

# VASBETONÉPÍTÉS

CONCRETE STRUCTURES

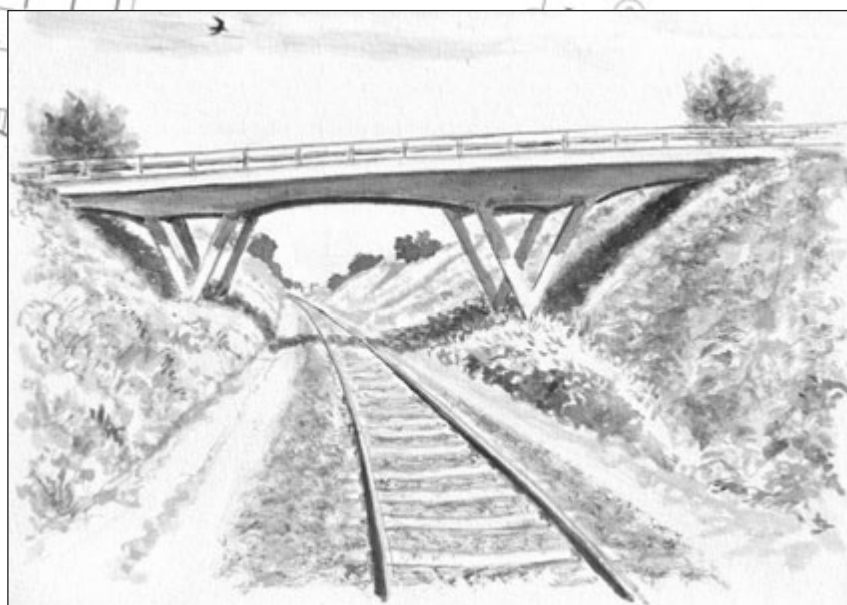
JOURNAL OF THE HUNGARIAN GROUP OF **fib**



9 771419 644000



2 0163



## CCC2017 - Tokaj - Invitation

50

VÁRDAI ATTILA – DR. BÓDI ISTVÁN –  
MADARAS BOTOND

## OSZLOPKÖPENYEZÉSEK SZÁMÍTÁSA – II. RÉSZ: MÉRETEZÉSI MÓDSZEREK ÉRTÉKELESE

52

KERÉNYI RAMÓNA – CZOBOLY OLIVÉR –  
DR. LUBLÓY ÉVA – DR. BALÁZS L. GYÖRGY  
**SZÁLKOKTÉL HATÁSA  
A BETON BEREPEDÉST  
KÖVETŐ MARADÓ  
TEHERBÍRÁSÁRA**

58

GYUKICS PÉTER

## MEDGYASZAY ISTVÁN HÁROM ÉPÜLETÉRŐL

65

DR. IMRE LAJOS

## RAJZOK ÉS RAJZOLÁS AZ ÉPÍTŐMÉRNÖKI GYAKORLATBAN

68

## SZEMÉLYI HÍREK

DR. GYÖRGY PÁL 70. SZÜLETÉSNAJÁRA  
ZSÖMBÖLY SÁNDOR 70.  
SZÜLETÉSNAJÁRA  
DR. KNEBEL JENŐ 1927-2016  
GÁBOR PÉTER 1948-2016  
VÉGH LAJOS 1921-2016

70

# 2016/3

XVIII. évfolyam, 3. szám



[www.skalar.hu](http://www.skalar.hu)

**CONSOLIS**

**ASA**

**ASA Építőipari Kft.**

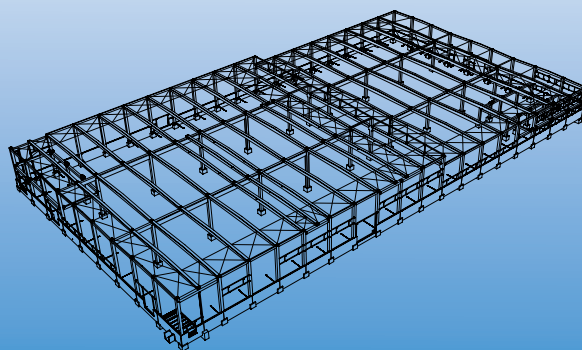
1036 Budapest, Lajos u. 78.

[www.asa.hu](http://www.asa.hu)

## Minőség és innováció az építésben



A 2016-os Business Superbrands díjas Ongropack szirmabesenyői kapacitásbővítése, összességében 3000 m<sup>3</sup> ASA-beton-szerkezet



A szikszói Hell Quality Pack üzemhez több mint 100 db 40 m-es feszített tartót szállítottunk és szereltünk

### 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. Sajtos István

Dr. Salem G. Nehme

Telekiné Királyföldi Antonia

Dr. Tóth László

Vörös József

Wellner Péter

### Lektorai 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

Magasépítés Tanszék

1111 Budapest, Műegyetem 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

Címlapkép:

Dr. Imre Lajos rajzai:

Sárvári Rába-híd és a

6. sz. főút hídja Dunaujváros térségében

## TARTALOMJEGYZÉK

### 50 CCC2017 - TOKAJ - INVITATION

### 52 Várdai Attila – Dr. Bódi István – Madaras Botond **OSZLOPKÖPENYEZÉSEK SZÁMÍTÁSA – II. RÉSZ: MÉRETEZÉSI MÓDSZEREK ÉRTÉKELÉSE**

### 58 Kerényi Ramóna – Czoboly Olivér – Dr. Lublőy Éva – Dr. Balázs L. György **SZÁLKOKTÉL HATÁSA A BETON BEREPEDÉST KÖVETŐ MARADÓ TEHERBÍRÁSÁRA**

### 65 Gyukics Péter **MEDGYASZAY ISTVÁN HÁROM ÉPÜLETÉRŐL**

### 68 Dr. Imre Lajos **RAJZOK ÉS RAJZOLÁS AZ ÉPÍTŐMÉRNÖKI GYAKORLATBAN**

### 70 **SZEMÉLYI HÍREK** DR. GYÖRGY PÁL 70. SZÜLETÉSNAPJÁRA ZSÖMBÖLY SÁNDOR 70. SZÜLETÉSNAPJÁRA DR. KNEBEL JENŐ 1927-2016 GÁBOR PÉTER 1948-2016 VÉGH LAJOS 1921-2016

### 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

# CCC2017 Tokaj

31 Aug. – 1 Sept. 2017

The 12<sup>th</sup> Central European Congress on Concrete Engineering



## Innovative materials and technologies for concrete structures

1<sup>st</sup> Announcement and Call for Papers



Host CCC Association  
Hungarian Group of *fib*

Co-organisers:

**CeMBeton®**  
az építés alapja

*fib*  
CEB-FIP  
Hungary



[www.fib.bme.hu/ccc2017.html](http://www.fib.bme.hu/ccc2017.html)

### CONGRESS TOPICS

Contributions focused on the following topics are invited.

#### Topic 1

##### **TAILORED PROPERTIES OF CONCRETE**

Environmentally compatible cements. New types of Aggregates. High performance admixtures. High strength and high performance concretes. Fibre reinforced concrete. Lightweight concrete. Green concrete. Applications.

#### Topic 2

##### **ADVANCED REINFORCING AND PRESTRESSING MATERIALS AND TECHNOLOGIES**

Metallic and non-metallic reinforcements. Internal and external reinforcements. Applications.

#### Topic 3

##### **ADVANCED PRODUCTION AND CONSTRUCTION TECHNOLOGIES**

Concrete structures meeting high requirements. Prefabrication. Design aspects. Applications.

#### Topic 4

##### **ADVANCED CONCRETE STRUCTURES**

Recent successful application of concrete for bridges, buildings and other structures.

#### Topic 5

##### **MODELLING, DESIGN AND CODIFICATION**

### IMPORTANT DATES

#### 15 March 2017 Submission of Abstracts

Abstracts are to be submitted to the Congress homepage including name(s), address(es), phone, fax and e-mail number(s) of author(s) together with the suggested Congress Topic where the abstract belong to.

#### 15 April 2017 Confirmation of acceptance of Abstracts

#### 15 May 2017 Submission of manuscripts

Accepted contributions will be either presented orally or in the Poster Session. Both oral and poster presentations will be published in the Congress Proceedings. The Poster Session will be continuously open during the Congress.

### OFFICIAL LANGUAGE

The official language of the Congress is English. In addition, simultaneous translation into Hungarian and other languages can be organized.

## GENERAL PROGRAMME

**Tokaj Cultural and Conference Complex, Tokaj**  
**Serház utca 55.**

| Wednesday<br>30 Aug. 2017                | Thursday<br>31 Aug. 2017                     | Friday<br>1 Sept. 2017                   |
|------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|
|                                          | <b>9<sup>00</sup> Opening</b>                | <b>9<sup>00</sup> Technical Sessions</b> |
|                                          | Technical Sessions                           | Technical Sessions                       |
|                                          | Lunch                                        | Lunch                                    |
| Arrival<br>Registration<br>Welcome Drink | Technical Sessions<br><b>Congress Dinner</b> | <b>Technical Excursion</b>               |

### INVITATION and OBJECTIVES

It is a great honour for me to invite you to the 12<sup>th</sup> Central European Congress on Concrete Engineering in Tokaj, Hungary. The Congress focuses on Innovative Materials and Technologies for Concrete Structures. Concrete is an ever developing construction material. There is a continuous development on material properties, constructability, economy as well as aesthetics.

The Congress intends to overview properties of new types of concrete (including all constituents) and reinforcements as well as their possible applications which already exist or can exist in the future.

The host organisation of the CCC2017 Congress is the Hungarian Group of *fib*. The Congress is jointly organized by the Faculty of Civil Engineering of Budapest University of Technology and Economics.

We have the pleasure to invite

representatives of clients, designers, contractors, academics and students to take part at this regional event, which will give excellent social and technical conditions for exchange of experience in the field of concrete engineering.

The 12<sup>th</sup> Central European Congress on Concrete Engineering will take place in the beautiful ambient of Tokaj region (Hungary) that is listed as a UNESCO World Heritage site. As the Chairman of the CCC2017 Congress, I am looking forward to welcoming you in Tokaj, Hungary at the beginning of September 2017 which is a very pleasant period of the year there.

**György L. Balázs**

Chairman of CCC2017 Congress  
Honorary President of *fib*  
(International Federation for Structural Concrete)  
Professor at Faculty of Civil Engineering, BME

### 12<sup>th</sup> CCC CONGRESS TOKAJ 2017

**„Innovative materials and technologies for concrete structures”**

**31 August - 1 September 2017, Tokaj, Hungary**

#### SCIENTIFIC COMMITTEE

BALÁZS, György L. (Hungary)  
Chairman  
BERGMEISTER, Konrad (Austria)  
BILISZCZUK, Jan (Poland)  
BLEIZIFFER, Jelena (Croatia)  
BÓDI, István (Hungary)  
COUFAL, Robert (Czech Rep.)  
DEJA, Jan (Poland)  
DERKOWSKI, Wit (Poland)  
FARKAS, György (Hungary)  
KALNY, Milan (Czech Rep.)  
KINDIJ, Alex (Croatia)  
KLEMCZAK, Barbara (Poland)  
KOLISKO, Jiri (Czech Rep.)  
KOHOUTKOVA, Alena (Czech Rep.)  
KOLLÁR, László  
KOLLEGER Johann (Austria)  
KOPECSKÓ, Katalin (Hungary)  
KORIS, Kálmán (Hungary)  
KOTYNIA, Renata (Poland)  
KREMNITZER, Peter (Austria)  
MANDIC IVANKOVIC, Ana (Croatia)  
NAGRODZKA - GODYCKA, Krystyna (Poland)

NEHME, Salem G. (Hungary)  
NGUYEN, Viet Tue (Austria)  
PAUSER, Michael (Austria)  
PUZ, Goran, (Croatia)  
SALAMAK, Marek (Poland)  
STRASKY, Jiri (Czech Rep.)  
STIPANOVIC OSLAKOVIC, Irina (Croatia)  
VÍTEK, Jan L. (Czech Rep.)

#### ORGANIZING COMMITTEE

MAGYAR, János (Hungary)  
CZOBOLY, Olivér (Hungary)  
HAWRYSZKÓW, Paweł (Poland)  
FENYVESI, Olivér (Hungary)  
JOHOVA, Petra (Czech Rep.)  
KRONFUSS, Bernd (Austria)  
KUSTER MARIC, Marija (Croatia)  
LUBLÓY, Éva (Hungary)  
NEMES, Rita (Hungary)  
ONYSYK, Jerzy (Poland)  
SÓLYOM, Sándor (Hungary)  
SCHNEIDER-IRSIGLER, Anke (Austria)  
SRBIC, Mladen (Croatia)  
SKOKANDIC, Dominik (Croatia)  
STEVULA, Michal (Czech Rep.)  
TEICHGRAEBER, Marco (Poland)  
VICH, Jiri (Czech Rep.)

#### EXHIBITION

A technical/commercial exhibition will be organized during the Congress to demonstrate new materials,

## CONGRESS SECRETARIAT

**CCC2017 Tokaj Congress Secretariat**

**Hungarian Group of *fib***

Budapest University of Technology and Economics  
Department of Constructions Materials and Technologies  
1111 Budapest, Műegytem rkp. 3.  
Tel: +36-1-463-4068  
Fax: +36-1-463-3450  
e-mail: [ccc2017@epito.bme.hu](mailto:ccc2017@epito.bme.hu)

Congress website:

[www.fib.bme.hu/ccc2017.html](http://www.fib.bme.hu/ccc2017.html)

### ABOUT CCC

The four founding countries – Austria, Croatia, the Czech Republic and Hungary – decided in 2004 to collaborate more closely and to launch as their first joint project the Central European Congresses on Concrete Engineering (CCC Congresses) as a forum for an annual cross-border exchange of experience among principals, authorities, contractors, design engineers and academics in the field of construction materials and technology, concrete structures and civil engineering, as well as applied research and development. In our Congresses new achievements are presented to specific fields of concrete engineering: The 1<sup>st</sup> CCC Congress in Graz (Austria) 2005 was devoted to Fibre Reinforced Concrete in Practice; 2006 Hradec Kralove (Czech Republic) Concrete Structures for Traffic Network, 2007 Visegrád (Hungary) Innovative Materials and Technologies for Concrete Structures; 2008 Opatija (Croatia)

Concrete Engineering in Urban Development; 2009 Baden (Austria) Innovative Concrete Technology in Practice; 2009 Mariánské Lázně (Czech Republic) Concrete Structures for Challenging Time, 2011 Balatonfüred (Hungary) Innovative Materials and Technologies for Concrete Structures, 2012 Plitvice Lakes (Croatia) Durability of Concrete Structures. After Poland joined to the association in 2012 the next congress was held in Wrocław (Poland) Concrete Structures in Urban Areas (2013), 2014 Liberec (Czech Republic) Concrete offers for the period of economic recovery, 2015 Hainburg (Austria) Innovative Concrete Technology in Practice.

In Hainburg in 2015 we decided to have the Congresses biannual in order to be able to give enough time for preparing contributions on important new constructions as well as on important new scientific results.

The CCC2017 Congress in Tokaj focuses on Innovative Materials and Technologies for Concrete Structures. Concrete is an ever developing construction material. There is a continuous development on material properties, constructability, economy as well as aesthetics.

### DATE AND PLACE

**12<sup>th</sup> CCC Congress**  
**31 August – 1 September 2017**  
**Tokaj – Cultural and Conference Complex**  
**TOKAJ, Serház street 55, Hungary**

products, technologies and services. The exhibition will be directly next to the Session rooms. You are kindly asked to indicate your interest to the organizers to make part of the exhibition.

### CONGRESS DINNER

A special Congress Diner will be organized. Details are available on the homepage of the Congress.

### TOKAJ and Tokaj Region

The cultural landscape of Tokaj graphically demonstrates the long tradition of wine production in this region of low hills and river valleys. The intricate pattern of vineyards, farms, villages and small towns, with their historic networks of deep wine cellars, illustrates every facet of the production of the famous Tokaj wines, the quality and management of which have been strictly regulated for nearly three centuries. Located at the foothills of the Zemplén Mountains (in North-East Hungary), along the Bodrog river and at the confluence of the Bodrog and the Tisza Rivers, the Tokaj Wine Region Historic Cultural Landscape was inscribed on the World Heritage List in 2002. The World Heritage property and its buffer zone together cover the administrative area of 27 settlements (13,245 ha and 74,879 ha, so 88,124 ha in total).

The entire landscape, its organisation and its character are specially shaped in interaction with the millennial and still living tradition

of wine production. Documented history of the wine region since 1561 attests that grape cultivation as well as the making of the ‘aszú’ wine has been permanent for centuries in the area surrounded by the three Sátor-hegy (the Tokaj-hill, the Sátor-hill of Abaújszántó, and the Sátor-hill of Sátoraljaújhely). The legal base of delimitation of the wine region is among the first in the world and dates back to 1737 when the decree of Emperor Charles VI (Charles III, King of Hungary) established the area as a closed wine region.

The unique combination of topographic, environmental and climatic conditions of the Tokaj Wine Region, with its volcanic slopes, wetlands creating a special microclimate that favours the apparition of the “noble rote” (*Botrytis cinerea*), as well as the surrounding oak-woods have long been recognized as outstandingly favourable for grape cultivation and specialized wine production. All these features have enabled the development of vineyards, farms, villages, small towns and historic networks of wine cellars carved by hand into mostly volcanic rocks, which are the most characteristic structures in Tokaj: that of King Kalman in Tarcas is known to have been in existence as early as 1110. There are two basic types of cellar in Tokaj: the vaulted and the excavated. The socio-cultural, ethnic and religious diversity of the inhabitants, together with the special fame of the Tokaji Aszú Wine has contributed to the rich and diverse cultural heritage of the region.

# OSZLOPKÖPENYEZÉSEK SZÁMÍTÁSA – II. RÉSZ: MÉRETEZÉSI MÓDSZEREK ÉRTÉKELÉSE



Várdai Attila – Dr. Bódi István – Madaras Botond

Kétrészes cikksorozatunk első részében bemutattuk az oszlopok vasbeton köpenyezéssel történő megerősítésének elméleti hátterét, annak kialakulását és hazai fejlődését. Ismertettük a mérnöki gyakorlatban belföldön általánosan alkalmazott módszereket és a vonatkozó hatályos előírásokat. Bemutattunk továbbá egy, a szerzők által kidolgozott eljárást, mely lehetővé teszi a köpennyel erősített maganyag térbeli nyomás hatására kialakuló szilárdság-növekményének általánosított számítását.

Cikkünk II. részében az ismertett módszerek alkalmasságát értékeljük. Az eljárásunk segítségével számított eredményeket összehasonlítjuk publikált kísérleti- és a hazai gyakorlatban korábban alkalmazott analitikus módszerekkel számítható eredményekkel; mind vasbeton, mind FRP köpenyek esetén.

