

VASBETONÉPÍTÉS

CONCRETE STRUCTURES

JOURNAL OF THE HUNGARIAN GROUP OF *fib*



Dr. Balázs L. György et al.

**NAVIS CAEMENTICIA –
KENU 64 KG BETONBÓL**

34

Dr. Simon Tamás – Szabó-Turák Dávid

**FUGASZALAGOK
ALKALMAZÁSA A VÍZZÁRÓ
MONOLIT VASBETON
SZERKEZETEKNEĽ**

39

Dezső Zsigmond – Polgár László

**A DEBRECENI NAGYERDEI
STADION IGÉNYES ÉS
ÚJSZERŰ TARTÓSZERKEZETI
MEGOLDÁSAI**

46

Kozák János – Dr. Magyarai Béla

**A BUDAPESTI NÉGYES
METRÓVONAL ÉPÍTÉSE
4. FRC BURKOLATOK A NÉGYES
METRO HÁROM ÁLLOMÁSÁN
BUDAPESTEN**

53

**BUDAPEST HÍDJAI ÉS
RAKPARTJAI A DUNAI
ÁRHULLÁM TETŐZÉSEKOR –
2013. JÚNIUS 8-9.**

57

**SZEMÉLYI HÍREK
DR. LENKEI PÉTER KÖSZÖNTÉSE**

**80. SZÜLETÉSNAJARA
LAKATOS ERVIN 80 ÉVES
DR. GÁLOS MIKLÓS**

**75. SZÜLETÉSNAJARA
POLGÁR LÁSZLÓ 70 ÉVES
DR. DEÁK GYÖRGY (1926-2013)
DR. CSÁK BÉLA (1926-2013)**

60

2013/2

Főszerkesztő:

Dr. Balázs L. György

Szerkesztő:

Dr. Träger Herbert

Szerkesztőbizottság:

Beluzsár János

Dr. Bódi István

Csányi László

Dr. Csíki Béla

Dr. Erdélyi Attila

Dr. Farkas György

Kolozsi Gyula

Dr. Kovács Károly

Lakatos Ervin

Madaras Botond

Mátyássy László

Polgár László

Telekiné Királyföldi Antonia

Dr. Tóth László

Vörös József

Wellner Péter

Lektorai testület:

Dr. Deák György

Dr. Dulácska Endre

Dr. Janzó József

Királyföldi Lajosné

Dr. Knébel Jenő

Dr. Lenkei Péter

Dr. Loykó Miklós

Dr. Madaras Gábor

Dr. Orosz Árpád

Dr. Szalai Kálmán

Dr. Tassi Géza

Dr. Tóth Ernő

(Kéziratok lektorálására más
kollégák is felkérést kaphatnak.)

Alapító: a *fib* Magyar Tagozata

Kiadó: a *fib* Magyar Tagozata

(*fib* = Nemzetközi Betonszövetség)

Szerkesztőség: BME Építőanyagok és

Mérnökgeológia Tanszék

1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.

Tel: 463 4068 Fax: 463 3450

E-mail: fib@eik.bme.hu

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

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:

II. Magyar (Mapei) Betonkenu Kupa, Ráckeve

Fotók: Dr. Balázs L. György

TARTALOMJEGYZÉK

- 34** Dr. Balázs L. György et al.
**NAVIS CAEMENTICIA –
KENU 64 KG BETONBÓL**
- 39** Dr. Simon Tamás – Szabó-Turák Dávid
**FUGASZALAGOK ALKALMAZÁSA A VÍZZÁRÓ
MONOLIT VASBETON SZERKEZETEKNE**
- 46** Dezső Zsigmond – Polgár László
**A DEBRECENI NAGYERDEI STADION IGÉNYES
ÉS ÚJSZERŰ TARTÓSZERKEZETI MEGOLDÁSAI**
- 53** Kozák János – Dr. Magyarai Béla
**A BUDAPESTI NÉGYES METRÓVONAL ÉPÍTÉSE
4. FRC BURKOLATOK A NÉGYES METRO
HÁROM ÁLLOMÁSÁN BUDAPESTEN**
- 57** **BUDAPEST HÍDJAI ÉS RAKPARTJAI A DUNAI
ÁRHULLÁM TETŐZÉSEKOR – 2013. JÚNIUS 8-9.**
- 60** **SZEMÉLYI HÍREK**
Dr. Lenkei Péter köszöntése 80. születésnapjára
Lakatos Ervin 80 éves
Dr. Gálos Miklós 75. születésnapjára
Polgár László 70 éves
- Dr. Deák György (1926-2013)**
Dr. Csák Béla (1926-2013)

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 Vas-
betonipari Zrt., Pont-Terv Zrt., Strabag Zrt., Swietelsky Építő Kft., Uvaterv Zrt.,
Mélyépterv Komplex Mérnöki Zrt., Hídtechnika Kft., Betonmix Mérnökiroda Kft.,
BVM Épelem Kft., CAEC Kft., Pannon Freyssinet Kft., Stabil Plan Kft., SW Um-
welttechnik Magyarország Kft., Union Plan Kft., DCB Mérnöki Iroda Kft., BME
Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszéke,
BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke

NAVIS CAEMENTICIA – KENU 64 KG BETONBÓL

Dr. Balázs L. György – Boldog Anita – Czoboly Olivér – Csizmadia Luca – Eipl András – Dr. Kopecskó Katalin – Dr. Lublós Éva – Marosi Bence – Patyi Noémi – Russói András – Dr. Salem G. Nehme – Sinka Alex – Sinka Zoltán – Vekov Imre – Wéber Tamás – Dr. Zsigovics István

A tavalyi év sikere láttán 2013-ban már második alkalommal került megrendezésre a Magyar Betonkenu Kupa. Egy versenyzésre is alkalmas betonkenu készítése óriási kihívás, hiszen nagyon komoly anyagtani kérdéseket kell megoldani, és mind emellett az evezést is elsajátítani.

Jelen cikkben a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék csapatának (Navis Caementicia) betonkenu készítési tapasztalatairól, és a verseny izgalmairól számolunk be.

Kulcsszavak: betonkenu, beton hajótest, Betonkenu Kupa, betontechnológia, üvegszál, bedolgozhatóság, UHPC

1. BEVEZETÉS, ELŐKÉSZÜLETEK

Egy betonból készült hajónak magas követelményeket kell kielégítenie:

1. nagy húzószilárdság (a hajlításból és pontszerű terhelésből származó igénybevételeket egyaránt el kell viselnie),
2. kis súly (a fálvastagság és a tömegeloszlás optimális legyen),
3. úszóképesség (káros repedések nem keletkezhetnek benne, a hajónak meg kell őriznie úszóképességét a teljes verseny során),
4. mindezt olyan frissbeton keverékből, ami ferde és függőleges felületen is meg tud állni felhordás során.

Ha ezek a követelmények nem teljesülnek, akkor nem lehet állandó vastagságot kialakítani, kellő teherbírást elérni, vagy megfelelően evezni a hajótestben, esetleg egyszerűen elsüllyedhet a hajó.

A felsorolt követelmények első látásra úgy tűnhetnek, mintha egyáltalán nem beton anyagú hajótestre vonatkoznának. A kitűzött feladat mégis megoldható speciális betontechnológiai fogások alkalmazásával.

2. A VERSENY SZERVEZŐI ÉS RÉSZTVEVŐI

A verseny fő támogatója és mozdítója a MAPEI Kft. volt (elsődlegesen Bartos Ferenc és Miklós Csaba képviseletében). A rendezvényigazgatói feladatokat Dávid Júlia, (Sailforyou Kft.) látta el. A verseny fővédnöki feladatait Dr. Balázs L. György töltötte be. A Betonkenu Kupa a BME Építőmérnöki Kar támogatását is élvezzi.

A versenyre örömteli módon leadta nevezését az ipar és a felsőoktatás számos képviselője. Lévén, hogy a Kolozsvári Egyetem is szerepelt az indulók között, így a 2013. évi kupát már nemzetközi versenynek is tekinthetjük. A nyolc induló csapat alfabetikus sorrendben: BME, Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék; BME, Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék; Frissbeton Kft.; Kolozsvári Műszaki Egyetem; Mapei Kft.; Széchenyi István Egyetem, Győr; Szent István Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi Kar I. és II. csapata.

A versenynek a ráckevei Savoyai-kastély épülete és parkja, valamint a közvetlen közelében fekvő Ráckevei-Duna adott helyet.

3. VERSENYKIÍRÁS

A versenykiírás igazodni próbált a már korábban indult betonkenu kupák (regatták) hagyományaihoz (mint például a



1. ábra: NAVIS CAEMENTICIA embléma a kenunkon



2. ábra: A hajótest zsaluzatának kialakítás üvegszálas műanyagból egy tényleges versenyhajó felhasználásával



3. ábra: A zsaluleválasztó réteg elhelyezése



4. ábra: A betonkeverék elkészítése



5. ábra: Betonréteg felhordása az üvegszövetre



6. ábra: A betonréteg felhordásához sok szorgos kéz egyidejű és gondos munkája volt szükséges

németországi vagy az egyesült államokbeli), annak érdekében is, hogy majd esetleg magyar betonkenu csapat is részt vehessen külföldi versenyeken.

A versenykiírást nagyon alaposan át kellett gondolni, hiszen figyelembe kellett venni mind a beton, mind pedig a sportág sajátosságait. A versenykiírásnak csupán egyes fő pontjait ismertetjük, teljes részletességgel a www.betonkenu.hu honlapon olvasható.

„A verseny közben a kenuban két személy tartózkodhat (ülhet vagy térdelhet), akik a kenut egytollú lapátokkal hajthatják. A betonkenut, úgy kell elkészíteni, hogy az a verseny ideje alatt ne süllyedjen el. A betonkenu hosszának 400-600 cm, míg szélességének 60-100 cm között kell lennie.

A betonkenu építése során bármilyen adalékanyag felhasználható. A betonkenu betonjához azok a cementek használhatóak, amelyek megfelelnek az EN 197-1:2000 európai szabványnak. A betonkenu betonjának minimális cementtartalma 250 kg/m^3 kell legyen. A betonkenu betonjához bármely betonadalékszer felhasználható. A betonkenu építéséhez felhasználhatóak cement kiegészítő anyagok, pl.: granulált kohósalak, pernye, puccolán (trassz), őrlött mészkő, mikroszilika, metakaolin. A betonkenu megépítéséhez bármilyen anyagból készült hálót, szövetet, betétet lehet használni, azonban a betonkenut tilos merev vázra építeni. Összefüggő vízzáró anyag/lemez/réteg nem alkalmazható. A betonkenut kívül-belül beton kell, hogy borítsa. Ennek értelmében, minden betétet betonnak kell bevonnia. A betonkenu betonjához összesen maximum 2 kg polimer használható fel.

Az értékelés folyamán a zsűri három kritériumot vesz figyelembe: I. a betonkenu tervezése, ötletessége és kivitelezése; II. a betonkenu megvalósításáról készült prezentáció; III. a csapatnak a versenytávokon elért helyezése. Az a csapat nyer, amelyik a verseny során a legtöbb pontot éri el.”

4. KÉSZÜLŐDÉS A VERSENYRE

4.1 Csapatnévválasztás

A BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék csapatának igyekeztünk olyan nevet választani, ami megfelelőképpen tudományos, továbbá a betonra és az evezésre-hajózásra is utal. Így született meg hosszú mérlegelés után a latin nyelvű: NAVIS CAEMENTICIA elnevezés (1. ábra).

4.2 A hajótest alakjának kiválasztása

Evezős versenyről lévén szó, tényleges versenyhajót kívántunk választani mintának. A kiválasztott hajótestről üvegszálazás műanyag másolatot készítettünk (2. ábra).



7. ábra: Kizsaluzás



8. ábra: A vadonat új betonkenut vállunkra vettük

Amint elkészült a forma, kétféleképpen készíthető el a betonkenu. A betonkenut a forma külső vagy belső felületére betonozva hozhatjuk létre. Mindkét út járható. Mi az utóbbit választottuk, elsősorban a kedvezőbb külső felületképzés érdekében.

4.3 Leválaszthatóság

A kenukészítés egyik kritikus fázisa a kiszaluzás. Kedvezőtlen esetben kiszaluzáskor a teljes hajótest megrepedhet és tönkremehet.

Zsaluleválasztó olaj helyett mi műanyag leválasztó réteget alkalmaztunk, ami sikeresnek bizonyult (3. ábra).

5. A BETONKENU ELKÉSZÍTÉSE

A BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszéken már hosszú időre nyúlik vissza a betonkenu készítésének gondolata. Egyik csapattársunk, Russói András, hallgatóként TDK dolgozatot készített konzulenseivel, dr. Kopecskó Katalinnal és dr. Majorosné dr. Lublós Évával 2007-ben, az alkáliálló üvegszál és a műanyag szál erősítésű betonok tulajdonságának összehasonlításáról (Russói, 2007). Már ebben a dolgozatban is célként tűzték ki az „1. Magyar Betonkenu Kupa” meghirdetését. Ez aztán, mint tudjuk 2012-ben vált valóra a MAPEI és a Sailforyou Kft. segítségével. A betonkenu keverék kidolgozásához értelemszerűen figyelembe vettük korábbi kutatómunkáink tapasztalatait is.

5.1 Betonösszetétel

A fenti igények miatt nagy szilárdságú, és nagy teljesítőképességű beton alkalmazását véltük kielégíthetőnek. Az önsúly csökkentésének érdekében könnyű adalékanyagot is alkalmaztunk. A keveréket laboratóriumunk betonkeverőjében készítettük el (4. ábra).

9. ábra: Vízretétel a Dunán, a Műegyetem rakparton



10. ábra: Sorakoznak a betonkenuk a versenyre várva



11. ábra: A BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék csapata a verseny előtt

Vasalásként (helyesebben szólva belső erősítésként) üvegszál szövetet alkalmaztunk (5. ábra). Ennek elhelyezése természetesen sok nehézséget okozott, hiszen a kenu felülete nem síkba fejthető.

A speciális betonkeverék elhelyezéséhez speciális felhordási technikát alkalmaztunk. Vékony rétegek követték egymást. A rétegek betonozását gyorsan kellett elvégezni, hogy az egyes rétegek együtt dolgozzanak. A megfelelő konzisztencia betarthatósága érdekében gyors és összehangolt munkára volt szükség (6. ábra).

Ebben a fázisban lehet képezni esetlegesen merevítő bordákat és kialakítani a beton héj vastagságát.

A betonkeverékünk tehát egy nagy teljesítőképességű, szálerősítésű UHPC keverék volt, amit speciális technikával lehetett felhordani a felületre.

5.2 Utókezelés, kiszaluzás

Utókezelésként a hajótest belsejét eláraztottuk vízzel.

12. ábra: A mérlegelés eredménye csupán: 64 kg (ANVIS CAEMENTICIA - 2013)





13. ábra: II. Magyar (Mapei) Betonkenu Kupa, futam a Ráckevei Dunán



14. ábra: Hajónk az első futamban (2. helyeztként)



15. ábra: Hajónk a második futamban (1. helyeztként)

A kizsaluzás nagy gondosságot igényelt. Lélegzet visszafojtva szabadítottuk föl a felület egyre nagyobb részzeit (7. ábra).

5.3 A megszilárdult beton tulajdonságai

A kenu betonkeverékéből készített próbatesteket 28 napos korig víz alatt tároltuk és ezután végeztük el a törési vizsgálatokat.

A 150 mm élhosszúságú kockán mért nyomószilárdság átlag értéke három próbatest eredményeit figyelembe véve 45,6 N/mm² volt.

A 40×40×160 mm méretű hasábon mért hajító-húzószilárdság átlag értéke három próbatest eredményeit figyelembe véve: 10,3 N/mm² volt.

5.4 Vízretétel

Duna-parti egyetemről lévén szó, a vízretétel a legkisebb nehézséget sem jelentette számunkra. Vállunkra vettük a kenut és kísétáltunk a Duna partra (8. ábra). Ráadásul éppen áradás is volt, így a rakpart fölötti vízfelületen rögtön vízre tudtuk bocsátani vadonatúj kenunkat (9. ábra). Elegánsan követte mozgásával a hullámokat. Ettől kicsit megnyugodtunk, de egyúttal észre vettük, hogy a hajótest könnyűsége miatt stabilitása is csökkent.

