte statikus tervezőként, majd 1965-től az Uvaterv tervező mérnöke lett. 1967. és 1998. között a Hídirodán tervező mérnök, irányító tervező és szakosztályvezetői beosztásban dolgozott. 1998. óta a Pont-TERV Rt. szakfőmérnöke.

Pályafutása során a hídépités különböző területein szerzett tapasztalatokat, de fő szakterületévé a nagyteherbírású, előregyártott vasbeton és feszített vasbeton híderenda-családok fejlesztése és tervezése, illetve az ezekből kialakított hídfelszerkezetek, METRO alagutak és állomási-födémek tervezése vált.

Közreműködött többek között a budapesti Árpád híd, a Lágymányosi híd, a Ferihegyi repülőtér közúti előtérhídja, majd az esztergomi Mária Valéria híd és a szekszárdi Szent László Duna-híd tervezésében, valamint az athéni közúti felüljáró és az asszuáni ferdekábeles Nílus-híd számításainak készítésében.

A számítógépek alkalmazásának hazai megjelenésekor a statikai számítások gépesítésével, különösen a feszített tartók és az öszvér szerkezetek gépi számításával foglalkozott.

A tervezésben szerzett tapasztalatok alapján észrevételeivel igyekezett támogatni a Közúti Hídszabályzat szerkesztőinek munkáját.

A szakmai ismeretek döntő többségét Dr. Knebel Jenő, Szánthó Pál és Kiss Lajos mellett sajátította el, akikhez a hídépités szeretetén túl a csaknem négy évtized alatt kialakult szoros barátság köti.



1958-ban szerezte oklevelét az ÉKME Mérnöki Karán Medved Gábor, akiről már hallgató korában megtudhattuk, hogy különös érdeklődéssel és rátermettséggel fordult a hidak felé. A hidak iránti elkötelezettség egész életpályáján végigvonult, hiszen a kezdetektől szinte utolsó leheletéig a hidakat szolgálta.

A tervezés, az építés, a kutatás, a fenntartás, a hidakkal kapcsolatos igazgatási feladatok, a szakmai-tudományos közélet és szakmai irodalmi tevékenység rendkívül sok területét átfogta. Mindezt most, amikor mély fájdalommal el kell búcsúznunk pályatársunktól, barátunktól, érthető, hogy a teljes szakmai közélet megemlékezik tevékenységéről, kiváló érdemeiről.

Mindezt e lap hasábjain elsősorban arról kell szólnunk, hogy mit tett Medved Gábor a vasbetonépítés fejlesztéséért. A műszaki közvélemény elsősorban acélszerkezeti szakembernek ismerte meg őt. Ezt támasztja alá, hogy diplomatervként acélszerkezeti hidat dolgozott ki, és 1973-ban acélszerkezeti témakörben írt disszertációjával érdemelte ki a BME-n a doktori címet. A szakmérnöki oktatásban, diplomaterv-konzultációban is az acélszerkezeti oktatást szolgálta. Nem véletlen, hogy rátermettségére, ambíciójára Halász Ottó professzor figyelt fel. Neki köszönhetjük, hogy Medved Gábort elindította a nemzetközi kapcsolatok fejlesztése útján, főként azzal, hogy kezdeményezte és támogatta Medved Gábor első, ösztöndíjas japáni útját.

Ha egy percre figyelmen kívül hagynánk, hogy milyen kimagasló érdemeket szerzett az „acélos” Medved Gábor, megállapíthatnánk, hogy csupán a vasbetonépítés érdekében olyan sokat tett, ami önmagában méltó egy életmű magas elismerésére.

