

A **fib** MAGYAR TAGOZAT LAPJA

VASBETONÉPÍTÉS

CONCRETE STRUCTURES

JOURNAL OF THE HUNGARIAN GROUP OF **fib**



fib kongresszus

Nápoly, 2006. június 5-8.

www.naples2006.com



Az egyik 2005. évi
Palotás László-díjas

Dr. Ujhelyi János –
prof. Popovics Sándor

**A betonszilárdság
és a víz-cement tényező
közötti összefüggés
megbízhatóságának
javítása**

2

Dr. Loykó Miklós

**A 2005. évi Palotás
László-díjak átadása**

10

Becze János
Palotás László-díjat kapott

**Feszített-függesztett
autópálya híd tervezése**

12

Dr. Tassi Géza
Palotás László-díjat kapott

**A vasbeton-szilárdság-
tan és statika néhány
eredménye**

16

Dr. Windisch Andor
Palotás László-díjat kapott

**Feszítési rendszerek
európai műszaki
alkalmassági
bizonyítvánnyal**

22

Személyi hírek

Dr. Deák György 80 éves
Kovács Zsolt 65 éves

28

2006/1

VIII. évfolyam, 1. szám

Profipanel Födémrendszer

MEGOLDÁS MAGAS SZINTEN



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

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

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

Főszerkesztő:

Dr. Balázs L. György

Szerkesztő:

Dr. Träger Herbert

Szerkesztőbizottság:

Beluzsár János

Dr. Bódi István

Csányi László

Dr. Csíki Béla

Dr. Erdélyi Attila

Dr. Farkas György

Kolozsi Gyula

Dr. Kovács Károly

Lakatos Ervin

Madaras Botond

Mátyássy László

Polgár László

Telekiné Királyföldi Antonia

Dr. Tóth László

Vörös József

Wellner Péter

Lektorai testület:

Dr. Deák György

Dr. Dulácska Endre

Dr. Janzó József

Királyföldi Lajosné

Dr. Knébel Jenő

Dr. Lenkei Péter

Dr. Loykó Miklós

Dr. Madaras Gábor

Dr. Orosz Árpád

Dr. Szalai Kálmán

Dr. Tassi Géza

Dr. Tóth Ernő

(Kéziratok lektorálására más kollégák is felkérést kaphatnak.)

Alapító: a *fib* Magyar Tagozata

Kiadó: a *fib* Magyar Tagozata

(*fib* = Nemzetközi Betonszövetség)

Szerkesztőség:

BME Építőanyagok és Mérnökgeol.

Tansz.

1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3.

Tel: 463 4068 Fax: 463 3450

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

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

Az internet verzió technikai

szerkesztője: Bene László

Nyomdai előkészítés: RONÓ Bt.

Egy példány ára: 1155 Ft

Előfizetési díj egy évre: 4620 Ft

Megjelenik negyedévenként

1000 példányban.

© a *fib* Magyar Tagozata

ISSN 1419-6441

online ISSN: 1586-0361

Hirdetések:

Külső borító: 170 000 Ft+áfa

belső borító: 135 000 Ft+áfa

A hirdetések felvétele:

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

Címlapfotó:

M7-M70 csomópont hídja

A fotót készítette: Hidépítő ZRt.

TARTALOMJEGYZÉK

- 2** Dr. Ujhelyi János – prof. Popovics Sándor
A betonszilárdság és a víz-cement tényező közötti összefüggés megbízhatóságának javítása
- 10** **A 2005. évi Palotás László-díjak átadása**
- 12** **Becze János**
Palotás László-díjat kapott 2005-ben
Feszített-függesztett autópálya híd tervezése
- 16** **Dr. Tassi Géza**
Palotás László-díjat kapott 2005-ben
A vasbeton-szilárdságtan és statika néhány eredménye
- 22** **Dr. Windisch Andor**
Palotás László-díjat kapott 2005-ben
Feszítési rendszerek európai műszaki alkalmassági bizonyítvánnyal
- 28** **Személyi hírek**
Dr. Deák György 80 éves
Kovács Zsolt 65 éves
- 29** ***fib* bulletin 33: Durability of posttensioning tendons**
- 30** ***fib* Symposium, Dubrovnik, 2007. május**
Betontechnológiai szakmérnöki tanfolyam indul
- 31** **Rendezvénynaplár**

A folyóirat támogatói:

Vasúti Hidak Alapítvány,

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

Scetauroute Mérnöki Tervező és Tanácsadó Kft., Pfeiderer Lábatlani

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

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

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

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

Tanszéke, BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke

A BETONSZILÁRDSÁG ÉS A VÍZ-CEMENT TÉNYEZŐ KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉS MEGBÍZHATÓSÁGÁNAK A JAVÍTÁSA



Dr. Ujhelyi János – prof. Popovics Sándor

A beton nyomószilárdságának becslésére használt valamennyi képlet arra a feltevésre alapozódik, hogy a szilárdságot a cementpép szilárdsága határozza meg és a pép mennyiségének nincs befolyása. Ezért a víz-cement tényező ismerete elegendő a szilárdság becsléséhez. A kísérletek eredményeinek az elemzése azonban azt mutatja, hogy ez a feltevés nem egészen igaz. Például, ha két hasonló beton víz/cement tényezője azonos, akkor a nagyobb cementtartalmú és lágyabb konzisztenciájú beton szilárdsága kisebb. A különbség nem nagy, de szembevető, különösen akkor, ha a cementtartalom nagy. Ennek a jelenségnek mennyiségi kifejezésére új képleteket mutatunk be, amelyek a víz-cement tényező mellett egy második, a beton összetételére jellemző változót is felhasználnak a beton szilárdságának a becslésére. Ilyen kiegészítő változó lehet a cementtartalom, a víztartalom, a péptartalom, a konzisztencia, ezek magasabb hatványai, kombinációjuk stb. A kiterjesztést az Abrams képleten illusztráljuk, de a módszer bármely más, a víz-cement tényezőre alapozott szilárdságbecslő képletre is alkalmazható. Ez nemcsak megjavítja a számított szilárdságok illeszkedését, hanem az érvényességi határokat is kitágítja. A korrelációs együtthatók számszerűleg is igazolják, hogy az új, kiegészített képletek jobbak, mint a meglevők.

Ez a tanulmány nem részletezi a légtartalom és az adalékanyag hatását, illetve olyan betonpróbatestek vizsgálati eredményeit veszi csak figyelembe, amelyek kifogástalanul voltak tömörítve.

Kulcsszavak: fib, betonkeverék, összetétel, víz-cement tényező, nyomószilárdság, tömörség

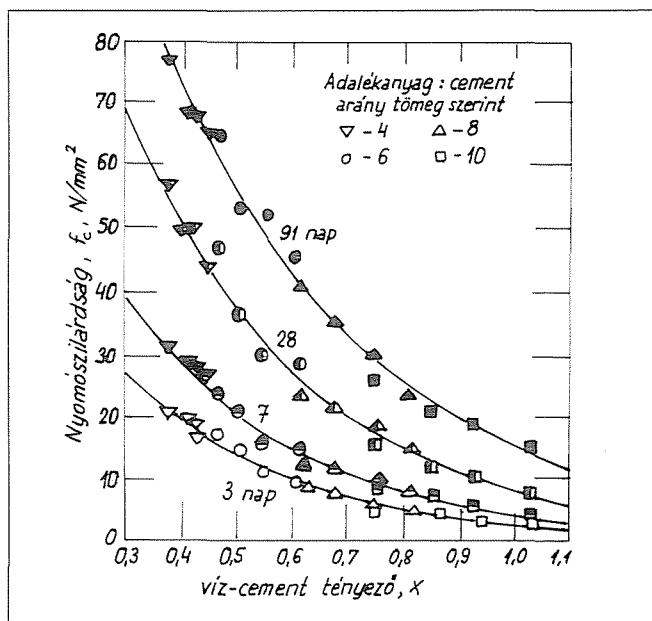
1. BEVEZETÉS

Több, mint 100 éve ismert az, hogy a hasonló betonok szilárdsága elsősorban nem a cementtartalomtól, hanem a víz-mennyiség és a cementmennyiség hányadosától függ. (A hasonló kifejezés itt annyit jelent, hogy a betonok azonos minőségű anyagokkal készülnek, utókezelésük és vizsgálatuk, továbbá tömörségük is azonos). Ezt a szabályt az 1. ábra mutatja be (Kaplan, 1960).

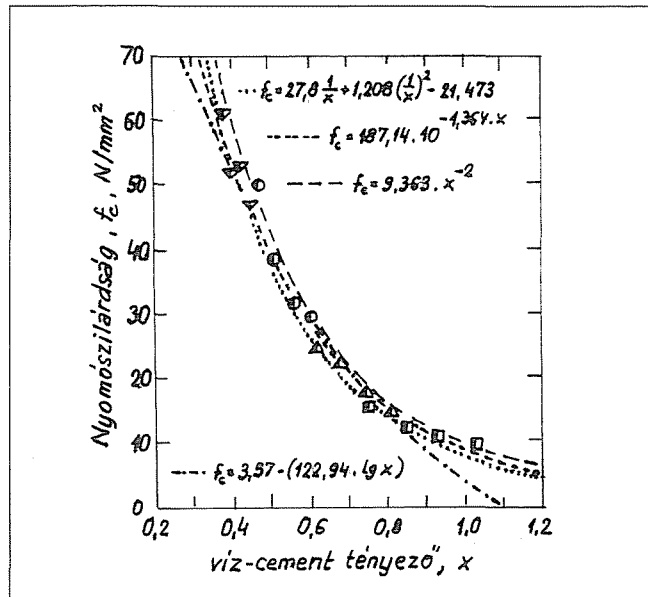
A mindig megbízható Otto Graf szerint (Graf, 1960) valószínűleg Zielinski volt az első, aki 1900 év elején szisztematikusan vizsgálta a cementtartalom és a víz-cement tényező hatását a

habarcsok nyomószilárdságára és publikált erre összefüggést (Zielinski-Szuk, 1901; Zielinski, 1909). Ennek ellenére a szakirodalom úgy ismeri, mint Abrams-törvényt az 1918-ban megjelent tanulmány alapján (Abrams, 1918). Úgy látszik, a múlt század elején még nem ismerték fel a víz-cement tényező fontosságát a betontechnológiában, így Zielinski korszakalkotó felfedezése feledésbe merült. Jobb kifejezés hiányában Abrams-törvény helyett ebben a tanulmányban víz/cement tényező szabálynak fogjuk nevezni a betonszilárdság és a víz/cement tényező közötti összefüggést.

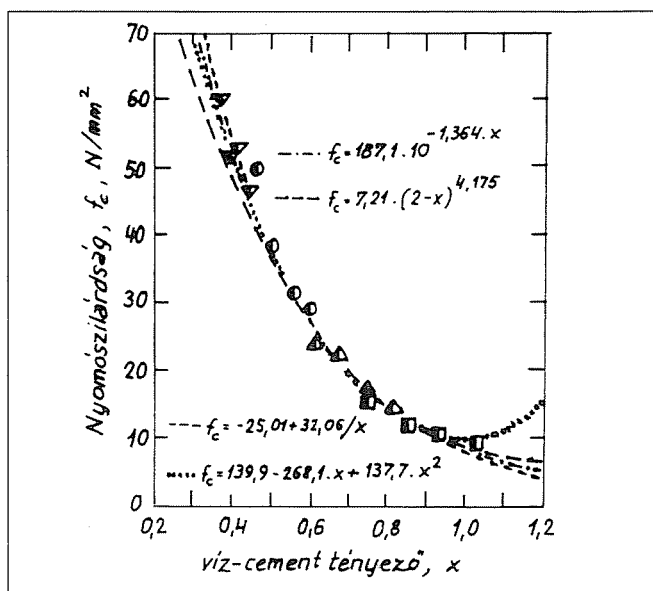
Mivel a víz-cement tényező igen fontos mind a beton szilárdságának, mind összetételének a tervezése szempontjából,



1. ábra: Különböző korú betonok nyomószilárdsága a víz-cement tényező függvényében (1 ksi = 6,895 N/mm²) (Kaplan, 1960)



2. ábra: A víz-cement tényezőn alapuló, különböző alakú képletekkel becsült 28 napos nyomószilárdságok összehasonlítása (az adatok az 1. ábrából valók)



3. ábra: A víz-cement tényező alapuló, különböző alakú képletekkel becsült 28 napos nyomószilárdságok összehasonlítása (az adatok az 1. ábrából valók)

ezért nagyon sok kísérletet végeztek, és számos képletet alkottak a szabály megbízhatóságának az igazolására az elmúlt évek alatt (2. és 3. ábrák) (Popovics, 1998; Ujhelyi, 1991). Ezek közül az USA-ban az Abrams-képlet, de pl. Franciaországban a Feret-képlet, néhány más európai országban a Bolomey-képlet a legnépszerűbb.

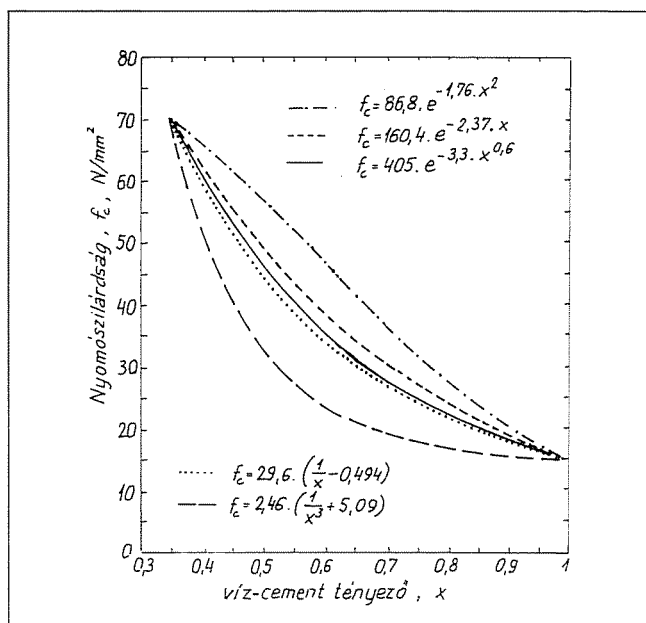
A víz-cement tényező szabályt alkalmazó egyváltozós képleteknek egyik előnye, hogy elegendő két, egymástól jelentősen eltérő (referencia) víz-cement tényezőhöz (pl. $x = 0,35$ és $x_2 = 1,0$) tartozó (referencia) nyomószilárdság (f_{c1} és f_{c2}) ismerete, mert ebből a képlet állandói számíthatók. Például az $f_c = A \cdot \exp(\ln B \cdot x)$ alakú Abrams-függvény állandóit az $f_{c1} = A \cdot \exp(\ln B \cdot x_1)$ és $f_{c2} = A \cdot \exp(\ln B \cdot x_2)$ összefüggésekből, ha x_1, f_{c1} és x_2, f_{c2} érték-párok ismeretesek, az alábbi módon lehet meghatározni (Ujhelyi, 1988):

$$A = e^{\frac{(x_2 \cdot \ln f_{c1}) - (x_1 \cdot \ln f_{c2})}{x_2 - x_1}} \quad \text{és} \quad \ln B = \frac{\ln \left(\frac{f_{c2}}{A} \right)}{x_2} = \frac{\ln \left(\frac{f_{c1}}{A} \right)}{x_1} \quad (1)$$

A víz-cement tényező szabály gyakorlati alkalmazhatóságát ugyan számos kísérlet igazolta, de találtak eltéréseket is. Egyike ezeknek az a tapasztalat, hogy a cement jellemzőitől függően (örlésfínomság, kötőerő, hidraulit tartalom) az (1) jelű képlettel számított állandókkal sok esetben csak a kis ($\sim 0,3-0,4$) és a nagy ($\sim 0,8-1,0$) víz-cement tényezők környezetében lehet a nyomószilárdságokat megfelelő szabotossággal becsülni, míg a közepes ($\sim 0,5-0,6$) víz-cement tényezőkhöz tartozó tényleges nyomószilárdságok vagy kisebbek, vagy nagyobbak, mint a számítható érték. Ez az eltérés akkor szüntethető meg, ha az x víz-cement tényezőnek nem az alapértékét, hanem valamely hatványát használjuk, azaz $f = A \cdot \exp(\ln B \cdot x^n)$ függvénnyel számolunk (ahol $0,2 \leq n \leq 5$) (Ujhelyi, 1989/1).

Azt is érdemes megjegyezni, hogy az $f_c = A \cdot e^{\ln B \cdot x}$ alakú Abrams-függvény, és az $f_c = C \cdot (1/x - D)$ alakú Bolomey-függvény alakja eltérő. Ezt a 4. ábrán bemutatott példával lehet igazolni, ahol $x_1 = 0,35$ és $f_{c1} = 70$ MPa, valamint $x_2 = 1,0$ és $f_{c2} = 15$ MPa referencia-értékpárokat illesztett, különböző képletekkel kiszámított görbék láthatók.

A Bolomey-képlettel eleve kisebb szilárdságok becsülhetők a középső tartományban ($0,5-0,6$ víz-cement tényező és $n=1$ hatványkitevő mellett), mint az Abrams-képlettel, de különösen nagyok az eltérések, ha az x víz-cement tényezőnek nem az alapértékét, hanem valamely hatványát használjuk független



4. ábra: Az Abrams és a Bolomey képletekkel számítható nyomószilárdságok $x=0,35$ és $1,0$ víz-cement tényezőkhöz tartozó referencia szilárdságok alapján, az x eltérő hatványaival (Ujhelyi, 1989/2)

változóként. Magyar vizsgálatok szerint az 1930-1950. években gyártott cementekkel inkább a Bolomey-függvény illeszkedett a vizsgálati eredményekre (Palotás, 1952), míg az utóbbi fél évszázadban használt cementekkel az Abrams-függvényre illeszkedő betonok voltak készíthetők (Ujhelyi, 1989/2).

Másik jelenség az, hogy a cement mennyiségének és a keverési vízmennyiségnek másodlagos hatásuk is van a beton szilárdságára a víz-cement tényezőtől kívül. Ezek a hatások szembetűnők, bár aránylag csekélyek, ezért csak minőségileg, de nem számszerűleg ismeretesek. Ennek a tanulmánynak az a célja, hogy néhány ilyen hatást mennyiségileg tárgyaljon.

Ez a tanulmány nem foglalkozik az adalékanyag minőségének és a beton légtartalmának a szilárdságra gyakorolt hatásával.

2. AZ ABRAMS-KÉPLET

Az első képletet a víz-cement tényező szabályra valószínűleg Abrams javasolta (Abrams, 1918):

$$f_c = \frac{A}{B^x} \quad \text{vagy}$$

$$\log f_c = \log A - x \cdot \log B = b_0 - b_1 \cdot x \quad \text{vagy}$$

$$f_c = A \cdot e^{\ln B \cdot x}$$

ahol f_c = a beton szilárdsága,

x = a víz-cement tényező,

A és B ($b_0 = \log A$ és $b_1 = \log B$) = illesztéssel kapott tapasztalati paraméterek.

A tapasztalati paraméterek függnek a felhasznált alapanyagok minőségétől (elsősorban a cement fajtájától), a szilárdság típusától (pl. nyomószilárdság), az utókezeléstől, a vizsgálati módszertől (pl. a nyomott felület nedvességállapota, a terhelés sebessége stb.), a beton korától, a víz-cement tényező szabály érvényességi határaitól, de függetlenek a beton összetételétől. Az 5. ábrában feltüntetett kísérleti eredményekre például a következő egyenletek illeszthetők $R^2 = 0,84$ értékkel:

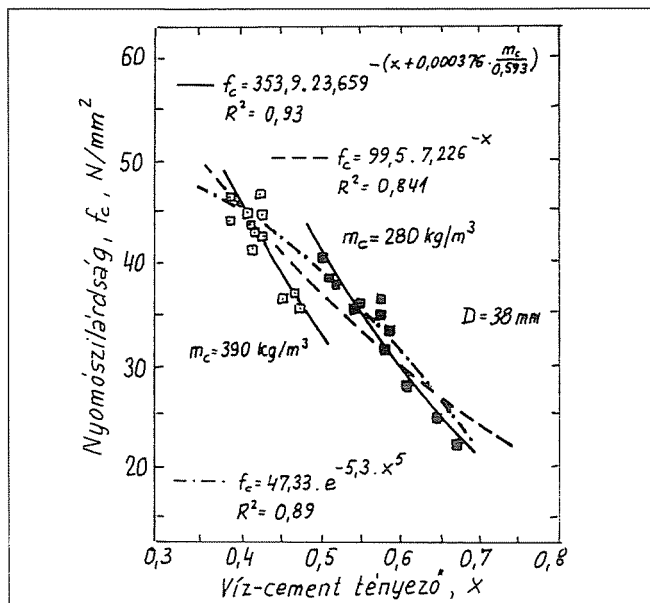
$$f_c = 99,5 / 7,226^{-x} \quad (2)$$

$$\log f_c = 2,16 - 0,8588 \cdot x \quad (3)$$

illetve $R^2 = 0,89$ értékkel:

$$f_c = 44,33 \cdot e^{-5,3 \cdot x^5} \quad (4)$$

ahol f_c N/mm²-ben (1/6,895 ksi) és x tömeg szerint van kifejezve, továbbá R a korrelációs együttható. Ezeknek a képleteknek a jó illeszkedését a 24 kísérleti eredményhez nemcsak a (2) jelű képlettel meghatározott szaggatott vonal illusztrálja a 5. ábrában, hanem az is, hogy a legkisebb statisztikailag jelentős érték a 0,01 szinten $r = 0,51$.



5. ábra: A cementtartalom hatása a víz-cement tényezőtől függő nyomószilárdságra. A megadott Abrams-képleteket szaggatott vonal (Popovics) és eredményvonal (Ujhelyi) jelzi. A folytonos vonalhoz a cementtartalommal bővített képlet tartozik. (1 ksi = 6,895 N/mm²)

Ezt az egyváltozós tapasztalati exponenciális képletet sok egyéb hasonló tapasztalati képlet követte (logaritmikus, polinom stb.) (Popovics, 1998) az f_c - x összefüggésre többé-kevésbé azonos fokú közelítéssel (2. és 3. ábrák). Mivel mindezeket a képleteket tapasztalati alapon fejlesztették ki, egyiknek sincs elméleti előnye. Lehetséges az, hogy bizonyos esetekben ezeknek a képleteknek egyike jobb közelítést ad, mint a többiek. Így a használandó képletet rendszerint gyakorlati alapon választják ki, például amikor lineáris alakú képletre van szükség a lineáris programozáshoz.

Mindezek az egyváltozós függvények azt az alap gondolatot fejezik ki különféle matematikai formában, hogy a megkötött beton szilárdsága a benne lévő cementpép szilárdságától függ, ami a legtöbb szerkezeti betonra helytálló. A cementpép szilárdsága viszont nagymértékben függ a porozitástól, ami teljes tömörítés esetén, vagyis, amikor a pép légtartalma elhanyagolhatóan kicsiny, a kezdeti porozitás. Ennek nagysága a keverési vízmennyiséggel egyenlő, vagyis mennél több keverési vizet használunk a cement mennyiségéhez képest (víz-cement tényező!), annál nagyobb a kezdeti porozitás és így annál kisebb lesz a pép szilárdsága. A kezdeti porozitás és a víz/cement tényező közötti egzakt összefüggés a következő (Popovics, 1998):

$$p = \frac{v/c}{v/c + 1/\gamma_c} \quad (5)$$

ahol p = kezdeti porozitás, %/100,
 v/c = víz-cement tényező tömeg szerint,
 γ_c = a cement sűrűsége.

Az (5) jelű egyenlet független attól, hogy külön-külön mennyi a cement és a víz a betonban. Ha a víz/cement tényező hasonló cementpépekben azonos, a pépek kezdeti porozitása és így szilárdságuk is azonos a cementpép mennyiségétől függetlenül. Ha ezt a gondolatmenetet a betonra átvisszük, a víz-cement tényező szabály elemi illusztrálása a következő:

- Készítsünk cementpépet olyan mennyiségben, amely több próbatest készítésére elegendő. Vegyünk ki egy mintát, keverjünk hozzá adalékanyagot úgy, hogy a cement: adalékanyag aránya 1:1 legyen. Készítsünk ebből az adott konzisztenciájú betonkeverékből próbatesteket a nyomószilárdság vizsgálatára előírt (pl. elhanyagolhatóan kicsiny) légtartalommal – a konzisztenciához illesztett tömörítéssel – és tároljuk adott módon törésig.
- Vegyünk ki új mintát a cementpépből és keverjünk hozzá ugyanabból az adalékanyagból 1:3 cement:adalékanyag aránnyal. Ekkor a konzisztencia az első 1:1 arányú keverékhez képest szárazabb lesz. Készítsünk próbatesteket a szárazabb konzisztenciához illesztett tömörítéssel úgy, hogy a légtartalom az első sorozatban készített próbatestekével azonos legyen.
- Ismételjük meg a fenti próbatest készítést 1:4, 1:5 stb. cement:adalékanyag aránnyal, fokozatosan hatékonyabb tömörítéssel, mindaddig, amíg a cementpép mennyisége elegendő ahhoz, hogy kitöltse az adalékanyag szemcsék közötti üregeket az előírt légtartalommal.

Ha ezeket a próbatesteket azonos korban és hasonló módon törjük el, akkor logikus azonos szilárdságot várnunk a próbatestektől a különböző cementtartalom ellenére. Amilyen mértékben ez a várakozás teljesül, olyan mértékben igazolják ezek a kísérletek a víz-cement tényező szabályt.