6. A VERSENYNAP

A versenynap a csapatok prezentációjával kezdődött Ráckeven, aminek célja, hogy mindannyian megismerjük az egyes kenuk jellegzetességeit.

A zsűri ezt követően végig járta a kastély parkjában sorakozó kenukat és ellenőrizte, hogy megfelelnek-e az előírásoknak (10. és 11. ábra).

7. 64 KG

Ezt követte a hajótestek egyenkénti mérlegelése. A

BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék NAVIS CAEMENTICIA nevű kenuja esetében a mérleg csupán 64 kg-t mutatott (12. ábra). A mérlegelés végén kiderült, hogy ez egyúttal a legkönnyebb hajótestet is jelentette a 2013. évi verseny során. Ez egyidejűleg Magyarország legkönnyebb, kétszemélyes kenuja pillanatnyilag (ami a versenykiírás többi követelményét is teljesíti).

A 64 kg meglehetősen kevés, hiszen gondoljunk csak bele, alig haladja meg egy hagyományos cementzsák súlyát.

8. FUTAMOK

A 2013. évi Betonkenu Kupa során két értékelhető futamot bonyolítottak le. Elvárás, de egyelőre nem kötelezettség volt, hogy a két futamban eltérő legénységgel induljanak a csapatok. Mindkét futam óriási izgalmak közepette zajlott (13. ábra).

A képek a NAVIS CAEMENTICIA csapat hajójának befutóját mutatják az első futamban (14. ábra), és a 2. futamban (15. ábra).

A 2013. évi II. Magyar (Mapei) Betonkenu Kupán indult csapatok végső helyezései:

1. BME, Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék (csapatnév: NAVIS CAEMENTICIA)
2. Frissbeton Kft.
3. Mapei Kft.
4. Széchenyi István Egyetem, Győr
5. Szent István Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi kar I-es csapata
6. Kolozsvári Műszaki Egyetem
7. BME, Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék
8. Szent István Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi kar II-es csapata

Minden csapat kiváló teljesítményt nyújtott, hiszen felkészültségével igazolta betontechnológiai és evezési ismereteit egyaránt.

16. ábra: A BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék (NAVIS CAEMENTICIA) győztes csapata az eredményhirdetés után



10. KÖSZÖNET-NYILVÁNÍTÁS

Köszönjük a szervezőknek (Mapei Kft. és Sailforyou Kft.) a körültekintő munkát, és hogy az egész rendezvényt élvezetessé tették számunkra.

A 2013. évi Betonkenu Kupában a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék NAVIS CAEMENTICIA csapatának fő támogatói voltak: az MC Bauchemie Kft. és a Sika Hungária Kft. További támogatóink voltak az Avers Kft., a Holcim, Csomiép Kft., Design Depo Kft., a Lágymányosi Spari Egyesületnek és Bacsa Márk a Vásárhelyi Videó Studióból (VVS). Mindezen támogatásokat ezúton is köszönjük.

Köszönjük továbbá dr. Józsa Zsuzsanna, dr. Gálos Miklós, dr.

Simon Tamás, Emszt Gyula, Pálinkás Bálint, Bíró András, Kubina Ádám, és Kocsis Johanna tevéleges segítségét, ill. biztatását is.

9. MEGÁLLAPÍTÁSOK

A II. Magyar (Mapei) Betonkenu Kupa óriási kihívást jelentett a résztvevők számára. Alaposan próbára tette egyrészt anyagot, másrészt evezési ismereteiket. A betonösszetétel meghatározása, a hajótest elkészítése, a vízretétel és a futamok sok-sok izgalmat és nehézséget jelentettek, de egyúttal a verseny szépségét is a résztvevőknek.

Ezúton gratulálunk az összes résztvevőnek és bízunk benne, hogy a Betonkenu Kupának az elkövetkező években is számos résztvevője lesz.

11. HIVATKOZÁSOK

Russói A. (2007): Az alkáliálló üvegszál-erősítésű beton és a műanyagszál-erősítésű beton tulajdonságainak összehasonlítása, TDK dolgozat, <http://vit.bme.hu/tdk/2007/dolgozatok/russoi.pdf>

A Betonkenu Kupa hivatalos honlapja: <http://www.betonkenu.hu/>

BETONTECHNOLÓGUS SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉSI SZAK – 2014-2015

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

A továbbképzés célja, hogy a résztvevők megszerezzék a legfrissebb betontechnológiai ismereteket. A tanfolyam során a hallgató elmélyedhet a betontechnológiai módszereken kívül a speciális tulajdonságú betonok témakörben, a betonalkotók anyagotani kérdéseiben, építőanyagok újrahasznosításában, környezetvédelmi kérdésekben, a betonstruktúra elemzésében és annak hatásában a tartósságra, a diagnosztika nyújtotta lehetőségekben, aminek eredményei megfelelő javítási vagy megerősítési mód kiválasztását teszik lehetővé, a mély és magasépítési szerkezetek betontechnológiai szempontból jelentős tervezési és kivitelezési kérdéseiben, a

betongyártás és előregyártás kérdéseiben, a minőségirányítás és minőségbiztosítás módszereiben és áttekintést kapnak a vasbetonépítésben megjelent legújabb anyagokról. Mindezeket jogi, gazdasági és vezetéselméleti kérdések egészítik ki. A tananyag egymásra épülő rendszerben tekinti át a betontechnológiához szükséges összes ismeretanyagot.

A továbbképzéshez való felvételhez a *műszaki felsőoktatás területén legalább alapképzésben szerzett mérnöki oklevél* szükséges. A sikeres záróvizsga alapján végezetül *betontechnológus szakmérnöki oklevél* kerül kiállításra.

A képzés levelező rendszerben folyik félévenként 3-3 konferenciahéten (általában hétfő de. 10⁰⁰-tól csütörtök 16⁰⁰-ig), és az utolsó félévben szakdolgozatot kell készítenie. A képzés hossza 4 félév BSc diplomával (kezdődik: 2014. februárban) és 3 félév MSc diplomával (kezdődik: 2014. szeptemberben). A tanfolyam részletes leírása és a jelentkezés lap a www.epito.bme.hu/eat honlapon a *Hírek, események* címszó alatt található.

A jelentkezéshez le kell adni: a végzettséget igazoló oklevél másolatát, 2 db igazolványképet, eredeti hatósági erkölcsi bizonyítványt és szakmai önéletrajzot. További információ, ill. kérdés esetén: Sánta Gyuláné (tel: (1) 463-4068).

FUGASZALAGOK ALKALMAZÁSA A VÍZZÁRÓ MONOLIT VASBETON SZERKEZETEKNEÉL



Dr. Simon Tamás – Szabó-Turák Dávid

A vízzáró betonszerkezetek készítéséhez közismerten szükséges, de nem elégséges a betonkeverék megfelelő megválasztása. A felhasznált betonkeverék megfelelő bedolgozása, utókezelése minden esetben kulcsfontosságú, de emellett a szerkezetrészek csatlakozásait, munka- és mozgási hézagait is vízzáróvá kell tenni a vízzárósági követelmény esetén. A munka- és mozgási hézagok vízzáróvá tételéhez az egyik legelterjedtebben használható technológia a fugaszalagok változatos, mégis egyszerűnek tűnő rendszere. Jelen tanulmányunkkal arra szeretnénk rávilágítani, hogy a fugaszalagok az építési gyakorlatban a legegyszerűbben működő, de viszonylag nehezen használható szerkezetek, amelyeknek beépítési hibái részben már a tervezőasztalon elkerülhetőek lehetnek.

Kulcsszavak: betonszerkezet, vízzáróság, munkahézag, mozgási hézag, dilatáció, fugaszalag

1. BEVEZETÉS

Vízzáró monolit vasbeton szerkezetek esetében a munkahézagok zárása kulcskérdés. „Építésszervezési (organizációs) okok miatt óhatatlan azonban, hogy az egyes szerkezeti elemek csatlakozási pontjainál (pl. fenéklemez és oldalfal) ne kerüljön sor a betonozás megszakítására.” (Janzó, 2004) A monolit vasbeton szerkezetek vízzáróságához nem elegendő a beton megfelelő anyagminőségét biztosítani, mert a munkahézagok vízzáróvá tételére is szükség van. A szakirodalom tapasztalatai már a probléma jelentőségét mutatja, a tervezők – a tapasztalatok szerint – sokszor mégis menekülnek a részletek kidolgozásától, és gyakran a kivitelezőre marad a megoldás. A mérnöki gyakorlatban – szerencsétlen módon – határterületnek tűnik a vasbeton szerkezetek hézagzárása. A probléma lényege épületek esetén általában építészeti kérdés, hiszen az építész feladata eldönteni, hogy a belső tér rendeltetése milyen szárazságot, vagy közvetve milyen vízzárást igényel. Természetesen medencék esetén a helyzet fordított, és a feladat megoldása csak a szerkezettervezőn múlik. A vízzáró szerkezetek megfelelő kialakítása azonban automatikusan tartószerkezeti és vasalási problémákat hoz magával. A probléma nem kellő súlyú kezelése a gyakorlatban sokszor olyan megoldásokat eredményez, amelyekben a vízzáróság szempontjai elsikkadnak. Sok tervben olyan, egyébként lelkiismeretesen kidolgozott megoldásokkal lehet találkozni, amelyek – a kivitelezési nehézségek elhanyagolása miatt – a megépítéskor törvényszerűen hibákat eredményeznek.

Minden szerkezet esetében szerencsés a munkahézagokat lezárni, mert így viszonylag kis költséggel jelentősen lehet növelni a szerkezet biztonságát és használati értékét. Vízszigetelések alkalmazása esetén a munkahézagok problémája elvben kiküszöbölhető, hisz a szigetelés (a talajnedvesség és talajvíz elleni szigetelések tervezési és kivitelezési irányelveinek betartása esetén) át tud hidalni talajnedvesség esetén 1 mm-t, talajvíznyomás esetén 2 mm-t (Horváth, 2001), és

a szerkezet repedésének a mérete is (a vasbetonszerkezetek tervezésének keretei között) tervezhető. Bár a kivitelezési gyakorlat több vízszigetelési módszer esetén bizonyította, hogy a munkahézagok lezárása ekkor is szükséges lehet, az esetek többségében az igazi nehézség mégis a szigetetlen vízzáró vasbeton szerkezetek esetében jelentkezik. Ha dilatációt kell kialakítani, majdnem teljesen mindegy, hogy milyen típusú a vízszigetelés, mert az önmagában általában nem biztosítja a folytonosságot. A szigetelés folytonossága a dilatációban valamely külön erre a célra gyártott, speciális szerkezettel biztosítható, amelyet szervesen kell a szigeteléssel összedolgozni. Egyes szigetelési rendszerek fejlesztésekor gondoltak erre, és azoknál általában a fugaszalagokéhoz hasonló megoldással biztosítják a vízszigetelés és a dilatációs szerkezet közötti megfelelő kapcsolatot. Jelen dolgozatban a továbbiakban nem foglalkozunk részletesen a mozgási hézagok képzésével, mivel a téma egy, sőt talán több külön tanulmányt is megérdemelne.

A vízzárósági problémák megoldása nem feltétlenül könnyű, hiszen sokszor egymásnak ellentmondó feladatokat kell megoldani, és azok nagyságának helytelen felmérése sem könnyíti meg a tervező feladatát. Ha a tervező a vízzárást fugaszalagokkal kívánja biztosítani, akkor több szempontból egyszerűsítheti le a feladatot. Ekkor olyan rendszert használ, amelyik jellegében (és nem a termékek típusát tekintve) egyszerre képes a munka- és a dilatációs hézagok lezárását is biztosítani. Megfelelő kivitelezés esetén megbízható eredmény érhető el, továbbá az esetleges kivitelezési hibák már a beépítés során észrevehetőek. A kockázata ennek a technológiának a kivitelezés bizonytalansága, amelynek tervezéskor figyelembe veendő következményei is vannak, továbbá, hogy a fugaszalagok elhelyezése majdnem minden esetben érinti a szerkezet vasalását, és a vasalás lehetséges kialakítását. Terjedelmi okok miatt a kivitelezési követelményeket ebben a cikkben nem részletezzük, de az általunk fontosabbnak gondolt problémákra kitérünk.

2. A FUGASZALAGOK ÉS A HÉZAGTÍPUSOK VISZONYA

A hézagok fajtái a munkahézag, a dilatációs hézag és a repedési hézag is. A munkahézag lehet alaplemez-alaplemez, alaplemez-fal, és fal-fal kapcsolatban. Munkahézagokat tekintve meg kell említeni a zsaluzati távtartók és a csőátvezetések vízzárását, bár ezt a magyar gyakorlatban többnyire nem fugaszalagokkal végzik. Dilatációs hézag a mi esetünkben csak azonos szerkezetek esetén fordul elő, így alaplemez-alaplemez és fal-fal kapcsolat esetén. Repedési hézag bármely szerkezeti elemen előfordulhat.

A hézagok lezárásának a fő elvei (Hohmann, 2004) a beágyazási-, a labirintus-, a kitöltési-, a tapadási- és a szorító elv. A beágyazási elv azon alapul, hogy a fémlemez hozzáköt valamilyen szinten a betonhoz, és a felületén ezzel akadályozza a víz továbbjutását. A labirintus elv a víz útjának meghosszabbításával valósítja meg a vízzárást, a szorító elv különböző szerkezetekkel a víz útját elszorítja (a víznek a szorító erőt kell legyőznie), a tapadási elv pedig azon alapul, hogy a felület olyan erősen hozzátapad a betonhoz, hogy annak a mentén a víz nem tud eléggé haladni, így a szivárgás lelassul, és a vízzárás megvalósul. A fugaszalagok vízzárása alapvetően a labirintuselvre épül, vagyis a működésük alapja az, hogy a víz áthatolásának útvonalát megnövelik. Fejlettebb változataik több elvet is képesek kombinálni, de a labirintuselvet minden fugaszalag alkalmazza.

A fugaszalagokat (a hézag fajtájától eltekintve is) többféleképpen lehet csoportosítani. Elhelyezés szerint csoportosítunk külső és belső (dilatációk esetében ezen kívül még hézagzáró) szalagokat, csoportosíthatóak anyaguk szerint, és aszerint, hogy csak fugaszalagokról van-e szó, vagy valamilyen segéd-szerkezet (pl. injektálócső) is be van-e építve. Fontos szempont a csoportosítást tekintve, hogy új szerkezetben használjuk őket, vagy régi-új szerkezet csatlakozása esetén. Ezen csoportosítások mindegyike befolyásolja a beépítés módját, és (ennek kapcsán, de ettől függetlenül is) a későbbi vízzárás mértékét is.

A fugaszalagok csoportosításában látványos a különbség a munkahézag-szalagok és a dilatációs fugaszalagok között. Rendeltetési különbségüket sem kell magyarázni, de beépítésükben jelentős az eltérés. Míg normál felületi szigetelések esetén, feltételezve a megfelelő kivitelezést és egy későbbi esetleges repedés megfelelően kicsi mértékét (max. 2 mm), el lehet tekinteni a hézagok külön vízzárásától, a dilatációs hézagok esetén erre nincs mód. Az első szemmel látható probléma az anyagok összeférhetőségében jelentkezik. Akár belső, akár külső fugaszalagot használunk, a szigetelésnek mindenképpen folytonosnak kell lennie. Kívánatos, hogy: „A mozgási hézagban a vízszigetelés szigetelőértéke legalább

olyan legyen, mint a szigetelés általános részében.” (Horváth, 2001) Ez azt jelenti, hogy külső szalag esetén a vízszigetelésnek rá kell fednie a fugaszalagra, belső szalag esetén pedig esetleg a szalagig kell felhajtani a szigetelést. (Nem feltétlenül kell, mert léteznek fém zsaluelemegek, amelyek biztosítják a folytonosságot, ki lehet esetleg valamivel tölteni a hézagot, ami önmagában biztosíthatja a szigetelés folytonosságát megfelelő körülmények között, stb.). A PVC szalagok a PVC lemezekkel általában minden különösebb probléma nélkül összedolgozhatóak, de bitumenes lemezek esetében bitumenálló szalagra van szükség, amely attól, hogy bitumenálló, még nem hőálló. Ebben az esetben elvben két megoldás lehetséges. Vagy átvezetjük a hézagzáró szalagon a bitumenes szigetelést, és hagyjuk, hogy az elcsússzon a szalagon, vagy a bitumenes szalagot összedolgozzuk a hőre lágyuló szalaggal. Az előbbi esetben komoly a kockázata annak, hogy a lemez a mozgások következtében elszakad, és a csomópont előbb-utóbb beázik. Az utóbbi esetben a hézagzáró szalaggal kell vigyázni, hiszen azt enyhén fel kell melegíteni, ebben az állapotban a szalag hozzátapad, így megfelelő kivitelezés esetén a szigetelőlemez és a hézagzáró szalag együttdolgozása biztosítható.

