

A **fib** MAGYAR TAGOZAT LAPJA

VASBETONÉPÍTÉS

CONCRETE STRUCTURES

JOURNAL OF THE HUNGARIAN GROUP OF **fib**



Dr. Balázs L. György

**JÁRTAM A VILÁG LEG-
MAGASABB ÉPÜLETÉNEK
A TETEJÉN ÉS A VILÁG
LEGNAGYOBB FESZTÁVOL-
SÁGÚ HÍDJÁ PILONJÁNAK
A TETEJÉN –
HAT ÉV EGY VILÁGSZERVEZET ÉLÉN**

2

Prof. Dr.-Ing. Dr. Techn. László Palotas

**A 2014. ÉVI PALOTÁS
LÁSZLÓ-DÍJ ÁTADÁSA**

5

Orosz Károly Palotás László-díjas

**A DÍJAZOTT ELŐADÁSÁNAK
ÁTDOLGOZOTT VÁLTOZATA**

7

Dr. Tariczky Zsuzsánna Palotás László-díjas

**A DÍJAZOTT ELŐADÁSÁNAK
ÁTDOLGOZOTT VÁLTOZATA**

10

Sólyom Sándor – Dr. Balázs L. György

**SZÁLERŐSÍTÉSŰ POLIMER
(FRP) BETÉTEK
1. ANYAGJELLEMZŐK**

13

Dr. Lublőy Éva – Czoboly Olivér –
Dr. Balázs L. György – Mezei Sándor

**VALÓS TŰZTERHELÉS
TANULSÁGAI**

17

SZEMÉLYI HÍREK

**Guzmics János köszöntése
65. születésnapján
Búcsú Dr. Zsigovics Istvántól**

24

2015/1

XVII. évfolyam, 1. szám



Knorr Bremse -
Kecskemét



Turisztikai
központ - Baja

Előregyártott vasbeton-
elemekből álló vázszerkezetek
kivitelezése a tervezéstől a
szerkezet összeszereléséig.



Phoenix Mecano -
Kecskemét

Beton-Star Kft.

BETON-STAR Univerzális Betonszerkezet Gyártó és Kivitelező Kft.

H-6000 Kecskemét, István király körút 24.

Tel: 00 36 76 414 660 Fax: 00 36 431 907

E-mail: betonstar@betonstar.hu

web: www.betonstar.hu



beton-star

Főszerkesztő:

Dr. Balázs L. György

Szerkesztő:

Dr. Träger Herbert

Szerkesztőbizottság:

Dr. Bódi István

Dr. Csíki Béla

Dr. Erdélyi Attila

Dr. Farkas György

Kolozsi Gyula

Dr. Kopecskó Katalin

Dr. Kovács Károly

Lakatos Ervin

Dr. Lublőy Éva

Madaras Botond

Mátyássy László

Polgár László

Dr. Salem G. Nehme

Telekiné Királyföldi Antonia

Dr. Tóth László

Vörös József

Wellner Péter

Lektori testület:

Dr. Dulácska Endre

Királyföldi Lajosné

Dr. Knébel Jenő

Dr. Lenkei Péter

Dr. Loykó Miklós

Dr. Madaras Gábor

Dr. Orosz Árpád

Dr. Szalai Kálmán

Dr. Tassi Géza

Dr. Tóth Ernő

(Kéziratok lektorálására más
kollégák is felkérést kaphatnak.)

Alapító: a **fib** Magyar Tagozata

Kiadó: a **fib** Magyar Tagozata

(**fib** = Nemzetközi Betonszövetség)

Szerkesztőség: BME Építőanyagok és

Mérnökgeológia Tanszék

1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3.

Tel: 463 4068 Fax: 463 3450

E-mail: fib@eik.bme.hu

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

Az internet verzió

technikai szerkesztője: Czoboly Olivér

Tervezőszerkesztő: Halmai Csaba

Nyomdai kivitelezés: Navigar Kft.

Egy példány ára: 1275 Ft

Előfizetési díj egy évre: 5100 Ft

Megjelenik negyedévenként

1000 példányban.

© a **fib** Magyar Tagozata

ISSN 1419-6441 online ISSN: 1586-0361

Hirdetések:

Külső borító: 220 000 Ft+áfa

belső borító: 180 000 Ft+áfa

A hirdetések felvétele:

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

Címlapfotó:

Az Akashi Kaikyo híd és a Burj Dubaj

Dr. Balázs L. György felvételei

TARTALOMJEGYZÉK

- 2** Dr. Balázs L. György
**JÁRTAM A VILÁG LEGMAGASABB ÉPÜLETÉNEK
A TETEJÉN ÉS A VILÁG LEGNAGYOBB FESZ-
TÁVOLSÁGÚ HÍDJA PILONJÁNAK A TETEJÉN
- HAT ÉV EGY VILÁGSZERVEZET ÉLÉN**
- 5** Prof. Dr.-Ing. Dr. Techn. László Palotas
A 2014. ÉVI PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJ ÁTADÁSA
- 7** Orosz Károly Palotás László-díjas
**A DÍJAZOTT ELŐADÁSÁNAK ÁTDOLGOZOTT
VÁLTOZATA**
- 10** Dr. Tariczky Zsuzsánna Palotás László-díjas
**A DÍJAZOTT ELŐADÁSÁNAK ÁTDOLGOZOTT
VÁLTOZATA**
- 13** Sólyom Sándor – Dr. Balázs L. György
**SZÁLERŐSÍTÉSŰ POLIMER (FRP) BETÉTEK
1. ANYAGJELLEMZŐK**
- 17** Dr. Lublőy Éva – Czoboly Olivér – Dr. Balázs L. György –
Mezei Sándor
VALÓS TŰZTERHELÉS TANULSÁGAI
- 24** **SZEMÉLYI HÍREK**
Guzmics János köszöntése 65. születésnapján
Búcsú Dr. Zsigovics Istvántól

A folyóirat támogatói:

Vasúti Hidak Alapítvány, Duna-Dráva Cement Kft., ÉMI Nonprofit Kft.,
A-Híd Zrt., MÁV Zrt., MSC Mérnöki Tervező és Tanácsadó Kft.,
Lábatlani Vasbetonipari Zrt., Pont-Terv Zrt., Swietelsky Építő Kft., Uvater Zrt.,
Mélyépterv Komplex Mérnöki Zrt., Hídtechnika Kft.,
Betonmix Mérnökiroda Kft., CAEC Kft., SW Umwelttechnik Magyarország Kft.,
Union Plan Kft., DCB Mérnöki Iroda Kft.,
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék,
BME Hidak és Szerkezetek Tanszék

JÁRTAM A VILÁG LEGMAGASABB ÉPÜLETÉNEK A TETEJÉN ÉS A VILÁG LEGNAGYOBB FESZTÁVOLSÁGÚ HÍDJA PILONJÁNAK A TETEJÉN - HAT ÉV EGY VILÁGSZERVEZET ÉLÉN



Dr. Balázs L. György

*Megéltem azt, amiről fiatal mérnökként, ill. oktatóként-kutatóként álmodozni sem mertem. Megválasztottak egy nemzetközi szervezet (világszervezet) elnökévé. Hat hihetetlenül érdekes évet töltöttem el a **fib** (Nemzetközi Betonszövetség) élén először Deputy President-ként, majd President-ként, végül Immediate Past President-ként 2009-2014 évek során. Megtiszteltetés volt számomra, hogy szolgálhattam ezzel a műszaki haladást valamint mérnökeink és a Mérnöki produktumokat befogadó társadalom elvárásait. Jelen cikkben szeretném a hallatlanul izgalmas és tartalmas elnöki éveimet röviden összefoglalni annak szakmai és emberi vonatkozásai miatt egyaránt.*

1. A NEMZETKÖZI BETONSZÖVET- SÉG FELEPÍTÉSE

A **fib** (Nemzetközi Betonszövetség, franciául: fédération intentional du béton, angolul: International Federation for Structural Concrete) két nemzetközi szervezet összeolvadása révén jött létre 1998. május 24-én. Az egyik a FIP (Fédération Internationale de la Précontrainte), a másik a CEB (Comité Euro-international du Béton) volt.

A **fib** folytatja elődei tradícióit, és így célkitűzései a következőképpen fogalmazhatóak meg: vasbeton szerkezetek műszaki, gazdasági, esztétikai és környezetvédelmi szín-

vonalának emelése a kutatási és alkalmazási eredmények nemzetközi szintű elemzése révén, ami magában foglalja a következőket:

- A kutatás ösztönzését, valamint a kutatási és gyakorlati eredmények szintetizálását.
- A fejlesztések elősegítését – a kutatási eredmények átültetése révén – a tervezés és a kivitelezés folyamatában.
- A kutatási, fejlesztési és alkalmazási eredmények széles körű ismertetését publikációk, irányelvek megjelentetésével, valamint szimpóziumok, kongresszusok és tanfolyamok szervezésével.
- Javaslatok kidolgozását vasbeton szerkezetek tervezéséhez és kivitelezéséhez a követelmények és környezetvédelmi előírások figyelembevételével.

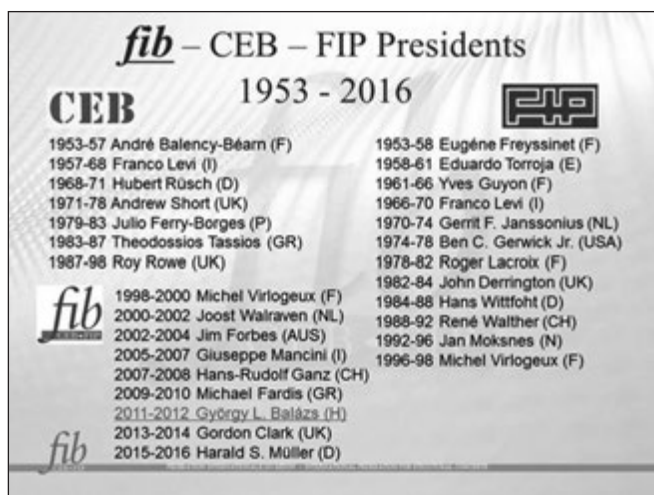
• Az egyesület tagjainak tájékoztatását a legújabb fejlesztésekről.

A nemzetközi szervezetnek 5 kontinensről 43 ország vált 2014. dec. 31-ig tagjává (1. ábra): Anglia, Argentína, Ausztrália, Ausztria, Belgium, Brazília, Ciprus, Cseh Köztársaság, Dánia, Dél-afrikai Köztársaság, Dél-Korea, Finnország, Franciaország, Görögország, Hollandia, Horvátország, India, Irán, Izrael, Japán, Kanada, Kína, Lengyelország, Libanon, Luxemburg, Magyarország, Németország, Norvégia, Olaszország, Oroszország, Portugália, Románia, Spanyolország, Svájc, Svédország, Szerbia, Szlovák Köztársaság, Szlovénia, Törökország, Tunézia, Új-Zéland, Ukrajna, USA.

Ennek az országok szerinti taglistának az az óriási jelentősége, hogy képviselve vannak benne a

1. ábra: A **fib** (Nemzetközi Betonszövetség) tagországai (2014. dec. 31.)





2. ábra: A CEB, a FIP és a fib elnökök névsora



3. ábra: A CEB, a FIP és a fib elnökök fényképei

vasbetonépítés terén legjelentősebb fejlődést mutató országok, beleértve szinte az összes európai országot, Észak- és Dél-Amerika jelentős országait, a legnagyobb fejlődést mutató ázsiai országokat, az afrikai kontinens legdinamikusabban fejlődő országait valamint Ausztráliát és Új-Zélandot is.

2. A fib VALAMINT A CEB ÉS A FIP KORÁBBI ELNÖKEI

A 2. ábra mutatja a fib, valamint a CEB és a FIP korábbi elnökeinek névsorát, a 3. ábra pedig a fényképeiket 1953-tól napjainkig.

Óriási megtiszteltetés volt számomra először végig olvasni az elnökök névsorát, és rágondolni mindazokra, amiket a korábbi elnökök egyesületünkért, ill. szakmai területükön tettek. A lista érdekessége, hogy Franco Levi elnöke volt mind a CEB-nek (1967-1968), mind pedig a FIP-nek (1966-1970). Franco Levitől kezdődően már volt szerencsém a CEB és a FIP elnökökkel személyesen is találkozni hosszabb-rövidebb időre. A fib elnökökkel pedig már közvetlenül együtt is dolgoztam.

3. A fib MUNKAMÓDSZERE

A nemzetközi szervezet munkájában mindazok részt vehetnek, akik elért eredményekkel nemzetközi szintű elismertségre tettek már szert. A munkabizottságok tagjainak sorába felvételt lehet nyerni a bizottság vezetőjének felkérésére, ill. felajánlkozás alapján.

Mindenki önkéntesen vállalt feladatokat végez. Az igazán vonzó érzést az okozza, hogy nincs különbségtétel a kicsi és a nagy országok között. A szakmai vélemény formálása fontos. A fiatal mérnökök ugyan úgy részt vehenek a kitűzött feladat megoldásában, mint idősebb, tapasztaltabb kollégáik.

4. PRE-NORMATIVE ORGANIZATION

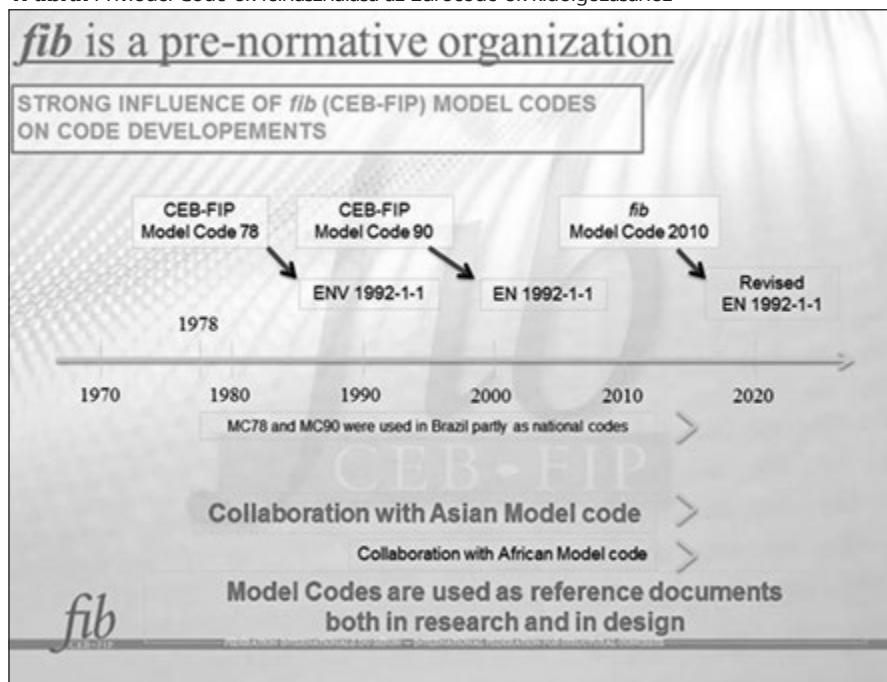
A fib legfőbb eredménye a Model Code-ok megjelentetése. A Model Code-ok

minta előírást jelentenek, amelyek nem kötelezőek egyetlen országra nézve sem, de bármely ország mérnökei, kutatói és szabványkészítői használhatják referencia dokumentumként. A Model Code-ok azért keresett dokumentumok, mert tudvalevő, hogy nemzetközileg összefogásban kerülnek kidolgozásra, amit végezetül formális szavazás is megerősít a General Assembly-n (Közgyűlésen).

A 4. ábra mutat közvetlen példát a Model Code-ok felhasználására. A CEB-FIP Model Code 1978 jelentette az ENV 1992-1-1 vagyis az Eurocode 2 (EC2) előszabvány változatának alapját, a Model Code 1990 nyújtotta a az EC2 jelenleg érvényben lévő változatához az alapokat. A Model Code 2010 pedig az EC2 következő változatának kidolgozásához nyújtja a kiindulási alapokat. A Model Code-ok igyekeznek 10-15 évvel a vasbetonszerkezetek tervezével foglalkozó szabványok előtt járni, lehetőleg figyelembe véve mindazokat az új területeket is, amelyeken a kutatási eredményekből már általános megállapítások vonhatók le. Ezért nevezzük angolul ezt a tevékenységet *pre-normativ* tevékenységnek, és ebből kifolyólag magát az egész egyesületet is *prenormative organization*-nek.

