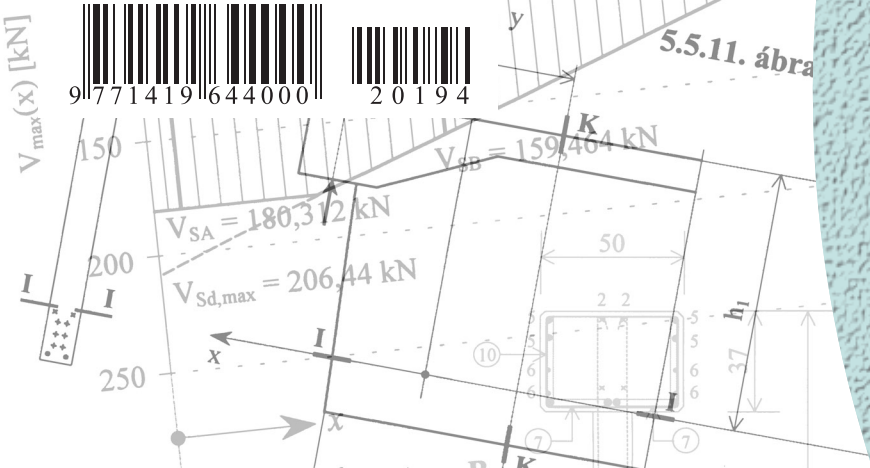


VASBETONÉPÍTÉS

CONCRETE STRUCTURES

JOURNAL OF THE HUNGARIAN GROUP OF *fib*

ERDEI BALÁZS –
ERDŐDI LÁSZLÓ ZOLTÁN
**VASÚTI HIDAKNÁL ALKAL-
MAZOTT MONITORING-REN-
DSZEREK**

90

DR. BALÁZS L. GYÖRGY –
DR. KAUSAY TIBOR
**BETONTÍPUSOK, FOGALMAK,
JELÖLÉSEK, ÚJDONSÁGOK**

AZ MSZ 4798:2016,
MSZ 4798:2016/1M:2017 ÉS
MSZ 4798:2016/2M:2018 BETONSZABVÁNY
NÉHÁNY FEJEZETÉNEK ÉRTELMEZÉSE
2. RÉSZ: BETONOK SZABVÁNYOS JELÖLÉSE, BE-
TONTERMÉK, BEDOLGOZÁSI KONZISZTENCIA,
BETONTECHNOLÓGIAI MUNKAMENETTERV

97

KOLOZSI GYULA
A CLARK ÁDÁM-ÉLETMŰDÍJRÓL

111

DR. OROSZ ÁRPÁD
**GONDOLATOK A MÉRNÖKI
TEVÉKENYSÉGRŐL**

A CLARK ÁDÁM ÉLETMŰDÍJ KITŰNTETETTJÉNEK
ÍRÁSA

112

DR. TASSI GÉZA
**EGY ÉLETÚT RÉSZÉ –
HIDAK NYOMÁBAN**

A CLARK ÁDÁM ÉLETMŰDÍJ KITŰNTETETTJÉNEK
ÍRÁSA

114

SZEMÉLYI HÍREK

DR. KASZÁS KÁROLY KÖSZÖNTÉSE 65.
SZÜLETÉSNAPJÁN
DR. TARICZKY ZSUZSANNA KÖSZÖN-
TÉSE 80. SZÜLETÉSNAPJÁN

119

2019/4

XXI. évfolyam, 4. szám



BETONMIX

Szálerősítéssel betonok

Tervezés

Betontechnológia

Szakértés

Diagnosztika

Ipari padlók

Térbetonok

Betonszerkezetek

Hibajavítás

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



Georadar

- akár 6 méter mélységig
- geotechnikai anomáliák meghatározása
- aknák és üregek helyének meghatározása
- vasalás becslés

+36 30 377 8629

BETONMIX@BETONMIX.HU

WWW.BETONMIX.HU

VASBETONÉPÍTÉS

műszaki folyóirat
a **fib** Magyar Tagozat lapja

CONCRETE STRUCTURES
Journal of the Hungarian Group of **fib**

Főszerkesztő:

Dr. Balázs L. György

Szerkesztő:

Dr. Träger Herbert

Szerkesztőbizottság:

Barta János
Dr. Csíki Béla
Dr. Czoboly Olivér
Dr. Erdélyi Attila
Dr. Farkas György
Kolozsi Gyula
Dr. Koris Kálmán
Dr. Kopecskó Katalin
Dr. Kovács Károly
Dr. Kovács Imre
Dr. Kovács Tamás
Lakatos Ervin
Dr. Lublóy Éva
Mátyássy László
Dr. Móczár Balázs
Dr. Nehme G. Salem
Dr. Orbán Zoltán
Pisch Zsuzsanna
Polgár László
Dr. Sajtos István
Telekiné Királyföldi Antónia
Dr. Tóth László
Várdai Attila
Dr. Völgyi István
Vörös József

Lektorai testület:

Dr. Dulácska Endre
Királyföldi Lajosné
Dr. Loykó Miklós
Madaras Botond
Dr. Madaras Gábor
Dr. Orosz Árpád
Dr. Ratay Robert
Dr. Szalai Kálmán
Dr. Tassi Géza
Dr. Tóth Ernő
(Kéziratok lektorálására más
kollégák is felkérést kaphatnak.)

Alapító: a **fib** Magyar Tagozata
Kiadó: a **fib** Magyar Tagozata
(**fib** = Nemzetközi Betonszövetség)
Szerkesztőség: BME Építőanyagok és
Magasépítés Tanszék
1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3.
Tel: 463 4068 Fax: 463 3450
E-mail: fib@eik.bme.hu
WEB <http://www.fib.bme.hu>
Az internet verzió
technikai szerkesztője: Braun Gergő

Tervezőszerkesztő: Halmai Csaba
Nyomdai kivitelezés: Navigar Kft.

Egy példány ára: 1275 Ft
Előfizetési díj egy évre: 5100 Ft
Megjelenik negyedévenként
1000 példányban.

© a **fib** Magyar Tagozata
ISSN 1419-6441 online ISSN: 1586-0361

Hirdetések:

Külső borító: 220 000 Ft+áfa
belső borító: 180 000 Ft+áfa
A hirdetések felvétele:
Tel.: 463-4068, Fax: 463-3450

Címlapfotó: San Francisco Magasház
Fotó: Dr. Balázs L. György

TARTALOMJEGYZÉK

- 90 ERDEI BALÁZS – ERDŐDI LÁSZLÓ ZOLTÁN
VASÚTI HIDAKNÁL ALKALMAZOTT
MONITORING-RENDSZEREK**
- 97 DR. BALÁZS L. GYÖRGY – DR. KAUSAY TIBOR
BETONTÍPUSOK, FOGALMAK, JELÖLÉSEK,
ÚJDONSÁGOK**
AZ MSZ 4798:2016, MSZ 4798:2016/1M:2017 ÉS MSZ
4798:2016/2M:2018 BETONSZABVÁNY NÉHÁNY
FEJEZETÉNEK ÉRTELMEZÉSE
2. RÉSZ: BETONOK SZABVÁNYOS JELÖLÉSE, BETONTERMÉK, BEDOL-
GOZÁSI KONZISZTENCIA, BETONTECHNOLÓGIAI MUNKAMENET-
TERV
- 111 KOLOZSI GYULA
A CLARK ÁDÁM-ÉLETMŰDÍJRŐL**
- 112 DR. OROSZ ÁRPÁD
GONDOLATOK A MÉRNÖKI TEVÉKENYSÉGRŐL
A CLARK ÁDÁM ÉLETMŰDÍJ KITÜNTETETTJÉNEK ÍRÁSA**
- 114 DR. TASSI GÉZA
EGY ÉLETÚT RÉSE – HIDAK NYOMÁBAN
A CLARK ÁDÁM ÉLETMŰDÍJ KITÜNTETETTJÉNEK ÍRÁSA**
- 119 SZEMÉLYI HÍREK
DR. KASZÁS KÁROLY KÖSZÖNTÉSE
65. SZÜLETÉSNAPIJÁN
DR. TARICZKY ZSUZSANNA KÖSZÖNTÉSE
80. SZÜLETÉSNAPIJÁN**

A folyóirat támogatói:

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

VASÚTI HIDAKNÁL ALKALMAZOTT MONITORING-RENDSZEREK



Erdei Balázs – Erdődi László Zoltán

DOI: 10.32969/VB.2019.4.1

A MÁV Zrt. hidállományának üzemeltetése során a korszerű felügyeleti rendszerek megjelenése és alkalmazása lehetővé tette a hídszerkezetek állapotváltozásának folyamatos nyomon követését. Üzemeltetői szempontból is egyre fontosabbá vált a szerkezetek pillanatnyi állapotának és az állapot alapján a várható élettartamának, teherbírásának minél pontosabb meghatározása. Cél, hogy a felügyelet során időben megállapíthatóak legyenek a romlási folyamatok, és hogy kellő időben tervezhetőek legyenek a szükséges beavatkozások.

Az alábbiakban a 2000-ben épült Nagyrákosi völgyhíd monitoring vizsgálatának eredményeit és tapasztalatait, valamint a 2016-ban, a 8. sz. főút Várpalota elkerülő szakaszán épült B2 és B4 jelű vasúti hídakon létesített monitoringrendszert mutatjuk be, ami a fejlesztéseknek köszönhetően már távfelügyeletként működik.

Kulcsszavak: távfelügyelet, monitoring, állapotváltozás, romlási folyamat

1. BEVEZETÉS

A MÁV régóta alkalmaz felügyeleti, mai szóhasználattal monitoring rendszereket. Ezek kezdetben mechanikus, vagy hidraulikus működésűek voltak. A beépített hidraulikus emelőkre szerelt manométer segítségével tudták 1930-tól figyelemmel kísérni a támaszerők változásait az első folytatólagos többtámaszú dunaföldvári Duna-hídon. Mára sokkal korszerűbb berendezések figyelik és regisztrálják hídjaink állapotváltozását. A legújabb fejlesztés ezen a területen a távfelügyelet, aminek segítségével központi szerverre érkeznek a pillanatnyi állapotot nyomon követhető jelek, adott esetben előre meghatározott küszöbértékek túllépése esetén vészjelzés.

2. MONITORINGRENDSZEREK A NAGYRÁKOSI VÖLGYHÍDNÁL

2.1 A Nagyrákosi völgyhíd ismertetése

A Zalalövő–Bajánsenye-oh. vasútvonal 3. zónájában az I. jelű völgyhíd a vasúti pálya szelvényezése szerint a 309+15 és a 323+15 hm-szelvények között épült. A híd felszerkezete kétbordás, egycellás zárt szekrény keresztmetszetű feszített vasbeton gerenda. A feszített vasbeton szekrény nagy hajlítási merevsége következtében az alakváltozások (lehajlások) minimálisak, így a vasúti pálya átvezetésére különösen alkalmas. Statikai rendszerét tekintve három részből álló folytatólagos többtámaszú híd.

Az A jelű híd 704 m hosszú, 16 nyílású szerkezet. A híd tengelye egyenes.

Másik oldalon a C jelű híd hossza 614 m, 14 nyílású szerkezet. Ez a híd ívben fekszik.

A két hosszú híd között a dilatációs mozgások minimali-

zálása érdekében egy rövid, kétnyílású híd épült. A hídszerkezeten létrejövő mozgások nagysága (beton zsugorodása és lassú alakváltozása okozta rövidülések, illetve a hőmérsékletváltozás miatti rövidülés/tágulás), valamint a sínszalak mozgásainak nagysága eltérő, ezért a mozgáskülönbségek lehetőségét biztosító sindilatációs berendezések épültek be a hídfők mögött, illetve a rövid (B jelű) hídszakasz előtt és után.

A hosszú szakaszon alkalmazott fix megtámasztások a dilatációs hossz mértékét csökkentik oly módon, hogy a hosszú hídszakaszok középtáján két-két fix támasz felezi a dilatáló hosszat.

A felszerkezet alsó és felső lemezében egyenes kábelek vannak, melyeket a szakaszos előretolós építési technológia miatt a zömvégeken horgonyoztak le. A bordákban a felszerkezet betolás utáni igénybevételeit követő íves kábelek helyezkednek el.

A hasznos terhek viselésére a szekrény belsejében bordánként két-két, a szekrény belsejében szabadon vezetett csúszókábel van. Az A és a C hídnál bordánként egy-egy kábelnél, a kábelek mindkét végén erőmérő cellákat építettek be, így a kábelekből lévő feszítőerő ellenőrizhető.

A hídtengely egyik oldalán, a teljes hídhosszon, minden egyes támaszon hosszirányban mozgó, keresztirányban fix, a másik oldalon minden támaszon, minden irányban mozgó sarukat építettek be. A hosszirányú vízszintes erőket a fix támaszokon lévő acélszerkezetű csapok veszik fel. A sarukat a német Maurer cég szállította, minden saru elmozdulás és reakcióerő mérésére alkalmas kivitelű.

2.2 Telepített monitoring eszközök

A völgyhíd egyedi jellege miatt a Vasúti Hídszabályzat IX. fejezetében előírt vizsgálatokon, méréseken túlmenően a fenntartási és karbantartási munkák tervezéséhez többletvizsgálatokat és méréseket kell végezni, melyek kiegészítésére különböző monitoringrendszereket telepítettek a hídon.

A völgyhíd fenntartási utasításában szerepelnek a szerkezet mérhető paramétereinek előre definiált határértékei is. Így a felügyelet során időben megállapítható a romlási folyamat, és a határértékek elérése előtt már tervezhetővé válnak a szükséges beavatkozások.

2000-ben a híd építése során, illetve a forgalomba helyezés előtt a felszerkezetek hosszváltozásának és dilatációs mozgásainak mérésére, valamint a hőmérséklet eloszlásának mérésére, illetve 2002-től a sín dilatációs mozgásainak és a sínhőmérsékletek mérésére telepített eszközök helyi adatgyűjtőkhöz kapcsolódtak, az adatok mentése manuálisan történik. A szabadkábelek ellenőrzését 1-1 kábel lehorgonyzásába beépített erőmérő hengerekkel a helyszínen alkalmanként leolvasással végeztük.

2016-ban a C jelű híd végében, 2017-ben a B jelű híd mindkét végén lévő érzékelőket a rendszer korszerűsítésekor online adatgyűjtő rendszerhez csatlakoztattuk, melyet kibővítettünk egy-egy keresztmetszetben elhelyezett négy szerkezet-, egy külső és egy belső levegőhőmérővel.

2.3 A hőmérséklet eloszlásának mérése

A hőmérséklet mérését az A jelű híd II. nyílása közepén telepített automatikus, helyi adatgyűjtővel összekapcsolt érzékelőkkel végeztük. A hőmérők közül két-két darabot a vasbeton lemez, illetve borda belsejében, egy hőmérőt a szekrénytartó belsejében, egyet pedig a szekrénytartó jobb (északi) oldalára kívülről helyeztünk el.

Az adatgyűjtő 2000. október 25-ei indulásától számítva 1813 napon keresztül (az első 5 évben) folyamatosan, 3 óránként, 2006-ban 133 és 2010-ben 107 napon keresztül működött, 2010. július 14-e óta nem rögzíti az adatokat.

A C jelű híd hídfőjénél 2016. október 21-én telepített online mérőrendszer részeként az utolsó nyílás egy keresztmetszetének hőmérsékleteloszlás-mérése a szerkezetben 10 mm átmérőjű, 20 cm mély furatokban elhelyezett négy hőmérő szenzorral, a belső levegő-hőmérséklet mérése a pályalemez alsó síkjához rögzített léghőmérővel, míg a környezet hőmérséklete külső léghőmérővel történik. A hőmérsékletadatok rögzítése jellemzően óránként történik.

2.4 Hosszváltozás és dilatációs mozgások mérése

A hídhosszakról „0” mérés nem készült, csak a hídfők, valamint a hídvégek közötti távolságokat mérték meg. A hőmérséklet függvényében ezek a távolságok változnak, de közel azonos hőmérsékleten mérve, az idő múlásával a hídhosszcsökkenések lassulnak.

A hőmérsékleti adatok hiányában 2010 óta a szerkezet hőmozgását nem lehet az elméleti hőmozgással összehasonlítani, és a hídszerkezetek hosszváltozását sem lehetett egyértelműen (15 °C léghőmérsékleten) meghatározni, ezért a hídszerkezetek hosszváltozását a téli időszakban mért leghidegebb hőmérsékletre tartozó dilatációs mozgásmérés mérési eredményeinek összehasonlításával végeztük a hőmérséklet-különbségből számított hosszváltozással való korrigálás nélkül.

Az eredmények azt mutatják, hogy az első öt évben a prognosztizált és a mért adatok jól közelítenek egymáshoz. 10-15 év elteltével a hídhosszak csökkenése lelassult, a hídhosszak az elmúlt 10 évben kismértékben változtak.

A mérésből nyert adatok alapján, a leghidegebb napokon mért adatokból megállapítható, hogy az idő múlásával szá-

mított hídhossz-csökkenések lassulnak (1. ábra) és kisebbek, mint a fenntartási utasításban megadott, 25 évre prognosztizált hídhossz-csökkenések (a hídvégeknél mérhető távolságnövekmények) 125%-a.

A sín és a híd dilatációs mozgásait összehasonlítva megállapítható, hogy a szerkezetek és sínek hőmozgása nem gátolt. A sín dilatációs mozgása a híd dilatációs mozgásával összhangban van (2. ábra). A mérések, valamint a szemrevételezéses vizsgálatok alapján az ágyazat nem torlódik egyik irányba sem.

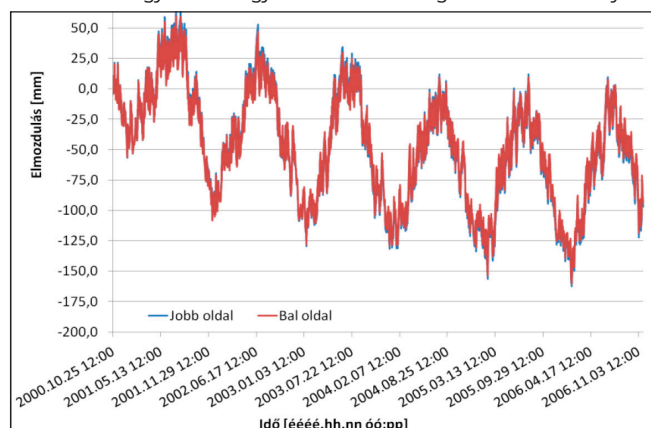
2.5 Szabadkábelek feszítőerő-változásának mérése

A szabadkábelek ellenőrzését a kábelek lehorgonyzásába beépített erőmérő hengerek leolvasásával és az előző mérési eredmények összehasonlításával végeztük a forgalomba helyezést megelőző próbaterhelés előtt és után (2000-ben), valamint 2003-ban, 2011-ben, 2014-ben és 2016-ban.

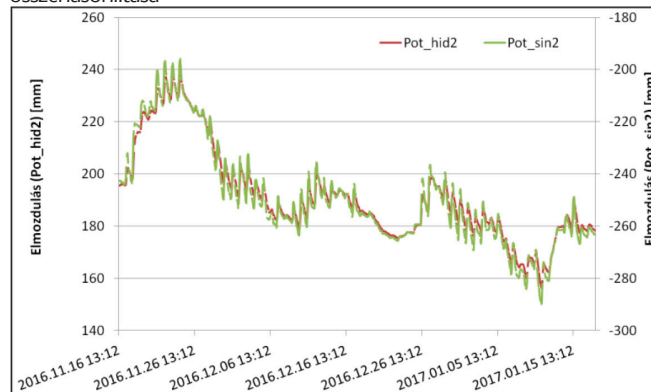
A negyedik, 2011-es mérés után az alábbi megállapítások születtek:

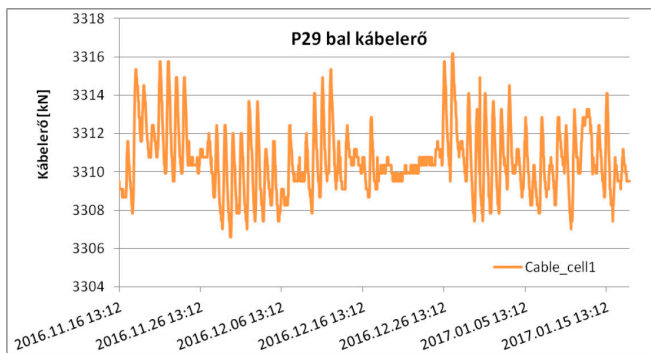
- A feszítéskori (ledugózás utáni) feszítőerők a próbaterhelés után az A jelű hídnál növekedtek, a C jelű hídnál pedig csökkentek. Ezek a változások azzal magyarázhatóak, hogy a próbaterhelés során bekövetkezett mozgások föl-szabadították a kábeltöréseknél esetleg fellépő súrlódásokat, és a feszítőkábelek „beálltak”.
- A problémát kissé bonyolítja az a körülmény, hogy a ledugózáskor a vasúti felépítmény még nem volt a hídon, bár ennek többelhatása az erőmérő celláknál alig volt érzékelhető.
- Három év elteltével az A jelű hídnál van némi csökkenés, a C jelű hídnál pedig csekély növekedés.
- A 2011. március 24-i mérés során (~10 év után) négy cellánál csökkenés mutatható ki.

1. ábra: A Nagyrákosi völgyhíd dilatációs mozgásmérési eredményei



2. ábra: A Nagyrákosi völgyhíd sín- és híddilatációs mozgásainak összehasonlítása





3. ábra: Feszítőerő-változás a Nagyrákosi völgyhíd szabadkábelében

- A számításoknál a próbaterhelés utáni állapotot vették alapul.
- A mérések alapján nem megismerhetőek az évszakváltás okozta különbségek.

A további mérések alapján megállapítható, hogy a szabadkábelben lévő feszítőerő gyakorlatilag nem változott. A feszítőkábel relaxációjából, a beton zsugorodásából és lassú alakváltozásából összeadódó, a statikai számításban $T = \infty$ időpontban figyelembe vett 10%-os feszítőerő-csökkenés egyik kábelnél sem mutatható ki.

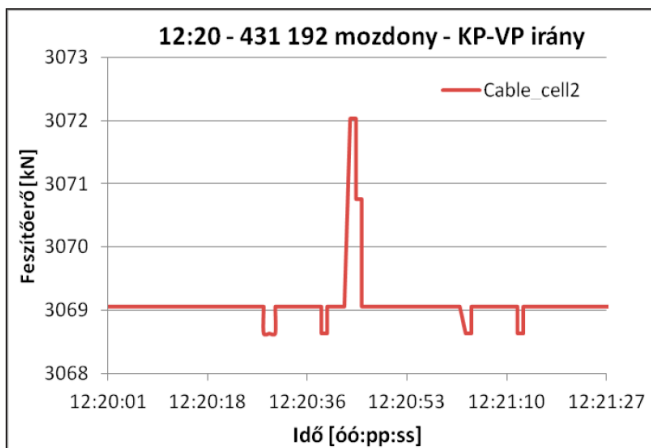
A C jelű hídnál 2016. október 21-én telepített mérőrendszer által a beépített cellákon való rendszeres mérések hasznos információkat szolgáltatnak a feszítőerők időbeni változásának meghatározásához. Az erőmérő hengerekhez kapcsolt adatgyűjtő jellemzően óránként rögzíti az adatokat (3. ábra).

Az online adatgyűjtő rendszer üzembe helyezése után tartott terheléses vizsgálat során, az adatgyűjtő mérési frekvenciáját 10 Hz-es mintavételezésre állítva, mértük a hasznos teher hatására keletkező feszítőerő-változást (4. ábra).

A híd végén a pálya $R = 2300$ m sugarú jobb ívben halad. A terheléses vizsgálatkor az ív külső oldalán lévő bal oldali kábel két végén mérhető feszültségváltozás nem volt. A hasznos teherviselésében főként az ív belső oldalán lévő, jobb oldali kábel játszott szerepet. A kábelben átlagosan 3-4 kN feszítőerő-változás volt mérhető, ami csupán 1%-nyi változást jelent.

A feszítőerő-változást hosszabb távon vizsgálva, azt a szerkezet dilatációs mozgásával összehasonlítva a következőket tapasztaltuk: A szabadkábel feszítőerőinek változásai a híd dilatációs mozgásával szintén összhangban vannak, valamint a hídhossz változásának következtében lényegesen nagyobb feszítőerő-változás lép fel, mint járműáthaladás során, mind a négy mért ponton.

4. ábra: A hasznos teher hatására keletkező feszítőerő-változás



5. ábra: Saru reakcióerő-változás mérése a Nagyrákosi völgyhídon

2.6 A saruerő változásának mérése

A hídsaruk ellenőrzését a beépített reakcióerő-mérők leolvasásával és az előző mérési eredmények összehasonlításával végeztük a forgalomba helyezést megelőző próbaterheléskor (2000-ben), valamint 2001-ben, 2005-ben, 2010-ben és 2014-ben.

A reakcióerők értéke az alépítmények függőleges mozgásának függvénye. A változások mértéke mutatja a „0”, illetve előző mérésekhez képest az alépítmények süllyedésviszonyait. A híd felszerkezetére nem káros, egyenletes alépítménysüllyedések elméletileg nem okozhatnak jelentős reakcióerő-változásokat.

2016-ban az online adatgyűjtő rendszer üzembe helyezése után tartott terheléses vizsgálat során, vonatáthaladáskor a végponti hídfő jobb saru reakcióerő-változását mértük a meglévő leolvasó egység megfigyelésével (digitális képi rögzítés, terhelt és terheletlen állapotban) (5. ábra).

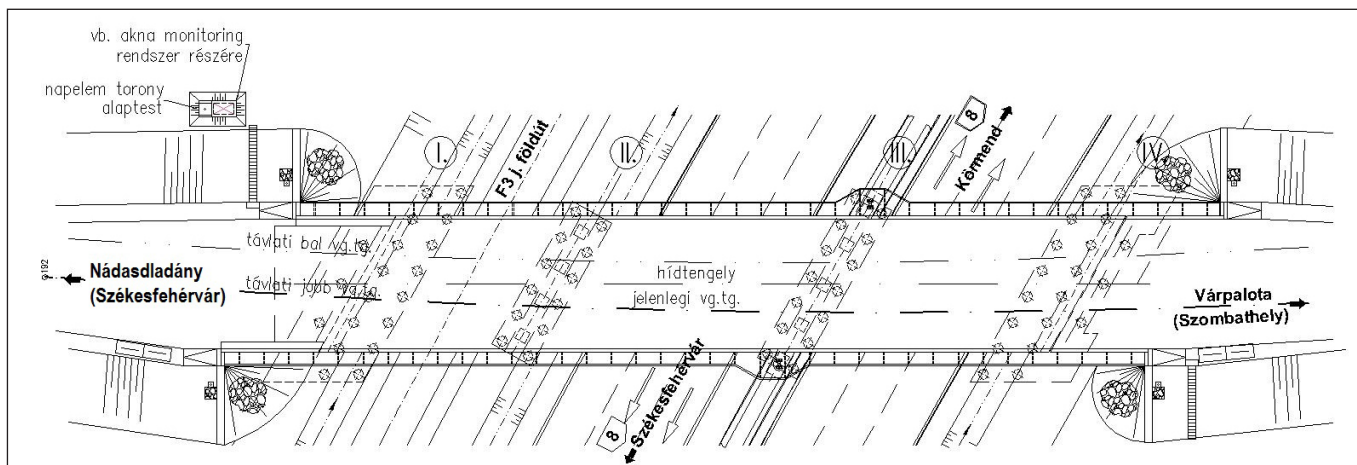
Az előző mérések során a reakcióerők mérése a sarukba beépített mérőberendezés segítségével csak a szerkezet önsúlyára (terheletlen állapotban) történt. A mérési adatokkal kapcsolatban az alábbi megállapításokat tettük:

- A vonatáthaladások után mért értékek azonnal nem álltak vissza az áthaladás előtt mért értékre, több perc elteltével kezdett csak csökkenni a kijelzett saruerő. A két V43 mozdony áthaladása között eltelt ~20 perc után is maradt 30 kN különbség a mért értékek között.
- A V43 mozdonyok alatt mért saruerő-változás 120 és 160 kN között mozgott.
- A fent leírtak alapján, valamint, hogy az egy keresztmetszetben lévő két saru reakcióerőinek egyidejű leolvasása nem megoldott, a mérési bizonytalanság akár több mint 50 kN is lehet.

Cél, hogy a C jelű híd utolsó alátámasztásain lévő sarukat bevonjuk a 2016-ban telepített online adatgyűjtő rendszerbe, és a rendszeres mérésekkel meghatározzuk a reakcióerők időbeni változását, ami csökkentheti az előző mérések bizonytalanságát is, így a reakcióerő-mérések valóban az alépítmények geodéziai mérésének kontrolljává válhatnak.