2.1 Fugaszalagok csoportosítása anyaguk szerint

A szalagok egyik csoportosítása az anyag szerinti. Általában minden gyárnak van egy viszonylag enyhe vegyi ellenállású lágyított PVC szalagja, amit gyári szabvány szerint készít. Ezek a szalagok általában a legolcsóbbak, magyarországi alkalmazásuk jogilag CE jelet igényel. A következő szint, egy kombináció, ami 70% lágyított PVC-t és 30% nitriltrifikált gumit tartalmaz (PVC-P + NBR). Ez nagyobb rugalmasságot, szakadónyúlást, szakító- és hidegellenállást, továbbá komolyabb vegyi ellenállást kölcsönöz az összetételnek. Ezek az anyagok már szabványosak (DIN 18571 szerint). A PVC szalagok a helyszínen hegeszthetőek, és így viszonylag könnyen toldhatóak. Még jobb minőséget (és egy nagyságrenddel magasabb árat képvisel a természetes, vagy szintetikus gumi anyagú elasztomerszalag, amely nagyon alacsony hőmérséklet mellett is magas rugalmasságot tanúsít. Ezek a szalagok képesek a legnagyobb víznyomásoknak ellenállni. Ez az anyag is szabványos (DIN 7865). Kivitelezési nehézséget jelent ezeknél a szalagoknál a körülményes toldásuk, mivel ezeket a szalagokat csak vulkanizálni lehet, megfelelő géppel és betanítás után. Betervezésük az áruk miatt mindenképpen kockázatot jelent, a kivitelezők szinte garantáltan megpróbálják helyettesíteni, így csak kellően indokolt esetben javasolt a használatuk. (Vannak még további anyagok is, ilyen a polietilén és a thermoplasztikus elasztomer. Ezek az anyagok általában gyári szabványok alap-

1. táblázat: a fugaszalagok típusai

Fugaszalag típusa	Munkahézag-szalag	Dilatációs szalag	Repedési hézagzáró (zsugorcső)
Külső szalag			–
Belső szalag			
Hézagzáró szalag	–		–

ján készülnek. Beépítésük ugyanolyan, mint a PVC szalagoké, helyszínen hegeszthetőek, de a minőségük és az áruk ezeknek a szalagoknak lehet a legmagasabb.)

2.2 Fugaszalagok csoportosítása elhelyezkedésük szerint

A leglátványosabb csoportosítás az elhelyezkedés szerinti. Eszerint vannak belső szalagok, külső szalagok, záró szalagok, és szorítószervezetekkel vagy/és ragasztott szerkezettel elhelyezett szalagok (2. táblázat).

Mivel a vízzárás elvben (meglepő módon) nem befolyásolja, hogy munka, vagy dilatációs hézagról van szó, és a munkahézag szalagok összetettebb problémakört jelentenek, ezért most ezek beépítését vesszük szemügyre.

A belső szalagok adott szélesség esetén nagyobb (anyagtól függően kb. 20%-tól kb. 150%-ig megemelt mértékű) víznyomásnak állnak ellen, mint a külső szalagok, de a külső szalagok sokszor nagyobb mozgást képesek elviselni. A belső szalagok elhelyezése dilatációs szalagok esetén statikai nehézségeket támaszthat. Ennek egyszerű oka az, hogy alkalmazásuk esetén a vasalást meg kell szakítani, és bizonyos vastagságot el kell érnie a szerkezetnek, míg külső szalagok felhasználásával viszonylag folyamatos lehet a vasalás, és a szerkezet minimális vastagsága sem függ a szalag szélességétől. A külső szalagok vízzárása nagyban függ a szalagok ankereinek (borda jellegű lehorgonyzó szárainak) a hosszától, és – mivel a távtartást a hézagzáró szalagtól kell számolni – itt is jelentkehetnek kisebb mértékű statikai problémák. A következőkben bemutatjuk az egyik gyártó fugaszalagjainak a vízzárását a víznyomás függvényében (3. táblázat). (Vízoszlopmagasság a függőlegesen tengelyen m-ben, és az alakváltozás mm-ben a vízszintes tengelyen.)

A szalagok vízzárása jelen esetben a Németországban (DIN szerint) számítható értéket jelenti. Abban az esetben, ha valaki nem német (hanem pl. svájci) gyártótól szerez be szalagot,

akkor más (az itt feltüntetettnél jellemzően magasabb) víznyomással szembeni ellenállást láthat leírva. A helyzetet egyértelműen nehezíti, hogy Magyarországnak nincs fugaszalagokra vonatkozó hatályos szabványa. Külső szemlélőnek nem nagyon van módja a szalagok tényleges összehasonlítására, de ez a felhasználónak sokszor nem is feladata. Hasonló a helyzet az anyagminőségek terén is, amelyek egyes esetekben egymásnak megfeleltethetők, de országoként általában változnak. Ilyen esetekben nyugodtan hagyatkozhatunk a megérzésünkre, és feltételezhetjük, hogy hasonló összetételű, felépítésű és geometriájú szalagok várhatóan hasonló teljesítményre képesek, függetlenül az országoként eltérő előírásoktól.

3. FUGASZALAGOK BEÉPÍTÉSÉNEK TANULSÁGAI

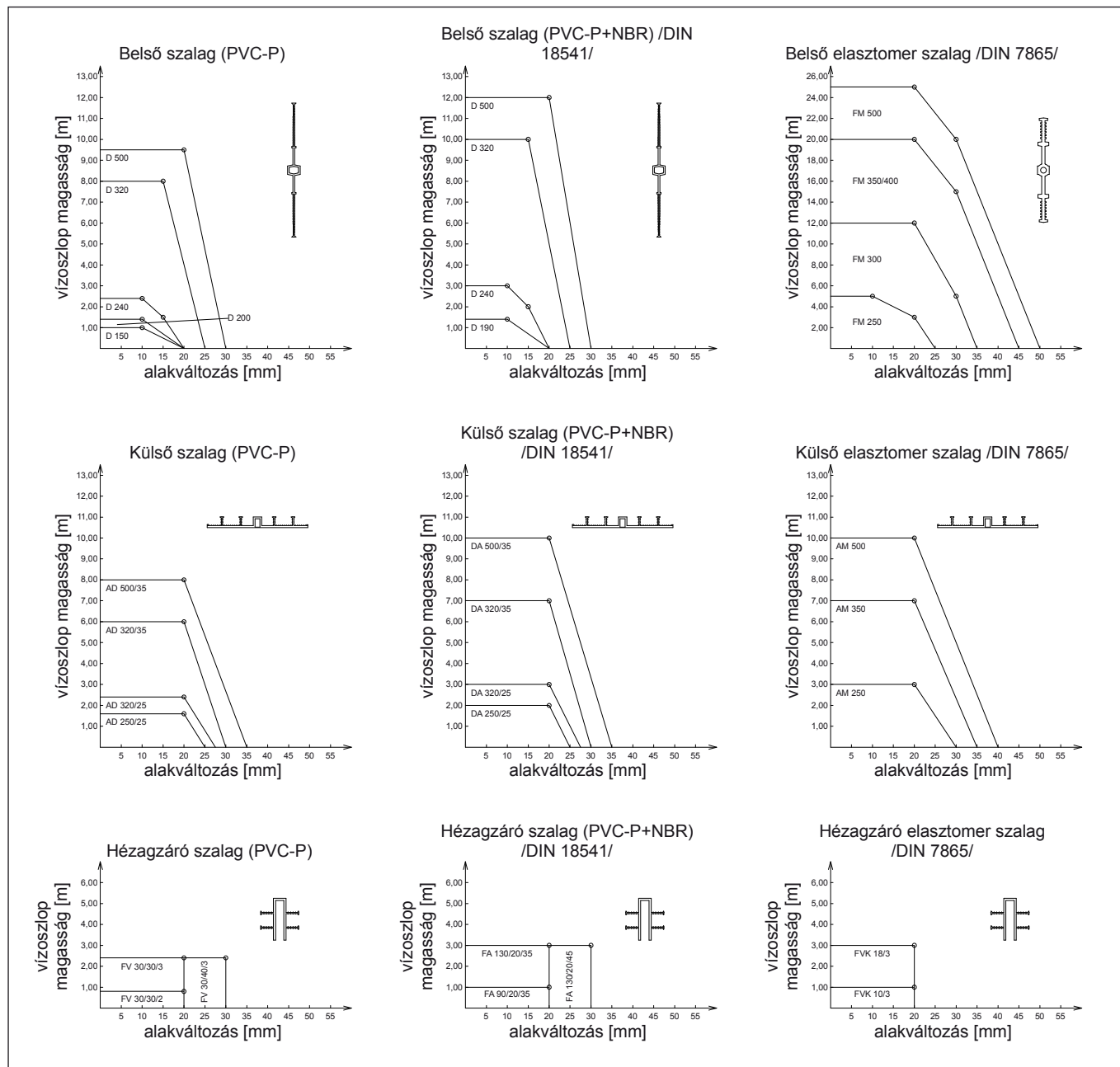
Ennek a cikknek nem célja a fugaszalagok tervezésének és kivitelezésének összes szabályát ismertetni. Célunk, hogy azokra a hibákra, amelyeket a legváratlanabbnak gondolunk, felhívjuk a figyelmet.

3.1 Belső fugaszalagok beépítése

A szalagok közötti leglátványosabb különbséget az alkalmazásuk során főként a kivitelezési problémák jelentik. A belső szalagok használata első látásra nehezebb, hiszen a hézagzáró szalagok beépítését csak a zsalutábla kettéosztásával lehet megoldani. Ez természetesen nem jelent ma már komolyabb problémát, mivel erre a célra rendelkezésre állnak kész elemek, és az összeszerelés sem igényel különösen magas színvonalú szakértelmet. Ha a kész elemek használatát kerülnék, akkor is ügyelni kell a megfelelő elhelyezésre. Bár a szakértelem helyettesíthető betanítással, az elhelyezéskor a különös gondosság mindenképpen megkerülhetetlen. A fugaszalag könnyen elhajlik, aminek következtében kengyelekkel kell azt kimerítenni. Alaplemez-alaplemez csatlakoztatásnál arra is kell

2. táblázat: a fugaszalagok elhelyezésének a következményei (DBV-Merkblatt, 2001)

Fugaszalag elhelyezése	Előnyök	Hátrányok
Belső	<ul style="list-style-type: none"> • nagy terhelések (mint víznyomás) ellen megbízhatóan működik • a szalag a betonozás után védett a sérülések ellen • a víznyomás nem tudja kívülről vagy belülről megkerülni a szalagot 	<ul style="list-style-type: none"> • nem építhető be vékonyabb szerkezetek esetén • a vasaláshoz (többek között a kengyelekhez) nehezen illeszthető • a vízszintes fektetése nehezebb • a zsalu megszakítása szükséges, a zsalufelület érdesítése lehetséges igény • a beton nehezen vibrálható
Külső	<ul style="list-style-type: none"> • vékonyabb szerkezetek esetén is alkalmazható • elegendő szerkezetvastagság esetén nem szükséges a vasalást a fugaszalaghoz igazítani • könnyebben beépíthető a dilatációs teherátadó szerkezetek • nem kell kettévágni a munkahézag-képző zsalut • könnyen elhelyezhető a szalag a zsalura, vagy a szerelőbetonra 	<ul style="list-style-type: none"> • a fugaszalagot nehéz tisztítani • a fugaszalag meglazulhat kiszaluzáskor • a fugaszalag csak az egyik oldalról vehet fel (említésre érdemes) víznyomást • fedésként nem használható, mert a fogó vízzáró lehorgonyzások úgy nem betonozhatók be rendszeren • az utómunkálatok alatt könnyebben megsérülhet
Hézagzáró	<ul style="list-style-type: none"> • vékonyabb szerkezetek esetén is alkalmazható • elegendő szerkezetvastagság esetén nem szükséges a vasalást a fugaszalaghoz igazítani • nem kell kettévágni a munkahézag-képző zsalut • könnyen beépíthető a szalag, ha a hézagot kialakító zsalura, vagy elválasztó habanyagú kitöltésre felhúzzák • beépíthető a beton fölső (és egyidejűleg akár az alsó) oldalára 	<ul style="list-style-type: none"> • csak maximum 3 m víznyomás megengedett • csak beépítési oldalról tudja felvenni a víznyomást • kiszaluzáskor meglazulhat • körülményes zsaluzás különösen a külső szalagokba való átmenet esetén



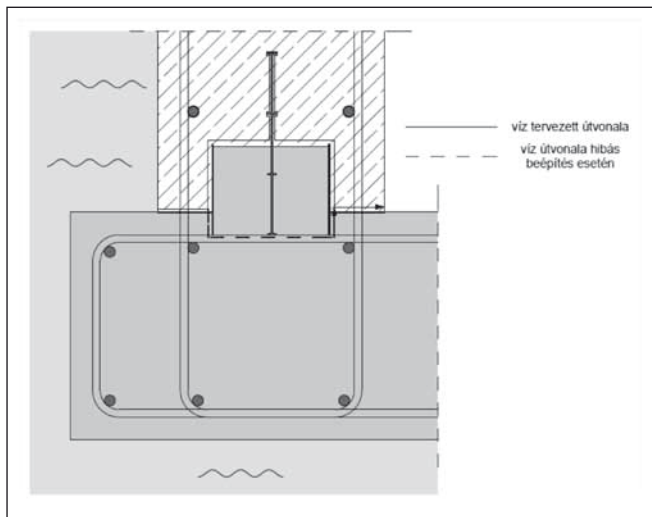
figyelnünk, hogy nem egyszerűen vízszintesen, hanem enyhe (a vízszinteshez képest 5-10°-os) szögben felhajlítva helyezük el. Emellett a betonozásnál külön oda kell figyelni a tömörítésre is, hiszen a fugaszalag alatt könnyen fészkes maradhat a beton. A legnehezebb dolgunk az alaplemez-fal csatlakoztatás esetén van. Belső szalagokat főként bokafallal szokás elhelyezni, hogy az alaplemez felső vasalását ne kelljen megszakítani. A bokafal kialakítása többnyire nehézkes, a beton sokszor kifolyik alóla [1. ábra], így könnyen előfordulhat, hogy a beépítés nem lesz megfelelő, a fugaszalag az egyik oldalán túlságosan kilóg, míg a másik oldalon nem épül be a szerkezetbe eléggé.