Külön meg kell említeni, hogy Brazília nemzeti szabványként bevezette (kis módosításokkal) a Model Code 1978 és Model Code 1990 változatokat. A fib Model Code Bizottságunk szoros kapcsolatban áll az ázsiai Model Code Bizottsággal is.

4. ábra: A Model Code-ok felhasználása az Eurocode-ok kidolgozásához





5. ábra: *fib* General Assembly Mumbai, 2014. febr. 9.

Mindezekon túlmenően azt szoktuk mondani, hogy a Model Code-ok bármely praktizáló mérnök vagy kutató számára a világban referencia dokumentumként használhatóak tervezési vagy kutatási feladatukhoz.

5. GENERAL ASSEMBLY ÉS TECHNICAL COUNCIL

A *fib* döntéshozó szervezete a Közgyűlés (*General Assembly*), míg műszaki kérdésekben kérdésekben a Műszaki Tanács (*Technical Council*) terjeszt elő javaslatokat. Magyarország a nemzetközi szervezet Közgyűlésén két szavazattal rendelkezik (a tagországok 1-4 szavazati joggal rendelkezhetnek a tagdíjfizetés mértékének megfelelően). A General Assambly-n ülve kicsit úgy érzi magát az ember, mintha az ENSZ-ben ülne. Minden tagországot 1-1 kolléga képvisel (a szavazati jognak megfelelően). A javaslatokról mindig szavazással döntünk. Az 5. ábrán a 2014. február 9-i Mumbai-i *fib* General Assembly-n készült felvétel látható.

A nemzetközi szervezet munkáját a Közgyűlés által kétfévente megválasztott elnök vezeti, akinek munkáját választott, ill. felkért tagokból álló elnökség (*Presidium*) támogatja. A két éves elnöki munka lejártá után az elnök közvetlen megelőző elnökként (*Immediate Past-President*) továbbra is részt vesz az elnökség munkájában.

6. *fib* COMMISSIONS

A *fib*-ben a Bizottságok (*Commissions*) és a Munkabizottságok (*Task Groups*) hivatottak az aktuális szakmai terül-

<i>fib</i> – fédération internationale du béton / International Federation for Structural Concrete		
<i>fib</i> Commissions and Special Activity Groups until end 2014	<i>fib</i> Commissions as of 1 st January 2015	Areas of activity
Commission 1: Structures Commission 10: Construction	→ 1 CONCRETE STRUCTURES	Planning and execution
Commission 2: Safety and performance concepts Commission 4: Modeling of structural behaviour and design Commission 7: Seismic design SAG 4: Fastenings to structural concrete and masonry SAG 6: Composite steel-concrete construction	→ 2 ANALYSIS AND DESIGN	
SAG 7: Assessment and interventions upon existing structures	→ 3 EXISTING CONCRETE STRUCTURES	
Commission 8: Concrete	→ 4 CONCRETE AND CONCRETE TECHNOLOGY	Materials and production
Commission 9: Reinforcing and prestressing materials and systems	→ 5 REINFORCEMENTS	
Commission 6: Prefabrication	→ 6 PREFABRICATION	Sustainability and durability
Commission 3: Environmental aspects of design and construction SAG 8: <i>fib</i> sustainability initiative	→ 7 SUSTAINABILITY	
Commission 5: Structural service life aspects	→ 8 DURABILITY	Education and publications
SAG 2: Dissemination of knowledge SAG 5: New Model Code	→ 9 DISSEMINATION OF KNOWLEDGE	

6. ábra: A *fib* szakmai Bizottságai (Commissions) 2015. Jan. 1 előtt és után

etek lefedésére, helyzetfelmérő jelentések (State-of-the-Art reports) valamint tervezési javaslatok kidolgozásra. A hagyományosan mintegy 10 Bizottság jelenti a nagyobb téma-területeket, amelyek kisebb egységeit alkotják a Munkabizottságok. A Munkabizottságok száma változó, a feldolgozandó témák számától függően (általában

mintegy 50).

A 6. ábra bal oldali oszlopában említett Bizottságok 1998-ban születtek. Az időközben elért új ismeretkenek, és elvárásoknak megfelelően ezek felépítését alapos elemzést követően átalakítottuk, és létrehoztuk a 6. ábra jobb oldali oszlopában felsorolt Bizottságokat, amelyek a Mumbai-i General Assembly döntése értelmében 2015. jan. 1-től érvényesek.

A Bizottságok átalakításról folytatott viták során törekedtünk arra, hogy jól áttekinthető rendszer adódjon ki, mutassa egyesületünk fő működési területeit, és megjelenjenek benne a hagyományos területeken túlmenően korunk elvárásait megjelenítő új területek is. Így lett például külön bizottság a *fenntartható fejlődés* és a *meglévő szerkezetek vizsgálatával, újratervezésével* kapcsolatos Bizottságok.

Az új Bizottságok kialakításánál törekedtünk arra is, hogy a Bizottságok és a Munkabizottságok méretei olyanok legyenek, hogy a sikeres munkavégzést tegyenek lehetővé.

Következő lapszámunkban folytatódik!

A PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJ ÁTADÁSA KAPCSÁN



Mélyen Tisztelt Elnök Úr! Tisztelt Hölgyeim és Uraim! Kedves ünneplő Vendégek!

Köszönetemet fejezem ki a **fib** Magyar Tagozatának, a *Nemzetközi Betonszövetség* Magyar Tagozata elnökének, **Balázs L.**

György professzornak és a Palotás László-díj Kuratórium elnökének, **Zsömböly Sándornak**, hogy ebben az évben is megtisztultak, immár 6-ik alkalommal az Édesapám nevét viselő díj átadásával, és így ismét részese lehetek ennek az ünnepségnek.

Sok szeretettel köszöntöm **dr. Tariczky Zsuzsanna** okl. építészmérnököt, az A-Híd Építő Zrt. nyugalmazott minőségirányítás vezetőjét, számos szakmai kitüntetés birtokosát, a **fib** Magyar Tagozata és a Szilikátipari Tudományos Egyesület örökös tagját valamint **Orosz Károly** építőmérnököt, az A-Híd Építő Zrt. „Aranyérföldkö Plakett”-tel kitüntetett ügyvezető igazgatóját.

Engedjék meg, hogy bevezetőként röviden, egy „történelmi jelentőségű” betonos élményemről számoljak be. Nem régen, Berlin felé vezető úton, az A2 autópálya egyik pihenőhelyén fedeztem fel az 1. ábrán látható hidat.



1. ábra: Hid az A2-es autópálya egyik pihenőhelyén (www.beton.org; Foto: Michael Buchmann)

Az építménnyel kapcsolatban csak annyi problémám volt, hogy ez a híd nem teremtett közlekedési vagy szállítási kapcsolatot hegyszorosok, völgyek, utak, folyók vagy egyéb fizikai akadály két oldala között. A mérnöki kíváncsiság viszont arra ösztönzött, hogy kiderítsem az építmény múltját.

S valóban, az „*intenzív kutatómunka*” hamarosan meghozta gyümölcsét: e rejtélyes műtárgy Németország, sőt a *világ első előfeszített beton hídja* („Spannbetonbrücke mit Vorspannung im Verbund”). De hol volt, hogy került ide?

A 33 m hosszú és 6,4 m széles közúti hidat 1938. november 12-én adták át a forgalomnak. 2012. szeptemberéig közel 74 évig ívelte át a Dortmundból Hannover felé vezető A2 autópályát („Weg Hesseler“) Beckum-Oeldenél (2. ábra).

A hidat a Wayss & Freytag AG építette, aki 1935 óta Eugène Freyssinet francia mérnök szabadalmának egyedüli tulajdonosa volt Németországban. A híd építését Freyssinet a helyszínen végig figyelemmel kísérte.

Néhány évtized elmulása után a rendszeresen végzett karbantartási munkák ellenére a híd állapota egyre kritikusabb lett, és 1991 januárjában a hidat *technikai műemléknek* nyilvánították. Mivel a híd az utóbbi években egyre több javítási munkát igényelt, egy új közúti híd építését határozták



2. ábra: A világ első feszített betonhídja az A2-es autópályán (© Elke Wetzig (CC-BY-SA))

el. A híd műemlék státusza viszont nem engedte meg az építmény lebontását, így egy látványos tervet dolgoztak ki a híd megmentésére. Anélkül, hogy technikai részletekre kitérnék, 2012 szeptember 29-én a 280 tonna súlyú építményt egy speciális belga cég „Plattform-Modultransporter” 48 számítógéppel vezérelt, egyenként 360°-ban forgatható hidraulikus-emelőhengerei segítségével kiemelték és az éjszaka folyamán a másfél kilométer távolságra levő *Vellern-Süd* pihenőhelyre szállították (3. és 4. ábra).



3. ábra: A Beckumi Hesseler-műemlék-híd áttelepítése (© www.eautobahn.de)



4. ábra: A műemlék híd az autópálya mellett (© Raimond Spekking - CC BY-SA 4.0)

A hidat e végleges helyén felújították, és az egyik végénél felszerelt lépcsővel bejárhatóvá tették (5. ábra).



5. ábra: A bejárható Hesseler-műemlékhíd a Vellern-Süd pihenőhelyen (Foto: www.strassen.nrw.de)



6. ábra: Infotábla (www.beton.org; Foto: Michael Buchmann)

A mentési akció egyébként átszámítva ca. 100 millió forintba került, ami vegyes indulatokat és — szerintem — felesleges vitákat gerjesztett a sajtóban és különböző fórumokon. (Úgy tudom, hogy hasonló reakciókat és vitákat váltott ki a csodálatos köröshegyi völgyhíd építése is).

Időközben a pihenőhelyen még egy információs táblát is felállítottak, ami röviden ismerteti a műemlék híd történetét (6. ábra).

Egyébként Magyarország legöregebb feszített vasbeton vasúti hídszerkezetét a Kisterenye–Kál–Kápolna vasútvonalon, Recsk vasútállomás közelében a Tarna-patak felett 1966-ban építették.

A díjazottak életrajzát tanulmányozva két figyelemre méltó részletet fedeztem fel:

Dr. Tariczky Zsuzsánna eredetileg *matematika - fizika* tanár szeretett volna lenni, míg Orosz Károly nemrég így nyilatkozott: „Nem akartam hidász lenni, de ha már így alakult, igyekeztem ebben jó lenni.”

Most viszont úgy vélem, mindannyiunk nevében mondhatom: ma már örülünk, hogy díjazottjaink mégis a jelenlegi szakmájukat választották.

Tisztelt dr. Tariczky Zsuzsánna, tisztelt Orosz Károly, engedjék meg, hogy a mérnöki, a tudományos és műszaki problémák megoldásához a jövőben is sok sikert, alkotóerőt és jó egészséget kívánjak.

Köszönöm figyelmüket!

Budapest, 2014. december 1.

Prof. Dr.-Ing. Dr. Techn. László Palotas, Ph.D.

HIVATKOZÁSOK

Grute, J.; Marrey, B.: *Freyssinet, Der Spannbeton und Europa*, Editions du Linteau, Paris, 2000 (ISBN 291034213-1) <http://structurae.de/bauwerke/bruecke-hesseler-weg>

<http://www.strassen.nrw.de> A2: Brückenbaudenkmal der Öffentlichkeit übergeben, 06.09.2013

<http://www.nw-news.de> : Denkmal-Brücke auf dem Rastplatz an der A2 abgestellt; 13.10.2012

<https://www.beton.org>: baudenkmal-auf-reisen; 20.01.2014

<http://www.die-glocke.de> Geister scheiden sich an Denkmal-Brücke; 09.10.2012

Janberg, Nicolas; 75 Jahre erste Spannbetonbrücke mit Verbund in Deutschland, <http://momentummagazin.de/de/>; 11 November 2013 www.eautobahn.de/html/bruckentransport



OROSZ KÁROLY ELŐADÁSA A PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJ ÁTADÁSA ALKALMÁBÓL

Budapest, 2014. december 1.



A Hídépítés és fenntartás szakon szerzett oklevél (KTMF Győr) átvételét követően, 1984-től a Hídépítő Vállalatnál kezdtem pályámat. Több ok is ebbe az irányba terelt. Egyrészt, a hídépítéssel más cég nem végzett hasonló szintű munkát, másrészt kötött az ösztöndíjjal kapcsolatosan aláírt szerződés. A legfontosabb ugyanakkor a cégnél kialakult személyes kapcsolat volt konzulensem, Prjevara Mihállyal és az ott dolgozó kollégákkal.

Természetes, de azért itt rögzítenem kell, hogy minden elért eredmény, szakmai siker annak a környezetnek köszönhető, amiben szerencsém volt, ill. van dolgozni.

A munkakezdést követően az M1 autópálya Budapest – Bicske szakaszán a kisebb hidak építésében lehetőségem nyílt a csillagdepós keverőtelep létesítésének, beüzemelésének és alkalmazásának fortélyait kitanulni. Ebben az első időszakban részt vehettem a kéregpakettes technológia alkalmazásában, illetve az akkortájt előszeretettel alkalmazott előregyártott felmenő szerkezetek (pillérek és szerkezeti gerendák) építésében.

A kor kihívásaival összhangban 1985-ben el kellett menni katonának, és a vasbeton szerkezetek építése helyett a vasszerkezetekkel (tankokkal) töltöttem másfél szép évet.

1987-ben az M01/B szakaszán kaptam feladatot, a Soroksári Duna-ág híd építésén. A projekt több különleges kihívást tartogatott.

Ezen a projekten kezdtünk el először nagytáblás zsalurendszer nagy mennyiségben alkalmazni, ami betontechnológiai oldalról több kihívást támasztott. Egyrészt elkezdődött a küzdelem a zárt zsalufelületen megjelenő buborékokkal, másrészt a nagy szerkezetek betonozását intenzív betonellátással kellett biztosítani. A fentiekhez immáron frakcionált adalékanyaggal dolgozó, helyszíni telep építése vált szükségessé (1. ábra).

Mivel a kor vegyszerei (a hazai alkalmazás) nem tették lehetővé a magasabb szilárdsági osztályú, alacsony vízadagolású betonok eltarthatóságát, a bedolgozást a keverék elkészítését követően a lehető leggyorsabban biztosítani kellett.

Minden törekvésünk ellenére, a szabadon betonozott felszerkezet feszítéséhez előírt 28 N/mm² szilárdság bizto-

1. ábra: Soroksári-Duna híd telepített keverője



2. ábra: A feszítés lehorgonyzásaiba beépített előregyártott tömbök

sítása csak két napos, mintegy 48 órás korban volt elérhető. Nem lehetett ennél magasabb szilárdságot előírni, mivel ez jelentősen megnövelte volna a betonozás és a feszítés közötti időt. Mivel a betontechnológia nem tudott jobb feltételeket teremteni, a szerkezeti kialakítás adott megfelelő megoldást. A feszítési helyekre előregyártott tömböket készítettünk (2. ábra), amelyek a zöm bebetonozásakor már elérték a megfelelő szilárdságot. Ebben az előregyártott betontömbbe került a feszítéshez szükséges trombita, és a szükséges vasalás. Ezzel a módszerrel a tervező a frissen bebetonozott zömbben fellépő feszültségeket mintegy 35%-ra csökkentette.

A beruházás során egy másik, abban a korban jelentős technológiai eljárást is első alkalommal alkalmaztuk a hídépítésben. A pályalemezek és a szegélyek építése során a betonokat vákuumoztuk. A Tremix eljárást elsődlegesen vasbeton lemezek építésére kezdtük alkalmazni. A mintegy 500 + 50 m hosszú ártéri hidak pályalemezeinek betonjából a beton lehúzását követően vákuumszivattyúkkal eltávolítottuk a fölösleges vizet. Az eljárás során mértük a kivett víz mennyiségét. Ugyanezt az eljárást a szegélyek építésénél is bevetettük. A szegély zsaluzat belső felületét elláttuk a teljes rétegrenddel, és a bebetonozás után a felületből eltávolítottuk a vizet. Az eljárással a szegélyzsalut napi két alkalommal át lehetett telepíteni. A vegyszerek fejlődése a bonyolult eljárás alkalmazását lényegében eltüntette, hiszen ma már nem kell annyi fölösleges vizet rakni a betonba a bedolgozhatóság érdekében.