3. MONITORINGRENDSZEREK A VÁRPALOTÁT ELKERÜLŐ ÚT VASÚTI HÍDJAINÁL

A NIF Zrt. beruházásában és az SDD Konzorcium Várpalota kivitelezésében épültek meg a 8. sz., Várpalota déli elkerülő főút vasúti műtárgyai az alábbi szelvényekben:



6. ábra: A B-2. jelű híd alaprajzi elrendezése

B2 jelű vasúti híd a 8. sz. főút 25+096,27 km-szelvényében és a Székesfehérvár–Szombathely vasútvonal 192+59,65 hm-szelvényében;

B4 jelű vasúti híd a 8. sz. főút 29+349,89 km-szelvényben és a Székesfehérvár–Szombathely vasútvonal 240+94,97 hm tervezett szelvényében.

A hidak a 30,71 m koronaszélességű 8. sz. főút felett vezeték át a vasutat.

3.1 A B2 jelű híd adatai:

támaszköz: 15,00 + 22,00 + 20,50 m
szerkezeti hossz: 58,60 m
a felszerkezet szélessége: 13,18 m
a keresztezési szög: 60°

A hídszerkezet a végleges állapotát két ütemben fogja elnyerni.

Az első ütemben (a híd építésekor) a hídon egy vágány épült, ami későbbi vasútfejlesztés során bővül újabb vágánnyal. A hídszerkezet a távlati pályakialakításhoz igazodóan épült meg, R = 800 m sugarú ívben (6. ábra).

A híd felszerkezete háromnyílású, folytatólagos négytámaszú, acél tartóbetétekkel együttdolgozó monolit vasbeton lemez, ágyazatátvezetéssel, keresztmetszete a 7. ábrán látható.

Az I. jelű hídfejre fix, a közbenső támaszokra és a IV. jelű hídfejre két irányban mozgó sarukat építettek be.

A hídszerkezetek hídfői és közbenső támaszai cölöpalapozással készültek. A műtárgy helyén a vasúti töltést 4,8 m magas háttöltéssel szélesítették, aminek következtében a várható süllyedés 7 cm volt.

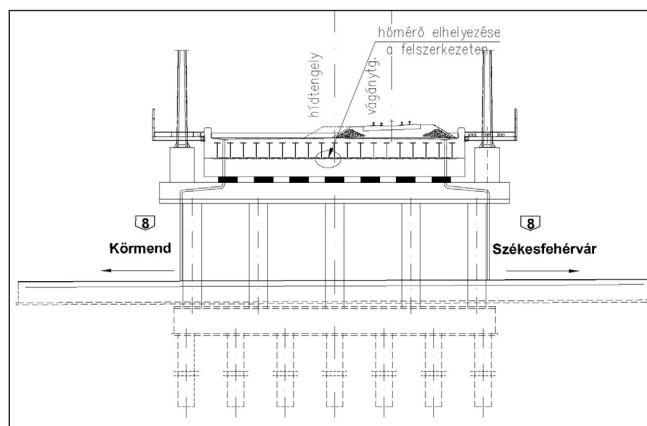
3.2 A B4 jelű híd adatai

támaszköz: 18,00 (13,79) + 21,80 (16,70) + 21,00 (16,09) m
szerkezeti hossz: 66,75 m
a felszerkezet szélessége 19,18 m
a keresztezési szög: 50°

A hídszerkezet a végleges állapotát két ütemben fogja elnyerni.

Az első ütemben a hídon két vágány épül haránt irányban, ez későbbi vágánykorrekció során újabb vágánnyal bővül (8. ábra). A hídszerkezet a távlati pályakialakításhoz igazodóan épült meg (9. ábra).

A híd felszerkezete háromnyílású, folytatólagos négytámaszú, acél tartóbetétekkel együttdolgozó monolit vasbeton



7. ábra: A B-2 j híd keresztmetszeti elrendezése

lemez ágyazatátvezetéssel. Az A jelű hídfőre fix, a közbenső támaszokra és a D jelű hídfőre két irányban mozgó sarukat építettek be.

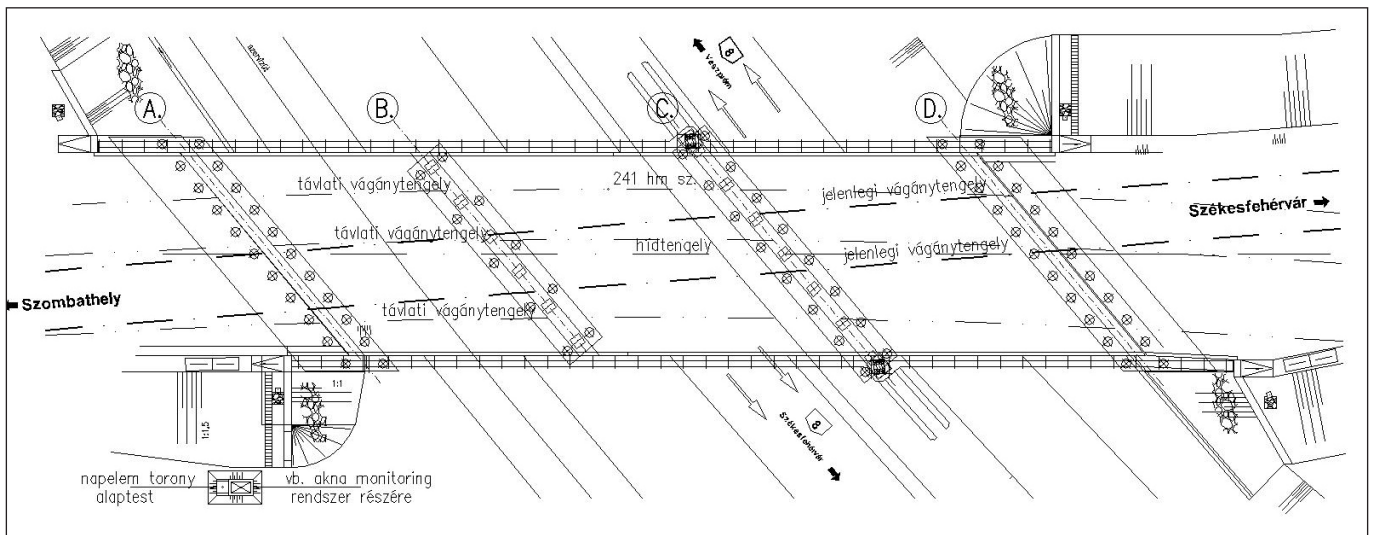
A hidakon a vasúti pályatest helyzete a vasútvonal korszerűsítése során változik, ezért a felszerkezet egybe betonozott acél tartóbetétes vasbeton lemez, hogy a felszerkezet minden pontja alkalmas legyen a vasúti pálya terheinek korlátozás nélküli viselésére.

A hidak tervezésekor azt vételeztük, hogy a nagy ferdeségű, többtámaszú monolit szerkezetek az aléptémeny mozgására fokozottan érzékenyek, ezért ennek nyomon követése céljából kértük a szerkezet támaszmozgásának a figyelését, amit közvetlenül a sarukon átadódó függőleges reakcióerő-változásból láttunk követhetőnek, ugyanis a reakcióerő-változás már minimális mozgások esetén is jelez, és jól mérhető, nyomon követhető. Ezért olyan Mageba gyártmányú sarukat építettünk be a hídszerkezet alá, amelyek alkalmasak a sarureakció mérésére. Az SDD Konzorcium alvállalkozójaként a Metalelektro Mérés-technikai Kft. készítette el a monitoring-rendszerhez az eszközök telepítési tervét. Ennek alapján telepítettek sarureakció mérő, hőmérsékletmérő és a rendszer működésének távmenedzselését biztosító berendezéseket. A mérőrendszer elvi kialakítása az 10. ábrán látható.

A sarureakció mérése céljából hidanként 8-8 db nyomásérzékelővel szerelt saruk elhelyezését a B2 hídnál a 11. ábra, míg a B4 hídnál a 12. ábra, a beépített mérőcellás sarut a 13. ábra mutatja.

A saruk jeleinek fogadása, rögzítése és elküldése a MÁV szervertől óránként, internetes kapcsolattal történik. A hőmérséklet mérésére hidanként egy-egy szerkezeti hőmérőt telepítettek a felszerkezetbe a 14. ábrán látható módon.

A hőmérsékletmérés a szerkezetben 20 cm mély 10 mm-es furatban történik, a hőmérőt dübellel rögzítették. A szolgáltatott adatot, a szerkezet hőmérsékletét (°C-ban) rögzítik. A

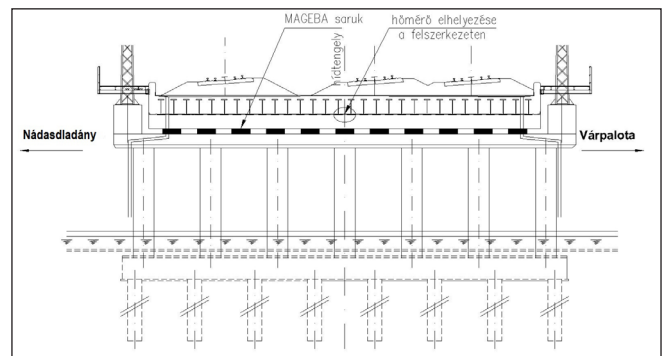


8. ábra: A B-4 jelű híd alaprajzi elrendezése

monitoringrendszer-üzemelés hidankénti 1700 Wh/hét energiaigényét, 3 m² felületű napenergia torony biztosítja (15. ábra). Az akkumulátorokat, az adatgyűjtő és -továbbító rendszert közvetlenül a torony mellé épített monolit vasbeton aknába telepítették (16. ábra).

Az aknákat a B2-es híd mellett a Székesfehérvár felőli hídfő bal oldali részülábánál, míg a B4-es hídnál a Szombathely felőli hídfő szintén bal oldali részülábánál helyezték el a részülábtól 1,0 m távolságra, a terepszintből 0,5 m-re kiemelve, a külső oldalfala mentén távolodva eső rézsús földmű kialakítással, hogy védjék a felszíni vizektől.

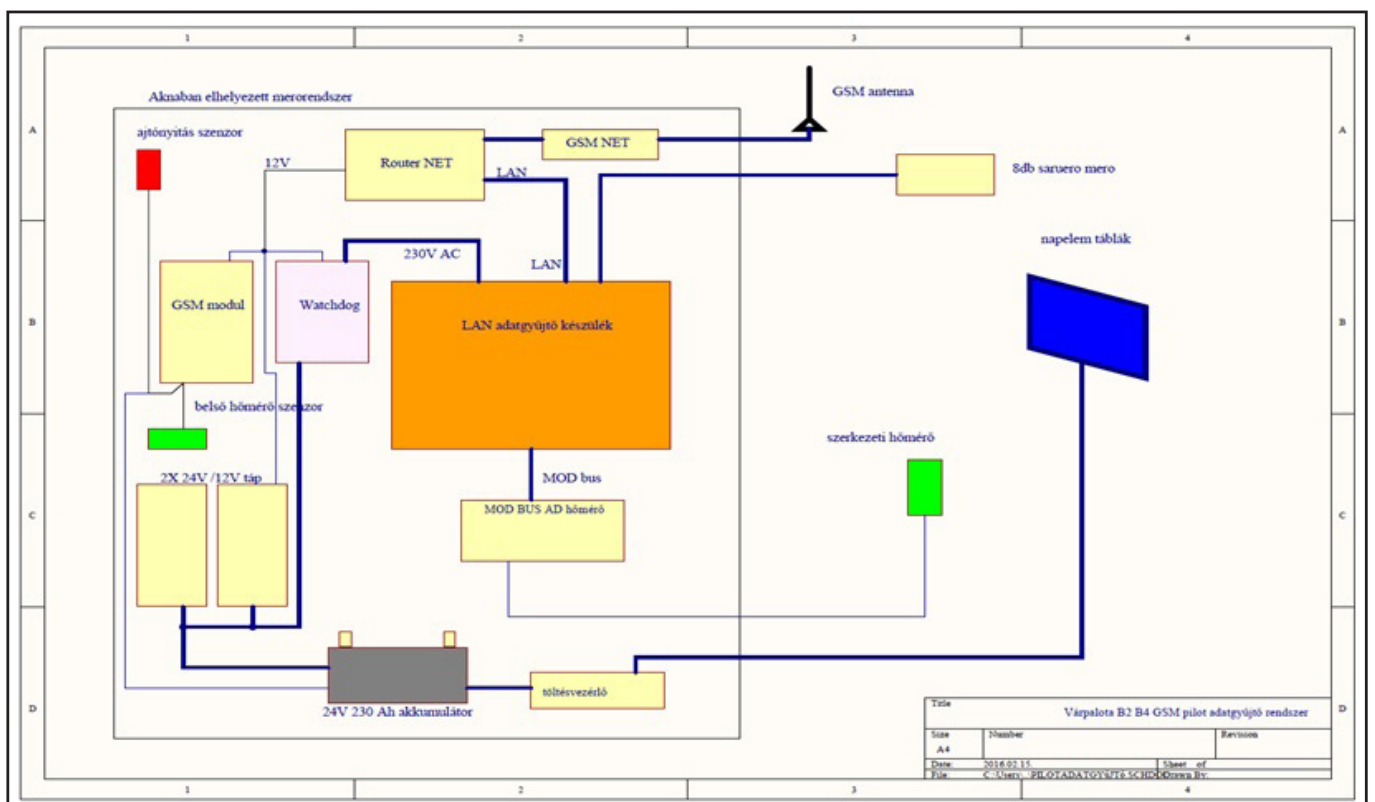
A mérőrendszert az internetes GSM kapcsolaton kívül egy biztonsági belső akkumulátorral GSM távjelzővel is ellátták annak érdekében, hogy a napenergia akkumulátorok feszültségkiesése esetén is tudjon riasztást küldeni. Tájékoztató a rendszer hibáiról, áramkimaradásról, továbbá szabotázs vagy rongálás esetén is. A MÁV Zrt. Szolgáltató Központ IT szerverén futó alkalmazás segíti a telepített műszerek működőképességének távoli menedzselését úgy, hogy SMS-t küld a GSM távjelzőnek,

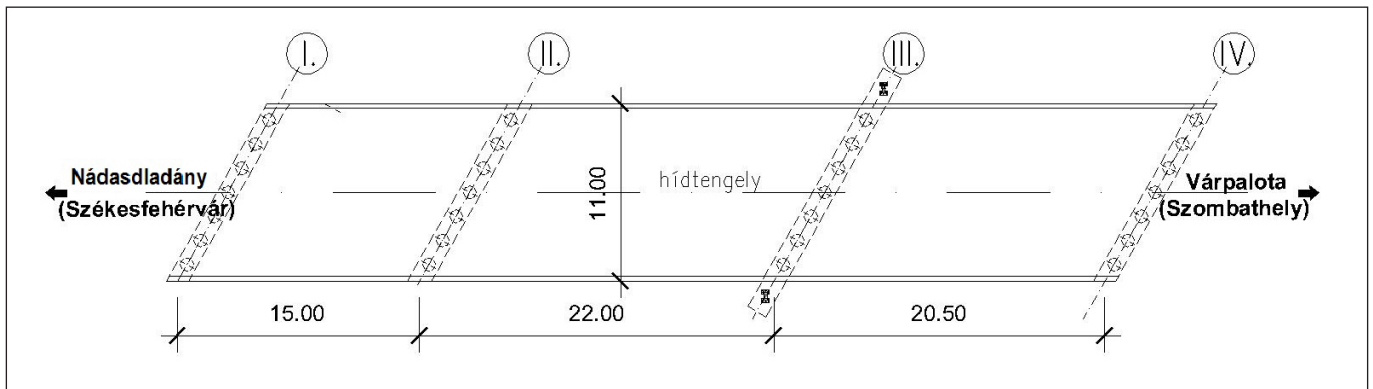


9. ábra: A B-4 jelű híd keresztmetszeti elrendezése

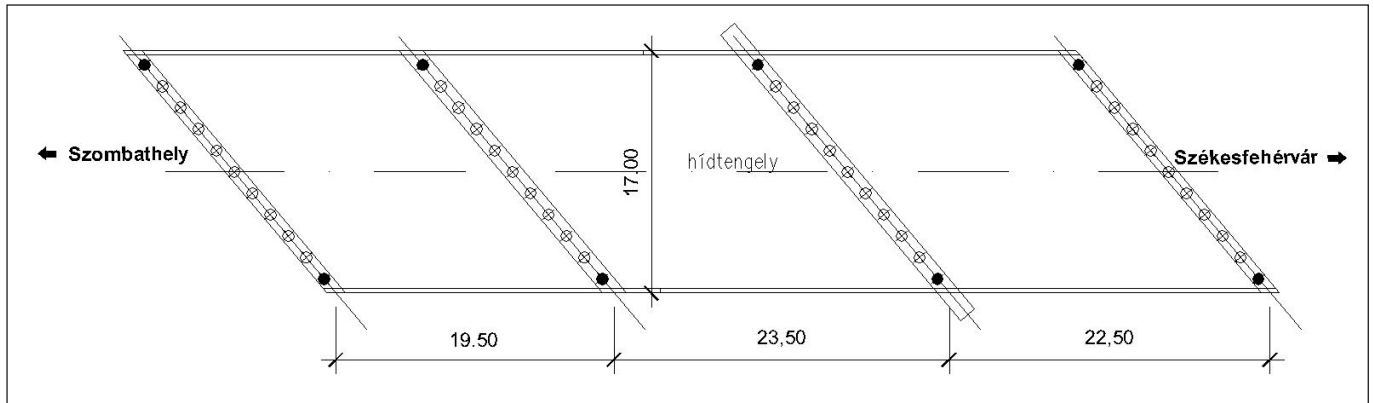
amely felébreszti az adatgyűjtő rendszert a készenléti állapotból. Interneten keresztül hozzáférést biztosít az adatgyűjtőhöz. A mérési adatokat a berendezés a helyszínen tárolja, ezeket a szerver is lekérdezi és eltárolja. A következő SMS-sel a mérőrendszer ismét alvó állapotba állítható. Az adatgyűjtő paraméterei távolról is állíthatók, működőképessége ellenőriz-

10. ábra: A mérőrendszer elvi kialakítása





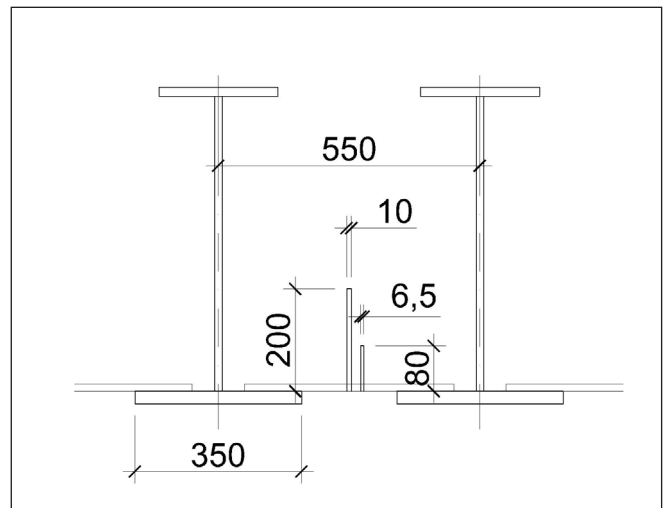
11. ábra: A mért saruk elrendezése a B-2. jelű hídnál



12. ábra: A mért saruk elrendezése a B-4 jelű hídnál



13. ábra: A mérősarú képe



14. ábra: Hőmérő elhelyezése a felszerelésben

hető, az SD kártyáról az adatok közvetlenül is letölthetők. A mérőelemek vezetékeit a mérőelemektől a híd hosszában futó kábelezésig gégecsőben a betonszerkezethez rögzítették. A híd hosszában a vezetékek KPE védőcsőben futnak, mindkét hídnál a vasúti szelvényezés szerint baloldalon, a járórács alatt.

Az egyes mérőelemek jelfeldolgozása, digitalizálása, az adatok rögzítése és továbbítása az aknában, zárt szekrényben elhelyezett mérő adatgyűjtő rendszerben történik. Ide futnak be a napelemek kábelei is, és itt helyezték el a töltésvezérlőt és az akkumulátort is.

A terepi mérő-, jelfeldolgozó eszközök a Szombathelyi Területi Igazgatóság üzemeltetési körébe kerültek.

A berendezések felügyeletét a hidász szakasz, karbantartását és a mérési eredmények kiértékelését a MÁV KfV Kft. végzi.

A tapasztalat alapján meghatározott értesítésre, riasztásra a szoftverben definiáltan kerül sor.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A monitoring-rendszerek elvárt élettartama több mint 15 év. A Nagyrákosi völgyhíd vizsgálati során szerzett tapasztalatok alapján a telepített monitoring eszközök megfelelő karbantartás mellett megbízhatóan, az elvárt pontossággal képesek működni.

Ezeket a régi rendszereket, valamint az újonnan telepített rendszereket is bővíteni, korszerűsíteni lehet az új igényeknek megfelelően.

5. HIVATKOZÁSOK

Wellner P. – Mihalek T. (2000), „A magyar-szlovén vasútvonal völgyhídjai (2. rész) A hídszerkezet általános ismertetése”, *VASBETONÉPÍTÉS* 2000/1, pp. 20-25

Vörös J. (2001). „A magyar szlovén vasútvonal völgyhídjai (6. rész) A hídszerkezetek próbaterhelése”, *VASBETONÉPÍTÉS* 2001/1, pp. 15-23



15. ábra: Az üzemeltetést kiszolgáló napelemek

Erdődi L. Z. (2018), „Monitoring rendszerek a Várpalotát elkerülő út vasúti hídjainál Vasúti hidak a MÁV Zrt. Szombathelyi Igazgatóság és a GYSEV Zrt. területén” (Vasúti Hidak Alapítvány Szombathely 2018) Könyvsorozat 6. kötet Vasúti hidaknál alkalmazott monitoring rendszerek c. fejezet pp.431-438

Metalelektro Kft. által készített dokumentáció 2000. MÁV Zrt. híd tervtár
A hidak nyilvántartási tervei MÁV Zrt. híd tervtár

Erdei Balázs hidász mérnök 2009-ben diplomázott a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Karán Hid és műtárgy szakirányon. 2009 júniusától dolgozik a MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft.-nél, ahol 2013 szeptemberétől csoportvezető. 2014-ben a Pannon Egyetemen korrózióvédelmi szakmérnöki diplomát szerzett. Meglévő hidak időszakos és rendkívüli vizsgálatával, hidak felújításánál, karbantartásánál végzett vizsgálatokkal, valamint forgalomba helyezés előtti hídvizsgálatokkal, próbaterhelésekkel foglalkozik. 2018 augusztusától a MÁV Központi Felépítményvizsgáló Kft. osztályvezetője.

Erdődi László Zoltán hidász mérnök. A győri KTMF-án hidépítési és fenntartási üzemmérnöki, a BME Építőmérnöki Karon okleveles szerkezetépítő mérnöki, majd a BME Közlekedésmérnöki Karon közlekedési manager gazdasági mérnök képesítést szerzett. 1978-tól a MÁV-nál dolgozik a hidász művezető beosztástól a hidász főépítésvezető, területi hídszakértő, osztályvezető, jelenleg műszaki szaktanácsadó munkakörökben. A MÁV korszerű hídgazdálkodását segítő rendszer, a MÁV HGR életre hívásának, és a hidakon alkalmazott monitoring rendszerek üzemeltetésének, fejlesztésének elkötelezett híve.



16. ábra: Az akna belső kialakítása

MONITORING SYSTEMS APPLICABLE AT RAILWAY BRIDGES

Balázs Erdei – László Zoltán Erdődi

In the course of the operation of MÁV Co's bridge stock the appearance and application of modern inspection systems enabled the continuous tracking of the bridge structures' change of state. The more precise determination of the momentary state and on the base of the state its life expectancy and bearing capacity became more and more important also from operator's point of view. The aim is that in the course of the inspection the deterioration processes could be determined in time and the necessary interventions could be planned in appropriate time.

BETONTÍPUSOK, FOGALMAK, JELÖLÉSEK, ÚJDONSÁGOK

AZ MSZ 4798:2016, MSZ 4798:2016/1M:2017 ÉS MSZ 4798:2016/2M:2018 BETONSZABVÁNY NÉHÁNY FEJEZETÉNEK ÉRTELMEZÉSE

2. RÉSZ: BETONOK SZABVÁNYOS JELÖLÉSE, BETONTERMÉK, BEDOLGOZÁSI KONZISZTENCIA, BETONTECHNOLÓGIAI MUNKAMENETTERV



Dr. Balázs L. György – Dr. Kausay Tibor

DOI: 10.32969/VB.2019.4.2

Az MSZ EN 206-1:2002 szabványt a közelmúltban az MSZ EN 206:2014, illetve az MSZ EN 206:2013+A1:2017 szabvány váltotta fel. Ez szükségessé tette az MSZ 4798-1:2004 nemzeti alkalmazási dokumentum új szabványokra (MSZ 4798:2016 és MSZ 4798:2016/1M:2017) cserélését, és egyidejűleg lehetővé tette az újabb hazai betontechnológiai szempontok beépítését az MSZ 4798:2016 szabványba, és azok finomítását az MSZ 4798:2016/2M:2018 szabványban. E cikk e betonszabványok 2014-2018. évi változásairól szóló cikksorozat 2. része, az 1. rész a Vasbetonépítés XX. évfolyam 2018/1. számának 16-22. oldalán jelent meg (Balázs L. – Kausay, 2018/1).

Kulcsszavak: szabvány, beton, beton jele, transzportbeton, előregyártott beton, szerkezeti osztály, betontermék, kiindulási beton, folyósító adalékszeres beton, konzisztencia, eltarthatóság, betontechnológiai munkamenetterm, beton nyomószilárdsági teherbírása, a fagyasztási veszteség térfogategyenlőségi átszámítási tényezője

1. BEVEZETÉS

Alapvetés, hogy a friss betonból vett minták próbatestjeinek vizsgálati eredményei – akkor is, ha a vizsgálatot a már megszilárdult beton próbatesteken végzik – a szóban forgó friss beton tulajdonságait, a megszilárdult betonból vett minták próbatestjeinek vizsgálati eredményei az adott korú megszilárdult beton tulajdonságait jellemzik. Minthogy a beton tulajdonságai a beton időben változó szövetszerkezetétől függenek, következik, hogy a betonra és környezetére vonatkozó fizikai, kémiai vizsgálati eredmények, adatok, valamint a felhasználásukkal képzett betonosztályok, mint például a nyomószilárdsági osztályok, testsűrűségi osztályok, konzisztencia osztályok – a karbonátosodás, a kloridok, a fagyás és olvasztás, az agresszív vizek és folyadékok, a koptatás, a vízfelvétel és víznyomás hatását leíró – környezeti osztályok nem választhatóak el a jellemzett beton korától, aminek következtében a betonkortól a beton ezekből összeállított jele sem függetleníthető.

A beton „szabványos jele”, „szabványos jelölése” kifejezés a friss betonból vett minták és a laboratóriumi sablonban készített próbatestek tulajdonságait tükröző jel, jelölés megnevezése, amely a szerkezetben vagy elemgyári sablonban megszilárdult monolit beton-, vasbeton- és fészített vasbetonszerkezet, vagy előregyártott elem *betonjának* pillanatnyi („valós idejű”) állapotáról tájékoztatást nem ad, amely jel a szerkezetbe vagy előregyártott elembe beépített szilárd beton 28 napos, illetve átadás-átvétel kori, MSZ 4798:2016 szabvány szerinti sajátja, és amelyre a szerkezet vagy előregyártott elem szilárd betonjából származó próbatestek vizsgálati eredményének értékelése során legfeljebb csak múltidőben szabad hivatkozni. A szerke-

zetbe vagy előregyártott elembe beépített betonok vizsgálatkori tulajdonságai azok jellegétől függően a vizsgálati eredmények átlagával, szórásával, karakterisztikus (jellemző) értékének megadásával, és nem a beton szabványos jelével vagy e jel tagjaival írhatóak le.

Az MSZ 4798:2016 betonszabvány 1. fejezetében írják, hogy „Ez a szabvány a betonra mint termékre vonatkozik, és nem vonatkozik a szerkezetbe már beépített betonra”; és az MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2 méretezési szabvány 3.1.2. szakaszában, hogy az Arrhenius-féle összefüggést „egy nem megfelelő referenciaszilárdság visszamenőleges igazolására általában nem szabad alkalmazni, még az utószilárdullás figyelembevételével sem”. Ugyanez vonatkozik a nyomószilárdsági osztály jelére is, amely a beton jelének legfőbb megtestesítője.