Ezeket a problémákat bokafal magasító elemmel meg lehet oldani, némelyik alsó részleges zsaluzással biztosítja, hogy a beton egybekössön, és ne folyjon ki. Kifejezetten kérdéses az, hogy ezek az alsó benmaradó zsaluelemek átvezetik-e a vizet. E sorok írói mérésekkel próbálnak a kérdésnek utána járni. Eddigi méréseink alapján arra lehet következtetni, hogy nagy nyomás esetén, ha ez a részleges zsaluzat nem mélyed eléggé be az alaplemez felső felületéhez képest, akkor ezek a szerkezetek átvezetik a vizet. A gyakorlatban azonban ezek a problémák még sosem jöttek elő, a szerkezetek eddig megbízhatóan bizonyultak. A bokafal-magasító elemek sokszor



1. ábra: Bokafal nem megfelelő kialakítása következtében a vibrálásakor a beton nem maradt a „helyén”

fugalemezekhez kapcsolódnak. A fugalemezek abban különböznek a fugaszalagoktól, hogy a műanyag vagy gumi helyett fém (többnyire horganyzott acéllemez) anyagúak. Ennek köszönhetően sokkal merevebbek, ami nagyban megkönnyíti a



2. ábra: Fugaszalag beépítése alaplemez-fal csatlakozás esetén boka-fal-szerkezet alkalmazásával

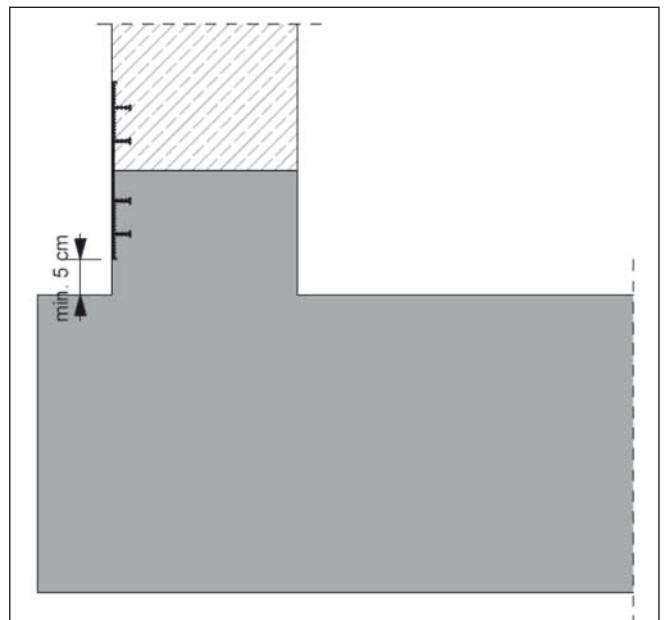
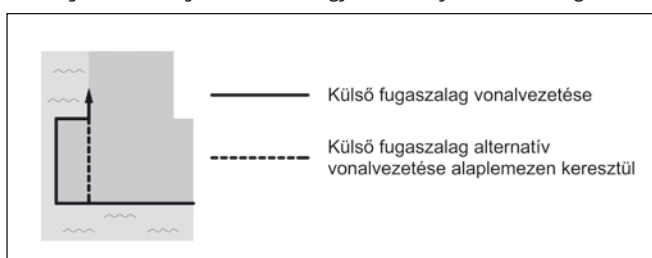
beépítésüket, de alapvetően minden lehorgonyzás nélkül épülnek be, így önmagukban nem képesek ugyanakkora szélesség esetén ugyanolyan mértékű vízzárásra (kisebb a labirintuselv hatás), mint a fugaszalagok.

3.2 Külső fugaszalagok beépítése

A külső fugaszalagok beépítése alapvetően különbözik a belső szalagokétól. Alaplemez-alaplemez csatlakoztatásnál első látásra sokkal egyszerűbbnek tűnik a használatuk, hiszen a szerelőbetonon egyszerűen végig kell azokat fektetni a készítenő hézag alatt, és mind a zsalu, mind a vasalás elfér fölötte. Ez természetesen így is van, de amint eljutunk az alaplemez széléig, ijesztő hátrányokkal találkozunk. A belső fugaszalagot megfelelő ívben föl lehet hajtani, de a külsőt meg kell törni, amit szakszerűen csak előregyártott elemekkel lehet megoldani. Ha nem ilyen elemekkel oldják meg, akkor az ankerek elgyűrődnek, az apró légrésekbe semmiképpen nem jut be a beton, és ez a vízzárást (különösen magasabb – tehát eredetileg nagyobb teljesítményű – ankerek esetében) jelentősen rontja. Ha fölhajtuk az elemet, további problémát jelent a következő törés, hiszen a kivitelezők az esetek többségében az alaplemezt túlnyújtják, így a túlnyúló részre rá tudják a felmenő zsalut állítani. Ez a túlnyúló rész (ami általában 5-15 cm-t jelent) a fugaszalagok esetében azt jelenti, hogy a fugaszalagot vissza kellene hajtani (a mi esetünkben törni) 5-15 cm-t, majd a zsalunál újra fel kellene hajtani. Ezzel a szalagba kis távolságon belül három idomot kell beépíteni (3. ábra).

Ezt a viszonylag bonyolult műveletet szinte soha nem sikerül megfelelően kivitelezni, így gyakorlatilag garantált a hibás beépítés. Bizonyos mértékű ellenszert jelenthet a problémára az, ha a fugaszalagot nem vezetik ki az alaplemez végéig, hanem a fal későbbi helyénél felhajtják, és úgy viszik fel az alaplemezen keresztül (ezt sem könnyű megoldani, de azért lehetséges). Ehhez az kell, hogy az alaplemezt a kérdéses

3. ábra: Külső fugaszalag felvezetésének függőleges metszete alaplemez síkjából a fal síkjába kereszt- vagy hosszirányú munkahézag esetén

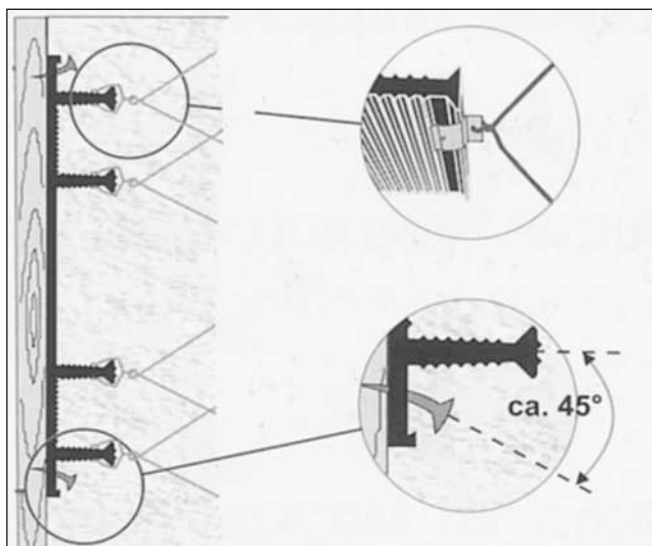


4. ábra: Alaplemez-fal csatlakozás külső fugaszalag használata esetén (elvileg ideális helyzet)

szakaszon vagy nem nyújtják ki a falon túlra, vagy viszonylag jelentősebb mértékben túllógatják, hogy a beton – vasalással együtt – megfelelően körbefoghassa a szalagot, és az később se sérülhessen. Ennek a problémának a megoldásával azonban még korántsem sikerül megoldani a külső fugaszalag alkalmazásával járó kivitelezési nehézségeket. Alaplemez-fal csatlakozást mindenképpen komolyabb bokafallal célszerű megépíteni, és ebben az esetben nem lehet bokafal magasztó elemet használni, hiszen az alulról felvezetett fugaszalag mindenképpen el kell érje a fal szélét. Az előzőeken túl a fal magassága is mindenképpen nagyobb kell legyen, mivel a teljes szalagszélesség automatikusan az alaplemez fölé kerül, és a fugaszalag alja elvileg csak az alaplemez fölött 5 cm-el kezdődhetne (4. ábra).

Ilyen körülmények között nehezebb megakadályozni a betonkifolyást, illetve nehéz a bokafal felső síkjának, valamint tömörségének biztosítása.

Ezek miatt a nehézségek miatt, miután a terveken ugyan elő szokott fordulni a megoldás, megépítéskor már nem ezt az eljárást alkalmazzák, hanem a fugaszalag alját a vasalásig leengedve építik be a szalagot (tulajdonképpen szabálytalanul). Miután sikerrel megépítették a bokafalat, és az alsó részébe megfelelően beépült a vízzáró szalag, a felmenő szerkezetbe való beépülés nem lesz automatikusan garantált. Addig ugyanis, amíg az alsó részen hosszabb ideig ott maradhat a zsalu, a fal részén (és úgy általában az egész falon) azt egy-két nap után eltávolítják. Eddig a fugaszalagot valószínűleg hozzárögzítették a zsalutáblához (szögezéssel), hogy elkerüljék a lehajlását, ami által jelentősen csökkenne a vízzárás. Ha a beton erősebben tartja az ankereken keresztül a fugaszalagot, akkor nincsen probléma, de ha a rögzítés erősebb (ami gyakori a zsaluzásnál), akkor a szalag kiszakad a falból, és a javítás komoly problémákat hordoz magában. Fal-fal munkahézagoknál ugyanez a gond jelentkezik, csak értelemszerűen függőlegesen. Itt is két módon lehet a fugaszalagot rögzíteni: az egyik az, hogy odaszögelik a zsalutáblához, a másik pedig, hogy ráragasztják. Mindkét módszernek az a hátránya, hogy bár az egyik (korábban beöntött) oldalon szerencsés esetben már eléggé megkötött a beton ahhoz, hogy a kizsaluzáskor a fugaszalag helyén maradjon, mivel a hézagnál szükség van a zsalutábla folytonosságára. Ugyanakkor a másik, később beöntött oldalon azonban a beton még általában nem szilárdult meg



5. ábra: Külső munkahézagszalagok rögzítése a fal zsaluzásakor a DIN 18197: 2011-04 szerint

a kizsaluzáskor kellően, a szög, vagy a ragasztó erősebbnek bizonyul, és a szalag kiszakad. A jelenséget elvileg meg lehet akadályozni, megfelelő számú kapocs beépítésével a szalagot a belső vasaláshoz lehet rögzíteni. Sajnos erre azonban csak ritkán fordít figyelmet a kivitelező. Nem kell részletezni, hogy kiszakadás után sokkal nehezebb kijavítani a hibát, akár munkahézag, akár dilatációs hézag esetében.

3.3 Fugaszalagoknak a felületi szigetelésekhez való csatlakoztatása

Mozgási hézagok alkalmazása esetén a felületi szigetelések folytonosságát is értelemszerűen biztosítani kell. Ebben az esetben a szigetelési rendszerekhez sokszor tartozik valamilyen (a külső fugaszalagokhoz hasonló) elem, amellyel a szükséges folytonosság biztosítható. Amennyiben fugaszalaggal kívánjuk biztosítani a szigetelés folytonosságát, ügyelni kell az anyagok összeférhetőségére, összedolgozhatóságára. A bitumenes szalagok használatakor PVC szalagok csak akkor lesznek bitumenállók, ha a gyártótól vagy a forgalmazótól külön ilyen anyagú szalagot kérünk (ilyen kérés általában teljesíthető). Ebben az esetben sem lesznek azonban a szalagok hőállóak, így a lágyulásnak (vagy a beépített szalag esetleges megolvadásának) a problémáját is kezelni kell lángolvasztós vízszigetelő lemezek esetén. Belső szalagok alkalmazásakor külön figyelmet kell fordítani a szigetelés egészének a felületfolytonosságára (amely probléma külső szalagok esetén általában magától megoldódik). Belső szalag esetén vagy a szigetelést kell felvinni a fugaszalagig, vagy valamilyen formában a köztes teret ki kell tölteni valamivel, ami ilyen formán leszigeteli a kérdéses szakaszt, és biztosítja a folytonosságot.

4. KÜLÖNLEGES FUGASZALAGOK

A fugaszalagok használatában a főbb típusokat eddig ismertettük. Mindegyiknek jellemzője, hogy a munkahézag zárást kizárólag a labirintus-elv használatával végzi. Ezeknek a szalagoknak a betervezésekor arra számítunk, hogy miközben a víz megkerülni igyekszik az akadályt amit a szalagokkal kialakítottunk, a nyomása teljesen leépül. Egyes különlegesebb szalagok azonban bizonyos szükségszerű esetekben más módszereket is integrálnak.

4.1 Különleges alakú fugaszalagok

Szakszerű kivitelezés esetén a fugaszalagokkal lehet a legjobban kialakítani egy régi-új vasbetonszerkezet csatlakozást. Ezekhez a műveletekhez „L” alakú úgynevezett sarokszalagokat érdemes használni (6. ábra). Ilyen szalagok azonban más esetekben is alkalmasak lehetnek, például amikor valamilyen különleges szerkezeteket kell összekapcsolni. Ez esetben a szalagok mindkét oldalán található ankerek, amelyekkel hozzákapcsolódnak a szerkezetekhez. Régi-új szerkezet csatlakozásánál az egyik oldal azonban semmi esetre sem kapaszkodhat bele ankerekkel a meglévő szerkezetbe, így azt ahhoz hozzá kell dübelezni. A fogadó szerkezet ilyenkor sima kell legyen. Amennyiben ez nem megoldható (gyakori, hogy a talaj elhordásakor a felület súlyosan sérül), akkor műgyanta habarccsal lehet kipótolni a hiányt. E sorok íróinak volt olyan tapasztalata, hogy vízzáró habarccsal kipótolt felület is megfelelhet (amennyiben a megfelelő vastagság az adott habarccsal egy rétegben felhordható), a szerkezet kényes része ugyanis a felület és a szalag közötti szakasz. Ez azonban a vízzárás szempontjából rizikótényező, amit a későbbiekben csak költségesen lehet javítani, ezért itt nem érdemes spórolni. A megfelelő vízzáráshoz a fugaszalag alá vagy kétoldali felületi tapadászalagot, vagy alaktartó duzzadószalagot kell elhelyezni. Az egészet dübelezett rozsdamentes acélból készült, 5-10 mm vastag lappal kell hozzáerősíteni a fogadószerkezethez. Amennyiben ezt a műveletsort sikeresen végrehajtottuk, akkor a másik oldal már a külső vagy a belső fugaszalag szabályai szerint csatlakoztatható az új szerkezethez (értelemszerűen attól függően, hogy ott milyen megoldást választottunk a hézagzárásra). Ennek a megoldásnak a régi szerkezethez való csatlakoztatás a kockázatosabb része. A hibaszázalék nagyon magas Magyarországon és külföldön is, ezért érdemes többszörösen biztosítani (pl. szorító és tapadási elv) a megfelelő működést.

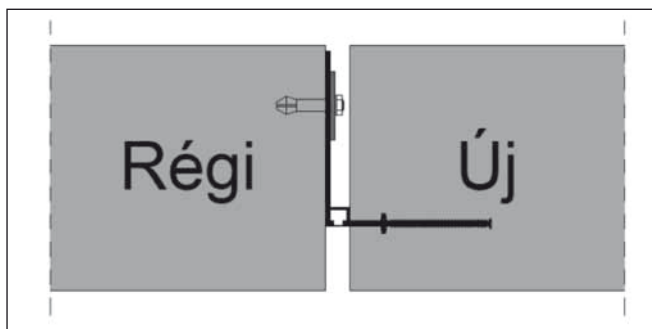
Szintén a szorítóelvet használjuk akkor, amikor utólagosan kell mozgási hézagokat lezárni. Amennyiben fugaszalagokkal kívánjuk megoldani a problémát, akkor a fugaszalag felépítése borda és anker nélküli, és a fent leírt szabályok szerint rögzítjük hozzá a szalag két szélét a szerkezet két oldalához (7. ábra).

Különlegesnek tekintjük azokat a szalagokat is, amelyek mind működésüket, mint használatukat tekintve normális szalagnak tekinthetők, de az igénybevétel nagysága különösen az elmozdulás tekintetében extrém. Ilyenkor a fugaszalagok méretei és az alakjuk tekinthetők különlegesnek. Ezek a szalagok is lehetnek belső, vagy külső szalagok (8. ábra).

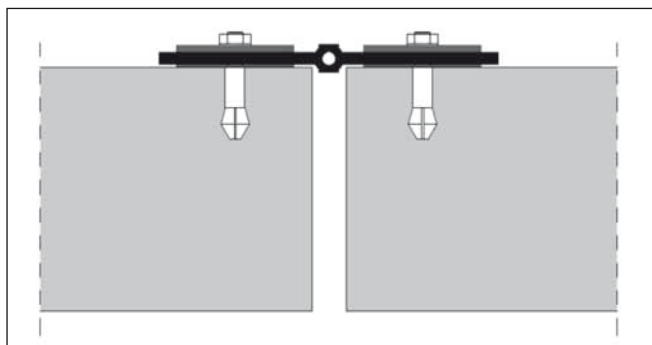
4.2 Különleges felépítésű fugaszalagok

A belső hézagzárás több eszköz bevetését teszi lehetővé. Az egyik legérdekesebb, amikor a fugaszalagba injektálócsövet építenek, így adott esetben, az esetlegesen nem megfelelő hézagzárást könnyebben lehet korrigálni utólagos injektálással. Többnyire azonban nem a hibák korrigálása a célja a kombinációnak, pl. alaplemez-fal csatlakozás kialakítása esetén. A 3. pontban már volt szó a bokafal problémájáról. A probléma elvben megkerülhető azzal, hogy alul (ahol kevésbé épül be a szerkezetbe a szalag) injektálócsövet, vagy formastabil duzzadószalagot épít be magába a szalagba a gyártó. Az injektálócső használatával a kitöltési elv, a duzzadószalaggal a szorítóelv a működés elméleti mechanizmusa.