A következő nagy kihívást 1991-ben a Dulácska völgyhíd építése jelentette. A híd az egyik első tölt vasbeton felszerkezet volt, rendkívül gyors építési ütemezéssel. A völgy fölött 28 m magas híd megépítése során meghatározó volt az építés gyorsítása. A gazdaságossági szempontok alapján az a döntés született, hogy előbb a bal, majd a jobb szekrény épül meg. A két szekrényt a befejezést követően a pályalemez szintjén összebetonoztuk.

Mindezek után néhány évre a hídépítést el kellett hagynom, és víztisztító telepek, és iskolák építésében is volt szerencsém a vasbeton szerkezetépítést gyakorolni. A csepeli ivóvízkezelő mű (3. és 4. ábra) építése során az ózonozó építése jelentett különleges feladatot. A különleges korróziós hatások miatt csak beton és korracél érintkezhetett az ózonozó tér vizeivel. Ennek



3. ábra: Csepeli ivóvízkezelő mű



4. ábra: Részlet a csepeli ivóvízkezelő műből

a követelménynek csak úgy lehetett megfelelni, ha rendkívül jó utókezelési feltételeket biztosítottunk, és ha a lehető legrövidebb időre redukáltuk az egymásra kerülő vasbeton szerkezetek betonozása közötti időt. A cél természetesen a gátolt zsugorodás miatt kialakuló repedések elkerülése volt. Ennek a feltételnek úgy tudtunk megfelelni, hogy az alaplemez vasszerelésén összeállítottuk a falazatok vasszerelését és zsaluzatát, és az alaplemez betonozását követő napon a falat is betonoztuk. Ezen eljárással gyakorlatilag el lehetett érni, hogy az egész szerkezet tökéletesen vízzáró legyen a hat méteres vízoszlop mellett.

A fenti kitérő után 2004 től ismét autópálya építésekben volt lehetőségem részt venni

Az M7 autópályán, mint projektigazgató dolgozhattam. A Zamárdi – Balatonszárszó közötti szakaszon két tolt felszerkezetű híd is épült, köztük az egyik az S27. számú híd, ami talán az ország legszélesebb autópálya hídja. A belátási távolság biztosítása érdekében jelentős többlet szélességgel



5. ábra: 1600 m³-es cölöpösszefogó gerenda építése

épült meg. Ebben az időben, már modern vegyszerekkel, három betongyárból volt szervezhető a kivitelezés. A felkészült lelkiismeretes kollégáknak köszönhetően jelentős nehézségek nélkül készültek el a szerkezetek. A projekt jellemző létesítményei a támfalak. A legtöbb szerkezet CFA cölöpök alkalmazásával készült. A cölöpök közötti területet vasalt lőtt betonnal fedtük le. Az alsó, sókorrózióknak nagyobb mértékben kitett felületeket előregyártott beton elemekkel takartuk.

2004-ben kezdődött az M7 autópálya Zamárdi-Balatonszárszó szakaszának az építése. A szakasz kivitelezése során két tolt feszített vasbeton felszerkezetű hidat, és a Kőröshegyi völgyhidat is meg kellett építeni. A jelentős, de hídépítős szemmel ekkorra rutinfeladattá szelődött tolt, szerkezetek és a Kőröshegyi völgyhíd együttesen nagy mennyiségű, jól organizált, és magas minőségű beton ellátást tett szükségessé. A térségben már meglévő betongyárak mellé az építési helyre is telepíteni kellett olyan betongyárat, amely minden szempontból ki tudta elégíteni a legmagasabb igényeket.

Komoly mennyiségi elvárásoknak kellett megfelelni pl. a pillérek cölöpösszefogó gerendáinál (5. ábra).

A kivitelezés során az építési technológia rendkívüli elvárásokat támasztott a felszerkezet (6. ábra) betonjával kapcsolatosan:

- nagy kezdeti szilárdság
- nagy végszilárdság
- jó szivattyúzhatóság
- jó bedolgozhatóság.

A különleges feltételek teljesítéséhez rendkívül sok jól megtervezett előzetes kísérlet, rendszeres helyszíni ellenőrzések és folyamatos kontroll volt szükséges. Az ellenőrzések kiterjedtek az alapanyagokra, a gyártásra és a bedolgozásra egyaránt.

6. ábra: Kőröshegyi völgyhíd felszerkezetének építése





7. ábra: Az M93 autópálya Tisza hídjának látványterve

Az eredmények önmagukért beszélnek, hiszen a felszerkezet átlagszilárdsága meghaladta a 85 N/mm^2 értéket.

A szakszerűen összeállított keverékeknek és a fegyvelmezett gyártástechnológiának köszönhetően, a beton 36 órás korában rendre elérte a 36 N/mm^2 szilárdságot. Erről az első feszített szerkezetek építésénél álmodni sem lehetett.

Különleges kihívással szembesültünk kollégáimmal 2008-ban a az M43 autópálya Tisza híd terveinek a láttán (7. ábra).

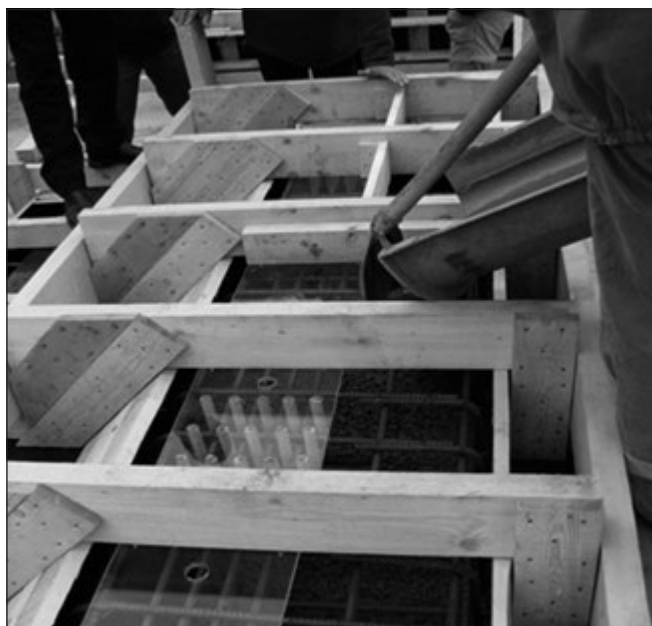
Önmagában meglepő volt a tervező azon elképzelése, hogy a híd gerinclemeze legyen harmónika szerű trapézlemez. Az indoklás az volt (egyben az aggodalmunk oka is), hogy így nem vesz fel feszültséget a gerinclemez. Miután a Pont – Terv tervezői eloszlatták aggodalmunkat, szembe kellett nézni azzal a ténnyel, hogy a gerinclemezek alsó övének a betonozását nem tudjuk megnyugtatóan elvégezni.

Kísérletezésbe kezdtünk, mind a receptúra, mind a szerkezet kialakításának ügyében.

A Mérnökkel és a Tervezővel együtt elkészítettük az elem 1:1 es modelljét olyan módon, hogy az acél alsó övet átlátszó lappal helyettesítettük (8-9. ábrák).



8. ábra: Eredeti kialakítás



9. ábra: Módosított elrendezés

A kísérlet során ellenőriztük, hogy a betonnal való kitöltést melyik kialakításnál hogyan tudjuk elvégezni. Felügyelhettük, hogy az övlemez helyettesítő lap alatt a légbuborékok hogyan viselkednek a vibrátorok használata során.

Az elvégzett vizsgálatokat követően a kivitelezés során jelentős zavar nem volt. Bebizonyosodott, hogy az alapos, minden részletre kiterjedő előkészítés bonyolult, első alkalommal épülő szerkezetek esetében is biztosítja a jó minőségű kivitelezést.

DR. TARICZKY ZSUZSÁNNA ELŐADÁSA A PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJ ÁTADÁSA ALKALMÁBÓL

Budapest, 2014. december 1.



ÉLETEM, MUNKÁM

Meghatódva olvastam dr. Balázs L. György professzor úr levelét a Palotás László-díj kuratóriumának döntéséről.

A Palotás László-díj a vasbetonépítés legnagyobb díja, melyet egy mérnök kaphat.

Őszinte szívvel köszönöm mindenkinek.

Köszönöm a Palotás László-díj kuratóriumának, a fib vezetőségének, a szüleimnek, akik már nem élnek, tanárainknak, munkatársaimnak, akik segítettek, bíztak bennem.

TANULMÁNYAIM

A Budapesti Fazekas Mihály gimnáziumban, 1958-ban jeles eredménnyel érettségiztem. Érdekelt a fizika. Szerettem a matematikát.

Tanár szerettem volna lenni, de többszöri kísérlet után sem vettek fel a matematika- fizika szakra, az akkori politikai elvárások miatt.

Felmérve a lehetőségeket, mivel szerettem rajzolni, s közben már az Építőipari Minőségvizsgáló Intézetben építési anyagok vizsgálatával foglalkoztam, jelentkeztem a Budapesti Műszaki Egyetemre. Felvételem sikerült. 1969-ben diplomát szereztem az Építésmérnöki Kar esti tagozatán, majd 1978-ban az egyetem Építőipari minőségvizsgáló szakán szakmérnök lettem.

Több éves munkám összefoglalásaként 1982-ben - a nagyszilárdságú helyszíni betonok technológiai kérdéseiről - megvédtem disszertációm, sikeresen vizsgáztam anyagismeretből, hídépítésből. Így lettem az építőanyagok doktora. A disszertáció elkészítésére dr. Klatmányi Tibor, dr. Balázs György professzor urak biztattak, dr. Palotás László professzor úr cikkekkkel látott el. Őszinte hálával gondolok rájuk!

ÉPÍTŐIPARI MINŐSÉGVIZSGÁLÓ INTÉZET

Tanulmányaim mellett az Építéstudományi Intézet Minősítő Tagozatán, majd a Minősítő Tagozatból alakult Építőipari Minőségvizsgáló Intézet Anyagvizsgáló Osztályán dolgoztam. Dr. György László, dr. Vadász János mellett megismerkedtem az építési anyagok vizsgálatával, roncsolásmentes betonvizsgálatokkal, a tűzállóság kérdéseivel. Részt vettem a bauxitcementekkel készült házak felülvizsgálatában.

Ebben az időben a gyakorlat az volt, hogy a méréseket, vizsgálatokat magunk végeztük. Megtapasztaltuk, hogy milyen eltérések, hibák fordulhatnak elő az anyagban, a méréseknél, a vizsgálatoknál. Ezeket az ismereteket hasznosítottam később a Nemzeti Akkreditáló Testület auditoraként, de hasznos volt későbbi munkáimnál is.

Az osztály munkájának része volt a Kiskörei erőmű beton alaplemezeinek vizsgálata.

Egy alkalommal dr. Hajtó Ödön, aki az erőmű főtechnológusa volt, megkérdezte, hogy nincs-e olyan évfolyamtársam, aki szívesen vállalná a laboratórium vezetését. Évfolyamtársaim építészvezetőként, tervezőként dolgoztak már az egyetem éve alatt.

Gondoltam, kipróbálom magamat. Az Építőipari Minőség-

vizsgáló Intézetben szerettek. Nehezen, de egy évre elengedtek. Elláttak jó tanácsokkal, az építésre vonatkozó szabványokkal, de rendszeres látogatói voltak az építkezésnek is. A feladat azonban reám maradt.

VÍZÜGYI ÉPÍTŐ VÁLLALAT, KISKÖRE

A Tisza II. építkezés számomra a mély víz volt. A helyszíni látogatás után tapasztaltak igazolódtak, a laboratóriumban, mind a mintavételekben, mind a jegyzőkönyvekben, sőt még a fejekben is káosz uralkodott. Rendszereztem a jegyzőkönyveket, munkatársaim tevékenységét, tanítottam őket Részt vettem a vizsgálatokban személyesen, hisz ez számomra természetes volt.

A betongyári depóniában továbbra is voltak agyagrgöök, amiket a Sandhofen-típusú keverő szalaghídja előtt kézzel kisedtettem, egy angol cikk tapasztalata alapján. Az esemény jelentős szilárdságjavulást eredményezett.

Ismereteim bővültek, megismerkedtem a vízépités rejtelmeivel. Megtanultam, hogy igen fontos a betongyár fegyelmé, a beszállítók megbízhatósága, de a helyszíni ellenőrzés a bedolgozásnál, az utókezelésnél is igen fontos. Később a betontechnológia tervezésében is részt vettem. Betongyárak üzemeltetése mellett egynek a telepítése is feladatomban lett.

Eltelt két és fél év. Élveztem már a munkát, azonban az élet Budapestre szólított.

HÍDÉPÍTŐ VÁLLALAT

1972 augusztusában hívtak az Ybl Miklós Főiskolára laboratóriumvezetőnek, én azonban a Hídépítő Vállalatot választottam.

Ezekben az években dr. Loykó Miklós volt a vállalat műszaki igazgatója, aki azzal a feladattal került a vállalathoz, hogy a hídépítési tevékenységet korszerűsítse. Így lett igény a minőségellenőrzés rendszerének kialakítására, ami új feladatot jelentett számomra.

A Hídépítő Vállalat igényes hídstruktúrákat épített, melyek anyaga elsősorban beton volt, ezért elsőként a beton előállítással foglalkoztam. Egy-egy műtárgy betonkeverékét gondos kísérleti munkával készítettem elő. Ez nem volt könnyű feladat, mert az alapanyagok kiválasztása igen korlátozott választékból történt. Ezek a korlátozott lehetőségek azonban sokféle tapasztalatot eredményeztek, melyekre később építeni lehetett.

Ebben az időben kis Elba-keverőkkel állították elő a betonokat a helyszínen. Betonozáshoz általában osztályozatlan homokos kavics állt rendelkezésre, amely vagy finomszemhiányos, vagy agyagrgöggel szennyezett volt, illetve márga darabokat tartalmazott. Az osztályozott anyagok minősége sem volt jobb. Például a győri Mosoni-Duna-híd (1979) szabadon betonozott felszerkezetének betonozásához a 0/4 homokot a Mélyépítő Vállalat Északpesti Betongyárból hoztuk az BME Építőanyag Tanszék javaslatára. A cementválaszték sem felelt meg a szigorú technológia követelményeinek. Három műtárgynál, mint Mosoni-Duna-híd (1979), a , Csongrád Tisza-híd és a Soroksári-Duna-híd (1989) betonozásához külföldről hoztunk egyenletes minőségű, feszíthetőséget biztosító cementet. Betonadalékszer használata eleinte tilos volt. A győri Mosoni-Duna-hídnál (1979) alkalmaztunk először Melment L10 betonadalékszert.

Ilyen körülmények között készültek a helyszínen előregyártott tartók (1972–1980), a szabadszereléssel (1975 – 1984) és a szabadbetonozással (1979-1992) épült hidak betonjai. (1. táblázat).

Utófeszített hídstruktúrák építése				
Évszám	Helyszíni előregyártott tartók felhasználásával	Szabadszereléssel	Szabadbetonozással	Szakaszos előretolással
1972	Rakamaz ártéri hidak, Pécs felüljáró			
1973	Algyő Közfűti Tisza híd			
1974	Budapest Árpád úti felüljáró			
1975	Kunszentmárton Hármaskörös híd	Kunszentmárton Hármaskörös híd		
1976	Budapest MOH felüljáró			
1977		Köröstarcsa Kettős-Körös híd		
1978	Budapest Könyves felüljáró			
1979	Győri Mosoni Duna híd felüljáró		Győri Mosoni Duna híd mederhíd	
1980	Budapest Határ úti felüljáró			
1981		Budapest Marx téri felüljáró	Csongrád Tisza híd	
1982		Doboz Kettős-Körös híd		
1985		Békés Kettős Körös híd		
1989			MO autópályai Soroksári Dunahíd	Berettyóújfalu Berettyó híd
1992			Szolnok Tisza híd Meder híd	Szolnok Tisza híd ártéri hidak Szolnokot elkerülő vasúti hidak
1993				M1 autópályára Rába híd MO autópályai Dúlátsáka völgyhíd
1994				Oroszháza Felüljáró Cigánd Ártéri Tisza híd Soroksári út feletti híd
1995				M5 bevezetés Pécs vasúti felüljáró
1997				Debrecen Homokkerti felüljáró
1998				
1999				MAGYAR-SZLOVÉN vasút

A szakaszos előretolással (1989 – 1999) épült hidak betonkeverékei többnyire már vásárolt betonok voltak. Megtapsztaltuk, hogy a betongyár kiválasztása sem egyszerű feladat.