2. BETONOK SZABVÁNYOS JELÖLÉSE

A beton szabványos jelölése a beton legfontosabb elérendő tulajdonságait összefoglaló alapvető, irányt mutató „adat-hordozó”, amely a vasbetonépítményt létrehozó beruházó, építető, szerkezettervező, betontechnológus, betongyár, betonelemgyár, kivitelező és megfelelőség tanúsító között nélkülözhetetlen betontechnológiai kapcsolatot teremt.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint a beton jele a következő tagokból áll (a beton jele tagjainak sorszámát fekete körben tüntettük fel, ha azok szerepeltetése kötelező, és fehér körben, ha azok a beton jelében feltételesen szerepelnek):

- ① *Nyomószilárdsági osztály* betűjellel és két számjellel (számértékkel) kifejezett jele, például szokványos (közönséges, normál) beton esetén: C30/37, könnyűbeton esetén: LC30/33.

Megjegyzések:

- Nehézbeton esetén például a HC betűjel használatát – következetessége és gyakorlathiassága ellenére – a szabvány nem írja elő, így a gyakorlatban helyette általában a C betűjelet alkalmazzák.
- A nyomószilárdsági osztály jelében szereplő első, a tört vonal előtt álló számjel a $\varnothing 150 \times 300$ mm méretű, laboratóriumi sablonban készített, kizsaluzás után végig víz alatt tárolt és vizes állapotú, nem csiszolt nyomott felületű, 28 napos korú beton próbahengerek nyomószilárdságának $f_{ck,cyl}$ jelű előírt karakterisztikus (jellemző) értéke, N/mm² (MPa) mértékegységben.
- A nyomószilárdsági osztály jelében szereplő második, a tört vonal után álló számjel a 150 mm élhosszúságú, laboratóriumi sablonban készített, kizsaluzás után végig víz alatt tárolt és vizes állapotú, eredeti sablonoldali nyomott felületű, 28 napos korú beton próbakockák nyomószilárdságának $f_{ck,cube}$ jelű előírt karakterisztikus (jellemző) értéke, N/mm² (MPa) mértékegységben.
- Egyazon előírt karakterisztikus (jellemző) érték vagy nyomószilárdsági osztály az alulmaradási tágasságra vonatkozó szabványintézkedéstől függően más-más előírt átlagos nyomószilárdsági értéket takarhat, mint azt például az MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2 és MSZ EN 206:2013+A1:2017, illetve az utóbbit követő MSZ 4798:2016 szabvány O mellékletének példája mutatja. Az MSZ 4798:2016 szabvány O melléklete szerinti nagyobb elfogadási valószínűséghez (mintegy 70%), illetve kisebb alulmaradási tágassághoz kisebb átlagos nyomószilárdság tartozik, mint az MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2 szabvány szerinti kisebb elfogadási valószínűséghez (mintegy 50%), illetve nagyobb alulmaradású tágassághoz (*Kausay*, 2006/2, 2013).

- ①⁺ Ha a nyomószilárdságot közel 50% elfogadási valószínűség mellett – az MSZ 4798:2016 szabvány P melléklete szerint, az Eurocode 2 szabvány alapján – értékelik és ellenőrzik, akkor függetlenül a nyomószilárdság nagyságától a nyomószilárdsági osztály ① szerinti jele után mindig fel kell tüntetni az 50%-os elfogadási valószínűségre utaló AC₅₀(H) kísérőjelet, például: C30/37-AC₅₀(H).

Megjegyzés:

Az AC₅₀(H) kísérőjelet szóköz (space) nélkül kötőjellel írjuk a nyomószilárdsági osztály jele után, ezzel is hangsúlyozva e jelek egymáshoz tartozását, eszmei elválaszthatatlanságát.

- ② Ha a beton könnyűbeton, akkor a szilárd *könnyűbeton testsűrűségi osztályának* jele, például: ρ_{LC} 1,8.
- ③ *Környezeti osztály vagy osztályok* jele, például: XC4, vagy több környezeti osztály esetén: XC4 – XF1 – XA2.

Megjegyzések:

- Ha a környezeti osztályhoz tartozó ajánlott legkisebb nyomószilárdsági osztály csak a beton 28 napos kora után, az utószilárdulás folyamán, 90 napos korra teljesül – és ezt írásban igazolják –, akkor azt a környezeti osztály jelében „90” alsó indexszel kell jelezni. Például: XD2₉₀(H). Ebben az esetben a beton jelében meg kell adni az alkalmazandó cement jelét is.
- Ha valamely környezeti osztályt magyar nemzeti

szabvány vezet be, akkor a környezeti osztály jelében fel kell tüntetni *Magyarország nevének rövid jelét* (H), például: X0b(H), X0v(H), XD2₉₀(H), XF2(H), XA5(H), XK1(H), XV0(H), XV1(H).

Ezt a szabályt kell alkalmazni a magyar szabványok bevezette egyéb jelölések esetén is, olykor alsó indexbe írva a H betűt, például: $f_{ck,cube,H}$ (MSZ 4798:2016/2M:2018).

Ha a jelet másik magyar szabályozó irat vezet be, akkor ugyanígy kell eljárni.

- ④ Adalékanyag névleges *legnagyobb szemmagyságának* a számértéke, például: 24 mm.
- ⑤ Ha a beton adalékanyaga nem homokos kavics, az *adalékanyag megnevezése*, amellyel a beton készül, például: zúzottkő és megadva annak fajtáját (például bazalt zúzottkő, andezit zúzottkő, dolomit zúzottkő stb.), vagy barit, duzzasztott agyagkavics stb.
- ⑥ *Konzisztencia osztály* jele, például: F3; vagy a konzisztencia jele a mérőszám határértékeivel, például: F3 (420-480 mm), vagy a konzisztencia jele a mérőszám átlagértékével és a tűréssel például: F3 (450±30 mm).

Megjegyzések:

- A konzisztencia osztály jele a kivitelezővel kötendő szerződésben akkor is egyértelműen (egyetlen jellel) rögzítendő, ha a beton jelének megadásakor vagy a betontervezés során a konzisztencia mérési módszer mibenléte még nem volt ismert, és az előíró vagy tervező a konzisztencia jelét két mérési módszerhez illesztve is megadta, például területméréssel: F3 és alternatívaként roskadásméréssel: S2.
- Az önterülő-öntömörődő beton konzisztenciáját az MSZ 4798:2016 szabvány öntömörődő betonokra vonatkozó konzisztencia osztályainak jelével kell megadni.

- ⑦ Ha a betonnak a *cement* tömegére vonatkoztatott megengedett *kloridiontartalma* 0,2 tömeg% – útbeton esetén 0,4 tömeg% (MSZ EN 13877-1:2013) – akkor azt a beton jelében nem kell megadni, ha ennél kisebb, akkor a megengedett kloridiontartalom jelét a beton jelében szerepeltetni kell, például feszített vasbeton esetén: C1 0,10.
- ⑧ Ha a kiíró követelményként megadja a *cement* minőségét és esetleg a *II. típusú kiegészítőanyag* minőségét is, akkor annak, illetve azok jelét a beton jelében fel kell tüntetni (például: CEM I 42,5 vagy CEM I 42,5 – Szilikapor).
- ⑨ Ha a beton *tervezési élettartama* 50 év, akkor a tervezési élettartamot a beton jelében nem kell megadni, ha ettől eltérő (például 100 év), akkor azt a beton jelében fel kell tüntetni.
- ⑩ A beton jele végén szerepeltetni kell a szabvány vagy szabványok jelzetét az évszámmal együtt, például: MSZ 4798:2016; vagy MSZ 4798:2016, MSZ 4798:2016/2M:2018

A betonjel tagjait egymás után, két szóköz (space) közé írt gondolatjel (hosszú kötőjel) közébeiktatásával tüntetjük fel, - ha a beton nyomószilárdságát mintegy 70% elfogadási valószínűség mellett értékelik és megfelelőségét az MSZ4798:2016 szabvány O melléklete szerint ellenőrzik, akkor például így:

① – ② – ③ – ④ – ⑤ – ⑥ – ⑦ – ⑧ – ⑨ – ⑩

- ha a beton nyomószilárdságát közel 50% elfogadási valószínűség mellett értékelik és a megfelelőségét – az Eurocode 2 szabvány előírásához közelítve – az MSZ 4798:2016 szabvány P melléklete szerint ellenőrzik, akkor például így:

①⁺ – ② – ③ – ④ – ⑤ – ⑥ – ⑦ – ⑧ – ⑨ – ⑩

A tervezői műszaki leírásnak, a betontechnológiai előírásnak,

illetve a beton megrendelő és szállítási dokumentumának a *beton jelen kívül* tartalmaznia kell minden olyan követelményt, amelyet az építmény vagy a beton készítésével, illetve átadás-átvételével kapcsolatban a beton jelen kívül előírnak. Ilyen például a betont befogadó építmény szerkezeti osztálya, a beton nyomószilárdsága karakterisztikus (jellemző) értékének kiszámításához szükséges alulmaradási tényező fajtája, illetve bármilyen más, a beton minőségével kapcsolatos egyéb követelmény (például szulfátállóság, szikramentesség, a figyelembe vett műszaki előírás vagy irányelv jelzete évszámmal együtt stb.).

Példák a beton MSZ 4798:2016 szabvány szerinti jelére:

1. *példa:* Annak a C30/37 nyomószilárdsági osztályú betonnak a jele, amelyből építményen belüli vasbeton keretszerkezet épül, névleges legnagyobb szemmagysága $D_{\max} = 24$ mm, konzisztenciája képlékeny és területi mértéke 420-480 mm közé esik, tehát konzisztencia osztálya F3, a következő:

C30/37 – XC3 – 24 – F3 – MSZ 4798:2016

2. *példa:* Annak a C30/37 nyomószilárdsági osztályú betonnak a jele, amelynek nyomószilárdságát 50% elfogadási valószínűség mellett értékelték, és amelyből csúszózsálas építésmóddal CEM I 42,5 N-SR 0 szulfátálló portlandcement- és szilikaportartalmú vasbeton siló épül, névleges legnagyobb szemmagysága $D_{\max} = 24$ mm, konzisztenciája a kissé képlékeny és a képlékeny határán van és tömörítési mértéke 1,11-1,25 közé esik, tehát konzisztencia osztálya C2, megengedett kloridiontartalma a cement tömegszázalékában kifejezve 0,2 tömeg%, a következő:

C30/37-AC₅₀(H) – XC4 – XD1 – XF1 – XA5(H) – XK1(H) – 24 – C2 – Cl 0,20 – CEM I 42,5 NSR 0 – Szilikapor – MSZ 4798:2016 és MSZ 4798:2016/2M:2018

3. *példa:* Annak a C30/37 nyomószilárdsági osztályú, légbuborékképző adalékszerrel gyártott betonnak a jele, amelynek nyomószilárdságát 50% elfogadási valószínűség mellett értékelték, és amelyből fagy és sózás hatásának kitett vasbeton híd pályaszegélye készül, névleges legnagyobb szemmagysága $D_{\max} = 32$ mm, konzisztenciája képlékeny és területi mértéke 450±30 mm, konzisztencia osztálya F3, a következő:

C30/37-AC₅₀(H) – XC4 – XF4 – XK2(H) – 32 – F3 – MSZ 4798:2016 vagy

C30/37-AC₅₀(H) – XC4 – XF4 – XK2(H) – 32 – F3 (450±30 mm) – MSZ 4798:2016

4. *példa:* Annak a C35/45 nyomószilárdsági osztályú betonnak a jele, amelynek az erőtani méretezés szerint szükséges nyomószilárdsági karakterisztikus (jellemző) értéke $f_{ck,cyl} = 35$ N/mm² (a környezeti hatás miatt C30/37 nyomószilárdsági osztályú beton is megfelelne) és nyomószilárdságát 50% elfogadási valószínűség mellett értékelték, amely betonból esőtől védett helyen álló feszített vasbeton gerenda készül, névleges legnagyobb szemmagysága $D_{\max} = 24$ mm, konzisztenciája képlékeny és területi mértéke 420-480 mm közé esik, tehát konzisztencia osztálya F3, CEM I 52,5 szilárdsági osztályú portlandcementtel készül, tervezési élettartama 100 év, a következő:

C35/45-AC₅₀(H) – XC3 – 24 – F3 – CEM I 52,5 – 100 év – MSZ 4798:2016 vagy

C35/45-AC₅₀(H) – XC3 – 24 – F3 (420-480 mm) – CEM I 52,5 – 100 év – MSZ 4798:2016

5. *példa:* Annak a C40/50 nyomószilárdsági osztályú, légbuborékképző adalékszer nélkül gyártott fagy- és olvasztósóálló, kopásálló bazaltbetonnak a jele, amelynek nyomószilárdságát 50% elfogadási valószínűség mellett értékelték, és amelyből fagy és sózás hatásának, valamint koptatóhatásnak kitett beton térburkolat készül, névleges legnagyobb szemmagysága $D_{\max} = 32$ mm, konzisztenciája képlékeny és területi mértéke 420-480

mm közé esik, konzisztencia osztálya F3, a következő:
C40/50-AC₅₀(H) – XC4 – XF4(H) – XK3(H) – 32 – bazalt zúzottkő – F3 – MSZ 4798:2016 vagy

C40/50-AC₅₀(H) – XC4 – XF4(H) – XK3(H) – 32 – bazalt zúzottkő – F3 (450±30 mm) – MSZ 4798:2016

6. *példa:* Annak a C35/45 nyomószilárdsági osztályú betonnak a jele, amelynek nyomószilárdságát 50% elfogadási valószínűség mellett értékelték, és amelyből párás, ritkán száraz légtérű uszoda vasbeton keretszerkezete készül, névleges legnagyobb szemmagysága $D_{\max} = 24$ mm konzisztenciája képlékeny és területi mértéke 420-480 mm közé esik, tehát konzisztencia osztálya F3, a következő:

C35/45-AC₅₀(H) – XC2 – XD2 – 24 – F3 – MSZ 4798:2016

7. *példa:* Annak a C25/30 nyomószilárdsági osztályú betonnak a jele, amelyből fagyhatár alatti, talajvízszint feletti vasbeton sávalap készül, vízfelvétele legfeljebb 4 tömeg%, névleges legnagyobb szemmagysága $D_{\max} = 32$ mm, konzisztenciája képlékeny és a tervezés idején ismeretes, hogy a konzisztenciát roskadással mérve fogják meghatározni, és a roskadási mértéknek 50-90 mm közé kell esnie, tehát konzisztencia osztálya S2, a következő:

C25/30 – XC2 – XV0(H) – 32 – S2 – MSZ 4798:2016 és MSZ 4798:2016/2M:2018

8. *példa:* Annak a C16/20 nyomószilárdsági osztályú betonnak a jele, amelyből káros környezeti hatásnak ki nem tett vasalt beton pincealap készül, névleges legnagyobb szemmagysága $D_{\max} = 48$ mm, konzisztenciája kissé képlékeny és a tervezés idején ismeretes, hogy a konzisztenciát roskadással mérve fogják meghatározni és a roskadási mértéknek 1040 mm közé kell esnie, tehát konzisztencia osztálya S1, a következő:

C16/20 – X0v(H) – 48 – S1 – MSZ 4798:2016

9. *példa:* Annak az LC12/13 nyomószilárdsági osztályú könnyűbetonnak a jele, amelynek a testsűrűsége szilárd állapotban 1601-1800 kg/m³ közé esik, adalékanyaga duzzasztott agyagkavics, és amelyből beltéri könnyűbeton teherbíró fal épül, névleges legnagyobb szemmagysága $D_{\max} = 16$ mm, konzisztenciája a kissé képlékeny és a képlékeny határán van, tömörítési mértéke 1,11-1,25 közé esik, **konzisztencia osztálya**nak jele a tömörítési mérték jelével kifejezve C2, a következő: LC12/13 – D1,8 – X0b(H) – 16 – duzzasztott agyagkavics – C2 – MSZ 4798:2016 vagy LC12/13 – D1,8 – X0b(H) – 16 – duzzasztott agyagkavics – C2 (1,25-1,11) – MSZ 4798:2016

10. *példa:* Annak a szilárd állapotban 1401-1600 kg/m³ testsűrűségű, LC40/44 nyomószilárdsági osztályú könnyűbetonnak a jele, amelynek nyomószilárdságát 50% elfogadási valószínűség mellett értékelték, légbuborékképző adalékszer nélkül készül, anyaga beépített állapotban váltakozva nedves és száraz, fagy- és jégolvasztósó éri, **adalékanyaga** duzzasztott agyagkavics, névleges legnagyobb szemmagysága $D_{\max} = 8$ mm, tömörítési mértéke kisebb, mint 1,04, és amelyből 50 év tervezési élettartamú gyalogoshíd könnyűbeton anyagú előregyártott vasbetonlemeze készül, a következő:

LC40/44-AC₅₀(H) – D1,6 – XC4 – XF4(H) – 8 – duzzasztott agyagkavics – C4 – eUT 07.01.21:2016 figyelembevételével – MSZ 4798:2016

vagy

LC40/44-AC₅₀(H) – D1,6 – XC4 – XF4(H) – 8 – duzzasztott agyagkavics – C4 (< 1,04) – eUT 07.01.21:2016 figyelembevételével – MSZ 4798:2016

Megjegyzések:

- Bár az e-UT 07.01.21:2016 tervezési útmutató 5.2. táblázata értelmében a közlekedésépítési célú, előregyártott könnyűbeton tartószerkezeti elemek betonjának nyomószilárdságát mind tervezéskor, mind gyártáskor minden esetben 50%

elfogadási valószínűség mellett kell értékelni, célszerű erre a könnyűbeton jelében az AC₅₀(H) kísérőjel szerepeltetésével a figyelmet felhívni.

- A könnyűbeton fagy- és olvasztósóállóságát többnyire az MSZ CEN/TS 12390-9:2018 műszaki specifikáció szerinti CDF-vizsgálattal, azaz kapilláris vízfelszívásos hámlasztással szokták meghatározni. Az e-UT 07.01.21:2016 tervezési útmutató 6.4.6. szakasza szerint kapilláris felszívásos hámlasztási vizsgálat esetén a könnyűbeton akkor tekinthető fagy- és olvasztósóállóknak, ha 50 év tervezési élettartam esetén $n = 56$ ciklus szám mellett a lehámlott anyag tömege az MSZ 4798:2016 szabvány NAD 9. táblázatának CDF oszlopában szereplő, a környezeti osztálytól függő határértéket nem lépi át. E határérték az XF4(H) környezeti osztályú beton CDF hámlasztási vizsgálati eredményeinek átlagára vonatkozólag 1000 g/m², az egyedi értékekre vonatkozólag pedig 1350 g/m² lehámlott anyag.
- Mind a peremes hámlasztás, mind a kapilláris felszívásos hámlasztás MSZ 4798:2016 szabvány NAD 7., illetve NAD 9. táblázatában szereplő, g/m² mértékegységű hámlási határértéke a térfogategyenlőség elve szerint a kisebb testsűrűségű betonra nézve lazább követelmény, mint a nagyobb testsűrűségű betonra nézve, hiszen az egységnyi térfogatú könnyebb beton (például könnyűbeton) tömege kisebb, mint az egységnyi térfogatú nehezebb beton (például szokványos beton) tömege; tehát a könnyűbeton térfogatvesztése nagyobb, mint a vele egyforma tömegvesztésű szokványos beton térfogatvesztése. Ha a könnyűbeton hámlasztásos fagy-, illetve fagy- és olvasztósóállósági vizsgálatainak eredményének értékelése során – az MSZ 4798:2016 szabvány NAD 7. és NAD 9. táblázata szerinti határértékek megtartása mellett – érvényesíteni kívánjuk a térfogategyenlőség elvét, akkor a könnyűbetonból lehámlott anyag tömegét a szokványos beton és a könnyűbeton testsűrűségének hányadosával át kell számítani a könnyűbetonból lehámlott anyag térfogatával azonos térfogatú szokványos beton tömegére:

$$\Delta V_{\text{lehámlott anyag}} = \Delta M_{\text{könnyűbeton}} / \rho_{\text{könnyűbeton}} = \Delta M_{\text{szokványos beton}} / \rho_{\text{szokványos beton}}$$

amelyből

$$\Delta M_{\text{szokványos beton}} = (\rho_{\text{szokványos beton}} / \rho_{\text{könnyűbeton}}) \times \Delta M_{\text{könnyűbeton}}$$

ahol a fagyasztási veszteség térfogategyenlőségi átszámítási tényezője:

$$\varphi = (\rho_{\text{szokványos beton}} / \rho_{\text{könnyűbeton}}).$$

Az XF4(H) környezeti osztályú könnyűbeton a térfogategyenlőség elve szerint tehát akkor tekinthető fagy- és olvasztósóállóknak, ha például a CDF-vizsgálati eredményeinek átlagát tekintve $\varphi \times \Delta M_{\text{könnyűbeton, átlag}} \leq 1000$ g/m², és az egyes CDF-vizsgálati eredmények tekintetében $\varphi \times \Delta M_{\text{könnyűbeton, egyes}} \leq 1350$ g/m².

A szokványos betonnak a térfogategyenlőségi átszámítási tényezőben szereplő $\rho_{\text{szokványos beton}}$ testsűrűsége lehet például a könnyűbeton összetételéhez hasonló összetételű szilárd szokványos beton ismert testsűrűsége vagy a fagyasztási hámlási veszteség előírt határértékéhez (g/m² mértékegységben megadott megengedett legnagyobb értékéhez) rendelt szilárd szokványos referenciabeton (etalon beton) testsűrűsége.

A térfogategyenlőség elvét például Németországban a Gera folyó feletti, rudislebeni, mintegy százéves, 1982-ben áradás sújtotta erdei kerékpáros és gyalogos vasbetonhidnak az 1990-es évek végi újjáépítéséhez előregyártott 10 m hosszú és 0,4 m magas vasbeton-áthidalóelem LC40/44 nyomószilárdságú, 1,45 kg/m³ testsűrűségű, 25 m³-nyi könnyűbetonjának CDF fagy- és olvasztósóállóság vizsgálata során úgy alkalmazták, hogy az előírt fagy- és olvasztósóállósági határértéket a $\varphi = 2100/1600 = 1,3125$ átszámítási tényezővel elosztották. A nevezőben az 1,45 kg/m³ testsűrűségű könnyűbeton D1,6 testsűrűségi osztályának felső határértéke, 1600 kg/m³ áll (König et al., 2001), (Faust, 2003).

Megjegyzendő, hogy az újjáépített rudislebeni kerékpáros és gyalogos híd az előregyártott könnyűbeton áthidalóelembe beépített, nagyszilárdságú finombetonból készített előfeszített erősítő betonrudakról is nevezetes.

11. példa: Annak az útbetonnak a jele, amelynek formában készített, 150×150×600 mm méretű, kizsaluzás után végig víz alatt tárolt próbahasábokon meghatározott hajlító-húzószilárdságának karakterisztikus (jellemző) értéke 28 napos korban legalább 4 N/mm² (F4,0), a kifűrt magmintából kialakított, Ø150×150 mm méretű, vegyesen tárolt próbahengereken meghatározott hasító-húzószilárdságának karakterisztikus (jellemző) értéke 28 napos korban legalább 2,7 N/mm² (SC2,7), fagy és olvasztósó hatása éri, légbuborékképző adalékszerrel készül és meg kell feleljen a k10/15 kopásállósági osztály követelményének, adalékanyaga 32 mm legnagyobb szemnagyságú bazalt zúzottkő, friss beton konzisztencia osztálya F2, a következő:

CP4/2,7 – XF4 – XK3(H) – 32 – bazalt zúzottkő – F2 – e-UT 06.03.31:2017 tervezet

Véleményünk szerint a 11. példának megfelelő transzportbeton jele szabatosan a következő:

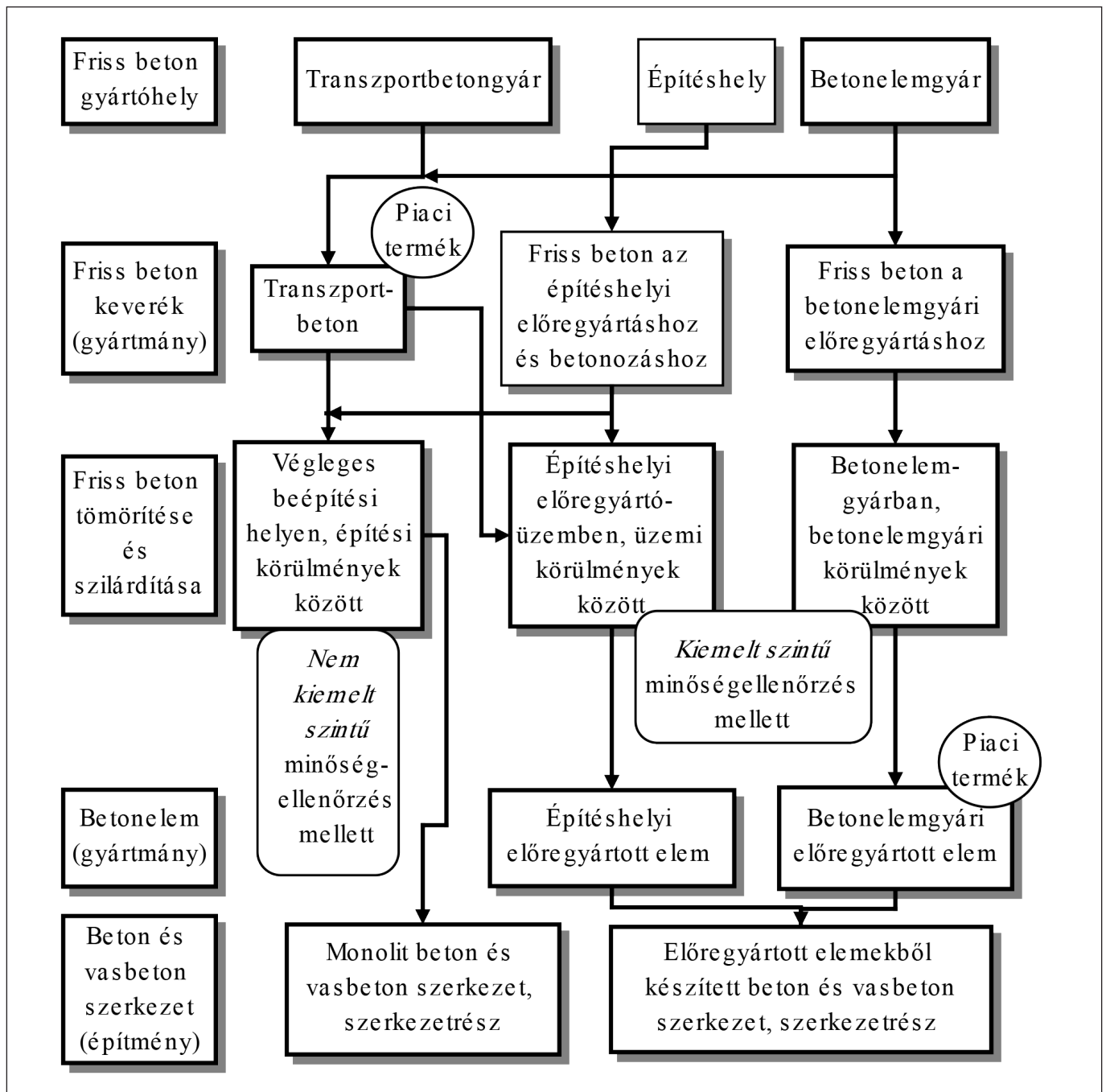
CP-F4,0 – XF4 – XK3(H) – 32 – bazalt zúzottkő – F2 – e-UT 06.03.31:2017 tervezet

Megjegyzések:

- Az e-UT 06.03.31:2017 útügyi műszaki előírastervezet szerint a pályaburkolati betonok (útpályabetonok) betűjele CP, a betűjel után a sablonban készített, végig víz alatt tárolt, 28 napos korú próbahasábokon meghatározott hajlító-húzószilárdságának karakterisztikus (jellemző) értékét és törtvonal után a kifűrt magmintákon meghatározott hasító-húzószilárdságának karakterisztikus (jellemző) értékét kell feltüntetni, mindkettőt N/mm² mértékegységben kifejezve.
- A pályaburkolati betonok jele tartalmazza továbbá az adalékanyag legnagyobb szemnagyságát mm-ben, a friss beton konzisztencia osztályának jelét vagy konzisztenciájának mértékét, az útbeton környezeti osztályának a jelét és az útügyi műszaki előírás számát is.
- Az útpályabetonok szilárdsági osztályának jelével azonban gondjaink vannak, ugyanis a transzportbeton gyártója nem tehető felelőssé a pályalemezbe bedolgozott beton tömörségéért, utókezeléséért, a környezeti hatásoktól is befolyásolt szilárdulási folyamatáért, következésképpen a kifűrt magminta szilárdságáért; a pályaburkolatok szilárdsági jele nincs összhangban a beton jelének felfogásunk szerinti értelmezésével.
- Az MSZ 4798 betonszabvány csak akkor vonatkozik az út- és térburkolatok betonjára, ha az érvényben lévő útügyi műszaki előírás az MSZ 4798 szabványra hivatkozik.