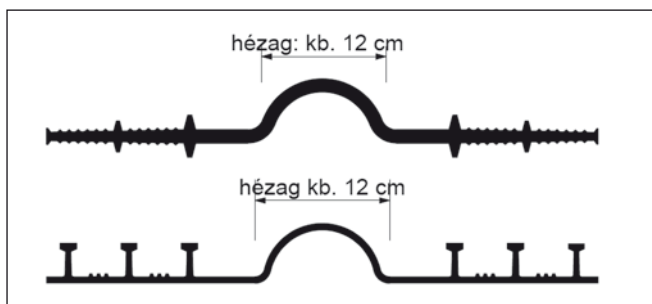
A fenti szerkezetek rendkívül ritkák, így csak nagy mennyiség esetén érdemes ilyeneket betervezni, ellenkező esetben a gyártók nem is vállalják a kis mennyiség szállítását, vagy



6. ábra: Meglévő szerkezet és új szerkezet dilatációjának elvi kialakítása fugaszalagok alkalmazása esetén (belső szalaggal)



7. ábra: Mozgási hézagok utólagos lezárásának elvi megoldása fugaszalaggal



8. ábra: Nagy hézagokat áthidaló, és nagy mozgásokat elviselő belső és külső fugaszalagok

csak aránytalanul magas költséggel. Sokkal gyakoribbak – a csak munkahézagok esetén használt eszközök – a fugalemezek. A fugalemezek önmagukban csak egyszerűbb beépítést jelentenek, labirintuselv alapján működnek. Különösen alaplemez-fal csatlakozásnál lehet jelentőségük, mivel ilyen esetben bokafal-magasítóval összeépítve komolyabb labirintuselven működő vízzárást tudnak biztosítani egyszerű beépítés, és az alaplemez felső vasalásának zavartalansága mellett. Előnyük a fugaszalagokkal szemben, hogy sokkal stabilabb a rögzíthetőségük, könnyebben beépíthetők. Vannak olyan megoldások, amelyeknél fugaszalagokat építenek egybe fugalemezzel.

5. MEGÁLLAPÍTÁSOK

A vízzáró monolit vasbeton szerkezetek hézagzárásánál a fugaszalagok használata okkal terjedt el évtizedek óta, mivel ezek gyakorlatilag minden hézagzárással kapcsolatos problémára kínálnak elméletileg megfelelő megoldást. Az alkalmazás szempontjából hasonló megoldásokkal lehet régi és új szerkezeteket, vagy egészen eltérő geometriájú szerkezeteket egymással összeépíteni, és ezek a csatlakoztatások a csomó-

pontokban folytonossá tehetőek. A fugaszalagok működése átlátható, hibáik szemrevételezéssel könnyen felderíthetőek, mivel a víz ellen mechanikai védelmet nyújtanak. Más szerkezetekkel való kapcsolatuk, vagy más szerkezetekhez való csatlakoztatásuk kidolgozott és folyamatosan fejlesztett, így más megoldásokkal együtt is biztonságosan alkalmazhatóak. Elméleti előnyeikkel szemben azonban ott állnak a kivitelezési nehézségek, kezdve az elhelyezéstől egészen a csatlakoztatásig, amelyek sokszor eredményeznek előre nem látható, ám annál kellemetlenebb hibákat. A hibák sokszor csak a kizsaluzáskor, vagy a beázáskor derülnek ki, és akkor már rendszerazonosan nehezen, vagy egyáltalán nem javíthatóak. A rendszerek elméleti egyszerűsége nem jár minden esetben együtt a kivitelezési pontossággal és a gyorsasággal, így használatuk sokszor eredményez a követelményeknek eleget nem tévő szerkezeteket.

6. HIVATKOZÁSOK

- DIN 7865:2012-05: Elastomer-Fugenbänder zur Abdichtung von Fugen in Beton
 DIN 18197:2011-04: Abdichten von Fugen in Beton mit Fugenbändern
 DIN 18541:2006-09: Fugenbänder aus thermoplastischen Kunststoffen zur Abdichtung von Fugen in Ortbeton
 Fugenausbildung für ausgewählte Baukörper aus Beton 2001 (DBV-Merkblatt)
 Fugenbänder (2009): katalógus, Besaplast Kunststoffe GmbH; <http://www.besaplast.de/e/Products/BESAPLAST.pdf>
 Hohmann, R. et al (2004): Fugenabdichtungen bei wasserundurchlässigen Bauwerken aus Beton; Fraunhofer IRB Verlag,
 Horváth S. et al (2001): Talajnedvesség és talajvíz elleni szigetelések tervezési és kivitelezési irányelvei; Épületszigetelők, Tetőfedők és Bádógosok Magyarországi Szövetsége
 Janzó J. (2004): "Vasbeton és feszített beton ivóvíztárolók tervezése, építése és üzemeltetése"; Kézirat, Budapest
 Ujhelyi János (2005): „Betonismeretek”; Műegyetemi Kiadó

Dr. Simon Tamás PhD okleveles építőmérnök, Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Kar, Szerkezetépítő szak; 1983-tól a Viziterv nagyműtárgy osztályán statikus tervező; 1990-92 „kas” Szigeteléstechinikai Rt. fejlesztő mérnöke; 1992-től a BME Építőanyagok Tanszéke (ma: BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék) adjunktusa. Tevékenységei, ill. szakterületei: vasbeton mélyépítési műtárgyak tervezése és művezetése; lapostető-szigetelések tervezése, kivitelezése; betontechnológia; minőségügy; építőipari szakértés tartószerkezetek és szakipari munkák tekintetében; megszilárdult beton vizsgálata. A Magyar Mérnöki Kamara és a **fib** magyar tagozatának tagja.

Szabó-Turák Dávid (1980) okl. építészmérnök, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építészmérnöki Karán végzett, mérnök-tanácsadó a Bau-Haus Építő és Szolgáltató Kft.-nél, mely a vízzáró vasbeton hézagok kialakítására specializálódott vállalkozás. Részletesen foglalkozott a Magyar Földrajzi Múzeum épületének értékkataszterével, amelynek eredményeit publikálta is. Fő érdeklődési területei: munka- és mozgási hézagok fajtái, kialakítása, vízzárása és erőtadása különböző kialakításokkal és segédanyagok igénybevitelével.

APPLICATION OF CONSTRUCTION JOINT SEALANT RIBBONS IN WATERTIGHT CONCRETE CONSTRUCTIONS

Tamás Simon – Dávid Szabó-Turák. PVC and elastomer construction joint sealant ribbons are often used to seal in-situ concrete joints. There are manufactured several versions of the ribbons to solve different sealing problems, which offer in most but not all cases simple and safe solutions during the construction. These solutions seem to be simple on the drawing tables, and the faults during constructions can be quite easy detected by visual investigation. These sealant ribbons can be combined with other watertightening systems quite easily. Unfortunately the simple design possibility may lead to difficult application, especially in case of connections, which offer quite much chance for faulty construction. The PVC and elastomer ribbons are quite rigid, so the orderly application is difficult, and the faults can be detected only at the end of the construction of the structure or by the leaking. Correcting a fault is complicated generally, and may not even be done correctly by the same component of the given system.

A DEBRECENI NAGYERDEI STADION IGÉNYES ÉS ÚJSZERŰ TARTÓSZERKEZETI MEGOLDÁSAI



Dezső Zsigmond - Polgár László

A debreceni Nagyerdőben épül fel az ország első negyedik generációs stadionja, mely igényes kialakítással, számos újszerű, egyedi szerkezeti megoldással készül. A tervezést nehezítette az előre meghatározott rövid építési idő és a korlátozott költségek figyelembe vétele is. Mindezek miatt a tartószerkezetek kialakításában csak a teljes körűen alkalmazott, új technológiákra épülő előregyártás jöhetett számításba. A kialakításában szokatlan – a hazai gyakorlatban még nem alkalmazott megoldások, mint az íves alaprajzú, alul sík lelátóelemek, a közel húsz méter magas feszített vasbeton körpillérek, a takart csomópontok különleges tervezési, gyártástechnológiai és fejlesztési problémái miatt megvalósításuk esetén a magyar vasbeton előregyártás magas színvonalát is bizonyíthatják.

Kulcsszavak: stadion, előre gyártott vasbeton szerkezet, íves lelátóelem, feszített körpillér

1. BEVEZETÉS

A Debrecen északi oldalát övező Nagyerdő, Magyarország és Európa egyik legrégebben védett területe. Ennek kicsiny, de a városnak szerves része a Nagyerdei park az egyetemmel, a gyógy- és strandfürdővel, a klinikákkal, az állatkerttel és a vidámparkkal. Ebben a környezetben nyitotta meg kapuit 1934-ben a – mára már patinássá vált – **Nagyerdei Stadion**.

Az elmúlt években egyértelművé vált az igény, hogy a meglévő, leromlott állapotú stadiont át kell építeni, a rekonstrukció nyomán korszerű épületet kell létrehozni. Alapelvárás volt azonban, hogy az új stadionnak nem csupán a futballt kell kiszolgáltatnia, hanem a Nagyerdőbe pihenni látogató városi polgároknak – szolgáltatásaival, rendezvényeivel – az év minden napján rendelkezésre kell állnia.

A feladat tehát az volt, hogy környezetébe illeszkedő, többfunkciós, önfenntartó, korszerű létesítményt kell tervezni. Ennek megfelelően a legendás Nagyerdei Stadion helyére egy minden igényt kielégítő létesítmény kerül, melyhez a modern kor igényeinek megfelelően üzleti és szórakoztatóipari beruházások és a környezet rehabilitációja is társulnak. Érthető hát, hogy mindezekhez a stadionoknál szokatlan igényesség párosult, amihez a – többnyire látszó – tartószerkezeteknek is igazodniuk kellett.

2. ELŐZMÉNYEK

2.1 Építetők, alkotók

Beruházó: Nagyerdei Stadion Rekonstrukciós Kft.
Építész tervező: Bordás Péter
Tartószerkezeti tervező: Dezső Zsigmond

2.2 Tervezési alapadatok

UEFA besorolás: IV. kategória
Labdarúgó pálya mérete: 68x105 m

Nézőszám összesen:	20.020 fő
Beépített szintek alapterülete:	28.700 m ²
Média ülőhelyek száma:	150 fő
Rádió és TV-kommentátori hely:	50 db
VIP-terület:	1.500 m ²
SKY-boxok száma:	26 db

2.3 Telepítés, térkapcsolatok:

A stadion épülete a Nagyerdei Park központi helyén, a sétával körülhatárolt tér fókuszában kapott helyet. A transzparens héjszerkezet lehetővé teszi, hogy az épület integrálódjon a parkba, annak részévé váljon. A zöld lombok látványa a stadion minden pontjából érvényesül. A park és az aréna ilyen viszonya teszi nemzetközi szinten is egyedülállóvá a Nagyerdei Stadiont.

A stadiont befogadó park kisebb háromszögű területét keretező, helyenként lebegő, hullámzó gyalogos hídrendszer – csápjaival és ölelő szorításával – kapcsolja a stadiont a parkhoz, a természethez. Ezek funkcionális összetartozását a szabadidős terek – játszótér, BMX bicikli terep, piknik alkalmatlóságok, sétaösvények, kávézók, éttermek stb. – elhelyezése biztosítja.

A levegőben vezetett járda, a nézők tömegét a park szintjétől és természeti kincseitől távol tartva, a városi polgároknak lehetőséget biztosít arra is, hogy a felszíntől elemelkedve, sétálva, a lombkoronák szintjén szokatlan közelségből szemlélhessék a Nagyerdő élővilágát. A lebegő sétarendszer a vizuális élményen túl megvédi a futballmérkőzésekhez nem kapcsolódó szolgáltató egységeket – az egyéb szabadidős tevékenységeket kiszolgáló helyiségek közönségét – a meccsre érkező tömegtől. A mind vízszintesen, mind függőlegesen hullámzó sétaút peremén kialakított 1100 méter hosszúságú futópálya korszerű körülmények között teszi lehetővé a tömegsport szerelmeseinek a különleges élményű futást vagy kocogást. (1. ábra.)

A létesítménynek külső megnyitásain (törölni javasolom,)



1. ábra: A tervezett stadion látványterve

kapcsolatain túl fontos része az aszimmetrikus lelátó, mely a lehetőségeket kihasználva a maximális nézőszám elérését biztosítja. Az egykaréjos lelátó-kialakítás a funkcionális egyszerűsége túl a közösségi összetartozás érzetét is erősíti. A könnyed szerkezeti és ésszerű funkcionális kialakítás miatt a belső elrendezés világos, könnyen átlátható és megérthető.

3. SZERKEZETVÁLASZTÁS, KONSTRUKTÓRI MUNKA

Az épület tervezése – mint minden esetben - a különböző feltételek biztonságos és optimális egyensúlyának megteremtésére irányult. A stadionnál – a tartósság és a gazdaságosság követelményeinek megfelelően – elsődleges szempont volt a funkcionális és esztétikai igények mellett a rendkívül rövid építési idő figyelembe vétele is. Mindez csupán a különböző épületszerkezetek mind nagyobb egymásra hatásával, egységével érhető el. Egy-egy önálló épületszerkezet az épület egészének szerves része, és noha általában önállóan is működnek, minden esetben egy olyan rendszer elemét képezik, melyek az építmény egyéb elemeivel szoros kölcsönhatásban vannak. Így a tervezés a teljes építmény épületszerkezeteinek együttes átgondolására, illetve összehangolására, az „egész” egységes konstrukció kialakítására irányult. Ez jelen esetben az adott feltételrendszer elemeinek súlyozott figyelembe vételével történt, így a FUNKCIÓ, ESZTÉTIKA, GYORSASÁG, GAZDASÁGOSSÁG és a TECHNOLÓGIAI LEHETŐSÉGEK folyamatos mérlegelésével.