Fontos volt az üzem, a gyártás és főleg a felhasználásra kerülő anyagok megismerése. Elmentem a bányákba, cementgyárakba, hogy a felhasználásra kerülő anyagokat megismerjem. Részt vettem a próbakeveréseken, de a szállítást-, átvételt is ellenőriztem alkalmanként, mivel ekkor még a szállítást nem a betonüzem végezte.

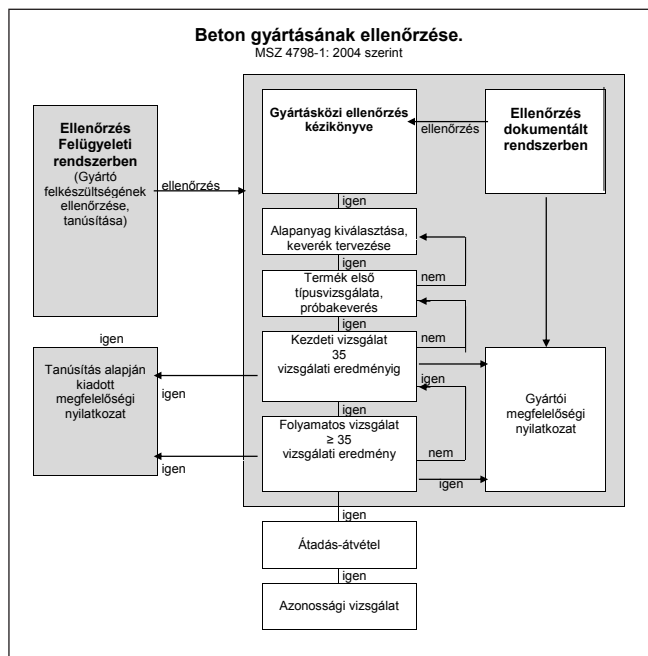
Az évek során munkatársaim egyre jobban elfogadtak. Eltérések esetén partnerek voltak a hiba kijavításában.

Napjainkban szigorodtak az elvárások. A munka kezdetekor szigorú feltételeknek kell megfelelnie a betonüzemnek, ill. a tartalék üzemnek. A helyszínen ellenőrizük, az üzem tevékenységét, felkészültségét, a felhasználásra kerülő anyagok minőségét, tárolását, az ellenőrzés rendszerét. De ellenőrizük a szállítást, beton fogadás folyamatát is, amit az európai beton-szabvány is előír. (2. táblázat)

A hidak, felüljárók betontechnológiai mellett, foglalkoztam a metróépítés, térburkolat- készítés betonjaival, feszítés, injekálás, termékátvitel, feszített hídtartók minőségi kérdéseivel. Kísérlettel határoztuk meg a speciális technológiai feladatok helyes megoldását, mint az algyői, kunszentmártoni szelelt tartók ragasztását, vagy az előregyártott alépítmény és fejgerenda helyes bedolgozását.

Miközben legfontosabb feladatommak tekintetem a betonok minőségét, a minőségbiztosítási rendszert is szerveztem.

1986-ban az Építésügyi Kivitelezési Szabályzat meg-



szúnt. Az ágazati szabványok írták elő a **technológiai utasítás** készítését, annak betartását, a vizsgálatok elvégzését, a munkahelyeken ezt a gyakorlatot kellett bevezetni.

A minőségbiztosítás szabályozása először miniszteri leirat volt, majd 1988 októberében kiadtuk a Hidépítő Vállalat **Minőségbiztosítási szabályzatát**, mely szervezetekre lebontva tartalmazta a feladatokat. A minőségügy lassan felértékelődött. A hidak, műtárgyak minősítési rendszere fokozatosan kialakult.

A vállalatok számára az ISO 9000 biztosította az egységes szabályozottságot. A Hidépítő Részvénytársaság tanúsítványát gondos felkészülés után 1997-ben kapta meg először.

Készültek nyomtatványok a mintavételekhez, segédletek, pl. a betonüzemek alkalmasságának felméréséhez, technológiai utasítás készítéséhez, majd elkészült az építési tevékenységet segítő minőségellenőrzési tervgyűjtemény a különböző munkákra, mely tartalmazta az egyes munkafázisokra vonatkozó követelményeket, a vizsgálatokat, annak minősítését, melynek elkészítésében munkatársaim is segítségemre voltak.

ISMERETEK ÁTADÁSA: OKTATÁS, ELŐADÁSOK, CIKKEK

Amit közben megtanultam, megtapsztaltam, próbáltam átadni másoknak. Mindig igyekeztem a gyakorlat számára általam jónak ítélt, egyszerű, megbízható megoldásokat adni, és megmutatni azok megvalósítását.

Az új szabályok, szabályozások elfogadásában fontos szerepet kapott az oktatás. Munkatársaimmal oktattuk a betonozó, feszítő szakmunkásokat, művezetőket, minőségellenőröket, még a vezetőinket is az új előírások ismereteire.

A cementgyárak, kavicsbányák, betonüzemek felfigyeltek arra, hogy a hídépítésben az elvárások szigorúbbak, mint más munkáknál, ezért vevőtalálkozóikon felkért előadó lettem. Előadásaimat, az oktatásokat személyes tapasztalataimmal tettem érdekessé. Mennyire volt egy-egy oktatás eredményes? Talán azzal, hogy újra meg újra volt rá igény.

Részt vettem a **Szabványügyi Testület**, az **Ütügyi Ágazati Szabványosítás**, a Magyar Betonszövetség, a Nemzeti Akkreditáló Testület munkáiban is.

A szabványosító munkában mindig arra törekedtem, hogy a szabvány megvalósítható előírásokat tartalmazzon.

A Magyar Betonszövetség oktatási munkájába az EN 206-1: 2002 Betonszabvány megjelenését követően kapcsolódtam be. A Magyar betonszövetség anyagilag támogatta a szabvány hazai bevezetését, elvállalta az új szabvány ismertetését. Oktatásokat szerveztem, felkért, szakma által elismert, gyakorló szakemberek bevonásával. Magam is részt vettem az oktatásban, de elvállaltam a visszakérdezés feladatát is, kiegészítve a helytelenül megválaszolt kérdések magyarázatával.

Tartottunk a betongyárok, előregyártók, szerkezetépítők részére oktatást, de kaptunk felkérést cégektől is, akik továbbképzéseik keretében egy teljes napot szántak az ismereteik bővítésére.

A Nemzeti Akkreditáló Testületben, mint technikai auditor dolgoztam. Célom mindig az volt, hogy a laboratóriumok vizsgálati alkalmasságának ellenőrzése során, ne csak a Minőségi Kézikönyvet, a nyomtatványokat, hanem a gyakorlatot is értékeljem. A más laboratóriumoknál megtapasztalt vizsgálati hibákra – természetesen név nélkül – felhívtam a figyelmet.

Azon szerencsések közé tartozom, aki olyan munkát végzett élete során, ami érdekelte. Nem lettem fizikatanár, de az anyagvizsgálatok, a betonkeverékek összeállításai pótolták a kísérleteket, s megtapasztalhattam az előadásokra való felkészülés, az oktatás izgalmát.

Az oktatás mellett rendszeresen írtam cikkeket a Hídépítők lapjában, így tájékoztatva munkatársaimat az új előírásokról, a hidak, műtárgyak minősítéséről-, szabványváltozásokról. Felkérésre készültek írások az Építés, Minőség, Vasbetonépítés, Beton, Építési Piac, Építéstechnika c.folyóiratok részére.

A különböző elismeréseken túl, külön megtiszteltetésnek érzem, hogy 1977-ben eljutottam a Kassán rendezett nem-

zetközi feszített beton konferenciára, ahol német nyelven tartottam előadást az első magyarországi szabadon szerelt híd kivitelezését megelőző kísérleti munkáról. 1981-ben a VI. Nemzetközi Melment - Symposiumon (München) a Melment L10 betonadalékszer alkalmazását foglaltam össze az első magyarországi szabadon betonozott hídépítésnél.

A doktori disszertáció cikkeinek fordításában, az előadásokra való felkészülésben édesapám volt segítségemre, aki több nyelven beszélt és 90 éves koráig fogta a kezem, miközben küzdött rendetlenkedő szívével, élete utolsó szakaszában pedig a gyilkos kórral.

ÖSSZEGEZÉS

A közel 50 év munkáját végig gondolva, sokszor nehéz volt, sok mindenről le kellett mondanom, de ma sem tenném másként.

Mindig igyekeztem a szakma érdekében megvalósítható új és általam jónak ítélt változásokkal foglalkozni, munkatársaimnak bizonyítani helyességét.

Szerencsére az élet adott a nehéz években egy kedves, szerény társat, aki szüleink halála óta a férjem. Óv, szeret, megért és támogat.

Végül hálás szívvel köszönöm a Palotás László-díjat **mindenkinnek**, aki életem során meghallgatott, segített, buzdított és hitt bennem.

Öszinte hálával gondolok mindazokra, akik már elmentek és szerettek.

Dr Tariczky Zsuzsánna

SZÁLERŐSÍTÉSŰ POLIMER (FRP) BETÉTEK – 1. ANYAGJELLEMZŐK



Solyom Sándor – Balázs L. György

A vasbetonszerkezetek esetén elengedhetetlen az erők átadása beton és a beágyazott betét között. Vasbetonszerkezetek beágyazott (acél, ill. nem acél anyagú) betéteinek a tapadása és együttudolgozása meghatározó jelentőségű a szerkezeti elemek teherbírása és használhatósága szempontjából. Az acélbetéteknél tapasztalható korróziós károsodások miatt megjelentek a nem acél anyagú betétek, amelyeknél az elektrolitikus korrózió kizárt. A szálerősítésű polimer (FRP) betéteknek, természetesen nem csak anyagi tulajdonságaik, hanem betonbeli tapadásuk is eltér a hagyományos acélbetétektől. Jelen cikkben (és a cikk folytatását képező, jövőbeli cikkben) a szerzők a szálerősítésű polimer (FRP) betétek anyagjellemzőit, illetve a tapadást befolyásoló tényezőket foglalják össze, megkülönböztetett figyelmet szentelve azon paramétereknek, amelyek hatásai megosztják a nemzetközi kutatók véleményét.

Kulcsszavak: szálerősítésű polimer (FRP), tapadás, felületi kialakítás, tartósság

1. BEVEZETÉS

A vasbeton, illetve a feszített vasbeton szerkezetek korróziója következtében csökken élettartamuk és nő fenntartási költségük. Az egyre erősebb környezetszennyezés, illetve jégolvasztó sózás miatt a vasbeton, illetve a feszített vasbeton szerkezetek korróziójával egyre gyakrabban találkozunk. A korróziós károsodás megelőzésére az elmúlt évtizedekben a kutatók különböző megoldásokat dolgoztak ki: tömörebb betonok alkalmazása (kisebb áteresztő képesség), nagyobb betonfedés, acélbetétek epoxi gyantával való bevonása, illetve rozsdamentes acélbetétek alkalmazása. Ezen megoldások egyike sem zárta ki teljesen az acélbetétek korrózióját.

Ígéretes megoldásnak tűnik a korrózióra hajlamos (acél) anyag helyettesítése nem korrodálódó (vagyis elektrolitikus korrózióval teljesen ellenálló) szálerősítésű polimer (FRP – Fibre Reinforced Polymer) anyagú betétekkel. A betétek 8-10 μm átmérőjű, párhuzamosan futó nagyszilárdságú szálakból és azokat összefogó ágyazóanyagból állnak. A szálak anyaga üveg, aramid, bazalt vagy szén lehet. Az ágyazóanyag általában epoxigyanta, poliészter, vinilészter vagy polietilén. A betétek száltartalma 60-70 V%. Az FRP betétek más tulajdonságaikban is kedvezőbbnek bizonyulnak, mint az acélbetétek: kúszásuk és relaxációjuk általában kisebb, tartós szilárdságuk és fáradási szilárdságuk pedig nagyobb, mint a hagyományos acélbetéteké (Balázs, Borosnyói, 2000). További előnyös tulajdonságaik: kis önsúly, nem-mágnesezhetőség, illetve a fizikai és mechanikai jellemzőik befolyásolhatóak, a meglévő követelményekhez igazíthatóak, a megfelelő szálak és ágyazóanyagok kiválasztásával (Borosnyói, 2006). Az FRP betétek közül a szénszálalás betétek rendelkeznek a legkedvezőbb mechanikai tulajdonságokkal és kémiai ellenállással.

Az FRP betétek jellegzetes tulajdonsága, hogy statikus terhelés hatására lineárisan rugalmasan viselkednek, majd ridegen szakadnak, folyási jelenséget egyáltalán nem mutatnak. Az FRP betétek esetén, a húzószilárdság 450 – 3500 N/

mm^2 között változik, a rugalmassági modulus pedig 35000 – 580000 N/ mm^2 , míg a szakadónyúlásuk 0,5 – 4,4 % között vehet fel értékeket.

Annak ellenére, hogy az elmúlt évtizedekben jelentős mennyiségű kutatás zajlott le az FRP betétek tapadása terén, a jelenség teljes megértése még mindig nem következett be. Az FRP betétek széleskörű elterjedésének elősegítése érdekében nemzeti szabványok kidolgozása is szükséges. Néhány kivételtől eltekintve (amerikai, kanadai és japán szabványok és tervezési segédletek) ez sajnos nem valósult meg eddig. A Nemzetközi Betonszövetség (fib) 2000-ben, 2001-ben és 2007-ben adott ki olyan Bulletin-eket (fib, 2000; 2001; 2007), amelyek a szálerősítésű polimer (FRP) anyagok betonszerkezetekhez történő alkalmazási lehetőségeit tárgyalta. Biztató, hogy a Nemzetközi Betonszövetség (fib) legújabb mintaszabványában (fib, 2013) az FRP anyag már bemutatásra kerül és a tervek szerint az európai szabvány következő kiadásában is jelen lesz.

FRP betétek legfontosabb előnyös tulajdonságai (acéllal való összehasonlításban):

- kiváló ellenállás az elektrokémiai korrózióval szemben,
- nem mágnesezhetőség,
- kedvezőbb húzószilárdság - önsúly arány,
- könnyű és gyors építhetőség, flexibilitás (különösen fontos lehet a meglévő szerkezetek megerősítésénél),
- kis hőtágulás és kis hővezető képesség,
- szénszálalás és aramidszálalás anyagok kiemelkedő fáradási szilárdsága,
- a mechanikai jellemzők különböző szerkezeti és környezeti igényekhez igazításának lehetősége különféle szálak és ágyazóanyagok kombinációjával,
- kiemelkedő tartósság a környezeti hatásokkal szemben.

Ugyanakkor nem szabad a hátrányaikról sem elfeledkeznünk:

- magasabb anyagár (a szerkezet egészét tekintve előnyös tulajdonságai miatt, akár kedvező is lehet),

- kisebb rugalmassági modulus (kivételt képez néhány szén-szál FRP),
- lineárisan rugalmas (rideg) viselkedés,
- FRP anyagok hosszú távú tartósságáról viszonylag kevés vizsgálati adat áll rendelkezésre,
- FRP anyagok tűzállósága nem kedvezőbb az acélénál,
- szálerősítésű polimer (FRP) anyagok viszonylag különlegesnek és kevésbé elfogadottnak számítanak,
- az építkezés helyszínén nem hajlítható,
- üvegszál FRP betétek feszültség korrózióra hajlamosak (fib, 2000; Lublőy et al., 2005; Szabó, 2013; Borosnyói, 2015).