3. BETONTERMÉK, BETONGYÁRTMÁNY

Cikkünk bevezetésének utolsó mondatában szó esett a betonról,



1. ábra: Betontermékek (betongyártmányok) fogalmi rendszerének vázlata

mint termékről, amely fogalmat célszerű külön is elemezni.

Termék: minden ingó dolog – akkor is, ha utóbb más ingó vagy ingatlan alkotórészévé vált – valamint a villamos energia (1993. évi X. tv. 1. § (1) bek.).

A 3/2003. (I. 25.) BM-GKM-KvVM együttes rendelet 2. § 1. pontja szerint építési termék minden olyan anyag, szerkezet, berendezés vagy több, különböző részből összeállított elem, amelyet azért állítanak elő, hogy építménybe állandó jelleggel beépítsék.

Cikkünkben a „betontermék” kifejezést a „betongyártmány” szinonimájaként értelmezzük, beleértve a félkész-betonterméket is, függetlenül az előállítás közvetlen céljától és a hasznosulás módjától.

A beton-építőanyagipar alapvetően kétféle betonterméket állít elő: friss beton keverékeket és megszilárdult beton-, vasbeton- és feszített vasbetonelemeket. Az ezek felhasználásával monolitbetonból és/vagy előregyártott elemekből készített beton, vasbeton, feszített vasbeton szerkezetek építése nem a beton-építőanyagipar, hanem az építőipar tevékenységi körébe tartozik (1. ábra).

Friss betont a transzportbetongyárakban, a betonelemgyárakban és az esetleg építéshelyen működtetett betonüzemekben állítanak elő. A transzportbetonból általában monolit beton és beton-, vasbetonszerkezetek készülnek, de a transzportbeton az építéshelyen előregyártott vasbetonszerkezeti elemeknek is alkotóanyaga lehet. A betonelemgyárak a friss beton keverékből elsősorban előregyártott beton-, vasbeton- és feszített vasbetonelemet gyártanak, de a friss betont akár transzportbetonként is hasznosítják. Az építéshelyen a szükségből odatelepitett előregyártó-üzem kiszolgálására olykor betonkeverő-üzemet létesítenek, de nem kizárt, hogy az építéshelyen kevert friss betonból monolit beton- vagy vasbetonszerkezetkészítés is készül.

A beton, vasbeton-, feszített vasbetonelemek előregyártásához a betonelemgyárban vagy az építéshelyen kevert friss beton a betonkeverés telephelyét el nem hagyván, nem transzportbeton.

A friss betonból általában monolit beton, vasbeton vagy előregyártott beton, vasbeton-, feszített vasbetonelem készül. A monolit betonok és az előregyártottelemek tömörítése, il-

letve tömörítettsége közé általában nem tehető egyenlőségjel. A monolit szerkezetek betonja végleges beépítési helyén, az ott uralkodó építési (külön védelem híján általában az időjárási) körülmények között; az előregyártott elemek betonja a betonelemgyári vagy az építéshelyi előregyártó-üzem szabályozott körülményei között szilárdul.

A betongyártás teljes folyamatát tekintve úgy véljük, hogy a betonelemgyárakban és az építéshelyi előregyártó-üzemekben könnyebb kiemelt szintű minőségellenőrzést végezni, mint a monolit szerkezetek készítése esetén, ezért ezt a különbséget tekintjük a vasbetonszerkezetek – betonfedés szempontjából fontos – szerkezeti osztályba sorolása egyik feltételének.

Ismert, hogy a friss betonból, sablonban készülő vizsgálati próbatesteket az MSZ 4798:2016 szabvány szerint szabályozott laboratóriumi körülmények között kell tömöríteni és utókezelti, amely körülmények mindenképpen eltérnek a monolit betonok és az előregyártott betonok tömörítési és szilárdulási körülményeitől, beleértve a megépült monolit vagy előregyártott szerkezetekből kifúrt vagy kivágott minták tömörítési és szilárdulási körülményeit is.

A transzportbetont és a betonelemgyári beton-, vasbeton- és feszített vasbetonelemeket piaci áruforgalomban értékesítik, ezért ezeket piaci termékeknek nevezzük.

A betonelemgyártási célra előállított friss betont, az építéshelyen helyszíni beépítés vagy előregyártás céljából készített friss betont, a helyszíni előregyártással készült előregyártott elemeket nem hozzák piaci áruforgalomba, ezért ezeket, bár termékek, nem tekintjük piaci termékeknek (adás-vétel tárgyát képező árunak).

A műszaki szabályozásban ezzel szemben termék, illetve betontermék alatt általában piaci áruforgalomba kerülő vagy került betonterméket értenek. Ez azért zavaró, mert a termékszabványok nem csak ezekre, hanem a piaci értékesítésre nem szánt, a gyártó maga végezte további feldolgozás céljából előállított gyártmányokra (termékekre) is vonatkoznak. Ilyen például a betonelemgyárban kevert friss beton, amelyből a betonelemgyárban előregyártott betonelemek készülnek, és amelyre ugyanaz a betontermékszabvány érvényes, mint a piaci terméket képviselő transzportbetonra (MSZ EN 206:2013+A1:2017, illetve MSZ 4798:2016, MSZ 4798:2016/2M:2018). Ennek folyománya lehet, hogy az előregyártott elemek MSZ EN 13369:2013 termékszabványa a felhasználható friss betonok között azok kereskedelmi megítélése alapján nem tesz különbséget.

A betongyártmányok (betontermékek) fogalmi rendszerét bemutató 1. ábra első oszlopában zárójel használatával érzékeltetjük, hogy termék alatt a gyártósorról lekerülő gyártmányt értjük, felhasználásától függetlenül, tehát akár piaci termék, akár nem.

Érdekes emlékezetünkbe idézni a visszavont MI-04-562:1992 építésügyi ágazati műszaki irányelvben szereplő, e fejezet fogalomköréhez tartozó fontosabb meghatározásokat is:

- Transzportbeton: az MI-04-562:1992 építésügyi ágazati műszaki irányelv szerint készített friss betonkeverék, amelynek alapanyagait a transzportbeton-üzemben mérik ki, telepített vagy mobil keverőberendezésben keverik, szállítóeszközben szállítják és a vevő felelős képviselőjének kézre kevert állapotban adják át.
- A betonkeverő-üzem akkor is transzportbeton-üzemnek minősül, ha betonját nem adja el betonárúként, hanem vállalata építéshelyére szállítja.
- Ha egy vállalaton belül más termelési egység keveri meg a betont, mint amelyik bedolgozza, akkor a szerkezetet (műtárgyat) készítő szervezet (építésvezetőség) a megrendelő (vevő).

- Az MI-04-562:1992 építésügyi ágazati műszaki irányelv szerint a betonkeverék átvételét követő tevékenység a vevő érdekkörébe tartozik, ezért ennek megfelelően végrehajtása nem a szállító felelőssége.

Az MI-04-562:1992 építésügyi ágazati műszaki irányelvben a fentiekén kívül részletesen foglalkoztak a transzportbeton-üzemekkel és azok vezetésével, az üzemi berendezésekkel, a szállítóeszközökkel és a szállítással, a beton alapanyagaival, azok átvételével, továbbá a friss és a megszilárdult betonnal, a betonösszetétellel, valamint a beton készítésével szemben támasztott követelményekkel, a beton megrendelésével és szállításával, a beton átadásával és átvételével, a beton minőségének és az üzemi berendezések ellenőrzésével, a minőség tanúsításával és az adatok nyilvántartásával.

4. A KIINDULÁSI ÉS A FOLYÓSÍTÓ-SZERES BETON, ELTARTHATÓSÁGI IDŐ

Ha a beton szabványos jele szerinti, folyósító adalékszer nélküli beton konzisztenciája földnedvesebb (szárazabb) az elvárt építéshelyi bedolgozási konzisztenciánál, akkor a betonhoz folyósító adalékszerrel kell keverni. Az ilyen folyósító adalékszer nélkül készülő, és képlékenyítésre, folyósításra nem feltétlenül alkalmas összetételű friss betont kiindulási betonnak nevezzük.

Grübl et al. (2001) szerint a kiindulási beton konzisztenciája általában a földnedvestől a kissé képlékenyig terjed, MSZ 4798:2016 szabvány szerinti területi mértéke 410 mm-nél kisebb (F1, F2), tömörítési mértéke 1,11-nél nagyobb (C0, C1, C2). A pályabetonok készítéséhez alkalmazott kiindulási betonok területi mértéke 250-330 mm (F1), tömörítési mértéke 1,2-1,4 (C1-C2).

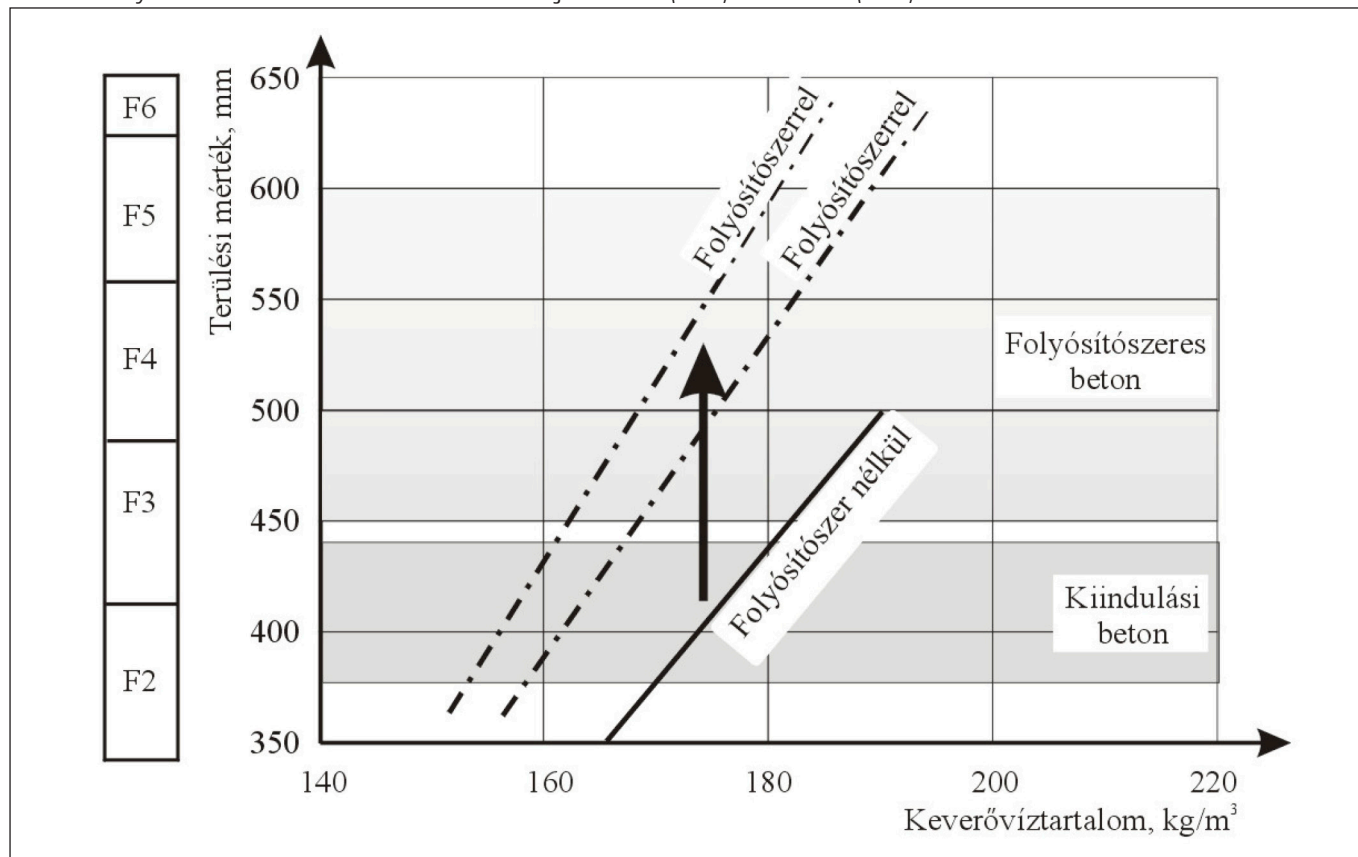
Bonzel et al. (1973) arról írtak, hogy a folyósításra alkalmas kiindulási beton területi mértéke legalább 380 mm legyen, mert ez alá eső területi mérték esetén a folyósító adalékszer hatékonyasága jelentősen romlik, és a 320 mm-nél kisebb területi mértékű kiindulási beton adalékszerrel gyakorlatilag már nem folyósítható. Ugyanakkor 440 mm-nél nagyobb területi mértékű kiindulási betonból sem lehet jó összetartóképességű folyósítószeres betont készíteni. Ezt a véleményt tükrözi Wesche (1993) ábrája is, amelynek háttérben Kern et al. (1976) közleménye áll (2. ábra).

A kiindulási beton ne legyen se túl durvaszemű, se túl finomszemű. A „B” határgörbe alatt, vagy akár egy kissé afölött futó szemeloszlási görbe a kedvező, ha a finomszemek tartományában számottevően a „B” határgörbe felett helyezkedik el. A homokos kavics adalékanyag szemalakjánál fogva előnyösebb, mint a zúzottkő. Az acélszerelésen való átfolyás elősegítése érdekében az adalékanyag legnagyobb szemnagysága kisebb, szemeloszlása finomszemekben gazdagabb legyen, mint az egyébként alkalmazott földnedves betonoké. Például 32 mm legnagyobb szemnagyságú kiindulási beton esetén a legfeljebb 0,25 mm szemnagyságú finomrésztartalom 360-420 kg/m³ közé essék, amelyből a cementtartalom 300-350 kg/m³ legyen (Bonzel et al., 1973), (Grübl et al., 2001).

A kiindulási friss betont a folyósító adalékszer hatásának érvényesüléséhez olykor lágyítani szükséges, hogy annak konzisztenciája, illetve az ahhoz tartozó víz- és cementtartalom elérje a képlékenyítéshez, folyósításhoz szükséges mértéket.

A folyósítható konzisztencia beállításához célszerű figyelembe venni, hogy valamely betonkeverék vízigénye az adalékanyag és a cement vízigényéből becsülhető meg. Grübl et al. (2001) könyvében olvashatjuk, hogy Koch et al. (1971)

2. ábra: A folyósító adalékszer hatása a beton konzisztenciájára Wesche (1993) és Kern et al. (1976) után



szerint a cement vízigénye általában 85-100 kg/(cement m³).

A közepes őrlésfinomságú cementek (fajlagos felületük 2800-4000 cm²/g) a friss beton tulajdonságait, különösen a beton bedolgozhatóságát gyakorlatilag nem befolyásolják; az ennél durvábbra őrlött cementek (fajlagos felületük kisebb mint 2800 cm²/g) vízigénye kisebb, a finomabbra őrlött cementek (fajlagos felületük nagyobb mint 4000 cm²/g) vízigénye nagyobb, a nagyon finomra őrlött cementek (fajlagos felületük 5000-7000 cm²/g) emellett nagy cementtartalom esetén a beton bedolgozhatóságát is megnehezítik. A porszerű anyagok (például fémoxid betonszínezőanyag) sűrűnfolyóssá, ragadóssá teszik a friss betont és növelik a vízigényét. Az adalékanyagok szemmegoszlásának javítása a finomszertartalom növelésével a jobb térkitöltés érdekében akár csökkentheti is az azonos konzisztenciájú friss beton vízigényét (Müller et al., 2009).

A szemmegoszlási határgörbéknek megfelelő szemmegoszlású homokos kavics adalékanyaggal készített, adalékszer nélküli friss beton Springenschmid (2007) szerinti hozzávetőleges vízigénye az 1. táblázatban látható. Ettől némileg eltérő hozzávetőleges vízigény értékek (w) találhatóak a szemmegoszlási határgörbék esetére a Zement-Merkblatt B 20, (2017) műszaki útmutató 3. táblázatában, amelyeket – a német k -érték (Körnungsziffer) és az MSZ 4798:2016 szabvány szerinti m finomsági modulus közelítő (mert a német és a magyar határgörbék nem pontosan fedik egymást) átszámításával ($k \approx m - 2$) az adalékanyag finomsági modulusa (m) függvényében – a következő tapasztalati összefüggésekkel írhatunk fel:

- földnedves konzisztencia esetén: $w = 1100/(k + 3) = 100/(m + 1)$
- kissé képlékeny konzisztencia esetén: $w = 1200/(k + 3) = 1200/(m + 1)$
- képlékeny konzisztencia esetén: $w = 1300/(k + 3) = 1300/(m + 1)$

Röhling et al. (2012) – hivatkozással a DBV Deutscher Beton-Verein (1995) kézikönyvére – grafikusán lényegében

Springenschmid (2007) és a Zement-Merkblatt B 20 (2017) vízigény adatait jelenítették meg (3. ábra). Gröbl et al. (2001) könyvében hasonló ábrák találhatók azzal a különbséggel, hogy a független változó a tömörítési mérték vagy az adalékanyag finomsági modulusa, a függő változó pedig mindig a friss beton vízigénye. Gröbl et al. (2001) forrásként Bonzel et al. (1978) munkáját jelölte meg.

A zúzottkő betonok vízigénye 8 mm feletti szemmagyságú zúzottkő esetén mintegy 5%-kal, 4 mm feletti szemmagyságú zúzottkő esetén mintegy 10%-kal nagyobb a homokos kavics adalékanyagú beton vízigényénél. Ha a betonban a lisztfinomságú szemek (az összes legfeljebb 0,125 mm szemmagyságú beton alkotórész) mennyisége 350 kg/m³-nél több, akkor 10 kg/m³ lisztfinomságú szemtartalmanként a vízigény további 1,0 kg/m³-rel megnövekszik. Légbuborékképző adalékszer alkalmazása esetén a keverővíz adagolást 1,5% légbuboréktérfogat határérték felett minden 1% légbuboréktérfogat után mintegy 5 kg/m³-rel csökkenteni lehet (Röhling et al., 2012).

Ujhelyi (2005) kísérleti alapon módszert dolgozott ki a betonkeverék vízigényének meghatározására, és a vízigényt a változatlan konzisztenciához (víztartóképeséghez) tartozó cementtartalommal fejezte ki. Könyvének 4.2. fejezetében számpéldákon mutatta be a betonkeverék vízigényének számítását és a kiszámított vízigénynek megfelelő betonösszetétel meghatározását.

Az MSZ 4798:2016 és MSZ 4798:2016/2M:2018 szabvány szerinti környezeti osztályokhoz tartozó kiindulási betonok víztartalmát (keverővíztartalmát) a megengedett legnagyobb víz-cement tényező és a megkövetelt legkisebb cementtartalom értékének összeszorozásával a 2. táblázatban számítottuk ki ($v_0 = x_{\max} \times c_{\min}$), de ez a víztartalom olykor kevés a friss beton építéshelyi bedolgozhatóságához és a folyósító adalékszer hatékony működéséhez.

Ilyenkor az adalékszer nélküli kiindulási betont a megkövetelt legkisebb cementtartalom (c_{\min}) és a megengedett legna-

1. táblázat: A homokos kavics adalékanyaggal, adalékszer nélkül készített friss beton hozzávetőleges vízigénye Springenschmid (2007) szerint, kg/(betömörített friss beton m³)

Adalékanyag vízigénye	D_{max} , Adalékanyag legnagyobb szemmagysága, mm								
	8			16			32		
	Szemmegoszlási határgörbe								
	A8	B8	C8	A16	B16	C16	A32	B32	C32
	Szemmegoszlási határgörbék m finomsági modulusa								
	5,70	4,90	4,30	6,60	5,60	4,80	7,55	6,35	5,40
	Földnedves konzisztencia, jele: F1, C1								
Kicsi Nagy	150 155	170 175	185 195	120 140	140 150	175 185	105 130	130 140	160 165
	Kissé képlékeny konzisztencia, jele: S1, F2, C2								
Kicsi Nagy	180 185	195 200	210 225	150 165	175 180	200 210	130 155	160 170	190 195
	Képlékeny konzisztencia, jele: S2, F3, C3								
Kicsi Nagy	205 210	220 225	235 250	175 190	200 205	225 235	150 170	185 195	215 220

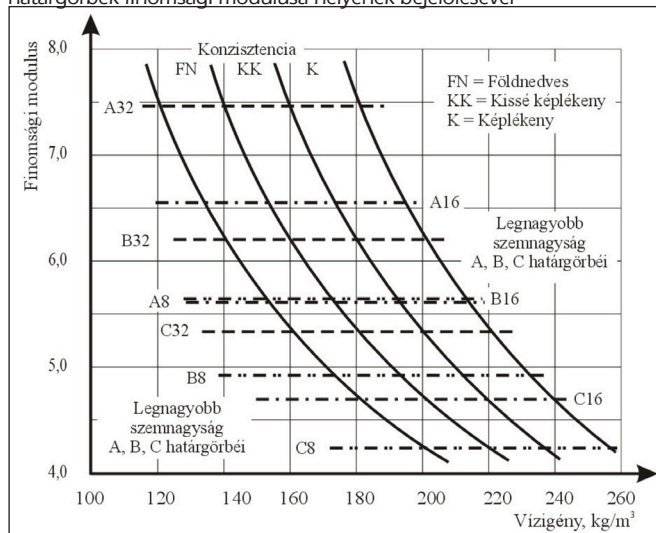
gyobb víztartalom összetartozó, arányos növelésével lehet – a megengedett legnagyobb víz-cement tényező (x_{max}) megtartása mellett – lágyítani úgy, hogy a kiindulási beton konzisztenciája a folyósításhoz szükséges konzisztencia-tartományba kerüljön. A folyósításhoz szükséges konzisztenciájúvá tett kiindulási beton víztartalma eléri a képlékenyítéshez, folyósításhoz szükséges vízigényt (4. ábra). Például:

- az XF3(H) környezeti osztályú kiindulási betont 340 kg/m³ cementtartalom helyett 355 kg/m³ cementtartalommal kell elkészíteni ahhoz, hogy a víztartalma $0,45 \times 355 = 159,7$ kg/m³ legyen,
- az XF4(H) környezeti osztályú kiindulási betont 360 kg/m³ cementtartalom helyett 400 kg/m³ cementtartalommal kell elkészíteni ahhoz, hogy a víztartalma $0,4 \times 400 = 160,0$ kg/m³ legyen.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerinti 135 kg/m³ értékű alsó víztartalom érték, mint az egyik szélső eset, 55 kg/m³ cementtöbblettel $0,45 \times 355 = 159,7$ kg/m³ értékre emelhető (XV3(H) környezeti osztály).

Az MSZ 4798:2016/2M:2018 szabvány szerinti 138 kg/m³ értékű alsó víztartalom érték, mint a másik szélső eset, 55 kg/m³ hatékony kötőanyag-többlettel $0,4 \times 400 = 160,0$ kg/m³ értékre emelhető (XA6(H) környezeti osztály). Ez utóbbi 400 kg/m³ hatékony kötőanyag-tartalom az XA6(H) környezeti osztályban megkövetelt hatékony kötőanyag-tartalom (345 kg/m³) 116%-a, ami nagyobb annál, mint amennyit a portlandittartalom

3. ábra: A homokos kavics adalékanyaggal készített friss beton hozzávetőleges vízigénye Röhling et al. (2012) szerint, a szemmegoszlási határgörbék finomsági modulusa helyének bejelölésével



(Ca(OH)₂-tartalom) korlátozása, illetve a beton savállósága érdekében az MSZ 4798:2016/2M:2018 szabványban megengednek (105%). Ha azonban azt akarjuk, hogy a kiindulási beton víztartalma 160 kg/m³ lehessen, akkor meg kell engedni, hogy a legnagyobb hatékony kötőanyag-tartalom az XA4(H), XA5(H) és XA6(H) környezeti osztályban a legkisebb hatékony kötőanyag-tartalomnak 105%-a helyett rendre a 112%-a (358 kg/m³), 114%-a (376 kg/m³) és 116%-a (400 kg/m³) lehessen.

A folyósító adalékszeres beton folyós vagy képlékeny konzisztenciájú legyen, hogy a zsaluzatba jól be lehessen dolgozni (Kausay, 2006/4):

Folyós betonból igen sűrűn vasalt, karcsú, nehezen hozzáférhető szerkezetek is készíthetők. Gyakran víz alatti betonozáshoz alkalmazzák. Folyós betont csak folyósító adalékszerrel szabad készíteni. Mintegy 20 % esésű csőben vagy lejtőn magától folyik, és ürítéskor nagyon lapos kúpot képez. Tömöríteni alig, vagy nem szükséges. Az F5 konzisztencia osztályú betonból készített vékony lemezeket általában különösebb tömörítés nélkül el lehet készíteni, mert a még meglévő nagyobb pórusok a beton felület lehéjazása során megszűnnek. Ha a konzisztencia az F4 osztályba tartozik, akkor célszerű a betont vibrópallóval tömöríteni. Pillérek, falak, magas gerendák készítésekor a folyós betont alulról felfelé haladva könnyedén vibrálni kell, és nem például vasrúddal szurkálni. A folyós beton előnye, hogy könnyen szivattyúzható, nehéz körülmények között is gyorsan beépíthető. Hátránya, hogy a folyós beton összetételét igen gondosan kell megtervezni és betartani. Zsugorodása jelentős. A nagyon képlékeny vagy kissé folyós beton (Németországban „Sehr weicher Beton”) konzisztencia osztálya például F4, a folyós betoné (Németországban „Fließfähiger Beton”) F5.

A képlékeny betont sűrűn vasalt szerkezetek készítéséhez lehet használni. Gyenge vibrálással is tömöríthető. Felhasználásával nagy kiterjedésű szerkezetek, mechanikai igénybevételeknek kitett betonok, látszóbetonok is készíthetők. Előnye a szivattyúzhatóság, a könnyű bedolgozhatóság. Jól vibrálható. Hátránya a nagy cementigény, a szétosztályozódási, zsugorodási, kivérzési hajlam. Ma a betonok mintegy 80 %-a ezzel a konzisztenciával készül. A képlékeny beton konzisztencia osztálya például F3. Németországban ezt a konzisztenciát régebben KR jelű „Regelkonsistenz”-nek nevezték, ma az F3 területi osztályú betont németül „Weicher Beton”-nak hívják.