A konstruktóri munka tehát az épület egészének egységét érintő, az építész és a tartószerkezet-tervező együttes feladata. A Nagyerdei Stadion tervei – szemben sok nagyszerű stadionnal világszerte – nem arra törekednek, hogy öncélú építészeti látványosságot hozzanak létre, hanem hogy a nagy tömegű épület formailag és funkció szerint is a környezetébe simuljon. Ezért az épület tartószerkezeti rendszerét lelátószerkesztés funkcionális és a gazdaságosság elveit követve

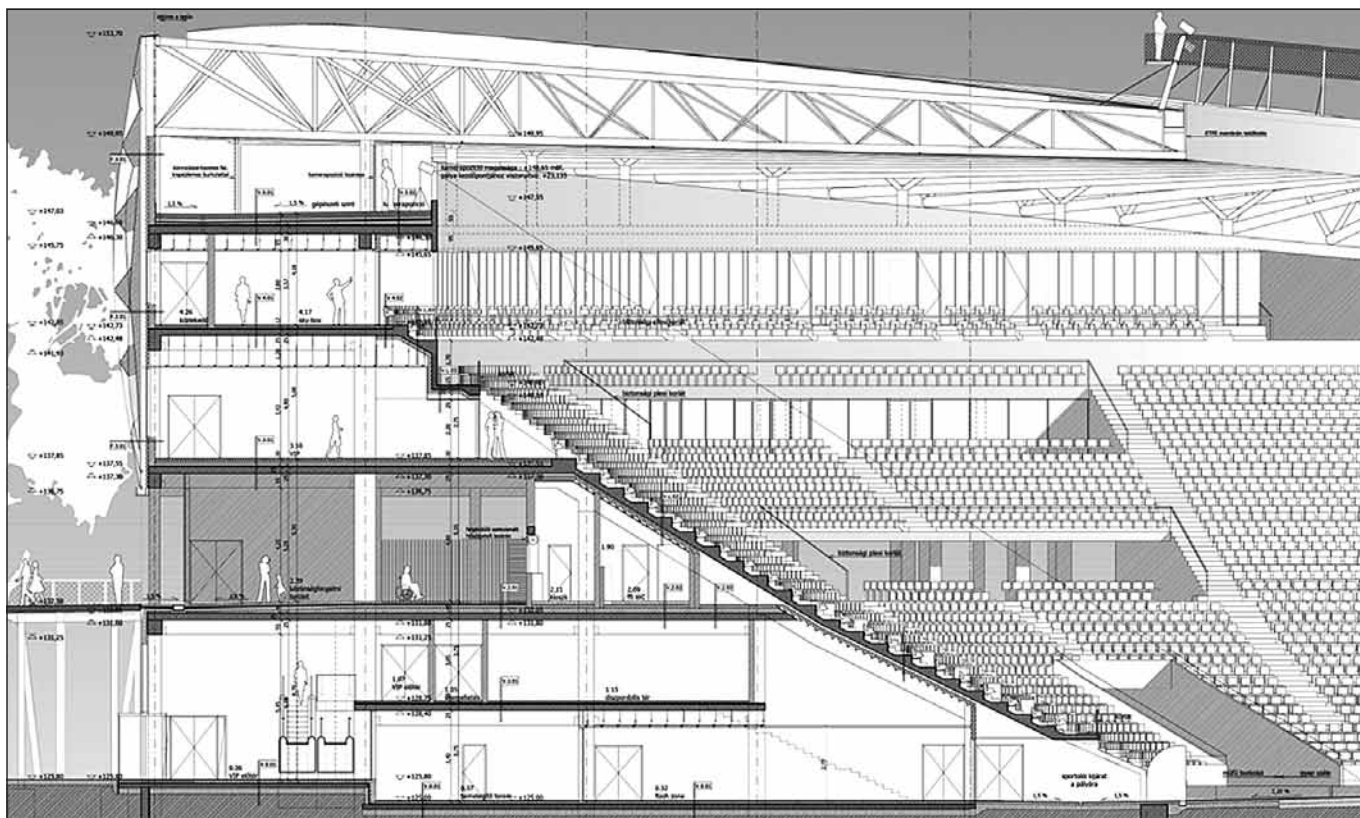
alakítottuk ki. Mindezeknek megfelelően az épület szerkezetválasztásánál a maximális előregyártás mellett, az igényes takart csomóponti kialakítások és a lelátó elemek – viszonylag ritkán alkalmazott – alul sík felületű alkalmazása kerültek előtérbe.

A tervezés során figyelemmel kellett lenni a térbeli szerkezetek gazdaságos és méretpontos előregyártására és a helyszíni építés-szerelés nehézségeire is. Ezért a tervezés folyamán az alkalmazott szerkezeteket és azok zsaluzási, betonozási, vasalási és feszítési technológiáit lépésről lépésre egyeztetettük. A kialakult koncepciókat, illetve szerkezeti elemeket laboratóriumi modellkísérletekkel ellenőriztük, illetve igazoltuk.

4. SZERKEZETI LEÍRÁS

A stadion épülettömbjét négy külön álló dilatációs egységre osztottuk, független teherhordó szerkezettel. A K-i hosszoldali lelátó földszint + kétszintes kialakítással, az érkezési szintről induló acélső pillérekkel gyámolított tetőszerkezettel készül, míg a Ny-i lelátóval egybeépített épületszárny hasonló szerkezeti rendszerrel, de további két, helyenként három szinttel kiegészítve épül (2. ábra.). A D-i és É-i rövidebb oldali lelátós épületrészek a két hosszoldal közötti átmenetet biztosító magasságokkal és szerkezeti kialakításokkal készülnek.

Az épület szerkezeti rendszerét tekintve általában 7,45 m-ként elhelyezett előre gyártott vasbeton, csuklós „rúdlán-cú” – pillér/gerenda vázas – keretekkel gyámolított vasbeton lemezek alkotják. A keretekre a lelátónál lépcsőzetes felső kialakítású, egymásba illeszkedő, előre gyártott vasbeton elemek ülnek, míg a szintek közötti födémeket a keretgerendákra fektetett kéregpanelekre öntött monolit vasbeton felbetonnal együttdolgozó hosszirányú vasbetonlemezek alkotják. Az épület haránt irányú szerkezeti rasztere a keresztmetszet mentén a magasabb lelátónál $7,90 + 8,30 + 6,40 + 8,00 + \gg 6,78$ m, míg az alacsonyabb oldalon $\gg 6,87 + 7,50 + 5,20$ m. (3. ábra.)



2. ábra: A stadion Ny-i hosszoldali lelátó metszete

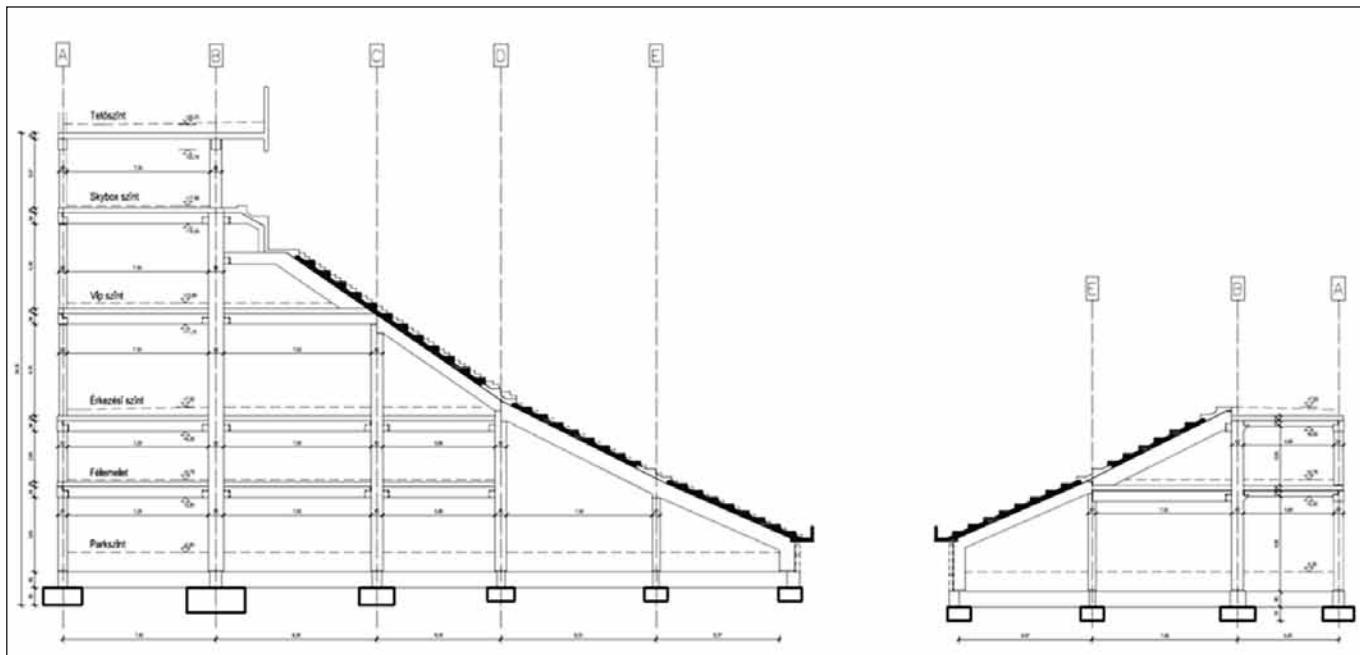
Az építési terület feltöltése alatti – terepsík közeli – homokos teherhordó talaj és a mélyen fekvő talajvízszint kedvező alapozási viszonyai hagyományos sicalapozás alkalmazását teszik lehetővé. A raszterekben elhelyezett alaptömböket monolit vasbeton talpgerendarács fogja össze a padlósík alatt mélyített felső síkkal, helyet hagyva a gépészeti vezetékeknek. Az előre gyártott vasbeton pillérek az alaptestekben kialakított bordázott felületű kelyhekbe ülnek, részleges befogást biztosító kapcsolattal.

A lelátót alul összefüggő síkkal kialakított előre gyártott vasbeton elemek alkotják, melyek felső felülete a lépcsőzésnek megfelelő kialakítású. A lelátó vízzárását a vízküszöbvel készülő, egymásra csatlakozó peremek és a fogadó gerendák

tetején kialakított vízvezető horony biztosítja. A szintek közötti födémszerkezetek a keretgerendákra terhelő feszített vasbeton bordás kéregpanelekre öntött monolit vasbeton felbetonnal együttműködő, egybefüggő vasbeton lemezszerkezetek. A feszített kéregpaneles rendszer alkalmazása feleslegessé teszi külön zsuzuzás elhelyezését, s a feszítés miatt a betonozás idejére elhelyezendő ideiglenes támaszok és dűcök is minimalizálhatók, így feszített kéregpanel alkalmazásával a födém szerelése rendkívül gyors és gazdaságos a hagyományos monolit vagy lágyvasalású kéregpanellel szemben, ezért ez az építéstechnológiai megoldás a födém szerkezetek gyors kivitelezését teszi lehetővé.

A pillérekre, illetve a pilléreken kialakított rövidkonzolok-

3. ábra: A stadion Ny-i és K-i lelátó vasbeton szerkezeteinek metszete



ra ülnek fel a lelátó ferde főtartói. Néhol - a felsőbb szinteken - a lelátó főtartója a földemről indul, oszloppapucsokkal kialakított csavaros kapcsolattal. Az emeletközi földemek előre gyártott vasbeton harántgerendái kiharapott tárvégükkel ülnek fel a pillérkonzolokra úgy, hogy azokat körülvéve, kapcsolatuk rejtve marad. Ezek a gerendák a földembe nyúló kengyelezésükkel a földemmel együttdolgozó, fejlemezés gerendát alkotnak.

Az épület belső teherhordó pillérei 60/60 cm derékszögű négyszög keresztmetszetűek, de a- tetővel is terhelt - belső pillérsor a nagy lelátónál 80/60 cm keresztmetszettel készül. A homlokzati pillérsor egységesen 45 cm-es keresztmetszeti átmérővel készül. Az előre gyártott vasbeton körpillérek előfeszített kivitelben, teljes felmenő hosszukban egyben készülnek, hogy a pillérek szerelési és beállítási, szintezési ideje is minimális legyen. A pillérek előfeszítését a tetőszerkezet „rejtett” lehorgonyozása tette szükségessé.

Az építmény egy-egy dilatációs egységének merevítését a földre lefutó haránt irányú lelátó gerendák, a beépített monolit vasbeton lépcsőházi és felvonó magok, valamint a szükség szerint elhelyezett monolit vasbeton merevítő falak és a részlegesen befogott pillérek együttesen biztosítják.

A merevítő falak vízszintes reakció erőinek felvételére - a magas lelátói oldalon - helyenként a szomszédos keretállások alapozási szerkezeteit is be kell vonni, így itt a csatlakozó talpgerendák vízszintes koncentrált erőkből keletkező nyomatókrokra erőteljes vasalással ellátottak. Hasonlóan többletvasalást igényelnek az oldalsó dilatációs mezők hosszú falainak vonalába eső gerendák, a húzást-nyomást okozó vízszintes erők elosztása érdekében.

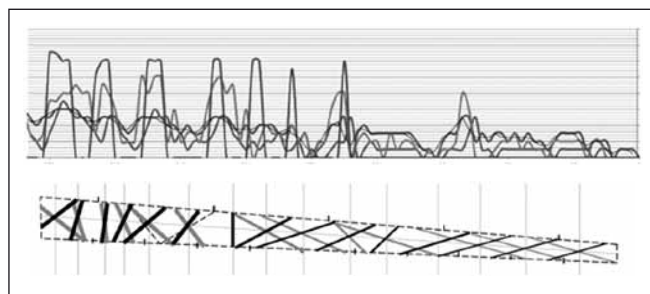
A dilatációkban a függőleges szerkezeti elemek kettőzése nélkül, a gerendákra csúszo kapcsolattal kialakított földem szerkezeti elemeket kell ültetni. Ezekben a helyeken a közbenes földemknél az előre gyártott gerendákkal csak fél oldalon együttdolgozó fejlemez kialakítása lehetséges.

5. TETŐSZERKEZET

5.1 Az acél tetőszerkezet kialakítása

Az épület összefüggő tetőszerkezetének tartószerkezete a lelátó felső sora mögött elhelyezett belső pillérsorral gyámoltott, a külső pillérsor vonalában lehorgonyzott, ortogonálisan anizotrop acél térrács. A radiálisan elhelyezett felső- és alsó öveket - a háromöví tartókkal analóg - ferde síkú aszimmetrikus - biomorf jellegű - rácsozat fogja össze.

Az öveket összekötő rácsozat harmonikus kiosztásának elemzéséhez különböző zenei betétek matematikai analízisével meghatározott hullámformákból (lineáris és logaritmusos hangerősség diagram) és spektrumgörbékből (hangmagasság) kerültek meghatározásra a rúdszám függvényében a sáv szélességek, a hangmagasságfüggő ferdeségek, a sávok hangerősség-tömegközéppontok helyei. A meghatározott rácsrúd-kiosztási algoritmusokból az erőjáték függvényében leggazdaságosabb forma került kiválasztásra, az előbbieket szerint meghatározott rudazatú térrács matematikai analízisével. A lehetőségekhez mérten az így előállított algoritmusokhoz igazodnak a rúdkiosztások és a rudak szelvényméretei is, melyeket a hosszas iterációt követően nyert szelvényalakok közül, az acélszükségletek figyelembe vételével optimalizáltunk (4. ábra.). Az egyes konzoltartók felváltva kétféle rácsozattal készülnek.



4. ábra: Spektrumgörbék és a transzformált rúdhálózat

A tetőszerkezeti tartókat varrat nélküli acél csőszelvények alkotják, a szükséges és elégséges merevségeknek megfelelő falvastagságokkal. A térrács szerkezete összehegesztett, üzemben előre gyártott egységekből áll, melyeket helyszíni hegesztéssel és csavaros kötésekkel lehet sorolásban (ez a szó nem érthető) elhelyezni. Az övek méretezése a kifeszített fólia membránerők okozta reakcióerőkre is - mind a szerelési, mind pedig a végleges állapotnak megfelelő peremtartókra eső erőkre egyaránt - megtörtént.

A fedést az enyhén ívelő felső övekre feszített, az egyes közbenes felső övekkel lehorgonyzott, transzcendens felületű PTFE membrán biztosítja. A minimális önsúlyú, nagy szakítószilárdsággal rendelkező politetrafluoroetilén fólia tulajdonságai megfelelnek az építőipari alkalmazás követelményeinek, mivel rendkívül stabil az UV sugárzás és az időjárás (eső, hó, szél) hatásaival szemben. A teflonbevonatú extrudált fóliának - az alapanyag apoláris szerkezete miatt - kicsi a felületi feszültsége, így a szennyeződés nem tapad meg rajta erősen, ezért az eső minden alkalommal tisztára mossa. Elhanyagolható tömege kisebb építési költséggel jár, öntisztító felülete pedig kisebb karbantartási költséget igényel.

5.2 Áramlástechnikai vizsgálatok

A tartószerkezet tervező a szélterhek megállapításánál általános esetben az európai szabványok által előírt és a különböző szakirodalomban tárgyalt feltételek figyelembe vételével tervez. Ezen dokumentumok és szabványok az épületek vizsgálatát bizonyos keretek közé szorítják, tipizálják őket. Bár az európai szabvány igen terjedelmesen számos tetőformát és beépítési körülményt részletez, mégis megessik, hogy a - pl. stadiont körülvevő - környezet egymásra hatása a valóságban ezektől eltérő szélnyomás értékeket eredményez. Így előfordulhatnak olyan turbulens jelenségek, melyek néhol nagyobb szélnyomást okozhatnak a feltételezettnél, de a tetők egymásra ható árnyékolásával akár jelentősen kisebb szélnyomások is kialakulhatnak.

Természetesen egy stadion speciálisan egyedi tetőszerkezete miatt a szélterhek meghatározását nehéz a szabvány adta viszonylag szűk keretek közé szorítani. Mindezek tisztázására és pontosítására a Nagyerdei Stadion Rekonstrukciójának tervezési feladatához áramlástechnikai, szélcsatorna vizsgálat is készült.