Az FRP betétek alkalmazása szerkezetekhez különböző formában valósulhat meg:

- bebetonozott betétként, feszített vagy nem feszített szerkezeti elemekben;
- meglévő szerkezetek megerősítésénél két különböző eljárással. Az egyik esetben a felületre felragasztva (EBR - Externally Bonded Reinforcement), a másik lehetőség pedig a felület közeli elhelyezés módszere (NSM - Near Surface Mounted). A felhasznált szálerősítésű polimer (FRP) anyagok a következő formákat vehetik fel: szalagok, lemezek, szövetek és betétek. Az FRP anyagok alkalmazhatóak kő, beton, vasbeton, feszített vasbeton, acél, fa és falazott szerkezetekhez;
- szálerősítésű polimer (FRP) elemek és panelek felhasználhatók teljes egészében kompozit, vagy beton-kompozit, acél-kompozit, fa-kompozit öszvér szerkezetekhez (Baena, 2010; Borosnyói, 2013).

A szerzők az FRP betétek anyagjellemzőinek valamint az FRP betétek és a betéteket körülvevő beton együttlétezés folyamatának megismerését szeretnék elősegíteni, laboratóriumi kísérletek segítségével és kapcsolati feszültség – relatív elmozdulás (bond – slip) összefüggéseket leíró egyenletek kidolgozásával, egy Európai Unió által finanszírozott nemzetközi kutatócsoport tagjaiként (**endure** - European Network for Durable Reinforcement and Rehabilitation Solutions). A kutatócsoport eredményei és tevékenységei folyamatosan nyomon követhetők a program weboldalán (<http://www.endure-itn.eu/>). Első – jelen – cikk keretén belül az FRP betéteket alkotó anyagok (szálak és ágyazóanyagok) tulajdonságait, illetve felületi kialakítását mutatjuk be.

2. FRP BETÉTEK ANYAGJELLEMZŐI

A Nemzetközi Betonszövetség (*fib*) T5.1-es (korábban: TG 9.3) munkacsoportja által kiadott *fib* Bulletin 40 (*fib*, 2007) részletes leírással szolgál az FRP betétek anyagairól. A szálerősítésű polimer (FRP) betétek több tízezer darab 8-10 µm átmérőjű, párhuzamosan futó, nagy szilárdságú szálból és azokat összefogó ágyazóanyagból állnak. Az ágyazóanyag szerepe kettős: a szálak összetartása és a terhek elosztása a szálak között (különös tekintettel az esetlegesen elszakadt szálak terheinek továbbítására), valamint azok fizikai védelme is a keresztirányú hatásoktól (gyártás, tárolás és beépítés alatt), mivel a szálak keresztirányban sokkal kisebb szilárdságúak, mint hosszirányban. Az ágyazóanyagoknak és a szálaknak kémiailag összeférhetőnek kell lenniük.

A betonszerkezetekhez felhasznált szálerősítésű polimer (FRP) betétek és szalagok párhuzamosan futó, nagy szilárdságú szálakból készülnek, szövetek esetében két, illetve négy irányban teherhordó szálrendezés is előfordul (Borosnyói, 2013).

Az FRP betétek húzószilárdsága és rugalmassági modulusa függ a szálak anyagától, a szálak és az ágyazóanyag térfogati arányától, a szálak hosszteneggellyel bezárt szögétől, az FRP

betét átmérőjétől és keresztmetszeti kialakításától. A betétek hosszirányú tulajdonságait alapvetően a szálak határozzák meg, míg a keresztirányú viselkedést az ágyazóanyag is jelentősen befolyásolja (Balázs, Borosnyói, 2000).

A húzószilárdságot a betétek átmerője is befolyásolja (acélbetéteknel ez nem jellemző), mert a keresztmetszet közepén lévő szálak kevésbé vesznek részt a teherviselésben (Achillides, 1998), mint a keresztmetszet széleihez közelebb esők. A betétek felületén, a betonról átadódó nyíróerő hatására az egyes elemi szálakban eltérő alakváltozás ébred (az FRP betét nyírási merevsége kisebb az acélbetétekéhez képest) az ágyazóanyag alakváltozó képessége miatt.

Szálerősítésű polimer betétek esetén szinte minden anyagjellemző (szilárdság, rugalmassági modulus, Poisson tényező stb.) irányfüggő, azaz a vizsgált irány és a szálak tengelye által bezárt szög függvénye.

Az 1. ábrán jellegzetes FRP anyagú, építőiparban felhasznált termékek láthatóak.

2.1 Szálak

Az FRP betétek hosszirányú fizikai és mechanikai tulajdonságai a szálak típusától függenek. A szálak nagy húzószilárdsággal és merevséggel, illetve kis önsúllyal rendelkeznek. A szálak nagyobb húzószilárdsággal rendelkeznek, mint az alapanyagok, amiből készülnek, kedvező molekula orientáció és a kisebb számú belső diszlokáció miatt. A legfontosabb felhasznált szálak: üveg, szén és aramid valamint az utóbbi években a bazalt is egyre többször előfordul. A szálak lineárisan rugalmasan viselkednek, majd ridegen szakadnak, folyási jelenséget egyáltalán nem mutatnak. Az üveg és bazalt szálak izotróp anyagúak (mechanikai és termikus tulajdonságaik nem függenek a térbeli irányoktól), a szén és aramid szálak pedig anizotróp anyagok.

Az FRP betétek a szálak anyagának megfelelően kapják elnevezésüket:

- aramidszálak: AFRP (Aramid Fibre Reinforced Polymer) betétek,
- szénszálak: CFRP (Carbon Fibre Reinforced Polymer) betétek,
- üvegszálak: GFRP (Glass Fibre Reinforced Polymer) betétek,
- bazaltszálak: BFRP (Basalt Fibre Reinforced Polymer) betétek.

Különböző szálak fontosabb jellemzőit az 1. táblázatban összefoglaltuk.

1. ábra: Néhány jellegzetes FRP anyagú építőiparban felhasznált termék (feszített és nem feszített betét, háló, szalag, szövet) (Stijn Matthys: FRP Training Course, Ghent, 2015)



2.2 Ágyazóanyagok

Ágyazóanyagok esetében megkülönböztetünk hőre keményedő és hőre lágyuló műanyagokat. Leggyakoribb ágyazóanyagként a hőre keményedő műanyagokat alkalmazzák az alacsonyabb ár és a megfelelőbb feldolgozhatóság miatt (Cosenza et al., 1996), amelyek közül megemlítjük az epoxi, poliészter és vinilészter gyantákat, amelyek kisebb hőmérsékleten, kis nyomáson kikeményíthetők, a szálakhoz jól tapadnak, azonban hőállóságuk csak 200°C-ig növelhető (Palotás, Balázs, 1980). Leggyakrabban az epoxigyantát alkalmazzák, amelyeknek előnye, hogy nagy szilárdságú, jó hőállóságú szálerősített termékek állíthatók elő segítségükkel. Hátrányként kell megemlítenünk, hogy az epoxigyanták a beton erősen lúgos kémhatásával szemben nem minden esetben ellenállóak. A beton lúgos kémhatásával szemben a legnagyobb ellenállással a vinilészter gyanta rendelkezik.

Az ágyazóanyag szerepe a szálak összetartása, a terhek elosztása a szálak között és azok fizikai védelme is a keresztirányú hatásoktól (gyártás, tárolás és beépítés alatt), mivel a szálak keresztirányban sokkal kisebb szilárdságúak, mint hosszirányban (a molekulák tengelyirányú orientációja miatt). Az FRP betétek ágyazóanyagainak üvegesedési hőmérséklete legfeljebb $T_g = 120 - 140^\circ\text{C}$. Rövid idejű terhelésre közel lineárisan rugalmasan, míg tartós terhelésre viszkoelasztikusan viselkednek.

A leggyakrabban használt hőre keményedő ágyazóanyagok és tulajdonságaik a 2. táblázatban láthatóak.

2.3 FRP betétek felületi kialakítása

Az FRP betéteket előállításának egyik legelterjedtebb módszere a pultrúziós eljárás. Ezen technológia során a párhuzamosan futó elemi szálakat gyantába ágyazzák. Az így készített FRP betét sima felületű, aminek az együtdolgozása azonban nem lenne megfelelő a betonban (szálak tökéletes védelme sem biztosított), ezért a méretre vágást megelőzően a betétek különféle felületkezelésben részesülnek. A megfelelő együtdolgozás biztosítása érdekében a betét felületét homokszórással látjuk el. Ennek során a külső ragasztórétegre kvarchomokot vagy

2. táblázat: Jellegzetes hőre keményedő ágyazóanyagok és tulajdonságaik (fib, 2007)

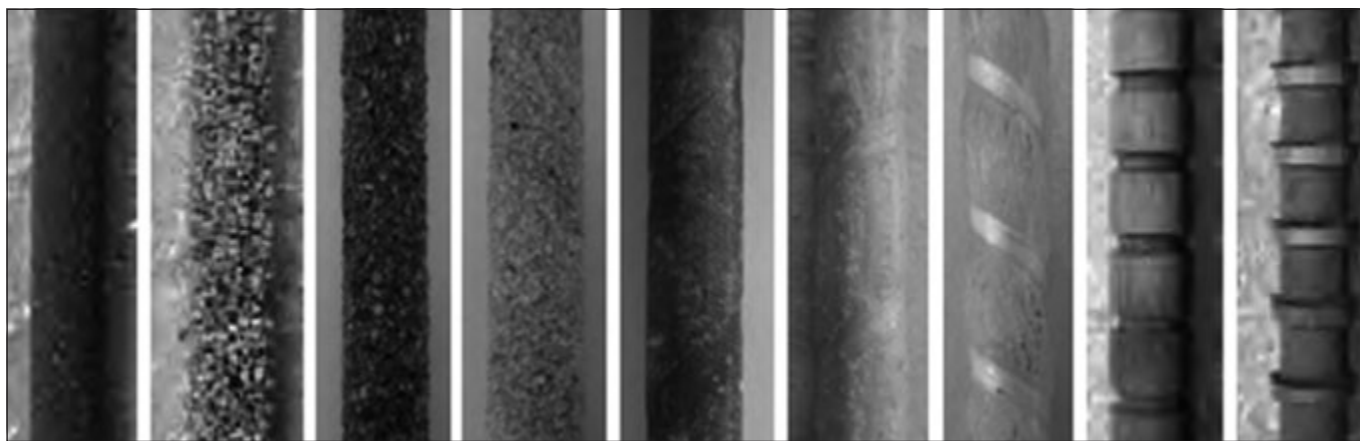
	Ágyazóanyag		
	Poliészter	Epoxi	Vinilészter
Sűrűség (kg/m ³)	1200-1400	1200-1400	1150-1350
Húzószilárdság (N/mm ²)	34,5-104	55-130	73-81
Rugalmassági modulus (N/mm ²)	2100-3450	2750-4100	3000-3500
Poisson-tényező	0,35-0,39	0,38-0,40	0,36-0,39
Lineáris hőtágulási együttható (10 ⁻⁶ /°C)	55-100	45-65	50-75

alumínium-oxid szemcséket hordunk fel. Így kellően nagy kapcsolati szilárdságot lehet elérni (akár az acélbetétekéhez hasonló nagyságút), azonban a kapcsolati szilárdság elérésekor a homokszórás ridegen válik le a betét külső felületéről. Másfajta felületi kialakításra is van lehetőség: felületi egyenetlenségek vagy bordák (esetleg bemélyedések) létrehozása a betétek felületén. Ezek lehetnek spirális alakban feltekercselt és préseléssel felragasztott FRP kötegek, vagy speciális nagy szilárdságú kerámiából, készített ismétlődő profilok, amelyek a betonacélokhöz hasonló külsőt kölcsönöznek az FRP betétnek.

Az így kialakított felület lehetővé teszi az FRP betétek erősebb nekitámaszkodását a környező betonnak, így javítva az együtdolgozási mechanizmust. Az utólag elhelyezett rétegeknél mindig az a legfontosabb szempont, hogy a megfelelő erőátadódás biztosítva legyen a külső és belső rétegek között, és hogy lehetőleg ne alakuljon ki a bordák elnyíródásával vagy leszakadásával járó tönkremenetel. Az így kialakított egyenetlen felületű FRP betétek homokszórással is elláthatók. További lehetőség acél feszítőpázmákkal megegyező kialakítású FRP pázmák létrehozása, illetve FRP kötegekből fonott betétek előállítása.

1. táblázat: Jellegzetes szálak FRP betétekhez (fib, 2007)

Szál típus	Sűrűség	Húzószilárdság	Rugalmassági modulus	Szakadó nyúlás	Lineáris hőtágulási együttható	Poisson-tényező
	kg/m ³	N/mm ²	N/mm ²	%	10 ⁻⁶ /°C	
E - üveg	2500	3450	72 400	2,4	5	0,22
S - üveg	2500	4580	85 500	3,3	2,9	0,22
Alkáliálló üveg	2270	1800-3500	70 000-76 000	2,0-3,0	-	-
ECR	2620	3500	80 500	4,6	6	0,22
Szén (HM)	1950	2500-4000	350 000-650 000	0,5	(-1,2) - (-0,1)	0,20
Szén (LM)	1750	3500	240 000	1,1	(-0,6) - (-0,2)	0,20
Aramid (Kevlar 29)	1440	2760	62 000	4,4	-2,0 (hosszirányú) 59 (keresztirányú)	0,35
Aramid (Kevlar 49)	1440	3620	124 000	2,2	-2,0 (hosszirányú) 59 (keresztirányú)	0,35
Aramid (Kevlar 149)	1440	3450	175 000	1,4	-2,0 (hosszirányú) 59 (keresztirányú)	0,35
Aramid (Technora H)	1390	3000	70 000	4,4	-6	0,35
Aramid (SVM)	1430	3800-4200	130 000	3,5	-	-
Bazalt (Albarrie)	2800	4840	89 000	3,1	8	-



2. ábra: FRP betétek felületi kialakítási lehetőségei. Balról jobbra haladva: sima, három különböző homoksórt kialakítás, műgyanta felület konkáv-konvex kialakítással (texture), spirális FRP köteggel kialakított (helical wrapping) és homoksórással, spirális FRP köteggel kialakított, két különböző rovátkolt (indented) felületű [Al-Mahmoud et al., 2007; Baena, 2010]

Jellegzetes FRP betét felületi kialakítások láthatóak a 2. ábrán.

3. MEGÁLLAPÍTÁSOK

A vasbeton szerkezetek korróziójának elkerülésére ígéretes megoldás lehet a korrózióálló, nem acél anyagú (FRP) betétek alkalmazása.

Az FRP betétek mechanikai tulajdonságai és felületi kialakítása jelentősen eltérhet a hagyományos acélbetétektől, ami számos kérdést vet fel. Az FRP betétek összetevői sokféleségének lehetőségén kívül a különböző gyártási eljárások, bevonatok és felületi kialakítások az együttdolgozás jellegét, illetve az együttdolgozás tönkremenetelét jelentősen befolyásolhatják.

Az FRP betétek szálainak anyaga lehet üveg, aramid vagy szén, illetve az utóbbi évektől már bazalt is. Az ágyazóanyag általában epoxigyanta. Szálerősítésű polimerek esetén szinte minden anyagjellemző (szilárdság, rugalmassági modulus, Poisson-tényező stb.) irányfüggő, azaz a vizsgált irány és a szálak tengelye által bezárt szög függvénye. Feszültségalakváltozás ábrájuk tökéletesen rugalmas-rideg viselkedést mutat. Rugalmassági modulusuk lehet kisebb vagy nagyobb, mint az acélé.

Az FRP betétek alkalmazhatóak:

- bebetonozott betétként (nem feszített, illetve feszített),
- meglévő szerkezetek megerősítéséhez (EBR és NSM módszerek),
- FRP elemek és panelek felhasználása teljes egészében kompozit vagy beton-kompozit, acél-kompozit, fa-kompozit és öszvér szerkezetekhez.

4. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők ezúton is megköszönik az Európai Unió támogatását, az endure (European Network for Durable Reinforcement and Rehabilitation Solutions, Grant: PITN-GA-2013-607851) projektek keretén belül.

5. FELHASZNÁLT IRODALOM

- Achilles, Z. (1998): "Bond behaviour of FRP bars in concrete", *PhD Thesis*, The University of Sheffield.
- Al-Mahmoud, F., Castel, A., Francois, R., Tourneur, C. (2007): "Effect of surface pre-conditioning on bond of carbon fibre reinforced polymer rods to concrete", *Cement and Concrete Composites*, 29(9): 677-689.
- Baena, M., Torres, L., Turon, A., Barris, C. (2009): "Experimental study of bond behaviour between concrete and FRP bars using a pull-out test", *Composites: Part B - Engineering*, 40 (2009), pp. 784-797.
- Balázs L. Gy., Borosnyói A. (2000): "Nem acél anyagú (FRP) betétek alkalmazása hídépítésben", *Vasbetonépítés*, II. évf., 2. szám, 2000/2, pp. 45-52.
- Borosnyói A. (2006): "FRP reinforced concrete - Brittle or Ductile behaviour?",

Vasbetonépítés, Vol. 8., No.3, 2006/3, pp. 71-80.

- Borosnyói A. (2013): "Beton szerkezetek korrózióállóanak biztosítása innovatív, szálerősítésű polimer (FRP) anyagokkal", *Építőanyag*, 65. évf. 1. szám, 26-31. p. <http://dx.doi.org/10.14382/epitoanyag-jsbcm.2013.6>
- Borosnyói A. (2015): "Influence of service temperature and strain rate on the bond performance of CFRP reinforcement in concrete", *Composite Structures*, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compstruct.2015.02.076>
- Cosenza, E., Manfredi, G., Realfonzo, R., (1996): "Bond of FRP Rebars to Concrete: Experimental Behaviour and Analytical Models", *Studi e Ricerche*, Vol.17, 1996. pp. 253-282.
- fib (2000): "Bond of Reinforcement in Concrete", State-of-art Report, Bulletin 10, fib - International Federation for Structural Concrete, Lausanne.
- fib (2001): "Externally bonded FRP Reinforcement for RC Structures", Technical Report, Bulletin 14, fib - International Federation for Structural Concrete, Lausanne.
- fib (2007): "FRP reinforcement in RC structures", Technical report, Bulletin 40, fib - International Federation for Structural Concrete, Lausanne.
- fib (2013): "fib Model Code for Concrete Structures 2010", *Wilhelm Ernst & Sohn*, fib - International Federation for Structural Concrete, Lausanne.
- Lublóy, É., Balázs, G. L., Borosnyói, A., Nehme, S. G. (2005): "Bond of CFRP wires under elevated temperature", *Proceedings "Bond Behaviour of FRP in Structures"* (Eds. Teng and Chen) 7-9. Dec. 2005 Hong Kong, China, ISBN 962-367-506-2, pp. 163-167.
- Muñoz, M.B. (2010): "Study of bond behaviour between FRP reinforcement and concrete", *PhD Thesis*, University of Girona.
- Palotás L., Balázs Gy., (1980): "Mérnöki szerkezetek anyagtana 3. Beton-habarcserakémiák-műanyag", Akadémiai Kiadó
- Szabó, Zs.K. (2013): "Bond characteristics of NSM reinforcements based on advanced test method", *PhD Thesis*, Budapest University of Technology and Economics.

Sólyom Sándor (1984) okleveles építőmérnök, tudományos segédmunkatárs, BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék. Fő érdeklődési területei: szálerősítésű polimer betétek alkalmazása, tapadása, lehorgonyzása, tartószerkezetek utólagos megerősítése szálerősítésű anyagokkal. A *fib* Magyar Tagozat és a *fib* T5.1 tagja.

Dr. Balázs L. György (1958) okl. építőmérnök, matematikai szakmérnök, PhD, Dr. habil, egyetemi tanár, a BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék vezetője. Fő érdeklődési területei: beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek (anyagai, laboratóriumi vizsgálata és modellezése), szálerősítésű betonok (FRC), nem acél anyagú (FRP) betétek, megerősítések anyagai és módjai, erőátadás betonban, vasbeton tartó repedezettségi állapota, vasbetonszerkezetek tartóssága. A *fib* T2.1 „Serviceability Models” munkabizottság és a COM9 „Dissemination of knowledge” elnöke, valamint további *fib* bizottságok tagja. A *fib* Magyar Tagozat elnöke. A *fib* tiszteletbeli elnöke.

FIBRE REINFORCED POLYMER (FRP) REBARS – 1. MATERIAL CHARACTERISTICS

Sándor Sólyom – György L. Balázs

In order to construct more durable reinforced concrete structures, in the most severe environmental conditions, corrosion of steel bars should be prevented. One possible way is to replace the traditional steel reinforcement with Fibre Reinforced Polymers (FRP). Despite the high amount of research done in the field, the adoption of FRP as embedded reinforcement in new structures is slow. Few reason could be responsible for this. However, the most important is the lack of design guidance. Therefore, to develop design codes for the use of FRP reinforcement as internal reinforcement, the proper understanding of bond mechanism and the effect of different parameters on the bond behaviour is essential. Authors provide through a series of articles a comprehensive overview of the present state of knowledge of bond characteristics of FRP bars in concrete and the most important material characteristics are presented too.



Lublőy Éva - Czoboly Olivér – Balázs L. György – Mezei Sándor

Elvégeztük egy, az 1950-es években épült vasbeton keretvázás csarnok 14,7 m² alapterületű és 2,5 m belmagasságú, vasbeton födémes, téglá kitöltő falazatú helyiségének tűzvizsgálatát. A helyiségben többféle éghető anyagot helyeztünk el, melyek egy valós tüzeset során is előfordulhatnak az épületben. Hőelemet vezettünk a helyiségbe, amivel mérni tudtuk a födémtől 0,3 m magasságban kialakuló hőmérsékletet. Vizsgáltuk, hogyan befolyásolja a tűz lefolyását az ajtó nyitása, illetve zárása, valamint az ablak kitörése. Emellett megfigyelhettük, hogy a tűz során az egyes építőanyagok hogyan viselkednek beépített állapotban.

Kulcsszavak: tűz, csarnoktűz, tűzterhelés, tűz időbeni lefolyása, építőanyagok viselkedése tűzterherre

1. BEVEZETÉS

Az épületek tűz közbeni valós viselkedésének megismerése kiemelten fontos. Sok laboratóriumi kísérletet végeztek már, melyekben hőterhelésnek, vagy tűzterhelésnek tettek ki egy-egy anyagot, vagy szerkezeti elemet (*Bikhiet, El-Shafey, El-Hashimy, 2014*), (*Czoboly, Lublőy, Balázs, Nehme, 2012*), (*Czoboly, Majorosné Lublőy, Balázs, 2013*), (*Phan, Carino, 2002*), (*Tao, Yu, 2012*). Az anyagjellemzők hő, illetve tűz hatására bekövetkező változásának ismerete szükséges, azonban a szerkezeti elemek tűzterhelés közbeni együttlétezésének ismerete is elengedhetetlen a szerkezeteink tűz alatti viselkedésének megismeréséhez.

Számos olyan szakirodalmi adat is rendelkezésre áll, ahol egy épület tüzeset utáni állapotvizsgálatának tanulságai olvashatóak (*Majorosné Lublőy, Bánky, Balázs, 2004*), (*Szikra, Takács, 2010*). Viszonylag kevés olyan kísérlet áll rendelkezésre, ahol egy valós épület állapotát a tüzeset előtt, a tüzeset közben és az oltást követően is vizsgálták.

Lehetőségünk nyílt egy vasbeton csarnok egyik helyiségének tűzterhelésének elvégzésére. Egy 14,7 m² alapterületű, 2,5 m belmagasságú, vasbeton födémes, téglá kitöltő falazatú helyiség tűzvizsgálatát végeztük el. A helyiségben többféle éghető anyagot helyeztünk el, amelyek egy valós tüzeset során is előfordulhatnak az épületben (*1. ábra*). A nagyobb hőterhelés eléréséhez 10 liter gázolajat locsoltunk a faanyagra.

Jelen cikkünkben ezen csarnokrész tűzvizsgálatának tapasztalatait ismertetjük.

1. ábra: Az épület tűzterhelésnek kitett része



2. AZ ÉPÜLET JELLEMZŐI

A csarnok az 1950-es évek elején épült, monolit vasbeton keretvázás épület, alulbordás vasbeton födémmel. A csarnokban kisméretű tömör téglá tartófalakkal leválasztottak három kisebb helyiségből álló épületrészt, melyet felülről egy monolit vasbeton födémmel zártak le, úgy hogy a monolit vasbeton födém és az alulbordás vasbeton zárófödém között hozzávetőlegesen 1,5 m magas tér alakult ki (*2. ábra*). Az épület évekig csomagolóüzemként működött. A tűzvizsgálat előtt a csarnokot bontásra ítélték. A vizsgálat során a Bács-Kiskun Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság munkatársai működtek közre.

A nyílások mérete és helyzete jelentősen befolyásolja a tűz lefutását, ezért ezeket a következőkben ismertetjük (*3. ábra*). A helyiség keleti oldalán egy ablak volt, amely 2,7 m széles, 1,6 m magas és a parapet magassága 1 m. Az ablakkal szemben egy 3 m széles, 2,95 m magas kétszárnyú fém ajtó helyezkedett el. Az északi homlokzaton egy darab 2 m széles és 0,2 m magas szellőző nyílás volt, ami a mennyezet alatt hozzávetőlegesen 0,3 m-rel helyezkedett el, illetve két darab 0,6 m széles és 0,3 m magas szellőzőnyílás volt, ami a padló felett 0,3 m-rel volt. A helyiség déli oldalán egy darab, hozzávetőlegesen 0,7 m magas és 0,4 m széles faláttörés volt a padlótól 1,6 m magasan.

A tűzterhelésnek kitett helyiség ablaka körül 10 cm vastag hőszigetelő homlokzati bevonatrendszer készítettünk. A nyílászáró egyik felén polisztirol, másik felén kőzetgyapot hőszigetelés készült, melyek rögzítése a falra való ragasztással és az adott hőszigetelő rendszerhez tartozó rögzítődübelekkel történt. A hőszigetelés felületére üveghálós erősítésű vékonyvakolat került.

3. A TŰZ LEFUTÁSA

Ahogy az közismert, az égéshez szükség van éghető anyagra, oxigénre és gyújtóforrásra (vagy öngyulladásához szükséges megfelelő aktiválási energiára).

A vizsgálati térbe az *1. ábrán* látható módon helyeztük el az éghető anyagokat. A helyiségben többek között faanyagot, papírt, műanyag fóliát helyeztünk el. A nagyobb hőterhelés eléréséhez 10 liter gázolajat locsoltunk a faanyagra, majd meggyújtottuk.



2. ábra: Tűzhatásra vizsgált csarnokrész homlokzatai (bal oldali kép) és belső térleválasztása (jobb oldali kép)

A helyiség északi oldalán levő fölső szellőző nyíláson keresztül hőelemet vezettünk a helyiségbe, amivel mérni tudtuk a helyiségben, a földemtől 0,3 m magasságban kialakuló hőmérsékletet. A 4. ábrán a hőmérséklet alakulását láthatjuk az idő függvényében.

A megfelelő oxigén utánpótlás biztosításához a helyiség ajtaját a tűz során nyitva tartottuk, csak az 5. percben 2 percre, a 8. percben 2 percre és a 11. percben 2 percre csuktuk be az ajtót, ami a 4. ábrán is megfigyelhető ideiglenes hőmérsékletcsökkenést eredményezett. Az ajtó kinyitásának pillanatában a hőmérséklet rohamosan emelkedni kezdett, amit az égéshez szükséges oxigén beáramlása magyaráz. Ez a tény jól mutatja, hogy a rendelkezésre álló oxigén mennyisége jelentősen befolyásolja az égést, így a kialakuló hőmérséklet lefutását. A tűz lefutása alatt készült képeket az 5. ábrán láthatjuk.

Az ablak kitörése a 12. percen következett be, ettől kezdve a lángok az ablakon át kicsaptak (6. ábra). A helyiségben lévő hőmérséklet az ablakok kitörése után gyorsan emelkedni kezdett. Az éghető anyagok meggyújtását követően a helyiségben lévő levegő hőmérséklete 14 perc után érte el

a maximális hőmérsékletet, azaz 1240 °C-ot. A 15. perc után a levegő hőmérséklete csökkenni kezdett. A tűz oltását a tűz meggyújtása utáni 38. percben kezdtük el, ezért a hőmérsékletmérését eddig folytattuk.

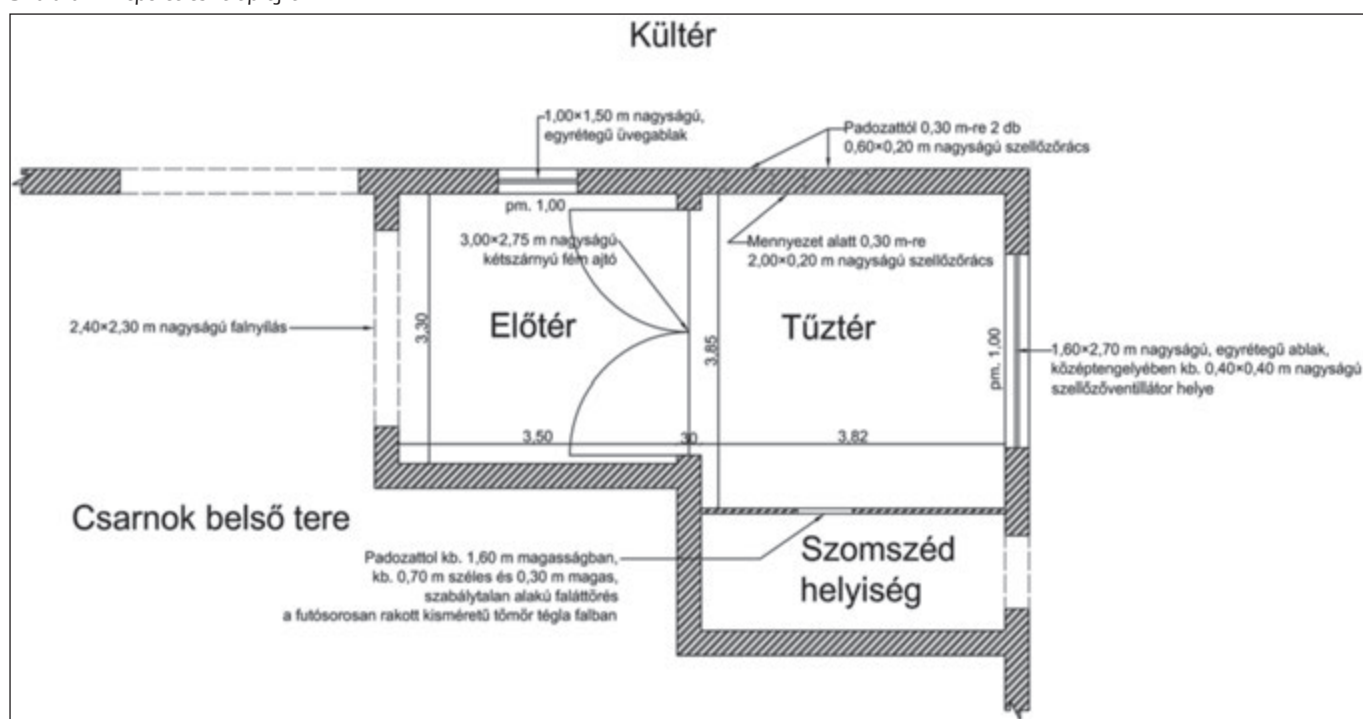
4. A SZERKEZETI ANYAGOK VISELKEDÉSE A TŰZ ALATT ÉS UTÁN

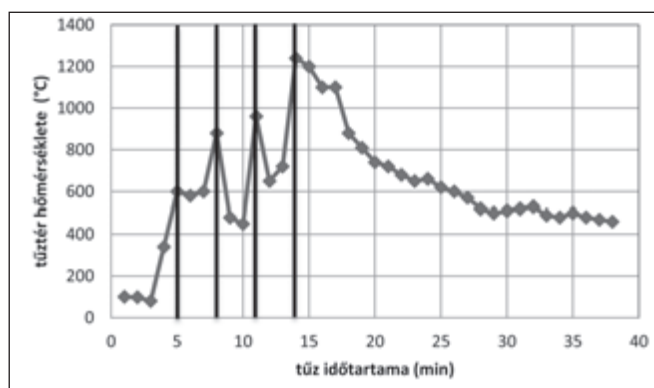
4.1 Üveg szerkezeti elemek viselkedése

Az építészeti üveg 99%-os tisztaságú SiO_2 -ból olvasztás útján előállított szervesetlen anyag, amely lehűlése közben kristályosodás nélkül jut mechanikailag szilárd állapotba. Az üveg nem kristályos szerkezetű szilárd anyag, amely olvadékból túlhűtéssel szilárdul. Az üveg hőtágulási együtthatója kisebb, mint a betoné, vagy az acélé (Balázs, 1994).