**Kulcsszavak:** oszlop, köpeny, megerősítés, megtámasztó feszültség, térbeli feszültség, alakváltozási állapot

## 1. BEVEZETÉS

Cikksorozatunk első részében (Várdai, Bódi, Madaras 2016) részletesen bemutattuk a hazai gyakorlat által vasbeton köpenyek méretezéséhez alkalmazott ÉTI-féle eljárást, illetve az eredeti-, valamint módosított Dulácska-féle módszereket. Ismertettük az eljárások elméleti alapjait és közöltük a méretezéshez szükséges képleteket is.

A törési állapot vizsgálatára épülő, közelítő módszerek mellett bemutattunk egy, a közelmúltban kidolgozott eljárást is, amely a köpeny és a megerősítendő maganyag oldalirányú alakváltozásának kompatibilitási feltételéből kiindulva határozza meg a megerősítés során figyelembe vehető szilárdság-növekmény értékét.

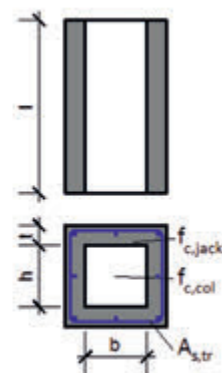
Mostani dolgozatunkban az ismertett eljárások által szolgáltatott számítási eredményeket értékeljük, felhasználva nemzetközi kísérletek tapasztalatait. Vizsgáljuk vasbeton (illetve cementrabitz) és FRP köpenyek esetét is.

## 2. VASBETON KÖPENYEK

Vasbeton köpenyekről 6 cm-es falvastagság felett beszélünk, ez alatt (követve a korábbi hazai terminológiát) cementrabitz

**1. táblázat:** Kísériletileg vizsgált oszlopok és köpenyek főbb jellemzői

| kísérlet |                           | b    | h    | l    | t    | $A_{s,tr}$           | $f_{c0,col}$ | $f_{c,jack}$ |
|----------|---------------------------|------|------|------|------|----------------------|--------------|--------------|
|          |                           | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm <sup>2</sup> /m] | [MPa]        | [MPa]        |
| 1        | Takeuti [1999]            | 150  | 150  | 1200 | 30   | 279.95               | 18.39        | 68.35        |
| 2        |                           | 150  | 150  | 1200 | 30   | 559.90               | 16.89        | 63.34        |
| 3        |                           | 150  | 150  | 1200 | 40   | 279.95               | 17.43        | 67.21        |
| 4        |                           | 150  | 150  | 1200 | 40   | 559.90               | 15.55        | 65.57        |
| 5        | Helles [2014]             | 100  | 100  | 300  | 25   | 209.44               | 22.20        | 100.30       |
| 6        |                           | 100  | 100  | 300  | 30   | 209.44               | 22.20        | 100.30       |
| 7        |                           | 100  | 100  | 300  | 35   | 209.44               | 22.20        | 100.30       |
| 8        | Sirimontree [2015]        | 150  | 150  | 1500 | 75   | 404.82               | 11.50        | 21.70        |
| 9        | (*2.0 cm-es feltételezett | 150  | 150  | 1500 | 75   | 520.48               | 11.50        | 21.70        |
| 10       | betonfedés)               | 150  | 150  | 1500 | 75   | 636.15               | 11.50        | 21.70        |
| 11       |                           | 150  | 150  | 1500 | 75   | 751.81               | 11.50        | 21.70        |



köpenyként hivatkozunk a megerősítésre. Az összehasonlítások során azt vizsgáljuk, hogy az adott eljárások a megerősített oszlop (kísériletileg meghatározott) teherbírását milyen pontossággal közelítik, illetve a köpenyfalra ható belső feszültségek értékét mekkorának számítják.

Vasbeton köpenyek esetén az összehasonlításhoz Takeuti (1999), Helles (2014) és Sirimontree (2015) központosan nyomott oszlopokon és hasábokon végzett kísérleteit használtuk fel. Az első két kísérlet-sorozatban nagy teljesítőképességű beton (HPC és UHPC) köpenyeket vizsgáltak, míg a harmadik kísérlet-sorozat 7,5 cm vastag ferrocement köpenyek viselkedésére fókuszált. Helles a különböző vizsgálatokat különböző köpenyfal-vastagságokkal végezte el, Sirimontree az elhelyezett keresztirányú vasalás mennyiségét változtatta. Takeuti vizsgálatai mindkét tényezőre kiterjedtek.

A figyelembe vett kísérleti geometriákat az 1. táblázatban közöljük.

### 2.1 Megerősített szerkezet teherbírásának meghatározása

Vasbeton köpennyel megerősített oszlopok esetén a tényleges

teherbírás megbecslése általános esetben nehézségekbe ütközik és csak közelítően lehetséges. A terhelés módja (közvetettsége) és a szerkezetek együttműködésének mértéke miatt a köpeny hatásossága a függőleges terhek viselésében tág határok között értelmezhető. A módszerek összehasonlíthatósága miatt az értékelést közvetlenül terhelt mag- és köpeny feltételezésével végeztük, a felhasznált kísérleti adatbázist is ennek a peremfeltételnek megfelelően szűrtük.

Megjegyezzük, hogy a fenti feltételezés miatt gyakorlati esetekre vonatkozóan (ahol a köpeny közvetlen terheltsége megkérdőjelezhető) megállapításaink nem teljes körűek és maradéktalanul nem minden esetben érvényesek. Sarokmerv köpenyek kísérleti vizsgálatai nem elérhetőek, ezért az ilyen kialakításra vonatkozó megjegyzéseink tisztán elméletiek.

A köpeny közvetlen terheltsége miatt a megerősített oszlop teherbírásának kimutatásakor a köpeny betonjának és függőleges armatúrájának hatásosságát egyik módszer esetében sem csökkentettük ( $m_a = m_b = 1,0$ ). Az ÉTI módszere (Gábor, 1969) alapján a magbeton szilárdság-növekményét nem vettünk figyelembe, de eltekintettünk az ajánlott 80%-os redukciótól (hiszen a kísérletben az anyagminőség jól kontrollált, pontosan ismert). Javasolt módszerünk (Várdai, Bódi, 2015), illetve Dulácska eredeti (Dulácska 1983; továbbiakban Dulácska-A) és módosított (Dulácska, 1998; Dulácska, 2011; továbbiakban Dulácska-B) eljárása esetén a szilárdság-növekmény meghatározását előző cikkünkben részletesen ismertettük.

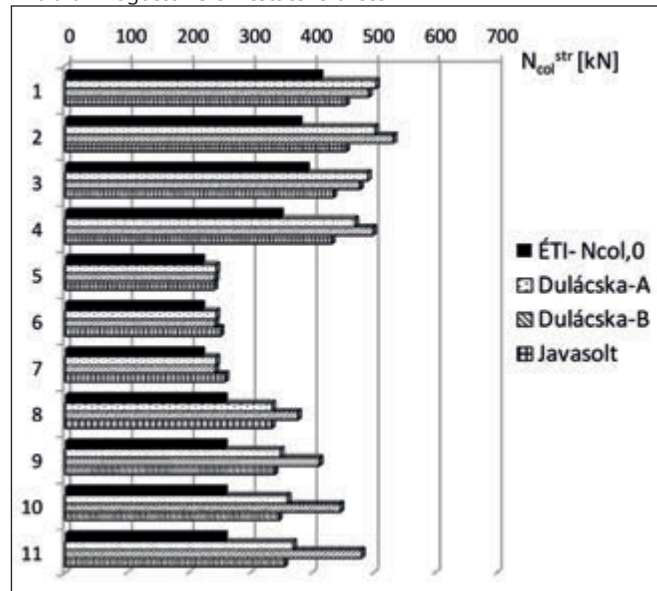
Az elhanyagolható hajlító merevséggel rendelkező köpenyek esetében a Dulácska-B módszer további feltevése, hogy (a mezőközépen feltételezett csekély megtámasztás miatt) a számított szilárdság-növekménynek csak a felét veszi figyelembe. Ezt a kitélt szintén felhasználtuk az összehasonlító számítások készítésekor.

Javasolt módszerünk alkalmazásakor, követve Takeuti (1999) ajánlását (Dulácska-A módszerrel egyezően) a köpeny betonjának csak a külső kengyelekkel körülzárt, ún. effektív részét vettük figyelembe.

Az egyes módszerekkel meghatározva a magbeton teherbírását az 1. ábra szerinti értékeket kapjuk.

A Sirimontree-féle kísérletek kiértékelése esetén látható, hogy Dulácska-B módszerével kiugró szilárdság-növekmény határozható meg. Ennek oka, hogy a 7,5 cm vastag köpenyfal miatt a számított növekményt ezeknél a kísérleteknél teljes értékkel figyelembe vettük.

1. ábra: Magbeton számított teherbírása

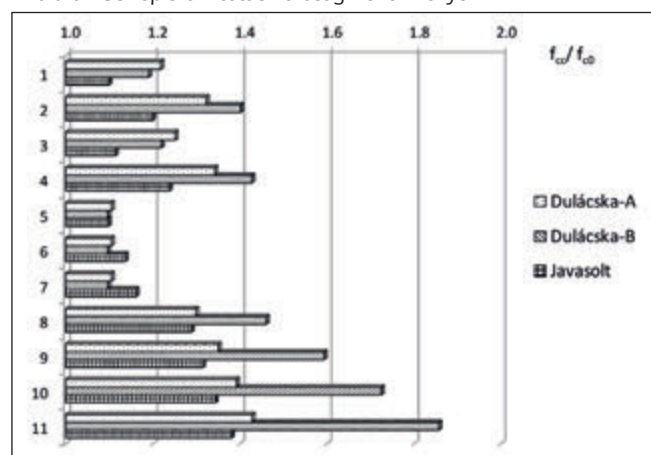


Az ÉTI módszerével meghatározott (szilárdság-növekmény nélküli) teherbírás-értékek a meglévő oszlop betonjának megerősítés nélkül számítható teherbírásai ( $N_{col,0}$ ), tehát tekinthetőek referencia-értékeknek. Általában Dulácska-B módszerével számítható a legnagyobb szilárdság-növekmény (2. ábra).

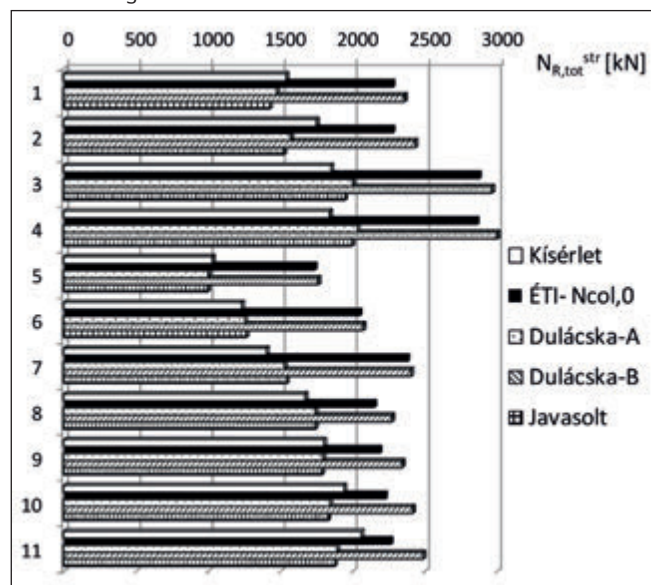
Látható, hogy Dulácska mindkét módszere a kengyelek mennyiségére (és minőségére) érzékeny, de a köpeny falvastagságának hatását nem (, illetve csak közvetve, a meghatározott szilárdság-növekmény fent ismertetett utólagos redukcióján keresztül) veszi figyelembe. Javasolt módszerünk ezzel szemben a növekvő vastagsággal arányosan változó köpenymerevséget is meghatározza és a merevebb szerkezet esetén - az elvárásoknak megfelelően - nagyobb szilárdság-növekményt számít. Többretegű kengyelezéssel kialakított, sarokmerv köpenyfal esetén ebből kifolyólag javasolt módszerünk várhatóan realisabb modellezésre ad lehetőséget (hiszen a merevség és statikai váz figyelembevételével nem csak a kengyelezés mennyiségétől teszi függővé a szilárdság-növekmény számított értékét).

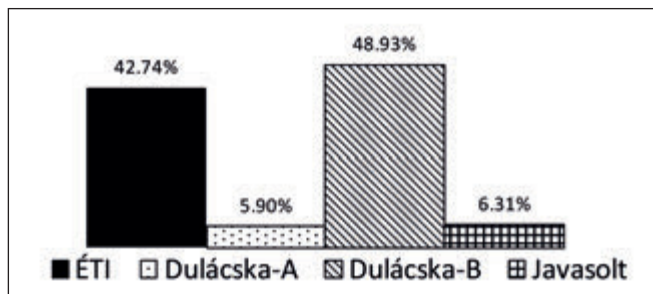
Természetesen a vizsgált kísérletek esetében a magbeton teherbírása a megerősített szerkezet ellenállásának csak töredéke. Meg kell jegyeznünk azonban, hogy a gyakorlati esetekben a dolgozatunkban kimutatottnál nagyobb a magbeton teherbírásának jelentősége, hiszen a felhasznált kísérletek során mindössze 10×10 és 15×15 cm-es keresztmetszeteket készítettek és jellemzően nagyszilárdságú köpenyt vizsgáltak (tehát a köpeny-rész ellenállása a megerősített szerkezetben aránytalanul nagyra tekinthető).

2. ábra: Oszlop számított szilárdság-növekménye



3. ábra: Megerősített szerkezet kísérleti- és számított teherbírása





4. ábra: Abszolút eltérések átlaga

A betonacélok ellenállásának meghatározásában a bemutatott módszerek között nincs különbség, a köpeny betonjának számítható teherbírása azonban eltérően értelmezett és az összegzett ellenállást nagymértékben befolyásolni képes (3. ábra).

Látható, hogy (elsősorban a kis falvastagságú rabitz köpenyek esetében) a teljes köpeny figyelembevételével számoló módszerek (ÉTI; Dulácska-B) a teherbírást jelentősen túlbecslik, a biztonság kárára közelítenek. Ez a jelenség (bár kisebb mértékben) de a 7,5 cm-es falvastagságú (és normál betonminőséggel készülő) köpenyek esetében is kimutatható.

Az effektív köpenyrésszel számolva a megerősített szerkezet teherbírása a vizsgált esetekben jól közelíthető. Az egyes módszerek hatékonysága a kísérleti eredményektől történő abszolút eltérések átlagával értékelhető (4. ábra).

A kimutatott abszolút eltérés javasolt módszerünknel és Dulácska eredeti felírása esetében (a vizsgálat peremfeltételei mellett) az eljárások kielégítő pontosságát mutatják. Indokoltnak látszik tehát (a kisszámú kísérleti tapasztalat ellenére is) a köpeny figyelembe vehető keresztmetszetének (ezáltal teherbírásának) redukciója a számítások során.

## 2.2 Megtámasztó feszültségek meghatározása

A megtámasztó feszültségeket a közelítő módszerekkel a megerősítést követően a magon működő axiális feszültségből, zárt képletekkel számíthatjuk. A vizsgálatba bevont kísérletekben előterhelést a kutatók nem alkalmaztak, ezért gyakorlatilag a betonmag szilárdságából a feltételezett oldalnyomás nagysága közvetlenül adódik (az ÉTI módszerével annak 33%-a, Dulácska elmélete szerint mindössze 17%-a). Dulácska módszerét használva természetesen az oszlop megnövelt szilárdságát szükséges figyelembe venni.

Megjegyezzük, hogy a törési sík hajlásszögét egyirányú

nyomókísérletek alapján felvéve a köpenyezett betonmag viselkedése nem feltétlenül írható le kellő pontossággal, hiszen a térbeli nyomófeszültségek miatt a hajlásszög módosulhat.

Az összehasonlíthatóság végett kidolgozott módszerünkkel is meghatároztuk a betonmag törési alakváltozásához ( $\epsilon_{cu2,c}$ ) tartozó (a köpenysarokhoz -  $\sigma_0$  - és a köpenyfal közepéhez -  $\sigma_1$  - rendelt) megtámasztó feszültségeit (2. táblázat). Az áttekinthetőbb kiértékeléshez kiszámítottuk továbbá ezen feszültségek átlagát ( $\sigma_{x,átl} = (\sigma_0 + \sigma_1)/2$ ) is (5. ábra). Ismételtelen jelezzük azonban, hogy a  $\sigma$ - $\epsilon$  diagram „képlékeny platójának” (illetve a pontosított diagramok leszálló ágának) figyelembevétele a gyakorlati számításokban a teherbírás meghatározásához szükséges.

A számítási eredményeket a 2. táblázatban jelenítettük meg.

A 2. táblázat érzékelteti, hogy a vékony (csuklós köpenysarokkal modellezhető) kísérleti köpenyek esetén, a köpenyfal közepén (a jelentős hajlítási alakváltozásokból fakadóan) a sarokfeszültségeknek csak a töredéke mutatható ki. Vastagabb, befogott köpenyfalak esetében ezek a jelentős feszültség-különbségek a köpenyfal mentén csökkenthetők és így numerikusan is igazolhatóvá válhat ezen kialakítások hatékonyabb megtámasztó-képessége.

A sarokban számított feszültségek ( $\sigma_0$ ) gyakran jelentősen meghaladják a közelítő módszerek konstansnak felvett nyomásértékeit ( $\sigma_x$ ).

Az átlagos megtámasztó feszültségeket ( $\sigma_{x,átl}$ ) összevetve a közelítések értékeivel az látható, hogy a cementrabitz köpenyek esetén módszerünk általában kisebb feszültségeket határoz meg, figyelembe véve ezzel, hogy a csekély hajlító merevséggel rendelkező köpeny a megtámasztás tekintetében nem hatékony.

Sem az ÉTI-féle közelítéssel, sem Dulácska módszereivel nem tájékozódhatunk a feszültségek kialakulásáról és annak terheléstörténet alatti változásáról. Javasolt módszerünkkel a terhelés teljes folyamata végigkövethető, ennek sematikus vázlatát az 5. ábrán mutatjuk be.

Az 5. ábrán látható, hogy az alakváltozásában gátolt beton szilárdságának ( $f_{cc}$ ) elérését követően az oldalnyomások ( $\sigma_x$ ) még jelentős mértékben nő(het)nek (ennek feltétele, hogy a köpeny kengyelezése a szükséges teherbírás képes legyen biztosítani). Az elvégzett számítások tapasztalatai alapján a törési állapotban ( $\epsilon_{cu2,c}$ ) számítható oldalnyomás a felszálló ág végéhez ( $\epsilon_{cu2,c}$ ) tartozó értéknek átlagosan ~ötszöröse.