Amikor hidak üzemeltetése, fenntartása, a hidakkal kapcsolatos államigazgatási teendők képezték fő feladatát, az ország szinte valamennyi vasbeton hídján is ott lehetett érezni munkája nyomát. A nagy beruházásokban való részvételekor a jelentős acélszerkezetek mellett foglalkozott az általában ártéri vasbeton szerkezetekkel. Így a tokaji, szolnoki, algyői híd ártéri ill. parti nyílásainak létrehozásakor jelentős volt a szerepe a helyszínen előregyártott, ill. blokkokból utófe-szített nyílások létrehozásában. Az előregyártott vasbeton híd-alépmények, a feszített vasbeton hídgerenda-családok kialakításában meghatározó szerepet vállalt. E szerkezetek autópályáinkon való felhasználásához is sok munkával járult hozzá. A szabadon szerelt és szabadon betonozott nagy híd-fel-szerkezetek előkészítése, bevezetése jelentős részben Medved

Gábor nevéhez fűződik (Körös-hidak, győri Mosoni Duna-híd, csongrádi Tisza-híd, Soroksári Duna-ág híd és mások). Ugyanezt mondhatjuk el a szakaszos előretolással épülő hidak vonatkozásában. Beton-vasbeton témákhoz kapcsolódnak azok az alapozási szerkezetek (így a Soil-Mec cölöpözési rendszer) honosítása és fejlesztése. Autópályáink e napokig tartó fejlesztésében is nagy arányban fordított figyelmet a kis és közepes nyílású vasbeton hidakra ugyanúgy, mint a köröshegyi feszített vasbeton hídrólra.

Az oktatásban is kamatoztatta a vasbetonépítésben való jártasságát. E sorok írója tanúja volt, amikor Medved Gábor a japáni Saga egyetemén vasbeton témában konzultált egy hallgatóval. (Csak zárójelben jegyzem meg, ami pedig poliglott mivoltára oly jellemző volt, hogy amikor a hallgató valamit nem értett tanára angol nyelvű magyarázatából, Medved Gábor néhány japán szóval zökkentette a diákot a megfelelő kerékvágásba.). A BME-n egy állam-, ill. záróvizsga-bizottságban dolgoztunk. Medved Gábor éles szemmel fedezte fel a vasbeton tárgyú diplomatervek érdemeit és hiányosságait. Bizonyára e tevékenysége is hozzájárult ahhoz, hogy oktatói munkáját a BME címzetes egyetemi tanárrá fogadásával ismerte el.

Nehéz összefoglalni azt a nagy munkát, amit Medved Gábor hazánk műszaki társadalmának nemzetközi kapcsolataiért tett. Ott volt számos nemzetközi fórumon, beleértve azokat, amelyek a Kárpát medence határon túli területeivel függenek össze (így a pozsonyi Duna-híd konferencián, Csiksomlyón az EMT építési konferenciáján). Kimagasló az az érdem, amit a magyar-japán műszaki kapcsolatok terén szerzett, s ennek kapcsán sok magyar mérnök japáni útját is egyengette.

Medved Gábor a *fib* MT aktív tagja volt. Részt vett számos nemzetközi és hazai rendezvényen, s számos vonalon segítette tagozatunk munkáját. Rendkívül jelentős érdemeket szerzett az IVBH-IABSE-AIPC (Nemzetközi Híd-és Szerkezetépítő Egyesület) égisze alatt végzett munkában. Oroszlánrésze volt abban, hogy a nemzetközi szakmai szervezet 2006-ban hazánkban ítélte a neves rendezvény megtartásának jogát. A szervezet magas tisztségbe javasolta őt, ami tragikus módon nem valósulhatott meg az érdemes jelölt eltávozásával. Medved Gábor a *fib* és az IVBH közötti liaison szerepét töltötte be hazánkban, mindig jól szolgálva a nemzeti érdekeket és a jó nemzetközi kapcsolatokat.

A *fib* Magyar Tagozata mély fájdalommal búcsúzik kiváló tagtársunktól, a magyar hídépítés kimagasló érdemű személyiségétől, a nemzetközileg elismert szaktekintélytől, jó barátunktól.

Tassi Géza

SpeciálTerv Építőmérnöki Kft.

Cím: 1031 Budapest, Nimród u. 7.

Telefón: (36-1) 368-9107

Fax: (36-1) 240-5072

Email: specialterv@specialterv.hu

Honlap: www.specialterv.hu



A SpeciálTerv Kft. az elmúlt években több mint 100 új híd-szerkezet tervezésével, illetve mintegy 50 felújítási tervének elkészítésével vett részt a hazai közúthálózat-fejlesztési munkáiban.

Széleskörű tervezési és szakértői tevékenység.