A vizsgálatokat a tervezett stadion méretarányos modelljén a környezetet (fák, domborzati viszonyok stb.) is figyelembe véve a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Áramlástan Tanszékének szakemberei végezték (5. ábra.). A szélkomfort és huzathatások megállapítására a vizsgálat, a pálya és a lelátó feletti kijelölt pontokban áramlási sebesség mérések elvégzésére is kiterjedt. A kísérletek útján a szélnyomás eloszlásokat (6. ábra.) különböző szélirányú hatásokra is meghatároztuk.

A szélcsatorna vizsgálat segítségével a tervező a szélből

adódó terhelési viszonyokat sokkal életszerűbben látja, a terheket pedig pontosabban kapja meg, így a végleges számítási eredmények a valóságot sokkal jobban tükrözik. Az EC1 előírásainak különböző eseteihez tartozó teherintenzitások - egy 3,75 m-enként elhelyezett keresztmetszeti tartóelemre eső - értékeit összegyűjtöttük, így lehetővé vált a kísérlet útján meghatározott - keretezett - értékekkel történő összehasonlításuk is (7. ábra.).

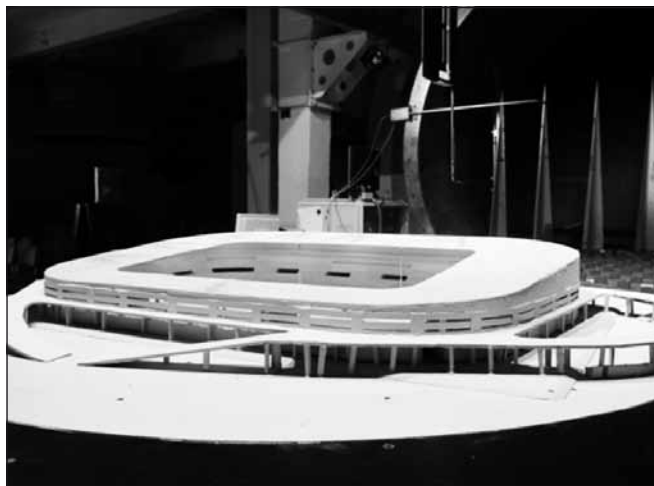
A már megkapott eredményeket, szélnyomás eloszlásokat és intenzitásokat kielemezve kijelenthető, hogy a szélcsatorna vizsgálati eredmények és a szabványok alapján történt számítások között - a szélterhek tekintetében - jelentős eltérés mutatkozik, így egy ilyen méretű épületen elvégzett áramlás-technikai vizsgálatok jelentős mértékű anyagi megtakarítást eredményezhetnek.

6. AZ ELŐREGYÁRTOTT VASBETONSZERKEZETEK ISMERTETÉSE

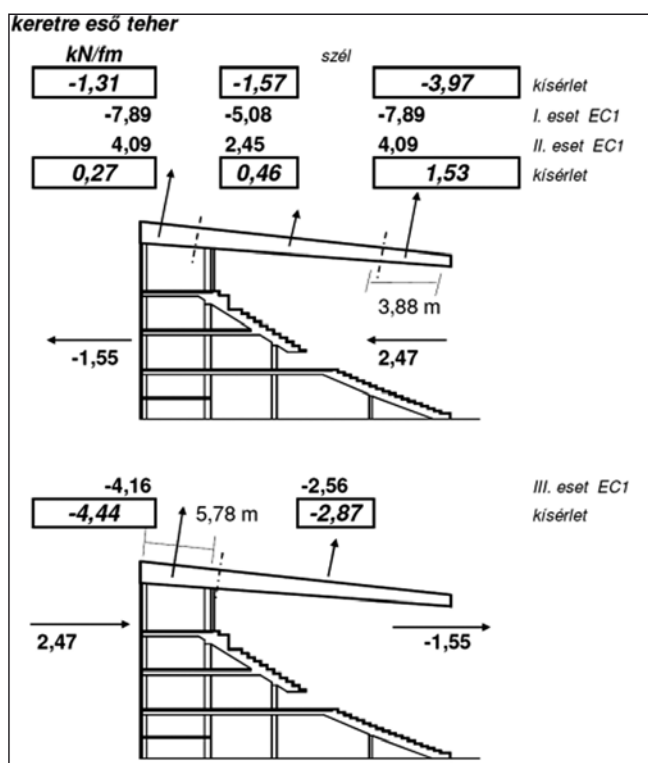
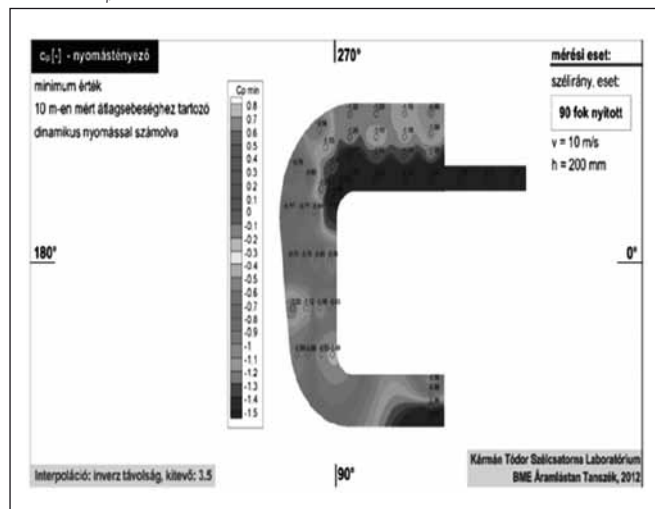
6.1 Lelátóelemek kialakítása

A stadion lelátószerkezetét a harántirányú gerendákra fektetett alul síkfelületű, előre gyártott vasbeton elemek alkotják. Ezek mindössze 12 cm-es szerkezeti vastagságát az elemek előfeszítése tette lehetővé. További különlegessége a lelátórendszernek, hogy a sarkokon íves alaprajzú elemeket alkalmaztunk.

5. ábra: 1:150-es modell szélcsatornában



6. ábra: $c_p(-)$ nyomástényező (mihez képest?) 90°-os széliránynál



7. ábra: A Ny-i lelátó egy keretszerkezeti elemére jutó teherintenzitások

A lelátó elemek tervezési szempontjait meghatározzák a gyártó üzem adottságai. A rendelkezésre álló feszítő sorok 80 m hosszúságúak. A 7,50 m hosszú lelátó elemekből egy soron naponta 10 db elem gyártható.

Ahhoz, hogy a napi gyártás megvalósítható legyen, a gyártási folyamatoknak - felszakítás, sablontisztítás, vasalás, feszítés, lezárások, betonozás - 8 óra alatt kell elkészülniük, hogy lehetséges legyen a 16 órás szilárdulás. Az elemek fordított helyzetben készülnek, hogy a látszó felületek a sablon oldalon legyenek (8. ábra.), emiatt mindkét oldalon szükséges a feszítő pászmák elhelyezése. Ahhoz, hogy a vasalási munkák ne hosszabbítsák a gyártási ciklust, a szálbeton alkalmazása előnyösebb. Miután az EC2 nem rendelkezik a műanyag szállal erősített feszített beton szerkezetek méretezésére, szükségessé vált próbaterhelésekkel igazolni a lelátó elemek teherbírását.

Az első próbaterheléseket az ÉMI TÜV Bayern vizsgáló laborjában végeztük el (9. ábra.), majd pedig a gyártáskori próbaterheléseket az üzemben végezzük (10. ábra.). Miután a lelátó elemek ferde síkban helyezkednek el, így a tényleges

8. ábra: Az egyenes lelátóelemek zsaluzata



helyzetnek megfelelően alátámasztva végeztük a próbaterheléseket. A lelátó elemek túlteljesítették a várakozásainkat, feltételezhetően a ferde síkú elhelyezés miatt. A statikai számítás során ezt a körülményt nem tudtuk eléggé követni.

Tekintettel a stadion reprezentatív voltára, a teljes biztonságra törekedvén a tesztek során a legjobb eredményt mutató BarChip 48 műanyag szál 5 kg/m^3 adagolása mellett maradtunk, annak ellenére, hogy a próbaterhelések alapján ez valamivel csökkenthető lett volna.

Nagyobb problémát jelentenek az íves elemek. Miután a magassági helyzetnek megfelelően növekednek az ívek sugarai, az egymás feletti elemek eltérőek, mindegyik szinthez más sablon tartozik. Az íves szakaszon a lemezek a csonka gúla alakzatot veszik fel, így a feszítő pászmák egyenes vezetése mellett a lemezen belüli magassági helyzetük változik, ezen elemeknél szükség van a kiegészítő vasalásra. Az acél sablonok a kis darabszámok miatt túlságosan drágák, így kombinált acél – fa formák mellett döntöttünk, azaz acél vázra szerelt fa héjazatú sablonokat alkalmazunk. Természetesen az íves lelátó elemeket is próbaterheljük az üzemben.

6.2 Előre gyártott pillérek, homlokzati feszített körpillérek kialakítása

A stadion előre gyártott pilléreinek a különlegessége a nagyszámú rejtett konzol. Az előre gyártott pillérekre sok rövid konzol gyártása az előre gyártás mindenkor nehéz feladata, de itt a rejtett konzolok miatt ez még nehezebb feladatnak bizonyult. Egy szabadalmazott megoldás - az előre gyártott konzoltestek (11. ábra.) - mellett döntöttünk. A konzolok elő-

9. ábra: Próbaterhelés a TÜV laborjában



10. ábra: Próbaterhelés az üzemben



zetes előre gyártásának nagyon sok előnye van. Lehetőség van nagyszilárdságú szálbeton alkalmazására, így a konzol mérete jelentősen csökkenthető, helyet teremtve a gerendák feszítéséhez. A szálbeton alkalmazása lehetővé teszi a konstrukciós kengyelezés (hasító erők felvétele) elhagyását. A konzolok ideális helyzetben betonozhatók, azaz a fő húzott vasak alul vannak a betonozáskor. A megfelelő fogazás lehetővé teszi, hogy a csatlakozási felületen a teljes nyíróerő átadódjon átkötő vasak nélkül.

Az előre gyártott konzolok a pillér gyártásakor nem nyúlnak ki oldalra, hanem lefele és felfele, így az oldal zsaluzatok nagy táblákkal készíthetők. Sokkal gyorsabb a ki- és bezaluzás, rövidebb a gyártási ciklus, és ami jelen esetben a legfontosabb, javul a pontosság és a minőség.

A homlokzati pillérek újabb kihívást jelentenek a gyártónak. Ezen pillérek funkciója kettős:

- a közbelső födémterhek hordása,
- a tető acélszerkezetének lehorgonyzása.

Utóbbi funkció miatt a pilléreket feszíteni kell, előre vagy utólag. Meg kell oldani a négyszintes körpillérek gyártását, szintenként 3-3 db gerenda csatlakozásával, lehetőleg rejtett konzolokkal.

Az előre gyártott, három irányban kinyúló konzoltestek a belső környílással, a korábbi szabadalmazott megoldás különleges kiterjesztésével megadták a lehetőséget a feszített pillérek gyártására. A fekvő gyártás miatt a körzsalu felülről 12 cm széles sávban nyitott, a beton bedolgozhatósága érdekében (12. ábr.). Ily módon egy egészen különleges gyártási technológia kidolgozását követelte meg az építészeti elgondolás, melynek további lehetőségei most bontakoznak csak ki.

11. ábra: Előre gyártott konzoltestek



12. ábra: Fekve gyártás, a körzsalu felül 12 cm széles sávban nyitott



7. GYÁRTÁSTECHNOLÓGIAI KÉRDÉSEK

A vasbeton előregyártás során - a sokszori felhasználás lehetőségét kihasználva – általában a fémsablonok használata volt a leggazdaságosabb. Az elmúlt évtizedekben azonban már egyre inkább a tipizált előregyártás helyett többnyire az egyedi igényeknek megfelelő elemek gyártását igényelte a piac. Napjainkban viszont a monolit vasbeton építés terén is egyre inkább a különleges formák kerültek előtérbe, így az előre gyártott elemek különleges formáira is egyre nagyobb a piaci igény. A fémsablonok a jövőben is fontos szerepet töltenek be a vasbeton elemek előre gyártásában. Tudomásul kell ugyanakkor vennünk, hogy növekednek az egyedi igények, csökkennek a széria számok. A másik oldalról a technikai fejlődések, különösen az informatikai rohamos fejlesztések lehetővé teszik az egyedi igényekhez rugalmas alkalmazkodásokat a robot technikáknak köszönhetően. Azaz a faformák méretpontos gyártásának az előfeltétele az alkotó elemek nagy termelékenységű méretpontos leszabása, ami a mai informatika alkalmazásával zömében már csak irodai tervezési munkát jelent. Így a számítástechnika bevetése, mint tervezési eszköz új lehetőségeket ad a komplex, akár többszörösen görbült formák és felületek generálásához, szemléletessé tételéhez, egész épületek megvalósításához is.

A szokatlan formák megadása teljesen más gondolkodást igényel úgy a tervezésben, mint a kivitelezésben. A legújabb 3D modellező szoftverek és a többszögű CNC marók lehetővé teszik a komplex geometriák teljes körű és következetes kivitelezés tervezését, a térbeli modellek alapul vételével. Az építészek és tervezők részéről csupán a térbeli testeket kell elektronikus adatokkal megadni, a felületeket rendelkezésre bocsátani.

Mindezeket figyelembe véve a stadion kis szériaszámú, különböző és íves geometriájú lelátóelemeinek zsaluzása – a jövő igényeihez igazodó – sablontechnikai fejlesztésekkel gazdaságosan is megvalósíthatóvá válhatott.

8. MEGÁLLAPÍTÁSOK

A debreceni stadion épületegyüttesénél alkalmazott épületszerkezeti megoldások egyedülállóan számítanak a hazai vasbetonépítésben. A különböző térbeli elemek tervezése, gyártása csakis a legkorszerűbb sablontechnikai rendszerek figyelembe vételével, használatával volt lehetséges.

A szabad formájú építészeti megoldások száma az utóbbi években nagyon megnövekedett. A komputer által generált formák egyenes következménye, hogy ezt az építészeti át lehet helyezni a számítógép által támogatott gyártási folya-

matokba. Azaz biztosított az átmenet a virtuális tervezésből a konkrét műhelytervekhez, beleértve a tervezést, és a sablonok készítéséhez a táblák leszabását majd a kész zsaluzatot. Így a magasan képzett előregyártók meg tudnak valósítani minden elképzelhető formát, az egyszerűtől kezdve a komplexitáig. A robottechnika alkalmazása a sablontechnikában további lehetőségeket nyit a gazdaságos, ellenőrizhető környezeti üzemi előregyártáshoz.

Mindezeket alkalmazva és figyelembe véve a stadion újszerű vasbeton szerkezeti elemei csakis a tervezésben és gyártásban dolgozó mérnökök együttműködésével, összehangolt, folyamatos tervezési és fejlesztési munkájával jöhettek létre.

A nem szokványos szerkezeti elemek tervezése, gyártása és szerelése bizonyítja - az előre gyártott vasbeton szerkezetépítés ismert számos előnye mellett – a vasbeton előregyártásban rejlő további lehetőségeket. Megállapítható, hogy szokatlan geometriájú, térbeli vasbeton szerkezetek is gazdaságosan előregyárthatók a legújabb technológiai megoldások figyelembe vételével, melyek alkalmazása nélkülözhetetlen a modernkori stadionok tervezésében.

Rendkívüli felelősséget rótt a pályázat útján kiválasztott alkotó mérnökökre, hogy a rendelkezésre álló igen rövid idő alatt is a megfogalmazott feltételeknek és céloknak megfelelő, a természet egészének egyensúlyába illeszkedő stadiont, korszerű mérnöki alkotást kellett tervezni.

A tervezésben részt vevő alkotók személyesen is átérezhették, hogy mit jelent a mérnöki hivatás. A természet iránti felelősségteljes alázat, művészi alkotó tevékenységet, csapatmunkát. Elérni mindazt, ami Le Corbusier szavaiból kicseng: „A mérnökök teremtik meg az építészeti, mert ők használják fel a természet törvényeiből kikövetkeztetett számításokat és műveikben érezhetjük a harmóniát.”