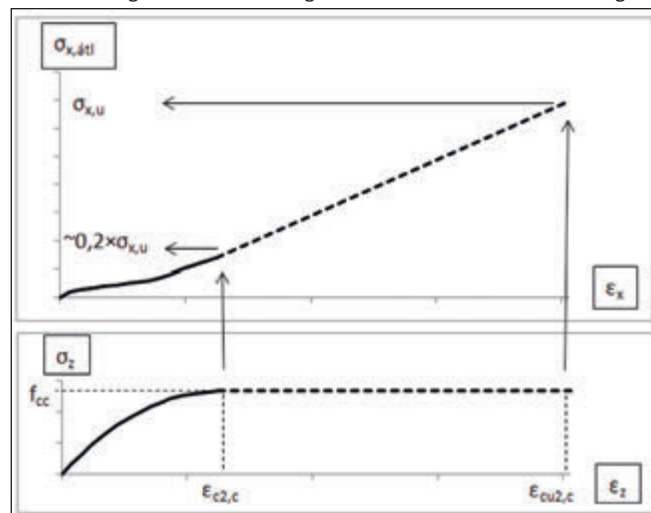
A használhatósági teherszintek vizsgálatához azonban nem érdektelen a felszálló ág részletes vizsgálata (6. ábra).

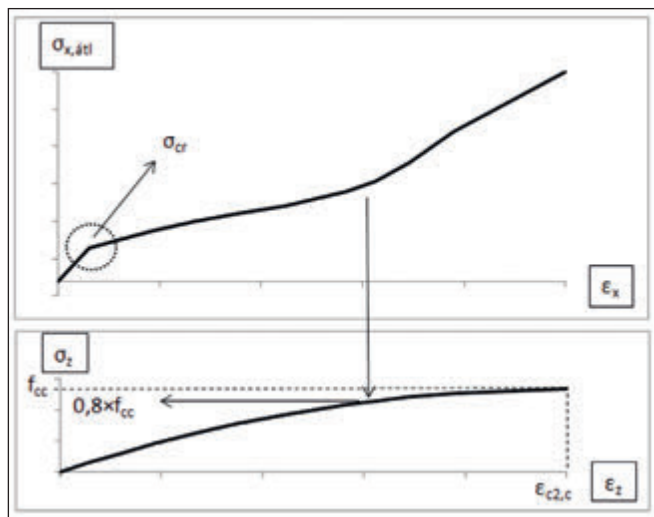
A 6. ábra alapján belátható, hogy az oszlopra ható nyomóerő függvényében az oldalnyomások növekedése nem lineáris.

2. táblázat: Törési állapotban számítható oldalnyomások

|    | ÉTI        | Dulácska   |            | Javasolt módszer |            |                  |
|----|------------|------------|------------|------------------|------------|------------------|
|    |            | A          | B          | $\sigma_0$       | $\sigma_1$ | $\sigma_{x,átl}$ |
|    | $\sigma_x$ | $\sigma_x$ | $\sigma_x$ | $\sigma_0$       | $\sigma_1$ | $\sigma_{x,átl}$ |
|    | [MPa]      | [MPa]      | [MPa]      | [MPa]            | [MPa]      | [MPa]            |
| 1  | 6.07       | 3.81       | 3.72       | 4.57             | 0.31       | 1.73             |
| 2  | 5.57       | 3.80       | 4.03       | 9.48             | 0.64       | 3.58             |
| 3  | 5.75       | 3.71       | 3.61       | 3.90             | 0.43       | 1.59             |
| 4  | 5.13       | 3.55       | 3.77       | 9.29             | 1.00       | 3.76             |
| 5  | 7.33       | 4.17       | 4.14       | 3.93             | 0.44       | 1.60             |
| 6  | 7.33       | 4.17       | 4.14       | 6.04             | 0.72       | 2.49             |
| 7  | 7.33       | 4.17       | 4.14       | 6.65             | 0.93       | 2.84             |
| 8  | 3.80       | 2.54       | 2.86       | 9.00             | 1.82       | 4.21             |
| 9  | 3.80       | 2.64       | 3.12       | 9.85             | 2.24       | 4.78             |
| 10 | 3.80       | 2.72       | 3.37       | 10.76            | 2.73       | 5.41             |
| 11 | 3.80       | 2.79       | 3.63       | 11.79            | 3.35       | 6.16             |

5. ábra: Megtámasztó feszültségek alakulása a törési alakváltozásig





**6. ábra:** Megtámasztó feszültségek alakulása a  $\sigma$ - $\epsilon$  diagram felszálló ágán

Mind a magbeton, mind a köpeny betonjának károsodása azonosítható az ábrázolt diagramon. Viszonylag alacsony teherszinten a köpenyen repedések jelennek meg, ezért annak hajlítómerevsége csökken, ezt az ábrán lévő ( $\sigma_{cr}$ -el jelölt) töréspont jelzi. A megtámasztó-képesség a repedésmentes köpenyhez képest kisebb, ezért ettől a ponttól az oldalnyomások csekélyebb ütemben nőnek (a görbe meredeksége csökken).

A magbeton kihasználtságának ( $\sigma_z/f_{cc}$ ) növelésével azonban bizonyos teherszint (~80%-os kihasználtság) után mikro-, majd makrorepedések alakulnak ki az eredeti oszlopban. Ekkor a beton károsodása miatt az oldalirányú alakváltozások (és egyúttal a megtámasztó feszültségek) ismét intenzívebb ütemben növekszenek.

A folyamat részletes elemzésével vizsgálhatóvá válhat az erősítendő oszlop előterhelésének (pontosabban a megerősítést megelőző károsodási szintjének) figyelembevétele a tervezés során.

Megjegyezzük továbbá, hogy a 6. ábra görbéjének jellege a fárasztó terhelések vizsgálata (Balázs 1991) során alkalmazott tönkremeneteli görbékkel jó azonosságot mutat.

### 3. FRP KÖPENYEK

Megvizsgáltuk Dulácska korábban bemutatott eljárásainak és javasolt módszerünk általánosíthatóságát FRP köpenyezés esetén, a megnövelt teherbírás meghatározására szorítkozva. Összehasonlító számításainkat kiterjesztettük kimondottan FRP köpenyek vizsgálatára kidolgozott, cikkünkben korábban nem ismertetett eljárásokra is.

Az általánosíthatóság vizsgálata abból a szempontból sem érdektelen, hogy a megerősített szerkezet számított teherbírása FRP köpenyek esetében kizárólagosan a magbeton szilárdság-növekményével lesz összefüggésben, ezért a vizsgált módszerek pontossága a szilárdság-növekmény meghatározására jobban értékelhetővé válik.

Cikkünkben nem célunk az FRP köpenyek méretezési elveinek és eljárásainak bemutatása. A közelmúltban, hazánkban Csuka (2012a) foglalkozott behatóbban az FRP köpenyezések modellezésével, a cikkünkben felhasznált kísérleti adatbázis túlnyomó része is doktori disszertációjából (Csuka 2012b) származik. Adatbázisunkat kiegészítettük a Rocca (2007) által elvégzett (az alkalmazott próbatest-méretekből fakadóan a valós mérnöki feladatokat jobban modellező) nagyméretű (3. táblázat) oszlop-kísérletek eredményeivel.

Az FRP köpenyek gyakorlati kialakíthatóságához négyzet

keresztmetszetű oszlopok esetén is általában alkalmaznak saroklekerekítéseket. Ezek a lekerekítések (adott esetben jelentősen) megnövelik a köpenyezés hatékonyságát. Kidolgozott módszerünk a lekerekítések hatását nem vizsgálja, ezért a felhasznált adatbázist olyan elemekre szűkítettük, ahol ennek hatását elhanyagolhatónak tartottuk.

Módszerünk alkalmazása a cikksorozatunk első részében ismertetett módon történik FRP köpenyek esetén is, mindössze a köpeny teher-alakváltozás görbéje egyszerűsödik (amíg vasbeton köpeny esetében ez a repedezettségi szint függvényében felírható nemlineáris görbe, addig a lineárisan rugalmas-rideg karakterisztikájú FRP esetében egyenessel modellezhető).

Szerkezet-megerősítések gyakorlati számításához a gyártó honlapján elérhető a SIKA méretező szoftvere (*FRP-Analysis*). A programot a görög Patras Egyetem fejlesztette (a *fib Bulletin* 14 alapján), elsősorban a *SIKA® CarboDur®* kompozit rendszerek tervezéséhez. A szoftver alkalmas négyzet keresztmetszetű oszlopok, FRP köpenyezésének méretezésére is, ezért az összehasonlító számítások során ezt a programot is felhasználtuk. A szoftver az általános tervezési logikától eltérően (de termék-forgalmazói oldalról érthető módon), a kívánt szilárdság-növekményhez rendel egy szükséges köpenyvastagságot (illetve közvetlenül a gyártó egy konkrét termékét). Az eredmények elemezhetőségét és az összehasonlíthatóságot ez a számítási nehézség nem befolyásolja.

Az FRP köpenyek modellezéséhez Dulácska-A módszerénél az idomacél köpenyezések méretezéséhez javasolt képletét (Dulácska 1983) alkalmaztuk, míg Dulácska-B esetén (a korábbi fejezet mintájára, érdemi hajlítómerevség hiányában) csak a számított szilárdság-növekmény 50%-val számoltunk.

A kísérleti elemek főbb jellemzőit és az elvégzett számításai eredményeket a 3. táblázatban foglaltuk össze. A táblázat jelölései a 7. ábra szerint értelmezendők.

A 3. táblázatból leolvasható, hogy javasolt módszerünk a kísérleti eredményeket elfogadható hibahatáron belül közelíti (maximális eltérés 17%). Kiemelendő, hogy a nagyméretű kísérletei elemek esetében sem mutatható ki szignifikáns eltérés a módszerünkkel számított értékekhez képest (ezen esetekben eljárásunk a várható teherbírást mindig konzervatívan becsülte).

Az is szembetűnő azonban, hogy a kimondottan ilyen típusú méretezésekhez fejlesztett cél-szoftver a tényleges teherbírást (a kísérleti eredményeket) nagy szórással (136%-os maximális eltéréssel) és bizonytalanul (általában a biztonság kárára) számítja.

Dulácska módszerének pontossága az általánosítást követően valamelyest romlott (amennyiben Dulácska-A módszerrel nem az idomacél-köpenyezésre levezetett képleteket, hanem szerző egyéb köpeny-típusok méretezéséhez javasolt összefüggéseit alkalmazzuk, úgy a számított eltérés a kimutatottnál nagyobb). Nagyszilárdságú FRP elemek esetén Dulácska közelítései a várható teherbírást több esetben a biztonság kárára (néha jelentősen) felülbecslik. Dulácska-A módszere esetén a maximális eltérés 69%, Dulácska-B módszerével ez 41,5%-ra csökken.

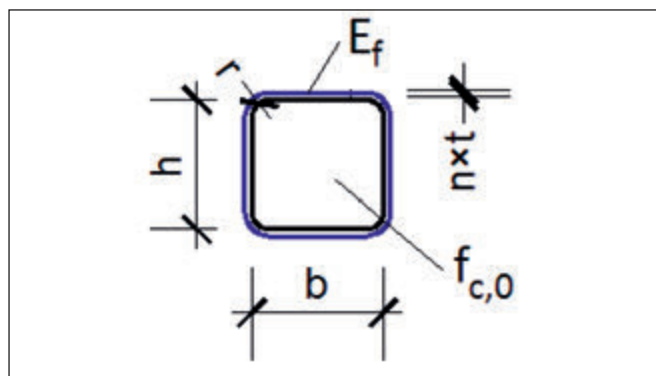
Dulácska módszerei közül a későbbi (B-változat) tekinthető pontosabbnak. A Dulácska-B módszer a legtöbb esetben jó közelítést ad, egy-egy kísérleti elem esetén azonban csak nagy szórással szolgáltat megoldást.

A módszerek hatékonyságát az előző fejezethez hasonlóan az abszolút eltérések átlagával minősítjük (8. ábra). Az összegzésben feltüntettük Csuka publikált eredményét is (megjegyezve, hogy az összehasonlítás utóbbi esetben csak

**3. táblázat:** Kísérletileg vizsgált FRP köpenyek és számított szilárdság-növekmények

| Kísérlés             | b    | h    | r    | n <sub>xt</sub> | E <sub>f</sub> | f <sub>c0</sub> | f <sub>co</sub> /f <sub>c0</sub> |       |            |            |          |
|----------------------|------|------|------|-----------------|----------------|-----------------|----------------------------------|-------|------------|------------|----------|
|                      | [mm] | [mm] | [mm] | [mm]            | [MPa]          | [MPa]           | Kísérlés                         | SIKA  | Dulácska-A | Dulácska-B | Javasolt |
| Demers& Neale        | 152  | 152  | 5    | 1.050           | 10500          | 32.30           | 1.004                            | 1.226 | 1.053      | 1.047      | 1.009    |
|                      | 152  | 152  | 5    | 0.900           | 25000          | 32.30           | 1.056                            | 1.037 | 1.088      | 1.070      | 1.019    |
|                      | 152  | 152  | 5    | 0.900           | 25000          | 42.20           | 1.087                            | 1.254 | 1.067      | 1.053      | 1.015    |
| Rochette& Labossière | 152  | 152  | 5    | 1.260           | 13600          | 43.00           | 1.180                            | 1.213 | 1.043      | 1.044      | 1.012    |
|                      | 152  | 152  | 5    | 2.520           | 13600          | 43.00           | 1.200                            | 1.400 | 1.048      | 1.089      | 1.023    |
|                      | 152  | 152  | 5    | 3.780           | 13600          | 43.00           | 1.250                            | 1.565 | 1.050      | 1.133      | 1.037    |
|                      | 152  | 152  | 5    | 5.040           | 13600          | 43.00           | 1.260                            | 1.713 | 1.050      | 1.177      | 1.048    |
| Suter& Pinzelli      | 150  | 150  | 5    | 0.580           | 125000         | 33.90           | 1.101                            | 1.858 | 1.408      | 1.240      | 1.060    |
|                      | 150  | 150  | 5    | 0.870           | 125000         | 34.90           | 1.057                            | 2.178 | 1.447      | 1.349      | 1.096    |
|                      | 150  | 150  | 5    | 1.160           | 125000         | 35.90           | 1.069                            | 2.362 | 1.465      | 1.452      | 1.130    |
|                      | 150  | 150  | 5    | 0.234           | 240000         | 33.90           | 1.064                            | 1.696 | 1.491      | 1.175      | 1.042    |
|                      | 150  | 150  | 5    | 0.380           | 640000         | 33.90           | 1.177                            | 1.785 | 1.437      | 1.198      | 1.271    |
|                      | 150  | 150  | 5    | 0.616           | 73000          | 33.90           | 1.094                            | 2.041 | 1.476      | 1.291      | 1.004    |
|                      | 150  | 150  | 5    | 1.232           | 73000          | 33.90           | 1.118                            | 2.640 | 1.569      | 1.582      | 1.082    |
| Wang& Wu             | 150  | 150  | 0    | 0.165           | 219000         | 31.70           | 1.016                            | 1.546 | 1.489      | 1.151      | 1.028    |
|                      | 150  | 150  | 0    | 0.330           | 219000         | 31.70           | 1.016                            | 1.909 | 1.721      | 1.303      | 1.031    |
|                      | 150  | 150  | 0    | 0.165           | 225700         | 52.10           | 1.031                            | 1.305 | 1.258      | 1.080      | 1.022    |
|                      | 150  | 150  | 0    | 0.330           | 225700         | 52.10           | 1.073                            | 1.545 | 1.381      | 1.160      | 1.038    |
| Rocca                | 457  | 457  | 30*  | 0.668           | 291000         | 32.30           | 1.120                            | 1.347 | 1.354      | 1.122      | 1.060    |
|                      | 457  | 457  | 30*  | 0.334           | 291000         | 32.10           | 1.060                            | 1.174 | 1.226      | 1.062      | 1.029    |
|                      | 648  | 648  | 30*  | 0.835           | 291000         | 30.90           | 1.200                            | 1.217 | 1.343      | 1.113      | 1.058    |
|                      | 648  | 648  | 30*  | 0.334           | 291000         | 30.70           | 1.070                            | 1.101 | 1.181      | 1.045      | 1.022    |
|                      | 914  | 914  | 30*  | 1.336           | 291000         | 31.60           | 1.080                            | 1.245 | 1.362      | 1.125      | 1.065    |

**7. ábra:** FRP köpeny sematikus vázlata



kompromisszumokkal tehető meg, hiszen Csuka kiértékelése nagyobb adatbázisra készült).

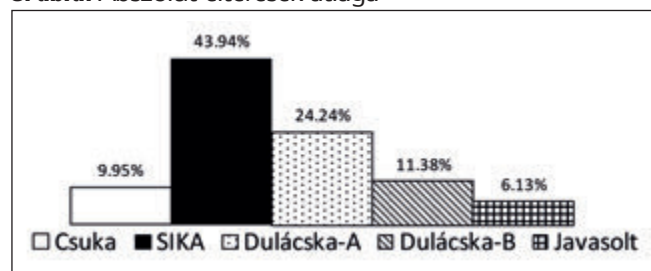
Ahogy azt jeleztük, FRP köpenyek esetén kimutatott szilárdság-növekmény egyben a megerősített szerkezet teherbírás-növekményét is jelenti, a vasbeton köpenyezés esetében tapasztalt (és a kiértékelést zavaró) hatások (függőleges teherátadás, együttdolgozás, etc.) a számítás nem torzítja. A dolgozatban kimutatott tendenciák várhatóan gyakorlati felhasználás esetén is nagyobb megbízhatósággal érvényesek maradnak.

Megemlítendő továbbá, hogy a módszerünkkel elvégzett számítások jól visszaadták azon elvárásunkat is, miszerint a köpenyfal közepén a megtámasztó feszültségek (az érdemi hajlítómerevséggel nem rendelkező FRP erősítések esetében) gyakorlatilag zérusok (a számított numerikus értékek nagyságrendje  $10^{-4}$ - $10^{-7}$  MPa).

## 4. MEGÁLLAPÍTÁSOK

Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapítható, hogy bemutatott módszerünk a megerősített oszlopok szilárdság-növekményét kielégítő pontossággal képes megbecsülni. Ez a tendencia az FRP köpenyek (a vasbeton köpenyeknél ismertett bizonytalanságoktól mentes) kísérleti eredményeinek kiértékelését követően is jellemző.

**8. ábra:** Abszolút eltérések átlaga



Számítási eredményeink alapján a belső, megtámasztó feszültségek lineáris eloszlásának feltételezése kellően pontos közelítésnek tekinthető. Szintén elfogadható és a számítási eredményt érdemben nem befolyásoló egyszerűsítés a magbeton átlagos szilárdság-növekményének meghatározása.

Dulácska módszere, annak eredeti felírásában (Dulácska-A) a cementrabit-zköpenyezés kísérleti eredményeit kellő pontossággal visszaigazolta, ám módosított képletei (Dulácska-B) a tényleges ellenállást (a vizsgált esetekben) felülbecsülték. Ismét meg kell jegyeznünk, hogy ezek a különbségek valós mérnöki feladatoknál (reális szerkezeti méretek és normál betonszilárdságok esetén) várhatóan a dolgozatunkban kimutatottnál kisebbek.

Cement rabit-z és vasbeton köpenyek esetén a biztonság javára tett közelítésként javasolható Dulácska (1983)-as felírásának megfelelően, kizárólag a megerősítő vasbeton köpeny külső kengyelezésen belüli részének figyelembevétele a teherbírás meghatározásakor. Indokolt lehet szabályzatilag is az eredeti felírást visszahozni, hiszen a teljes köpeny-kérszmetzet figyelembevétele nem tűnik igazoltnak.