Szerkezettervezés

acél- és vasbetonszerkezetek

hidak

mérnöki műtárgyak

Műszaki vizsgálat

hidak időszakos és fővizsgálata

szerkezetek statikai felülvizsgálata

teherbírás ellenőrzése

Úttervezés

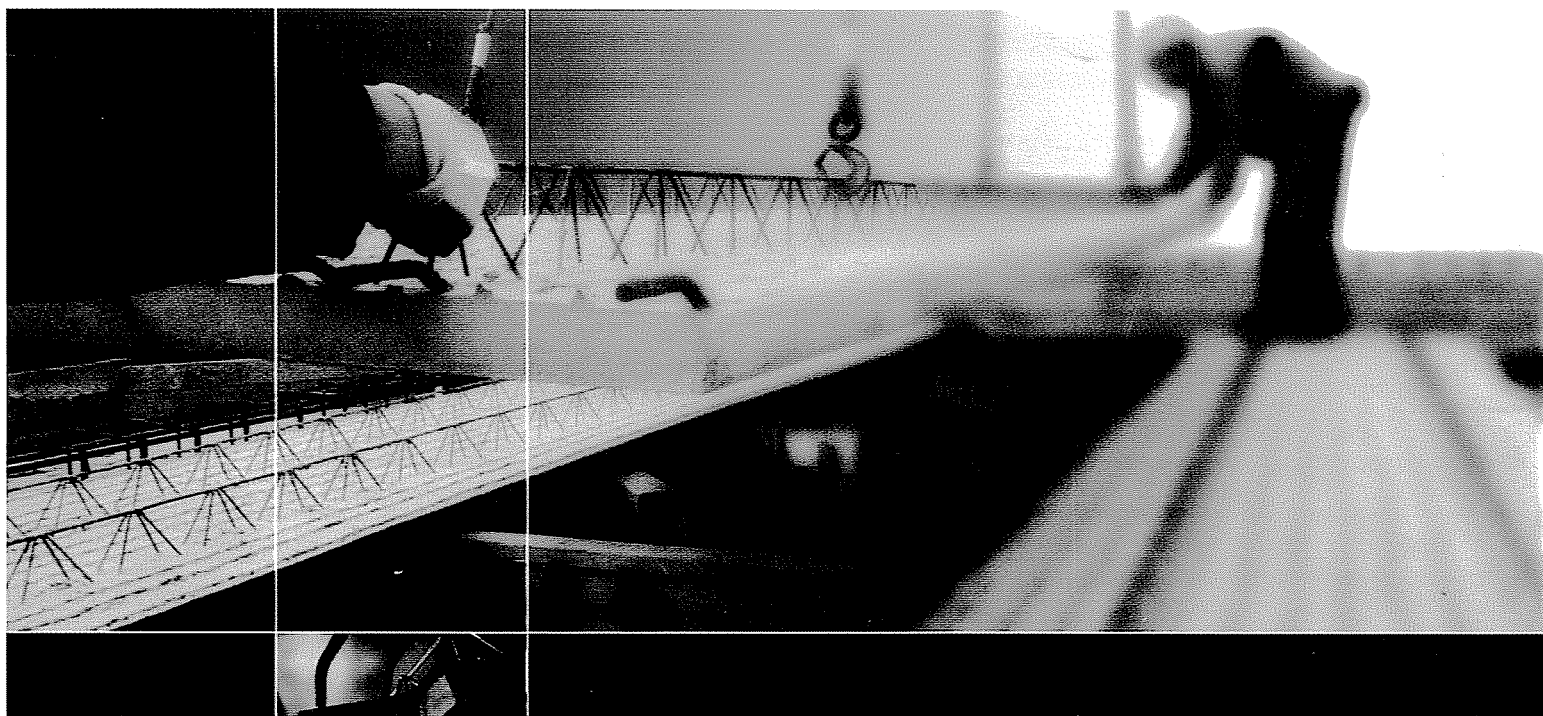
Tanácsadás

döntéselőkészítő és tanulmánytervek készítése

alternatív építési módok elemzése, összehasonlítása

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 acélzsalunak köszönhetően, nem igényel vakolást, ezzel a legköltségesebb és legnehezebb feladat spórolható meg.

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