3. AZ ABRAMS KÉPLET KIEGÉSZÍTÉSE

A kísérleti eredmények alaposabb elemzése azt mutatja, hogy a fenti gondolatmenet bármennyire logikus is, csak első közelítésben igaz. A kísérleti eredmények egyváltozós képletekkel elérhető közelítése [mint amilyen pl. a (2)] javítható egy második független változó bevonásával. Ez lehet a cementtartalom (Popovics, 1990) vagy a cementpép tartalom (Ujhelyi, 1989) számításba vétele, amellyel javítani lehet a képlet illeszkedését a kísérleti eredményekhez. A kísérleti eredmények által jól alátámasztott kiegészítés a (2) egyenlethez a következő:

$$f_c = A / B^{(v/c + Cc)} \quad (6)$$

ahol c a cementtartalom, a többi szimbólum azonos a (2) jelű egyenletével.

Az (6) egyenlet javított illeszkedését a kísérleti eredményekhez az 5. ábra mutatja be Walker és Bloem (1961) kísérletei alapján $R^2 = 0,93$ értékkel. A korrelációs együttható növekedése 0,84-ról 0,93-ra mennyiségileg is mutatja a cementtartalomnak, mint paraméternek a javító hatását az illeszkedésre.

Ebből is következik, hogy hasonló betonok szilárdsága nagyobb cementtartalom esetén kisebb még azonos víz-cement tényező esetén is. Az illeszkedés javulása igen csekély, de határozott. Ez a jelenség meglepő, nemcsak azért, mert ellentétben van a víz-cement tényező szabály fentebb leírt függetlenségi gondolatával, hanem azért is, mert ha valamilyen oknál fogva

a víz-cement tényező mellett a cementtartalomnak másodlagos hatása van a beton szilárdságára, akkor azt várnánk, hogy mennél nagyobb a cementtartalom, annál nagyobb a betonszilárdság. Ekkor ugyanis kevesebb adalékanyag van a betonban, ezért kevesebb a határfelület az adalékanyag és a cementpép között, amely általában a szilárd beton leggyengébb része.

A cementtartalom szilárdságra gyakorolt másodlagos hatását azzal is magyarázzák, hogy pórus általában csak a szilárd cementkő vázban van, az adalékanyag pórustartalma elhanyagolható. Az adalékanyag szilárdsága általában nagyobb a cementkő szilárdságánál, mert szokványos betonkészítési feltételek (tömörítés vibrálással, nedvesen tartás szobahőmérsékleten) mellett a pép legjobb esetben (a konzisztenciától függően $x \sim 0,21-0,34$ mellett) $60-150 \text{ N/mm}^2$ nyomószilárdságú, míg a szokványos kvarckavics legalább 300 N/mm^2 nyomószilárdságú. Ezért mennél nagyobb a beton péptartalma, annál nagyobb a porozitása, annál kisebb az adalékanyag/cementpép térfogataránya, következésképpen annál kisebb a szilárdsága.

A szilárd cementkő porozitása számítható. A cement a teljes hidratáció után tömegének $\sim 23\%$ -át köti meg a vízből, a többi elpárolog. A cement fajlagos térfogata $\approx 0,32 \text{ cm}^3/\text{g}$, míg a hidráttermékeké $\approx 0,398 \text{ cm}^3/\text{g}$. Ebből következően (Neville, 1981):

1 g cement + 0,23 g vízből 1,23 g hidráttermék keletkezik

a megfelelő térfogat pedig $1,23 \cdot 0,398 = 0,49 \text{ cm}^3$ hidráttermék.

A reakcióban résztvevő cement és víz összes térfogata $0,32 + 0,23 = 0,55 \text{ cm}^3$. Ez azt jelenti hogy a végeredményül kapott hidráttermékek térfogata $0,55 - 0,49 = 0,06 \text{ cm}^3$ -rel (kb. 11 %-kal) kisebb, mint a reakcióban részt vevő cement és víz eredeti térfogata. A szilárd részek eme térfogatcsökkenése növeli a cementkő porozitását, valamint belső, ún. *kémiai zsugorodáshoz* vezet, amely azonban a teljes térfogatváltozásban nem tükröződik, de a gélstruktúra esetleges repedezésében igen (feszültségcsúcsok alakulnak ki). Növekvő péptartalom = növekvő gélterfogat = növekvő porozitás = növekvő repedezések; ez lehet talán az oka a cementtartalom hatásának.

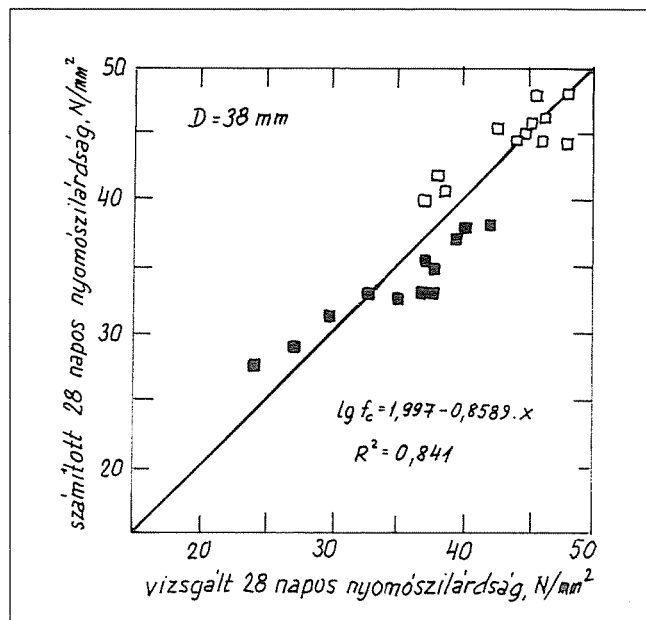
Ez a magyarázat a következő megfontolások alapján vitatható: a kapilláris porozitás növekedése csökkenti ugyan a pép, ezért a beton szilárdságát, de csak akkor, ha a porozitás növekedése a víz-cement tényező növelésének, nem pedig a pép mennyiség növelésének a következménye. Ennek elemi illusztrálására a következőket lehet felhozni:

Vizsgáljuk meg ugyanannak a cementpépnek a nyomószilárdságát 10 cm átmérőjű és 20 cm magasságú valamint 15 cm átmérőjű és 30 cm magasságú hengereken. A különbség a kétféle próbatesten kapott szilárdságok között csekély (főleg a mérthatás következményeként), bár a nagyobb hengerek térfogata, így kapilláris porozitása is több, mint háromszor akkora, mint a kisebbeké, tehát nincs arányosság a próbatesten lévő kapilláris porozitás és a szilárdság között. Ez a gondolatmenet azonban azért nem fogadható el, mert ugyanazon cementpépek fajlagos porozitása változatlan, ezért szilárdságuk is változatlan.

Több elképzelést is fel lehet hozni a cementtartalom hatásának magyarázatára, de azt kell megállapítani, hogy szilárdságcsökkentő hatásának szabatos mechanizmusát még nem ismerjük. Egy lehetséges mechanizmus az, hogy mennél nagyobb a péptartalom a betonban, annál nagyobb a zsugorodás és/vagy a vérzés, amelyek gyengítik a cementpép és az adalékanyag közötti tapadást. Másik lehetséges magyarázat, hogy nagyobb cementtartalom esetén a hidratációs hőfejlődés

intenzívebb, ami nemcsak a tapadást csökkenti, hanem korai repedezés is bekövetkezhet. A mechanizmus magyarázatára további kísérleti munka szükséges.

Meg kell jegyezni, hogy a fenti megállapítások nincsenek



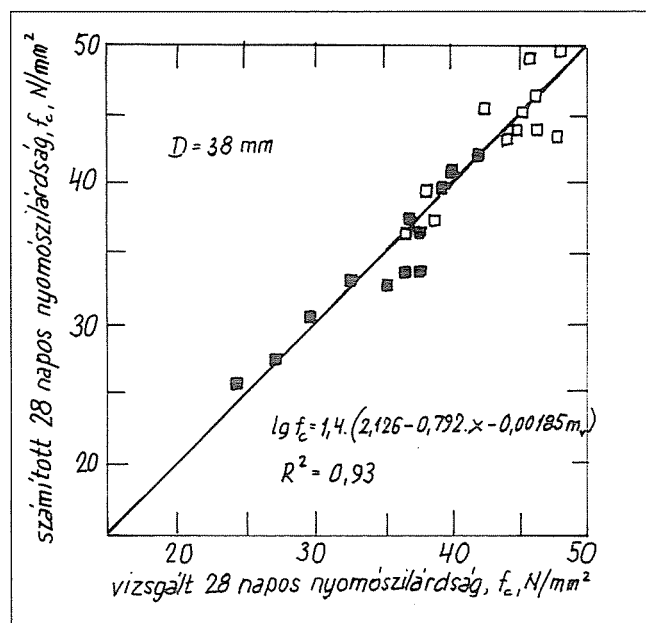
6. ábra: A kísérleti úton kapott nyomószilárdságok összehasonlítása az Abrams-képlettel kapott megfelelő értékekkel [a kísérleti adatok Walker és Bloem (1961) tanulmányából származnak]

korlátozva az Abrams-képletre. Érvényesek úgyszólván minden kiegészített egyváltozós szilárdság-víz/cement tényező függvényre. Ezen kívül a legtöbb esetben a cementtartalom helyett a víztartalmat, a péptartalmat, az adalékanyag tartalmat, a konzisztenciát, ezeknek hatványait és kombinációját stb. is használhatjuk egyenértékű illeszkedéssel, bár több, mint két változó nem látszik hasznosnak (Popovics, 1998). Például amikor az Abrams képletet víztartalommal egészítjük ki, a következő összefüggést kapjuk:

$$\log f_c = 4,42 - 0,792 \cdot x - 0,00111 \cdot v \quad [\text{ksi}] \quad (7)$$

ahol v = a víztartalom lb/yd^3 ($0,593 \text{ kg/m}^3$, $1 \text{ ksi} = 6,895 \text{ N/mm}^2$) (a többi szimbólum változatlan).

7. ábra: A kísérleti úton kapott nyomószilárdságok összehasonlítása a víz-adagolást is tartalmazó képletből számított megfelelő értékekkel [a kísérleti adatok Walker és Bloem (1961) tanulmányából származnak]



A 6. ábrában Walker-Bloem (1961) előbb említett kísérleti eredményeit hasonlítottuk össze az Abrams-képletből számított értékekkel ((2) és (3) jelű egyenletek), a 7. ábrában pedig ugyanazok a kísérleti eredmények vannak feldolgozva a (7) jelű egyenlettel számított értékekkel. A két ábra egybevetése azt mutatja, hogy (7) jelű egyenlet jobb közelítést ad, mint a (2) és (3), de nem ad jobbat, mint a (4) jelű egyenlet.

Az 5. ábra azt is mutatja, hogy a kiegészített képleteket ábrázoló görbék közel vannak az egyeneshez. Ebből az következik, hogy ezek az összefüggések lineáris képletekkel is jól közelíthetők a gyakorlati határok között. Példa erre a (8) jelű egyenlet, amely ismét Walker és Bloem (1961) kísérleti eredményeit hasonlítja össze a péptartalommal kiegészített alábbi lineáris képlettel számított értékekkel:

$$f_c = 13,851 - 12,51 \times x - 2,26 \times (v + c) \quad (8)$$

ahol a szilárdság *ksi*-ben van kifejezve, a korrelációs együttható: $R^2 = 0,95$.

4. A CEMENTPÉP MENNYISÉGÉNEK EGYÉB HATÁSA

A szilárdság-víz-cement tényező egyváltozós képlet esetén, mint amilyen a (2) jelű egyenlet, a beton szilárdságának a változása nem függ attól, hogy a víz-cement tényezőt a cement vagy a víz mennyiségének a változtatásával módosítjuk. Olyan kiegészített képlet, mint a (6) jelű egyenlet szerint azonban a beton szilárdsága gyorsabban csökken, ha a víz-cement tényezőt a vízmennyiség növelésével, nem pedig a cementtartalom csökkenésével növeljük. Például az 5. ábrában a folytonos görbék meredekebbek, mint a szaggatott vagy az eredmény vonal, mert ezekben a víz-cement tényezőt egyedül a víz mennyiségével növeltük, amivel a péptartalom is növekedett. Ezzel szemben, ha a nagyobb víz-cement tényezőt a cementtartalom csökkentésével érjük el, akkor a péptartalom is csökken, ezért kisebb a szilárdságcsökkenés mértéke. Ebből viszont az következik, hogy hatásosabban lehet a beton szilárdságát a víz-cement tényező csökkenésével úgy növelni, hogy kevesebb keverési vizet használunk, mint úgy, hogy megnöveljük a cementtartalmat (*v.ö. a 11. ábrával*). Nem szabad természetesen megfeledezni arról, hogy a tömörítés módszerét a konzisztenciához kell illeszteni, azaz kevesebb víz adagolásakor növelni kell a bedolgozás intenzitását.

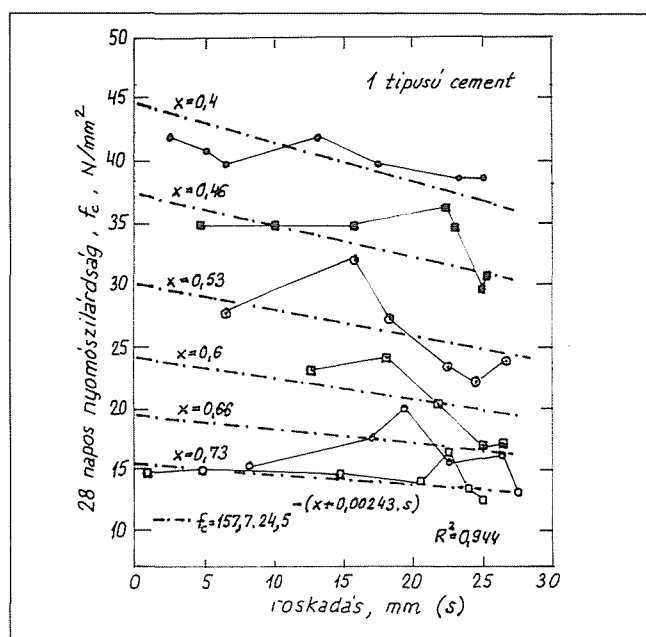
Az Abrams-képlet kiegészítése *egyéb változóval* hasonló javítást eredményez, mint a cementtartalommal vagy a víztartalommal való kiegészítés. A kiegészítés roskadással például a következő eredményt adta:

$$f_c = 22,860 / 24,49^{(x - 0,00618 \times s)} \quad (9)$$

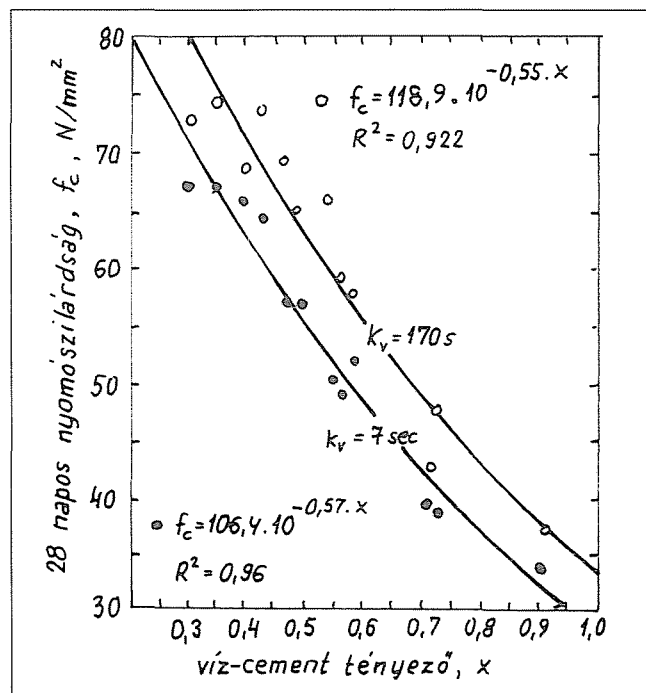
ahol f_c a nyomószilárdság *ksi*-ben, s a szokványos roskadás inch-ben (25,4 mm) kifejezve. A 8. ábra mutatja a (9) jelű képlet illeszkedését Gruenwald (1956) kísérleti eredményeihez.

A gyakorlati összetételi határok és közepes víz-cement tényezők mellett a cementpép mennyiségének a hatása a szilárdságra nem nagy. Ha például a víz-cement tényező állandó, akkor a nagyobb cementtartalom nagyobb péptartalmat, nagyobb víztartalmat, kevesebb adalékanyag tartalmat és lágyabb konzisztenciát is jelent.

A konzisztencia hatását a víz-cement tényező szabályra a 9. ábra mutatja két kísérlet sorozatra. Az egyik sorozatban a Vebe-idő 7 s, a másikban 170 s volt. Az eredményeket Kamenski (1985) disszertációjából vettük. A különbség a két



8. ábra: A beton roskadással mért konzisztenciájának a hatása a nyomószilárdság – víz-cement tényező összefüggésére. A folytonos vonallal meghúzott egyenesek Kamenski (1985) kísérleti eredményeit mutatják. A szaggatott vonalak a roskadással bővített képlettel számított értékeket jellemzik.



9. ábra: A vízebb beton, azaz a lágyabb konzisztencia kisebb szilárdságot ad ugyanolyan víz-cement tényező mellett, mint a szárazabb. A körök a kísérleti eredményeket, a vonalak a számított értékeket mutatják (1 MPa = 145 psi) (Kamenski, 1985)

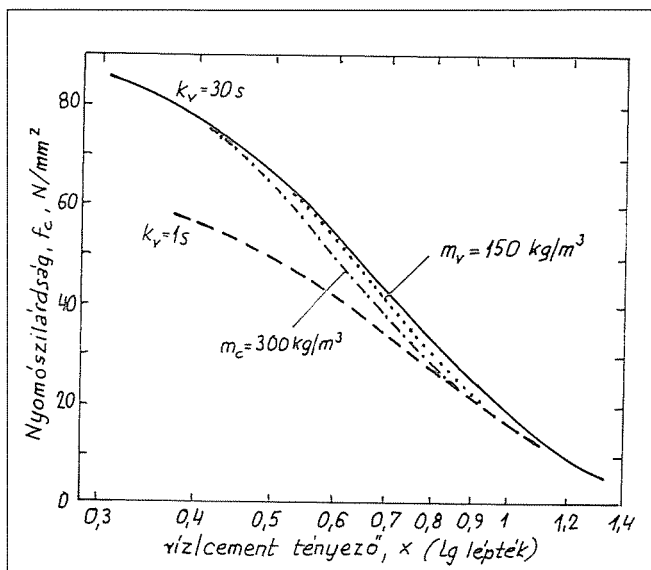
sorozat eredményei között határozott, de nem olyan mértékű, hogy érvénytelenítse a víz-cement tényező szabály alkalmazhatóságát.

A nyomószilárdságnak nemcsak a víz-cement tényezőtől, hanem a betonösszetételtől is függő változását egyrészt a vizsgálatok módszere, másrészt a változásokat bemutató ábrák szerkesztése teheti felismerhetővé. A vizsgálat módszere alatt azt értjük, hogy a cementtartalom, a víztartalom, a konzisztencia és az adalékanyag-minőség változókból melyik két jellemzőt tartjuk állandó értéken és melyik két másik jellemzőt változtatjuk, hogy változzék a víz-cement tényező. A változásokat természetesen olyan határok között kell tartani, amelyek

a megfelelő tömörségű beton készítését még lehetővé teszik. Néhány a lehetőségek közül.

- változatlan a cementtartalom (pl. 300 kg/m³) és az adalékanyag-minőség (pl. közepes homoktartalom), változik a víztartalom és a konzisztencia. A víz-cement tényező ekkor közelítőleg 0,4-0,8 között változhat;
- változatlan a cementtartalom (pl. 300 kg/m³) és a konzisztencia (pl. kissé képlékeny), változik az adalékanyag-minőség és ettől függően a víztartalom. A víz/cement tényező ekkor közelítőleg 0,3-0,9 között változhat;
- változatlan a vízadagolás (pl. 150 kg/m³) és a konzisztencia (pl. képlékeny), változik a cementtartalom és az adalékanyag-minősége. A víz-cement tényező ekkor közelítőleg 0,5-1,5 között változhat;
- változatlan a vízadagolás (pl. 150 kg/m³) és az adalékanyag-minőség (pl. közepes homoktartalom), változik a cementtartalom és a konzisztencia. A víz-cement tényező ekkor közelítőleg 0,4-1,5 között változhat;
- változatlan az adalékanyag-minőség (pl. közepes homoktartalom) és a konzisztencia (pl. kissé képlékeny), változik a cement- és a víztartalom. A víz-cement tényező ekkor közelítőleg 0,26-1,8 között változhat.

Az elvégzett vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy a



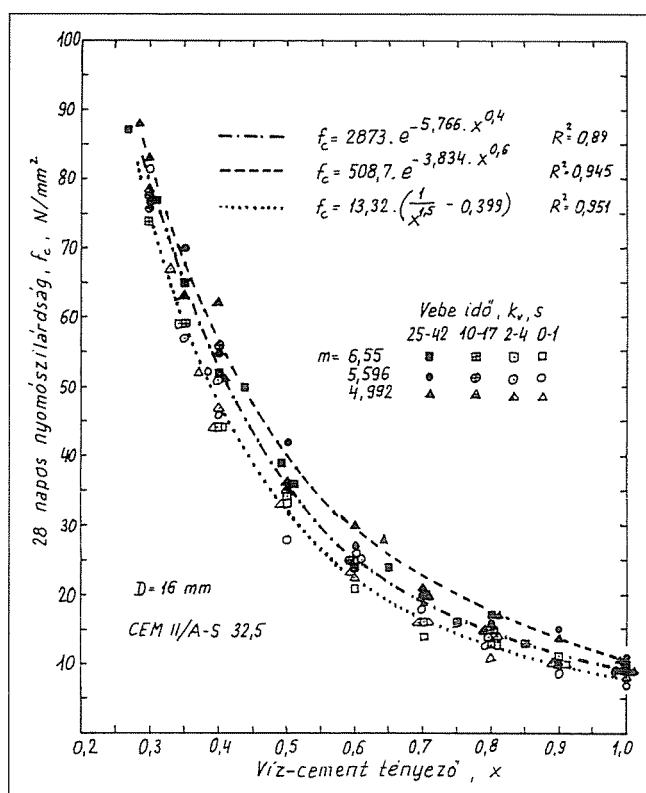
10. ábra: A nyomószilárdság és a víz-cement tényező összefüggése $m = 6,0$ finomsági modulusú adalékanyaggal készített betonok esetén (Kamenski, 1985)

víz/cement tényező és a nyomószilárdság korrelációja nem független a víz-cement tényező szisztematikus változtatásának a módjától, mert pl. közepes homoktartalmú adalékanyag alkalmazásakor attól függően, hogy a másik állandó tényező a cementtartalom, a víztartalom vagy a konzisztencia, az összefüggések a 10. ábra szerint alakulnak (Ujhelyi, 1991).

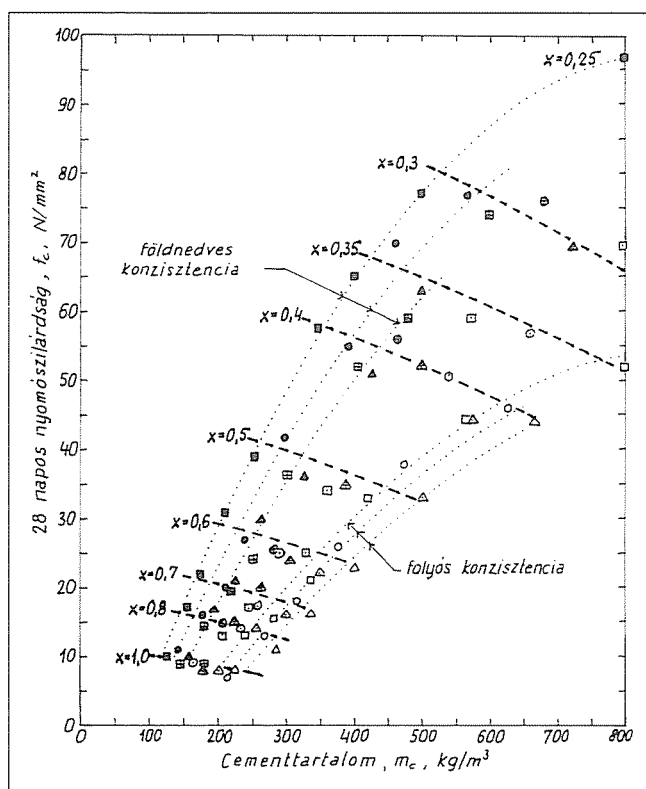
Az összefüggések ábrázolásának eltérései a 11. és 12. ábrákon szemlélhetők. A vizsgálati eredmények Ujhelyi (1989) vizsgálataiból származnak.