A folyósító adalékszer hatása az eltarthatósági idő múltával lecseng. Az adalékszer folyósító hatásának megszűntével, az eltarthatósági idő múltával a folyósítószeres beton konzisztenciája lényegében meg kell feleljen a kiindulási beton

2. táblázat: Az MSZ 4798:2016 és MSZ 4798:2016/ZM:2018 szabvány szerinti környezeti osztályokhoz tartozó kiindulási betonok víztartalma (keverővíztartalma)

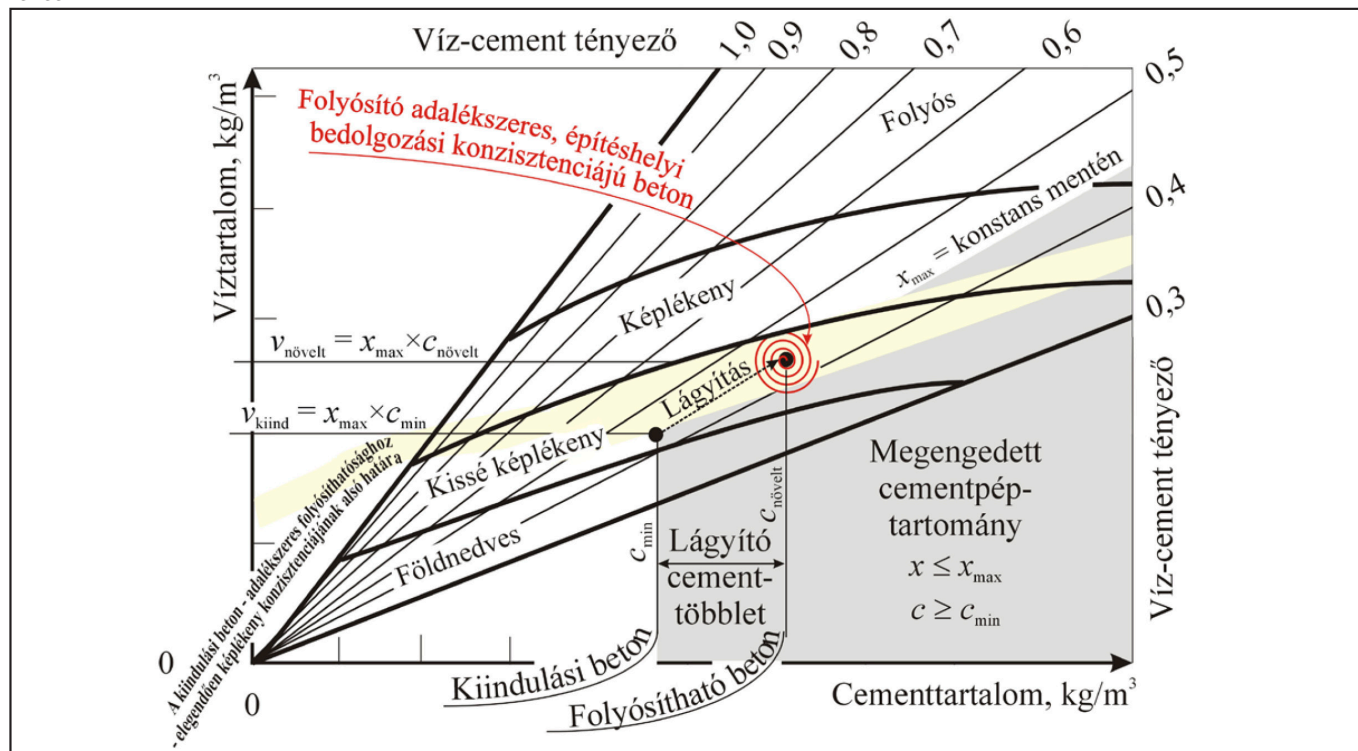
Környezeti osztály	XN(H)	X0b(H)	X0v(H)	XC1	XC2	XC3	XC4
Víz-cement tényező, legfeljebb	0,90	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
Cementtartalom, legalább, kg/m ³	165	230	250	260	280	280	300
Kiindulási beton víztartalma, kg/m ³	148,5	172,5	175	169	168	154	150
Környezeti osztály	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	
Víz-cement tényező, legfeljebb	0,50	0,45	0,45	0,55	0,50	0,45	
Cementtartalom, legalább, kg/m ³	300	320	340	300	320	320	
Kiindulási beton víztartalma, kg/m ³	150	144	153	165	160	144	
Környezeti osztály	XF1	XF2	XF3	XF4	XF2(H)	XF3(H)	XF4(H)
Víz-cement tényező, legfeljebb	0,55	0,55	0,50	0,45	0,50	0,45	0,40
Cementtartalom, legalább, kg/m ³	300	300	320	340	320	340	360
Kiindulási beton víztartalma, kg/m ³	165	165	160	153	160	153	144
Környezeti osztály	XA1	XA2	XA3	XA4(H)	XA5(H)	XA6(H)	
Víz-cement tényező, legfeljebb	0,55	0,50	0,45	Víz-(hatékony kötőanyag) tényező, legfeljebb			
				0,45	0,43	0,40	
Cementtartalom, legalább, kg/m ³	300	320	360	Hatékony kötőanyagtartalom, legalább/legfeljebb, kg/m ³			
				320/336	330/346	345/362	
Kiindulási beton víztartalma, kg/m ³	165	160	162	144	141,9	138	
Környezeti osztály	XK1(H)	XK2(H)	XK3(H)	XK4(H)	XV0(H)XV1(H)	XV2(H)	XV3(H)
Víz-cement tényező, legfeljebb	0,5	0,45	0,40	0,38	0,55	0,50	0,45
Cementtartalom, legalább, kg/m ³	310	330	350	370	300	300	300
Kiindulási beton víztartalma, kg/m ³	155	148,5	140	140,6	165	150	135

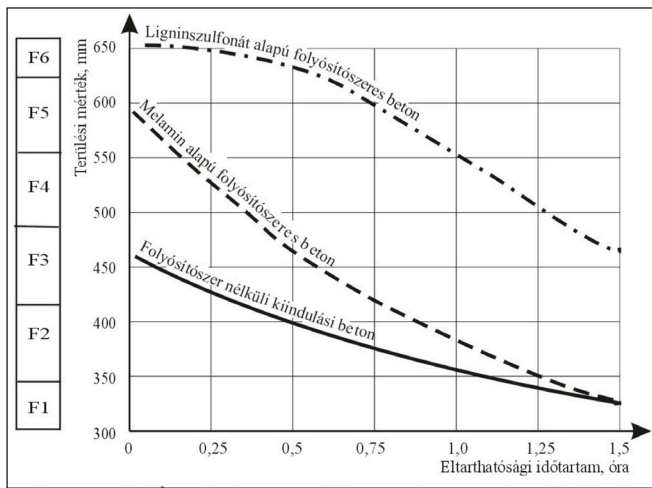
konzisztenciájának, testsűrűségének és a megszilárdult beton tulajdonságainak. A folyósítószeres betonnak a megszilárdult betonra vonatkozó követelményeket folyósító adalékszer nélkül is ki kell elégítenie (Bonzel et al., 1973, Grübl et al., 2001).

A folyósítószeres friss betont az eltarthatósági időtartamon belül be kell dolgozni (5. ábra). Messzire szállított transzportbeton esetén a folyósítószert röviddel a bedolgozás előtt

célszerű a mixer-gépkocsiban a kiindulási betonhoz keverni, a keverési idő legalább 3 perc legyen (Bonzel et al. 1973). A friss beton eltarthatósági időtartamát, illetve kellő bedolgozhatóságát külső körülményként a környezeti feltételek, mint például a hőmérséklet, a páratartalom, belső körülményként a beton hőmérséklete és összetétele, mint például a cementfajta, a cementtartalom, a víz-cement tényező, az adalékszerhatás

4. ábra: A kiindulási beton konzisztenciájának lágyítása a megkövetelt legkisebb cementtartalomnak megfelelő kiindulási cementtartalom (c_{min}) növelésével, a megengedett legnagyobb víz-cement tényező (x_{max}) megtartása mellett, a kiindulási beton adalékszeres folyósíthatósága érdekében. Elvi vázlat





5. ábra: 320 kg/m³ portlandcement-tartalmú, 0,56 víz-cement tényezőjű friss beton eltarthatósági időtartama 20 °C hőmérsékleten Wesche (1993) és Kern et al. (1976) után

befolyásolja (Wierig et al., 1989, 1990, 1998).

A friss beton eltarthatóságát a gyakorlatban a betonösszetétel és a hőmérséklet függvényében a konzisztencia-, a testsűrűség- és a nyomószilárdság-változás függvényeként szokás kifejezni.

Az MSZ 4798:2016 szabvány 7.7. szakasza szerint a friss beton eltarthatósága az időtartam, amely alatt a betonkeverék a víz hozzáadásától számítva a bedolgozhatóságából csak annyit veszít, hogy az adott körülmények (hőmérséklet, víz-cement tényező, cementtípus, szállítási távolság stb.) között még kellő tömörségűre bedolgozható, azaz nem kezdődött meg sem a beton merevedése, sem a cement kötése.

A MÉASZ ME-04.19:1995 műszaki előírás 4. fejezetének 4.2.1.3. szakaszában olvashatjuk, hogy a friss betont általában azon időtartamon át lehet eltarthatónak tekinteni, amely alatt

- a friss betonkeverék konzisztenciája legfeljebb egy konzisztencia osztállyal,
- a betömörített beton testsűrűsége legfeljebb 30 kg/m³-rel,
- a 28 napos korú betonpróbatetek nyomószilárdsága legfeljebb 10%-kal csökken a keverés után azonnal vett minták vizsgálati eredményeihez képest.

Az eltarthatóság vizsgálatához az adott összetételű, adott hőmérsékleten megkevert betonkeverékből azonnal, majd tartályba helyezése és légmentes lefedés után 20 percenként kell olyan mennyiségű mintát kivenni, amelyből a konzisztencia vizsgálata elvégezhető, és legalább 3 darab nyomószilárdság-vizsgálati próbatetest készíthető. A konzisztenciát a beton megkeverése után, majd 20 percenként; az azonnali és 20 percenkénti mintavételekhez tartozó nyomószilárdságot és testsűrűséget a beton 28 napos korában kell megvizsgálni. A vizsgálatokat minden esetben az MSZ 4798:2016 szabványban leírtaknak megfelelően kell végezni, és a vizsgálati eredményeket jegyzőkönyvben fel kell jegyezni.

A visszavont MI-04-562:1992 építésügyi ágazati műszaki irányelv 2. táblázata szerint a transzportbeton szállítási időtartama a 3. táblázat szerinti lehet. Adott hőmérsékleten a lágyabb beton hosszabb ideig, illetve messzebbre szállítható. A megengedett szállítási időtartamon belül érkezett szállító gépkocsiból a friss betont félórán belül ki kell üríteni, és be kell dolgozni.

3. táblázat: Transzportbeton megengedett szállítási időtartama a visszavont MI-04-562:1992 építésügyi ágazati műszaki irányelv 2. táblázata szerint

Szállítási időtartam legfeljebb, perc	Konzisztencia	Hőmérséklet °C
30	Földnedves – Kissé képlékeny	20 – 30
45	Földnedves – Kissé képlékeny	5 – 19
60	Kissé képlékeny – Folyós	20 – 30
90	Kissé képlékeny – Folyós	5 – 19

5. VÁZLATOS BETONTECHNOLÓGIAI MUNKAMENETTERV AZ ÉPÍTÉSHELYI BEDOLGOZÁSI KONZISZTENCIA BIZTOSÍTÁSÁHOZ

Feltétel: A beton nyomószilárdsági osztályát

- az MSZ EN 1992-1-1:2010, MSZ EN 1992-2:2009 (Eurocode 2) szerint,
- vagy megegyezés esetén az MSZ 4798:2016 szabvány „P” melléklete,
- megegyezés hiányában az MSZ 4798:2016 szabvány „O” melléklet szerint kell meghatározni. Ugyanígy kell ellenőrizni a beépítésre kerülő beton minőségét nyomószilárdság szerint, és mindig az MSZ 4798:2016 szabványban leírt módon.

Az Eurocode 2 szabványtól eltérő nyomószilárdsági osztály, illetve karakterisztikus (jellemző) érték meghatározásának értelmezéséhez ki kell(ene) kérni a statikus tervező hozzájárulását.

1. Szerkezeti osztályba sorolás

A létesítendő műtárgy beton-, vasbeton- és feszített vasbeton szerkezeti elemeit szerkezeti osztályba kell sorolni az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány 4.4.1.2. szakasza szerint.

Eredmény: Az adott szerkezeti osztályú, adott tervezési élettartamú, adott környezeti osztályú és adott nyomószilárdsági osztályú betonok jegyzéke (listája) a következő adatokat tartalmazza:

- nyomószilárdsági osztály (C.../... vagy C.../...-AC₅₀(H), illetve LC.../... vagy LC.../...-AC₅₀(H)),
- környezeti osztály,
- legnagyobb szemnagyság,
- tervezési élettartam,
- szabványjelzete (MSZ 4798:2016, MSZ 4798:2016/2M:2018)
- beton mennyisége.

2. Az ajánlatkérés első lépése

Az 1. alatti adatokkal a különböző betonfajtákra (1. alatti jegyzékekénti betonokra) ajánlatot kell kérni betongyártóktól.

Feltétel: Az ajánlott beton összetétele *folyósító adalékszer nélkül* kell megfeleljen a környezeti osztályban előírt betonösszetételnek, valamint az erőtani számítás és a környezeti osztály feltétele szerinti mértékadó nyomószilárdsági osztálynak, tehát az ajánlatkérés első lépése a „kiindulási betonra” vonatkozik.

A gyártónak a kiindulási betonra vonatkozó ajánlatában szerepelnie kell a típusvizsgálat végeredményét tartalmazó jegyzőkönyvek bemutatásával (a folyósító adalékszer nélküli betonreceptúrák nyilvánosságra kerülése nélkül, azok letakarásával):

- a betonösszetevők jegyzékének,
- a friss beton tömörítési mértékkel és területi mértékkel kifejezett konzisztencia mérőszámának és osztályának,
- a friss beton tervezett levegőtartalmának és tervezett testsűrűségének,
- a friss beton mért testsűrűségének,
- a friss beton eltarthatóságának jellemzőinek,
- a megszilárdult beton átlagos nyomószilárdságának, szórásának, testsűrűségének,
- a megszilárdult beton egyéb termékminősítő tulajdonságainak, mint például a fagy- és olvasztósóállóság lehetőleg legalább kétféle módszerrel meghatározva, a vízfelvétel, a vízzáróság, a kopásállóság stb. szabványos vizsgálata eredményeinek,
- és az árnak.

3. Az ajánlatkérés második lépése

Az ajánlatkérés második lépésére akkor van szükség, ha az ajánlatkérés első lépésében a betongyártó által ajánlott folyósító adalékszer nélküli kiindulási beton konzisztenciája földnedvesebb (szárazabb) az elvárt építéshelyi bedolgozási konzisztenciánál.

Ebben az esetben a friss beton szállítási és bedolgozási körülményeinek ismeretében meg kell tervezni:

- a bedolgozandó friss beton elvárt konzisztenciáját tömörítési mértékkel és területi mértékkel,
- a friss beton tervezett eltarthatóságát, amelyet az eltarthatósági idővel, és az évszakot jellemző hőmérséklettel, esetleg páratartalommal kell megadni (MSZ 4798:2016 szabvány 7.7. szakasza), majd második lépésként ajánlatot kell kérni az elvárt bedolgozási konzisztenciájú folyósítószeres betonra a következő feltételekkel:
- az ajánlatkérés első lépésében megadott összetételű kiindulási betont folyósítani kell oly módon, hogy a folyósító adalékszer nélküli kiindulási beton összetétele a folyósító adalékszertartalomtól kívül ne változzon,
- a kiindulási beton folyósítását hatékony, optimális mennyiségben adagolt folyósítószerezellel kell megoldani, és úgy, hogy a képlékenyített vagy folyósított beton zsaluzatba bedolgozható konzisztenciájú legyen, és ne legyen például ragadós vagy szétosztályozódásra hajlamos.

A gyártó ajánlatában szerepelnie kell a típusvizsgálat végeredményét tartalmazó jegyzőkönyvek bemutatásával

(a folyósító adalékszeres betonreceptúrák nyilvánosságra kerülése nélkül, azok letakarásával):

- a betonösszetevők jegyzékének,
- a friss beton tömörítési mértékkel és területi mértékkel kifejezett konzisztencia mérőszámának és osztályának,
- a friss beton tervezett levegőtartalmának és tervezett testsűrűségének,
- a friss beton mért testsűrűségének,
- a friss beton eltarthatóságának jellemzőinek,
- a megszilárdult beton átlagos nyomószilárdságának, szórásának, testsűrűségének,
- a megszilárdult beton nyomószilárdsági osztályának ($C_{50}/...$ vagy $C_{50}/.../AC_{50}(H)$), illetve $LC_{50}/...$ vagy $LC_{50}/.../AC_{50}(H)$),
- a megszilárdult beton egyéb termékminősítő tulajdonságainak, mint például a fagy- és olvasztósóállóság legalább kétféle módszerrel meghatározva, a vízfelvétel, a vízzáróság, a kopásállóság stb. szabványos vizsgálata eredményeinek,
- és az árnak.

Megjegyzés: Az ajánlatkérés első és második lépése össze is vonható.

4. A friss beton átadás-átvétele

Az ajánlatkérés második lépése eredményeképpen megrendelt friss betont piaci terméként a gyártó a megrendelőnek az MSZ 4798:2016 szabvány alapján, a beton nyomószilárdsága alapján a kiindulási feltételül szabott MSZ EN 1992-1-1:2010, MSZ EN 1992-2:2009 (egyszóval: Eurocode 2) szabvány vagy az MSZ 4798:2016 szabvány „P” melléklete szerint kell átadja.

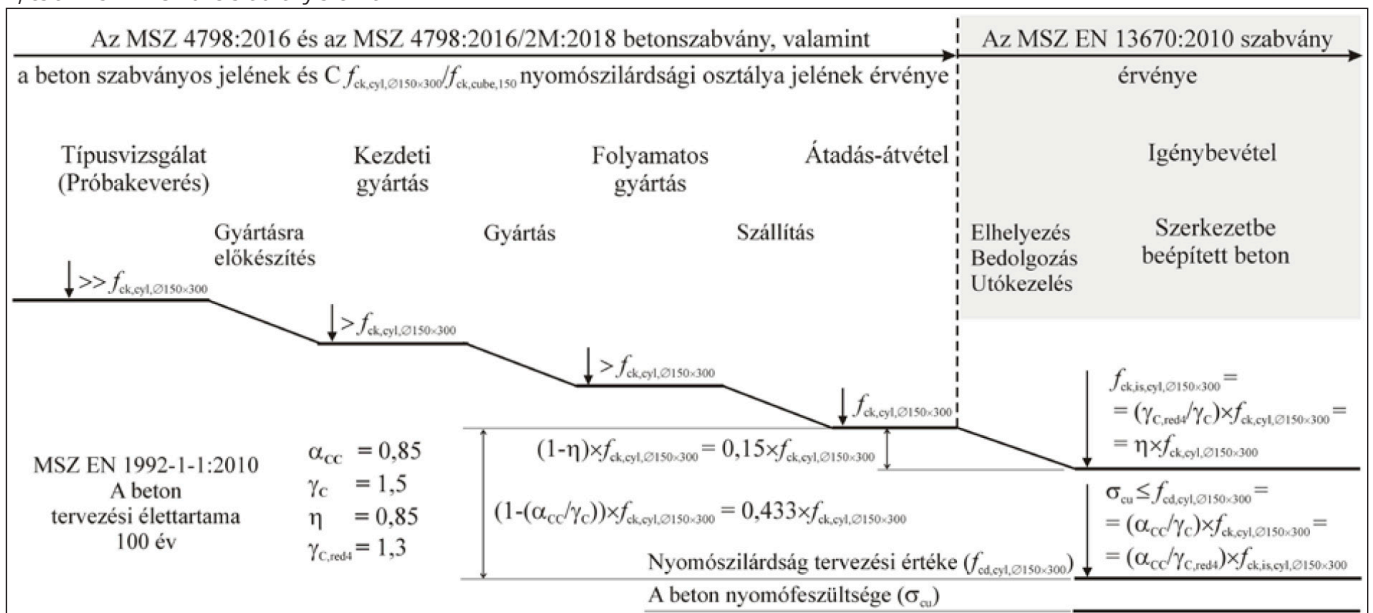
Az átadás-átvételi eljárás során a próbatesteket az MSZ 4798:2016 szabvány szerint kell elkészíteni, utókezelni és az ott leírtaknak megfelelően vizsgálni.

Az átadás-átvételi eljárás – legkésőbb a friss betonból vett átadás-átvételi próbatestek vizsgálati eredményeinek értékelését követő – végső zárultával a beton sorsát illetően az MSZ 4798:2016 szabvány szerepe véget ér, a továbbiak nem tartoznak az MSZ 4798:2016 szabvány érvényességi körébe (6. ábra).

5. A friss beton monolit-szerkezetbe építése, szilárdítása

A friss beton munkahelyi belső szállítást, monolit-szerkezetbe való bedolgozást (tömörítést), a bedolgozott friss beton utókezelését a betonszerkezetek kivitelezésével foglalkozó MSZ EN 13670:2010 szabvány szerint kell végezni. Az építéshelyen bedolgozott beton (monolitbeton) utóke-

6. ábra: A beton útja a típusvizsgálatról (próba keveréstől) a szerkezetbe építésig (igénybevételig), avagy a beton előírt karakterisztikus (jellemző) értékének ($f_{ck,cyl,Ø150×300}$) változása a típusvizsgálat (próba keverés) és a szerkezetbe építés (igénybevétel) között az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) és az MSZ 4798:2016 szabvány szerint



4. táblázat: Az építéshelyen bedolgozott beton (monolitbeton) utókezelésének megkövetelt helyettesítő időtartama (t) a beton szilárdulási ütemének (sebességének) és környezeti osztályának függvényében az MSZ 4798:2016/2M:2018 szabvány NAD Q3. táblázata szerint

A beton szilárdulási üteme (sebessége)	Gyors	Közepes	Lassú	Nagyon lassú
A szilárdulási ütem: a beton 2 és 28 napos, MSZ 4798:2016 szerinti átlagos nyomószilárdságának hányadosa: $f_{cm,2}/f_{cm,28}$	$\geq 0,5$	$0,3 \leq \text{és} < 0,5$	$0,15 \leq \text{és} < 0,3$	$< 0,15$
Környezeti osztály	Utókezelés megkövetelt helyettesítő időtartama, t, nap			
XN(H), X0v(H), X0b(H)	0,5	0,5	1	2
XC1, XC2, XC3, XF1, XV1(H), XA1, XA4(H), XK1(H), XV0(H)	2	3	4	7
Összes többi környezeti osztály	3	7	10	14
Megjegyzés: Nagyszilárdságú betonok ($\geq C55/67$) esetén az utókezelési idő mindig 10 nap.				

zelésének megkövetelt ideje a beton szilárdulási ütemének (sebességének) és környezeti osztályának a függvényében az MSZ 4798:2016/2M:2018 szabvány NAD Q3. táblázatában található (4. táblázat).

A 4. táblázatbeli megkövetelt helyettesítő időtartamokat akkor kell alkalmazni, ha a napi közepes levegőhőmérséklet nagyobb, mint $+12\text{ °C}$ ($t_{ekv} = 1,0$). Azokat a napokat, amelyeken a napi közepes levegőhőmérséklet $+5\text{ °C}$ és $+12\text{ °C}$ közé esik $t_{ekv} = 0,7$ időegyenértékkel, azokat pedig, amelyeken a napi közepes levegőhőmérséklet 0 °C és $+5\text{ °C}$ közé esik $t_{ekv} = 0,3$ időegyenértékkel kell számításba venni.

A ténylegesen szükséges utókezelési napok száma az összefüggésből határozható meg, ahol t_{ekv} az n-edik utókezelési naphoz tartozó idő-egyenérték és t a 4. táblázatbeli helyettesítő időtartam, mindkettő napban kifejezve. Az utókezelést addig az u napig kell folytatni, amelyiken a fenti követelmény már teljesül.

A Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein E.V. a beton utókezeléséről 2019 márciusában adott ki *műszaki útmutatót* (DBV-Merkblatt, 2019). Ebben egyebek mellett bemutatják az EN 13670 és a ZTV-ING dokumentumnak a monolit-betonok utókezelési idejére vonatkozó ajánlásait is.

6. A szerkezetbe beépített beton minősége

A friss beton átvételét követő legalább 28 nap múlva, az átadás-átvételi betonvizsgálatok eredményeinek birtokában háromféle dolog történhet:

- Az átadás-átvételi vizsgálati eredmények szerint a megvásárolt beton szilárdsága megfelelő, és ezzel a transzportbeton vagy a helyszínen kevert beton története lezárul, a gyártónak a beton szilárdságáért vállalt felőssége megszűnik, a kivitelezőnek nincs a megvásárolt beton minőségével kapcsolatos teendője;
- Előfordulhat, hogy az átadás-átvételi vizsgálati eredmények szerint a terméként megvásárolt, ezzel a kivitelező tulajdonába vagy kezelésébe került – már terméket nem képviselő – és időközben bedolgozott MSZ 4798:2016 szabvány szerinti friss beton a vonatkozó követelményeket vagy azok egy részét nem teljesíti. Ez a még be nem dolgozott friss betonra mint termékre vonatkozó hibás teljesítés jogi kategóriája. Ebben az esetben az időközben bedolgozott és megszilárdult beton állapotát az alábbi d) pont figyelembevételével meg kell vizsgálni.
- Az is előfordulhat, hogy bár az átadás-átvételi vizsgálati eredmények szerint a megvásárolt friss beton tulajdonságai megfelelőek, a beépített beton szilárdsági vagy alakhi állapotát a beruházó, a tervező, a műszaki ellenőr vagy maga a kivitelező szemrevételezés alapján mégis megvizsgálni tartja szükségesnek. Aggodalomra például bedolgozási hiá-

nyosságok, cementpép kiválások, töppedések, porózus szövetszerkezetű felületek, repedések megjelenése adhat okot.

d) Mind a b), mind a c) pont fennállása esetén első lépés a hibagyanús helyek pontos felmérése, roncsolásmentes nyomószilárdság-vizsgálat és a kismintás szövetszerkezet (például cementtartalom) vizsgálat elrendelése lehet, amelyek eredménye alapján kell a roncsolásos szilárdságvizsgálathoz való magfúrások szükségességét illetően határozni. A kapott eredmény megfelelőségének vagy nem-megfelelőségének megállapítása a tervező statikus feladata, aki nem-megfelelőség esetén a szerkezeti rész megerősítését, netán a bontását és újrakészítését is szükségesnek tarthatja. Ilyen gondok megoldásába az érintett szakterületen jártas szakértő bevonása hasznos lehet.

A tartószerkezet megfelelőségét, állékonyságát meghatározandó, a szerkezetbe beépített beton adott korú nyomószilárdsága karakterisztikus (jellemző) értékéből ($f_{ck, is, cyl, Ø150 \times 300, test}$) ki kell számítani a beton nyomószilárdsági teherbírásának értékét ($f_{cd, cyl, Ø150 \times 300, test}$):

$$f_{cd, cyl, Ø150 \times 300, test} = (\alpha_{CC} / \gamma_{C, red4}) \times f_{ck, is, cyl, Ø150 \times 300, test}, \text{ ahol:}$$

- α_{CC} = beton σ_{cu} nyomófeszültségének a tartós szilárdság figyelembevételére szolgáló osztója (MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány 3.1.6. szakasz (1)P bekezdés és NA2.2.1. szakasz). Értéke a legfeljebb 50 év tervezési élettartamú szerkezetek esetén $\alpha_{CC} = 1,00$, az 50 évnél nagyobb, például 100 év tervezési élettartamú szerkezetek esetén $\alpha_{CC} = 0,85$.
- $\gamma_{C, red4}$ = beton σ_{cu} nyomófeszültsége γ_C biztonsági (parciális) tényezőjének csökkentett értéke. A γ_C biztonsági (parciális) tényező értéke általában $\gamma_C = 1,5$, ennek csökkentett értéke $\gamma_{C, red4} = 1,3 \sim \eta \times \gamma_C = 0,85 \times 1,5 = 1,275$, ahol $\eta = 0,85$ átszámítási tényező, amelyet szerkezetbe beépített beton vizsgálata esetén kell alkalmazni.

A szerkezetbe beépített beton nyomószilárdsági teherbírásának így meghatározott értékét ($f_{cd, cyl, Ø150 \times 300, test}$) az igénybevételekből a betonban ébredő nyomófeszültséggel (σ_{cu}) összevetve – a nyomószilárdsági osztály meghatározása nélkül – meg lehet állapítani a beépített beton nyomószilárdságának megfelelőségét vagy nem-megfelelőségét (Kausay, 2013).

A követelmény:

$$f_{cd, cyl, Ø150 \times 300, test} \geq \sigma_{cu}$$

ahol, ahogy fenn szerepel, az egyenlőségnek mind a bal, mind a jobb oldala a rend kedvéért az Eurocode 2 szerint vagy az MSZ 4798:2016 szabvány „P” melléklete számított érték.

Arra ügyelni kell, hogy két összhangban nem lévő szabványt egy meghatározás tekintetében vegyesen ne használjunk, továbbá hogy egy egyenleten belül az azokban megjelenített

fogalmakat az egyenlet bal és jobb oldalán feltétlenül azonosan értelmezzük.

6. MEGÁLLAPÍTÁSOK, KÖVETKEZTETÉSEK

Jelen cikkben részletesen tárgyaljuk az MSZ 4798:2016, MSZ 4798:2016/1M:2017 és MSZ 4798:2016/2M:2018 szabvány szerint a betonok szabványos jelölését, a betontermékek és betongyártmány fogalmát, a kiindulási és a folyósítószeres beton, valamint az eltarthatóság fogalmát és ezek betontechnológiai vonatkozásait. Bevezettük a fagyasztási veszteség térfogategyenlőségi átszámítási tényezőjét.

A beton szabványos jelölése a beton legfontosabb elerendő tulajdonságait összefoglaló alapvető, irányt mutató „adat-hordozó”, amely a vasbetonépítményt létrehozó beruházó, építető, szerkezettervező, betontechnológus, betongyár, betonelemgyár, kivitelező és megfelelőségtanúsító között nélkülözhetetlen betontechnológiai kapcsolatot teremt.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerinti betonok szabványos jele a nyomószilárdsági osztály jelét, ha a nyomószilárdsági eredményeket az 50%-os elfogadási valószínűség alapján értékeli, akkor annak kísérőjelét, a környezeti osztályok, az adalékanyag legnagyobb szemnagysága, a konzisztencia osztály jelét és a szabvány jelzetét kötelezően tartalmazza.