A vasbeton köpenyek vizsgálatára korábban alkalmazott módszerek több (a számítási végeredményt szignifikánsan befolyásoló) jelenséget és hatást elhanyagolnak, melyek figyelembevételére javasolt módszerünket alkalmasnak tartjuk. Véleményünk szerint a szerkezet-megerősítések pontos modellezéséhez az alakváltozások részletes analízise a teherbírási állapotok vizsgálata során sem mellőzhető.

A merevségek (közelítő számítások során történő)

elhanyagolása a megtámasztó feszültségek számítása során szintén vezethet pontatlan eredményre, melynek hatása elsősorban a gyakorlati mérnöki feladatok általános geometriáinál jelenhet meg. Ezen pontatlanságok mértékéről a mind számában, mind értékelhetőségében limitált kísérletek nem tájékoztathatnak kielégítően. Szükségesnek érezzük az átlagos szerkezeti méreteknél megfelelően elkészített próbatesteken, járatos köpenyfal-vastagságokkal elvégzett kiegészítő kísérletek elemzését feltevéseink igazolására.

Javasolt módszerünk a teljes terheléstörténet modellezésére alkalmazható, így például használhatósági teherszinteken is megbecsülhetővé teszi a megtámasztó feszültségek eloszlását, illetve a megerősítést megelőző kihasználtság hatásának pontosabb mérlegelését.

Eljárásunk szabadon megválasztott (akár egyszerűsített, akár összetettebb) anyagtörvényekkel alkalmazható, így lehetséges a számítási eredmények további pontosítása. A módszer programozása egyszerű algoritmusokkal megtörténhet (nem igényel speciális cél-szoftvereket), így az átlagos irodai környezetben is felhasználható.

A köpenyfal statikai kialakítására érzéketlen méretezési módszerek megnehezítik (egyes esetekben ellehetetlenítik) az optimalizálást a megerősítés tervezése során.

Az FRP köpenyezés hatékonysága mind javasolt módszerünkkel, mind Dulácska-B változatával (a megfelelő megkötések mellett) jól becsülhető. Az elvégzett számítások és elemzések rávilágítottak továbbá arra is, hogy a méretezéshez szabadon elérhető segédeszközök pontossága és megbízhatósága gyakran nem kielégítő. A felelős tervezőnek kellő körültekintéssel kell megválasztania munkavégzéséhez használt eszközkészletét.

A közelítő módszerek elvitathatatlan előnye, hogy (ellentétben kidolgozott módszerünk iteratív eljárásával) zárt képletekkel, pillanatok alatt eredményt szolgáltatnak, ezért a napi gyakorlatban sokszor megkövetelt gyors döntések meghozatalához azok véleményünk szerint továbbra sem mellőzhetőek.

Cikkünk és az ehhez hasonló tanulmányok remélhetőleg hozzájárulnak ahhoz, hogy a közelítő módszerek érvényességi tartománya minél pontosabban megismerhető legyen és a szerkezet-megerősítések elméleti kérdései ismét széles körben a hazai mérnöktársadalom érdeklődésének fókuszába kerüljenek.

## 5. HIVATKOZÁSOK

- Balázs, G. L. (1991), „Fatigue of bond”, *ACI Materials Journal*, 88/M64, pp. 620-629.
- Csuka, B., Kollár, L. P. (2012a), „Fiber-reinforced plastic-confined rectangular columns subjected to axial loading” *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 31(7) szám, pp.481-493.
- Csuka, B. (2012b), „Axially loaded FRP confined reinforced concrete

- cross-sections” *PhD disszertáció- BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék, Budapest.*
- Dulácska E. (1983), „Falazott és betonszerkezetek vizsgálata és megerősítése” *Magyar Építőipar*, 1983/ 6. szám, pp.340-344.
- Dulácska E. (1998) „Téglából falazott szerkezetek statikai vizsgálata és megerősítése”, *MMK Tartószerkezeti Tagozat, Budapest.*
- Dulácska E. (2011) „Épületek tartószerkezeteinek diagnosztikája és rekonstrukciója”, *BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék, Budapest.*
- fib* (2001), „Externally bonded FRP reinforcement for RC Structures”, *fib Bulletin* 14 Lausanne
- Gábor P. (1969), „Bauvitbeton épületek állagbiztosítása”, ÉTI, Budapest
- Helles, Z. H. (2014), “Strengthening of Square Reinforced Concrete Columns with Fibrous Ultra High Performance Self-Compacting Concrete Jacketing”, *MSc Thesis, The Islamic University Gaza, Gaza.*
- Rocca S. (2007), „Experimental and analytical evaluation of FRP-confined large size reinforced concrete columns”, *Doctoral Dissertation- University of Missouri-Rolla, Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering*
- Sirimontree, S., Witchayangkoon, B., Lertpocasombut, K. (2015), “Strengthening of reinforced Concrete Column via Ferrocement Jacketing”, *American Transactions on Engineering & Applied Sciences*, 4(1), pp 39-47.
- Takeuti, A.R., Hanai J. B. (1999), “Strength and ductility of reinforced concrete columns strengthened with high-preformance concrete jackets”, *Proceedings, 5<sup>th</sup> International Symposium on Utilization of High Strength/High Performance Concrete*, pp 646-655.
- Várdai, A., Bódi, I. (2015) “Térbeli feszültségek kialakulása vasbeton köpennyel erősített oszlopokban”, *Proceedings, XXII. Magyar Mechanikai Konferencia*, Miskolc
- Várdai, A., Bódi, I., Madaras B. (2016) “Térbeli Oszlopköpenyezések számítása- I. rész: Méretezési eljárások bemutatása”, *Vasbetonépítés*, XVIII. évf./2, pp 28-33.

**Várdai Attila** (1985) okleveles építőmérnök, műszaki szakértő, az ÉMI-TÜV SÜD Kft. Építőipari Szolgáltatások Osztályának vezetője, levelező tagozatos doktorandusz a BME Hidak és Szerkezetek Tanszékén. A *fib* meglévő vasbetonszerkezetek vizsgálatával foglalkozó, COM3 jelű munkabizottságának tagja. Fő érdeklődési területe a szerkezet-megerősítések elméleti vizsgálata és modellezése, vasbetonszerkezetek tervezése és felülvizsgálata.

**Dr. Bódi István** (1954) építőmérnök, matematikus szakmérnök, PhD, egyetemi docens a BME Hidak és Szerkezetek Tanszékén. Kutatási területek: Vasbetonszerkezetek és hagyományos épületszerkezetek rekonstrukciója és megerősítése, faszervezetek csomópontjainak modellezése. Az ACI (American Concrete Institute), az ACI 423-as számú albizottság „Előfeszített beton”, a *fib* Magyar Tagozata és a Magyar Mérnöki Kamara tagja. Az „Eurocode 5 - MSZ NAD (Faszervezetek)” szabványügyi bizottság elnöke. A „Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für das Holz” tagja.

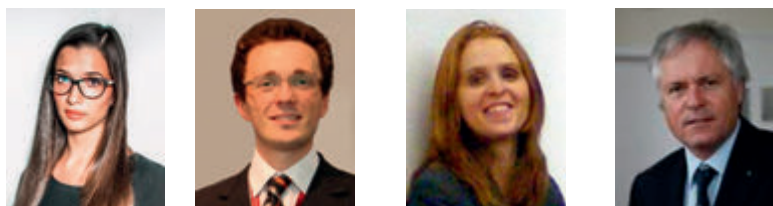
**Madaras Botond** (1976) okleveles építőmérnök, ügyvezető, ÉMI-TÜV SÜD Kft. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem mesteroktatója. A *fib* Magyar Tagozatának tagja. Fő érdeklődési területe: szerkezetek modellezése, szerkezeti elemek megerősítésének elméleti és gyakorlati kérdései. Megvalósult szerkezetek vizsgálata, tartóssága, nagyminta kísérletek tervezése.

## DESIGN OF RC JACKETING- PART II.- EVALUATION OF DESIGN METHODS

**Attila Várdai – István Bódi – Botond Madaras**

In our first article, the theoretical background of RC jacket-design is introduced. The commonly applied Hungarian design methods are explained. Also a new approach, developed by the authors is introduced, which makes possible the more accurate calculation of the strength-increase of a strengthened column. In our second article, the application of our new approach is introduced. Calculation results are compared with experiments and the commonly used design methods to verify the enhanced accuracy.

# SZÁLKOKTÉL HATÁSA A BETON BEREPEDÉST KÖVETŐ MARADÓ TEHERBÍRÁSÁRA



Kerényi Ramóna – Czoboly Olivér – Dr. Lublóy Éva – Dr. Balázs L. György

*A kedvező tapasztalatok miatt egyre szélesebb körben kezdik alkalmazni a szálerősítésű betonokat. A különféle alakú és anyagú szálak eltérő módon képesek javítani a beton jellemzőit. Szálkocktélók (különböző szálak együttes) alkalmazásával akár a beton több jellemzője is kedvezően befolyásolható. A szálerősítésű betonok berepedést követő maradó húzási, ill. hajlítási teherbírása a legfontosabb jellemzők közé tartozik a tervezés és a gyakorlat számára. Fontos kérdés, hogy különféle szálkocktélók egyéb kedvező hatások mellett milyen hatással lehetnek a betonok maradó hajlító-húzószilárdságára. Vizsgálataink során két fajta (rövid és hosszú) acélszál, illetve két fajta műanyagyszál (mikro és makro szál) külön-külön, illetve szálkocktélóként való alkalmazása esetén vizsgáltuk a beton hajlítási teherbírását.*

**Kulcsszavak:** szálkocktél, szákeverék, maradó teherbírás, acélszál, makro műanyagyszál, mikro műanyagyszál

## 1. BEVEZETÉS

Napjainkban egyre szélesebb körben használunk szálerősítésű betont különböző mérnöki létesítmények megvalósításához. A szakirodalom szerint az egyes száltípusoknak más-más kedvező hatásuk lehet a betonra, mint például a tűzállóság növelése, a zsugorodás csökkentése, vagy éppen a duktilitás és a maradó húzószilárdság növelése.

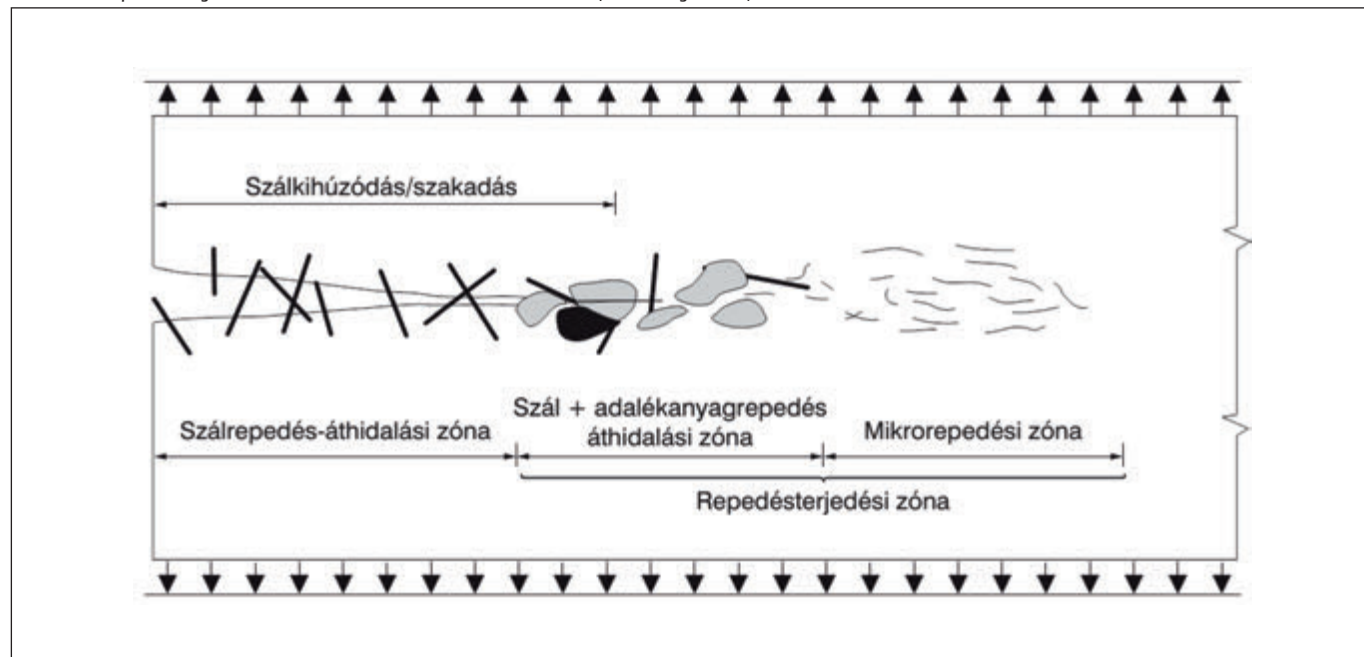
A szálerősítésű betonok egyik legfontosabb jellemzője a berepedést követő maradó hajlító-húzószilárdság. Jellemzően a maradó hajlító-húzószilárdság növelésére 40-60 mm hosszúságú acélszálakat, illetve makro műanyagyszálakat alkalmaznak. A rövid (hosszávetőlegesen 10-25 mm hosszúságú) acélszálakat főleg olyan esetekben alkalmazzák, ha a szerkezeti méretek

miatt, illetve az alkalmazni kívánt nagy száltartalom miatt a hosszú acélszálak nehezen használhatóak (keverhetőek, bedolgozhatóak). Hagyományos száltartalom esetén a rövid acélszálak hamar kihúzódnak a betonból és a repedéstágasság növekedésével a maradó hajlító-húzószilárdság drasztikusan csökken.

Mikro műanyagyszálakat pedig jellemzően a friss betonok zsugorodási repedésérzékenységének csökkentésére, illetve a betonszerkezetek tűz során esetlegesen bekövetkező réteges leválásának (ún. spalling) elkerülésére használnak.

Jelenleg kevés szakirodalom van a különböző fajta, illetve különböző hosszúságú szálak szálkocktélóként történő alkalmazására. Fontos kérdés, hogy miként változik a beton berepedést követő maradó teherbírása, ha a hosszú acélszálak-

**1. ábra:** Repedés terjedése szálerősítésű betonban, habarcsban (Li, Maalej, 1996)



kal együtt rövid acélszálakat is alkalmazunk, vagy ha makro műanyagszálakkal együttesen mikro műanyagszálakat is adagolunk a betonhoz. Jelen kutatásunk során egyfajta 50 mm hosszú és egyfajta 13 mm hosszú acélszál együttes alkalmazása, illetve egyfajta 42 mm hosszú makro műanyagszál és egyfajta 12 mm hosszúságú mikro műanyagszál együttes alkalmazása esetén vizsgáltuk a beton hajlítási viselkedését.

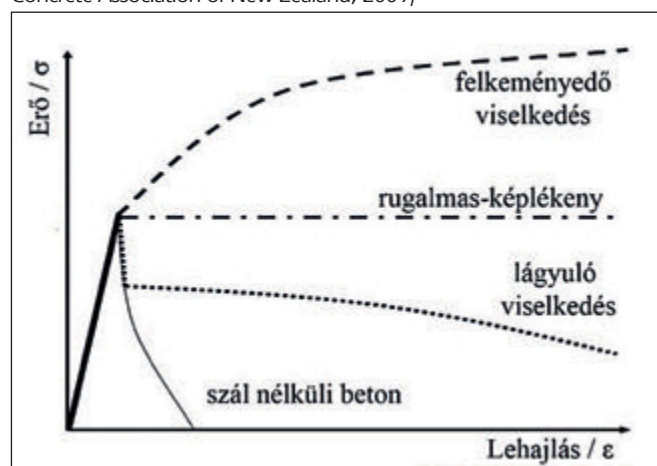
## 2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

A kedvező tapasztalatok miatt a szálerősítésű betonok alkalmazása jóval megelőzi a szabványosítást. Jelentős lépés volt a szabványosítás irányában a *fib Model Code 2010 (2013)* megjelenése. Emellett több szabvány, irányelv, jelentés, kutatás foglalkozott már a szálerősítésű beton méretezhetőségével, szabványosíthatóságával. A teljesség igénye nélkül említésre méltóak: *ACI 544.1R-96 (2002)* és *ACI 544.5R-10 (2010)*; *CNR (2007)*; *Concrete Society TR 63 (2007)*; *JSCE (2007)*; *ÖVBB (2008)*; *Bergmeister, Fingerloos és Wörner (2011)*; *DafStb (2012)*; *RILEM (2003)*; *Concrete Society TR 34 (2013)*.

Az acélszálak alkalmazása nyúlik vissza legrégebbre a szálerősítésű betonok történetében, és ma is az acélszálak használata a legelterjedtebb. A szálak a berepedés utáni állapotban felveszik a betonban keletkező húzóerőket. A szálak mennyiségétől és típusától függően nő a szálerősítésű beton repedésáthidaló képessége (1. ábra), törési összenyomódása, a beton szívóssága (energiaelnyelő képessége), fáradási szilárdsága, valamint fajlagos ütőmunka-bírása (Balázs, Polgár, 1999). Általánosan elfogadott, hogy az acélszálak (szokásos adagolás esetén) nem növelik jelentősen a beton nyomószilárdságát, illetve hajlító-húzószilárdságát (Kovács, Erdélyi, Balázs, 1999).

A hagyományos beton, a törés bekövetkezése után, kis alakváltozások mellett tönkremegy. Ezzel szemben acélszálak alkalmazása esetén a mikropedések kialakulása után az acélszálak veszik fel a húzófeszültséget (2. ábra). Lágyuló viselkedés figyelhető meg kis száladagolás esetén, vagyis berepedés után a felvett erő értéke csökken. Rugalmas-képlékeny viselkedés esetén a berepedést követően a beton alakváltozása nő, miközben a repesztő teherrel közel azonos terhek felvételére képes a szálerősítésű beton. Amikor a betonhoz ennél nagyobb mennyiségű szálat adagolunk, akkor felkeményedő viselkedés tapasztalható, vagyis a törés után a beton alakváltozásának növekedésével, a repesztő tehernél nagyobb teher felvételére képes a szálerősítésű beton (*Cement and Concrete Association of New Zealand, 2009*).