Az épület üveg ablakai a tűz keletkezését követő 12. percben kitörték, ezt az üveg és a környező szerkezet eltérő

3. ábra: Az épületrész alaprajza





4. ábra: A hőmérséklet alakulása az idő függvényében

hőátviteli együtthatójával, a külső és belső oldali hőmérséklet különbségéből adódó hőszigetelési ellenállás, illetve az acél ablakkeretek deformációjával magyarázhatjuk. Az üveg megfolyása szintén a 12. perc után következett be (7. ábra). Fontos megemlíteni, hogy a 4. ábrán ismertetett hőmérsékleti görbe a helyiség földemétől 0,3 m alacsonyabban mért hőmérsékleteket mutatja. Az ablak magasságában a 800°C hőmérséklet később alakult ki.

4.2 Téglafalazatok viselkedése

Számos épület fő szerkezeti része égetett agyagtégla falazat, ezért a falazatok tűzterhelés alatti viselkedését fontos ismernünk. A falazat két fő részből áll: építési kerámiából és kötőanyagból. Az építési kerámia termékeket hőállóság szerint három kategóriába sorolják:

- közönséges (1350 °C-nál kisebb hőmérsékleten lágyuló),
- hőálló (1350-1580 °C közötti hőmérsékleten lágyuló),
- tűzálló (1580 °C fölötti hőmérsékleten lágyuló).

A kisméretű tömör téglafalazat, magas hőmérsékleten történő előállítás miatt, tűz alatt kedvezően viselkedik, vagyis legtöbb esetben nem szenved alakváltozásokat és nem csökken a szilárdsága sem. Beépítése kötőanyaggal történik ezért tűzvizsgálata ezzel együtt célszerű. A kötőanyag tulajdonságai viszont 500 °C körül jelentősen megváltoznak, ezért a falazott szerkezetek tönkremenetele elsősorban a kötőanyag károsodása miatt következik be (Balázs, Lublóy, Tóth, 2012).

A tűzhatás alatt a téglafalazatról levált a vakolat, amit a cementkő kémiai átalakulásával magyarázhatunk (8. ábra). A vakolaton lévő festék sárga színe vöröses árnyalatú lett, ami a festék kémiai átalakulására utal (9. ábra).

5. ábra: A tűz alatt készült képek, közvetlenül a tűz meggyújtását követően (bal oldali kép), a tűz meggyújtása után hozzávetőlegesen 10 perccel (jobb oldali kép)



6. ábra: Az ablak kitörése után a lángkicsapása az épületből



7. ábra: Az üveg kitörése és megfolyása a tűz hatására

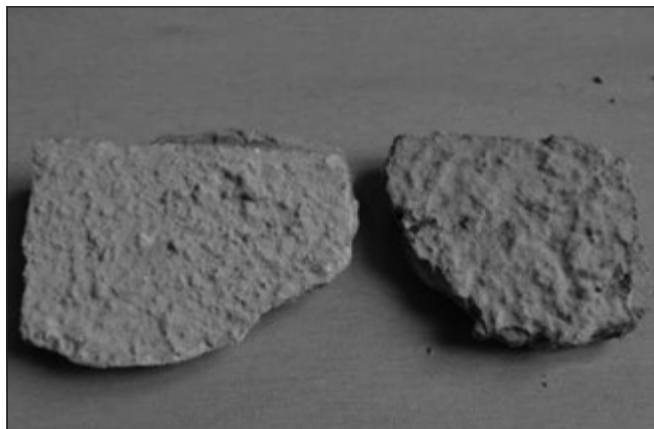




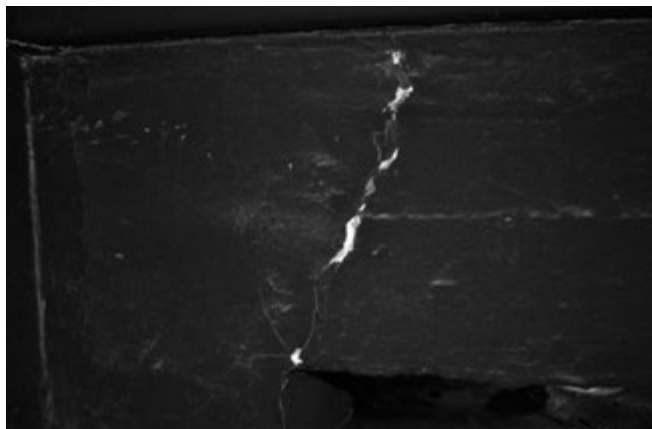
8. ábra: A kisméretű tömör téglafal a tűzvizsgálatot követően



10. ábra: A betonfelület réteges leválása



9. ábra: Vakolatdarab nem hőterhelt falszakaszból (bal oldal) és hőterhelt falszakaszból (jobb oldal)



11. ábra: A halmozott alakváltozás hatása az oszlop gerenda kapcsolatra

4.3 Vasbeton szerkezeti elemek viselkedése

A hőmérséklet emelkedésével a beton szilárdsági jellemzői romlanak. A beton a lehűlés során sem nyeri vissza eredeti tulajdonságait, jellemzőit, mivel a hőterhelés hatására a beton szerkezetében visszafordíthatatlan folyamatok mennek végbe, a beton szerkezete megbomlik, és végezetül tönkremegy. A vasbeton szerkezetek tönkremenetele alapvetően a következő két okra vezethető vissza (Balázs, Lublóy, 2009):

- (1) a beton alkotóelemeinek kémiai és fizikai átalakulására,
- (2) a betonfelület réteges leválására.

A vasbeton szerkezetekben a tűz hatására bekövetkehetnek (Balázs, Lublóy, 2009):

- **anyagszerkezeti változások**, amelynek okai lehetnek
 - a cement és az adalékanyag eltérő hőtágulása,
 - belső vízgőznyomás,
 - a keresztmetszeten belüli, illetve az elem menti eltérő hőmérsékletek,
- **tűlzott lehajlások** (beleértve a hő hatására bekövetkező kúszás és fajlagos alakváltozás okozta növekményt),
- **tűlzott repedezettség**,
- a beton és a betonacél közötti **tapadás** és lehorgonyzóképeség leromlása,
- a betonfedés **réteges leválása**,
- **teherbírásvesztés** (beleértve a stabilitásvesztést és az átszűrődést).

Az összegződő alakváltozások mértéke olyan nagy lehet, hogy a közvetlenül tűzterhelt ki nem tett szerkezeti elemek is károsodhatnak.

A 10. ábrán megfigyelhető a betonfelület réteges leválása. A tűzfészektől távolabb levő (az előtér bejáratánál található

2,4 m × 2,3 m nagyságú falnyílás fölötti) áthidalón halmozott alakváltozás hatására az oszlop-gerenda kapcsolat károsodott (11. ábra). A hőmérséklet emelkedés hatására nyírási repedések keletkeztek a gerendán, ahogy több a másik földemen elhelyezkedő gerendán.

Az ablak feletti áthidalón a betonacélok vonalában repedéseket észleltünk (12. ábra). Jól megfigyelhető, hogy mind a hosszvasak, mind a kengyelezés visszatükröződik a repedésképpen is. A betonacél melletti részeket karbonátosodásra is megvizsgáltuk, és megállapítottuk, hogy a beton nem karbonátosodott. A karbonátosodási mélység vizsgálatára tűz esetén azért van szükség, mert a Ca(OH)_2 átalakulása, ugyanúgy bekövetkezik, mint a karbonátosodás során. A karbonátosodási mélység nem érte el az acélbetétet, ami azt jelenti, hogy a beton hőmérséklete feltehetőleg nem érte el az 500°C-ot a betonacél vonalában. Ez magyarázható a betonfedés nagyságával (30 mm), illetve a tűz időtartamával.

4.4 Homlokzati hőszigetelés viselkedése

Az ablak környezetét a tűzvizsgálatot megelőzően hőszigetelő homlokzati vakolatrendszerrel láttuk el. A nyílászáró középtengelyétől jobbra közetgyapot, míg a középtengelytől balra polisztirol hőszigetelést alkalmaztunk. A 13. ábrán látható, hogy a polisztirol hőszigetelés az ablakon kicsapó lángok hatására meggyullad. A polisztirol hőszigetelés az üveghálóval erősített vékonyvakolat alatt teljes magasságban kiégett, míg a közetgyapoton látható elváltozást nem tapasztaltunk (13. ábra).

A hőkamerás felvételen (14. ábra) látható, hogy a közetgyapot hőszigeteléssel ellátott oldalon a fal felülete jelentősen átmelegedett, míg a polisztirol hőszigetelés oldalán



12. ábra: Az ablak fölötti áthidaló repedései

ez az átmelegedés kisebb területet érintett. (a 14.b. ábrán, a kép közepén levő négyszögön belül a felület hőmérséklete 497°C volt.) Ennek oka, hogy a kőzetgyapot nem olvadt meg, helyén maradvány gátolta a falazat felmelegedése során a hőleadást a kültér felé, míg a megolvadó, majd meggyulladó, végül nagy felületen eltűnő polisztirolhab hőszigetelésnél a téglafal felmelegedése során akadálytalanul leadja a hőt a kültér felé.

A 15. ábrán látható, hogy a polisztirol hőszigetelésnek a rögzítéséhez használt műanyag dübelek teljesen kiégték, míg a kőzetgyapot hőszigeteléshez használatos műanyag bevonatú, fém dübeleknél a fém mag teljesen ép volt. Ennek köszönhetően a fém dübelek meg tudták tartani a felhevült kőzetgyapot hőszigetelést. A hőkamerás felvételek, illetve a fém dübel műanyag bevonatának megolvadása alapján feltételezhető, hogy műanyag beütőtűskéjű dübel használata esetén a felhevült kőzetgyapot táblák leestek volna.

13. ábra: Az ablak környezetébe készített hőszigetelés, a) tűzterhelés közben, b) tűz eloltását követően, a vakolat eltávolítása során



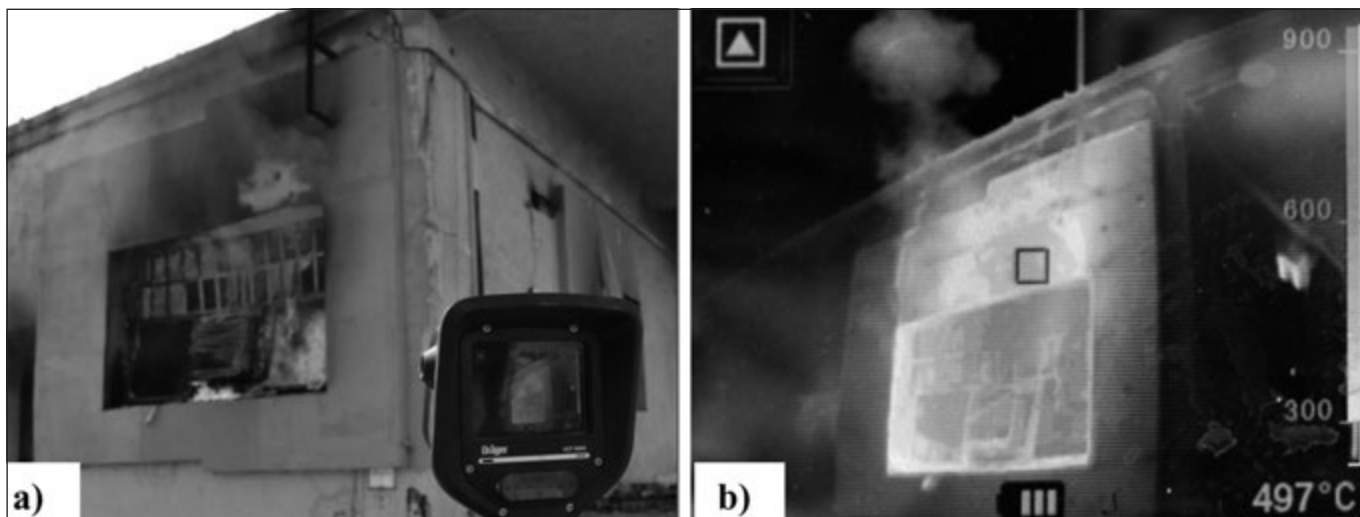
5. MEGÁLLAPÍTÁSOK

Az épületek tűz közbeni valós viselkedésének megismerése kiemelten fontos. Viszonylag kevés olyan kísérlet áll rendelkezésre, ahol egy valós épület állapotát a tüzeset előtt, a tüzeset közben és az oltást követően is vizsgálták.

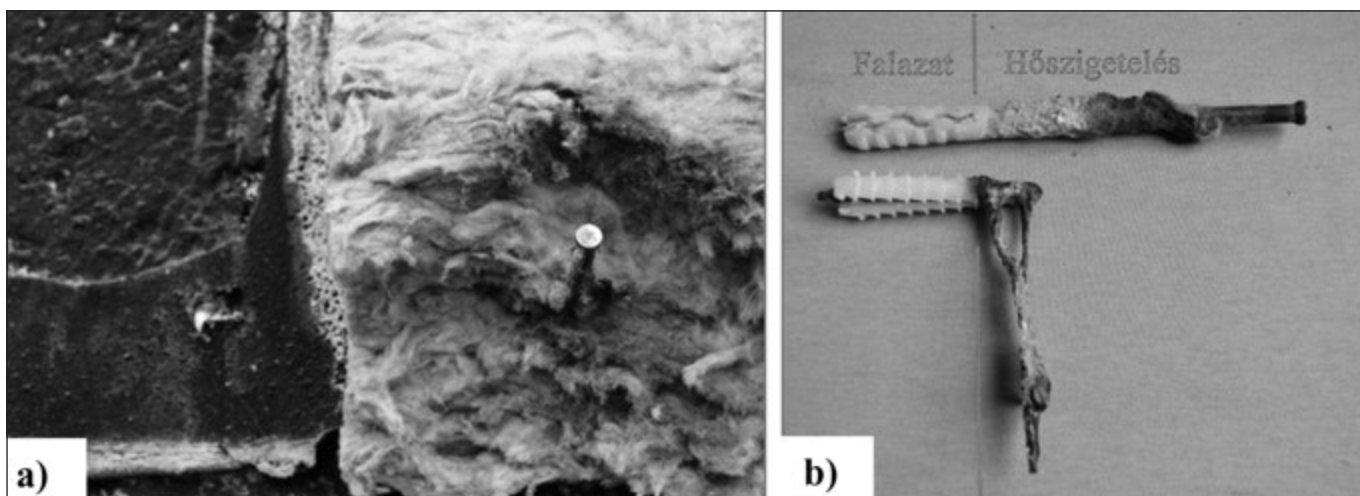
Lehetőségünk nyílt egy vasbeton csarnok egyik helyiségének tűzterhelésének elvégzésére. Egy $14,7\text{ m}^2$ alapterületű $2,5\text{ m}$ belmagasságú, vasbeton födémes, téglá kitöltő falazatú helyiség tűzvizsgálatát végeztük el. A helyiségben többféle éghető anyagot helyeztünk el, melyek egy valós tüzeset során is előfordulhatnak az épületben. A nagyobb hőterhelés eléréséhez 10 liter gázolajat locsoltunk a faanyagra.