A beton jelében feltételesen – szükség szerint – szerepel, ha könnyűbeton, akkor a testsűrűségi osztály jele; ha az adalékanyag nem homokos kavics, akkor az adalékanyag megnevezése; ha a betonnak a cement tömegére vonatkoztatott megengedett kloridiontartalma kevesebb mint 0,2 tömeg%, akkor a megengedett kloridiontartalom jele; a cement és esetleg az aktív, puccolános vagy rejtett hidraulikus tulajdonságú, ún. II. típusú kiegészítőanyag jele; a beton tervezési élettartama, ha az nem 50 év.

A tervezői műszaki leírásban, a betontechnológiai előírásban, illetve a beton megrendelő és szállítási dokumentumában a beton jelén kívül meg kell adni minden olyan követelményt, amelyet az építmény vagy a beton készítésével, illetve átadás-átvételével kapcsolatban a beton jelén kívül előírnak.

A friss betonból vett minták próbatestjeinek vizsgálati eredményei a friss beton tulajdonságait, a megszilárdult betonból vett minták próbatestjeinek vizsgálati eredményei az adott korú megszilárdult beton tulajdonságait jellemzik. A betonok „szabványos jele”, „szabványos jelölése” vagy röviden „a beton jele” kizárólag a friss betonok legfontosabb tulajdonságai osztályának megjelölésére szolgál, míg a szerkezetbe beépített betonok tulajdonságai a vizsgálati eredmények átlagos vagy karakterisztikus (jellemző) értékének megadásával írhatók le. Ugyanez vonatkozik a nyomószilárdsági osztály jelére is, amely a beton jelének legfőbb megtestesítője.

Ha a beton szabványos jele szerinti, folyósító adalékszer nélküli beton konzisztenciája földnedvesebb (szárazabb) az elvárt építéshelyi bedolgozási konzisztenciánál, akkor a betonhoz folyósító adalékszerrel kell keverni. Az ilyen folyósító adalékszer nélkül készülő, de képlékenyítésre, folyósításra nem feltétlenül alkalmas összetételű friss betont kiindulási betonnak nevezzük. A folyósító adalékszer hatásának érvényesüléséhez olykor a kiindulási friss betont a megengedett legnagyobb vízcement tényező megtartása mellett a megkövetelt legkisebb cementtartalom növelésével lágyítani szükséges.

A megfelelő építéshelyi bedolgozási konzisztenciát a betontechnológiai munkameneterv alapján kell megtervezni.

7. HIVATKOZOTT SZAKIRODALOM

- Balázs L. Gy. – Kausay T. (2018), „Betontípusok, fogalmak, jelölések, újdonságok. Az MSZ 4798:2016, MSZ 4798:2016/1M:2017 és MSZ 4798:2016/2M:2018 betonszabvány néhány fejezetének értelmezése”, *Vasbetonépítés*, XX. évfolyam 2018/1. szám, pp. 16-22.
- Bonzel, J. – Dahms, J. (1978), „Über den Wasseranspruch des Frischbetons”, *beton*, Jg. 28 (1978), Heft 9. pp. 331-336, Heft 10. pp. 362-367., Heft 11. pp. 413-416.
- Bonzel, J. – Siebel, E. (1973), „Fließbeton und seine Anwendungsmöglichkeiten”, Vortrag auf der *Technisch-wissenschaftlichen Zementtagung* am 14.9.1973 in München, <https://www.vdz-online.de>
- DBV Deutscher Beton-Verein (1995), „Beton-Handbuch. Leitsätze für Bauüberwachung und Bauausführung”, 3., neubearbeitete Auflage, *DBV Deutscher Beton-Verein*, Wiesbaden, 1995.
- Faust, Th. (2003), „Leichtbeton im konstruktiven Ingenieurbau. Bauingenieur-Praxis”, *Ernst & Sohn Verlag GmbH*, Berlin, 2003. DOI: 10.1088/1757-899X/246/1/012003
- Grübl, P. – Weigler, H. – Karl, S. (2001), „Beton. Arten, Herstellung und Eigenschaften”, *Ernst & Sohn Verlag GmbH*, Berlin, 2001.
- Kausay T. (2006), „A friss beton konzisztenciája”, *Vasbetonépítés*, VIII. évfolyam 2006/4. szám, pp. 106-115.
- Kausay T. (2013), „Beton. A betonszabvány néhány fejezetének értelmezése. Oktatási és továbbképzési kiadvány”, *Mérnöki Kamara Nonprofit Kft.*, Budapest, 2013.
- Kern, E. – Koch, H.-J. (1976), „Anwendung von Fließbeton”, *Beton- und Stahlbetonbau*, Jg. 71. (1976), Heft 12. pp. 285-289. <https://doi.org/10.1002/best.197600580>
- Koch, K. – Würth, E. (1971), „Wasseranspruchs- und Stoffraumrechnung für Beton”, *beton*, Jg. 21 (1971), Heft 8. pp. 342-347.
- König, G. – Viet Tue, N. – Zink, M. (2001), „Hochleistungsbeton. Bemessung, Herstellung und Anwendung”, *Ernst & Sohn Verlag GmbH*, Berlin, 2001.
- Müller, H. S. – Reinhardt, H.-W. (2009), „Beton”, *Beton-Kalender*, Jg. 98. (2009), Band 1., pp. 1-150., *Ernst & Sohn Verlag GmbH*, Berlin, 2009. <https://doi.org/10.1002/9783433600344.ch1>
- Röhling, S. – Eifert, H. – Jablinski, M. (2012), „Betonbau. Band 1. Zusammensetzung, Dauerhaftigkeit, Frischbeton”, *Fraunhofer IRB Verlag*, Stuttgart, 2012.
- Springenschmid, R. (2007), „Betontechnologie für die Praxis”, *Bauwerk Verlag GmbH*, Berlin, 2007.
- Ujhelyi J. (2005), „Betonismeretek”, *Műgyetemi Kiadó*, Budapest, 2005.
- Wesche, K. (1993), „Baustoffe für tragende Bauteile. Band 2: Beton, Mauerwerk (Nichtmetallisch-anorganische Stoffe) Herstellung, Eigenschaften, Verwendung, Dauerhaftigkeit”, *Bauverlag GmbH*, Wiesbaden und Berlin, 1993. <https://doi.org/10.1007/978-3-322-80187-6>
- Wierig, H.-J. – Restorff, B. (1989), „Einfluß verschiedener Zemente und unterschiedlicher Frischbetontemperaturen”, tanulmány a „Konzisztenz und Ansteifen des Frischbetons (1)” című kiadványban. Schriftenreihe des Bundesverbandes der Deutschen Transportbetonindustrie, 4. *Beton-Verlag GmbH*, Düsseldorf, 1989.
- Wierig, H.-J. – Restorff, B. (1990), „Einfluß verschiedener Betonverflüssiger”, tanulmány a „Konzisztenz und Ansteifen des Frischbetons (2)” című kiadványban. Schriftenreihe des Bundesverbandes der Deutschen Transportbetonindustrie, 6. *Beton-Verlag GmbH*, Düsseldorf, 1990.
- Wierig, H.-J. – Restorff, B. (1998), „Vergleichende Untersuchungen unter Labor- und großtechnischen Bedingungen”, tanulmány a „Konzisztenz und Ansteifen des Frischbetons (3)” című kiadványban. Schriftenreihe des Bundesverbandes der Deutschen Transportbetonindustrie, 10. *Verlag Bau+Technik GmbH*, Düsseldorf, 1998.
- Zement-Merkblatt B 20 (2017), „Zusammensetzung von Normalbeton – Mischungsberechnung”, *Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V. Köln*, 2017.

8. HIVATKOZOTT RENDELETEK, SZABVÁNYOK, MŰSZAKI ELŐÍRÁSOK, IRÁNYELVEK ÉS SPECIFIKÁCIÓK

1993. évi X. törvény „A termékfelelősségről” Magyar Közlöny 1993. évi 24. szám. (1993. március 2.) A törvényt a 2013. évi CLXXVII. törvény 67. § e) pontja hatályon kívül helyezte 2014. március 15. napjával.
- 3/2003. (I. 25.) BM-GKM-KvVM együttes rendelet „Az építési termékek műszaki követelményeinek, megfelelőség igazolásának, valamint forgalomba hozatalának és felhasználásának részletes szabályairól”. Magyar Közlöny. 2003. évi 8.szám. 2013.07.01-én érvényét veszítette és helyébe lépett az Európai Parlament és a Tanács 305/2011/EU rendelete
2013. évi CLXXVII. törvény „A Polgári Törvénykönyvről szóló 2013. évi V. törvény hatálybalépésével összefüggő átmeneti és felhatalmazó rendelkezésekről” Magyar Közlöny 2013. évi 185. szám. (2013. november 8.)

DBV-Merkblatt „Nachbehandlung von Beton”. Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein.E.V. Berlin, 2019.

MSZ EN 206-1:2002 „Beton. 1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelés” Visszavont szabvány

MSZ EN 206:2014 „Beton. Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelés” Visszavont szabvány

MSZ EN 206:2013+A1:2017 „Beton. Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelés”

MSZ EN 1992-1-1:2010 „Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok”

MSZ EN 1992-2:2009 „Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 2. rész: Betonhidak. Tervezési és szerkesztési szabályok”

MSZ EN 13369:2013 „Előre gyártott betontermékek általános szabályai”

MSZ EN 13670:2010 „Betonszerkezetek kivitelezése”

MSZ EN 13877-1:2013 „Betonburkolatok. 1. rész: Anyagok”

MSZ CEN/TS 12390-9:2018 „A megszilárdult beton vizsgálata. 9. rész: Fagyállóság jégolvasztó sóval. Lehámlás”

MSZ 4798-1:2004 „Beton. 1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelés, valamint az MSZ EN 206-1 alkalmazási feltételei Magyarországon” Visszavont szabvány

MSZ 4798:2016 „Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelés, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon”

MSZ 4798:2016/1M:2017 „Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelés, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon”

MSZ 4798:2016/2M:2018 „Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelés, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon”

MI-04-562:1992 „Transzportbeton” Építésügyi ágazati műszaki irányelv

MÉASZ ME-04.19:1995 műszaki előírás 4. fejezete „A beton”, *Magyar Építőanyagipari Szövetség*, Budapest, 1995.

e-UT 06.03.31:2017 „Beton pályaburkolatok építése. Építési előírások, követelmények”, Útügyi műszaki előírás-tervezet, *Magyar Út- és Vasútügyi Társaság*, Budapest, 2017. Az e-UT 06.03.31:2017 útügyi műszaki előírás-tervezet előzménye: ÚT 2-3.201:2006.

e-UT 0701.21:2016 „Közlekedésépítési célú, előregyártott könnyűbeton tartószerkezeti elemek tervezése és gyártása”, 32. Tervezési útmutató, *Magyar Út- és Vasútügyi Társaság*, Budapest, 2016.

ZTV-ING „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten. Teil 1-10: Massivbau. 2017.

Dr. Balázs L. György (1958) okl. építőmérnök, mérnöki matematikai szakmérnök PhD, Dr. habil., egyetemi tanár, a műszaki tudomány kandidátusa. BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék. Fő kutatási területei: beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek (anyagai, laboratóriumi vizsgálata és modellezése), roncsolásmentes vizsgálatok. Speciális betonok és betétek: szálerősítésű betonok (FRC), nem acélanyagú (FRP) betétek, megerősítések anyagai és módjai, HPC, UHPC, LWC. Tűzállóságra való tervezés, tűzállóság fokozása. Fagyállóság fokozása. Kémiai ellenállóképesség fokozása. Tartósság. Használati élettartam. Erőátadódás betonban, vasbeton tartók repedezetségi állapota. Fáradás. Lökésszerű terhelés. Nukleáris létesítmények. A *fib* (Nemzetközi Betonszövetség) elnöke (2011-2012), jelenleg tiszteletbeli elnöke. A *fib* Magyar Tagozat elnöke. Az Int. PhD Symp. in Civil Engineering alapítója. A *fib* Com 9 „Dissemination of knowledge” elnöke.

Dr. Kausay Tibor (1934) okl. építőmérnök (1961), vasbetonépítési szakmérnök (1967), egyetemi doktor (1969), a műszaki tudomány kandidátusa (1978), Ph.D. (1997), címzetes egyetemi docens (1985), címzetes egyetemi tanár a BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszéken (2003), a *fib* Magyar Tagozat tagja (2000), az MTA gróf Lónyay Menyhért emlékérmese (2003), a Palotás László-díj birtokosa (2015). Tevékenysége a betontechnológiai és a kő- és kavicsipari kutatásra, fejlesztésre, szakértésre, oktatásra, szabványosításra terjed ki. Publikációinak száma mintegy 220.

CONCRETE TYPES, TERMINOLOGY, NOTATIONS, ACTUALITIES Specifications to some of the chapters of the concrete standards MSZ 4798:2016, MSZ 4798:2016/1M:2017 and MSZ 4798:2016/2M:2018 PART 2. CONCRETE GRADE, CONCRETE PRODUCT, CONSISTENCY, CONCRETE TECHNOLOGY ASPECTS

György L. Balázs – Tibor Kausay

MSZ EN 206-1:2002 Standard is substituted by MSZ EN 206:2014 and MSZ EN 206:2013+A1:2017. These required the change of MSZ 4798-1:2004 Hungarian National Application Document for MSZ 4798:2016 and MSZ 4798:2016/1M:2017 by considering recent aspects of concrete technology and further specified in MSZ 4798:2016/2M:2018.

Present series of articles are about the modifications of concrete standards in the period of 2014 to 2018 in Hungary. This article is the second part of the series. The first part of the series has been published in VASBETONÉPÍTÉS Vol. XX. issue 2018/1. pp. 16-22. (Balázs L. – Kausay, 2018/1).

A CLARK ÁDÁM-ÉLETMŰDÍJRÓL

Adam Clark 1811-ben Edinborough-ban, született, Angliában gyakorlatot szerzett mérnök 1834-ben megismerkedett gróf Széchenyi Istvánnal, aki a Duna-szabályozáshoz szükséges gépek beszerzése miatt utazott Londonba. A magyarországi reformjainak megvalósításán dolgozó főúr az ifjú mérnököt hazánkba hívta. Néhány kisebb magyarországi feladat sikeres végrehajtása után Clark visszautazott Angliába, azonban pár év múlva, 1839-ben ismét Magyarországra érkezett, immáron mint a Lánchíd tervezésével és a hídépítés irányításával megbízott névrokona, William Tierney Clark helyettese.

Az építkezés időszakában gróf Széchenyi István 1847-ben az Országos Közlekedési Bizottsághoz műszaki tanácsadónak nevezte ki, majd 1848-ban a Kossuth Lajos által „legnagyobb magyar”-nak nevezett gróf az általa vezetett közlekedési és közmunkaügyi minisztérium műszaki tanácsosának hívta meg. Mint az első független magyar kormány közlekedésért is felelős minisztériumi tisztségviselőjét *méltán nevezhetjük Clark Ádámot az első magyar főhidásznak.*

A Lánchíd sikeres átadása után Clark Ádám rövid időt Angliában, Németországban, majd Ausztriában töltött, többnyire hídépítési munkák irányításával. 1851-ben felkérést kapott a budai Váralagút kiviteli terveinek elkészítésére és a kivitelezési munkák irányítására. Az akkor már európai hírvé, nagy szaktudású, kitűnő mérnök a felkérést elfogadta, hazánkban telepedett le. Feleségétől, az akkori budai várkapitány lányától három gyermeke született. 1866-ban bekövetkezett korai halála ellenére életműve, makulátlan emberi magtartása, kiemelkedő szakmai jártassága és sikerei, a magyar-európai kapcsolatrendszer fejlesztése, a korszerű hídépítési és gépészeti technológiák hazai elterjesztése terén kifejtett munkássága alapján méltó és követendő példát állított a jövő nemzedék hídépítő szakemberei elé.

A 2015-ben Dobosi Tivadar javaslatára alapított Clark Ádám-Életműdíj szakmai kitüntetést alkalmanként egy hazai és egy az Európai Unió tagországában élő és több évtizede sikeresen dolgozó szakember kaphatja meg, öt fős szakmai kuratórium döntése alapján.

A kratórium tagjai:

- Sitku László, a Hidászokért Egyesületet;
- Dr Dunai László, a Közlekedéstudományi Egyesületet;

- Dr Dalmy Dénes, a Magyar Mérnöki Kamarát;
- Hesz Gábor, a Magyar Közút Nzrt-t;
- Kolozsi Gyula, a Magyar Út- és Vasúti Társaságot képviseli.

A kitüntetés legfeljebb évenként egy alkalommal kerül odaítélésre és valamely nagyobb szakmai eseménnyel alkalmával átadásra.

A Clark Ádám Életműdíj szakmai kitüntetést az az élő szakember kaphatja meg, aki mindenben megfelel az alábbi feltételeknek:

- legalább 40 év eredményes szakmai tevékenység, a közúthálózat hídjainak tervezése, építése, fenntartása és/vagy igazgatása terén;
- kiemelkedően eredményes munkálkodás a hazai és/vagy európai hídépítési és fenntartási gyakorlat műszaki színvonalának fejlesztésében, az egységes európai gyakorlat megteremtésére irányuló törekvésekben;
- példamutatóan kiemelkedő szellemi irányító és műszaki teljesítmény a helyi, regionális és európai közegben a hídépítés szakmai munkájának az egyetemes útgyi, ezzel együtt társadalmi közegbe integrálásában, ismereteinek továbbadásában.

2019-ben a külföldi díjazott Michel Virlogeux, világszerte jól ismert francia hídkonstruktor, aki több alkalommal járt hazánkban, előadásokat tartott, szakértői véleményeivel segítette a tervezési munkákat Duna és Tisza hidak esetében, illetve részt vett a budapesti új Duna-híd nemzetközi tervpályázatának elbírálási munkáiban. Virlogeux úr a díjat szeptember közepén vette át a MAUT 25 nemzetközi szimpóziumon.

A 2019. évi magyar díjat két neves egyetemi oktató kapta. A díjat dr. Rubovszky András, a Széchenyi Társaság elnöke és Sitku László, a Hidászokért Egyesület elnöke adta át, a 170 éves Széchenyi Lánchíd tiszteletére rendezett szimpóziumon, 2019. november 20-án. A díjazottak laudációját dr. Farkas György, professzor emeritus és dr. Balázs L. György, egyetemi tanár mondta el.

A következő oldalakon bemutatott előadások a díj átadása során hangzottak el a BME dísztermében.

Kolozsi Gyula



Dr. Orosz Árpád és dr. Tassi Géza a Clark Ádám Életműdíj átadásán Fotó: Gyukics Péter



A CLARK ÁDÁM ÉLETMŰDÍJ ÁTADÁSA
BME, 2019. NOVEMBER 20.

DÍJAZOTT (MEGOSZTVA): DR. OROSZ ÁRPÁD, PROFESSZOR EMERITUS

Prológus:

*Megszülettünk,
Egyszer majd elmegyünk
Közben életünk
Értelmét keressük*

Amikor az ember meghatottan veszi át az életében végzett munkáját elismerő magas kitüntetést, akkor saját magát ismerve mérlegel és értékkel. Életem a tudomány és a mérnöki mesterség határán telt el, az oktatás és a gyakorlati munka területén. Talán azért lettem tanár, illetve oktató, mert évfolyamtársaim hozzám jöttek tanácsokért és a rendszeres magyarázás hozzásegített a tananyag elmélyültebb elsajátításához. Nem lettem nemzetközileg elismert tudós, magamat elsősorban mérnöknek tekintem.

De hát ki is az a mérnök? Röviden így határoztam meg:

„A mérnök a társadalomnak az az elhivatott tagja, egy egyszerű mesterség művelője, aki a természeti erőforrásokat a természettudományok segítségével - másokkal együtt működve - olyan alkotások, létesítmények megvalósítására fordítja, amelyek a társadalom céljait szolgálják.”

A meghatározás rövid, ezért minden szónak jelentősége van. A társadalmi célú mérnöki feladatnak végtelen sok megoldása van. Ez egy egyszerű példán könnyen belátható. Ha egy hidat kell építeni, az lehet fa, kő, beton, acél, lehet gerenda, ív, függőhíd, változhat a pillérek kiosztása, az építési módszer és így tovább. Ebből a sokaságból kell kiválasztani a valamilyen szempont szerinti legjobbat, az optimumot. A tapasztalat szerint az optimum közelében még mindig több közel azonos értékű megoldás található, azaz valaki mondhatja, mint a bohóc, hogy „van másik”. Ez az optimumkeresés a mérnök mindennapi munkájára jellemző, például akkor, amikor azt vizsgálja, hová tegye az érkező anyagot, hogy ne kelljen ötször átrakni. Ez az optimumkeresés, így munkamódszerévé válik.

A mérnök a természettudományok közül elsősorban ezek királynőjét, a matematikát használja. A létesítmény szerkezete, teherbírásának, biztonságának vizsgálatához egy matematikai modellt kell alkalmazni, amelynek azonban csak egy megoldása van. Ezt az egyetlen megoldást többféle módon, így analitikusan iterációval, vagy grafikusán stb. lehet meghatározni. A számítási matematikai modell is sokféle lehet, például van olyan építési módszer, ahol a megvalósítás közben a matematikai modell folyamatosan változik. A számítási eredmények pontosságát a modell megválasztása alapvetően meghatározza, ennek fejlesztése alkalmazott kutatás keretében folyhat. A végeredmény pontosságát azonban bemenő adatok, anyagjellemzők, terhek és hatások is befolyásolják, ezek fejlesztése az alapkutatás feladata, azaz az alkalmazott és alapkutatás egymástól elválaszthatatlanok, egymást kiegészítik.

A számítási módszerek fejlődését jól mutatja, hogy amikor 1953-ban a diplomaterveket készítettem, a Langer-tartós vasúti híd számításom szerint leterhelve felemelkedett. Csellár Ödön konzulensem azt mondta, hogy az arasznyi méretű logarléc pontossága nem elegendő, menjek a Geodézia tanszékre, mert



Dr. Orosz Árpád Fotó: Gyukics Péter

ott már akkor voltak tekerős számológépek, így számolva már a lehajlások is rendben voltak. Hol vannak már ettől a mai számítástechnikai eszközök!

A szakmai fejlődésre jellemző, hogy mérnöki pályafutásom alatt öt szabályzatot kellett megtanulnom.

Kedves barátaim, ha elemzük eddigi tevékenységüket, nagy valószínűséggel arra jutnak, hogy ennek többségét olyan ismeretek alapján végezték, amelyeket a diploma megszerzése után sajátítottak el. Megállapítható, hogy a mérnöki szerkezetek biztonságára szolgáló elméleti számítási módszerek rendkívül látványosan, egyre gyorsuló ütemben fejlődtek. A kétdimenziós módszerek után már itt van a harmadik dimenzió, és véleményem szerint két évtizeden belül megjelenik a negyedik dimenzió, az idő. Azt, hogy két évtized múlva hogyan, milyen módszerrel fogunk számolni, ma még nem tudjuk megmondani.

Az építési hibák vizsgálata azt mutatta, hogy azok mintegy 60 %-a az építés idején keletkezik, elhárításuk szükségessé teszi ennek az időszaknak részletesebb vizsgálatát, ami a többszöri modellváltozások miatt csak számítástechnikai módszerekkel oldható meg. Ezek után nézzük meg, hogy mi tapasztalható az építési technológiák, a gyakorlat és a megvalósítási módszerek területén. Régebben elsősorban a matematikában előbb született meg az elmélet, és ezt követte a gyakorlati alkalmazás. Ismert anekdota, amikor egy matematikus akadémiai előadásához, új eredményeihez kollegája gratulál, akkor azt feleli „Ó, hagyd, már alkalmazzák”. Az is igaz, hogy a matematikusok által kitalált módszereket előbb-utóbb alkalmazzák. Manapság gyakran tapasztaljuk, hogy először megjelennek új építési, megvalósítási technológiák és a működésüket igazoló elméletek később születnek meg. Ilyen például a réselési technológia, amelyről kezdetben neves tudósok azt bizonyították, hogy elméletileg nem működhet. A tapasztalat kikényszerítette a működés elméleti igazolását, így a résellékonysági vizsgálat ma már rutinfeladat. A paneles építési módnál, a fogadószint méretezési módszere is utólag született meg. Ezek azt igazolják, hogy az elmélet a gyakorlat

szolgálólánya. Mi adja a mérnökség szépségét, gyönyörét, az, hogy minden létesítmény egyedi, valami kézzel fogható, látványos és hasznos megvalósul, és ebben ott van a saját munkánk. Sajnálatos, hogy elmaradnak azok az ünnepek, amikor az elkészült hídon átgurították a sörös hordót és a megvalósításban résztvevők együtt örültek a sikernek. A technológiák megjelennek, majd eltűnnek. Gyakorlatilag megszűnt a hazai egykor nemzetközi szintű csúszózszaluzatos módszer, eltűnt a paneles, az alagútszaluzat stb. technológia. Ugyanakkor visszatért a monolit építési módszer. Azt, hogy 20 év múlva milyen technológiákat alkalmaznak, ma még pontosan nem tudjuk. Mint egyetemi oktató, tanár azt kérdezem, akkor mit tanítsunk. A jövő számítási módszerét nem ismerjük, de azt tudjuk, hogy mit fognak számolni, igénybevételeket, nyomatókat, nyírást, alakváltozást. A jelenleg alkalmazott számítástechnikai vizsgálatokban is célszerű lenne több ábrát bemutatni. Az egyre bonyolultabb számítási módszerek eredményeinek ellenőrzéséhez jól használható, egyszerű közelítő módszerekre lesz szükség, ezeket ki kell dolgozni. Olyan módszereket kell alkalmazni az oktatásban, amelyek elmélyült elméleti alapokat adnak és a hallgatók az alakhelyes igénybevételei ábrák számítás nélküli megszerkesztését is megtanulják.

A vizsgákon adjuk meg a számítási modellt, a terheket, és számítás nélkül szerkesszék meg az igénybevételei ábrákat. Az Alma Mater alapfeladata, hogy ismertesse, gyakoroltassa az új ismeretek megszerzésének módszereit, tanítson meg tanulni. Ha az előadások anyagát nem gyakoroltatjuk, akkor azok elfelejtődnek. Példa. Az 1950-es években Schwertner Antal nekünk ismertette a többtámaszú szerkezetek számítására alkalmas Suter-módszert. Szemléltetésként azt mondta: ha testemet a támasz helyére képzelem, akkor fölül kell húznom és alul kell nyomnom”. Az évfolyam nevetett. Erre azt mondta, kérem alássan, mi van ezen nevetni való? Hát ennyi maradt meg a módszerből, mert soha nem alkalmaztam.

A mérnök a társadalom számára épít, az utóbbi időben azt tapasztaljuk, hogy egy sötétzöld társaság a mérnöki alkotások ellen fordítja a társadalmat, ezek ellen meg kell védenünk magunkat és a társadalmat. Száz éves tapasztalat igazolja, hogy nem az a probléma a Soroksári Dunával, hogy a vízszint szabályozott, hanem az, hogy tisztítás nélkül engedik bele a kémiai szennyezett vizet. A Tisza tó ötven éves mérnöki

alkotás, ma természetvédelmi terület. A mérnökök büszkék lehetnek alkotásaikra, a társadalmi elismerés színvonala azonban nem arányos munkájuk értékével,

Végül meg kell említenem még azt, hogy a mérnök másokkal együttműködve végzi munkáját, alkotásait egyedül sem megtervezni, sem megvalósítani nem tudja. Ahhoz, hogy egy létesítmény üzemelési feladatát jól teljesítse, más szakterületek képviselőit meg kell hallgatni és jogos igényeiket figyelembe kell venni. Ez a kompromisszum- és együttműködési készség így az optimumkereséshez hasonlóan a mérnök munkamódszerévé válik. Nem szívesen megy olyan helyre, ahol feladata csupán utasítások végrehajtása, ezért van kevés mérnök a politikában, a Parlamentben, ezen a területen nem a mérnököknek kell megváltozni. Az együttműködési készséghez kapcsolódva mondok köszönetet mindenkinek, akivel életem során közösen tevékenykedtem, munkájuk, segítségük jelentősen hozzájárult ahhoz, hogy ezt a magas kitüntetést átvehessem. Köszönöm közvetlen tanszéki munkatársaimnak azt a légkört, amelyben hangos szó nélkül oldottuk meg a problémákat. Köszönöm családomnak az ideális körülményeket, gyermekeim, unokáim szakmai sikereinek, dédunokáim születésének örömeit.