A 11. ábrán három különböző homoktartalmú adalékanyaggal (finomsági modulusok: 6,55; 5,596 és 4,922), négy különböző konzisztenciával (Vebe-mérőszámok: 25-42 s, 10-17 s, 2-4 s és 0-1 s) készített betonok 28 napos nyomószilárdságának vizsgálati eredményei láthatók. A 11. ábrán eredményvonal mutatja a valamennyi vizsgálati adatból számított

$$f_c = 2873 \cdot e^{-5,766 \cdot x^{0,4}} \quad (10)$$



11. ábra: A nyomószilárdság és a víz-cement tényező összefüggése különböző szemeloszlású adalékanyagokkal készített különböző konzisztenciájú betonkeverékek vizsgálata alapján (Ujhelyi, 1989/2)



12. ábra: A cementtartalom, a konzisztencia és a víz-cement tényező összefüggése az $m = 6,55$ finomsági modulusú adalékanyaggal készített betonkeverékek vizsgálata alapján a 11. ábra adatainak a felhasználásával (Ujhelyi, 1989/2)

Abrams-féle összefüggés alakját, amelynek korrelációs együtthatója $R^2 = 0,89$. Az ábrán szaggatott vonallal megrajzoltuk a földnedves konzisztenciájú betonok vizsgálati eredményeit kiegyenlítő görbét, amelynek Abrams-féle egyenlete:

$$f_c = 508,7 \times e^{-3,834 \cdot x^{0,6}} \quad (11)$$

és korrelációs együtthatója $R^2 = 0,945$. Az ábrán pontozott vonal jelöli a folyós konzisztenciájú betonok vizsgálati eredményeit kiegyenlítő görbét. Ennek a görbének az egyenlete nem fejezhető ki az Abrams-függvénnyel, hanem a Bolomey-függvénnyel az alábbiaknak megfelelően:

$$f_c = 13,32 \cdot \left(\frac{1}{x^{1,5}} - 0,399 \right) \quad (12)$$

A (12) jelű képlet szerinti összefüggés korrelációja a folyós betonok mért nyomószilárdságával: $R^2 = 0,951$.

A 11. ábrán bemutatott összefüggések szerint a mért vizsgálati eredmények és a számított értékek között nincs ugyan számottevő eltérés, de azért határozott különbség mutatkozik a földnedves és a folyós betonokkal kapott adatok között. Például $x = 0,5$ víz-cement tényező esetén a (10) jelű képlettel valamennyi vizsgálatot értékelve $36,4 \text{ N/mm}^2$, a (11) jelű képlettel a földnedves betonok vizsgálatát értékelve $40,5 \text{ N/mm}^2$, míg a (12) jelű képlettel a folyós betonok vizsgálatát értékelve $32,4 \text{ N/mm}^2$ nyomószilárdság számítható. Az ábráról ezek az eltérések első rátekintésre nem olvashatók le.

A nyomószilárdság változása adott víz-cement tényezők mellett a konzisztenciától és a cementtartalomtól függően világosabban szemlélhető a 12. ábrán, ahol az $m = 6,55$ finomsági modulusú adalékanyaggal készített betonok vizsgálati eredményei vannak összefoglalva a 11. ábrából. Valószínűleg ez az ábra nyújtja – a 8. ábrával együtt – leginkább a lehetőséget az alábbi következtetésekre.

Adott víz-cement tényezőjű betonkeverék cementtartalma – adott minőségű adalékanyag mellett – a konzisztenciát határozza meg. Például $x = 0,4$ víz/cement tényezőjű betonkeverékekhez $m = 6,55$ finomsági modulusú homokos kavicsot felhasználva földnedves, kissé képlékeny, képlékeny és folyós konzisztencia mellett rendre kerekén $330, 400, 480$ és 560 kg/m^3 cementtartalomra van szükség. Ebből következik, hogy a szükséges vízadagolás ebben az esetben rendre kerekén $130, 160, 190$ és 220 kg/m^3 (a cementtartalom 40% -a). A földnedves keveréket a besodort levegő eltávolítása, a teljes tömörség elérése érdekében erőteljesen kell tömöríteni. Laboratóriumi próbatetek készítésekor vibrátor asztalon $30\text{--}40 \text{ s}$ (vagy hosszabb) vibrálás szükséges, esetleg a próbatest felületét is célszerű kissé leterhelni. Ha pedig változatlan víz/cement tényező mellett tovább csökken a cementtartalom, akkor a betonkeverék oly mértékben szárazzá válik, hogy csak préseléssel lehet a megfelelő tömörséget (= levegő mentességet) elérni Ennek eredményeképpen az adalékanyag felülete és a cementkőváz közötti tapadás növekszik, a határfelületek diszlokációja mérséklődik, a beton nyomószilárdsága javul.

Ha a konzisztencia a földnedvesnél lágyabb, mérsékelni kell a tömörítés mértékét, ellenkező esetben a beton szétesztályozódik, vérzés kezdődik. A tömörítés mérséklése folyós betonkeverék esetén azt jelentheti, hogy elegendő a betont a formába tölteni, elegyengetni anélkül, hogy a próbatestet vibrálásnak tennénk ki (öntömörödő beton). Joggal feltételezhető, hogy a határfelületek tulajdonságai ebben az esetben a legkedvezőtlenebbek, annak ellenére, hogy a víz-cement tényező változatlansága miatt a cementkő szilárdsága nem változott.

Bár a **cementpép** kezdeti porozitása az (5) jelű képletnek megfelelően $0,55$ térfogatrész, de a hiánytalanul bedolgozott **beton** kezdeti porozitása a változó cement-péptartalom következtében a konzisztencia lágyulásakor növekszik. Az adott példában ($x = 0,4$ esetén), a cementpép tartalom $\gamma_c = 3,1 \text{ g/cm}^3$ cementsűrűség mellett rendre $236, 289, 345$ és 400 liter/m^3 , ezért a bedolgozott beton kezdeti porozitása a vízadagolásnak megfelelő.

A 11. és 12. ábrán bemutatott vizsgálati eredmények arra hívják fel a figyelmet, hogy a víz-cement tényező szabály érvényességének fenntartása mellett célszerű figyelembe venni a beton készítési – mindenek előtt tömörítési – feltételeit annak érdekében, hogy a víz-cement tényező szabály ismeretében szabatosabban lehessen a beton várható szilárdságát becsülni, illetve a betonkeverék összetételét megtervezni.

5. KÖVETKEZTETÉSEK

Több, mint 100 éve ismert, hogy a beton f_c szilárdsága a vízmennyiség-cementmennyiség arányától, az ún. víz/cement tényezőtől ($v/c = x$) nagy mértékben függ. Ennek alapgondolata viszont az, hogy a beton szilárdsága a benne lévő cementpép szilárdságától függ, ami a legtöbb szerkezeti betonra érvényes megállapítás. A betonszilárdság és a víz-cement tényező közötti összefüggésre számos tapasztalati képletet fejlesztettek ki, amelyek közül valószínűleg az egyváltozós Abrams-képlet a legismertebb. Ebben a tanulmányban kimutattuk azt, hogy egy második változó, például a cementtartalom és az ebből következő konzisztencia bevezetése nemcsak javítja a képlet illeszkedését a kísérleti adatokhoz, hanem megnöveli a képlet érvényességi határait is. Ennek eredményeként új lineáris képleteket is kialakíthatunk a betonösszetétel és a szilárdság közötti összefüggésre. Kimutattuk számszerűleg azt is, hogy két azonos víz-cement tényezőjű beton közül a nagyobb cementtartalmúnak kisebb a szilárdsága. Ezen kívül a beton szilárdságának a változása nemcsak a víz-cement tényező változásának a nagyságától függ, hanem attól is, hogy a víz-cement tényezőt a cementmennyiséggel vagy vízmennyiséggel változtatjuk. Ha például állandónak tartjuk a víz mennyiségét, akkor a cementtartalom növelésének a hatásossága a szilárdságra fokozatosan csökken. Ebből következik, hogy hatásosabb lehet a beton szilárdságát a víz-cement tényező csökkentésével úgy növelni, hogy kevesebb készítési vizet használunk, mint úgy, hogy megnöveljük a cementtartalmat.

A vízmennyiség csökkentése egyúttal igényli a tömörítés hatékonyságának a növelését, mert a betonkeverék konzisztenciája szárazabbá válik. Ebből ugyanakkor arra is lehet következtetni, hogy a beton víz-cement tényezőjének és nyomószilárdságának az alapösszefüggése elsősorban a cementpép kémiai tulajdonságait, mindenek előtt a kötőerejét jellemzi, míg a másodlagos tényezőkre, mint pl. a cementtartalom, főleg a betonkészítés fizikai feltételei (nevezetesen a tömörítés mértéke) hatnak.

6. HIVATKOZÁSOK

- Abrams, D. A. (1919): „Design of Concrete Mixtures”, *Bulletin 1. Structural Materials Research Laboratory*, Lewis Institute, Chicago, Dec.
- Graf, O., Albrecht, W., Schäffler, H. (1960): „Die Eigenschaften des Betons”, 2. kiadás. Springer Verlag, Berlin
- Gruenwald, E. (1956): „Effect of Slump on Compressive Strength of Concrete of Constant Water-Cement Ratio”, *ACI Journal, Proceedings*, V.53., No.2., August, pp. 230-231.
- Kamenski, M. F. (1985): „Bewertung von Betonverflüssigern und Zementen mit Zumahlstoffen”, *Dr. Ing. Dissertation*, Hochschule für Architektur und Bauwesen, Weimar, May, p. 107
- Kaplan, M. F. (1960): „The Relation Between Ultrasonic Pulse Velocity and the Compressive Strength of Concretes Having the Same Workability but Different Mix Proportions”, *Magazine of Concrete Research*, Vol.12., No.34., March pp. 3-8.
- Neville, A. M. (1981): „Properties of Concrete”, 3. kiadás. Pitman Publ. INC. London pp. 26-32.
- Palotás, L. (1952): „Minőségi beton”, *Közeledési Kiadó*, Budapest, 1952
- Popovics S. (1990): „Analysis of the Concrete Strength Versus Water-Cement Ratio Relation-ship”, *ACI Materials Journal*, Vol. 87, No.5., September-October, pp. 517-529.
- Popovics S. (1998): „Strength and Related Properties of Concrete”, Chapter

4. John Wiley and Sons, New York etc. 1998

Ujhelyi J. (1988): „A beton összetételének tervezése és nyomószilárdságának előbecslése”, *Építőanyag*, No.6. pp. 207-213.

Ujhelyi, J. (1989/1): „A beton összetételének tervezése és nyomószilárdságának előbecslése”, *Építőanyag*, No.1. pp. 1-9.

Ujhelyi, J. (1989/2): „A beton struktúrájának és nyomószilárdságának a tervezése”, *Dissertation for Academic Degree*. Hungarian Scientific Academy, Budapest

Ujhelyi, J. (1991): Discussion on Paper of S. Popovics „Analysis of the Concrete Strength Versus Water/Cement Ratio Relationship”, *ACI Materials Journal*, V.88., No.2., pp. 442-444.

Walker, S. – Bloem, D. L. (1961): Author's closure to „Effects of Aggregate Size on Properties of Concrete”. *ACI Journal*, Proceedings, V.57., No.9., March, pp. 1248-1258.

Zielinski, S. (1909): „The Development of the Setting of Roman and Portland Cement in Pastes, in Mortars and in Concrete”. *Proceedings*, International Association for Testing Materials, Vol. 1. Copenhagen, pp. 1-55.

Zielinski, S. – Szuk, J. (1901): „Román cementek összehasonlító vizsgálata” *Third International Congress of the Association for Testing Materials*. Budapest

Popovics Sándor (1921), okl. mérnök. 1945. óta foglalkozik oktatással és betonkutatással. A laboratóriumi tevékenységet a Fővárosi Anyagvizsgáló Állomáson kezdte el, amely beolvadt az ÉTI-be 1949-ben. Kandidátusi disszertációját 1955-évből védte meg Magyarországon. Az országot 1957 januárban hagyta el, az USA-ban 1959 végén Ph.D. fokozatot szerzett. Az Auburn University-n Ass. Prof. 1960-ban, 1961-től full Prof. 1962-ben Száz-ú-Arábiában vendégprofesszor, majd 1963-1993 között, nyugdíjba vonulásaig, a Drexel University-n (Philadelphia) Professzor, jelenleg Professzor Emeritus. Oktatási és kutatási eredményeit 2 magyar nyelvű és 3 angol nyelvű könyvben, 200-nál több tanulmányban és számos nemzetközi konferencián ismertette. Sok szakmai bizottság tagja volt, több szakmai elismerés birtokosa, többek közt Palotás-díj 2003-ban.

Ujhelyi János (1925), okl. mérnök. Betonkutatással 1951. óta foglalkozik. Az ÉTI-ben (majd ennek jogutódjainál: Betonolith K+F Kft., illetve Cemkut K+F Kft.) dolgozott 1995. évi nyugdíjba vonulásáig, jelenleg a Cemkut tudományos tanácsadója. A Műegyetem különböző továbbképző tanfolyamain 1961-től oktat. Kandidátus 1967, MTA doktor 1989. óta. Több alkalommal kapott megbízást az UNIDO-tól (1971: Kuba, 1973 és 1975: Izland, 1980: Mongólia, 1981: Szíria, 1982: Jugoszlávia). Eredményeit 5 önálló könyvben, 11 könyv társszerzőjeként, több, mint 160 tanulmányban, számos konferencia-előadáson ismertette. Sok hazai és nemzetközi bizottság tagja volt, több szakmai elismerés birtokosa. Nemzetközileg ismert betonkutató.

IMPROVEMENTS IN ACCURACY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN CONCRETE STRENGTH AND WATER-CEMENT RATIO Dr. János Ujhelyi - prof. Sándor Popovics

Formulas used to estimate compressive strength of concrete are based on supposition, that the concrete strength is determined by the strength of the cement paste while quantity of paste has no influence. Therefore, the knowledge of water-cement ratio is enough to estimate concrete strength. However the analysis of test results demonstrates that this supposition is not quite true. For instance if two similar concretes have the same water-cement ratio, the strength of concrete with more cement content or with more fluidity is less. The difference is not large but observable, in particular at great cement content. New functions having new complementary variables are presented for quantitative approach of this phenomenon. The new complementary variables may be water content, cement content, paste content, consistency, their powers, their combinations etc. The amplification is illustrated by Abrams-formula, but the method is suitable for any other formulas predicting concrete strength based on water/cement ratio. It improves not only the fitting of strengths but also widens the validity limits. Correlation factors verify quantitatively that the new formulas have more accuracy than the existing ones.

A 2005. ÉVI PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJAK ÁTADÁSA

TISZTELT HÖLGYEIM ÉS URAIM! KEDVES KOLLÉGÁKI!

Hatodik alkalom az idei, amikor összejövünk köszönteni a Palotás László-díj új kitüntetettjeit. Hatodszor járulok a közgyűlés elé, hogy beszámoljak a díj kuratóriumának a döntéséről. Ez most is – mint eddig minden alkalommal – meghatottsággal tölt el és megilletődöttséget érzek. Meghatódok, mert tudom, hogy a díj a szeretett szakmát segíti elismertetni és megbecsülni a magunk szerény módján, de egyben meg is illetődöm, hogy ehhez nekem közöm lehet és ezt ennek a közösségnek köszönhetem. Szóval: köszönöm, hogy részese lehetek ennek az ünnepnek.



Dr. Loykó Miklós, a kuratórium elnöke

Az alkalomra szóló meghívó a lényegét már ismertette. A korábbi évekhez képest idén két változás történt. A láthatóbbal kezdem. Először fordul elő, hogy egy-egy hazai, illetve külföldi magyar kollégánkkal szemben most két hazai és egy külföldi alkotó kollégát ünnepelhetünk, kihasználva a díj szabályzata adta lehetőséget, de nem utolsó sorban főként a tagozat vezetősége által biztosított anyagi fedezetnek köszönhetően. Ezt ezúton is köszönjük meg elnökünknek, aki vállalta a források megszerzését.

A másik újdonság egy már korábban szorgalmazott kezdeményezés szárba szökkenése, jóllehet most a körülmények is kényszerítették erre. Ez a jelöltekre vonatkozó javaslatok



Bairól jobbra: dr. Balázs L. György, dr. Tassi Géza, Palotás Piroska, Becze János, dr. Windisch Andor

előterjesztése volt. A szabályzat szerinti október 20-ára nem érkezett írásos javaslat. A szakma gyakorlóinak az írásbeliség sosem volt erős oldala. Ezzel szemben érkeztek szóbeli javaslatok, melyek igen alaposak és meggyőzőek voltak. A kuratórium az előzetesen összehívott ülésén, 2005. okt. 24-én, megtárgyalta a kialakult helyzetet és úgy döntött, hogy él azzal a lehetőséggel, melyre többször felszólították és a szóban előterjesztett személyek közötti választással saját hatáskörében él a javaslattevél jogával és egyben dönt is. Erről egyhangú határozat született az ülésen.

A külföldön élő és alkotó kolléga személyét illetően egyetlen javaslat szerepelt, vele a kuratórium teljes mértékben egyetértett, így nyílt szavazással egyhangúlag döntött, hogy

dr. Windisch Andor mérnök úr

legyen a Palotás László-díj 2005. évi külföldön élő kitüntetettje.



Palotás Piroska és Dr. Windisch Andor

A hazai alkotók sorában öt kollégára hangzott el javaslat. Közülük négy személy rendkívül hangsúlyos, szervező, fejlesztő, tudományos, a Tagozat munkáját támogató és erősítő, nagy ívű pályát felmutató kolléga és egy pedig, aki tevékenységével jelentősen segítette a vasbetonépítési kultúra fejlődését, többek között olyan megvalósult alkotással, mely a hazai hídépítés gyakorlatában először jelent meg 2004-ben. Érzékelhető a röpke felsorolásból is, hogy két élesen elkülönülő szerepkör-ről van szó, amit feloldozni csak úgy lehetett, hogy az életmű jellegű elismerést is és a különlegességgel szolgáló egyedi teljesítményt is díjazni kell. Ezt tette lehetővé a vezetőség hozzájárulása a szükséges anyag háttér biztosításával. A kuratórium titkos szavazással döntött a díjazottak személyéről, ennek eredménye, hogy

dr. Tassi Géza professzor úr
és

Becze János mérnök úr

legyenek a Palotás László-díj 2005. évi hazai kitüntetettjei.

Dr. Windisch Andor mérnök úr kitüntetéses szerkezetépítő mérnöki diploma megszerzésével kezdte pályafutását. Tanársegédként, majd adjunktusként dolgozott a Műszaki Egyetemen. Előbb a műszaki doktori címet, majd a műszaki tudományok kandidátusa címet szerezte meg. Olasz és francia ösztöndíjak

tették lehetővé számára a szakmai ismeretek bővítését, amit mérnöki matematikus szakmérnöki diplomával tetézett. Az oktatási tevékenység mellett élénk szakmai közéleti tevékenységet fejtett ki a KTE és az ÉTE keretében, ezen belül a *fib* Magyar Tagozatának külföldi levelezőjeként. 1984-ben Németországba tette át tevékenységét, kezdetben a stuttgarti egyetem tudományos munkatársa, majd különböző nagy nevű cégek munkatársa, főmunkatársa, fejlesztési főmérnöke. Mintegy négy évtizedes munkássága alatt számtalan publikációja és több szakkönyve jelent meg tudományos kutatási eredményeiről, kifejezetten a beton és feszített vasbeton elméleti és gyakorlati kérdéseinek tárgykörében. Mind hazai, mind külföldi munkásságában a magyar alma materhez, a magyar szakmai körökhöz, a hozzánk való ragaszkodás, a segíteni akarás és készség volt jellemző pályájára.

Dr. Tassi Géza ny. egyetemi tanár úr érdemeinek méltatására azt is mondhatnánk: teljesen felesleges, hisz mindenki ismeri, tudja és ennyi hely, ami a méltatására rendelkezésünkre áll, úgysem elegendő. Igen röviden csupán annyit tudunk mondani, hogy az elmúlt 50 év alatt nem került ki a Műszaki Egyetemről úgy okl. mérnök, szerkezetépítő mérnök, építőmérnök, közlekedésepítő mérnök, aki ne tanult volna tőle, ne forgatta volna a jegyzeteit, tankönyveit, és kis túlzással ne vette volna igénybe szolgálatait, szaktudását. Ennél is csodálatra méltóbb, hogy erre a nem kis számú kollégára jobbra még ma is emlékszük. Egész pályafutása a Műszaki Egyetemhez kötődik: tanársegéd, docens, egyetemi tanár. Angolul, németül, oroszul előadóképes. A műszaki tudományok doktora, de számunkra ennél is jelentősebb, hogy 1961 óta a FIP, illetve a ma már *fib* nemzetközi szintű reprezentánsa. Jelentős szerepe van abban, hogy ma a *fib* MT és annak képviselői számos fórumon elismert szereplői a nemzetközi szakmai életnek. Nincs hely és idő felsorolni publikációinak és szakkönyveinek a sorát, vagy akár a hazai építőiparban kifejtett tevékenységét. Elegendőnek érezzük

megemlíteni, hogy pár éve *fib*-medált kapott és elnyerte az első *fib* kongresszus kitüntetését.

Becze János okl. építőmérnök úr 32 éves tervezői múlttal a háta mögött olyan eredményeket csillogtathat meg a *fib* MT tagsága, de a teljes szakmai társadalom előtt, ami már önmagában érdemessé teszi a PL-díj elnyerésére. Elsősorban szívós, kitartó munkája, a szakmai ismeretek fáradhatatlan elsajátítása és a kapott feladatokhoz történő intuitív felhasználása, ami példaképül állítható. Kiforrott tervezői gyakorlatát az Uvatervnél szerezte, és igen szerencsésen ötvözte a Hídepítő Vállalatnál, illetve Rt-nél rendelkezésére álló kivitelezői tapasztalatok felhasználásával. Így vált elsőrendű technológiai tervezővé, akinél az elméleti ismeretek és a gyakorlati megoldások igen eredményesen, alkotói szinten ötvöződnek. Egyik kifejlesztője a szakaszos előretolással épülő feszített vb. hídszerkezetek hazai alkalmazásának. Nem véletlen, hogy feladatául kapta és kiválóan megoldotta az első magyarországi (Európában a negyedik) feszített-függesztett (extradosed) vb. híd tervezését. Az abszolút újszerű megoldás új szerkezeti megoldásokkal, új esztétikai kritériumokat igényelt. Az eredmény a megvalósult híd Korongnál az M7 autópálya felett. Egy sikeres demonstráció, ami reményt nyújt a szerkezet bővített méretei mellett további alkalmazásokra.

Tisztelt kitüntetettek! Bandi, Géza, János!

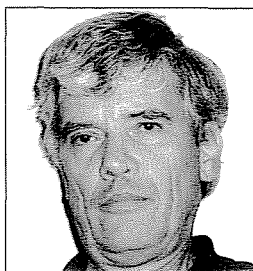
Mind a kuratórium, mind a magam nevében sok-sok szeretettel és tisztelettel gratulálok a Palotás László-díj elnyeréséhez. Kívánjuk, hogy még hosszú éveken keresztül műveljétek tudományotokat jó erőben és egészségben.

*Dr. Loykó Miklós,
a Kuratórium elnöke*

Az első sorban ülő díjazottak balról jobbra: dr. Windisch Andor, dr. Tassi Géza és Becze János



FESZÍTETT-FÜGGESZTETT AUTÓPÁLYA HÍD TERVEZÉSE



1948-ban születtem Budapesten. Édesapám kertészmérnök, édesanyám gondnok volt.

1963-ban kezdtem el tanulmányaimat a műszaki pályán, a „Kvassay Jenő” Hid-, Vízműépítő Technikumban. Ottani tanárain lelkiismeretes oktató munkájának köszönhetően szerettem meg a műszaki pályát, eleinte rejtélyes, de később egyre

változatossabbá váló világát.

1967-ben kezdtem dolgozni az Uvatervben, szerkesztő-technikusként.

1968-1973 között végeztem el nappali tagozaton a BME Építőmérnöki Karán a Szerkezetépítő szakot. Ezután visszatértem az Uvatervbe, ahol a Hídiródára kerültem. Itt nagyra becsült, remek kollégák segítettek az indulásnál, tanítottak meg az önálló gondolkodásra, megfelelő tájékozódásra a feladatmegoldások útvesztői között.

Kisebbs-nagyobb részfeladatok megoldásával volt alkalmam részt venni a győri Kis-Duna híd, a Szeged Északi Tisza-híd, vagy az Árpád-híd tervezési munkáiban.

Első önálló munkaként a Petőfi-híd pesti feljáróhídjánál a hídfőhöz csatlakozó támfal és feljáró-rámpa tervezését kaptam meg. Az utóbbi munkában a formai kialakítás is része volt a tervezési feladatnak.

Sok érdekes és változatos tervezési munkát követően 1987-ben kerültem át a Hídepítő Vállalathoz, amely később Részvénytársasággá alakult

A hídepítőknél első komoly feladatként a berettyóújfalui Berettyó-híddal hozott össze a sors. A szakaszosan előretolt feszített vasbeton felszerkezetet kollégám vezetésével tervezte a Műszaki Osztály, az előretolási technológiával jómagam foglalkoztam. Közös munkánk eredménye az lett, hogy a híd felszerkezete 1990-ben – Magyarországon először – betolással került a végleges helyére.

Ettől az időponttól kezdve a Hídepítő szinte sorozatban készítette a szakaszos előretolással épített hídszerkezeteket. A 4-es út szolnoki déli elkerülő útjának kishídjai, Pécs déli

elkerülő út hídja, Debrecen Homokkerti felüljáró második kiépítési üteme. Debrecenben a meglévő monolit hídszerkezet mellé, számtalan állomási vágány fölött kellett betolni a második ág felszerkezetét. Az építőmérnök néha rombolni is kénytelen. Az első ütemű kiépítés Petőfi utcai lehajtó ágát el kellett bontani, mert keresztezte a második kiépítésű főág nyomvonalát. A lehajtó ág bontását robbantással végeztük el. A robbantási munkák tervezésében is részt vettem.