A tűz után a következő megállapításokat tesszük:

- 1) Az épület üveg ablakai a tűz keletkezését követő 12. percben kitörték, ezt az üveg és a környező szerkezet eltérő



14. ábra: Ablak környezetéről készített felvétel, a) hagyományos fényképezőgéppel, b) hőkamerával



15. ábra: Polisztirol és kőzetgyapot hőszigetelés rögzítőelemei a tűzterhelés után, a) helyszínen készült fénykép, kép bal oldalán polisztirol hőszigetelés a kiolvadt műanyag dübellel, jobb oldalon kőzetgyapot, a fém magos dübellel b) tűzterhelést követően kivett dübelek, alul a teljesen műanyag dübél, felül a fém magos dübél

hőtágulási együtthatójával, illetve az acél ablakkeretek deformációjával magyarázhatjuk. Az üveg megfolyása szintén a 12. perc után következett be.

teljes magasságban kiégett, míg a kőzetgyapoton látható elváltozást nem tapasztaltunk.

- 2) A tűzhatás alatt a téglafalazatról levált a vakolat, amit a cementkő kémiai átalakulásával magyarázhatunk. A vakolaton lévő festék sárga színe vöröses árnyalatú lett, ami a festék kémiai átalakulására utal.
- 3) A vasbeton szerkezeteken, több helyen bekövetkezett a betonfelület réteges leválása.
- 4) A tűzfészekről távolabb levő (az előtér bejáratánál található $2,4 \text{ m} \times 2,3 \text{ m}$ nagyságú falnyílás fölötti) áthidalón halmozott alakváltozás hatására az oszlop gerenda kapcsolat károsodott a halmozódó alakváltozások következtében. A hőmérséklet emelkedés hatására nyírási repedések keletkeztek a gerendán, ahogy több a másik födémen elhelyezkedő gerendán.
- 5) Az ablak feletti áthidalón a betonacélok vonalában repedéseket figyeltünk meg. Jól megfigyelhető, hogy mind a hosszvasak, mind a kengyelezés visszatükröződik a repedésekben is.
- 6) A polisztirol hőszigetelés az ablakon kicsapó lángok hatására meggyullad. A polisztirol hőszigetelés az üvegháló alatt

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetünket fejezzük ki a Bács-Kiskun Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság és a Bács-Kiskun Megyei Mérnöki Kamara Tűzvédelmi Szakcsoportja részére, hogy lehetővé tették a vasbetonból készült csarnok jellegű épület egyik helyiségében lévő tűzvizsgálatban való közreműködésünket.

7. HIVATKOZÁSOK

- Balázs Gy. (1994): „Építőanyagok és kémia”, Tankönyv, Műegyetemi Kiadó, pp. 285-286.
- Balázs L. Gy., Lublóy É. (2009), „Magas hőmérséklet hatása a vasbeton szerkezetek anyagaira”, *VASBETONÉPÍTÉS* 2009/2, pp. 48-54
- Balázs L. Gy., Lublóy É., Tóth B. (2012): „Falazott és faszerkezetek tűzállósága”, *VASBETONÉPÍTÉS* 2012/2, pp. 45-53.
- Bikhiet M. M., El-Shafey N. F., El-Hashimy H. M. (2014): „Behavior of reinforced concrete short columns exposed to fire”, *Alexandria Engineering Journal*, évfolyam 53, szám 3, pp. 643-653.
- Czoboly, O. A., Lublóy, É., Balázs, L. Gy., Nehme, S. G. (2012): „Betonösszetétel egyes elemeinek hatása a hőterhelést követő, maradó nyomószilárdságra”, *VASBETONÉPÍTÉS* 2012/3, ISSN: 1419-6441, pp. 89-93.
- Czoboly, O. A., Majorosné Lublóy, É., Balázs, L. Gy. (2013): „Építőanyag

választás hatása az épületek tűzállóságára”, „Impact of building materials on fire resistance”, XVII. Nemzetközi Építéstudományi Konferencia, ÉPKO 2013, Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, ISSN 1843-2123, Csíksomlyó, pp. 74-80.

Majorosné Lublóy É., Bánky T., Balázs L. Gy. (2004): „Tűz a Budapest Sportcsarnokban: mérnöki tanulságok”, *VASBETONÉPÍTÉS* 2004/2, pp. 43-48.

Phan, L. T., Carino, N.J. (2002): „Effects of test conditions and mixture proportions on behaviour of high-strength concrete exposed to high temperatures”, *ACI Mater J*, 99. szám, pp. 54-66.

Szikra Cs., Takács L. (2010): „A Miskolc, Középszer u. 20 sz. alatti lakóépület tüzesetének sajátosságai”, ÉPKO 2010, Nemzetközi Építéstudományi Konferencia, Csíksomlyó, Románia.

Tao Z., Yu Q. (2012): „Residual bond strength in steel reinforced concrete columns after fire exposure”, *Fire Safety Journal*, Vol. 53, pp. 19-27.

Dr. Lublóy Éva (1976) okl. építőmérnök (BME Építőmérnöki Kar 2001), adjunktus a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékén (2008). Fő érdeklődési területei: vasbetonszerkezetek viselkedése tűz hatására, tűzkárok mérnöki tanulságai. A *fib* Magyar Tagozat tagja.

Czoboly Olivér Attila (1988) okleveles szerkezet-építőmérnök, doktorandusz (BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék). Fő érdeklődési területek: szálerősítésű betonok (FRC), nagy teljesítőképességű betonok (HPC), szerkezetek állapotvizsgálata, rekonstrukciós lehetőségek, tűzkárok mérnöki tanulságai. A *fib* Magyar Tagozatának és a *fib* tagja. A *fib* Commission 9 „Dissemination of knowledge” titkára.

Dr. Balázs L. György (1958) okl. építőmérnök, matematikai szakmérnök, PhD, Dr. habil, egyetemi tanár, a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék vezetője. Fő érdeklődési területei: beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek (anyagai, laboratóriumi vizsgálata és modellezése), szálerősítésű betonok (FRC), nem acélanyagú (FRP) betétek, megerősítések anyagai és módjai, erőátadás betonban, vasbeton tartó repedezettségi állapota, vasbetonszerkezetek tartóssága. A *fib* TG 4.1 „Használhatósági határállapotok” munkabizottság és a Special Activity Group 2 „Dissemination of knowledge” elnöke, valamint további *fib* bizottságok tagja. A *fib* Magyar Tagozat elnöke. A *fib* Tiszteletbeli Elnöke.

Mezei Sándor (1979) okleveles biztonságtechnikai mérnök, doktorandusz (BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék). Fő érdeklődési területek: az építőanyagok tűzzel szembeni viselkedésének vizsgálata, építményszerkezetek állapotvizsgálata, tűzkárok mérnöki tanulságai, illetve a tűzkárok csökkentési lehetőségeinek kutatása.

EXPERIENCES WITH REAL FIRE LOAD

Éva Lublóy - Olivér Czoboly – György L. Balázs – Sándor Mezei

A small room (area: 14.7 m² and clear height: 2.5 m) of a warehouse (built in 1950 in) of a reinforced concrete frames has been subjected to a real fire load test. The slab of the test area was cast-in-situ reinforced concrete with non-bearing walls built from bricks. We put several combustible materials in the test area which may also be in a real building fire. Thermocouples were placed in the tested area, so we could measure the temperature 0.3 m from the slab. Opening and closing of the door, and influence of the broken window on the fire scenario were also considered. Behaviour of the various building materials and the structural elements were studied during the fire. Experiences are detailed in the paper.

GUZMICS JÁNOS KÖSZÖNTÉSE 65. SZÜLETÉSNAPJA ALKALMÁBÓL



1950. március 30-án született Szombathelyen. 1973-ban a Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karán diplomázott okleveles szerkezetépítő mérnökként, majd 1982-ben okleveles építésmérnöki diplomáját is megszerezte.

Munkáját a budapesti központú, de az ország szinte minden részén munkát végző Vízügyi Építő Vállalatnál kezdte 1973-ban, ahol különböző vízépítési műtárgyak, segédszerkezetek, valamint mélyalapozások tervezésében és kivitelezésében működött közre. Ezt követően 1974-75 között a Vízügyi Tervező Vállalatnál dolgozott, ahol részt vett a Bős-nagymarosi vízlépcsőrendszer tanulmányterveinek elkészítésében, továbbá egyedi szerkezeti elemek méretezésében.

1975-től a Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola (a mai Széchenyi István Egyetem) Közlekedésepítési Kar, Hídépítési Tanszékén mechanika, tartók statikája, hídépítéstan, vasbeton szerkezetek, acélszerkezetek és faserkezetek tárgyakat oktatott egyetemi adjunktusként 2012-ig. Az oktatási munka mellett bekapcsolódott a tanszék ipari megbízási munkáiba is, melynek keretén belül különböző szerkezetű és anyagú hidak szakértésével, statikai felülvizsgálatával, felújításának, megerősítésének tervezésével foglalkozott. 1977-től magas

és mélyépítési szerkezetek vizsgálatával és szakértésével is megbízták.

1982-1994 között a főállás megtartása mellett, a kollégákkal létrehozott Konstrukció GMK-ban önálló tervezőként és szakértőként tevékenykedett a szerkezettervezés különböző területein.

1991. és 1992-ben a Malmöi Centerlöf & Holmberg AG tervezőirodába vezetett az útja, ahol hídtervezésekben konstruktőrként dolgozott. Munkája elismerésül 1992-1994 között több alkalommal is visszahívták hosszabb-rövidebb időre konstruktőrnek.

1995-ben megalapította saját tervezőirodáját a BRO-ARCH Mérnök és Építész Iroda Bt-t, ami 2012-től Kft-vé alakult át. A vállalkozás tevékenysége felöleli a magas és mélyépítési szerkezettervezés széles területét, de elsősorban hidak, aluljárók tervezésével és rekonstrukciójával foglalkozik szakmai irányítása mellett. Magas és mélyépítési tartószerkezeti szakértés mellett építészeti tervezés is előfordul munkáik között. 2012-ben felhagyott oktatói állásával és nyugdíjba vonult, azonban tervezőirodájában továbbra is aktívan dolgozik.

Munkáját ma is töretlen lelkesedéssel végzi, amihez jó egészséget és további sikereket kívánunk.

Budai Gergely

DR. ZSIGOVICS ISTVÁN EMLÉKÉRE (1949-2015)



Kedves Pista!

Néhány hónappal ezelőtt, a Vasbetonépítés folyóirat 2014/4 számában még a 65. születésnapodon köszöntöttünk. Nagyon bíztam abban, hogy sikerül visszanyerned az egészséged. De másképp történt. És most döbbenet keresem a szavakat. Mert mit is mondhatnék, amikor egy hozzám közel állót veszítettem el.

Volt tanítványodként, kollégaként és talán mondhatom barátodként búcsúzom most Tőled.

Az olvasókat arra kérem, ne vegyék rossz néven, hogy nem a szakmai eredményeidet fogom méltatni, hiszen az egész betonos szakma, mindannyian jól ismertük a munkádat.

Az első emlékem Rólad az a kirobbanó lelkesedésed, amely huszoneves fiatalként egészen meglepett; szokatlan volt, hogy ez a korosztályomra inkább jellemző habitus egy tanárban is meglehet. „Fantasztikus!” Hogy szeretted ezt a kifejezést használni! És valóban, fantasztikus volt az a munkatempó és teljesítmény, amelyet húsz éven át figyelhettem. Az utolsó hónapokig hajtott Téged valami tűz. A tempót felvenni Veled, fiatalabbnak sem volt egyszerű feladat.

Hogy szerettel élni, hogy szeretted megélni a pillanatokat! Utazások, rendezvények, ebédek, vacsorák. Fontos volt számodra a jó társaság, a jó kapcsolatok, a jó kommunikáció; valódi társasági ember voltál.

Magad voltál a megtestesült vidámság. Most is hallom, ahogyan harsányan felnevezsz valamin az irodádban. Valamin, amelyet esetleg nem is értettünk, és amit most már talán nem is fogunk megérteni.

Magad voltál a megtestesült segítőkészség. „Segíteni kell nekik!” Hányszor hallottam ezt a mondatodat! Soha egy rossz

szót nem szóltál volna a gyengébbre, az elesettebbre. Tucatlán több egyetemi hallgatónak segítettél abban, hogy a szakma gyakorlásával mellékes keresethez is jussanak az egyetemi tanulmányaik finanszírozásához. Szakmai kérdésekben is mindig a segítség szándéka vezérelt. Bár a szakmai kritikád néha kemény és éles volt, azt mindig a jó, a legjobb teljesítmény elérése ihlette és nem rosszindulat vagy féltékenység.

Magával ragadó volt, ahogy a teljesítményt szinte hajszoltad. A tárgyakat is ezek szolgálatába állítottad. Az autónak, vizsgálóeszköznek, számítógépnek, telefonnak – mindig az adott technikai színvonalon kellett lennie, a lehető legjobb teljesítmény érdekében. A munkát megszervezted, a feladatok lebonyolítását levezényelted, és gondosan ügyeltél arra, hogy minden megkezdett folyamat le is legyen zárva.

Olyan munkára törekedtél, ami gyakorlati hasznót hozott. *Elmélet – tudomány – és gyakorlat – technológia* –; ezt a kettőt soha nem választottad el egymástól, legyen szó kutatás-fejlesztési feladatról, vagy szakértésről. Ez egészen különlegessé tett a kollégáid között. Nem is mindenki nézte ezt jó szemmel.

Hatalmas munkavágyad mellett tudtad azt is, hogy mit jelent áldozatot hozni a csaláért. Magánemberként is ismertelek, ezért láthattam mindezt. Azt tapasztaltam, hogy mindig lehetett Rád számítani. És számomra ez a legnagyobb emberi érték.

Hogy egy ekkora „energiabomba”, mint Te, hogyan tűnhet el ennyire fiatalon és ilyen gyorsan? Ezt sajnos nem fogjuk megérteni.

Kedves Pista!

Most, a búcsú perceiben, a veszteség okozta fájdalom mellett, valami halvány örömet is érzek. Mert bár elgyengült tested béklyóit végül levetted, de szellemed most ott szárnyalhat a csillagok között, ahogyan arra mindig is vágytál.

Emlékedet megőrizzük.

Viszontlátásra!

Dr. Borosnyói Adorján



ÉMI-TÜV

Válassza a biztonságot
Teremtsen értéket

Az ÉMI-TÜV SÜD csapata

műszaki szolgáltatásaival sikerré
kovácsolja munkáját a minőségügy és
a biztonságtechnika területén

Vizsgálat, ellenőrzés, tanúsítás, megfelelésértékelés és szakértői tevékenység az alábbi területeken

- Építési termékek (betonok, falazó elemek, beton termékek, előregyártott vasbeton termékek) üzemi gyártásellenőrzésének alapvizsgálata és felügyelete, ÜGYE tanúsítása
- Tartószerkezetek, épületszerkezetek
- Projektorientált komplex minőségbiztosítási rendszerek kiépítése és működtetése
- Új laboratóriumi nagyminta kísérletek
- Épületenergetikai tanúsítvány
- Liftek, mozgólépcsők, színpadtechnikai berendezések
- Építő-, emelő- és anyagmozgató gépek
- Nyomástartó berendezések, kazánok, gázpalackok
- Hegesztési technológiák, hegesztők, hegesztő üzemek
- Tervellenőrzés
- Fogyasztási cikkek, műszaki, könnyűipari és élelmiszeripari termékek
- Nemzeti és nemzetközi akkreditáció alapján minőségügyi rendszerek ellenőrzése, tanúsítása minőségirányítási rendszer, környezetirányítási rendszer, MEES, MEBIR, autóipari minőségirányítási rendszer TS 16949, EMAS
- Képzések a minőségbiztosítás és biztonságtechnika területén

A JÖVŐT ÉPÍTJÜK



A-HÍD

A-HÍD ZRt.
H-1138 BUDAPEST
KARIKÁS FRIGYES U. 20.

www.ahid.hu