**2. ábra:** A szálerősítésű betonok tipikus erő/lehajlás, illetve feszültség/alakváltozás diagramja hajlító igénybevétel esetén (*Cement and Concrete Association of New Zealand, 2009*)



Világszerte egyre nagyobb mennyiségben alkalmaznak korrózióveszélyes környezetben makro műanyagszálakat az acélszálak helyettesítésére. Például a Santa Margherita-Camogli (Olaszország) vasúti alagút átépítése során a pályalemezt teljesen vasalatmentesen, 3 kg/m<sup>3</sup> makro műanyagszál adagolásával készítették (Avers, 2013). Egyik legismertebb hazai alkalmazási példái a makro műanyagszálaknak a debreceni Nagyerdei Stadion lelátóelemei, melyekben 5 kg/m<sup>3</sup> makro műanyagszálakat alkalmaztak (Dezső, Polgár, 2013; Kovács, Juhász, 2013). Emellett érdemes megemlíteni Gárdony állomás 3 cm vastag, makro műanyagszál (1 V%) erősítésű beton kerítéselemeit, melyeket ilyen vastagsággal nem lehetett volna elkészíteni hagyományos vasbetonból (Spráncz, 2011). A szegedi villamos vonal pedig az első magyar, makro műanyagszál erősítésű, fűvesített villamos pálya volt, mely megint jól példázza a makro műanyagszálakban rejlő lehetőségeket (Nagy, Juhász, Herman, Herman, 2015-1 és 2015-2).

Kísérleti tapasztalatok alapján a mikro műanyagszálak kedvező hatással vannak a friss beton tulajdonságaira. A képlékeny zsugorodásból származó repedések számának csökkentésére, illetve azok teljes kiküszöbölésére jól alkalmazhatóak. A beton korai zsugorodási érzékenysége hazánkban többek között Seidl, Józsa és Für Kovács (2005), valamint Fenyvesi (2012) végeztek kutatásokat. Emellett a mikro műanyagszálak növelik a beton tűzállóságát, mivel a szálak kiégése során kialakuló kapillaris rendszer segíti a betonba zárt vízpára távozását, így csökkentik a betonban kialakuló vízgőznyomást (Majorosné Lublóy, 2008; Fehérvári, 2009).

A különböző fajta szálak különbözőképpen javítják a beton tulajdonságait. Ezért ma már elkezdtek a szálak vegyes alkalmazását is. Így például a különböző méretű acél-, vagy műanyagszálak valamint az acél- és mikro műanyagszálak, együttes használata is előfordul.

Az acélszálak kedvező hatása még nem jelentkezik a friss betonban, mivel akkor még nem alakult ki tökéletesen a tapadás a beton és az acélszál között, a felületi állapot, a levegőbevitel és a merevség miatt. Ezzel szemben a mikro műanyagszálak éppen a friss beton tulajdonságain javítanak, képesek a korai repedés meggátlására, ezért javasolt az acél és mikro műanyagszálak együttes alkalmazása (Halvax, Lublóy, 2012).

Mikro és makro műanyagszálak együttes alkalmazásával megszüntethető a lemez és gerenda szélek repedezése, törede-zése, felületi táskásodása és kipergése (Nagy, Köllő, Herman, Herman, 2014).

Korábbi kísérletek szerint, a hosszú szálak kihúzóereje növelhető rövid szálak együttes alkalmazásával, mivel a rövidebb szálak csökkentik a keresztirányú alakváltozást (Markovic, Walraven, Van Mier, 2003).

Kausay (2009) alapján ultra nagy szilárdságú betonoknál is előnyös lehet a szálak vegyes adagolása. Korábbi kutatások igazolják, hogy a mikro műanyagszálak és a szerkezeti acélszálak együttes alkalmazása több esetben is kedvező lehet. Nagyszilárdságú és ultra nagy szilárdságú acélszál erősítésű beton hőterhelést követő maradé mechanikai tulajdonságait javították a polipropilén szálak (Pliya, Beacour, Noumowé, 2011). Szálkóktél használata (polipropilén és acélszál) nagyszilárdságú öntömörödő betonnál, javítja a beton hőállóságát és a hőterhelést követően repedés utáni viselkedését (Ding, Azevedo, Aguiar, Jalali, 2012).

A kedvező szakirodalmi példák alapján várhatóan egyre több esetben alkalmaznak majd szálkóktélok a beton jellemzőinek javítására. Fontos azonban tisztában lenni azzal, hogy egyes esetekben a szálkóktélok alkalmazása egyes jellemzők szempontjából kedvező, míg más szempontból kedvezőtlen lehet. Erre hívja fel a figyelmet Quareschia, Sheikh és Sultanb

### 3. ELVÉGZETT KÍSÉRLETEINK

**1. táblázat:** Alkalmazott szálak jellemzői betonban való keverés előtt

Mindegyik keverékünkhöz azonos betonösszetételt és konzisztenciát (F4 konzisztencia osztályt) alkalmaztunk. A keverékekhez kvarekavics adalékanyagot használtunk ( $d_{\max} = 16 \text{ mm}$ , finomsági modulus = 5,6). Az alkalmazott betonösszetételt a 2. táblázatban adtuk meg. Az egyes keverékeknél a szál típus-

**2. táblázat:** Alkalmazott betonösszetétel

A vizsgálatok során a különféle keverékekbe adagolt szálmennyiségeket a 3. táblázatban adtuk meg. Minden keverékből 3-3 db 150x150x600 mm élhosszúságú próbatestet készítettünk, melyeket vegyesen tároltunk (7 napos korig víz alatt, majd laborlevegőn). 28 napos korban a bemetszett próbatesteken három pontos hajlító vizsgálatot végeztünk az *MSZ EN 14651:2005+A1:2008* szabványnak megfelelően. (A szabvány szerint a bemetszést a próbatest bedolgozási

Figure 1 consists of eight panels. Panels (a) through (d) show bulk powders of S1, S2, P1, and P2, respectively, and individual nanowires with scale bars (10 μm for S1, 2 μm for S2, P1, and P2). Panels (e) and (f) show the resulting nanocomposites S1+S2 and P1+P2, respectively.

**3. táblázat:** A keverékekbe adagolt szálmennyiségek [V%]

|                  | Mix 0 | Mix 1 | Mix 2 | Mix 3 | Mix 4 | Mix 5 | Mix 6 | Mix 7 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| S1 – acélszál    | -     | 0,3   | 0,4   | -     | 0,3   | -     | -     | -     |
| S2 - acélszál    | -     | -     | -     | 0,3   | 0,1   | -     | -     | -     |
| P1 – műanyagszál | -     | -     | -     | -     | -     | 0,3   | 0,4   | 0,3   |
| P2 – műanyagszál | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 0,1   |



**4. ábra:** Három pontos hajlító-húzószilárdság vizsgálat CMOD vezérelten

felületével  $90^\circ$ -ot bezáró oldalán kell elkészíteni, hogy a szálak esetleges lesüllyedésének, illetve felúszásának hatását figyelmen kívül hagyja a vizsgálat. A bemetszést a kiválasztott oldal közepén kell kialakítani úgy, hogy a bemetszés fölött a próbatest megmaradó magassága ( $h_{sp}$ ) 125 mm legyen. Tehát a bemetszés mélysége hozzávetőlegesen 25 mm.) A terhelés során a támaszköz 500 mm volt. A terhelés Instron 5989 típusú géppel (600 kN teherbírású erőmérő cellával), repedéstágasság-vezérelten (ún. CMOD, azaz angolul crack mouth opening displacement) végeztük (4. ábra). A terhelési sebesség 0,5 mm/perc repedéstágasság növekedés volt.

A gerendák hajlító vizsgálatát követően a kettétört gerenda törési felületein megszámoltuk a látható szálak darabszámát, majd az azonos paraméterű (egyszerre megkevert) 3-3 próbatest mérési eredményét átlagoltuk.

## 4. KÍSÉRLETI EREDMÉNYEINK

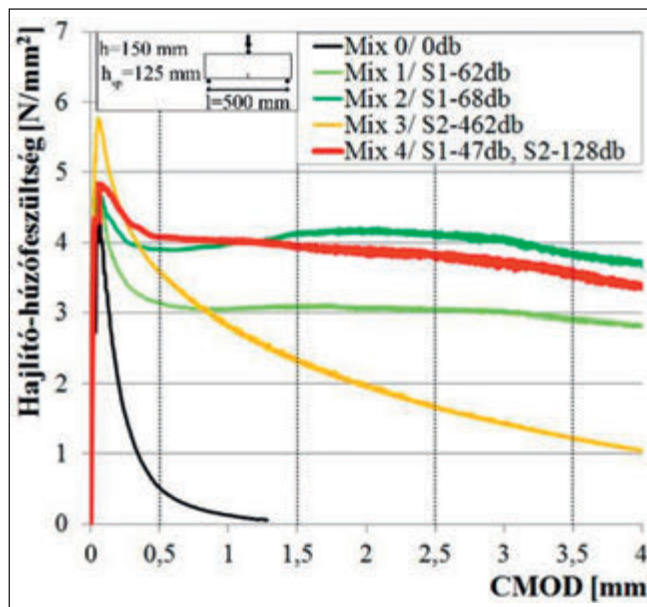
### 4.1 Acél szálerősítésű betonok

Az 5. ábrán a szál nélküli referenciabeton és az acélszál erősítésű betonok hajlító-húzófeszültség-CMOD görbéi láthatók. A CMOD vizsgálatot követően a törési keresztmetszetben levő szálak mennyiségét megszámoltuk (6. ábra). A hajlító-húzófeszültség-CMOD diagramok jelmagyarázatában a betonkeverék jelét és a törési keresztmetszetben – az egyes száltípusokból – megszámolt szálak darabszámát tüntettük fel.

A Mix0 (szálnélküli beton) görbéje a repesztő teher elérése után meredeken lecsökkent, viszonylag kis repedéstágasságnál leszakadt a gerenda. A Mix1 (0,3 V% S1 jelű acélszállal) keverék esetében a repesztő teher elérése után nagyjából konstans maradó teherbírás volt tapasztalható.

A Mix2 (0,4 V% S1 jelű acélszállal) keverék esetén – a szakirodalmi adatoknak megfelelően – a repesztő teher értéke közel azonos, mint a Mix1 keveréknél, míg a berepedést követő maradó teherbírása a száltartalom növekedésével nőtt.

A Mix3 keverékben 0,3 V% rövid acélszálat (S2 jelű) alkalmaztunk. A repesztő teher lényegesen nagyobb volt, mint az etalon és az S1 jelű hosszú szálak esetén. Ez feltehetőleg részben azzal magyarázható, hogy a törési keresztmetszethe



**5. ábra:** Etalon és acélszál erősítésű beton átlag hajlító-húzófeszültség-CMOD diagramjai (minden görbe három-három mérési eredmény átlaga)



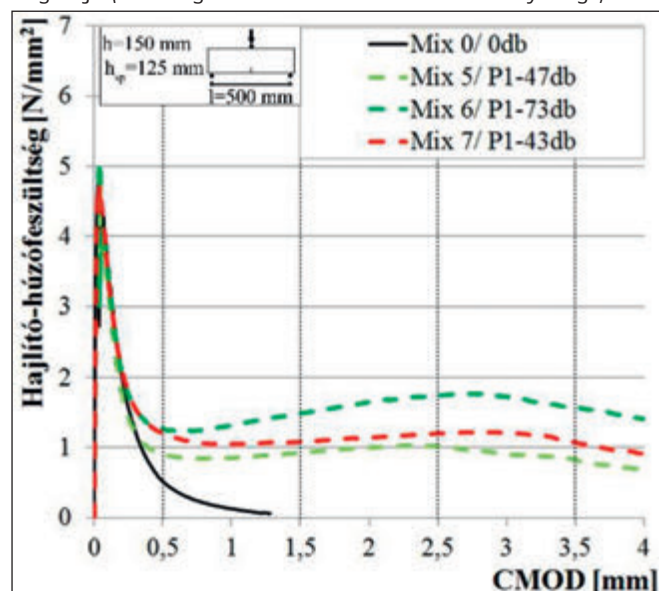
**6. ábra:** Acélszál erősítésű beton gerenda törési keresztmetszete kétféle acélszál együttes alkalmazása esetén

nagyságrenddel több szál jut a kisebb szálakból, mint az S1 jelű acélszálakból. Emellett vizsgálataink alapján a beton porozitása is kisebb volt a rövid (S2 jelű) acélszálak alkalmazása esetén, mint a hosszú (S1 jelű) acélszálak esetén. Ez feltehetőleg azzal magyarázható, hogy a rövid szálak felületén kevesebb levegőt juttattunk a betonba. Emellett a Mix3 keverék esetén a hajlító-húzófeszültség-CMOD görbe monoton csökkenő tendenciát mutatott a gerenda berepedését követően, ami a szálak kihúzódnak tudható be.

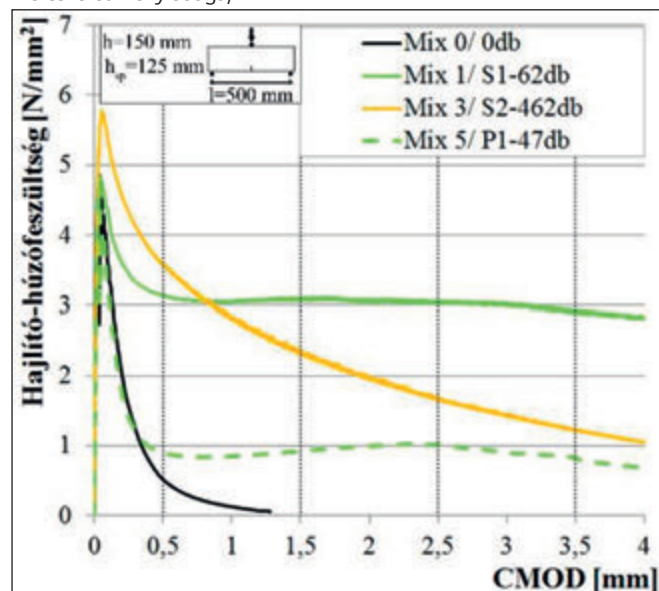
A Mix4 keverékben 0,3 V% hosszú acélszálat (S1 jelű) és 0,1 V% rövid acélszálat (S2 jelű) alkalmaztunk szálkoktélként. Eredményink alapján a szálkoktél alkalmazásával a repesztő teher értéke nagyobb volt, mint a szál nélküli Mix0, illetve azonos száltartalmú (0,3 V%+0,1 V%=0,4V%), kizárólag hosszú szálat tartalmazó Mix2 keverékből készült próbatesteknek. Emellett a berepedést követően lényegesen kisebb intenzitással csökkent a maradó teherbírás a kizárólag rövid acélszálat tartalmazó Mix3 keverékhez képest. Tehát a szálkoktél alkalmazásával kedvezőbb repesztő teherbírást, illetve kedvezőbb kezdeti maradó teherbírást (hozzávetőlegesen 1,0 mm CMOD értékig) értünk el, mint az azonos száltartalmú (0,3 V%+0,1 V%=0,4V%), kizárólag hosszú szálat tartalmazó Mix2 keveréknél.

A 7. ábrán a műanyagszálakkal készült keverékek mérési eredményeit foglaltuk össze. A 7. ábrán is jól látható, hogy a berepedést követően a makro műanyagszál tartalmú próbatestek maradó teherbírása nem esik vissza nullára. A maradó teherbírás ebben az esetben is függ a száltartalomtól. Tehát a 0,4 V% makro műanyagszál tartalmú Mix6 keverék esetén

**7. ábra:** Etalon és műanyagszálak átlag hajlító-húzófeszültség-CMOD diagramjai (minden görbe három-három mérési eredmény átlaga)



**8. ábra:** 0,3 V% acél, illetve makro műanyag szál tartalmú betonok hajlító-húzófeszültség-CMOD diagramjai (minden görbe három-három mérési eredmény átlaga)



nagyobb maradó hajlító-húzószilárdság tapasztalható, mint a 0,3 V% makro műanyagszál tartalmú Mix5 keverék esetén.

A mikro műanyagszálakat elsősorban a zsugorodási repedésérzékenység csökkentésére, illetve a tűzállóság fokozására használják. Fontos kérdés volt, hogy milyen hatással lehet a berepedést követő maradó teherbírásra, ha a keverékbe adagolt makro műanyagszálak egy részét mikro műanyagszálakkal helyettesítjük. Ezért a Mix7 keverékbe 0,3 V% makro műanyagszál és 0,1 V% mikro műanyagszál adagoltunk szálkoktélként. Mérési eredményeink alapján a Mix7 keverék esetén a berepedést követő maradó teherbírás kisebb volt, mint az azonos száltartalmú (0,3 V%+0,1 V%=0,4V%), kizárólag makro műanyagszálakat tartalmazó Mix6 keveréknél.

Érdemes azonban megjegyezni, hogy ezt a kérdést fordítva is lehet kezelni: adott egy 0,3 V% makro műanyag szál tartalmú keverékünk (Mix5) és javítani kívánunk annak tűzállóságán. Erre több megoldás is létezhet. Vajon javul-e a 0,3 V% makro műanyagszál keverék berepedést követő maradó teherbírása, ha a mikro műanyagszálakat alkalmazzuk a tűzállóság fokozására?

Vizsgálati eredményeink alapján kis mértékben javította a 0,3 V% makro műanyagszál tartalmú keverék teherbírását, ha további 0,1 V% mikro műanyagszál adagoltunk a keverékhez.

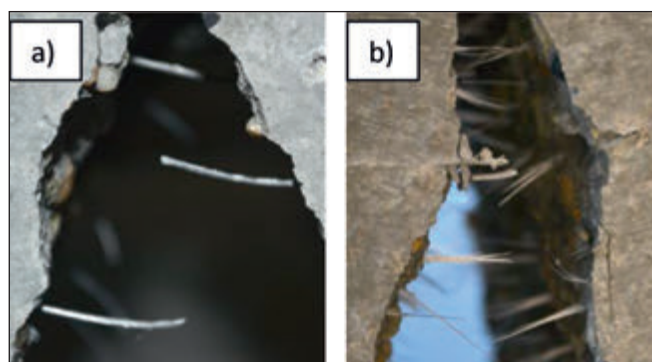
Tehát a berepedést követő maradó teherbírás szempontjából kedvezőbb, ha további makro műanyagszál adagolunk hozzá, mintha mikro műanyagszál. Azonban egyes esetekben (zsugorodás, tűzállóság miatt) fontos lehet a makro műanyagszál mellé mikro műanyagszál is adagolni, mely kis mértékben ugyancsak képes növelni a maradó szilárdságot.

A 8. ábrán egy diagramon tüntettük fel az azonos száltartalmú (0,3V%), de különböző jellemzőkkel rendelkező szákkal készült keverékek hajlító-húzószilárdság-CMOD diagramjait. A mérési eredmények alapján jól látszik, hogy mennyire eltérő viselkedést tapasztalhatunk a különböző anyagú, illetve különböző hosszúságú szálak alkalmazása esetén.

Vizsgálati tapasztalataink alapján az acélszálak jellemzően kihúzódtak, míg a makro műanyagszálak elszakadtak a törési keresztmetszetben (9. ábra). Éppen ezért az acélszálak alakja (kampós végű, vagy egyenes), illetve hossza lényegesen befolyásolja azok hatását.

Emellett a 8. ábrán jelentős különbség figyelhető meg a hosszú acélszál és a makro műanyagszál berepedést követő teherbírásra gyakorolt hatása között. Ez a száanyagok eltérő tulajdonságaival (eltérő húzószilárdság, rugalmassági modulus, tönkremeneteli mód) magyarázható. Az általunk alkalmazott makro műanyagszál húzószilárdsága a gyártói adatok alapján 450 N/mm<sup>2</sup>, az acélszál húzószilárdsága pedig 1000-1200 N/mm<sup>2</sup>. A műanyagszál rugalmassági modulusa 3,9 GPa, míg az acélszál rugalmassági modulusa ennek több mint 50-szerese, azaz 206,0 GPa.