A fővárosban ugyancsak vasúti vágányok felett kellett elkészíteni az M5 városi bevezető szakaszának hídját a ferencvárosi pályaudvar, és a „Bólyai János” Katonai Főiskola területe felett. Ez négy önálló előretolt hídszerkezetet jelentett egy helyen.

Vasúti vágányok eddig, mint áthidalásra kerülő akadály jelentettek feladatot számomra. Ideje volt ezek után olyan hídszerkezetet építeni, amely hátán hordja a vasúti vágányt. Ez adatott meg a magyar-szlovén vasútvonal nagyrákosi völgyhídja tervezésével. Ez a munka két völgyhidat foglalt magában.

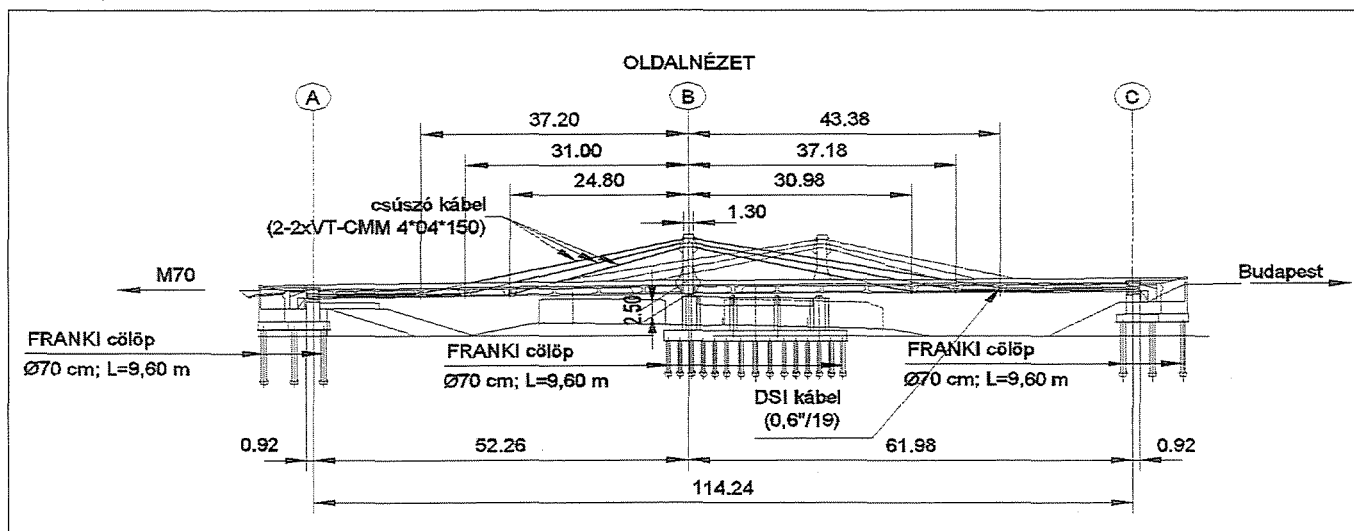
Az I. jelű völgyhíd három szakaszból áll. Egy egyenes hídszerkezet 704,00 m hosszúsággal, ~14 500 t összes felszerkezeti tömeggel. Ezt a felszerkezetet 1,1 %-os emelkedőben kellett előretolni. A második szakasz monolit szerkezetként épült meg. A harmadik szakasz átmeneti ívvel kombinált íves vasúti pályát hord. Az előretolt felszerkezetet egy helyettesítő tiszta íven gyártottuk, és toltuk be a helyére (0,6%-os lejtéssel).

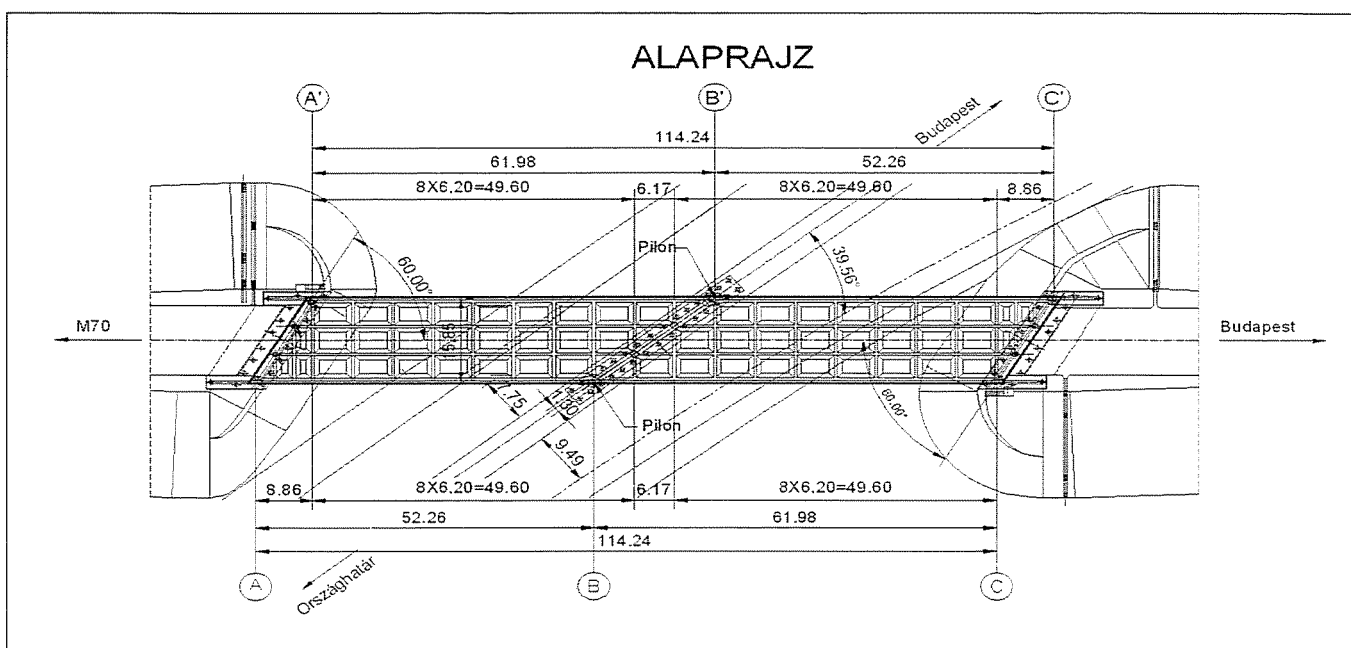
Újabb feladatunk egy autópálya híd megtervezése volt Letenyén, az M7-M70 elválasztási csomópontjában. A Hídepítő Rt – szakítva az eddigi hagyományokkal – úgynevezett „extradosed” rendszerű hidat épített (1. ábra). Mit jelent ez? A csúszó-kábelek a gerendatartó keresztmetszetéből kilépve, egy pilonon átvezetve fejtik ki a szerkezetre tett hatásukat.

Ez a vegyes rendszer egyrészt feszített tartó, másrészt pedig függesztett gerendaszerkezet. Éles határvonalat nem húzhatunk a két rendszer között. Hidunknál a csúszókábel jelentős normál erőt ad a főtartónak, ugyanakkor az iránytörőknél külső teherként felfelé ható erők keletkeznek. Ez a feszített gerenda igénybevételeit kedvező irányban módosítja.

A statikai rendszer értelmezése és a modell felállítása mellett

1. ábra: Oldalnézet





2. ábra: Alaprajz

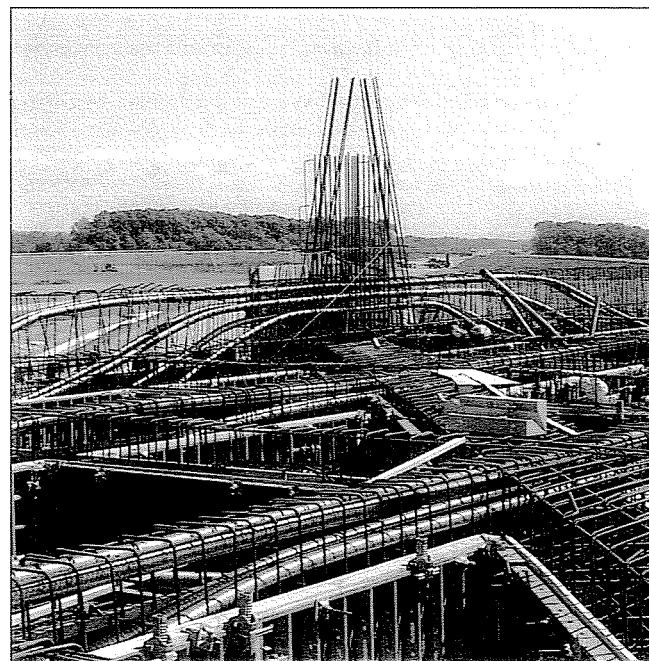
további nehézséget jelentett a szokatlan geometriai adottságok figyelembe vétele.

A hídszerkezet alapozása 0,70 m átmérőjű Franki cölöpökkel készült. A hídfők felmenőfala monolit vasbeton szerkezet. A támaszvonál ferdesége 60° (2. ábra). Az úttengellyel párhuzamos szárnyfalak egy-egy hosszirányú folyosót foglalnak magukba, amelyen keresztül lehet behúzni a csúszókábeleket.

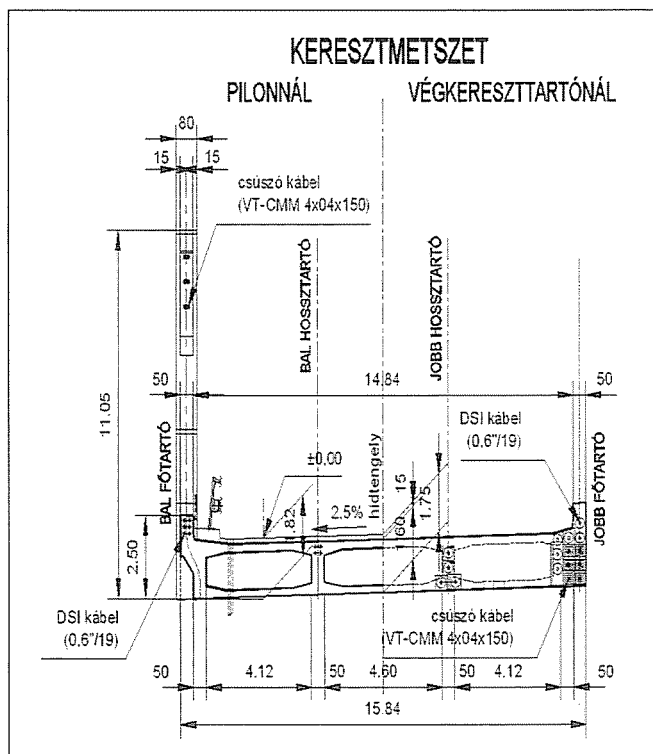
A pillér $\varnothing 1,30$ m nyújtott keresztmetszetű oszlopait 1,15 x 1,45 m keresztmetszetű szerkezeti gerenda fogja össze. A támaszvonál ferdesége itt $39,56^\circ$.

A felszerkezet teljes beállványozással készített monolit vasbeton lemezként épült, mászható takarékküregekkel (3. ábra). A betonozás első ütemében az alsó lemeze, a hossz és keresztbordák készültek el. A pályalemez zsaluzását – korábban már bevált módszerrel – bentmaradó vasbeton kéregpakettekkel oldottuk meg.

A takarékküreges felszerkezet két közbelső hossztartóból, a két szélén lévő perem(fő)tartókból áll. A tartók együtdolgozását a keresztbordák, valamint az alsó-, és felső lemez biztosítja. A hossz-, és a főtartókban négy – négy injektált kábel (DSI $0,6'' \times 19$) fut végig (4. ábra). A peremtartók középső szakaszán, a támasz feletti negatív nyomaték felvételére 2 – 2 db rövid, kiegészítő kábelt is beépítettünk (5. ábra).



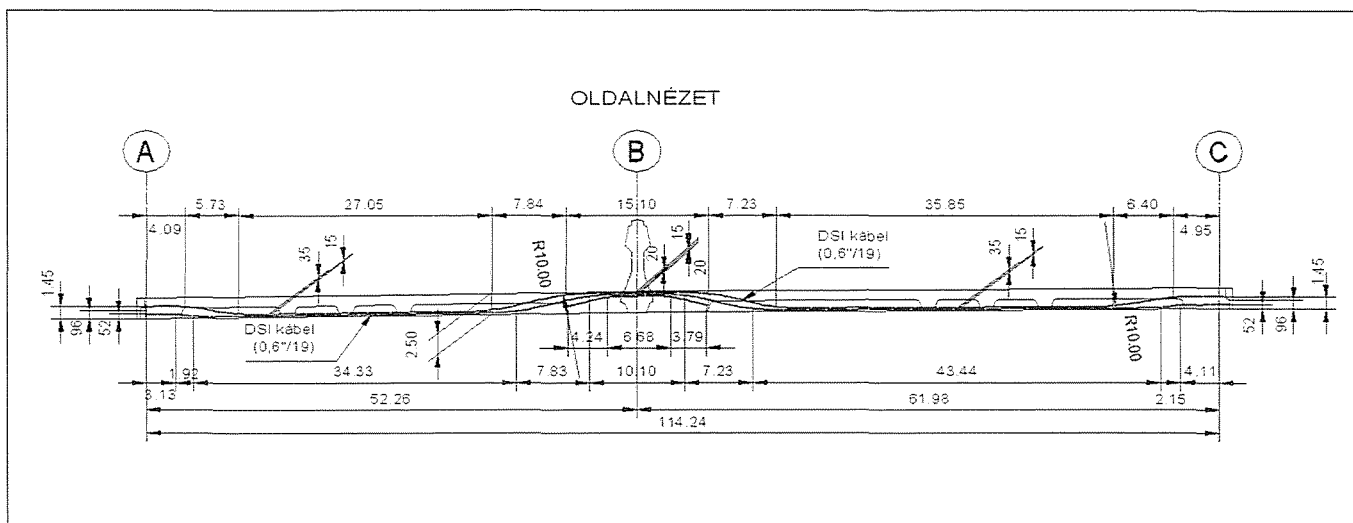
5. ábra: Injektálásra kerülő kábel a támasz fölött



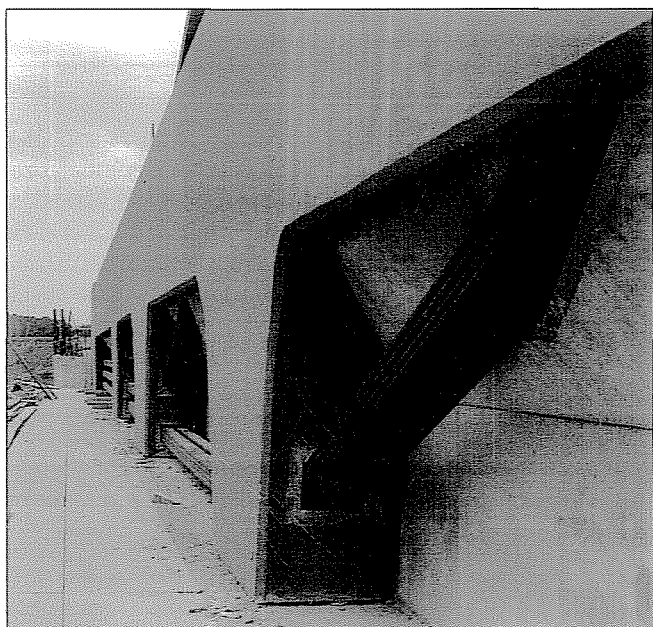
3. ábra: Keresztmetszet

A főtartókba ezen kívül csúszókábeleket is be kellett építeni. Ezek a kábel a nyílások középső szakaszán – iránytörést követően – kilépnek a gerendából, és a pilonon átvezetve jutnak vissza a másik nyílás középső szakaszán a gerendába. A csúszókábelek a tartóvégen lehorgonyoztuk le. A tartótengellyel párhuzamos kábelerő a főtartó teljes hosszán figyelembe vehető.

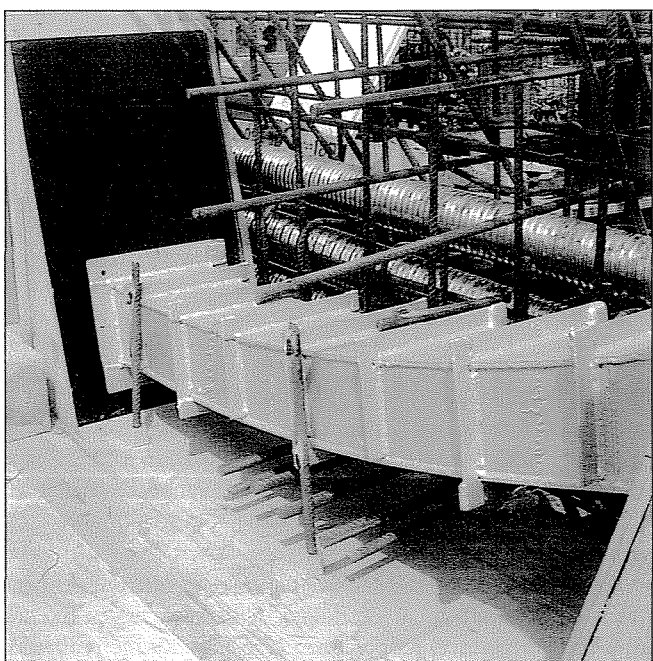
A VT-CMM 4x04-150 kábelek három rétegben, rétegenként kettesével épültek be a főtartókba. A kábelek egyes rétegei egy-egy keresztborda tengelyében lévő iránytörőnél váltanak irányt és jutnak fel a pilonra (6., 7. és 8. ábra).



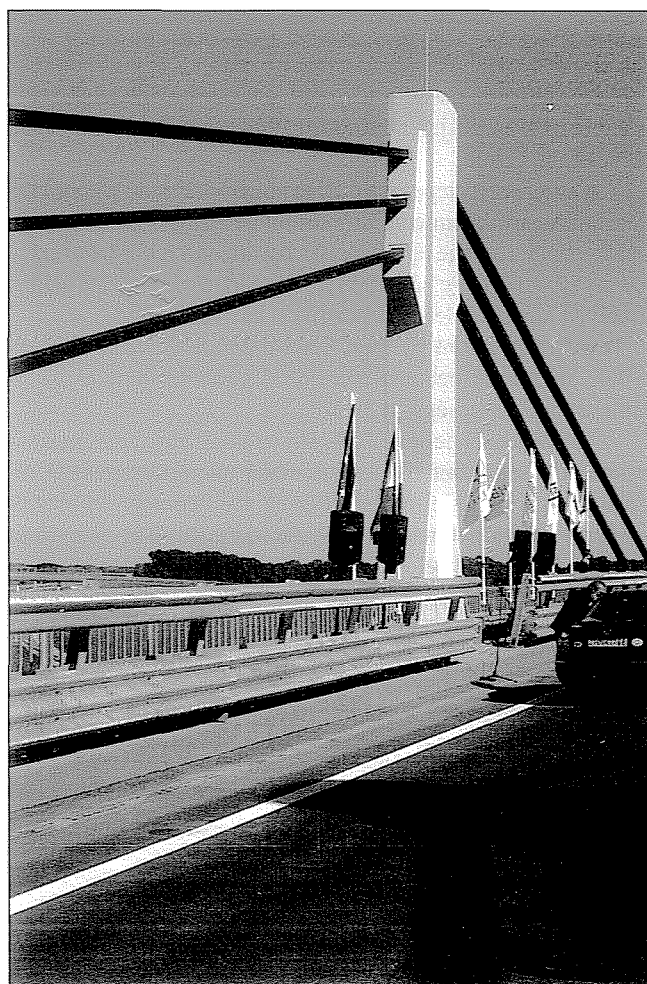
4. ábra: Injektált kábelek



7. ábra: A csúszókábelek iránytörése



8. ábra: Alsó iránytörő szerelése

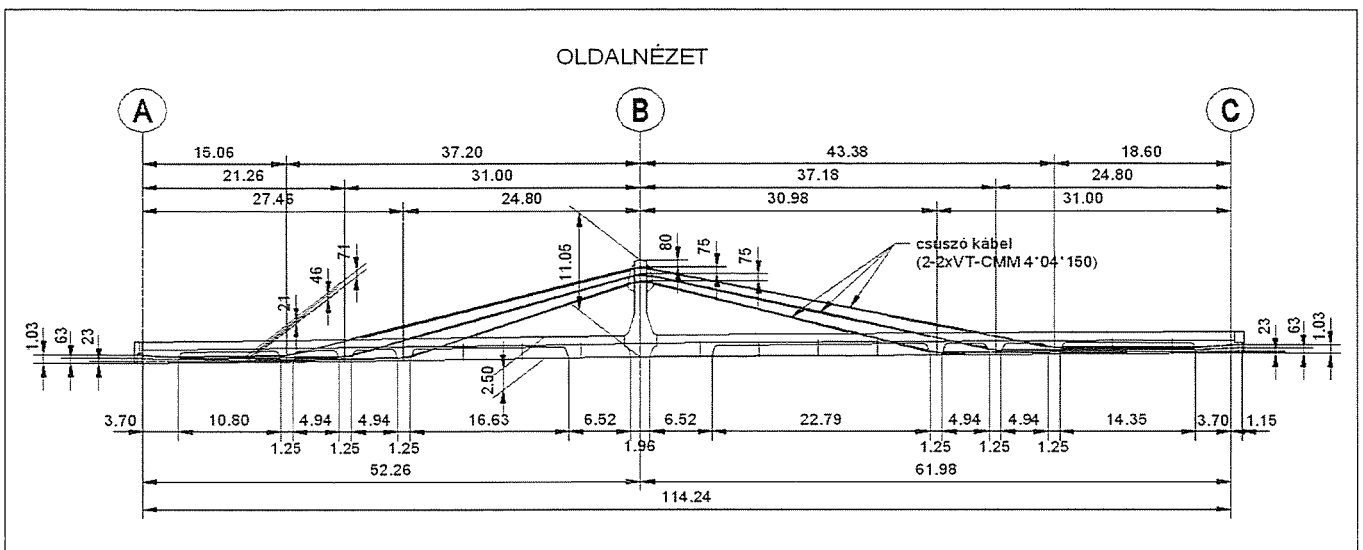


10. ábra: A kész hídszerkezet oszlopa

A külső kábelekben lévő erő időről-időre ellenőrizni lehet a beépített erőmérő cellák segítségével. Az eredményekből következtetni lehet a vasbetonszerkezet anyagainak viselkedésére, azokban végbemenő változások időbeni lefolyására.

A hatósági engedély előírásainak megfelelően a szerkezet rezgésszámát is vizsgáltuk (9. ábra).

A Hídépítő Rt. 2004-ben építette meg hazánkban az első, Európában a negyedik függesztett-feszített vasbeton hídszerkezetet, vállalva az újszerűséggel járó gondokat, problémákat, és az építésre rendelkezésre álló szűk határidőt is. A kész hídszerkezet megjelenését a 10. és 11. ábrán lévő fényképek mutatják.



6. ábra: Csúszó kábelek az oldalnézeti rajzon

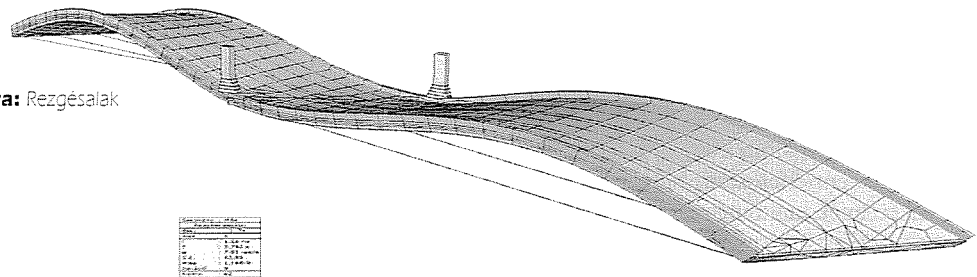
Befejezésül szeretnék köszönetet mondani egykori tanárainknak, akik mind a középiskolában, mind az egyetemen segítettek elindulni ezen a szép pályán.