Befejezésül külön szeretném megköszönni a rendezvény szervezőinek a megtisztelő életmű díjat. Köszönöm Géza bátyámnak a mintegy hét évtizedes barátságot, a szakmai, a kollegiális, emberi és családi együttműködést. Öröm és megtiszteltetés, hogy az életmű díjat együtt vehetjük át.

Valaki megkérdezte, hogy vagyok, erre Arany János versét idézem.

Epilógus:

*Ne kívánj nagy dolgokat,
Annak örülj, amit a sors megad.*

Áj-váj

Vagy a tüdő, vagy a máj

Vagy a szív, de az a táj

Érzem, szorít, feszül, fáj,

Ettől csappan a háj.

Egyszer azt mondja: állj.

De panaszt ne ejts, száj,

Az élet sohasem volt báj,

De meghalni, majd, ha muszáj!

A CLARK ÁDÁM ÉLETMŰDÍJ ÁTADÁSA BME, 2019. NOVEMBER 20.

DÍJAZOTT (MEGOSZTVA): DR. TASSI GÉZA, EGYETEMI TANÁR

A Hidászokért Egyesület a Széchenyi Lánchíd kettős jubileumán, 2019. november 20-án a BME dísztermében tartott konferencián nyújtotta át a megosztott Clark Ádám életműdíjat. Dr. Tassi Géza ny. egyetemi tanár, a műszaki tudomány doktora rövid felszólalásban tárta a hallgatóság elé életútjának hidakhoz fűződő mozzanatait. E cikk részletezi a kulcsszavakban elmondottakat.

1. BEVEZETÉS

Köszönettel vettem a Hidászokért Egyesület megtisztelő gesztusát, hasonlóan Balázs L. György professzor laudációját és a lehetőséget e cikk publikálására.

A szinte kulcsszavakban elmondottakat teljes részletezéssel e cikkben sem tudom ismertetni. Ezért a hidakkal összefüggő témákat röviden írásba foglalom. A tartalmi részekre a tárgykörhöz fűződő, a 12. Hivatkozások fejezetben felsorolt publikációkkal utalok.

2. TALÁLKOZÁSOM HIDAKKAL

Pesti gyerekként néha elvittek sétálni a Dunához. Közel a Vigadó térhez felmáztam a korlátra, és bámultam a folyót, a hajókat, és csodáltam az Erzsébet és a Széchenyi Lánchíd nagyszerűségét. Természetes, hogy számomra a „híd” szó folyó feletti létesítményt jelentett. Hasonlóan több szláv nyelven a „most” folyó-, esetleg állóvíz feletti szerkezetet jelent. Egyéb akadály feletti áthidalásra más kifejezés szolgál. Nyolcéves lehettem, amikor a Nyugati pályaudvar külső vágányai fölé keveredtem. Megtudtam, hogy a Ferdinánd hídon jártam. Azaz híd nem csak víz felett lehet. Annak idején dolgoztak a ceglédi vasútvonal szintbeli kereszteződéseinek megszüntetésén. Egyszer villamoson mentem a Thököly úton. Az ablakon kinézve valami érdekeset láttam. Néhány nap múlva kiszaladtam a helyszínre. Megcsodáltam, hogy valami van a Thököly út felett. Érdekes volt, hogy a vasúti töltés nem ért a hídfőig. (Persze ezeket a szakkifejezéseket akkor nem ismertem.) Olyan érdeklődés támadt fel bennem, hogy többször elmentem a helyszínre. Láttam, hogy a töltéshez kordék viszik a földet, amit emberek lapáttal töltenek a hídfőhöz. Eltelt egy idő. Egyszer csak eltűnt a sorompó, és a vonat a fejünk felett robogott, vagyis hídon. A városban azután több helyen találkoztam kisebb-nagyobb hiddal.

1979-ben tartottak Prágában egy konferenciát „Városi hidak” címen. Felkértek egy 50 perces előadásra Budapest hídjairól. Ha már... gondolat nyomán próbáltam legalább a dunai átkelések történetét és további elképzeléseit is felvázolni. Áttanulmányoztam Dalmy Tibor és Apáthy Árpád témába vágó munkáit. Találtam, ill. készítettem kb. 150 képet, majdnem 100 diapozitívet vetítettem is. A Korányi-féle definíció szerint több száz híd volt akkor a fővárosban. Nagy Duna-híd hét volt. Minden kisebb hídról futólag se számolhattam be. Hadarva és záporozó képekkel alig léptem túl az 55 percet.



Dr. Tassi Géza Fotó: Gyukics Péter

3. HIDAK AZ EGYETEMI HALLGATÓI IDŐSZAKBAN

Egyetemi tanulmányaim során elsajátítottam már a statika és a szilárdságtan alapjait, építőanyagokból a vas, beton, fa fő jellemzőit, a geodézia keretében gyakorlatban is megtanultam szintezni. Túl voltam az első tervezési feladaton, ami vasbeton híd volt. Nyárra az a meglepetés ért, hogy külföldre mehettem termelési gyakorlatra. Egy cseh kisvárosba kerültem a Sázava folyó partjára. Vasúti vasbeton ívhíd épült, és befejezéséhez közel volt a csatlakozó alagút. A munkahelyem és a szállásom is az építő nagyvállalat felvonulási épületében volt.

A későbbiekben volt dolgom hallgatóink termelési gyakorlatáival. A helyi vezetőtől és adottságoktól függően volt tanulmányi kirándulás, nézelődés, adminisztratív segédkezés, ritkán mérnöki munka. Nekem szerencsém volt, jól megdolgoztattak. Elvégeztem a fa állványszerkezet erőtanai számítását. (Megjelent a tervező, és ellenőrizte.) Felmértem a depóniában levő faanyagot, ugyanott a vasbeton ív betonacélanyagát (ebben velem dolgozott egy fiatal technikus és egy idős munkás, aki tolmácsolt is, mert a technikus nem tudott németül). Sok más szerkesztési, számítási, mérési munkát rám bíztek.

Úgy tűnt, munkaerőhiány volt a cégnél. Emellett a hétvége szabad volt, sőt valami fizetést is kaptam, és szabadjegyet a csehszlovákiai vasutakra.

Az egyetemen az első híd, amit terveztünk kétbordás vasbeton közúti gerendahíd volt. Ezen kívül terveztünk felsőpályás szegecselt gerinclemezes és alsópályás rácsos vasúti hidat.

Még hallgatóként jártam Korányi Imre professzor hídépítési szemináriumára. Ennek során a hallgatók egy-egy jelentős acélszerkezetű hídról számoltak be. Az én feladatom a Kill van Kull híd volt. Megkaptam a szakirodalmi forrást. Nem kérdezték, hogy olvasok-e angolul, minden esetre sokat tanultam belőle. Megjegyzem még, hogy 1994-ben felemelő érzés töltött el, amikor a washingtoni FIP-kongresszusról New Yorkba menet az autóbusból kinézve megpillantottam a Kill van Kull hidat.

Diplomatervem tárgya hegesztett acél szerkezetű felsőpályás

közúti ívhíd volt. Új volt számomra, mert hegesztésről nem tanultunk, a szakirodalomra kellett támaszkodnom. Négy tagozat közül a híd-tagozatra jártam. Ez néhány tárgyban és a diplomatervben tért el a többitől. A mérnöki oklevél egységes volt, csak a szigorlati tárgyak szerepeltek a szövegében, így: „Matematikából, Mechanikából, - Geodéziából, Magasépítéstanból, Hídepítéstanból, Út-, vasútpítéstanból, Vízépítéstanból”. Az „építőmérnök” megnevezést, és a szigorlati tárgyak helyett a szak megjelölését később vezették be.

4. HIDAKKAL KAPCSOLATOS OKTATÓI MUNKA.

70 éve szereztem mérnöki oklevelet. Az I. sz. Hídepítéstan tanszéken lettem tanársegéd. Gyakorlatokat vezettem a vas- és hídszerkezetek témakörből. Írtam jegyzetet a tárgyból főnököm előadásai alapján (Korányi, Tassi, 1950). A tartók statikája gyakorlatok példáinak zöme is hidak tárgyköréhez tartozott. Tervezési gyakorlatot főleg felsőpályás, gerinclemezes szegecselt vasúti híd témájában vezettem, de konzultáltam rácsos szerkezet tervezésében is.

Oktató munkám a II. sz. Hídepítéstan Tanszéken folytatódott. Több más tárgy mellett a vasbeton híd gyakorlatait vezettem. Az esti és levelező tagozaton előadtam a Vasbeton- és kőhidak témakört. Írtam módszertani útmutatót, amely főként a Közúti Hídszabályzatra támaszkodott. E tárgyhoz kapcsolódó számos diplomaterv-feladat konzulense voltam. A tanszék kettéválása után a Vasbetonszerkezetek Tanszékére kerültem. Az akkori tanterv szerint mindegyik félévben Vasbeton szerkezetek volt a tárgy címe. Kezdetben a III. évfolyamon egy ideig Palotás László professzor volt az előadó (egy féléven át én adtam elő). Tartottam gyakorlatokat a III. évfolyamon és a hallgatók még abból a jegyzetből tanultak, amelyet Palotás László előadásai alapján írtam (Palotás, Tassi, 1959). Kezdetben az V. évfolyam előadója voltam felületi tartók és tározók tárgykörben. Ezt a feladatot Orosz Árpád, a III. évfolyamot Szalai Kálmán vette át. Bölskei professzor a IV. évfolyam előadásait bízta rám, és ez tartósan így folytatódott. Csak a szerkezetépítő mérnöki szakról beszéltek. Nem térek ki azokra a részletekre, amelyek akkor voltak hatályosak, amikor volt mély- és magasépítési ágazat. Utóbbin Szerémi László volt az előadó. Nagyjából az állandósult, ami szerint én adtam elő az általános hídepítést, a feszített vasbeton szerkezeteket és a vasbeton hidakat. Ennek során a statikai, vasbeton szilárdságtani kérdések mellett igyekeztem bevezetni a hallgatókat a technológiai rendszerek ismeretébe, hidak esztétikájába, gazdaságosságába is. Két tervezési feladat volt, egy előregyártott, előfeszített tartókkal készülő sokbordás, és egy szekrényes utófeszített vasbeton közúti híd. Tervezési segédlet is készült (Tassi, Dalmy, 1972). Mindebben sok segítséget kaptam Windisch Andortól és Dalmy Dénestől, aki nyugalmazásomkor át is vette tőlem a stafétabotot. Az oktató munkát az angol és német nyelvű kurzusokon folytattam.

Munkám oroszánrésze az oktatás volt. A laboratóriumi tantárgy egy részének is volt híd-vonatkozása pl. modellkísérlet (Windisch 1983) sokbordás, ill. szekrényes híd vizsgálatára.

Az oktató munka része volt még a rendszeres konzultáció, sok zárthelyi és feladat javítás, vizsga, záró- (korábban állam-) vizsga, felvételi vizsga, tanulókör, ill. évfolyam vezetői tevékenység, termelési gyakorlat, feladatok kiadása, jegyzet és segédlet írása, tantárgy-fejlesztés, oktatási adminisztráció stb.

Minden irigység nélkül jegyzem meg: Az illetékes szervek az oktatóktól – előbbre jutásuk feltételeként - az itt elmondottak mellett több, magasabb tudományos produkciót vártak el, mint sok főfoglalkozású kutatótól. És akkor még nem beszéltünk a szakmai-tudományos egyesületi munkáról és hivatali, társadalmi

feladatokról, nyelvtudásról, önképzésről. Ezen kívül élni is kell, kinek egy hangverseny, kinek egy futballmeccs vagy mindkettő tartozott a szükséges kikapcsolódáshoz. A családra is kell gondolni, gyereket nevelni – nagy örömmel. Mindehhez kicsi a fizetés, pénz kell, dolgozni kell, ezzel a szakmával is tartani a kapcsolatot. Mindez szép, de embert próbáló. Vagy zseniális képességűnek kell lenni (én távolról se voltam ilyen), vagy heti 60-70 órában kell húzni az igát (ehhez olyan csodálatos családi háttér volt szükséges, amilyen nekem megadatott). Az ambíció persze nem volt kötelező. Aki rendben leadta az óráit, fegyelmezetten ellátta alapvető feladatait, más kötelezettsége nem volt, az élhetett hajszá nélkül.

A gyakorlati oktatás java az igénybevételek számítására és a keresztmetszetek, a kapcsolatok méretezésére terjedt ki. Több gyakorlati (főként külföldi) szakember bírálta egyetemünket azzal, hogy statikát és szilárdságtant tanítunk és nem „konceptiót”. Ma megjegyzem, hogy tervezési elvek az előadásokon mindig szerepeltek a mi egyetemünkön. Amikor az én feladatom volt, igyekeztem az elveket példákkal alátámasztani. Nem volt könnyű. Valami segítséget vetített képek nyújtottak, de egy felmérésünk szerint ez nem hagyott elég maradandó nyomot a hallgatóságban. A könyvek, jegyzetek is csak szűk lehetőséget adtak.

Már a közel jövő azt a lehetőséget nyújtja, hogy az erőtani számítás feladatait az informatika látja el. A szerkezettervező – élhet az informatika által „készen” produkált adatok felhasználásával. -Koncentrálhat a funkcióra, gazdaságosságra, esztétikus megjelenésre, környezetbarátságra, stb. Mód nyílik alternatívák szakszerű mérlegelésére. Természetesen szükség van a szerkezettervező és az informatikus együttműködésére.

Amit az említett jó szándékú bírálók elvártak volna, az a diplomaterveknél volt lehetséges, ott is nehezen.

Emellett az utóbbi évtizedekben a hallgatók kevesebb, mint ötöde tervezett hidat diplomatervként.

Mejegyzem, számos külföldi egyetemen fordultam meg, és láttam olyat, hogy a hallgató csak tartót tervezett, nem komplett szerkezetet. Egyetlen helyen találkoztam olyan esettel, hogy a hallgató kapott egy szintvonalas térképet, azon kijelöltek két pontot. Az volt a feladata, hogy azokat kösse össze úttal vagy vasúttal és azon a mütárgyakat tervezze meg vázlattervi szinten. Ezek közül kijelölnek egyet, amit kiviteli tervként ki kell dolgoznia. Az egész kétféle feladat.

E helyen nem írhatom le a teljes történetet. Hallottam olyan amerikai kísérletről, amelyet szerintem kis ország nem követhet. Eszerint a hallgató beiratkozáskor kap egy komplett feladatot. Egy tutor segítségével összeállít magának egy tantervet, amely tartalmazza a megoldáshoz szükséges ismereteket, és a feladatot a tanulmányi évek alatt megoldja, ahogy tudja.

2000-ben egyesült a két szerkezetépítéssel foglalkozó tanszék Hidak és Szerkezetek Tanszék néven. Én akkor még az idegen nyelvű kurzusokban oktattam egy ideig. A bekövetkezett változásokat nem is tudtam követni. Bízom abban, hogy a fejlődés jó irányban halad.

5. LABORATÓRIUMI OKTATÁS

A beton- és vasbetonépítési laboratóriummal már a II. sz. Hídepítéstan Tanszéken megbarátkoztam. Rengeteg anyagvizsgálatot végeztünk. Volt mód bizonyos szerkezetvizsgálatokra (hajlító pad, oszloptörő). Ott és részben a szomszédos gépészkari Mechanika Tanszék laboratóriumában végeztem kísérleteket kandidátusi értekezésem témakörében (Tassi 1960).

Az 1960-as évek végén megindult az Építőipari laboratórium tervezése. Perényi Imre és Halász Ottó mellett a szerkezetvizsgálati

témák vizsgálatát szolgáló terek és berendezések előkészítésében Szittner Antal szerzett érdemeket. A vasbeton témakört érintő kérdésekben rendszeresen konzultáltam.

1974-ben megbízást kaptam a Vasbetonszerkezetek Tanszéke laboratóriuma vezetésére. Ezt a feladatot minden más – oktatási stb. teendőim érintetlensége mellett nyugdíjazásomig elláttam.

Iványi Miklós volt az acélszerkezeti laboratórium vezetője. Vele szinkronban dolgoztam ki a Szerkezetvizsgálati gyakorlat c. tantárgy vasbeton részének tematikáját, amit igyekeztem az elméleti oktatáshoz igazítani (Tassi, Fejős 1985). A legtöbb segítséget Ódor Pétertől kaptam. Vele állítottuk össze a laboratórium negyedszázados tevékenységét (Tassi, Ódor 2000). A hidakat érintő laboratóriumi munkákról a továbbiakban írok.

6. GYAKORLATI MUNKA A HIDAK TERÜLETÉN

Oktatási rendszerünk és a hazai gyakorlat úgy alakult, hogy a szerkezetépítő mérnöknek egyaránt otthon kellett lennie híd- és magasépítési feladatoknál. Például említhetem Zielinski Szilárd, Mihailich Győző és Menyhárd István munkásságát. Sokrétű feladatokat kellett ellátnunk az oktatásban és a kutatásban. A gyakorlati munkában úgy, „ahogy esett”. Ebben a cikkben csak azokról a munkákról szólok, amelyek hidakhoz kapcsolódnak. Itt se tudok szisztematikus rendet követni.

A Honvédségnél mérnöki teendőim voltak, de csak egy egyszerű provizórium terve volt hídépítési feladat.

Amikor kivitelező vállalatnál dolgoztam, ipari, kevés vízépítési szerkezettel kellett foglalkoznom. Az ún. üzemi csőhidak előfeszített vasbeton gerendáival volt dolgom, de ez a Korányi-féle definíció szerint nem híd.

Az I. sz. Hídépítéstani Tanszéken töltött idő alatt részt vettem a bajai vasúti Duna-híd próbaterhelésében. Mechanikus műszerekkel mértük a nyúlásokat.

Itt jegyzem meg, hogy a tanszéki csapattal részt vettem egy tervpályázaton, amelyet egy bajai közúti Duna-híd létesítésére írtak ki. Vasbeton Gerber-hidat terveztünk (Farkas Gy., Iványi, Tassi, Völgyi, 2009). A parti nyílások és a konzolok hagyományos vasbeton szerkezetűek voltak. A közbefüggesztett tartók helyszínen előregyártott feszített nagyszilárdságú könnyűbeton elemek voltak a terv szerint. Az ilyen tartókkal laboratóriumi kísérletet is végeztünk. Tudvalevő, hogy végül is nem épült új híd, hanem a vasúti hídon kétoldalt konzolt illesztettek a könnyű közúti járműforgalom számára, a teherforgalom pedig szervezeten a vasúti pályán haladt. Később a konzolokat megerősítették a teherforgalom számára, a két főtartó közötti rész már csak a vasúté.

Pályáztunk magas töltésen haladó út alatti akadály áthidalására szolgáló szerkezet tervére.

Terveztem kishidakat belvízrendezéshez.

Folytattam kísérleteket különféle mértékben feszített hajlított vasbeton tartókkal (Tassi 1974).

A felrobbantott Boráros téri, Petőfi híd újjáépítésekor vasbeton pályaszerkezet készült. Később megbízást kaptunk a felújítás előtti állapot vizsgálatára. A kezdő szemrevételezést egyedül végeztem el. Élménydús volt a vizsgáló járdákról alulról végigjárni a hidat. Ugyanakkor lesújtó volt, mert a nyilvánvalóan tökéletlen pályaszigetelés miatt bekövetkezett korróziós károkról kellett beszámolnom. Az első részjelentésem benyújtása után törölték a megbízás további részét, mert kitűnt, hogy a teljes vasbeton pályaszerkezetet le kell bontani.

Ugrásszerűen változó leresztmetszetű tartóvég feszítésével anyagmű modelleken végeztünk kísérleteket, elméleti vizsgálatot is. (Tassi, Windisch, 1973). Elvégeztem 9 m-es előfeszített vasbeton tartó széles körű laboratóriumi vizsgálatát.

Tagja voltam annak a bizottságnak, amely megvizsgálta, mely földrajzi helyeken előnyös előregyártott blokkokkal szabadon szerelt feszített vasbeton hidakat építeni. Elvégeztük az első ilyen létesítmény, a kunszentmártoni Hármaskörös-híd előkísérleteit. Ezek tárgya volt a pecsétnyomás, ékcsúszás, kábelsúrlódás, a lehorgonyzó elem vizsgálata. A kivitelezés előtt a tervek szerinti teljes erőtani számítást elvégezve nyújtottunk be jelentést.

Elvégeztük az első hazai utófeszített vasbeton vasúti híd előzetes vizsgálatát és próbaterhelését (Csiszár, Nemeskéri-Kiss, Tassi 1968).

Elvégeztük az FT-tartó gyártási vizsgálatát. Az EHGT és EHGT tartócsalád, valamint a felhasználásukkal készült felszerkezetek erőtani vizsgálatát is lefolytattuk, ezt kiegészítettem az EHGT-tartókkal. Feladatunk volt a Szt. István Tisza-híd számításának ellenőrzése. Vizsgáltuk a Marx-téri felüljáró terveit. Külön is megjegyzem, hogy szakvéleményünk tervezési hibát nem állapított meg. Írtam azonban a következő mondatot: „Elő kell írni a szerkezet magassági vonalvezetésének ellenőrzését és a szükséges szabályozás megszervezését”. Meggyőződésem, hogy e tanács megfogadása esetén a kivitelezéskor bekövetkezett alakhibát elkerülték volna. Részt vettünk az alakhiba orvoslásában is (Tassi 1986). Az, hogy „a híd részei nem értek össze”, a „városi legenda” kategóriájába tartozik, és nem sikerül teljesen törölni a közvéleményből.

Tagja voltam az M0 autópálya déli Duna-hidak tervbírálati bizottságának. A soroksári Duna-ág híd próbaterhelése is feladatunk volt (Tassi, Ódor, Fáy 1993, Tassi 1992).

Elvégeztük az EHGT és UB tartók, valamint a velük készült felszerkezetek összehasonlító elemzését (Balázs, Tassi 1992).

Vizsgáltunk nagyszilárdságú kábellel épült vonórudas hidakat és kísérleti célra készült utófeszített tartókat (Pál, Tassi 1978). Utóbbiakat tartósan páradús környezetben tárolták. Laboratóriumunkban a tartókat átfűrészeltük. Mértük a kábel becsúszását. Vizsgáltuk az injektáló habarcs állapotát és a feszítőacél korrózióját.

Igen nagyszámú kis és közepes nyílású közúti vasbeton híd időszakos vizsgálatát végeztük el, és feldolgoztuk a vizsgálatok eredményeit. (Szilágyi, Tassi 1984, Tassi 2016).

7. ELMÉLETI KUTATÁSOK

Ahogy november 20-án is éppen hogy említettem, kutatásokat végeztem Rózsa Pál könyvének alkalmazásával és személyes segítségével. E munkákat itt is csak felsorolás szerűen írom le.

7.1. Hídszerkezetek analitikus vizsgálata mátrixszámítási módszerekkel

Hidak tartószerkezeteinek erőtani számítását ismert okokból, - főként tekintettel a mozgó teherre, kevés kivétellel – rugalmasságtani elvek alapján számítjuk. Megjegyzem, rúdszerkezetek képlékenységtani számítására is dolgoztunk ki eljárást (Tassi, Rózsa 1958). A főtartó-szerkezetek jelentős része úgy modellezhető, hogy a lineáris algebra néhány módszere szinte kínálkozik az alkalmazásra, első sorban a kontinuáns és az egypárú mátrixok tulajdonságai folytán (Tassi, Rózsa 2012). Eljárást dolgoztunk ki többfajta hídszerkezetre. Ezek között van előregyártott elemekből szabadon szerelt hídszerkezetek számítása (Tassi, Rózsa 1992), a feszítőerő okozta igénybevételek folytatólagos, többlettámaszú tartóban (Tassi, Rózsa, Schlotter 2006), ferdekábeles hidak kábelelei beszabályozásának számítása (Tassi, Rózsa, Hunyadi 2004), öszvértartó számítása (Tassi, Rózsa, Szabó 2009). Alább még említek egydimenziós számítási modelleket.

Kétségtelen, hogy ezekre a számításokra az informatika numerikus, CAD eljárásokat nyújt. Mégis, pl. paraméteres összehasonlító vizsgálatoknál előnyös lehet a zárt formában felírt eredmény.

7.2. Számítások és más vizsgálatok

Kidolgoztam a feszítő acél lehorgonyzódásának általános elméletét (Tassi 1959). Végeztem vasbetonelméleti-számítási vizsgálatokat. Ezek részben hidak kérdésköréből származtak (Tassi, Klatsmányi 1970), (Rózsa, Tassi 1981), analitikus függvényvel leírt beton szigma-epszilon diagrammal végzett vasbeton szilárdságtani számítások (Tassi 1969). Hidaknál a mozgó teher szempontjait célozta feszített vasbeton tartók kétparaméteres, teher alatti vizsgálata (Tassi 1982). Feszített vasbeton tartók repedezettségére vonatkozó sokrétű számítások is szerepeltek (Tassi 1972). Feszített és nem feszített betétellátott modell analitikus vizsgálatát is elvégeztem (Tassi 1978). A repedés modellezésére az egy vagy több diáddal módosított mátrix tulajdonságaira vonatkozó ismereteket használtam.

Módszert dolgoztam ki a vasbetétek számításba vételére finit modellen. Az eljárást utófeszített tartóvég vizsgálatára alkalmaztam (Tassi 1978).

A véges hosszban való lehorgonyzódás kritériumát tárgyaltam (Tassi 1957), (Tassi 1959) továbbá (Tassi 1992) elméletet dolgoztam ki a feszítőacél lehorgonyzódására.

Vizsgálatokat végeztünk a feszítőerő időbeli változására (Tassi, Erdélyi, 1984), előregyártott híderendák harántirányú stabilitására (Tassi, Bódi, Strobl 1984) és közelítő számítás az alakváltozásra (Deák, Tassi 1979).

7.3. További elméleti tevékenység

Részt vettem a szabványok fejlesztésében, így a közúti hidaknál (Tassi 1968) és egyéb szerkezeteknél (Kármán, Tassi 1974). Az Eurocode hidak terheire vonatkozó első szabályozásának magyar változatát is elkészítettem.

8. A HIDAK SZEREPE ÉS HATÁSA

Az oktatásban és a gyakorlatban is súlyt helyeztem arra, hogy a hidak fontosságuknak megfelelő helyet foglaljanak el a gazdaságban és a köztudatban. Elég arra gondolni, hogy mit jelent például a közelmúltban megépült dunaújvárosi és szekszárdi Duna-híd. Több tucat kilométernyi utat takaríthatnak meg a hidak.

A hidépítés sok olyan újdonságot hozott, amit az építőipar más területe is hasznosít. Példa ezekre a hegesztés, az úszódaru, a feszített vasbeton, a hatásábra, a keszon és a fűrt cölöp alapozás, az ortotrop lemez, a szekrényes tartó, a szabad szerelés (Tassi 2007).

Mi tagadás, hidak katasztrófái is tanulságosak voltak: A Szent Lőrinc folyam rácsos Gerber-hídja pilon melletti alsó övének kihajlása hívta fel a figyelmet a képlékeny tartományban fellépő stabilitás-vesztésre, a Tacoma-híd összeomlása széllelkések és a felszerkezet saját lengésszáma megegyezése miatti interferenciájának veszélyére, a bécsi Reichsbrücke és a genovai Morandi-híd rejtett pontjain fellépő korrózió veszélyére.

Köztudott, hogy az statika és a szilárdságtan klasszikus, tudós fejlesztői hidászok voltak.

Létesítmények optimális elrendezése mind nagyobb szerepet játszik napjaink környezetvédelmi feladatai között (Tassi, Iványi, Farkas A., Timár G. 2011). Nyilvánvaló, hogy a hidak jelentősége sokszorosan meghaladja az építőiparban elfoglalt arányuk szerepét (Tassi, Timár Gy. 2001). Ennek sajnálatos bizonyítéka a hidak hiánya, a háborús veszteségek tragikumai és pótlásuk

nehézsége (Tassi, Iványi 2001). Szívesen foglalkoztam a magyar hidépítés fejlődésével, (Tassi, Jancsó 2008, Tassi 1994). Írtam a 80 éves feszített vasbeton történetéről is (Tassi 2009).

Nagyra értékelem kollégáink ez irányú munkásságát.

9. SZAKMAI PUBLIKÁCIÓK

Mintegy 250 publikációm közül kb. 60 függ össze hidakkal, de a többi írás zöme is tartalmaz hidaknál alkalmazható ismereteket.

Az oktatásban és a gyakorlati életben felhasználható könyv, könyvrészlet, jegyzet a hivatkozásokban szerepel. Ezeket itt nem részletezem.

Több nemzetközi kongresszus nemzeti beszámolóján ismerttettem a hazai hidépítés friss eredményeit. Külföldi tanulmányutak és nemzetközi konferenciák révén a hidakról nyert tapasztalatokat megosztottam a magyar hallgatósággal.