**9. ábra:** Szálak viselkedése a törési keresztmetszetben, a) S1 jelű acélszál kihúzódik, b) P1 jelű makro műanyagszál jellemzően elszakad



Érdemes azonban azt is megjegyezni, hogy az acél- és műanyagszálak mennyisége V%-ban megegyezett, tehát azonos volt a beadagolt szálak térfogata. Ez azonban az eltérő fajtsúly miatt azt jelenti, hogy az acélszál kg/m<sup>3</sup>-ben vett mennyisége 8,5-ször akkora volt a műanyagszál alkalmazott mennyiségéhez képest. Tehát a 0,3 V% acélszál tartalom hozzávetőlegesen 23,55 kg/m<sup>3</sup> száltartalmat, míg a 0,3 V% műanyagszál tartalom 2,76 kg/m<sup>3</sup> száladagolást jelent.

## 5. MEGÁLLAPÍTÁSOK

Jelen kutatásunk azt hivatott bemutatni, mennyire fontos tisztában lennie a tervezőknek, száalkalmazóknak, hogy az egyes szálak, illetve szálkottélok mennyire különböző hatást fejthetnek ki a beton maradó teherbírására. Fontos a különféle szálak hatását megismerni ahhoz, hogy a feladatunknak leginkább alkalmas szálát, vagy akár azok együttesét (szálkottélját) tudják kiválasztani, alkalmazni.

Vizsgálatunk során két fajta acélszál (egy kampós végű, hosszú és egy egyenes, rövid), egy fajta makro műanyagszál, egy fajta mikro műanyagszál, illetve azok szálkottéljainak hatását vizsgáltuk a beton berepedést követő maradó teherbírására.

Mérési eredményeink szerint jelentősen függ a szálerősítésű beton hajlítási viselkedése az alkalmazott acélszál hosszától, alakjától és száltartalmától.

Az általunk használt száltartalmak esetén a rövid acélszálak kedvezőek lehetnek a repesztő teherbírás növelése szempontjából, míg a hosszú acélszálak a berepedést követő maradó teherbírást befolyásolták elsősorban. Kutatásunk alapján a különböző hosszúságú acélszálakból álló szálkottél alkalmazása növelheti a **repesztő teher értékét és emellett kis repedéstágasságok esetén nagyobb maradó teherbírást biztosít**, mint az azonos mennyiségű, kizárólag hosszú acélszálak alkalmazása esetén. Ennek megfelelően egyes esetekben érdemes lehet a hosszú acélszálak egy részét rövid acélszállal helyettesíteni.

Mérési eredményeink alapján a berepedést követő maradó teherbírás szempontjából kedvezőbb, ha a makro műanyagszál erősítésű betonhoz további makro műanyagszálát adagolunk, mint ha mikro műanyagszálát. Bizonyos esetekben (zsugorodás, tűzállóság miatt) azonban fontos lehet a makro műanyagszál mellé mikro műanyagszálát is adagolni. Vizsgálati eredményeink alapján a mikro műanyagszálak is képesek kismértékben növelni a berepedést követő maradó teherbírást.

## 6. HIVATKOZÁSOK

- ACI (2002): „ACI 544.1R-96, State-of-the-Art Report on Fiber Reinforced Concrete”, *Reported by ACI Committee 544*, 66 p.
- ACI (2010): „ACI 544.5R-10, Report on the Physical Properties and Durability of Fiber-Reinforced Concrete”, *Reported by ACI Committee 544*, ISBN 978-0-87031-365-3, 35 p.
- Avers (2013): „Új fejezet a szálbeton technológiában”, *Magyar Építéstechnika*, 11-12. évf., pp. 14-15.
- Balázs L. Gy., Polgár L. (1999): „A szálerősítésű betonok múltja, jelene és jövője”, *Vasbetonépítés* 1. évf., 1. szám, pp. 3-10.
- Bergmeister K., Fingerloos F., Wörner J.-D. (2011): „Faserbeton”, *Betonkalender*, Ernst&Sohn, Berlin, Németország, 822 p.
- Cement and Concrete Association of New Zealand (2009): „Fibre Reinforced Concrete”, *Information Bulletin* IB 39, 19 p.
- CNR (2007): „Guide for the Design and Construction of Fiber-Reinforced Concrete Structures”, *CNR-DT 204/2006 ROME, Italy – Advisory Committee on Technical Recommendations for Construction*, 55 p.
- Concrete Society (2007): „Guidance for the Design of Steel-Fibre-Reinforced Concrete”, *Technical Report* 63, 92 p.
- Concrete Society TR 34 (2013): „Concrete Industrial Ground Floors”, *Technical Report* 34, Vol. 4., Egyesült Királyság, 88 p.
- DAFStb (2012): „DAFStb-Richtlinie Stahlfaserbeton”, *Deutscher Ausschuss für Stahlbeton*, Berlin, Germany, 47 p.
- Dezső Zs., Polgár L. (2013): „A Debreceni Nagyerdei Stadion igényes és

- új szerű tartószerkezeti megoldásai”, *Vasbetonépítés*, ISSN: 1419-6441, 15. évf. 2. szám, pp. 46-52.
- Ding Y., Azevedo C., Aguiar J.B., Jalali S. (2012): „Study on residual behaviour and flexural toughness of fibre cocktail reinforced self compacting high performance concrete after exposure to high temperature”, *www.elsevier.com/locate/conbuildmat*, pp. 21-31
- Fehérvári S. (2009): „Betonösszetevők hatása az alagútfalazatok hőtűrésére”, *PhD értekezés, BME Építőmérnöki Kar*; (Tudományos vezető: Nehme S. G.), Budapest, 67 p.
- Fenyvesi O. (2012): „Betonok korai zsugorodási repedésérzékenysége”, *PhD-értekezés, BME Építőmérnöki Kar*; (Tudományos vezető: Józsa Zs.), Budapest, 103 p.
- fib (Fédération internationale du béton / International Federation for Structural Concrete) (2013): „*fib Model Code for Concrete Structures 2010*”, ISBN: 978-3-433-03061-5, Ernst & Sohn, Switzerland, 402 p.
- Halvax K., Lublőy É. (2012): „Szálerősítésű betonok alkalmazási területe”, *BETON*, 2012/22/11-12, pp. 3-8.
- Kausay T. (2009): „Ultra nagy szilárdságú beton”, *BETON*, 2009/november-december, XVII. évf. 11-12. szám, pp. 14-17
- Kovács G., Juhász K. (2013): „Precast, prestressed grandstand of PFRC in stadium, Hungary”, *Concrete Structures in Urban Areas, CCC2013, The 9th Central European Congress on Concrete Engineering*, ISBN 978-83-7125-229-7, Wroclaw, Poland, pp. 1-4.
- Kovács I., Erdélyi A., Balázs L. Gy. (1999): „Vasbeton gerendák törési viselkedése acélszálak és hagyományos vasalás egyidejű alkalmazása esetén”, *Szálerősítésű betonok – a kutatástól az alkalmazásig* (Szerk.: Balázs L. Gy.), ISBN: 963 420 589 5, Budapest, pp. 139–150.
- Li V. C., Maalel M. (1996): „Toughening in Cement Based Composites, Part II: Fiber Reinforced Cementitious Composites”, *Journal of Cement and Concrete Composites*, Vol. 18., No. 44., pp. 239-249.
- Majorosné Lublőy É. E. (2008): „Tűz hatása betonszerkezetek anyagaira”, *PhD értekezés, BME Építőmérnöki Kar*; (Tudományos vezető: Balázs L. Gy.), Budapest, 100 p.
- Markovic, I., Walraven, J.C., Van Mier J.G.M. (2013): „Experimental evaluation of fibre reinforced concrete”, *Proc. 4th International RILEM workshop on High Performance Hybrid Fibre Concrete* (Eds: Naaman A.E., Reinhardt H.W.), 2013, Bagnex, pp. 419-436
- MSZ EN 14651:2005+A1:2008: „Fémcszálalás beton vizsgálati módszere. A hajlító-húzó szilárdság mérése [arányossági határ (LOP), maradó hajlító-húzó szilárdság]”, *Magyar Szabvány, Magyar Szabványügyi Testület*, 1+17 p.
- Nagy J., Juhász K. P., Herman S., Herman K. (2015-1): „Az első magyar, műanyag szállal erősített és fűvesített villamospálya (1. rész) A szegedi 1-es és 3-as villamosvasút tervezése”, *Sínek világa*, 2015 évf. 1. szám, pp. 18-21.
- Nagy J., Juhász K. P., Herman S., Herman K. (2015-2): „Az első magyar, műanyag szállal erősített és fűvesített villamospálya (2. rész) A szegedi 2-es és 3-as villamosvonal”, *Sínek világa*, 2015 évf. 2. szám, pp. 10-14.
- Nagy J., Köllő G., Herman C., Herman A. (2014): „A szegedi 1-3 sz. villamos pályájának tervezési tapasztalatai”, *MŰSZAKI SZEMLE*, 2014/64, pp. 36-40
- ÖVBB (2008): „Richtlinie Faserbeton”, *Bécs, Ausztria*, 97 p.
- Pliya P., Beaucour A.-L., Noumowé A. (2011): „Contribution of cocktail of polypropylene and steel fibres in improving the behaviour of high strength concrete subjected to high temperature”, *www.elsevier.com/locate/conbuildmat*, pp. 1926-1934
- Qureshia L. A., Sheikh M. I., Sultan T. (2013): „Effect of Mixing Fiber Cocktail on Flexural Strength of Concrete”, *www.elsevier.com/locate/procedia*, pp. 711-719
- RILEM (2003): „Final Recommendation of RILEM TC 162-TDF: Test and design methods for steel fibre reinforced concrete – sigma-epsilon-design method”, *Materials and Structures*, Vol. 36., pp. 560-567.
- Seidl Á., Józsa Zs., Für Kovács I. (2005): „Üveg- és műanyag szálak alkalmazása a normál- és könnyűbeton korai zsugorodásának megakadályozására”, *Beton Szakmai Havi*, 13. évf., 6. szám, pp. 4–8.
- Spráncz F. (2011): „Betontermékek 3 cm vastagsággal”, *BETON Szakmai Havi*, ISSN 1218 - 4837, 19. évf., 4. szám, pp. 3-7.

**Kerényi Ramóna** (1991) építőmérnök (BSc). Fő érdeklődési területek: szálerősítésű betonok (FRC), tűzállóság.

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

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

**Dr. Balázs L. György** (1958) okl. építőmérnök, matematikai szakmérnök, PhD, Dr. habil, egyetemi tanár, a BME Építőanyagok és Magasépítés Tan-

szék vezetője. Fő érdeklődési területei: beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek (anyagai, laboratóriumi vizsgálata és modellezése), szálerősítésű betonok (FRC), nem acélananyagú (FRP) betétek, megerősítések anyagai és módjai (EBR, NSM), nagy teljesítőképességű beton (HPC), magas hőmérséklet anyagszerkezeti hatásai, tűzállóság, erőátadás betonban, vasbeton tartók repedezettségi állapota, vasbetonszerkezetek tartóssága, fenntartható fejlődés. A *fib* COM9 „Dissemination of knowledge” bizottság elnöke. További *fib* munkabizottságok bizottságok (SLS, FRC, FRP) tagja. A *fib* Magyar Tagozat elnöke. A *fib* tiszteletbeli elnöke (elnöki periódusa 2011-2012 volt).

#### EFFECT OF FIBRE COCKTAIL ON THE POST CRACKING RESIDUAL FLEXURAL STRENGTH OF CONCRETE

Ramóna Kerényi – Olivér Czoboly – Éva Lublóy – György L. Balázs

Favourable experiences with fibre reinforced concrete (FRC) resulted in its increasing application. Different fibres induce different improvements of concrete properties. Fibre cocktails may improve the behaviour of FRC in case of different phases and different external effects (loads or high temperatures). The residual tensile strength and residual flexural strength of FRC are the most important parameters both for design and for practice. It is an important question how the different fibres cocktails influence the post cracking residual flexural strength of FRC. In our experimental programme the influence of one type of hooked end steel fibre, one type of straight steel fibre, one type of macro polymer fibre, one type of micro polymer fibre and their fibre cocktails on the tensile strength and post cracking residual tensile strength of FRC were tested.

### BETONTECHNOLÓGUS SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS A BME ÉPÍTŐMÉRNÖKI KARÁN 2017-2018

#### A BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék szervezésében induló négy féléves kurzusra várjuk az érdeklődő kollégák szíves jelentkezését

A betonnal szembeni fokozott elvárások (pl. nagy szilárdság, tartósság, veszélyes hulladékok tárolása stb.), a speciális igényeket kielégítő betonok kifejlődésének és az európai szabványok megjelenésének hatására a betontechnológia jelentősége egyre nagyobb hangsúlyt kap és érdeklődésre tart számot napjainkban.

A BME ÉMK *Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék* a diplomával záruló **Betontechnológus Szakirányú Továbbképzése** a betontechnológia körébe tartozó legújabb ismeretek átadásával kívánja segíteni a praktizáló kollégákat. Saját, jól felfogott érdekében minden cégnek rendelkeznie kell jó betontechnológussal.

A továbbképzés célja, hogy a résztvevők megszerezzék a legfrissebb betontechnológiai ismereteket. Ennek érdekében a hallgatók a betontechnológiai módszerek mellett elmélyedhetnek a speciális tulajdonságú betonok témakörében, a betonalkotók anyagtani kérdéseiben, az építőanyagok újrahasznosításában, a környezetvédelmi kérdésekben, a betonstruktúra elemzésében és annak hatásában a tartósságra, a diagnosztika nyújtotta lehetőségekben – aminek eredményei megfelelő javítási vagy megerősítési mód kiválasztását teszik lehetővé, a mély és magasépítési szerkezetek betontechnológiai szempontból jelentős tervezési és kivitelezési kérdéseiben –, a betongyártás és előregyártásban, a minőségirányítás és minőségbiztosítás módszereiben, valamint áttekintést kapnak a vasbetonépítésben megjelent legújabb anyagokról is a tanfolyamon.

Mindezen ismereteknek még fokozottabb jelentősége van az MSZ EN 206:2014 európai betéonszabvány és az MSZ 4798:2016 *“Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelés, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon”* szabvány megjelenése óta.

A tananyag egymásra épülő rendszerben áttekinti a betontechnológiához szükséges összes ismeretanyagot, valamint a hozzájuk kapcsolódó jogi, gazdasági és vezetésméleti kérdéseket.

A négy féléves képzés (legalább szakirányú BSc diplomával) levelező rendszerben történik – félévenként 3-3 konferenciahét általában hétfő 10.00-tól csütörtök 16.00-ig – amely az utolsó félévben szakdolgozat készítéssel zárul.

A következő tanfolyam kezdete: 2017. február.

Jelentkezési határidő: 2017. január 20.

A jelentkezéshez kérjük csatolja:

- a végzettséget igazoló oklevél másolatát,
- 2 db igazolványképet,
- eredeti hatósági erkölcsi bizonyítványt
- szakmai önéletrajzot.

További információ, ill. kérdés esetén forduljon Sánta Gyulánéhoz (tel: (1) 463-4068, e-mail: [titkars@eik.bme.hu](mailto:titkars@eik.bme.hu)).

A tanfolyam részletes leírása és a jelentkezési lap a <http://www.em.bme.hu/em/betontechnologus> internetes oldalon található.

Dr. Balázs L. György, tanszékvezető, tanfolyamvezető tanár  
[balazs.gyorgy@epito.bme.hu](mailto:balazs.gyorgy@epito.bme.hu)

# MEDGYASZAY ISTVÁN HÁROM ÉPÜLETÉRŐL



Gyukics Péter

*Az elmélet és a gyakorlat, a haladás és a hagyomány, a mesterség és a művészet ellentétesnek vélt fogalmait birtokolta, ötvözte, harmonizálta Medgyaszay István nemzetközileg is elismert munkásságában.*

**Kulcsszavak:** vasbeton, iskola, lakóház, erkély, templom, torony, előregyártás, szerkezet, fa, fafaragás

## 1. A VASBETON AZ ISKOLAÉPÍTÉS- BEN

Az előző lapszámban (VASBETONÉPÍTÉS 2016/2) megjelent cikkemben Medgyaszay munkásságának lényegéről írtam és vasbeton-építészetének három gyöngyszemét mutattam be röviden; a veszprémi színház, Európa első vasbetonból épített teátruma; a soproni színház, amely megújító átépítésével, a vasbeton karakteres, ötletes használatával vált a város egyik legszebb, meghatározó épületévé; a vasbetonháj építésben, előregyártásban előremutató és kompozíciójában rendkívüli mű: a rárósmulyadi templom.

Ebben a cikkben egy iskolát, egy lakóházat és egy templomot mutatok be. A mai Mosonmagyaróváron, – az 1909-ben még önálló Moson községben – építette fel Medgyaszay első “állami népiskolá”-ját”. Eötvös József az első felelős magyar kormány vallás- és közoktatásügyi minisztere 1848-

**1. ábra:** Mosonmagyaróvár, az iskola homlokzata a bejáráttal

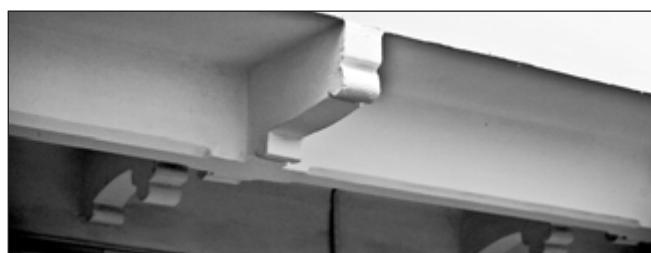


**2. ábra:** Mosonmagyaróvár, az emeleti körfolyosó és a felülvilágító részlete

ban törvényjavaslatot nyújtott be a lakosság széles rétegeinek az oktatás révén való felemelésére. Ez a cél sajnos csak 1868-ban, a kötelező népoktatási törvény bevezetésével kezdhetett megvalósulni. Ennek érdekében 1881 és 1913 között 1118 népiskolát építettek Magyarországon. Ennek az időszaknak a végén tervezte meg Medgyaszay első iskolaépületét 1909-ben Mosonra, majd Erdélybe és Bánságba további hatot. Iskoláit egy alapkoncepció szerint és a helyi adottságok maximális figyelembevételével tervezte. A továbbgondolt népi építészeti elemekkel díszített vasbeton szerkezeti elemek, korlátok, erkélymellvédek alkalmazása a XX. század elején (1909-10) új, haladó szellemet tükrözött. A mosoni iskola volt az első hazánkban, ahol a tágas földszinti zsibongó természetes megvilágítást kapott. A fényt gúla alakú üvegtető alkalmazásával biztosította. Ezzel az újításával tette lehetővé, hogy az esős és hideg időszakokban a gyerekek meleg és világos térben zsibonghassanak a szünetekben.