Köszönettel tartozom kollegáimnak, akikkel pályám során

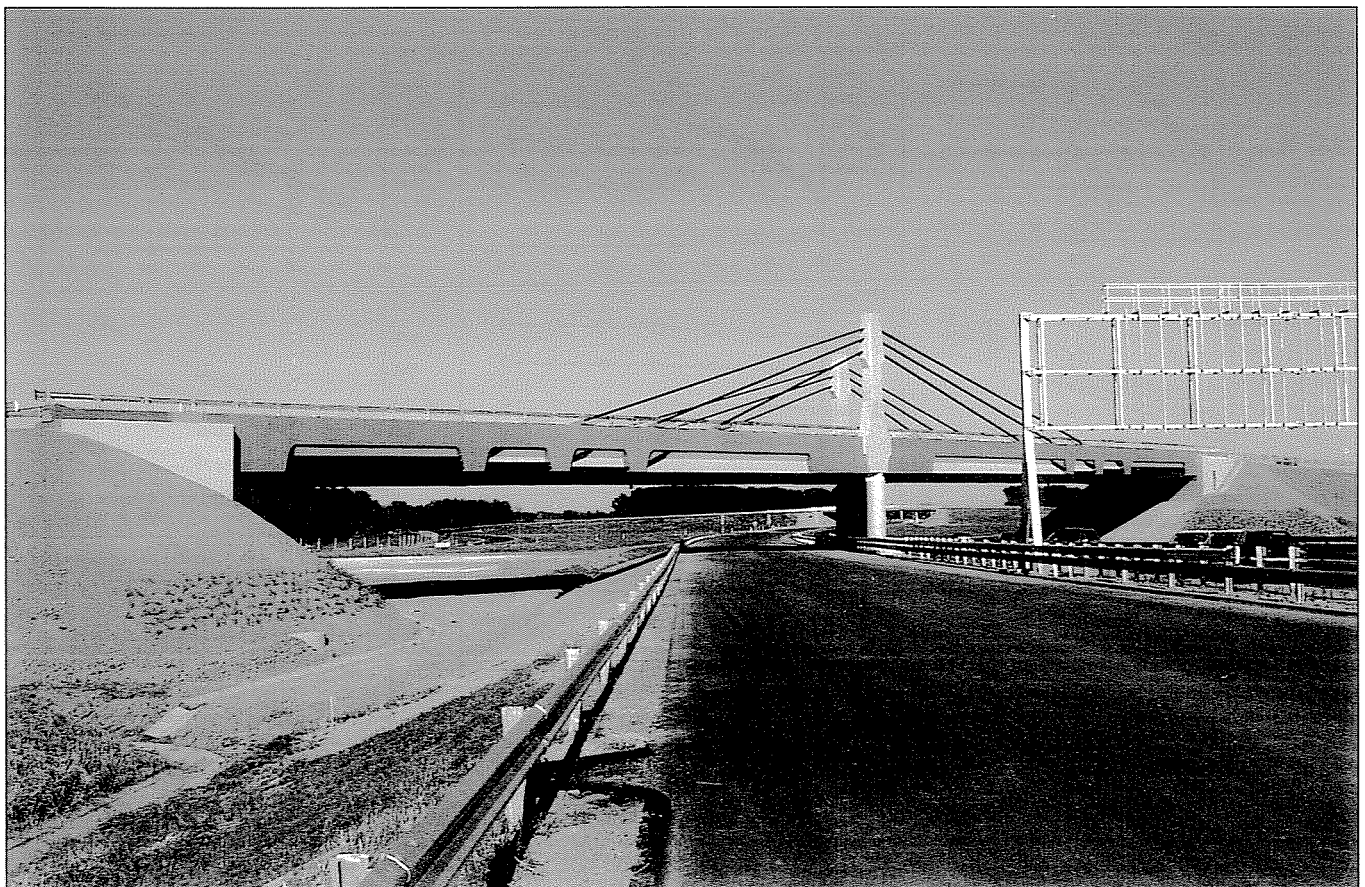
eredményesen együtt dolgozhattam, akikkel jelenleg is együtt dolgozom.

Végezetül köszönet illeti a fib Magyar Tagozat vezetőit és a Palotás László-díj Kuratóriumát, akik megajándékoztak ezzel a megtisztelő díjjal.

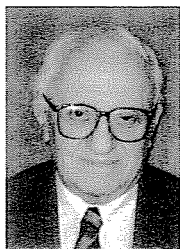
9. ábra: Rezgésalak



11. ábra: A kész hídszerkezet



A VASBETON-SZILÁRDSÁGTAN ÉS STATIKA NÉHÁNY EREDMÉNYE



Dr. Tassi Géza

A Palotás László-díj elnyerése alkalmából a szerző példák sorával szemlélteti, hogy munkássága jelentős részben a díj névadójának életművét követte, és azt elsősorban a feszített vasbeton szerkezetek terén fejlesztette tovább.

Kulcsszavak: A vasbeton oktatása és kutatása, feszített vasbeton tartók, speciális szerkezetek.

1. BEVEZETÉS

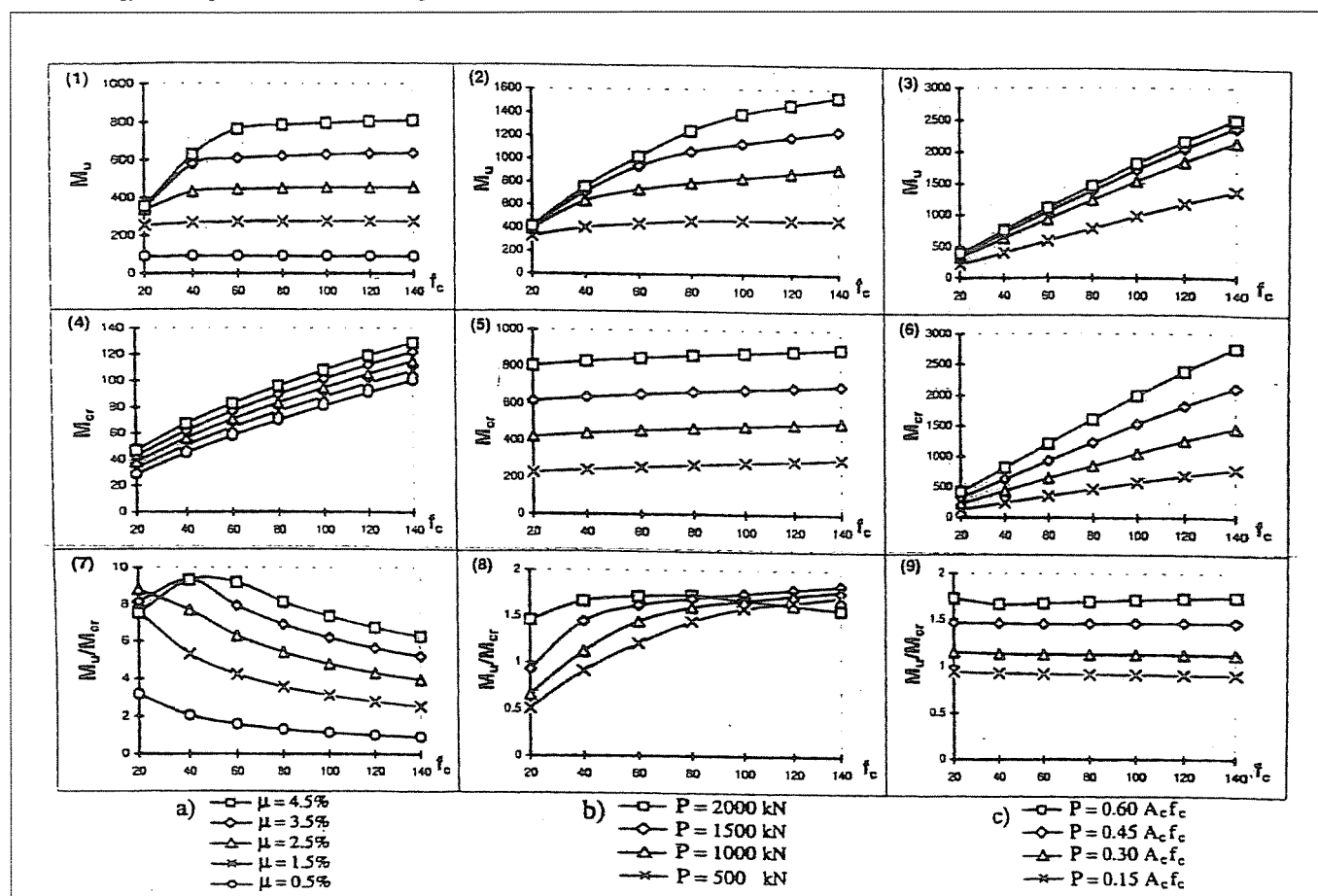
A *fib* Magyar Tagozata helyesen döntött, amikor az egyesület által alapított megtisztelő díjat Palotás László professzorról nevezte el. E név olyan elismerés fémjelzése, amit a kitüntetésben részesülő mérnök csak a legmélyebb meghatódottsággal fogadhat.

Amikor 2005. januárjában, születésének 100. évfordulóján Palotás professzor alkotó életére emlékeztünk, lehetőséget kaptam arra, hogy bemutassam, milyen sokat köszönhetek szakmánk műszaki-tudományos géniusának. Úgy éreztem, ezt konkrétan azzal tudom kifejezni, ha felvillantok néhány példát annak szemléltetésére, hogy eredményeim milyen erősen gyökereznek tanítómesterünk életművében. Ennek az

írásnak a keretei az ábrák korlátozására kényszerítettek. Emiatt főként az irodalmi hivatkozásokra hagyatkozom. Palotás professzor nagyszámú szakcikket tett közzé. Ezek zömét integrálta könyveiben, ezért a Palotás-életműből a hivatkozásokban csak könyvek szerepelnek.

Engedtessek meg e bevezetés végén egy rövid kitérő. Méltó módon áll a BME kertjében a Palotás szoborportré. Büszke vagyok arra, hogy a szoborkert létrehozását nekem sikerült "kiverekednem". Az első szabadtéri szobor ugyanis Mihailich Győző professzornak, Palotás László mentorának állít emléket. Eme első mellszobrot követő további alkotások helyét, így azt a pontot is, ahova a Palotás-szobor került, Szincsák József építész kollégával és László Péter szobrászművésszel együtt jelöltük ki 1977-ben.

1. ábra: Nagyszilárdságú beton alkalmazhatósága (Tassi, Gábor, Orbán, 1997)



2. AZ OKTATÓ ÉS A KUTATÓ MUNKA PÉLDÁI

Ebben a fejezetben felsorolásszerűen, a témát szinte csak érintve igyekszem összeállítani azokat a publikált munkáimat, amelyekben Palotás László munkásságára támaszkodtam. A példák jelentős részében szöveges utalás nélkül, csupán a [Palotás, évszám] hivatkozással jelzem, hogy mely Palotás-műben található a témával összefüggő források. E könyvek gazdagon tárgyalják a vasbetonépítés fundamentális kérdéseit. A Palotás-művek jó alapot nyújtanak a vasbetonépítés széles területének kutatásához és fejlesztéséhez. A feszített szerkezetek művelését az őt követő nemzedékre bízta. Sokat köszönhetek tanácsainak, amelyek arra készítettek, hogy a feszítés témakörével sokat foglalkozzam.

Vasbeton-keresztmetszet képlékenységtani alapon végzett számítása, a vasbeton rúd csavarása, előregyártott szerkezetek

Palotás professzor felújította a szakterület valamennyi tantárgyát. E munkája nyomán több jegyzet készült.

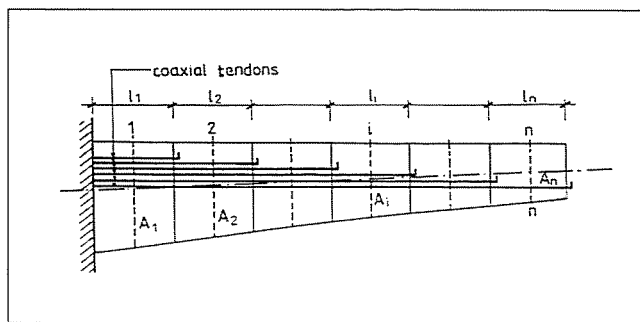
Így kapott pl. helyet a vasbeton-keresztmetszet képlékenységtani alapon végzett számítása és a vasbeton rúd csavarása (Palotás, Tassi, 1959). Az előregyártás is így került a tananyagba (Palotás, Tassi, Juhász, 1960). A továbbiakban előregyártott, többnyire feszített vasbeton hídgerendákkal is foglalkoztunk (Bölcskei, Tassi, 1970; Tassi, Királyföldiné, 1984; Tassi, Loykó, Királyföldiné, 1999; Balázs, Tassi, 1992). Több más téma szerepelt elsőként oktatási anyagban az akkor új tervezési elvek szerint. Ennek egyik példája az a kutatás, amely vasbeton-szilárdságtani alapon kívánja megítélni a szerkezetek vizsgálatára fordítandó munka mennyiségének optimumát (Pintyőke, Tassi, 1992). A vasbetonelmélet kiterjesztésének problémakörét vetette fel nagyszilárdságú betonok alkalmazása (1. ábra).

Keretek, folytatólagos tartók, ferdekábeles és szabadon szerelt szerkezetek elmélete

A rugalmas-képlékeny állapotú kereteket tárgyaltuk a mátrixelmélet alkalmazásával, a plasztikus csuklókon fellépő relatív elfordulások mint terhelő mozgások figyelembe vételével (Rózsa, Tassi, 1961) [Palotás, 1951].

Ugyanezekre az eljárásokra épülnek a ferdekábeles hidakra vonatkozó kutatásaink is, melyek a szerkezet elrendezése révén nyújtottak lehetőséget az analitikus tárgyalásra (Tassi, Rózsa, 2000; Tassi, Rózsa, Hunyadi, 2002, 2004).

A szabadon szerelt, ill. szabadon betonozott szerkezetek tárgykörében az 1980-as években is volt olyan feladatom, amelynek során együtt dolgozhattam Palotás professzor úrral. (Halász, Orosz, Palotás, Tassi, Szatmári, Dalmy, 1985). E szerkezetek elméletéhez kívántunk hozzájárulni az utófeszített vasbeton, az ily módon épülő hidak erőjátékának elemzéséhez (2. ábra). Ehhez a témakörhöz közel áll a rugalmas alakváltozás hatása feszített vasbeton tartóban (Tassi, 2005), és a folytatólagos többtámaszú tartó erőjátéka feszítés hatására (Tassi, Rózsa, 2005).



2. ábra: Szabadon szerelt híd erőjátéka (Tassi, Rózsa, 1992)

A tartórácselmélet alkalmazása

Egyik klasszikus Palotás-mű [Palotás, 1953] tiszta logikájára épül egy speciális híd szerkezet erőtani megoldása. Finit módszerrel végzett számítás mellett (Tassi, 1997), a csavarási merevségek figyelembe vételével, a mátrixelmélet alkalmazása segítette a megoldást (Rózsa, Tassi, 1998).

A tartó viselkedése különleges hatásokra (ütőteher, szállítás)

Az egyik itt idézett tanulmány feszített vasbeton oszlopra ható ütéssel foglalkozik az elem kidőlése esetén. (Balla, Tassi, 1964). A későbbi, másik vizsgálat során arra törekedtünk, hogy képet kapjunk feszített vasbeton hídgerendák emelés és szállítás során tanúsított viselkedéséről (Balázs, Béres, Tassi, 1990) [Mihailich, Palotás, 1959; Palotás, 1964].

Az ismételt teher és a fáradás

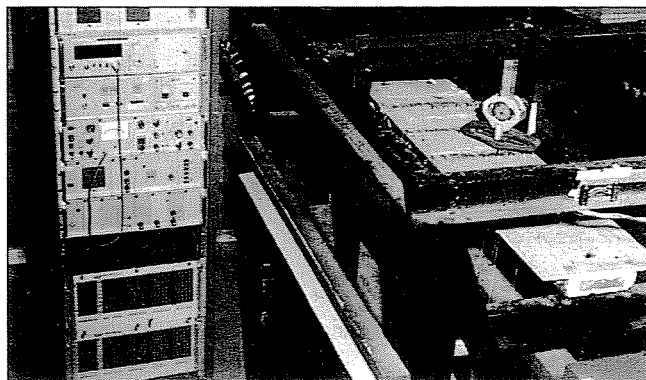
Foglalkoztunk periodikus profilú betonacélok sajtolt csőhüvelyes toldásának fáradásával kísérleti úton (Tassi, Magyarai, 1982). {Megjegyzem, hogy ennek a szerkezeti megoldásnak a statikus teherre végzett kutatására kísérleti és elméleti kutatásokat végeztünk (Magyarai, Ódor, Tassi, 1981, Tassi, Rózsa, Magyarai, 1985, Tassi, Magyarai, 1993)} [Palotás, 1959].

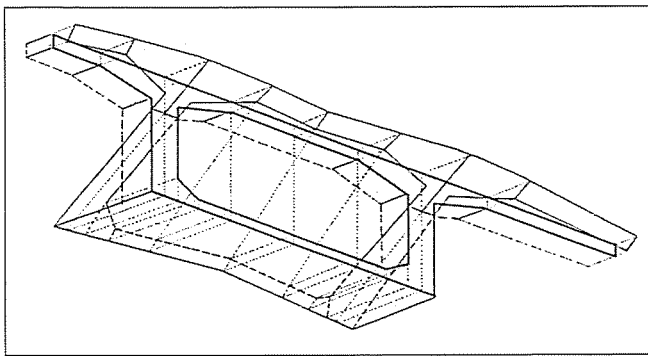
Nagyszámú feszített vasbeton vasúti alj fārasztó vizsgálatát végeztük el (Tassi, Varga, 1991). Az ismételt teher okozta maradó alakváltozás és a terhelési történet hatása is szerepelt kísérleti-elméleti kutatásaink sorában (Tassi, Sztjepanyuk, 1981; Tassi, 1982, 1983).

A beton egységes feszültség-nyúlás diagramja

Egyetlen analitikus függvénnyel írtam le a beton feszültség-nyúlás összefüggését, aminek segítségével kifejeztem a feszített tartó repesztő nyomatékát, az adott repedéstágassághoz

3. ábra: Szekrényes híd modellkísérlete (Abou Zaid, Tassi, 1980)





4. ábra: Szekrényes keresztmetszet próbaterheléskor meghatározott feszültségei (Tassi, 1992, Tassi, Ódor, Fáy, 1993)

tartozó nyomatókót, a törőnyomatókót és más jellemzőket (Tassi, 1969) [Palotás, 1959, 1961).

Az együttműködő lemezszélesség

Az együttműködő lemezszélesség kérdését a shear-lag effektus felfogásában tárgyaltuk véges sáv módszerrel, modellkísérlettel (3. ábra) és szekrényes vasbeton hídszerkezet próbaterhelése során (4. ábra) [Palotás, 1959].

Konzollemez erőjátéka

Konzollemezre vonatkozó tanításokat [Palotás, 1967] rugalmasságtani, ill. törésméleti megfontolásokkal sarok-konzollemez esetére terjesztettük ki (Gáspár, Tassi, 1971).

A semleges tengely határhelyzete

A semleges tengely határhelyzetének fogalmát és definícióját [Mihailich, Palotás, 1964] általánosítottuk feszített vasbeton tartó esetére (Bölcskei, Tassi, 1970).

A nyírt vasbeton tartó

Sok műben találkozunk a nyírás klasszikus tárgyalásával [Mihailich, Palotás, 1959]. Ennek alapján áll a korábbi Palotás-kézikönyvben írt fejezet (Tassi, Balázs, 1959). A Mörsch-féle modellt [Palotás, 1973] később kiterjesztettük feszített tartó esetére, analitikus módszert dolgoztunk ki a feszítésnek a nyírt tartó külső teher alatti szilárdsági-alakváltozási vizsgálatára (Rózsa, Tassi, 1981). A feszített vasbeton tartó nyírási teherbírásának kérdését tárgyaltuk, főként a kísérleti repedés- és töréskép (5. ábra) tükrében (Kármán, Tassi, 1974). — Kísérleti kutatásokat végeztünk könnyű adalékkal készült feszített



5. ábra: Feszített vasbeton tartó nyírási törése (Tassi, 1978)

vasbeton tartó ferde repedéseinek alakulására ismételt teher esetén (Tassi, Sztjepanyuk, 1981). — A nyírás egy speciális, de

a gyakorlatban nem egyszer előforduló problémájának megismerésére folytattam kísérletsorozatot, és pedig kétparaméteres teher esetére. Ez a nyírásra megrepedt, hajlításra igénybevetett tartó (és viszont) viselkedésének elemzésére irányult. A kísérletet leíró számítás analógia alapján végzett finit módszerrel készült (Tassi, 1978, 1982).

A ferde hajlítás

Egy ferde hajlítással összefüggő gyakorlati kérdésben éppen Palotás professzor javaslatára végeztünk többoldalú vizsgálatot. (Tassi, Bódi, Strobl, 1984) [Palotás, 1967, 1973].

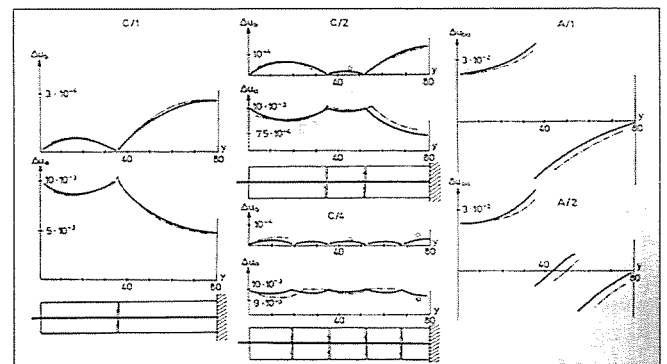
Magas hőmérséklet hatása vasbeton szerkezetekre

Módszert dolgoztunk ki vastag falú utófeszített nyomástartó edény feszültségi-alakváltozási-repedezettségi vizsgálatára. (Sebők, Tassi, 1971) [Palotás 1967].

A beton és az acél közötti kapcsolat

A beton és a betonacél közötti kapcsolat a vasbeton alapvető kérdése, amivel szintén több aspektusban foglalkozott Palotás professzor [Palotás, 1959, 1973].

A beton és az acél közötti kapcsolat kutatását kiterjesztettem előfeszített tartókra. Elméleti és kísérleti úton igazoltam a véges hosszban való lehorgonyzódás lehetőségét (Tassi, 1957). Elméleti kutatások (Tassi, 1959) és laboratóriumi kísérletek (Tassi, 1960) vittek közelebb a kérdéskör tisztább áttekintéséhez. Kimutattam, hogy nincs elvi ellentmondás a lehorgonyzódás többféle elméleti interpretációja (így a Hoyer-effektus és a kapcsolati erő-relatív elmozdulás elvén álló összefüggése) között (Tassi, 1992). Eljárást dolgoztam ki arra, hogyan lehet finit modellben megjeleníteni a betétet, valamint a beton és a betét közötti kapcsolatot (Tassi, 1978). A modell felhasználásával írtam fel a feszített vasbeton rúd erőjátékát, figyelemmel a fellépő repedésekre is (6. ábra). Ennek kapcsán



6. ábra: A beton és az acél kapcsolatának hatása berepedt feszített vasbeton rúd erőjátékára (analitikus megoldás alapján) (Tassi, 1978)

kidolgoztam annak elvi megközelítését, hogy hogyan lehet megítélni finit módszer alkalmazása esetén a hálózat kedvező sűrűségét (Tassi, 1978a). A feszített rúd erőjátékát kétfázisú (beton + feszítőacél) diszkrét rúdmodell felvételével elemeztük (Tassi, Rózsa 1978), és ezt továbbfejlesztettük arra az esetre is, amelyben a nem feszített betét is szerepet játszik (Tassi, Rózsa, 1986).

Kísérleti kutatásokat folytattunk a lehorgonyzódás időbeli alakulására. (Tassi, Erdélyi, Bódi, 1985a,b; Tassi, Sztjepanyuk, 1982). Továbbfejlesztettük a lehorgonyzódás elméletét, és kiterjesztettük a feszítópázmákra vonatkozó vizsgálatot

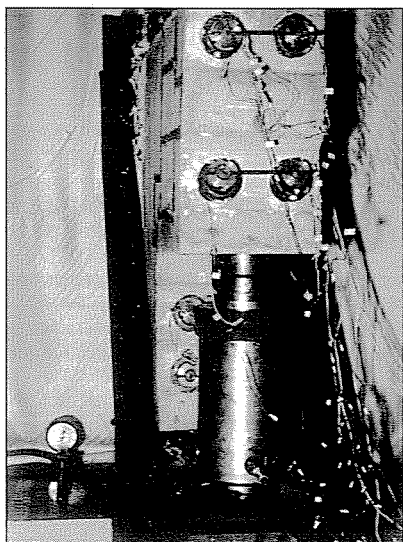
A tartó alakváltozása

A vasbeton tartó alakváltozásával több Palotás-műben találkoztunk [Palotás, 1967, 1973].

Feszített tartók rövid idejű teher okozta lehajlásának tanulmányozására kísérletsorozatot végeztem (Tassi, 1974). E kísérletek tanulságait is felhasználva olyan közelítő számítási módszert dolgoztunk ki, amely a berepedt tartó merevségét is kellő megbízhatósággal tükrözi (Tassi, Deák, 1979).

A pecsétnyomás kérdése és a lehor-gonyzási tartomány vizsgálata

7. ábra: Anyaghű modellkísérlet tartóvég erőjátékának vizsgálatára (Tassi, 1987)



A beton-vasbeton elem részlegesen nyomott felület esetén fellépő erőjátéka, az ugrásszerűen változó magasságú tartóvég kérdésköre is többször tekint ránk a Palotás-művekben [Palotás, 1959, 1973].

Szálerősítésű beton pecsétnyomásra végzett vizsgálata érdekes eredményekkel egészítette ki az addigi tapasztalatokat (Tassi, Magyarai, Szlivka, 2002).

Az utófeszített tartó ugrásszerűen változó magasságú tartóvége erőjátékának meghatá-

rozására kísérleti kutatást (7. ábra) és véges elem módszerrel való elemzést végeztünk (Tassi, Windisch, 1974.) Kiterjesztettem ezeket a vizsgálatokat analógián alapuló modell segítségével (8. ábra). Ennek során figyelembe vettem a vasalást is az e célra kidolgozott modellel, továbbá „beépítettem” a kísérletekből nyert repedésképet (Tassi, 1978).

A repedezettség tárgyköre

A beton megrepedése, a vasbeton tartó repedezettsége Palotás professzor több munkájának sarkalatos fejezete [Palotás, 1967, 1973].