10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ismételten köszönetet mondok a Hidászokért Egyesületnek, Kolozsi Gyulának és társainak az alkalomért, amely ennek az írásnak az alapját képezte. Köszönöm Balázs L. György főszerkesztőnek a felkérést és az e folyóiratban nyújtott lehetőséget.

A leírt 70 éven át folytatott tevékenységhez támogatást kaptam egyetemi tanszékvezetőimtől, időrendben Korányi Imre, Mihailich Győző, Palotás László, Bölskei Elemér, Orosz Árpád, nyugdíjas koromban Szalai Kálmán, Hegedűs István, Farkas György, Dunai László professzoroktól, egyetemen kívüli munkahelyeimen Darvas Lajos és Mók László vezető mérnököktől. Kedvező volt az együttműködés publikációim mindegyik társszerzőjével. Az oktatásban, kutatásban, a laboratóriumi munkában nagy szerencsével dolgozhattam együtt munkatársaimmal, akiknek a nevét teljesség, időrend, gyakoriság szempontja nélkül sorolom fel: Klatsmányi Tibor, Windisch Andor, Dalmy Dénes, Almási József, Királyföldi Lajosné, Balázs L. György, Ódor Péter, Erdélyi László, Varga László, Fáy Péter.

11. ZÁRSÓ

Szerencsésnek érzem magam. Lehet, hogy ha a szerkezetépítő mérnöki szakterület egyetlen fejezetére koncentrálok, abban talán többet érek el. Életpályám azonban úgy alakult, hogy mindig azt követtem, amit előljáróim meghatároztak. Ezen belül rendszerint találtam olyan pontokat, amelyek kedvemre valók voltak. Örvendetes volt, hogy a hidak körében sok ilyet fedeztem fel. Ha itt lenne hely rá, elmondanám, hogy főleg a nemzetközi egyesületeknek köszönhetően a hidépítés történetének milyen „csúcstartóival” találkozhattam a temesvári Liget úti híd-től az ausztráliai Gateway Bridge-en át az amerikai Golden Gate Bridge-ig. Csupán ebből a felsorolásból kiderülne, milyen sok örömet szerezhetnek a hidak.

Dr. Tassi Géza

12. HIVATKOZÁSOK

Rövidítések: BME TK = Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Kar Hidak és Szerkezetek Tanszéke Tudományos Közleményei, MKK = Műszaki Könyvkiadó, M.Sz. = Mélyépítéstudományi Szemle, Ép. és Közl.K. = Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények, Per.Pol. = Periodica Polytechnica. TKK = Tankönyvkiadó Budapest, ÉKME TK = ÉKME Tudományos Közlemények, ÉPCO = Nemzetközi Építéstudományi Konferencia, Csíksomlyó;

Danube Br = International Conference on Bridges Across the Danube, Proceedings

Balázs, L. Gy., Tassi, G.: (1992) Comparison of prefabricated bridge girders from planning to use. Proc. of the Third Intern. Workshop on Bridge Rehab., Darmstadt, pp. 213...221.

- Bölscei E., Tassi G.: (1964) *Vasbetonépítéstan. Feszített betonszerkezetek*. Ttk.Bp. 264 p.
- Bölscei E., Tassi G.:(1970) *Vasbeton szerkezetek. Feszített tartók*. Ttk. Bp. 308 p. 4. kiadás 1982
- Bölscei E., Tassi G., Klatsmányi T.:(1964) *Vasbetonépítéstan. Feszített tartók számítása*. Ttk., Budapest, 1964. 120 p.
- Csiszár R., Nemeskéri-Kiss G., Tassi G. : (1968) Feszített vasúti híd alakváltozásainak és erőjátékának vizsgálata. *M.Sz.*, XVIII.12. pp. 556... 565.
- Farkas Gy., Iványi M., Tassi G., Völgyi I.: (2009) A BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke és elődeinek szerepe a hídépítésben, *BME TK* pp. 11...52.
- Kármán T., Tassi G.:(1974) Feszített vasbeton szerkezetek. Bölscei E., Dulácska E.(szerk.): *Statikusok Könyve. MKK*, pp. 245...313
- Korányi I., Tassi G. (1950)*Vas- és hídszerkezetek*. BME Jegyzetk., 130 p.
- Palotás L., Tassi G.: (1959) Vasbetonépítéstan. Vasbetonszerkezetek alapelemei és szilárdságtana. Felsőoktatási Jegyzetellátó V. Budapest, 240 p.
- Pál T., Tassi G.:(1978) Közúti feszített vasbeton hidak időállóságának vizsgálata. *M.Sz.*, XXVIII. pp. 265... 270.
- Rózsa, P., Tassi, G.: (1981)Analytische Behandlung des Spannbetonträgers aufgrund des Mörschschen Schubmodells. *Acta Mechanica (Wien)*, 41. 1-2. pp. 1... 9.
- Szilágyi, É., Tassi, G.: (1994) The influence of periodic supervision on the lifetime of concrete bridges. *Proc. of II. Intern. Sci. Conf. Durability and Service Life of Bridge Structures*, Poznan', pp. 321...327
- Tassi, G.: (1957) The possibility of anchorage on finite length in pre-tensioned prestressed concrete. *Sci. Publ. of the Techn. Univ. of Arch. Build. Civ. and Transp. Eng., Extr. from the Sci. Works of the Chair No. II of Bridge Constr.* pp. 41...50
- Tassi G.: (1959) A feszített betét betonban való lehorgonyzódásának elmélete. *Ép. és Közl.K.*, 1-2. pp. 217... 258
- Tassi G.: (1960) Kísérleti kutatások a feszített betét lehorgonyzódásának vizsgálatára. *Ép. és K. K.*, 1-2. pp. 235... 265.
- Tassi G.: (1967) Utófeszített tartó tervezésének néhány kérdése. *BME Mérnöki Továbbképző Intézete, TKK.*, 43 p.
- Tassi G.: (1968) Az új Közúti Hídszabályzat feszített betonszerkezetekre vonatkozó előírásairól. *M.Sz.*, XVIII. 11. pp. 502... 505.
- Tassi, G.: (1969) Limit analysis of prestressed concrete beams. *Per. Pol.*, 13, 1-2. pp. 83...92
- Tassi G.: (1972) Feszített vasbeton tartók számítása repedéskorlátozásra és a repedéstágasságra ható paraméterek. *M.Sz.*, XXII. 9. pp. 438... 448.
- Tassi, G.: (1974) Experimentelle Forschungen und Berechnungsmethoden zur Prüfung der Grenzzustände von Spannbetonbalken. *Per.Pol.*, 18. 3, pp.189... 207.
- Tassi, G.: (1978a) Analytical treatment of discrete models for reinforced and prestressed concrete members. *Acta Techn. Acad. Sci. Hung.*, 86. pp. 81...87.
- Tassi, G.: (1978b) Analogy-based mathematical model of reinforced and prestressed concrete members. *Per. Pol.*, 22. 3-4. pp.169...204.
- Tassi, G.: (1986) Dusledkek nepresnosti letné montáže jednoho mostu z P. B. budovanéh segmentovou technologií. *Příčiny vad a poruch betonových konstrukcí. Sborník příspěvků, ČSVTS Brno*, pp. 61...66.
- Tassi, G.: (1992a) Contribution to the components of bond between prestressing wire and concrete. *Intern. Conf. Bond in Concrete from Research to Practice., Topics 1. 2.* Riga, pp. 81...86.
- Tassi, G.: (1992b) Load test of the bridge on the Soroksár branch of the Danube on the M0 circular motorway. *Danube Br* pp. 69...83.
- Tassi,G.: (1994). The main features of the development of concrete bridges in Hungary. *Proc. of the US-Hung. Bridge Conf. at the Techn. Univ. of Bp.* pp. 15...34.
- Tassi G.: (2007) A hidak szerepe és jelentősége dr. Träger Herbert munkássága tükrében. *Lánchíd Füzetek* 6. pp. 160...162
- Tassi G.:(2009) Gondolatok a feszített vasbeton 80 éve kapcsán, *ÉPKO*, pp. 467...474.
- Tassi, G.: (2016) Determination of loadcapacity and behaviour of existing concrete structures. *Proc on occasion of 90th birthday of Prof. A. Ryżyński Politechn. Poznań*, pp. 219...229.
- Tassi G., Bódi I., Strobl A.: (1984) Előregyártott hídgerendák viselkedése a beépítési pontatlanságok figyelembevételével. *KTMF IV. Tud. Ülés sz. Közl.Ép. Szekció*, Győr, pp. 13...16.
- Tassi G., Dalmy D.: (1972) *Hídszerkezet tervezése. Útmutató és segédlet a Vasbetonszerkezetek c. tárgy gyakorlataihoz*. BME Vb. Szerk. Tansz. – BME Soksorosító, 85 p.
- Tassi G., Deák Gy.: (1979) Feszített vasbeton tartók alakváltozásának számítása. *A Szil. tan. és Tartó. szerk. Tansz. Tevékenysége*, pp. 59...61
- Tassi, G., Erdélyi, L.: (1984) The time-dependent change of the transmission length in prestressed pre-tensioned members. *Int. Symp. on Long-Term Observ. of Concre. Struct. RILEM-ACI Preliminary Reports III.*, Budapest, pp. 21...29
- Tassi, G., Fejős, Cs.: (1985) Modular structure in building laboratory education. *Ingenieurpädagogik, Referate des 14. Intern. Symp. IGIP '85*, Budapest, Leuchtturm, Band 21. Alsbach, pp. 726...733.
- Tassi, G., Iványi, M.: (2001) Destruction of bridges and construction of temporary structures over the Danube in Hungary. *Danube Br* pp. 261...269.
- Tassi, G., Iványi, M., Timár, G., Farkas, A.: (2011) „4.1. Environmentally compatible bridge structures”. Concept of the theory of environmentally compatible structures and structural materials. *Intern. Assoc. for Shell and Spatial Struct. (IASS) WG 18. ČTU Prague* pp. 166...192., & 216...218.
- Tassi G., Jancsó Á.: (2008) Egy klasszikus bánáti vasbeton híd mai szemmel, *ÉPKO*, pp. 255...264
- Tassi G., Királyföldi L.-né: (1984) Előregyártott tartós vasbeton és feszített vasbeton hidak. Palotás L.(szerk.): *Mérnöki Kézikönyv, 3.k. MK*, pp. 791... 809.
- Tassi, G., Klatsmányi, T.: (1970) Contribution to the analysis of stresses in prestressed concrete beams. *Per. Pol.* 14. pp. 311...315
- Tassi G., Knebel J.: (1984a) Általános hídépítés. Vasbeton hidak. Palotás L.(szerk.): *Mérnöki Kézikönyv, 2.k. MK*, pp. 719... 751.
- Tassi G., Knebel J.: (1984b) Monolit vasbeton és feszített vasbeton hidak. Palotás L.: *Mérnöki Kézikönyv, 3.k. MK*, pp. 757... 790.
- Tassi G., Loykó M., Királyföldi L.-né.: (1999)*Vasbeton hidak szerkezeti kialakítása*. TK, Bp,114 p. + 18 tábla.
- Tassi G., Ódor P.: (2000) A Vasbetonszerkezetek Tanszéke laboratóriumának negyedszázados tevékenysége. *BME TK* pp. 11...26
- Tassi G., Ódor P., Fáy P.: (1993) Az M0 autótút Soroksári Duna-ág hídjának próbaterhelése. *Közlekedés- és M.Sz.*, XLIII. 3. pp. 81... 100.
- Tassi G., Rózsa P.: (1958) Rugalmas-plasztikus anyagú, sztatikailag határozatlan rúdszerkezetek számítása mátrixelmélet felhasználásával. *ÉKME TK*, IV. 2. pp. 21... 43.
- Tassi, G., Rózsa, P.: (2012) Forces in load bearing structures suitable to be treated by tridiagonal and one-pair matrices, *Pollack Periodica* pp. 15...20, <https://doi.org/10.1556/Pollack.7.2012.S.1>
- Tassi, G., Rózsa, P.: (1992) Forces in prestressed concrete bridges constructed by free cantilevering. *Per. Pol. Ser. Civil Engineering*, 35. 3. pp. 81...100.
- Tassi G., Rózsa P., Hunyadi M.: (2004) Analytical solution of basic equations of structures for cable stayed bridges. *Journal of Structural Mechanics – Rakenteiden Mekanikka*, Vol. 37. Helsinki No. 3. pp. 18...33
- Tassi, G., Rózsa, P., Schlotter, I.: (2006) Matrix analysis of V- or Y-supported continuous bridge girders. *BME TK* pp. 181...192.
- Tassi, G., Rózsa, P., Szabó, B.: (2009) Matrix analytical method for examination of forces in steel-concrete composite girders, *A BME TK* pp. 131...140.
- Tassi, G., Timár, Gy.: (2001) Cultural-economic background of Danube bridges. *Danube Br* pp. 9...14.
- Tassi, G., Windisch, A.: (1973) Spannungsverteilung im Endverankerungsbereich vorgespannter Fertigteil-Brückenträger. *Előregyártás a Mélyép. Konf. Tanulmányok I*, KTE-KÖZDOK, Bp, pp. 245... 254.
- Windisch A., Tassi G. (szerk.): (1983)
- Szerkezetvizsgálati gyakorlat Vasbetonszerkezetek tárgyköréből. Modellkísérletek vasbeton szerkezetek vizsgálatára. *BME Vasbetonszerk. Tanszéke – BME Soksorosító, 24 p.*

DR. KASZÁS KÁROLY KÖSZÖNTÉSE 65. SZÜLETÉSNAJÁN



Prof. dr. Kaszás Károly Ph.D. okl. mérnök, nyugalmazott egyetemi tanár született 1954. dec. 25-én, Kanizsán (Szerbia, Jugoszláv SzSzK.). *Tanulmányok:* Újvidéki Egyetem, Technológiai Kar (1973-1978) okleveles technológus mérnök (1978); Újvidéki Egyetem, Technológiai Kar (1983-1987), műszaki tudományok magisztere (1978), Újvidéki Egyetem, Technológiai Kar (1988-1993), műszaki tudományok doktora PhD (1993).

Főbb kutatási területei: durva és finom kerámiák, nanotechnológia, építőanyagok korróziója és korrózió védelme, környezetvédelem, szilárdhulladék kezelés, fenntartható fejlődés.

Szakmai tevékenység: „Építőipari Kombinát Kanizsa, Potisje Gyáregység”, termelésvezető (1978-1980); „FIM Szigetelőanyaggyár”, Kanizsa, szakmunkatárs a laboratóriumban és a technológiai osztályon (1980-1982); „Építőipari Kombinát Kanizsa”, „Kerámika Gyáregység”, nyerstermelési osztály vezetője, minőségellenőrzési osztály vezetője; „Építőipari Kombinát Kanizsa”, vezérigazgató helyettes (1987-1989); „Potisje-Kanizsa” Kanizsa, Építőanyaggyártó Rt. vezérigazgató (1989-2000); „Potisje-Kanizsa”, Kanizsa Rt. főtechnológusi tanácsadó (2000-2002); „Potisje-Kanizsa”, Kanizsa Rt. a vezérigazgató műszaki, technológiai és tudományos fejlesztési tanácsadója (2002-2005).

Oktatói tevékenység: „Műszaki Középiskola Kanizsa”, Kanizsa, honoráris tanár (1980-1992); „Újvidéki Egyetem”, Újvidék, „Építőmérnöki Kar Szabadka”, Szabadka, tiszteletbeli egyetemi docens, (1995-1998); tiszteletbeli rendkívüli egyetemi tanár (1998-2003); tiszteletbeli rendes egyetemi tanár (2003-2005); nyugállományba vonulásáig (2019) főállású rendes egyetemi tanár (2005-2019).

Legfontosabb szakmai eredmények: Kezdő mérnök gyakornokként (1978) tett javaslatára, átalakították a száraz cserép rakásmódját az ÉIK Kanizsa, „Potisje” Kanizsa gyáregységben, az alagút kemence égető vagonjaira, mert előzőleg, akkora volt a hajszállrepedéses, kiégetett cserépben a selejt, az új típusú cserép gyártásánál, a „C. I.” üzemben, hogy annak értéke meghaladta, a gyáróriás, egyhavi bruttó fizetését. Munkatársaival a „Kerámika” Kanizsa csempegyárban (1982-1987) optimalizálták a kerámia zagy nedvesörlésű malmainak munkáját, lerövidítve 18%-kal az őrlésidőt; **teljesen átalakították a kerámia zagy porlasztó szárítójának („atomizőr”) belső szerkezetét, megváltoztatták technológiai paramétereit, beépítettek egy külföldi gyártmányú, folyamatos kerámia granulátum nedveségmérőt.** E módosítások által a granulátum szemcse nagysága, morfológiája, szemcse nagyság eloszlási görbéje, nedvessége, azt az eredményt adta, hogy a szinter padlólapoknál az alacsonyabb osztályú termék és a selejt, több mint 21%-al lecsökkent. A csempek száraz préselésénél, Európában először alkalmazták a frissen kiperéselt, nyers csempe termovíziós ellenőrzését

munkatársaival, amely módszer rámutatott, hogyan kell a présformába való töltést megváltoztatni. Újra Jelentős selejt csökkenést értek el.

Vezetése alatt a „Potisje-Kanizsa” Rt. öt alkalommal (1996-2000) nyerte el a Belgrádi Építőipari Kiállítás új termékért járó, „Nova vizura” díját és szintén ötször (1996-2000), ugyanott, a vásár „Grand Prix” Nagydíját. Szabadalmuk (Prof. Dr. Milan Kekanović-tyal): A »Great-span intermediate flow construction, particularly for building of public and residence structures«, az Első Feltalálói Olimpián (Budapest, 1998.) aranyérmert nyert, majd Szerbiában, több európai országban és Ausztráliában is szabadalmi jogot kapott.

Az európai cserép- és téglagyártásban az első zártrendszerű, agyag száraz feldolgozású-visszanedvesítésű (1200 tonna/nap), teljesen számítógép vezérlésű és irányítású, ultramodern üzem (»Potisje-Tondach« Rt. Magyar Kanizsa – Kanizsa új neve 2002-től; 2003 októberben a »Tondach Gruppe« megvásárolta a »Potisje – Kanizsa« Rt. Magyar Kanizsa gyárat) tervezési és kivitelezési főmérnöke és felelős vezetője (2003-2005).

117 tudományos és szakmai munkát publikált Jugoszláviában, Szerbiában, Európa és a világ vezető folyóirataiban. Több száz tudományos és szakmai előadást tartott hazai nemzetközi, európai és világszintű tanácskozásokon, konferenciákon, kongresszusokon, szerb, magyar, német, angol és olasz nyelven. Szerzője egy tankönyvnek, társszerzője három monográfiának és két enciklopédiának, számos külföldi tudományos munka recenzense. Több, mint száz hazai, nemzetközi, európai és világ konferencia és kongresszus aktív résztvevője.

Tagság: a Szerbiai Mérnök-tudományi Akadémia rendes tagja (2003-); a Balkáni Ásványtechnológiai Tudományos Akadémia rendes tagja (2012-); a Nemzetközi Technológiai és Manager Akadémia rendes tagja (2002-); a Magyar Tudományos Akadémia külső köztestületi tagja (2002-); a Szerbiai Anyag és Szerkezetvizsgáló Társaság érdemes tagja (1998-); az Európai Kerámia Szövetség tagja (1992-); a Német Kerámiai Társaság tagja (1990-); a Szerbiai Anyag és Szerkezetvizsgáló Társaság Igazgató Bizottságának tagja, majd elnöke; a Szerbiai Kerámiai Társaság tagja; az Újvidéki Egyetem, Szabadkai Építőmérnöki Kar, Szerkezet és Anyagtani Tanszék vezetője (három mandátum).

A »Lloyds Register Quality Assurance« (LRQA), London, Technológiai Szakértője (2006-); a Szabadkai Körzeti Gazdasági Kamara alelnöke (2009-2015); a **fib** Magyar Tagozatának tagja (2016-).

Kitüntetések: a Jugoszláv Szövetségi Köztársaság Munkaérdemrendje (1999); a Vajdasági Gazdasági Kamara Aranyplakettje (1998); a Szabadkai Körzeti Gazdasági Kamara Aranyjelvénye (2012); a Német Kerámiai Társaság (DKG) Ezüst Érdemérme (2016).

Professzor urat tisztelettel köszönti a **fib** Magyar Tagozata és további jó egészséget kíván.

Balázs L. György

DR. TARICZKY ZSUZSANNA KÖSZÖNTÉSE 80. SZÜLETÉSNAPIJÁN



Dr Tariczky Zsuzsanna 1939. december 13-án született Budapesten. Szülei szigorral, de sok szeretettel nevelték.

Életét meghatározta hite, a szülők tisztelete és a testvéri szeretet. A Budapesti Fazekas Mihály gimnáziumban 1958-ban jeles eredménnyel érettségizett, majd 1969-ben a BME Építészmérnöki Karán szerzett diplomát, melyet 1978-ban az egyetem Építőipari Minőségvizsgáló szakán szerzett szakmérnöki diplomával egészített ki. Tanulmányai mellett az Építéstudományi Intézet Minősítő Tagozatán, majd jogutódjánál, az Építőipari Minőségvizsgáló Intézet Anyagvizsgáló Osztályán dolgozott. Megismerkedett az építési anyagok vizsgálataival, a tűzállóság kérdéseivel, de részt vett a bauxit cementekkel készült házak felülvizsgálatában is.

A vizsgálatok kapcsán került kapcsolatba a Kiskörei erőmű építési munkáival, majd biztatásra elvállalta a laboratórium vezetését. Megismerkedett a vízepítési munka rejtelmeivel, a kivitelezési munka sokszínűségével. A betontechnológia tervezése, a beton folyamatos ellenőrzése mellett, betongyarak üzemeltetése, sőt telepítése is feladata lett. Élvezte az új meg új kihívásokat, feladatokat, de az élet közbeszólt. Édesanyja megbetegedett, hazahívta lelkiismerete.

Hívták az Ybl Miklós Főiskolára laboratórium vezetőnek, de ő a Hídépítő Vállalatot választotta. A vállalatnál a fejlesztés időszaka volt. A minőség-ellenőrzési rendszer kialakítása-, különféle célra felhasznált betonok előállításának megszervezése volt a feladata. A helyszínen előállított betonokból feszített tartók, szabadszereléssel, szabadbetonozással épült hidak készültek. A rendelkezésre álló adalékanyagok, cementek nem mindig feleltek meg az elvárásoknak. Elment a bányákba, cementgyárakba az anyag kiválasztás érdekében. Részt vett a laboratóriumi-, a helyszíni próbakeveréseken, de a szállítást

és az átvételt is személyesen ellenőrizte. Ezen évek tapasztalatait 1982-ben doktori értekezésben foglalta össze, melyet sikeresen megvédett.

A hidak, felüljárók betontechnológiai mellett foglalkozott a metróépítés-, térburkolat készítés-, feszítés-, injektálás-, termékátvétel kérdéseivel. A Hídépítő Vállalatnál, illetve a Hídépítő Részvénytársaságnál eltöltött évek alatt a betontechnológia fejlesztése mellett, az ellenőrzés-, minőségbiztosítás, minőségirányítás munkáját is irányította. A hibák értelmezése, következtetések levonása, az új iránti igény volt mindenkor munkájának alapja.

Folyamatosan részt vett a Szabványügyi Testület-, az Ágazati Szabványosítás-, és a Nemzeti Akkreditáló testület munkájában. Tapasztalatait előadásokban, cikkekben ismertette. Rendszeresen oktatott a Magyar Betonszövetség felkérésére, amit 2007-ben Dombi József-díjjal jutalmazott a szövetség.

Tartott előadást 1977-ben a Kassán rendezett nemzetközi feszítettbeton konferencián, az első magyarországi szabadon szerelt híd kivitelezését megelőző kísérleti munkáról, majd 1981-ben a VI. Nemzetközi Melment Symposiumon a Melment L10 betonadalékszer alkalmazásáról a magyarországi szabadon betonozott hídépítésnél. A közel 50 év munkája sokszor okozott gondot, de annál több örömet számára. Munkatársai, a szakma elfogadta, elismerte munkáját. A dicséret, elismerések mellett különösen értékes számára a Széchenyi emléklap (2004), a Palotás László-díj (2014), az Életmű Díj (Hídépítő Részvénytársaság 2016).

Évek múlnak, e változó világban már-már feledésbe megy mindez. Hihetetlen számára, hogy van, aki még keresi, van még kérdés, amire tud válaszolni.

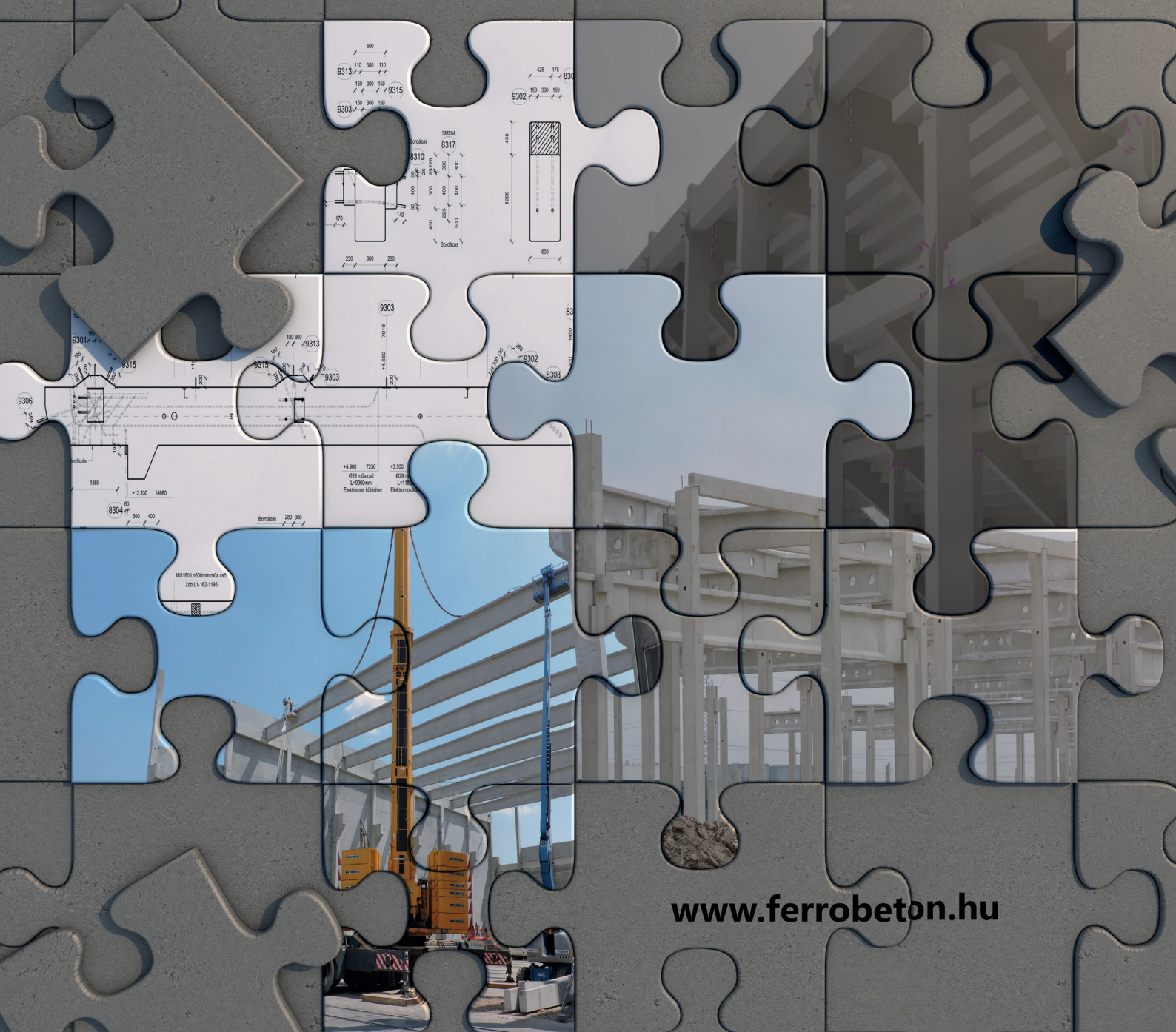
Kedves Zsuzsa, sok szeretettel kívánunk Neked a **fib** Magyar Tagozata nevében születésnapod alkalmából nagyon sok boldogságot, szeretetet és nagyon sok megválaszolható kérdést.

Lublóy Éva



FERROBETON

beton biztos alapokon



www.ferrobeton.hu

AXIS VM X5

Végelem programrendszer statikusoknak



Mapleton Crescent toronyház - London, Szerkezettervezők: Clancy Consulting & Barrett Mahony Consulting Engineers

www.axisvm.hu