Iskolaépületei tereinek kiváló használhatósága mellett bizonyára nagy előnye volt a gazdaságos kivitelezhetőség is. A különböző vasbeton elemek előregyártására kivitelezői

**3. ábra:** Mosonmagyaróvár, az emeleti körfolyosó vasbeton tartószerkezetének részlete



kört alakított ki magának. Akkor, ha a helyszíni gyártásra volt szükség, gyakorlati tudásával, tapasztalataival és a munkához szükséges rajzok és a díszítő motívumok sablonjainak alkalmazásával optimalizálta a költségeket. A „csak” díszítésként használt Zsolnay- pirogránit elemeket pedig nagy darabszámban, – ezért olcsóbban rendelhette meg a pécsi gyártól.

A mosonmagyaróvári épületre is ráférne a felújítás, de még így is ennek a legjobb az állapota az Erdélyben és a Bánságban (Románia) lévőkhöz képest.

## 2. LAKÓHÁZ A BUDAPESTI ORLAY UTCÁBAN

1909-10 között szövetkezeti lakóházként épült. Tehetős polgárok építették, akik egyedi igényekkel fordultak az építészhez. A négyemeletes ház minden lakása más és más volt, „ami a tervező építésznek és a csatornázó vállalatoknak igen szórakoztató feladatot nyújtott” (*Medgyaszay István feljegyzése.*). Medgyaszay ebben az épületben már 1910-re megvalósította a lakás+munkahely ötletét. Egy-egy lakást 100-120 m<sup>2</sup>-es otthonra, és 40 m<sup>2</sup>-es munkahelyre osztott fel. A „dolgozó” ügyvédi iroda, fogorvosi rendelő vagy könyvkiadó székhelye is lehetett. A Medgyaszay által tervezett lakások jól használhatóak, mert a belmagasság optimális, az élettér a különböző funkcióknak megfelelően felosztott. Az épület külső megformálása karakteres, mindkét homlokzat többféle vasbeton erkéllyel tagolt. A ház sarkán a két homlokzat összefutó élét levágta a tervező –ahogy a zárt erkélyeket is –, és az így kialakított síkra is elhelyezett erkélyeket. (Ezt a

4. ábra: Az Orlay utcai lakóház



5. ábra: Az Orlay utcai lakóház részlete

megoldást – a sarok levágását – templomtornyain is alkalmazta. A határozott, négy kemény élt lementszi, ezáltal négy új keskeny síkot hoz létre. Így kevésbé szögletes, kevésbé merev, ezáltal barátságosabb látványt kapunk.)

Ez a lakóház is jellegzetes Medgyaszay-mű. Mitől? Mert Medgyaszay ötvözi a kor haladó szerkezeti elemeit és anyagát magyar népi építészeti szellemiségével. Egyedisége abban is megmutatkozik, hogy a személyesen látott, lerajzolt népi motívumokat nem mechanikusan másolva alkalmazza, nem aggatja fel azokat épületeire, hanem a nagy kompozíciónak megfelelően átdolgozva, a ház szerves alkotórészeként alkalmazza.

## 3. ÓGYALLA KATOLIKUS TEMPLOMA (HURBANOVO-SZLOVÁKIA)

Ez a római katolikus templom 1912-ben épült, a tűzvészben elpusztult kisméretű, átlagos külsejű elődje pótlására. Medgyaszay kapta a megbízást, aki ide is különlegeset tervezett. A templom épülete tagolt. A sátozott részek a bejáratot, az apszist, és a két oldali fülkét fedik le.

6. ábra: Ógyalla, római katolikus templom





**7. ábra:** Ógyalla, templom belső

A kiemelkedő, nagy központi rész nyolcszögletes, a templombelsőben is ez a legfontosabb tér. Egyedi, különleges hangulatát épp ennek a térképzésnek köszönheti. A katolikus templomok szokásos kellékeinek hiányát is felelteti a tér szelleme, sajátos hangulata. A torony akárcsak Rárósmulyadon,

itt is külön áll a templomtesttől. Ezt is a példaképnek tekintett kalotaszegi (Erdély) toronytípus alapján komponálta meg az építész. Ezen az épületen a vasbeton szerkezeti elemek rejtve maradnak, Medgyaszay az anyaghasználatban itt hagyománytisztelő volt – nem hangsúlyozta az új építőanyagot –, míg az épület külső és belső megformálásában eltért a megszokottól. Medgyaszay ezen az épületen kezdte el hangsúlyosan használni a fát, az egyik legősibb építőanyagot. Ez már a torony kerengőjén is látható, belül pedig a központi centrális tér és a négy oldalsó fülke kupolája is fából készült. Az oldalfülkék boltozata számárhátíves, a központi tér belül nyolcszögű boltozattal fedett. Akárcsak a szószerék, a kórus fa mellvédje, a templomi padok oldalsó síkja is mértéktartóan díszített népi motívumokkal.

## 4. HIVATKOZÁSOK

Kathy Imre (1979.): Medgyaszay István - *Akadémiai Kiadó, Budapest.*  
 Medgyaszay István - Válogatta és összeállította Potzner Ferenc (2004.) - *Holnap Kiadó, Budapest.*

# RAJZOK ÉS RAJZOLÁS AZ ÉPÍTŐMÉRNÖKI GYAKORLATBAN

Dr. Imre Lajos közelgő 80. születésnapja kapcsán



Dr. Imre Lajos ny. KTI laborvezető

*Minden szakterületen az ott végzett tevékenységben vannak olyan munkarészek, melyek fontossága akkor derül ki igazán, ha azokat nem, vagy csak hiányosan készítik el. Az építőmérnöki munkában ilyen a megfelelő részletességgel elkészített terv. Ezekkel kapcsolatos nézeteinket egykori tanárunk, dr. Tassi Géza professzor 90. születésnapja tiszteletére megjelent kiadványban fejtettük ki (Cikkgyűjtemény és köszöntések, 2015), és az alábbiakban tárjuk olvasóink elé. Gondolataimhoz, az ünnepelt köszöntésére néhány korábbi rajzomat is csatoltam.*

## 1. A RAJZ MÁSSAL NEM HELYETTESÍTHETŐ

„A mérnök nyelve a rajz.”, mondta nem egyszer dr. Korányi Imre, I. sz. Hídépítéstani Tanszék (később: Acélszerkezetek Tanszék) akkori professzora, amikor a 60-as évek első felében az acélszerkezetek szaktárgyra oktatott bennünket. E mondatának igazságát nem is vitatta közülünk senki, csak a megvalósítás dőcögött néha. Tudtuk és tapasztaltuk, hogy míg a humán jellegűnek nevezhető tantárgyakat, mint az Építésszervezés című tárgyban rögzített ismeretek, eléggé egyértelműen lehetett szóban rögzíteni, elsajátítani, érvekkel alátámasztani, egy tartószerkezetet a követelményeknek megfelelően megépíteni, egy tereprendezést a követelményeknek megfelelően hatékonyan elvégezni, tervrajzok és az ezekkel együtt készített műszaki leírások nélkül gyakorlatilag lehetetlen. A nyelvi

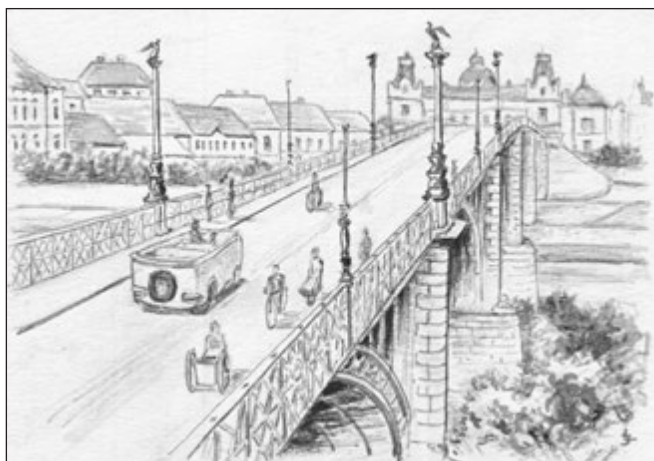
leírások mellett (annak fontosságát nem vitatva) a közlés másik területének, a látható formák, méretek rajzi bemutatása, rajzi megadásának a mellőzésével a készítendő szerkezet, vagy műtárgy teljes értékű megadása nem lehetséges. Nem beszélve arról, hogy bizonyos részleteknél jelentkező problémák, mint például egy rácsos acél tartószerkezet csomópontjai, kötőelemeknél azok szükséges mérete, darabszáma, a csatlakozó rudak végeinek helyes kialakítása kizárólag a léptékhelyes ábra elkészítése során határozható meg.

## 2. A MŰSZAKI RAJZ KÉSZÍTÉSÉNEK FEGYELMEZŐ HATÁSA

A tervezés irányítójának már a tervezés kezdetén meg kell határoznia a szerkezet, vagy műtárgy azon részeit, melyek hibátlan elkészítése azok biztonságos, céljuknak megfelelő

1. ábra: Kétnyílású közúti kőhíd Úny községben (Pest megye)





**2. ábra:** Szeged belvárosi Tisza hídja a II. világháborúig

használhatóságát és ennek megfelelőségét alapvetően befolyásolják. A műtárgynak azonban önmagának is jó belső folytonossággal kell rendelkeznie. Ha ennek feltételei akár teherbírási, akár alakváltozási szempontból várhatóan nem teljesítik azt a feltételt, tervezési hiba gyanújára kell a terven vizsgálatot végezzünk. Helyesnek tartjuk tehát műszaki felsőoktatásunk azon gyakorlatát, amelyik tanév közben is számos terv-feladattal segíti a hallgatók szemléletét, hogy az a hibafelismerés gyakorlottsá váljon.

### 3. NAGY TUDÁSÚ ÉS GYAKORLATÚ ÉPÍTÉSZ VÉLEMÉNYE A HELYSZÍNI VÁZLATOK HASZNÁRÓL

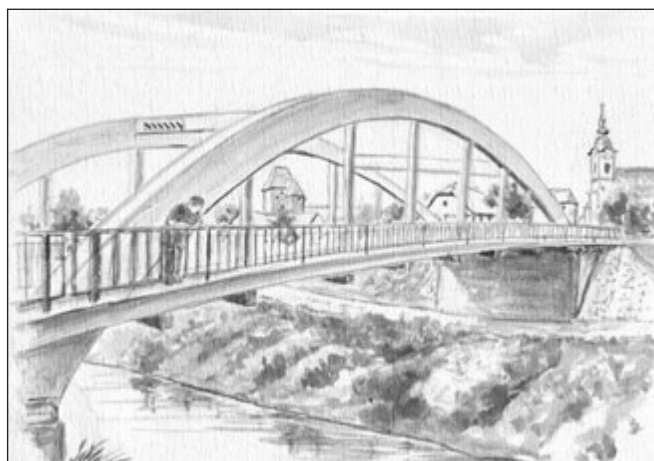
Köztudott dolog, hogy az eredeti alkotói szándékhoz való lehetséges ragaszkodás a műemlékek, nem utolsósorban a népi építészeti emlékek esetében fontos követelmény. Én, dr. Gilyén Nándorral közösen készülő, erdélyi népi építészeti témájú könyvünk kapcsán találkoztam komolyabban ezzel.

E kérdésekkel kapcsolatban beszélgettem egyszer a 70-es évek első felében Kolozsvárt idősebb Kós Károllyal, akinek az alábbi volt a véleménye:

„Lehet jó egy fénykép az eredeti kis részletek rögzítésére, de a valóság, - épület, vagy műtárgy csak akkor lesz élő számodra, ha azt helyszíni rajzolással magad is átélted, részeddé tetted.”

Kós Károly tanításának igazságát tanúsították az építőmérnök-oktatásban dr. Pogány Frigyes professzor

**3. ábra:** Veszprémi Séd-híd kisebbik nyílású íves főtartói



**4. ábra:** Simontornyai Sió-híd

előadásai. Ő hangsúlyozta a mérnöki létesítmények kedvező megjelenítésének fontosságát. E cél elérésének kiváló eszközeként mutatta be a jó rajzi megjelenítést. A mai és jövőbeli hallgatók esztétikai fejlődését szolgálná Pogány professzor hagyatékának avatott kezű és szellemű visszahozása az oktatásba.

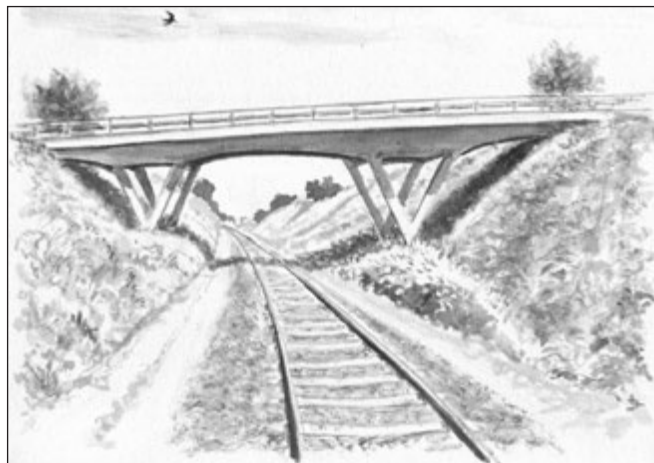
### 4. HIVATOKOZÁS

Balázs L. Gy. (Szerk) (2015), «Vasbeton. Cikkgyűjtemény és köszöntések. Reinforced Concrete. Testimonials», Budapest, pp. 217-221.

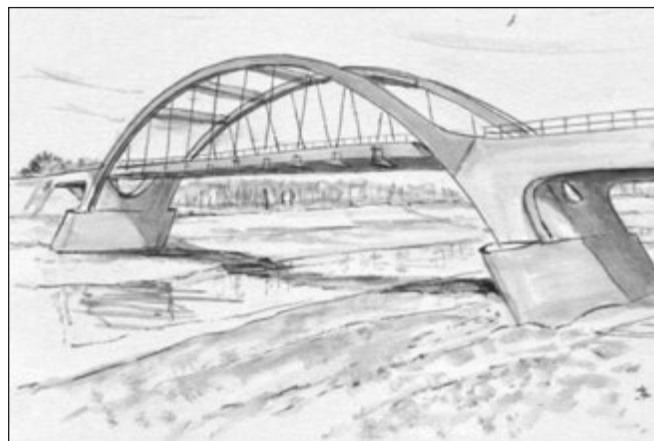
#### SUMMARY

On all field of professional activities there are part tasks which importance could only get attention if it wasn't performed or was only insufficiently made ready. In the civil engineering there are activities such the sufficiently detailed technical drawings based on precise data.

**5. ábra:** 6. sz. főút hídja Dunaújváros térségében



**6. ábra:** Sárvári Rába-híd



## DR. GYÖRGY PÁL 70. SZÜLETÉSNAJÁRA



A **fib** MT vezetősége és tagsága tisztelettel köszönti kiváló tagtársunkat születése kerek évfordulóján.

Nem szoktuk a születésnapj üdvözléseket a jubiláns családi hátterével kezdeni. Az 1946-ban született György Pál pályafutását azonban bizonyára predesztinálta, hogy a mérnöki tevékenységre való kiváló alkalmasságot apai, a természettudományi

alapokhoz való vonzódást anyai ágon a szülői otthonból hozta magával. Eddigi munkássága olyan nagy terjedelmű és sikeres, hogy e helyen csak vázlatosan, szinte csupán statisztikai adatokkal mutathatjuk be.

1971-ben szerzett építőmérnöki oklevelet. Rendszeresen továbbképezte magát. Így Ausztriában és Franciaországban alagút- és mélyépítési tanulmányokat folytatott, Finnországban részt vett FIDIC-tanfolyamon, speciális alapozási kurzuson Olaszországban, management szemináriumon Japánban. euromérnöki képesítésre tett szert 1992-ben. Több más FIDIC tanfolyamot is végzett.

Itthon a BME Építőmérnöki karon geotechnikai szakmérnöki oklevelet, majd a Pollack Mihály főiskolán és az ÁKMI-nál műszaki ellenőri oklevelet szerzett, a BME MTKI több vizsgaköteles tanfolyamán vett részt. Mindezek alapján 13 szakmai jogosultságra tett szert. A BME 1983-ban avatta műszaki doktorrá.

Angol, német, francia tudását az adott nyelvterületeken fejlesztette magas fokra, oroszul is ír és olvas. Munkahelyei: KÉV-Metró, Hidépítő Vállalat, 1992-től Soletanche Hungária Kft., Strabag Hungária Rt., Mota Hungária Rt., 1998-tól 3 GY+S Mérnöki Tanácsadó és Szolgáltató Kft., Consultant Építési Szakértő és Tanácsadó Mérnöki Iroda Kft., AP-Consult Mérnöki Iroda Kft. 2014-től KTI (részmunkaidős). Munkássága során a ranglétra minden fokát bejárta a kivitelezői műszakvezetőtől az elnök-vezérigazgatóig, az utolsó 15 évben pedig korábbi tapasztalatait kamatoztatva privát mérnökirodáját

vezeti. Főbb szakterületei: Belföldön igen sok témában, köztük Metró vasbeton műtárgyak (injektálás, kihorgonyzás, résfalak, vonalalagutak). Hidépítés: kiemelt hazai projektek irányítása – szakaszos előretolás első hazai alkalmazásai (Berettyóújfalú, Szolnok), az M0, M1 és M3 autópálya különféle hídjai, Dunakiliti duzzasztómű hajószilip stb. Ipari és magasépítési vasbeton szerkezetek: Expo neutrongenerátor, Bank Center, MOL olajtartályok és székházalapozás, Parlament alap megerősítése, M6 autópálya alagútjai, Budapest Sportaréna, kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladéktároló, mélygarázsok stb.

Külföld: Gliwice Opel autógyár mélyalap (PL), különféle speciális mélyépítések (D, F, RUS, UA, CZ, SK). Bécsi metró Dunahíd alapozási munkák A, trópusi sivatagi mélyépítési munkák (UAE), kalkuttai metró injektálási munkák (IND). Jelentős referencia-munkáinak száma belföldön 80, külföldön 13. Szakfolyóiratokban, konferencia kiadványokban 46 cikke jelent meg. Írt tervezési segédleteket, műszaki irányelveket, közreműködött útügyi műszaki előírások korszerűsítésében.

Dolgozott a szakmai közéletben, MMK, KTE, ÉTE, MAE, a FIP-fib MT és több nemzetközi szervezetben, különféle funkciókban.

Az egyetemi oktatásban mint óraadó, diplomatervező-konzulens és bíráló vett részt.

Több elismerésben részesült, így pl. a Munka Érdemrend ezüst fokozata, miniszteri és vállalati kitüntetések.

Ebből az ünnepélyes alkalomból is nehéz teljességében ismertetni egy sokoldalú, ízig-vérig mérnök eddigi gazdag munkásságát. Egyesületünk külön elismeréssel tartozik, hogy tevékenységének igen nagy részét a betonnak és a vasbeton szerkezeteknek szentelte. A jubileum alkalmával kifejezzük reményünket, hogy dr. György Pál ma is igen aktív, gyümölcsöző tevékenységét jó erőben fogja folytatni.