E téren is a feszített tartók irányában igyekeztünk továbbfejleszteni tanításait. A rugalmas, berepedt hajlított tartó számításának közelítő módszereivel, és e számítások megbízhatóságának kritériumával foglalkoztunk (Tassi, Klatmányi, 1970). A repedéstágasságra való méretezéssel és a repedéstágasságra ható paraméterekkel kapcsolatban végeztem elméleti és kísérleti kutatást (Tassi, 1972, 1974). A beton és a feszítőacél közötti kapcsolat szerepét elemző kutatás (Tassi, 1978a) a betonban fellépő repedések szerepére, a repedéstágasság alakulására is rámutat (Tassi, 1978).

A repedés hatását analógián alapuló számítási modell segítségével is elemeztem. A modell alkalmas a vasalás, a feszítés, a beton és az acél közötti kapcsolat figyelembe vételére. A kutatást kiterjesztettem a ferde repedések esetére is (Tassi, 1978b).

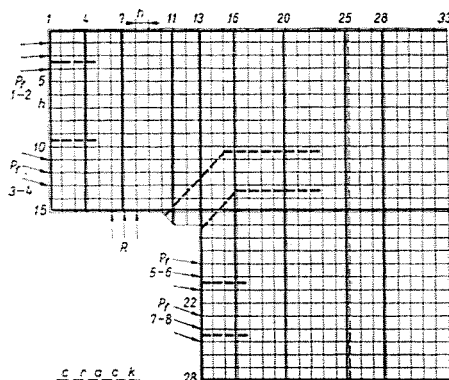
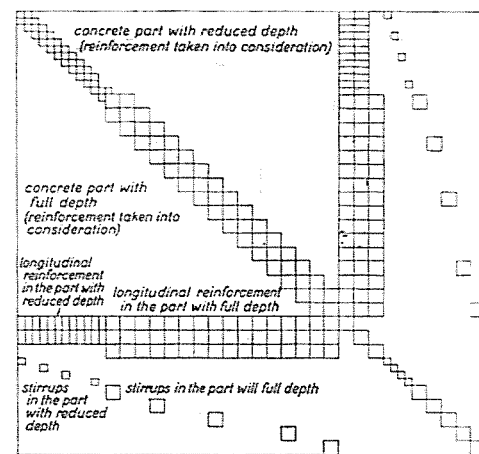


Fig. 14



8. ábra: Tartóvég vizsgálata analógián alapuló számítási modellel, a merevségi mátrix sémája

Magasépítési vasbeton szerkezetek fejlesztése

Palotás professzor munkatársai lehettünk, amikor szisztematikusan bevezette a magasépítési vasbeton szerkezetek témakörét az oktatásba (Palotás, Tassi, Juhász, 1960). A szerkezetek oktatását kibővítettük a csarnokok szélesebb körű ismertetésével (Bölcskei, Tassi, 1966). A témakör bővítését jelentette csarnok-főtartók feszített szerkezetként való megoldása (Tassi, Windisch, 1973). Magasépítési feszített vasbeton szerkezeti elemek gyártására és a felhasználásukkal épülő csarnokok tervezésére szolgált egy széleskörű kutatómunka (Sebők, Tassi, 1971; Sebők, Tassi, 1972; Sebők, Tassi, Kiss, 1972; Tassi, Sebők, 1972). Később foglalkoztunk a csarnokszerkezetek optimalizálásával is (Tassi, Szlivka, Farkas, 2005; Tassi, Farkas, Szlivka, 2005).

3. PALOTÁS LÁSZLÓ NEVE, TANÍTÁSA

A bemutatott dolgozatokban sok helyen található hivatkozás Palotás professzor munkáira. Szelleme szinte valamennyi tevékenységünkben jelen van. Ez a vázlatos beszámoló is azt mutatja, hogy kb. 240 publikációm több mint harmada az ő nyomdokaiban jár.

Munkám sok területre kiterjedt, ami nem szerepel az eddig említett témák között. Mentorom sok tanítását hasznosítottam akkor is, amikor nem az egyetemen dolgoztam. Így azok a mechanikai stúdiumok, amelyek az ő karunkra kerülése előtti időből származtak, pl. a súrlódásról szóló ismeretek (Mokk, Tassi, Lányi, 1962), valamint a szerkezetek vizsgálatával

foglalkozó munkák, közöttük olyanok, amelyeket még az ő tanszékvezetői égisze alatt kezdtünk (Tassi, Ódor, 1992) a bauxitbeton-problémával összefüggésben, amibe a későbbi különvált tanszék sok munkatársa kapcsolódott be. Gondolkodásának alapelvei ott voltak a szabványalkotók munkájában, a szerkezetek megerősítésében, hidak terveinek és megépült szerkezeteinek vizsgálatában, a nagyszámú laboratóriumi és helyszíni anyag- és szerkezetvizsgálatban, kísérleti módszerek kidolgozásában. Sokat jelentett számomra, hogy ezekben a munkákban is részt vehettem.

Sokat tanulhattam végighallgatott előadásaiból, a mellette töltött hosszú vizsganapokon. Példája hasznos volt az oktatási tárgyú publikációink írásakor. Példája is késztetett arra, hogy foglalkozzam oktatás-módszertani kérdésekkel (Tassi 1985). Mérnökpedagógiai kérdésekkel több tekintetben is foglalkoztunk (Tassi, Fejős, 1985; Tassi, 1987; Tassi, Pintyőke, 1990, a, b).

Palotás László fáradhatatlan volt a szakmai közéleti munkában. Felmérhetetlen annak értéke, hogy bevezette a hazai vasbetonépítést a szakma nagy nemzetközi családjába (Tassi, 2003). Példája a szakmai élet minden területén, és azon túl is útmutató volt.

4. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton is köszönetemet fejezem ki a Palotás László-díj kura-tóriumának. Számomra különös értékű az elismerés minthogy, a magyar vasbetonépítés klasszikusának nevét viseli, akit még egyetemi hallgató koromban ismerhettem meg. Igyekeztem az ő szellemében dolgozni, s ennek eredményeiről próbáltam beszámolni ebben az írásban.

Sok nehézség, gond is kísérte munkámat. Szilárd alapot adott azonban a családi környezet, és az a nagyobb család is, amely az egyetemen, más munkahelyeken, a magyar építőipar sok területén körülvelt. Amikor 2005. december 12-én Loykó Miklós előterjesztésére Palotás Piroskától és Balázs L. Györgytől átvehettem a díjat, felvázoltam azoknak a személyiségeknek, munkatársaknak a kiállításon is közzétett sorát, akikkel együtt dolgozhattam. Mindnyájuknak köszönöm az együttesen végzett munka örömet.

5. HIVATKOZÁSOK

(A téma jellege miatt a hivatkozások rendje némileg eltér a VASBETONÉPÍTÉS normáitól: Először a hivatkozott Palotás-könyveket sorolom fel, azután időrendben a kapcsolódó publikációimat.)

- Palotás L. (1951), "Keretek elmélete és számítása", Közlekedési Kiadó, Budapest
- Palotás L. (1953), "Tartórácsok számítása", Közlekedési Kiadó, Budapest
- Mihailich Gy., Palotás L. (1964), "Vasbetonépítéstan. A vasbeton szilárdságtana" Tankönyvkiadó, Budapest
- Palotás L. (1967), "Vasbetonépítéstan. Magasépítési szerkezetek", Tankönyvkiadó, Budapest
- Palotás L. (1959, 1961), "Építőanyagok I., II.", Akadémiai Kiadó, Budapest
- Palotás L. (1973), "A vasbeton elmélete", Akadémiai Kiadó, Budapest
- Tassi, G. (1957), "The possibility of anchorage on finite length in pre-tensioned prestressed concrete", Scientific Publications of the Technical University of Architecture, Building, Civil and Transport Engineering Budapest, Extracts from the Scientific Works of the Chair No. II of Bridge Construction, pp. 41-50.
- Palotás L., Tassi G. (1959), "Vasbetonépítéstan. Vasbetonszerkezetek alapelemei és szilárdságtana", Felsőoktatási Jegyzetellátó V., Budapest.
- Tassi G. (1959), "A feszített betét betonban való lehorgonyozódásának elmélete", Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények, 1-2. pp. 217-259.

- Tassi G., Balázs Gy. (1959), "Vasbetonszerkezetek alapelemei és szilárdságtana A, D, E, F, G pont". Palotás L. (szerk.): "Mérnöki Kézikönyv 3. kötet.", Műszaki Könyvkiadó, Budapest, pp. 869-871, 900-970.
- Palotás L., Tassi G., Juhász B. (1960), "Vasbetonépítéstan. Magasépítési vasbetonszerkezetek", Felsőoktatási Jegyzetellátó V., Budapest.
- Tassi G. (1960) "Kísérleti kutatások a feszített betét lehorgonyozódásának vizsgálatára", Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények, 1-2. pp. 235-265.
- Rózsa, P., Tassi, G. (1961) "Eine Matrizenmethode zur Lösung statisch unbestimmter Systeme im elasto-plastischen Bereich", Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dresden, 10. 6. pp. 1329-1334.
- Mokk L., Tassi G., Lányi, J. (1962), "Vorspannen in Ringrichtung mit Einzelspanngliedern nach dem Mo-Ta-La-Verfahren", Beton- und Stahlbetonbau, 57. 5. pp. 124-127.
- Balla Á., Tassi G. (1964), "Vezetéktartó oszlopok vizsgálata kifordulás esetén", Mélyépítéstudományi Szemle, XIV., pp. 108-110.
- Bölcskei E., Tassi G. (1966), "Vasbetonszerkezetek. Csarnokok", Tankönyvkiadó, Budapest.
- Tassi, G. (1969), "Limit analysis of prestressed concrete beams" Periodica Polytechnica, 13, 1-2. pp. 83-92.
- Bölcskei E., Tassi G. (1970), "Vasbeton szerkezetek. Feszített tartók", Tankönyvkiadó, Budapest
- Tassi, G., Klasmányi, T. (1970), "Contribution to the analysis of stresses in prestressed concrete beams", Periodica Polytechnica, 14. pp. 311-315.
- Gáspár Zs., Tassi G. (1971), "Vasbeton sarok-konzollemez számítása és vizsgálata", Mélyépítéstudományi Szemle, XXI. pp. 178-180.
- Sebők F., Tassi G. (1971), "A szükséges feszítőerő meghatározása termikus terhelésű vasbeton tartályok esetében" Építés- Építéstudomány, III. 1-2. pp. 129-140.
- Sebők F., Tassi G. (1971), "Könnyen variálható előregyártott feszített típusgerendák kialakítása", Mélyépítéstudományi Szemle, XXI. 12. pp. 552-556.
- Sebők F., Tassi G., Kiss G. (1972), "Feszítettbeton típusgerendák gépi számításának módszere. Mélyépítéstudományi Szemle, XXII. (1972) 1. pp. 18-23.
- Sebők F., Tassi G. (1972), "A kéttámaszú feszítettbeton gerendák teherbírására ható tényezők", Mélyépítéstudományi Szemle, XXII. 1-2. pp. 86-94.
- Tassi G. (1972), "Feszített vasbeton tartók számítása repedéskorlátozásra és a repedéstágasságra ható paraméterek", Mélyépítéstudományi Szemle, XXII. 9. pp. 438-448.
- Tassi, G., Sebők, F. (1972), "O racional'nom proektirovanii tipovüh predvaritel'no naprjazzennüh zselezobetonüh balok". Vesztnik L'vovszkogo Politehnicseszskogo Insztituta, 70. Voproszú Szovremennogo Sztoitel'sztva, pp. 65-71.
- Tassi G., Windisch A. (1973), "Vasbetonszerkezetek. Magasépítési feszített vasbeton tartók tervezése", Tankönyvkiadó, Budapest
- Tassi, G. (1974), "Experimentelle Forschungen und Berechnungsmethoden zur Prüfung der Grenzzustände von Spannbetonbalken, Periodica Polytechnica, 18. 3. pp. 189-207.
- Kármán T., Tassi G. (1974), "Feszített vasbeton szerkezetek", Bölcskei E., Dulácska E. (szerk.): Statikusok Könyve. Műszaki Könyvkiadó., pp. 245-288.
- Tassi, G., Windisch, A. (1974) "Analysis and model testing of the anchorage zone of post-tensioned beams", FIP VII Congress, New York.
- Tassi, G. (1978a), "Analogy-based mathematical model of reinforced and prestressed concrete members", Periodica Polytechnica, 22. 3-4. pp. 169-204.
- Tassi G., Rózsa P. (1978), "Kétfázisú diszkrét rúdmodell vizsgálata diszkontinuitások és képlékeny alakváltozások figyelembevételével", Műszaki Tudomány, 54. pp. 81-87
- Tassi G. (1978b), "Analytical treatment of discrete models for reinforced and prestressed concrete members", Acta Technica Acad. Sci. Hung., 86. pp. 81-87.
- Tassi G., Deák Gy. (1979), "Feszített vasbeton tartók alakváltozásának számítása", A Szilárdságtan és Tartószerkezeti Tanszék Tevékenysége, pp. 59-61.
- Abou Zaid, A., Tassi G. (1980), "Modellkísérletek szekrényes vasbeton tartók vizsgálatára", Mélyépítéstudományi Szemle, XXX. pp. 367-373.
- Magyari B., Ódor P., Tassi G. (1981), "Sajtolts csőhüvelyes betonacél-toldások és alkalmazásuk vasbeton gerendában", Magyar Építőipar, XXX. 5. pp. 267-273.
- Rózsa, P., Tassi, G. (1981), "Analytische Behandlung des Spannbetonträgers aufgrund des Mörschschen Schubmodells", Acta Mechanica (Wien), 41. 1-2. pp. 1-9.
- Tassi G., Sztjepanyuk, V. K. (1982), "Feszített vasbeton tartók viselkedése ismételt teher esetén", KTMF Tudományos Közlemények, A KTMF III. tudományos ülésszaka, Közlekedésképzési szekció, pp. 24-25.
- Tassi, G., Magyari, B. (1982), "Fatigue of reinforcements with pressed sleeve splices", IABSE Reports 37. pp. 265-271.
- Tassi G. (1982), "Das Verhalten von Spannbetonbalken unter Zweiparameterlast", The Ninth International Congress of the Fédération Internationale de la Précontrainte. Stockholm.
- Tassi, G., Sztjepanyuk, V. K. (1982), "Poteri predvaritel'nogo naprjazzsenija i procsnoszt'naklonnüh zsecsenij balok iz agloporitbetona", The Ninth

- International Congress of the Fédération Internationale de la Précontrainte, Stockholm.
- Tassi, G. (1983), "Povedenie predvaritel'no naprjazsennüh zselezobetonüh balok pri povtornoj nagruzke", Acta Polytechnica. Práce ČVUT Series 1. Civil Engineering. (Praha), 1. pp. 109-117.
- Tassi G., Királyföldi L.-né (1984), "Előregyártott tartós vasbeton és feszített vasbeton hidak", Palotás L. (szerk.) Mérnöki Kézikönyv, 3. kötet. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, pp. 791-809.
- Tassi, G., Erdélyi, L. (1984), "The time-dependent change of the transmission length in prestressed pre-tensioned members", International Symposium on Long-Term Observation of Concrete Structures. RILEM-ACI Preliminary Reports III., Budapest, pp. 21-29.
- Tassi, G., Erdélyi, L., Bödi, I. (1985), "Posúdenie stavu napätia vyvodného predpínaním vo výrobníach prefabrikátov", Inženýrské Stavby, 33. pp. 428-430.
- Tassi, G., Rózsa, P., Magyari, B. (1985), "Matrix analysis of a one-dimensional discrete problem. Forces in a pressed sleeve splice", Acta Mechanica (Wien), 56. 1-2. pp. 17-29.
- Halász G., Orosz Á., Palotás L., Tassi G., Szatmári I., Dalmy D. (1985), "Az M0 autópálya tervezett Duna-hídjairól", BME, Budapest.
- Tassi, G., Bödi, I., Strobl, A. (1985), "Ponašanje predhodno izrađenih greda mostova s ugradbenim netočnostima", Ceste i Mostovi, 31. pp. 275-280.
- Tassi G., Rózsa P. (1986), "Háromfázisú diszkrét rúdmodell analitikus vizsgálata", Műszaki Mechanikai Tanszéki Kutatócsoport IV. Tudományos Ülésszaka. Tanulmányok. MTA, pp. 120-129.
- Tassi, G., Magouri, M., Strobl, A. (1986), "Crack control design of partially prestressed members under service load", Proceedings of the Second International Conference on Concrete Technology for Developing Countries. Vol. 1. Tripoli, pp. 21-29.
- Tassi, G., Balázs, L. Gy., Bödi, I. (1988), "Bond properties of prestressing strands", Proceedings of the FIP Symposium, Jerusalem, pp. 121-128.
- Tassi G., Loykó M., Királyföldi L.-né (1989), "Vasbeton hidak szerkezeti kialakítása", Tankönyvkiadó, Budapest.
- Tassi G. (1989), "A kísérletek szerepe a vasbeton szerkezetek oktatásában", Magyar Építőipar. XXXVIII. pp. 490-494.
- Balázs L. Gy., Béres, A., Tassi, G. (1990), "Előregyártott hídgerendák szállítása és emelése közben ébredő járulékos feszültségek", Közlekedéscsúszás- és Mélyépítéstudományi Szemle, XL. 6. pp. 227-231.
- Tassi, G., Pintyöke, G. (1990a), "Über die Struktur des Unterrichts beim Entwerfen von Tragkonstruktionen", Referate des 18. Internationalen Symposiums "Ingenieurpädagogik '89, Wien", Leuchtturm, Alsbach, pp. 251-267.
- Tassi, G., Pintyöke, G. (1990b), "Die Vergangenheit, die Gegenwart und die Zukunft des Bildungswesens in Fach Stahlbetonkonstruktionen", Ingenieurausbildung 2000. "Ingenieurpädagogik '90 München", Leuchtturm, Alsbach, pp. 382-384.
- Tassi, G., Varga, L. (1991), "Ensayos de laboratorio para el desarrollo y control de la calidad en traviesas de ferrocarriles de hormigón pretensado", Symposium Internacional de Traviesas Ferroviarias de Hormigón, Madrid, pp. 381-390.
- Tassi, G., Rózsa, P. (1992), "Forces in prestressed concrete bridges constructed by free cantilevering", Periodica Polytechnica. Ser. Civil Engineering, 35. 3. pp. 81-100.
- Tassi, G., Ódor, P. (1992), "The strengthening and rehabilitation of a tower-like bauxite concrete structure", Fédération Internationale de la Précontrainte, FIP '92 Symposium, Budapest, Proceedings 1. pp. 443-449.
- Pintyöke G., Tassi G. (1992), "Optimum labour spent for structural testing before rehabilitation", Complementary Volume published by the Hungarian Scientific Society for Building on the Occasion of FIP '92 Symposium, Budapest, pp. 81-86.
- Balázs, L. Gy., Tassi, G. (1992), "Comparison of prefabricated bridge girders from planning to use", Proceedings of the Third International Workshop of Bridge Rehabilitation, Darmstadt, pp. 213-221.
- Tassi, G. (1992), "Load test of the bridge on the Soroksár branch of the Danube on the M0 circular motorway", International Conference. Bridges on the Danube, Vienna-Bratislava-Budapest, pp. 69-83.
- Tassi, G. (1992), "Contribution to the components of bond between prestressing wire and concrete", International Conference Bond in Concrete from Research to Practice., Topics 1. 2. Riga, pp. 81-86.
- Tassi, G., Magyari, B. (1993) "Mechanical connections for reinforced and prestressed concrete elements", Modern Prestressing Techniques and their Application. Proceedings Vol. II. FIP Symposium Kyoto, pp. 101-108.
- Tassi G., Ódor P., Fáy P. (1993), Az M0 autótú Soroksári Duna-ág hídjának próbaterhelése", Közlekedés- és Mélyépítéstudományi Szemle, XLIII. 3. pp. 81-100.
- Tassi, G., Szilágyi, É. (1995), "Prolongation of the lifetime of concrete bridges by strengthening", Proceedings of the Sixth International Conference on Structural Faults and Repair. Vol. 1. London, pp. 327-333.
- Tassi, G., Gábor, P., Orbán, Z. (1997), "Rational applicability of high strength concrete", FIP 97, Johannesburg. The Concrete Way to Development, Symposium Papers Volume Two. Johannesburg., pp. 561-570.
- Tassi, G. (1997), "Local forces at the interaction of cast-in-situ pier heads and prestressed precast bridge girders", Concrete Bridges. Proceedings of the 5th International Expertcenter Conference. Štrbské Pleso, pp. 230-235.
- Tassi, G., Rózsa, P. (1998), "Forces in a concrete bridge of special arrangement", A Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Kar Vasbetonszerkezetek Tanszéke Tudományos Közleményei, pp. 199-208.
- Tassi, G., Rózsa, P. (2000), "Treatise on forces in cable-stayed and extradosed concrete bridges", A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kar Vasbetonszerkezetek Tanszéke Tudományos Közleményei, pp. 289-298.
- Tassi, G., Rózsa, P., Hunyadi, M. (2002), "Adjustment of cable-stayed bridges", A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kar Hidak és Szerkezetek Tanszéke Tudományos Közleményei, pp. 151-160.
- Tassi G., Magyari B., Szlivka J. (2002), "Acélkötelek újrafelhasználása betonok szálerezítésére", A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kar Hidak és Szerkezetek Tanszéke Tudományos Közleményei, pp. 183-190.
- Tassi G. (2003), "A FIP Magyar Tagozatának története a kezdetektől 1998-ig", Vasbetonépítés. Különszám. i
- Tassi, G., Rózsa, P., Hunyadi, M. (2004), Analytical solution of basic equations of structures for cable stayed bridges. Journal of Structural Mechanics Rakenteiden Mekanikka., 37. 3. pp. 18-33.
- Tassi, G., Rózsa, P. (2004), "Forces caused by post-tensioning in continuous concrete girders", A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kar Hidak és Szerkezetek Tanszéke Tudományos Közleményei, pp. 121-134.
- Tassi, G., Szlivka, J., Farkas, A. (2005), "Effect of prestressing on the appearance of concrete structures", Keep Concrete Attractive, Proceedings of the fib Symposium Budapest, Hungary, 21 to 25 May 2005., pp. 144-149.
- Tassi G., Farkas A., Szlivka J. (2005), "A tartószerkezet megválasztása nagyszámú jellemző figyelembevételével." IX. Nemzetközi Építéstudományi Konferencia, ÉPKO, pp. 257-260.
- Tassi, G. (2005), "Effect of elastic deformation due to prestressing on the forces in prestressed concrete members." Concrete Structures, pp. 22-29.

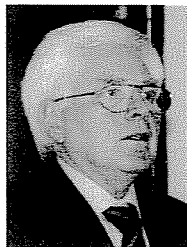
SOME RESULTS IN THE THEORY OF REINFORCED CONCRETE

Prof. Géza Tassi, D.Sc.

On the occasion that the author was awarded the Palotás-prize, it is described that his results have the roots in grate part in the work of Professor Palotás. The discussed subjects are the following: Plastic design of concrete structures, theory of frames, theory of grids, special effects on concrete members, effect of repeated load, uniform stress-strain diagram of concrete, the shear-lag effect, cantilever slab, limit position of the neutral axis, skew bending, effect of high temperature, bond between steel and concrete, the deformation of the beam, bearing stresses and the anchorage zone, cracking problems, improving of concrete structures for buildings.

Dr. Tassi Géza (1925), okl. mérnök, a műszaki tudomány doktora, egyetemi tanár (1976) (BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke), a *fib* Magyar Tagozata örökös tiszteletbeli elnöke, FIP-érmes (1992), az első *fib* kongresszus kitüntetettje (2002), Palotás László-díjas (2005).

FESZÍTÉSI RENDSZEREK EURÓPAI MŰSZAKI ALKALMASSÁGI BIZONYÍTVÁNNYAL



Dr. Windisch Andor

Az Európa Tanács határozata alapján 2005. február 28-a után elvileg csak olyan feszítési rendszerek forgalmazhatók az Európai Közösség tagállamaiban, amelyek Európai Műszaki Alkalmassági Bizonyítvánnyal rendelkeznek. Ezt a Bizonyítványt az EOTA egy akkreditált tagintézménye állítja ki, miután a feszítési rendszer megfelelő és biztonságos viselkedését egy szigorú kísérletsorozat eredményei igazolták. A kísérletek és követelményeik ismertetése után három Dywidag feszítési rendszerrel (belső csúszó-pázmás, rudas és belső tapadó pázmás) végzett eredményes kísérletekről és az alkalmassági bizonyítványaik egyes részleteiről számolunk be.

Kulcsszavak: feszítési rendszer, műszaki alkalmassági bizonyítvány, ETA, EOTA, ETAG 013, CE-jei

1. ELŐZMÉNYEK

Az Európai Közösség egyik fontos célja a belső piaci korlátok megszüntetése. Különösen érvényes ez az építési anyagokra és rendszerekre. Az Európa Tanács 1988. december 21-i ülésén elfogadott 89/106/EWG irányelve (Építési Termékek Irányelvei = Construction Products Directives = Bauproduktenrichtlinie) megszabja, hogy az építési termékekre vonatkozó nemzeti jogi és igazgatási előírásokat össze kell hangolni. Ennek egyik eszköze a 90-es évek elején életre hívott EOTA (European Organisation for Technical Approvals, Európai Szervezet Műszaki Alkalmassági Bizonyítványokhoz). Az EOTA tagjaként az Európai Közösség 25 tagállama és néhány EFTA-tagállam összesen mintegy 40, az építési rendszerek alkalmasságát igazoló intézményét akkreditálta.

Európai Műszaki Alkalmassági Bizonyítványt (ETA: European Technical Approval) az építési rendszer/készlet/termék (a továbbiakban építési termék) gyártója, ill. forgalmazója kívánságára bármely EOTA-tagintézmény kiállíthat. Az ETA kiadásához az építési terméket, illetve egyes elemeit vagy elemcsoportjait szigorú minősítő vizsgálatoknak vetik alá. A kísérleteket és azok követelményeit az EOTA határozza meg, ill. hagyja jóvá.

Egy építési termékre vonatkozó követelményrendszer két-féle képpen jöhet létre:

- az építmények biztonsága szempontjából különösen mértékadó termékek esetében – az Európa Tanács döntése alapján
- az EOTA irányelveket dolgoz ki (ETAG: European Technical Agreement Guidelines)
- az építési termék gyártója vagy forgalmazója kívánságára egy EOTA-tagintézmény kikéri az Európa Bizottság véleményét, hogy az adott építési termék érdemes-e arra, hogy Európai Műszaki Alkalmassági Bizonyítványt kapjon. Brüsszel igenlő válaszára a gyártó, ill. forgalmazó saját költségére kidolgozza vagy kidolgoztatja a vizsgálati irányelveket és benyújtja az EOTA-tagintézménynek, amely ezt a többi tagintézménnyel együtt megvitatja és beleegyezés után jóváhagyja. Ezt a követelményrendszert nevezik CUAP-nak (Common Understanding of Assessment Procedure).

A feszítési rendszerekre vonatkozóan – az Európai Bizottság 1998-ban kiadott mandátuma alapján – az EOTA kidolgozta a követelményrendszert és azt ETAG 013 jelzés alatt 2002. május 28-án megjelentette.

2. AZ ETAG 013 MINŐSÍTÉSI IRÁNYELV

2.1. ÁLTALÁNOS RÉSZ

Egy ETA azt jelenti, hogy az építési termék – megfelelően beépítve és alkalmazva – egy gazdaságos használati időtartam alatt kielégíti a rá vonatkozó követelményeket.

Az ETAG 013 a következő feszítési rendszerekre vonatkozik:

- belső tapadásos kábelek
- belső csúszókábelek
- külső kábelek (a kábel a beton keresztmetszet külső burkoló határvonalán belül halad).

Ferde kábelekre, feszítésre és függesztésre egyidejűen alkalmazható (extradosed) kábelekre vonatkozóan más irányelveket kell alkalmazni.

A feszítési rendszerre vonatkozó ETA tulajdonosa a feszítő kábeleikhez további tulajdonságokat/alkalmazási területeket rendelhet:

- a) újra feszíthető (belső, külső)
- b) kicserélhető (belső, külső)
- c) kryogén körülmények (-165°C) mellett alkalmazható
- d) belső tapadásos kábel műanyag gégecsőben
- e) betokozott kábel
- f) elektromosan szigetelt kábel (újabbban a szerző javaslatára az elektromosan megfigyelhető kábel megnevezést alkalmazzák)
- g) acél ill. öszvér szerkezetek feszítésére alkalmazható külső kábel
- h) téglaszerkezetek feszítésére alkalmazható belső vagy külső kábel
- i) faszerkezetek feszítésére alkalmazható belső vagy külső kábel.

ETA-val rendelkező feszítési rendszerrel megfeszített szerkezet lehetőleg a vonatkozó Eurocode vagy annak megfelelő nemzeti előírás alapján legyen méretezve. A feszítési rendszert az ETA tulajdonosa vagy az általa akkreditált szakvállalat megfelelően kiképzett dolgozói építsék be.

A feszítési rendszerek minősítéséhez a rendszerrel, ill. összetevőivel a következő kötelező és kiegészítő vizsgálatokat kell elvégezni:

1. a mechanikus, ill. tapadásos lehorgonyzás statikus teherbírása
2. a mechanikus, ill. tapadásos lehorgonyzás fáradási teherbírása
3. a mechanikus, ill. tapadásos lehorgonyzás vizsgálata a feszítőerő átadására
4. kábelsúrlódási tényező meghatározása
5. kábel irányváltás legkisebb sugarának meghatározása
6. alkalmazhatóság (pl. tökéletes injektálhatóság).

A kiegészítő vizsgálatokkal a kiegészítő tulajdonságok teljesítését ellenőrizzük.

Az azonos lehorgonyzású, különböző teherbírású feszítőkábeleket három csoportba kell osztani: kis, közép és nagykapacitású. A kis- és a középcsoportban a vizsgált tulajdonság szempontjából mértékadó (pl. relatív legerősebben igénybevett lehorgonyzólemez) kábelnagyságot kell kiválasztani, ezen túl a legnagyobb kapacitású kábelt kell vizsgálni.

2.2. A KÖVETELMÉNYEK

A kötelező vizsgálatok során kielégítendő követelmények az alábbiak. A végrehajtandó kísérletek mennyiségét az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat: A kötelező vizsgálatok mennyisége az ETA 013 szerint

Vizsgálat fajtája	Feszítőkábel kapacitása			Kísérletek száma összesen
	kicsi	közepes	legnagyobb	
Statikus teherbírás	2	1	2	5
Fáradási teherbírás	1	1	2	4
Feszítőerő átadása a betonra a legkisebb aktuális betonszilárdságnál	1	1	2	4
Feszítőerő átadása a betonra a legnagyobb aktuális betonszilárdságnál	1	1	2	4

A mechanikus, ill. tapadásos lehorgonyzás statikus teherbírása.

A feszítőacél lehorgonyzására valamint toldására szolgáló elemeket (az irányváltoztató elemekkel együtt) kell vizsgálni:

- a kábel lehorgonyzásának valamint toldásának statikus teherbírása ne legyen kisebb, mint a kábel aktuális szakítóerejének 95%-a és a névleges szakítóerejének 95%-a
- a feszítőacél szabad (lehorgonyzáson kívüli) szakaszán mért nyúlása a maximális terhelés alatt legalább 2% legyen
- a tönkremenetel a feszítőacél szakadása miatt következzen be; a lehorgonyzás/toldás összetevői (ék, lehorgonyzó lemez, lehorgonyzó anya stb.) nem okozhatják a tönkremenetelt
- a lehorgonyzás/toldás összetevői (ék, lehorgonyzó lemez, lehorgonyzó anya stb.) a törés után csak olyan mértékű képlékeny (maradó) alakváltozást mutathatnak, ami a lehorgonyzás megbízható viselkedését valószínűsítik
- a lehorgonyzó/toldó elemek és a feszítőacél ill. annak elemei (pl. a ék-szegmensek, a maghuzal és a szélső huzalok) közötti relatív elmozdulásoknak a kábel névleges törési terhe 80%-ának megfelelő terhelésnél az első 30 perc alatt stabilizálódnia kell.

A mechanikus, ill. tapadásos lehorgonyzás fáradási teherbírása.

A feszítőacél lehorgonyzására valamint toldására szolgáló

elemeket (az irányváltoztató elemekkel) itt is együtt beépítve kell vizsgálni

- a lehorgonyzás/toldás elemeinek a kábel névleges törési terhe 65%-ának megfelelő felső teher alkalmazása mellett 80 N/mm² feszültségváltozást 2 milliószor kell elviselniük
- e terhelés során a feszítőacél-keresztmetszet legfeljebb 5%-a szakadhat el.

A mechanikus lehorgonyzás vizsgálata a feszítőerő átadására:

- a terhelés során legalább tíz teherciklust kell alkalmazni a kábel névleges törési terhének 80%-a és 12%-a között
- a repedések legnagyobb tágassága a kábel névleges törési terhének 80%-a hatására legfeljebb 0,15 mm lehet
- a repedések legnagyobb tágassága a kábel névleges törési terhének 12%-a hatására az utolsó teherismétléskor legfeljebb 0,15 mm lehet
- a repedések legnagyobb tágassága a kábel névleges törési terhének 80%-a hatására az utolsó teherismétléskor legfeljebb 0,25 mm lehet
- a hossz-és keresztirányú alakváltozások stabilizálódjanak a teherismétlések során
- a repedéstágasságok stabilizálódjanak a teherismétlések során

- a lehorgonyzás teherbírása legalább a kábel névleges törési terhének 110%-a legyen.

A próbatétel általános kialakítását az 1. ábra mutatja. A próbatétel „alsó” felében legfeljebb 50 kg/m³ vasalás helyezhető el. A próbatétel felső, a mechanikus lehorgonyzás környéki felében elhelyezett vasalásnak az 50 kg/m³ „alap”-vasalást meghaladó részét az alkalmassági bizonyítványban mint a lehorgonyzás részét kell megadni.

A súrlódási tényező meghatározása:

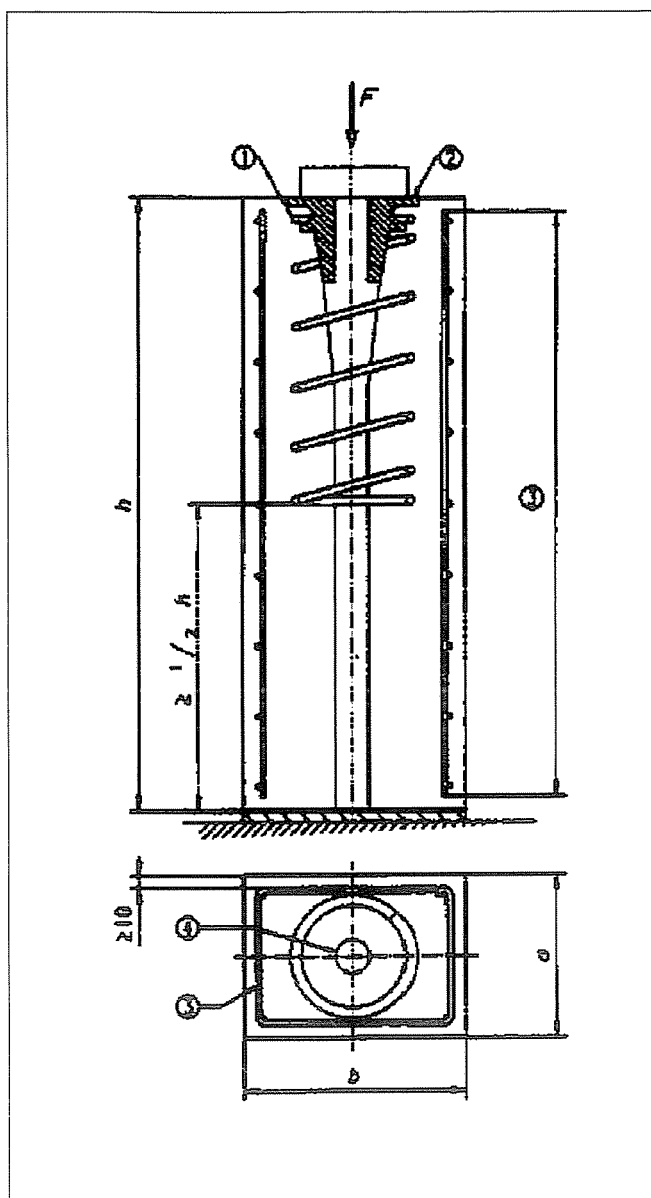
A fém-, ill. műanyag gégecső és a feszítőacél közötti súrlódási tényezőt nem kell külön vizsgálni, ha a gégecsővek és a feszítőacél a vonatkozó szabványoknak szertienek. A gégecsővek különböző megtámasztási viszonyaiából származó véletlen irányváltozás mértékét (k tényező) a tapasztalat alapján kell meghatározni.

A feszítópuskában fellépő súrlódási veszteségeket általában a kalibrálásnál vesszük figyelembe. A lehorgonyzásban fellépő súrlódási veszteségeket kísérletekkel kell meghatározni.

3. DYWIDAG FESZÍTÉSI RENDSZEREK EURÓPAI MŰSZAKI ALKALMASSÁGI BIZONYÍTVÁNNYAL

3.1. BEVEZETÉS

Németországban a különböző feszítési rendszereket – így a DYWIDAG rendszereket is – kezdettől fogva csak műszaki alkalmassági bizonyítvány megszerzése után alkalmazhattuk. A minősítéshez szükséges vizsgálatokat előbb a német Institut für Bautechnik, majd a FIP előírásai alapján végezték. Más országok (így Franciaország,



1. ábra: A teherátadási kísérlet próbatestje

1. felhasadási vasalás
2. lehorgonyzó elemek
3. kiegészítő vasalás
4. üres kábelvezető cső

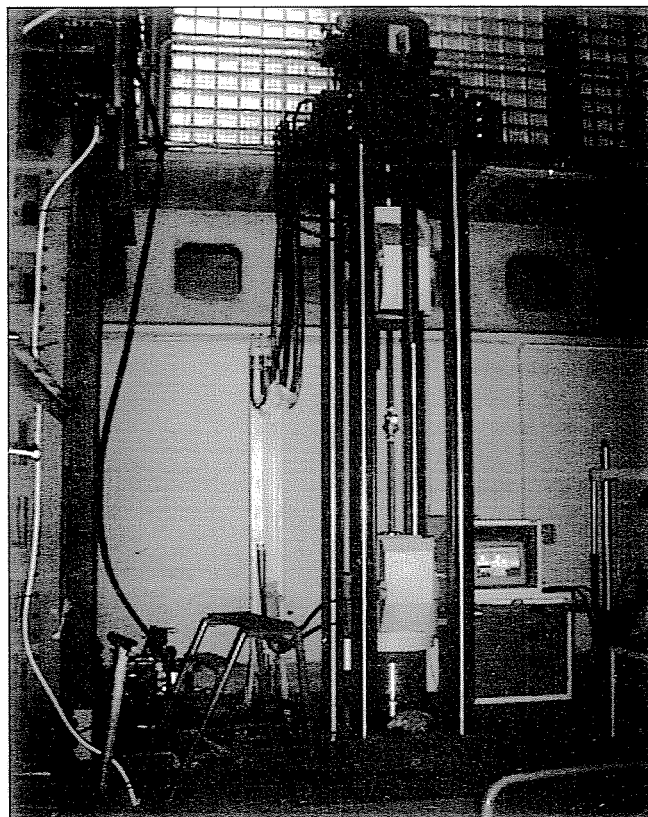
Svédország stb.) is csak az országban hivatalosan engedélyezett feszítési rendszerek alkalmazását engedték meg. Az 1. fejezetben leírt előzmények után a legtöbb ismert feszítési rendszer forgalmazója nekilátott az ETA megszerzésének.

3.2. SUSPA-DSI BELSŐ CSÚSZÓ-KÁBELES FESZÍTÉSI RENDSZER (ETA 03-0036)

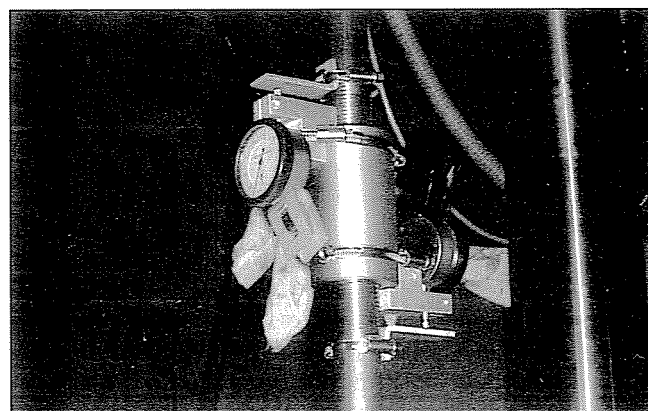
A 2004. április 1-jén életbe léptetett ETA 03-0036 volt egyáltalán az első európai alkalmassági bizonyítvány feszítési rendszerekre. A kábelek 1–5 db 150 mm² keresztmetszeti területű (0,62" névleges átmérőjű), Y 1860S7, valamint Y 1770S7 szilárdsági osztályú, viasszal töltött, egyedi műanyag bevonatos pászmákból állnak. Az ETA letölthető a www.dywidag-systems.com honlapról német és angol nyelven.

3.3. A DYWIDAG-RUDAS FESZÍTÉSI RENDSZER (ETA 05-0123)

Az ETA megszerzésének ideje véletlenül egybe esett a rúd gyártási technológiájának megváltozásával. A tanulmányainkból ismert St 835/1030 és St 1080/1230 szilárdsági osztályú DYWIDAG csavarható bordás feszítőrudak (Ø 26,5, 32 és 36 mm) helyett a gyártó cég a Dywidag Tempocore eljárással (hengerlési hőből hőkezelt), előnyújtott és megeresztett Ø 26,5, 32, 36 és 40 mm rudakat szállít a jövőben. Külön kihívást jelentett a feszítési rendszer fejlesztőinek az ismert gömbsüvegfejű lehorgonyzóanya kialakítása a 40 mm átmérőjű rúdhoz úgy, hogy az kielégítse a fáradási kísérlet követelményeit. A 2.a ábrán a fáradási kísérlet áttekintő képe, a 2.b ábrán a toldóhüvely látható a relatív elmozdulások mérésére szolgáló berendezésekkel.



2.a ábra: Fáradási kísérlet rudas feszítőkábelrel



2.b ábra: Relatív eltolódás mérése fáradási kísérlet során

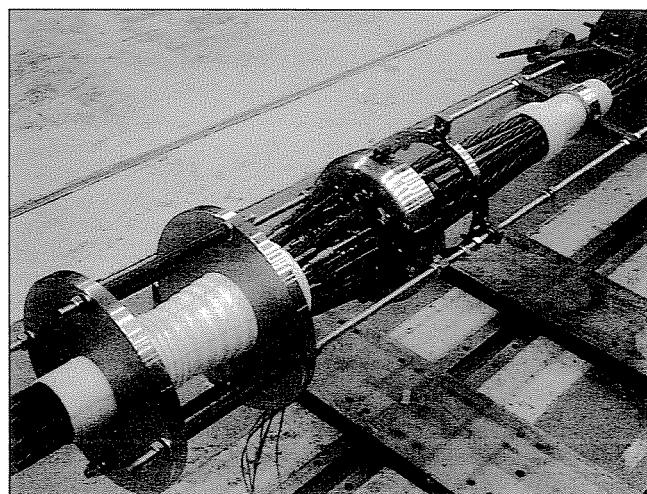
Az ETA belső tapadórudas, belső csúszórudas és külső rudas feszítőkábeleket tartalmaz. A lehorgonyzó anyák négyzetes, ill. négyzeteslemez tömör vagy kovácsolt, ún. QR-lehorgonyzó lemezekon keresztül adják át az erőt a szerkezet betonjára. A 3. ábra belső tapadórudas feszítőkábel lehorgonyzását mutatja az injektálásapkával.

3.4. DYWIDAG BELSŐ TAPADÁSOS KÁBELEK PÁSZMÁKKAL (ETA 06-0022)

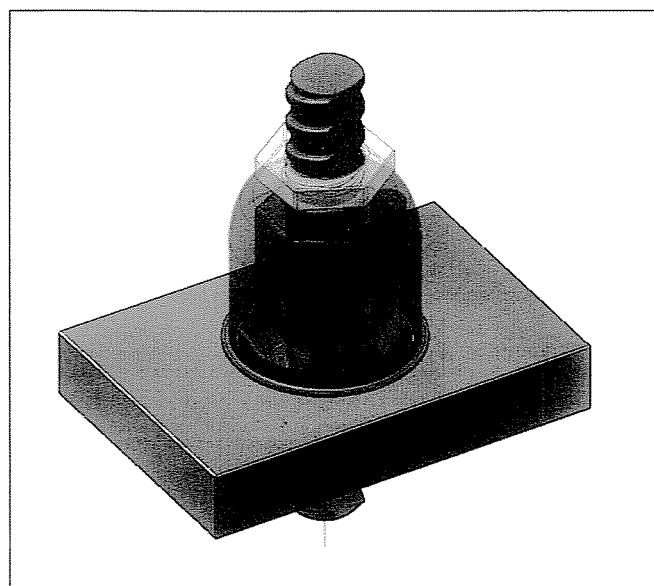
Az ETA mind 140 mm² (0,6"), mind 150 mm² (0,62") keresztmetszeti területű (névleges átmérőjű), Y 1860S7, valamint Y 1770S7 szilárdsági osztályú pászmákra vonatkozik. 3–5 pászmából álló kábelekhez egy tömör lemezes (Typ ED), az 5–37 pászmás kábelekhez egy multi-teherátadó-felületes öntött vas lehorgonyozó elem (Typ MA) alkalmazható. 5–37 pászmás kábelekhez egy fix toldó lehorgonyzás (Typ R) szintén rendelkezésre áll.

Az ETAG 013 szerinti vizsgálatokat a 9, 19 és 37 pászmás lehorgonyozó- és toldó elemekkel kellett végrehajtani. A statikus és a fárasztó vizsgálatok elvi elrendezése a 4. ábrán látható. A fárasztó kísérleteknél az ETAG 013 megengedi, hogy a kísérletet a 12-nél több pászmás kábelek esetében csökkentett számú pászmával hajtsuk végre. Mindenesetre a kísérletbe az összes legnagyobb iránytörésű pászmát be kell építeni. A 4. ábra a 19 pászmás feszítőkábel fárasztási kísérleti elrendezésének részlete látható a fix toldó lehorgonyzással és a csatlakozó műanyag átmeneti gégecsövekkel. Különösen igényes volt a 37 pászmás kábel fárasztó kísérlete, ahol a vízszintes terhelő berendezésben 18 db, 3-3 m hosszú pászmán a 110 kg tömegű toldóelem a 2 millió teherismétlés során szabadon függött/lengett. Ez az igénybevételi mód jóval "szigorúbb" annál, mint ami a feszítőkábel tervszerű alkalmazása során felléphet.

A teherátadási vizsgálatot 23 N/mm² és 42 N/mm² aktuális hengerszilárdságú betonnal hajtottuk végre.



5. ábra: Fáradási kísérlet részlete a 19 pászmás feszítőkábelrel



3. ábra: A rudas feszítőkábel lehorgonyzása

A teherátadási kísérleteket két aktuális betonszilárdsággal végeztük. A lehorgonyzás szél-, ill. tengelytávolsága, valamint a kiegészítő vasalás helyzete meghatározásánál mind a biztonság, mind a gazdaságosság követelményeit maximálisan ki kell elégíteni. Itt külön meg kell említeni, hogy a lehorgonyzó lemez alatt alkalmazandó kiegészítő vasalás meghatározására bármely rácsos tartó modell (mint annyiszor) csak hamis eredményt szolgáltathat.

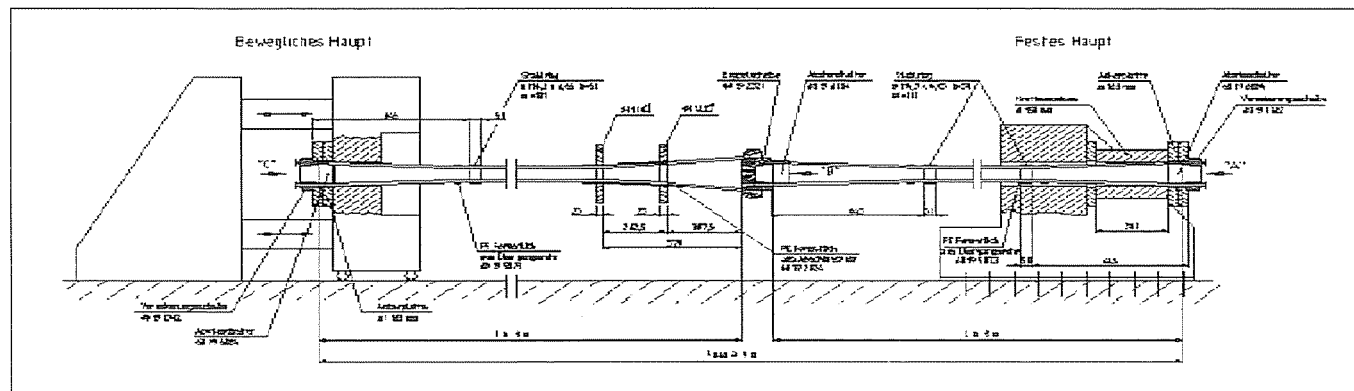
A kiegészítő vasalásnak három feladata van:

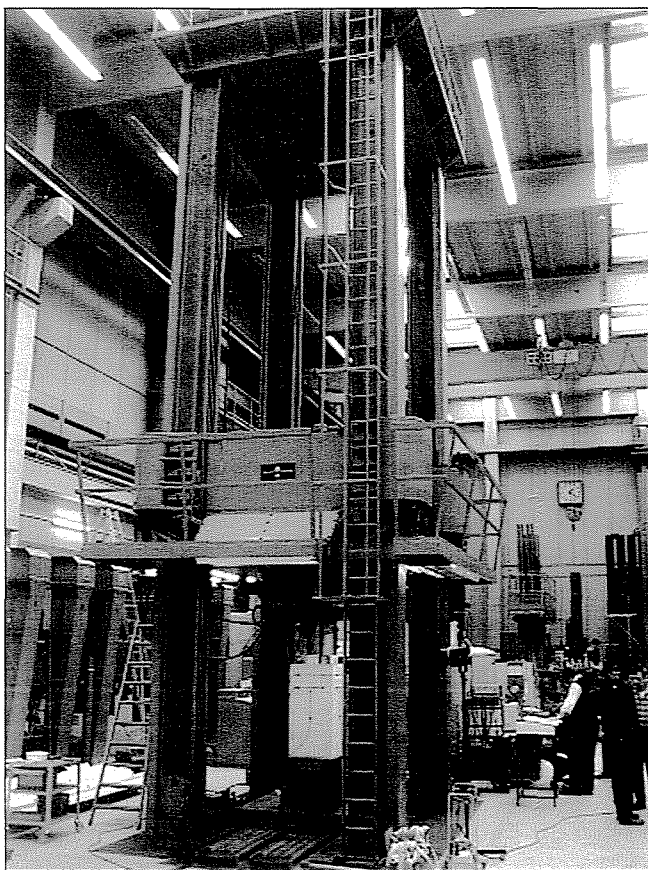
- a lehorgonyzó lemez alatt igen nagy betonnyomófeszültségek lépnek fel: e helyen a kengyelek a betonban háromtengelyű feszültségállapot felléptét teszik lehetővé. Itt megfelelő modellel számításba kell venni a környező beton által előidézett háromtengelyű feszültségállapotot is: a lehorgonyzás kellően nagy szél- ill. tengelytávolsága ill. a lehorgonyzó lemez alatti korlátozott betonfeszültség esetén a kiegészítő vasalás e részére nincs szükség
- a teherbevezetés mentén a felhasadási zónában fellépő keresztirányú húzóerőket veszi fel
- az összeférhetőségi feltétel következtében az ún. beékelődési zónában, a lehorgonyzó lemez körül fellépő húzóerők felvétele.