Szívből kívánjuk, hogy hű felesége, jó kolléganőnk, gyermekeik és családjuk körében sok örömben, kiváló egészségben, igen sokáig éljen.

T. G.

## ZSÖMBÖLY SÁNDOR 70. SZÜLETÉSNAJÁRA



Zsomboly Sándor 1946-ban született Budapesten. Építőmérnöki oklevelét 1971-ben szerezte meg a Budapesti Műszaki Egyetem Mérnöki Karán. Szakmai tudását elmélyítendő, vasbetonépítési szakmérnöki képzésen vett részt, amelynek befejeztével 1979-ben szakmérnöki oklevelet kapott.

Az egyetemi tanulmányok befejeztével 1971-ben ifjú tervezőmérnöként az Uvaterben helyezkedett el a II. iroda Híd- és szerkezettervező osztályán. Számos érdekes feladat tervezésében vett részt, mint a távolsági szállítószalagok acélszerkezetű hídjai Hejőcsabán és Bélapátfalván; gyalogos felüljárók Budapesten (Örs vezér tér, Gyömrői út) és Tatabányán (vasútállomás); az M0, M1, M3, M5, M15 autópálya egyes hídjainak engedélyezési és kiviteli terve. Az M1 autópálya Győrt elkerülő szakasz hídtervezési munkáit létesítményi főmérnöként irányította. Több tervpályázaton is sikeresen indult, a budapesti Galvani úti Duna-híd tervezésére kiírt versenyen pályaművük II. helyezést ért el.

Különleges szakmai tapasztalatot jelentett számára az Algériában töltött nyolc munkás esztendő. A közúti hidak tervezésén túl belekóstolt a mérnöki ellenőrző tevékenységbe a Tiaret-i repülőtér kivitelezési munkáinál, majd az El-Hadjar-i vasműben töltött négy évet, ahol az általános mérnöki képzettség minden szakágát volt módja kipróbálni a vasúti pályatervezéstől a szerkezetek tervezésén át a vízépitési és csatornázási tervek készítéséig. Jelentős feladat volt az El-Hadjar-i acélmű vasút és úthálózatának rekonstrukciója a rajta lévő 12 híd műszaki felülvizsgálata, a javítási tervek készítése. A vasműben végzett munkák külön érdekessége volt, hogy a megtervezett létesítmények megvalósításának irányítása is rá hárult.

A szakmai életút harmadik szakasza a Pont-TERV Zrt-hez kötődik. Társaival közösen 1994-ben alapították meg azt a hídtervező társaságot, amely az elmúlt huszonkét év alatt a szakma élvonalában tevékenykedve a legnagyobb hídprojektek megvalósításában vett részt. A Dunán és a Tiszán átívelő hidak, autópályák számtalan megvalósult műtárgya viseli magán kezük és szakértelmük nyomát. Kereskedelmi igazgatóként más területen is kamatoztatta tapasztalatait, de vezetői

feladatai mellett mindig szakított időt egy-egy műtárgy tervezésére, a tervezés irányítására. A hosszú évek alatt megszerzett tudását, tapasztalatát szakértőként is kamatoztatta, számtalan közúti és vasúti műtárgy időszakos és rendkívüli vizsgálatát végezte.

Mérnöki tapasztalatait több félében át megosztotta a Budapesti Műszaki Egyetem magyar és francia tannyelvű hallgatóival. Az általa tervezett szerkezetekről rendszeresen

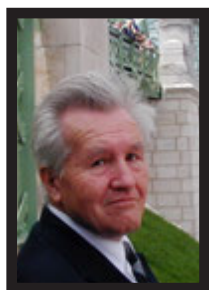
tartott előadást konferenciákon, illetve az ezekről beszámoló írásai szakmai folyóiratokban jelentek meg.

Megalakulása óta aktív tagja a Magyar Mérnöki Kamarának, számos választott tisztséget töltött be a Tartószerkezeti Tagozatban.

Tagja a KTE-nek és a **fib** Magyar Tagozatának, ahol megválasztották a Palotás László-díj kuratóriumi elnökévé.

*Mátyássi László*

## DR. KNEBEL JENŐ 1927-2016



### Széchenyi díjas hídtervező mérnök

Megrendülten búcsúzunk a 20. század második felének nagy hídtervező mérnök egyéniségétől, aki amellett, hogy kiváló szakemberként mérnöki alkotások egész sorát hozta létre, kiemelkedő vezető, tanár és munkatárs is volt. Veszteségünkben az vigasztalhat bennünket, hogy nem csak megépült hídjai maradnak velünk,

hanem a jövő nemzedékekben mérnöki tudása, kultúrája és embersége is tovább él.

1927. szeptember 1-jén született Budapesten. A budapesti piarista gimnáziumban érettségizett 1945-ben, majd a Budapesti Műszaki Egyetem általános mérnöki karán szerzett oklevelet 1949-ben. 1974-ben egyetemi doktori oklevelet, 1977-ben címzetes egyetemi docens címet kapott.

Az egyetemi tanulmányok befejezése után 1949-től az ÁMTI (Allami Mélyépítéstudományi és Tervező Intézet) Sávolgy Pál vezette hídosztályára került tervező mérnöknek. Bekapcsolódott a háborúban lerombolt hidak újjáépítésébe, első munkáinak egyike a dunaföldvári Duna-híd építési terveinek készítése volt. 50 évvel később, a híd 2000-2001. évi teljes rekonstrukciójakor is az ő tervei alapján kapott új pályaszerkezetet és újult meg a régi szerkezet.

Bár a munkaadó cégek neve az évek folyamán többször változott (Mélyépterv, Uvaterv), irányító tervező, szakosztályvezető, osztályvezető, irodavezető-helyettes és szakfőmérnöki beosztásban mindig a hazai és külföldi hidak tervezésével foglalkozott. 1996-ban ment nyugdíjba, majd 1997-től 2010-ig a Pont-TERV Zrt.-nél dolgozott főtanácsadóként.

A hat évtizedes mérnöki pálya jelentősebb tervezési munkáit szinte felsorolni is nehéz. Kiemelkednek közülük a magyarországi Duna-hidak – a bajai, dunaföldvári, szekszárdi, hárosi, lágymányosi, a budapesti Erzsébet és Árpád híd és az esztergomi Mária Valéria híd, a Tisza-hidak közül a kisari, záhonyi, tokaji, szolnoki, és az új szegedi híd, melyek jelentősebb álló-

másai munkásságának. Tervezője volt a barcsi Dráva-hídnek és aktívan közreműködött a köröshegyi völgyhíd tanulmányainak és különböző építési terv szintű változatainak kidolgozásában, valamint a bajai Duna-híd rekonstrukciójában.

A 60-as évektől már külföldön is egyre inkább elismert magyar hídépítők hírnevét öregbítette a heluáni Nilus-híd tervezése, a Görögország fővárosában épült közúti felüljáró, a Vietnámba, a Duong folyóra tervezett közúti-vasúti híd építési terve. A tervező, gyártó, kivitelező és megbízó több mint egy évtizeden át tartó kiemelkedő együttműködésének eredményeként születtek meg a jugoszláv exportra készülő nagy folyami hidak: a bácskapalánkai és a bezdani Duna-híd, a sabáci Száva-híd, a smederevoi Duna-híd és felüljáró, a loznici Drina-híd és a ferdekábeles újvidéki Duna-híd. A hídirodán készült tervek alapján a Ganz-MÁVAG gyártotta le az acélszerkezeteket és szerb szakemberek végezték a szerelést.

A magyar és a külföldi szakirodalom naprakész ismerete, lényegre törő, világos gondolkodása és a munkatársak iránti bizalom és megbecsülés jellemezte mindig munkáját és kapcsolatát tervezővel, kivitelezővel, magyar vagy külföldi partnerrel.

Számos külföldi ajánlati terv is az ő vezetésével készült: a Német Demokratikus Köztársaságba, Egyiptomba az asszuáni Nilus-híd, Törökországba az isztambuli Aranyszarv öböl feletti híd és az Ecuadorba tervezett közúti hidak ajánlati tervei.

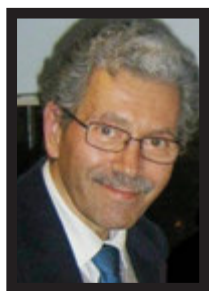
A Budapesti Műszaki Egyetem oktatói munkájában több évtizeden át mint gyakorlatvezető vett részt. Előadásokat tartott a Mérnöki Továbbképző Intézetben és az Acélszerkezeti anketokon. Szakmai folyóiratokban számos cikke jelent meg. A Mérnöki kézikönyv 2. kötetének társszerzője. Több országos hídtervpályázaton vett részt sikeresen.

Munkásságát 1962-ben Munka Érdeméremmel, 1964-ben a Munka Érdemrend bronz fokozatával, 1986-ban Eötvös Loránd-díjjal, 1997-ben Széchenyi-díjjal ismerték el. 2005-ben megkapta Az év hidásza címet.

2009-ben az Egyetem Tanácsa gyémántdiploma adományozásával ismerte el értékes mérnöki tevékenységét.

*Mátyássi László*

## GÁBOR PÉTER 1948-2016



Kollégánk Budapesten született 1948. december 18-án. A Kölcsey Ferenc gimnáziumban érettségizett. A műszaki pálya iránti vonzalmát elismert mérnök édesapja példájából merítette. Szerkezetépítő szakos mérnöki oklevelét 1972-ben szerezte, szakmérnöki képesítésre is a BME-n tett szert 1978-ban. Ugyancsak a BME ruházta fel a dr.-techn. címmel 1980-ban.

1972-80-ig tervező mérnök volt az Uvatervben. Főként városi közlekedési építmények tervei kerültek ki keze alól.

1980-84-ig kutatómunkát végzett a BME Vasbetonszerkezetek Tanszékén.

1984 végén Ausztráliában vállalt munkát. Vele is megtörtént az, ami több más honfitársunk életútjára jellemző volt. Amikor idegen országban teljesen magára, saját tehetségére és szorgalmára volt hagyatva, pályája meredeken emelkedni kezdett, és munkájával mind több sikert aratott.

1985-től 1989-ig Sydneyben a Taylor Thomson Whitting cég vezető tervezője volt. Az időszak kezdeti részét Singapore-i közmű-létesítmények tervein dolgozott, hónapokig a helyszínen. 1989-92-ig a svájci VSL Prestressing vállalat ausztráliai vezető tervezőjeként dolgozott Sydney-i városi létesítményein.

1992-2001-ig Kuala Lumpurban a Ranhill Bersekutu cég műszaki igazgatója volt. 2001-14-ig az Arup Sydney cég társigazgatója funkciójában végezte tervező munkáját.

2010-14-ig a P.G. Structural Concrete egyszemélyes cég tulajdonosa volt.

Legfontosabb munkái: A Sydney-i operaház felújítási terve, a Kuala Lumpur-i iker-toronyházak számos részmunkája (az alapozási vasbeton szerkezetek, az összekötő híd, a létesítményben alkalmazott nagyszilárdságú beton felhasználásával készült épületrészek speciális problémáinak megoldása, és más részfeladatok). Nagy városi bevásárló központ vasbeton szerkezeteinek terve, a Telekom főigazgatóság 74 szintes épülete Kuala Lumpurban világcsúcs-méretű kiváltó szerkezettel gazdagították eredményeit. Ezeken kívül sok más magasépítmény és közműépítési műtárgy terve került ki keze alól.

A nemzeti portré galéria Canberrában, a 2010 évi legjobb ausztráliai vasbeton szerkezet *fib*-díjjal kitüntetett terve is bizonyítja munkái értékét. A pekingi olimpiai uszoda (water cube) vasbeton szerkezeteinek tervezésében részben a helyszínen végzett munkával vett részt. Számos 30 szintnél magasabb épület, sok földalatti műtárgy több mint tíz országban gyarapította sikeres munkái sorát.

A Sydney műegyetemen nyolc éven át általa oktatott választható tárgyak: „Feszített beton szerkezetek” és „Új irányzatok a betonszerkezetek tervezésében (nagyszilárdságú betonok alkalmazása, HILTI-horgonyzással erősített kapcsolatok stb.)”.

Két könyve és 11 jegyzete szolgálta az egyetemi oktatást.

Szakmai társadalmi szervezetekben intenzív tevékenységet fejtett ki.

Az Ausztráliai Mérnök Egyesület regisztrált tagjaként részt vett szabványalkotásban, Az NSW-beli Ausztráliai Beton Intézet vezetőségi tagja volt, együttműködött Prof. Stephen Fosterrel aki a „Szilárdság” albizottság elnöke volt.

Aktívan részt vett szakmai tudományos konferenciákon Magyarországon, Ausztráliában és másutt. Nyolc országban jelentek meg szakkikkek.

Dr. Gábor Péter mindig hivatkozott magyarországi gyökereire, hirdette, hogy alapvető mérnöki tudását a budapesti Műegyetemen szerezte. Követte a vasbetonépítés itthoni fejlődését, ápolta a kapcsolatot ideiglenesen vagy tartósan Ausztráliában tartózkodó magyar szakemberekkel. Ahányszor itthon járt, nem mulasztotta el, hogy felkeresse Alma Materét.

Amikor szeretett családjával együtt **2014-ben hazatelepült**, táplált olyan reményt, hogy tapasztalatait kamatoztatja a szülőháza, ezen belül a *fib* Magyar tagozata javára. Ezért is csatlakozott egyesületünkhöz.

Fájdalmas, hogy elhatalmasodó betegsége csak nagyon keveset engedett ebből teljesíteni.

„A föl-föl dobott kő” az ő személyében itthon hunyt el, hazai földben nyugszik a magyar építőiparban nagy érdemeket szerzett édesapja hamvaihoz közel. Nyugodjanak békében!

T. G.

## VÉGH LAJOS 1921-2016



Kassai születésű kiváló kollégánk 95. életévét betöltve 2016. szeptember 25-én Prágában elhunyt. A történelem viharai úgy hozták, hogy iskoláit magyar és szlovák, egyetemi tanulmányait cseh nyelven végezte. Prágai hallgatói éveit során egy időszakra az amerikai MIT ösztöndíjasaként tanult. Ez szakmai ismeretei mellett megerősítette angol nyelvtudását, ami – több más nyelv ismerete mellett – hatással volt egész életpályájára. Magyar anyanyelvét mindvégig megőrizte, és

ápolta. Ez hozzájárult ahhoz a tartós szakmai kapcsolathoz, amelyet magyar mérnökökkel kiépített.

Építőmérnöki oklevele megszerzése után jelentős ipari vasbeton szerkezetek létesítésén dolgozott. A ranglétrán emelkedve egy nagy cseh építő vállalat igazgatói posztját töltötte be.

Alapos gyakorlati tapasztalat szerzése után alma matere, a prágai Cseh Műszaki Egyetem szolgálatába állt. A Betonszerkezetek Tanszék színe valamennyi stúdiuma oktatásában részt vett. Vasbetonelméleti és héjszerkezeti témákból írt hat könyve, valamint 11 jegyzete sokáig segítette az oktatást. Hosszú ideig volt a kezdeményezésére létrehozott laboratórium vezetője. Számos újításából nyolc nyert szabadalmi védelmet. Kandidátusi fokozata megszerzése és habilitációja után nevezték ki docenssé, a tudományok doktora fokozat elnyerése után lett professzor.

Elméleti kutatásai és laboratóriumi kísérletei eredményeit 230

publikációjában tette közzé. Magyar nyelven is jelentek meg cikkei. Sok országban, különféle szakmai fórumokon tartott előadásokat hat nyelven.

Külszolgálatban volt egy ideig Japánban. A vasbeton szerkezeteket négy éven át UNESCO megbízatással vendégprofesszorként oktatta Indiában, egy évig Törökországban.

Végh professzor nemzetközi szakmai szervezetek, így a RILEM, CEB+FIP=*fib*, IABSE, IUTAM és más szervezetek munkájában vett részt, ezen kívül számos vasbeton témájú nemzetközi rendezvényt szervezett személyes aktív részvételével a ČSVTS (csehszlovák tudományos-műszaki szövetség) égisze alatt.

A BME rokon tanszékeivel hat évtizeden át – aktív nyugdíjas éveire is kiterjedően – gyümölcsöző együttműködést szervezett. Munkatársait magyarországi tanulmányutakhoz segítette, ő maga előadásokat tartott a BME-n és a MTESZ-ben.

Az 1970-es években kezdett dolgozni az IASS munkabizottságában. Új munkacsoportot szervezett környezetbarát szerkezetek és anyagok témakörében. Elnöksége alatt évente szeminárium volt Prágában nemzetközi (európai, transzatlanti és távolkeleti) résztvevőkkel. Ezek anyaga évente Végh professzor szerkesztésében egy-egy kiadványban jelent meg, majd egy összefoglaló könyv is készült. Ebben a munkában hosszú időn át számos magyar szakember vett részt.

Prof. Ing. Ludevít Végh, DrSc. (ezen a néven ismerte Prága és a világ) szakadatlan munkáját lezárta eltávozása a földi élők sorából.

Derűs, bölcs, barátságos személyiségétől kegyelettel búcsúznak tisztelői, kollégái, közöttük sok magyar mérnök.

T. G.



**BETONMIX** [WWW.BETONMIX.HU](http://WWW.BETONMIX.HU)

Ipari padlók

Térbetonok

Betonszerkezetek

Szálerősítéses betonok

Tervezés

Betontechnológia

Szakértés

Hibajavítás

- optimális javítási technológia kidolgozása
- szakvélemény
- javítás kivitelezése, felügyelete

Jellemző hibatípusok

- repedések
- fugaszél-letöredezés
- tábla billegések
- felületi hibák
- felületi felválások
- felfagyás

Kapcsolat: [BETONMIX@BETONMIX.HU](mailto:BETONMIX@BETONMIX.HU)

+36 30 900 3552

# AXISVM 13

## Végeselem programrendszer statikusoknak

- Teljeskörű megoldás az építőmérnöki feladatokhoz
- CAD rendszerű grafikus modellépítés és eredmény dokumentálás
- Szerkezetmodellezés egyszerű keretektől komplex épületekig
- Méretezési modulok EUROCODE és más szabványok szerint
- Hó- és szélterhek automatikus generálása Eurocode szerint
  - Gerendák, oszlopok, lemezek, falak vasalásszámítása
  - Homloklemezcsavarozott kapcsolatok ellenőrzése
  - Acél rúdelemek szilárdsági és stabilitási ellenőrzése
  - Acél rúdelemek keresztmetszeteinek optimalizálása
  - Faszervezetek szilárdsági és stabilitási ellenőrzése
- Pont- és sávalapok méretezése, geotechnikai ellenőrzése
  - Átszűrődés vizsgálat, repedéstágasság számítás
  - Lineáris és nemlineáris statikai és rezgés számítások
- Földrengés vizsgálat, relatív szinteltolódások számítása
  - Általános dinamikai vizsgálatok (időtörténet eljárás)