Mindhárom esetben szerepet játszanak a betonméretek és a rácsos tartó modellek nem vezetnek se gazdaságos, se megbízható eredményre.

Az ETA a belső csúszórudas és külső rudas feszítőkábelekhez különböző, a gyakorlatban jól alkalmazható korrózióvédelmi megoldásokat tartalmaz. Rövid kábelekhez sima feszítőrudasokat veszünk, a rúd mindkét végére hidegen finommenetet mángorolnak, erre kerül a lehorgonyzó anya.

4. ábra: A statikus és a fáradási kísérlet általános elrendezése pászmás feszítőkábel esetén





6. ábra: Teherátadási kísérlet a 37 pászmas feszítőkábel lehorgonyozó elemével

A kiegészítő vasalás egy spirálisból és kengyelekből áll. A kiegészítő vasalás megtervezésére itt is érvényes, amit a 3.3 fejezetben mondtunk. Az 5. ábra a 37 pászmas kábel teherátadási kísérletét mutatja. A nagyságrendek érzékeltesítésére emlékeztetünk arra, hogy ebben az esetben egy eredményes kísérlet végén a törőerő legalább 11.500 kN nagyságú.

Ez az ETA is letölthető a www.dywidag-systems.com honlapról német és angol nyelven.

4. A CEN WORKSHOP AGREEMENT

Az ETAG 013 kidolgozói világosan látták, hogy a feszítési rendszer kifogástalan működéséhez elengedhetetlen az, hogy a rendszert megfelelően kiképzett szakemberek építsék be a szerkezetekbe. Ez a CWA, azaz CEN munkabizottsági meg egyezés nem egy hivatalos ET vagy EOTA dokumentum, de a kidolgozói – a tagállamok alkalmassági bizonyítványok kiállítására jogosult intézményei, Magyarországon az ÉMI – egyet értek azzal, hogy az előírásait nemzeti szinten bevezetik.

A CWA a következő témákkal kapcsolatban ad iránymutatást.

4.1. A FESZÍTŐ SPECIALISTA VÁLLALAT FELADATAI

A specialista vállalat feladatai a következők:

- előkészíti és végrehajtja a feszítési rendszer megfelelő alkalmazását az adott specifikációnak megfelelően
- ehhez egy, az adott szerkezetre/alkalmazásra közvetlenül vonatkozó minőségbiztosítási tervet dolgoz ki
- azonnal reagál minden – a feszítésből származó, ill. azt

- befolyásoló – előre nem látott eseményre és megfelelő, biztonságos javaslatokat tesz a hibák/problémák elhárítására
- csak megfelelően képzett szakembereket alkalmaz a helyszínen
- ezeket a szakembereket rendszeresen továbbképzzi
- a feszítőacélt és a feszítési rendszer többi összetevőit szakszerűen csomagolja, szállítja és tárolja
- a szerelést, feszítést, kiinjektálást az ETA, valamint az ETA tulajdonosa előírásai szerint hajtja végre.

4.2. A FESZÍTŐ SPECIALISTA VÁLLALAT MEGKÖVETELT KÉPESSÉGEI

A specialista vállalat műszaki és logisztikai szakembereinek megfelelő tapasztalattal kell rendelkezniük. Az építési helyszínen a felelős irányító legalább öt, a szerelést közvetlen irányító személy legalább három éves idevágó gyakorlattal rendelkezzen. A vállalat megfelelő és hatékony minőségbiztosítási rendszert alkalmazzon. Az irányító és a végrehajtó személyzet egy előre meghatározott terv szerint rendszeres továbbképzésben részesüljön.

5. CE-JEL

A CE a francia „Communautés Européennes” azaz Európai Községek kifejezés rövidítése. Alkalmazását a CPD írta elő 1993-ban. A CE-jel azt mutatja, hogy a termék megfelel a vonatkozó európai előírásoknak. Itt különösen hangsúlyozzák az alapvető biztonságtechnikai, higiéniai, stb. követelményeket.

A CE-jellel a terméket annak gyártója, ill. forgalombahozója látja el. A jel alkalmazásának feltétele, hogy a termék megfeleljen az összes vonatkozó követelménynek, valamint, hogy a termék minőségét egy független, akkreditált vizsgáló intézet rendszeresen ellenőrzi.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Palotás László professzor a Feszített vasbeton szerkezetek tárgya bevezető előadásában egy kedves példázattal hangsúlyozta ki a feszítési rendszerek megfelelő viselkedésének fontosságát. „Jegyezzék meg, hogy a vasbetonban a beton, a vasalás és a Gondviselés egyaránt működnek, hatékonyak; a feszített vasbeton szerkezetben egyedül a feszítőerő.”

Az Európa Tanács és az építési termékek hatékonyságáért felelős hivatalos szervek hasonló szellemben alkották meg a feszítési rendszerek európai műszaki alkalmassági bizonyítványa követelményrendszerét (ETAG 013).

A DYWIDAG-Systems International GmbH szerezte meg az első alkalmassági bizonyítványt. Eddig három DYWIDAG feszítési rendszerre vonatkozó alkalmassági bizonyítvány került kibocsátásra.

A feszítési rendszert megfelelően kiképzett szakemberek építsék be a szerkezetekbe. Ennek biztosítására dolgozták ki a CEN Workshop Agreementet (CWA), melyet az európai tagállamok építési hatóságai nemzeti hatáskörben vezetnek be.

7. HIVATKOZÁSOK

CPD: Directive relating to construction products. Council Directive of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to construction products (89/106/EEC) taking account of the modified provisions (93/68/EEC).

ETAG 013 Guideline for European Technical Approval of Post-Tensioning

Kits for Prestressing of Structures (These are commonly called Post-Tensioning Systems). EOTA, Brüssel, 2002
 CWA 14646:2003 CEN WORKSHOP AGREEMENT: Requirements for the installation of post-tensioning kits for prestressing of structures and qualification of the specialist company and its personnel. CEN, Brüssel, January 2003
 ETA-03/0036: SUSPA/DSI – Monolitenspannverfahren ohne Verbund mit 1 bis 5 Monolitzen. Österreichisches Institut für Bautechnik, Wien, 01.04.2004, OIB-250-001/01-093, pp. 33
 ETA-05/0123: DYWIDAG – Stabspannverfahren. Österreichisches Institut für Bautechnik, Wien, 19.09.2005, OIB-250-001/02-096, pp. 60
 ETA-06/0022: DYWIDAG – Litzen Spannverfahren mit nachträglichem Verbund. Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin, 12.01.2006.

Dr. Windisch Andor, PhD (1942) a műszaki tudományok kandidátusa, műszaki igazgató DYWIDAG-Systems International GmbH, München, Németország. Köténteles szerkezetépítő mérnöki diploma a BME-n 1965-ben. 1983-ig adjunktus a BME Vasbetonszerkezetek Tanszékén. Okleveles mérnök-matematikai szakmérnök. 1975: műszaki doktor, 1993: a műszaki tudományok kandidátusa (PhD). 1984-87: tudományos munkatárs a Stuttgarter Egyetem Építőanyagok Tanszékén. 1994-ig a DYWIDAG Kutatási-Fejlesztési Főosztálya, majd a DYWIDAG-Systems International GmbH (DSI) Műszaki Osztály vezető munkatársa, 2002-2005 a feszítési és vasalási rendszerekért felelős. 2006: európai műszaki igazgató. Fő kutatási területe a vasbeton szerkezetek elméletének kérdései. 2005-ben Palotás László-díj.

MAGYARORSZÁG FÖLDRENGÉSBIZTONSÁGA

A GYŐRI SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM
 BAROSS GÁBOR ÉPÍTÉSI ÉS KÖZLEKEDÉSI INTÉZET
 SZERKEZETÉPÍTÉSI TANSZÉKE 2006. OKTÓBER 26-27-ÉN
 MÉRNÖKSZEIZMOLÓGIAI KONFERENCIÁT RENDEZ.

A konferencia témája: biztonság fogalma, előrejelzés, földrengéskockázat, veszélyeztetettség, szerkezeti kialakítás, épületek sérülékenysége, modellezés, méretezés, megerősítés, tanulságok és katasztrófa elleni védekezés.

Részvételi díj 25 000 Ft, mely magába foglalja a konferencia kiadványán kívül, a csütörtöki közös ebédet, a konferencia szüneteiben háromszori kávét és üdítőt.

A konferencián az előadások bemutatása mellett szakmai bemutatókat szervezünk. Az elfogadott dolgozatok szerzőinek szerkesztési útmutatót küldünk. A dolgozatokat szerkesztve, nyomda készen kérjük a szerzőktől. Az előadással jelentkezők 100-130 szavas rövid kivonatot küldjenek.

Jelentkezési határidő dolgozat kivonattal:	2006. 05. 30
Elfogadás, szerkesztési útmutató:	2006. 06. 30
Dolgozatok beküldési határideje	2006. 09. 10
Részvételi jelentkezés:	2006. 09. 10
Számlát küldünk:	2006. 09. 30
Befizetési határidő:	2006. 10. 15

JELENTKEZÉS:

levélben: Dr. Kegyes Csaba, Széchenyi István Egyetem, 9026 Győr, Egyetem tér 1.

e-mailen: Dr. Kegyes Csaba (kegyescs@sze.hu)

Müller Anikó (mullera@sze.hu)

telefon: Feketené Bezselics Ilona 36-96-613633 (Tanszék)

fax: 36-96-613635 (Tanszék)

A szervező bizottság nevében:

*Dr. Kegyes Csaba
 egyetemi docens*

DR. DEÁK GYÖRGY 80 ÉVES



Gyermekkorát Pécsen töltötte. 1950-ben szerzett diplomát a BME Építészmérnöki Karán. Utána aspiránsként a Moszkvai Építőipari Egyetem (MISZI) Vasbetonszerkezeti Tanszékére került, de kísérleteit a NIZSB A. A. Gvozgyev vezette laboratóriumában végezte. 1954-ben kandidátusként hazatérve az ÉTI laboratóriumába került tudományos munkatársként. 1958-tól docensként dolgozott az Egyetem Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszékén. Közben 1963-68-ig az Építőipari Minőségvizsgáló Intézet (ÉMI) igazgatója volt. 1968-91-ig – négyéves megszakítással – vezette a Tanszékét. Két négyéves időszakban az Építészmérnöki Kar dékánjaként is működött.

Főbb kutatási területei: betonacélok és feszítőbetétek, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek, tartószerkezetek használhatósága: alakváltozások és repedések, vasbeton szerkezetek tűzállósága, teherhordó üvegszerkezetek. Kutatási eredményeit

nagyszámú, részben társszerzőkkel készített közleményben, zárójelentésekben, szakvéleményekben rögzítette. Közülük 14 idegen nyelvű. Közreműködött a hazai tartószerkezeti előírások fejlesztésében, a nemzetközi előírások hazai adaptálásában. Részt vett a RILEM, CIB, CEB, FIP, *fib*, a KGST Építési Állandó Bizottsága munkájában.

Oktatási tevékenysége főleg a vasbeton szerkezetek, a tartószerkezetek használhatósága témakörének egyetemi és szakmérnöki előadására, komplex és diplomatervek konzultációjára irányult. 16 sikeres tudományos diákköri dolgozat, öt kandidátusi és három egyetemi doktori disszertáció kidolgozásában működött közre vezetőként, ill. konzulensként.

Nyugdíjazása óta professor emeritusi minőségben vesz részt a Tanszék oktatói és tudományos tevékenységében.

A *fib* Magyar Tagozata további jó egészséget kíván munkájához.

KOVÁCS ZSOLT 65 ÉVES



Kovács Zsolt 1941. március 28-án született Budapesten. Diplomáját 1964-ben szerezte az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Mérnöki Karán. Vasbetonépítési szakmérnöki oklevelet kapott a Budapesti Műszaki Egyetemen 1969-ben. Mérnöki tevékenységét 1964-ben kezdte az Út-, Vasútervező Vállalatnál. Kezdetben tervezőmérnöki és 1976-tól irányítótervezőként dolgozott a hídirodán. 1986-1987 között szakosztályvezető, 1987-1997 között a beosztása osztályvezető-helyettes. Jelenlegi beosztása az Uvater Rt-nél hidszakági igazgató.

Pályafutása során a hídtervezés különböző területein szerzett tapasztalatokat. Tevékenysége gerincét kezdetben elsősorban vasbeton és feszített beton szerkezetek tervezési feladatai képezték. A hídirodán végzett több mint negyven éves sokoldalú szakmai munkája során az újszerű megoldások és szerkezetek kidolgozásában részt vett, illetve azok egyik kezdeményezője volt. A hídtervezés mellett szívesen vállalt helyszíni művezetést is.

Tevékenyen közreműködött a korszerű hídépítési technológiák bevezetésében. Egyik irányító tervezője volt több hazai, konzolosan, csúszó zsaluzattal épített feszített vasbeton hidnak: győri Kis Duna-híd, csongrádi Tisza-híd. Részt vett a statikai számítások kidolgozásában és az építéshez szükséges berendezések beszerzésének előkészítésében is.

Másik nagy szakterülete a szakaszos előretolással épülő feszített vasbeton hidak. Felelős tervezője volt az M1 autópálya ilyen technológiával épült Rába-hídjának és a szolnoki Holt Tisza-hidnak. A szabadbetonozás és a szakaszos előretolási technológia egy műtárgyon belüli együttes alkalmazásában vezető szerepet töltött be a szolnoki Szent István híd tervezésénél.

Közreműködött az M0 autópálya Soroksári Dunaág-híd, a cigándi Tisza-híd és számos autópálya műtárgy tervezésében. Felelős tervezője volt az Árpád-híd középső szerkezet felújí-

tásának. Az elmúlt években Magyarországon épült két nagy folyami híd főtervezését végezte.

Az M3 autópálya Tisza-híd öszvér felszerkezetének háromnyílású folytatólágos acél főtartói a parton teljesen összeszerelve készültek. Javaslatára a két főtartó acélszerkezetet görgőkön mozgatva, majd úszó-szerelő állványok segítségével egyből a pillérekre lehetett helyezni. Az ilyen típusú szerkezeteknél ezt a megoldást először alkalmazták a magyar hídépítésben.

A szerkezet szokatlan konstrukciós kialakítása a korábban épült hidakhoz képest számos új feladat megoldását igényelte a tervezés és a statikai számítás terén.

A legnagyobb szakmai kihívást jelentette számára a 2003. júniusban átadott M9 autópálya szekszárdi Duna-hídja tervezésének előkészítő munkája, tendertervének elkészítése, a főtervezői tevékenység és a helyszíni művezetések.

Főtervezésében készültek az alapozás, pillérek, ártéri hidak, csatlakozó csomóponti részletek. A munka eredményeként sikerült egységes megjelenésű, esztétikus kialakítású, a környezetbe harmonikusan illeszkedő műtárgyat létrehozni.

Munkája során több szolgálati szabadalom társszerzője volt.

A Mérnöki Kamara Hidász szakosztály elnökségében tevékenyen részt vesz. Tagja a KTE-nek és a *fib* Magyar Tagozatának.

Előadásokat tartott a hídmérnöki konferenciákon, publikált a Mélyépítéstudományi Szemlében és a Műszaki tervezés ETK kiadványban.

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

40 éves szakmai munkássága elismeréseként a Magyar Köztársasági Érdemrend állami kitüntetést kapta.

A *fib* Magyar Tagozata további jó egészséget kíván munkájához.

fib BULLETIN 33: DURABILITY OF POST-TENSIONING TENDONS

The latest *fib* bulletin, number 33, "Durability of post-tensioning tendons", is now available for purchase from the *fib* secretariat.

Bulletin 33 addresses the specifics for prestressed concrete structures in terms of service life: the durability of post-tensioning tendons. This is clearly dependent on the durability of the materials used and their installation, but certain design concept specifics are also of major importance, for example the post-tensioning layout and layers of protection such as concrete cover, and materials selected according to the aggressivity of the environment. In fact, it is well known that sustainability principles guide engineers from the very beginning and through the design, construction and the service life of a structure. Decisions made during the conceptual and design stages have the largest influence on the durability and sustainability of post-tensioning tendons.

fib bulletin 33 was prepared by Working Party 5.4.2, Durability specifics for prestressed concrete structures, in collaboration with *fib* Commission 9, Reinforcing and prestressing materials and systems. A preliminary version served as the basic document for the second workshop on "Durability of post-tensioning tendons", held on 11-12 October 2004 in

Zurich. Following the workshop, bulletin 33 was revised to include the agreed results.

It should be noted that bulletin 33 does not repeat topics that have been addressed in other *fib* bulletins and that are common for both reinforced concrete and prestressed concrete structures. Pre-tensioning, which is used extensively in the precast industry, is also not addressed, although conclusions and recommendations given in this bulletin may, in many cases, also be applicable.

Pages: 76

Price: CHF 100 (non-member price), including surface mail.

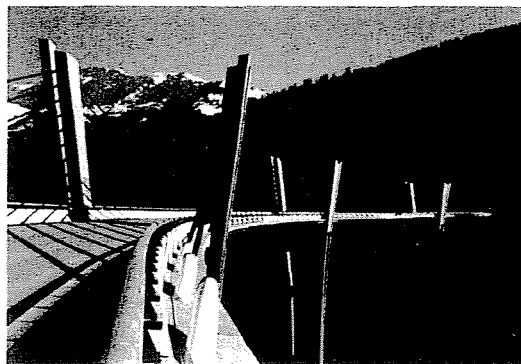
ISBN 2-88394-073-8

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

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

bulletin 33

recommendation



Durability of post-tensioning tendons

fib SYMPOSIUM, DUBROVNIK

MAY 2007

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

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

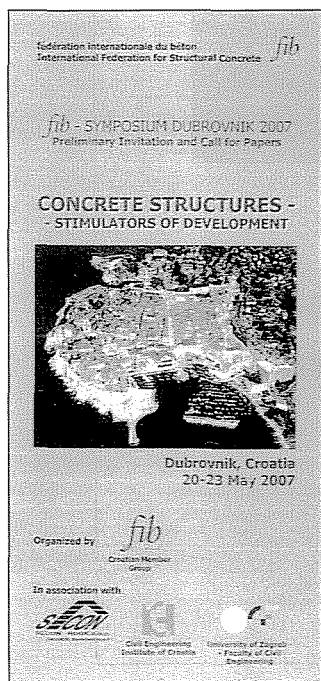
The deadline to submit an abstract of 200-300 words relevant to one of the above topics is 30 June 2006. Notification of acceptance will be made by 30 September 2006; accepted authors will then have until 31 January 2007 to provide their full papers for publication in the symposium proceedings.

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

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

Contact information:

fib Croatian Member Group
Janka Rakuse 1, 10000 Zagreb, Croatia
Tel.: +385-1-46-39-329
Fax: +385-1-61-25-100
e-mail: fib-dubrovnik-2007@igh.hr
www.igh.hr/fig-dubrovnik-2007



BETONTECHNOLÓGIA SZAKMÉRNÖKI TANFOLYAM INDUL 2007. FEBRUÁRJÁBAN

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

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

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

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

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

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

Jelentkező olvasható neve:

Cégnév:

Dátum:

Telefon: Fax:

International Conference on Bridges

2006. 05. 21-24. Dubrovnik, Croatia

web: www.secon.hr

org. tel: +385 1 46 393 29

e-mail: secon@grad.hr

Alagút- és Mélyépítő Szakmai Napok 2006

web: www.ita-hun.hu

2006. 05. 22-23. Pécs, Hungary

org. tel: +36 1 465 22 39

e-mail:

2nd fib Congress 2006

2006. június 5-8., Nápoly, Olaszország

org: *fib* Italia

web: www.naples2006.com

e-mail: fib2006@unina.it

IABSE Symposium

Responding to Tomorrow's Challenges in Structural Engineering

2006. 09. 13-15. Budapest, Hungary

web: www.iabse.org

org. tel: +36 1 463-1791

e-mail: ldunai@epito.bme.hu

CCC 2006

Concrete Structures for Traffic Network

web: www.cbz.cz

2006. 09. 21-22. Hradec Kralove, Czech Republic

org. tel: +420 222 316 173

e-mail: ccc@cbz.cz

iNDiS 2006

Planning, design, construction and building renewal

web: www.ftn.ns.ac.yu/indis2006

2006. 11. 22-24. Novi Sad, Serbia and Montenegro

org. tel: +381 21 459 798

e-mail: indis2006@uns.ns.ac.yu

9th International Conference

Modern Building Materials, Structures and Techniques

2007. 05. 16-18. Vilnius, Latvia

web: www.vgtu.li/english/research

org. tel: +370 5 274 52 43

e-mail: statkobn@konf.vtu.lt

fib – Symposium Dubrovnik 2007

Concrete structures – stimulators of development

2006. 05. 20-23. Dubrovnik, Croatia

web: www.igh.hr/fib-dubrovnik-2007

org. tel: +385 1 4639 329

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

IA-FraMCoS 6th International Conference

Fracture Mechanics of Concrete and Concrete Structures & Post-Conference Workshops

2007. 07. 17-22. Catania, Italy

web: www.framcos6.org

2nd Symposium on Connections between steel and concrete

2007. 09. 4-7. Stuttgart, Germany

web: www.iwb.uni-stuttgart.de

org. tel: +49 (0) 711-685-3320

e-mail: symposium@iwb.uni-stuttgart.de

S Z E B E T O N

PURATOR, MALL ÉS P.V. CSOPORT TAGJA

keres

laboránst.

Elvárás: érettségi. Betonlaborban szerzett tapasztalat.

Előny: német nyelvtudás. Betontechnológus végzettség

Várjuk jelentkezését!

SzeBeton Rt., 2000 Szentendre, Dózsa György u. 20.

info@szebeton.hu

Telefon: 26/310-588, Fax: 26/310-994

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

NÉV:

CÍM:

TEL.: FAX:

A NYOMTATOTT FOLYÓIRAT

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

B INTERNET ELÉRÉS

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

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

FIZETÉSI MÓD (A MEGFELELŐ VÁLASZT KÉRJÜK JELÖLJE BE):

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

☐ SZÁMLÁT KÉREK ELJUTTATNI A FENTI CÍMRE

☐ KÉREM AZ ALÁBBI HITELKÁRTYÁRÓL KIEGYENLÍTENI:

KÁRTYASZÁM: KÁRTYA TÍPUSA:

KÁRTYA ÉRVÉNYESSÉGE: ÁTUTALT ÖSSZEG:

DÁTUM: ALÁÍRÁS:

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

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

(Ez a lap tetszőlegesen másolható.)



Bizalom, biztonság, minőség Az ÉMI-TÜV Bayern csapata

műszaki szolgáltatásaival sikerre kovácsolja munkáját
a minőségügy és a biztonságtechnika területén.

Vizsgálat, tanúsítás, személyre szabott szaktanácsadás
és szakértői tevékenység az alábbi területeken:

- Felvonók, mozgólépcsők,
színpadtechnikai berendezések
- Építő-, emelő- és
anyagmozgatógépek
- Nyomástartó berendezések,
kazánok, gázpalackok
- Hegesztési technológiák,
hegesztők, hegesztőüzemek
- Magas- és mélyépítőipari
létesítmények tartószerkezetei,
épület- és szakipari szerkezetek
- Szórakoztatóipari és
szabadidőberendezések
- Játszóterei eszközök
- Megfelelőség értékelés
és CE jel
- Minőségirányítási,
Környezetközpontú Irányítási
Rendszerek
TÜV CERT, TÜV MS és MRTI
tanúsítása (TGA és NAT
akkreditáció alapján)
Kórházi ellátási standardok
(KES)
Munka Egészségügyi és
Biztonságtechnikai Rendszerek
(MEBIR)
Élelmiszerbiztonság
(HACCP)
Integrált vállalati
rendszerek

ÉMI - TÜV Bayern

Központ:

H-2000 Szentendre

Dózsa György út 26.

Tel.: (+36) 26-501-120

Fax: (+36) 26-501-150

igazgatosag@emi-tuv.hu

www.emi-tuv.hu

www.tuevs.de

Budapesti iroda:

1043 Budapest

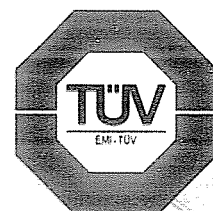
Dugonics u. 11.

Tel.: (+36) 1-399-3600

Fax: (+36) 1-399-3603

gmdaras@emi-tuv.hu

CEOC





Szilárd megbízható alapokon

Segítünk megépíteni otthonaikat,
munkahelyeiket, iskoláikat.

Holcim Hungária Cementipari Rt.
www.holcim.hu

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

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

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