Dezső Zsigmond (1959) okl. építőmérnök, Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Kar, Szerkezetépítő szak; Tartószerkezet tervezők Mesteriskolája V. ciklus (1991). 1983-tól Kelettervénél statikus tervező, 1988-tól számítástechnikai és tervezés-fejlesztési csoportvezető. 1989-1993 a Tér és Forma Kft-nél statikus tervező, 1993-1997 A. K. Terv Kft. ügyvezető, 1997-től a Hydrastat Kft-nél statikus vezetőtervező, ügyvezető. 1989-2009 között a Hajdú-Bihar megyei Mérnöki Kamara elnöke. Elismerései: 2002 Zielinski Szilárd-díj, 2003 Csonka Pál érem, 2007 Tierney Clark díj, 2008 Debrecen Város Pro Urbe-díja, 2008 Pro Sientia Transsylvania érem, 2010 Pekár Imre-díj.

Polgár László (1943) okleveles mérnök, Budapesti Műszaki Egyetem Mérnöki Kar; 1966-tól építésvezető Hódmezővásárhelyen 31. sz. ÁÉV; 1970-71 statikus tervező V. Iparterv, 71-től gyártmányfejlesztő, főtechnológus, műszaki fősztályvezető 31. sz. ÁÉV; 1992-től ügyvezető igazgató PLAN 31. Mérnök Kft, műszaki ügyvezető ASA Építőipari Kft. Tevékenység: előregyártott vasbeton szerkezetek, ipari betonpadlók tervezése, kivitelezése. A Magyar Építőanyag Szövetség Beton Tagozatának elnöke. A **fib** magyar tagozat tagja. A **fib** magyar tagozat Palotás László díjának birtokosa.



Kozák János – Dr. Magyarai Béla

2011-ben készültek el a négyes metró Tétényi úti állomása befejező munkái, ezen belül valósultak meg a szálerősítésű beton burkolatok: művész-, akusztikai-, sima falburkolatok. A közelmúltban a Fővám téri és a Szent Gellért téri állomás burkolása fejeződött be. A tűzállósági, valamint a füsttömörési vizsgálatok 2012. februárjában sikeresen lezárultak.

Kulcsszavak: metróállomás, szálerősítésű beton, burkolat, öntömörödő beton, tűzállóság

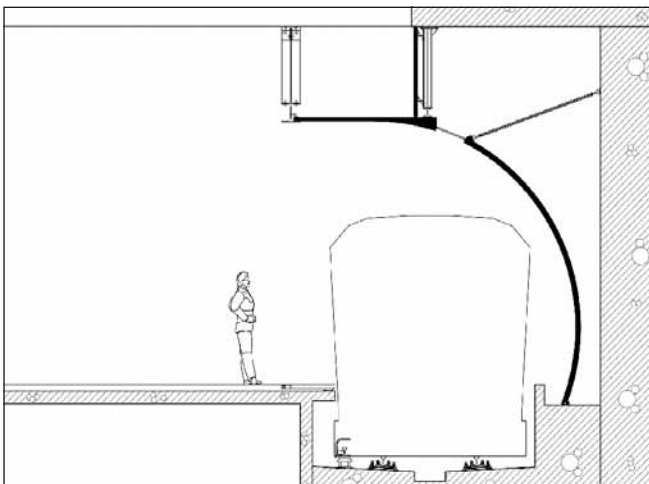
1. ELŐZMÉNYEK

A statikus terveket a Főmterv Kft. készítette – az anyagminőségeket ők adták meg. A négyes metró állomásainak burkolatainál meghatározó szerep jut a szerkezetépítésnek, ezen belül a falaknak és födémeknek, mert ezekhez kell kapcsolni a burkolatokat. A vasbeton falak és födémek tervezett beton minősége C35/45-16/K, betonacél minősége B60.50, vasalás Ø20/150 elosztó Ø32/150 főirány, helyenként megerősítve.

Műszaki különlegessége az állomás szerkezetépítési munkáinak, hogy a résfal és az alaplemez közötti nyomatékíró kapcsolat a betonacél Lenton típusú, kúpos-menetes toldásával oldották meg. Az előzményekről, a tenderről, a kivitelezésről részletesen beszámolnak a tervezők (Pál, 2010), (Schulek, 2008).

A kéregpanel és Fővám téri és Szent Gellért téri állomás kiviteli tervét a Sporaarchitects Kft. készítette (1. ábra). Mindkét állomás befejező építési munkáinak fővállalkozója a Swietelsky Magyarország Kft. volt, a beruházó pedig a BKV Zrt. DRB Metró Projekt Igazgatóság. A homlokzatburkolásnak Magyarországon több évtizedes hagyománya van (Magyarai, 2005), (Magyarai, Tassi, 2007), de jelenleg is folyik fejlesztés (Kozák, Magyarai, Tassi, 2011). A Tétényi úti állomás burkolatai 2011-ben elkészültek (Kozák, Magyarai, 2012).

1. ábra: Az állomás kiviteli terve



2. KORSZERŐ BETONTECHNOLÓGIA AZ ELŐREGYÁRTÁSBAN

Az íves panelok gyártását a korszerű betontechnológia tette lehetővé, melynek lényege a cement nedves őrlése, a PP szál és az öntömörödés, valamint a negyedik generációs folyósítószer alkalmazása. Az ilyen módon készített keverék nem igényel gőzérlelést és vibrálást, ugyanakkor kiemelkedő szilárdsági jellemzőkkel rendelkezik. Az általunk készített receptúrában a következő anyagokat használtuk: CEM I 52,5 fehér cementet, osztályozott homokot és kavicsot, mészkölisztet, PP szálakat, Bayer festéket, Viscocrete folyósítószeret és vizet.

Betontechnológiánk első fázisában a cement nedves őrlése és a PP szál keverése valósul meg, majd a második fázisban az adalékanyag, keverése következik. A formázás az öntömörödő beton szerint folyik (2. ábra). A gyártásnál folyamatos minőségellenőrzés biztosított, melynek során vizsgáljuk a konzisztenciát, a szilárdsági jellemzőket 1, 7 és 28 napos korban. A jellemző 28 napos hajlító-húzószilárdság 8,1 N/mm², a 28 napos nyomószilárdság 52,2 N/mm². A gyártás stand rendszerben folyt, a formázás acél sablonban történt, amelynek gyártója a Jakosa Kft. volt. A felület megjelenése tetszőleges, matricával bármilyen felület előállítható.

2. ábra: Öntömörödő PP szálerősítésű beton



3. TÉTÉNYI ÚTI ÁLLOMÁS BURKOLATA

3.1 Ragasztott lapok gyártása

A terveket az A Plusz Stúdió Kft. készítette. Az összes falburkolat 819 m². A gyártás stand rendszerben valósult meg. A sablon faanyagú, bútor lap típus, a keretezést szögacél képezi. A lapok legnagyobb mérete 1200×710 mm, a vastagság pedig egységesen 10 mm. Természetesen készültek más méretű elemek is. A beton nagy szilárdságú polipropilén szálerősítésű keverék, CEM I 52,5 portlandcement fehér színben, 400 kg/m³ adagolással. A lapok anyagában színezett változatban készültek. A színezék típusa Bayferrox volt.

3.2 Ragasztott lapok elhelyezése

A lapokat a tervnek megfelelően hálós rendszerben a Geo-Bau Kft. helyezte el, a ragasztó típusa Vigo C2TE csemperagasztó, amit az Üveg Ásvány Kft. gyárt. A felrakás után következő művelet a kifugázás, Mapesil AC fugázó anyaggal. A ragasztó anyag vastagsága a méreteltérésekhez igazodott.

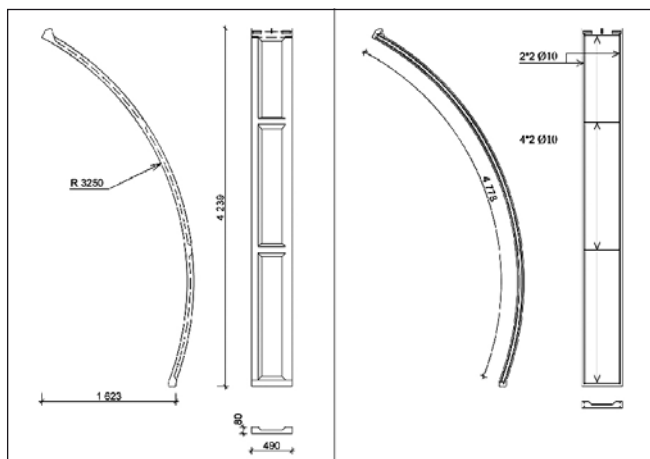
3.3 Burkoló panelek gyártása-szerelése

A terveket az Argomex Kft. készítette. A burkoló paneleket 30 mm vastagságban állítottuk elő, csak az alsó panelek 50 mm vastagok. Formázás közben a lapokba C15.H Ø6 jelű mm-es, 150 mm kiosztású háló került. Külön kiemelés igényelnek a peron végfalak burkolatai, mert az alsó két sor művészeti mintákat is tartalmaz. Különlegessége ezeknek a paneleknek a gyártásukban van, Magyarországon egyedülálló módon történt a gyártás, azzal, hogy a megtervezett művész mintát a Városi Tájkép Csoport Kft. számítógépen feldolgozta, majd a mintára, az alapra kötéskeletetöt vittek fel, ez került a sablonba. Majd másnap a kiszaluzás után, erős vízszaggárral a cementbőr kimosódott és előtűnt a megtervezett művészi minta.

A két alsó sor felett további két sorban akusztikai paneleket gyártottunk, szereltünk. Ezek gyártási nehézségét a zsúfolt perforáció jelentette. A polipropilén szálerősítésű beton öntömörödése érdekében a különleges alkotók mellett

Sika ViscoCrete folyósító szert alkalmaztunk a nagy kezdőszilárdság elérése céljából. Ezek a panelek is anyagukban színezettek voltak. A kapcsoló elemek Prefix típusúak, melyek lehetővé tették a térbeli pontos beállítást. A vasbeton falba Ø10 mm-es HILTI dübel került.

3. ábra: Zsaluzási és vasalási terv



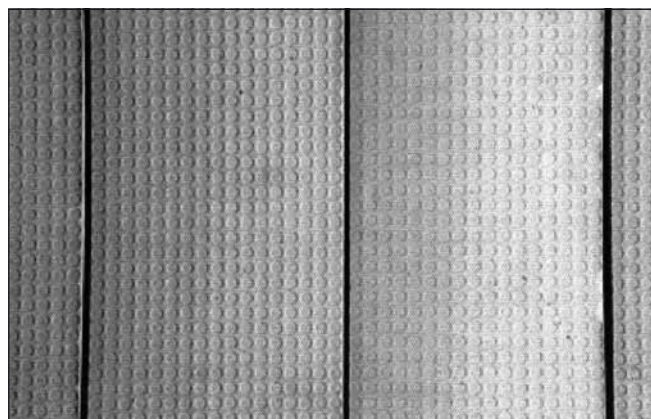
4. FŐVÁM TÉRI ÁLLOMÁS BURKOLATAI

4.1 A burkoló panelek tervezése, gyártása

A Fővám téri állomás peronszinti kéregpanel kiviteli terveit a Sporaarchitects Kft. készítette, az ARGOMEX Kft. megbízásából. A Fővám téri állomás burkolásáig hosszú út vezetett. Először is az általunk gyártott finombetonnál alkalmassági vizsgálatokat kellett végeztetni, majd a Tétényi úti állomás burkolása következett sík elemekkel (Kozák, Magyar, 2012), még ezen kívül két feltételnek kellett megfelelni, nevezetesen a tűzállósági vizsgálatnak, valamint a mintaszerelésnek. Közben az építész tervezővel is egyeztetni kellett a panelek kialakításáról. A gyártási terveket ARGOMEX Kft. készítette.

Háromféle elem készült azonos mérettel. A legnagyobb panel íves, 4239×1623×490 mm befoglaló méretű, a rádiusza pedig 3250 mm (3. ábra). A vízszintes elem alulról részben íves, döntően egyenes, alaprajzi mérete 2296×490 mm, vastagsága 60-213 mm. A függőleges elem mérete 1480×490 mm vastagsága 60 mm. Az elemek összfelülete 1216 m². A vasbeton falba HALFEN sín (HTA 40/22 HEA) lett bebetonozva. A HALFEN sínek között – kalapácsfejű csavarok alkalmazása mellett – melegen hengerelt L 65×50×5 szögacél adja a kapcsolatot a panel és a vasbeton fal között – a szögacél hossza 2600 mm.

A beton polipropilén szálerősítésű, bordázott lemez, vasalva. A beton alkotói között fontos szerepe van a polipropilén szálnak, amely a Brugg Contec AG terméke, Fibrofor Multi



4. ábra: Az elemek látható felülete



5. ábra: Szerelvények és vaszerelés

6. ábra: Elemek a szállító kalodában



127 márka jelű, 0,034 mm átmérőjű, 12,7 mm szálhosszúságú. A tűzhatás miatt 3 kg/m^3 szaladagolást alkalmaztunk. A panelek szaladagolásánál és a szálátmérő meghatározásánál jól lehetett hasznosítani az anyagtanai kísérletek eredményeit (Lublóy, Balázs, 2007). A felület a Taurus–Techno Magyarország Kft. által forgalmazott MOP-os, 3 mm-es gumiszőnyeggel készült (4. ábra). A HALFEN sínt az elemekbe betonoztuk és hegesztéssel az acél armatúrához rögzítettük (5. ábra).

4.2 A burkoló panelek szerelése

Az elemeket Svietelsky Kft. megbízásából a Jakosa Kft. szerelte. Az elemeket fajtánként külön-külön csomagoltuk, majd a szállítás következett Békésszentandrásról Budapestre, az elemek a négyes metró alagútján vonattal kerültek a felhasználási helyre. A szállításhoz speciális szállító kalodákat használtunk, amelyeket a Jakosa Kft készített és amelyek az elemek beszerelését is elősegítették az állomásokon (6. ábra).

7. ábra: Beszerelt panelek az állomáson



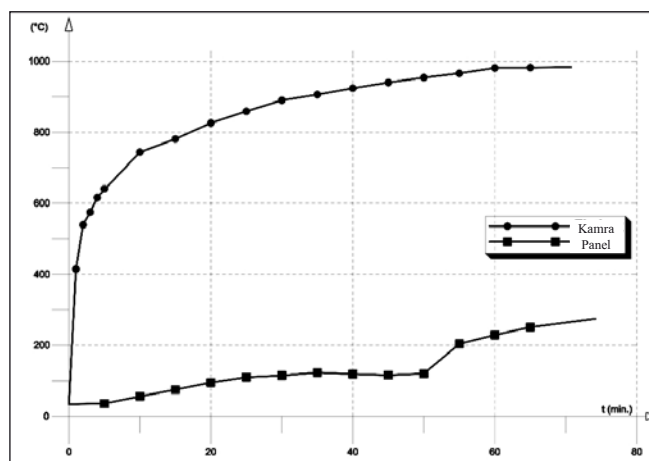
5. SZENT GELLÉRT TÉRI ÁLLOMÁS BURKOLATA

A kiviteli terveket a Sporaarchitects Kft. készítette. Az előző, Fővám téri állomás burkolatához képest két eltérés mutatkozik, egyik az íves sima, a másik eltérés a rádiuszban jelentkezik (7. ábra).

6. TŰZVÉDELMI VIZSGÁLATOK

6.1 A vizsgálatok tervezése

A tűzállósági vizsgálatok az ÉMI nonprofit Kft. szentendrei telepén folytak. Varga Ádám volt a vizsgáló mérnök. A szerkezet rendeltetése az állomás vágányterének és a mögötte elhelyezkedő szellőző tér tűzvédelmi elválasztása füstzáró módon. Ennek érdekében négy darab vízszintes, négy darab függőleges és négy darab íves elemet gyártottunk a vizsgálatokhoz. Hőelemekkel mérték a panelek hőmérsékletét, ezen kívül az elmozdulásokat is. A kamra szerkezete Kipszer típus volt. Az égők olajjal üzemeltek. A belső hőmérséklet 950 °C volt.

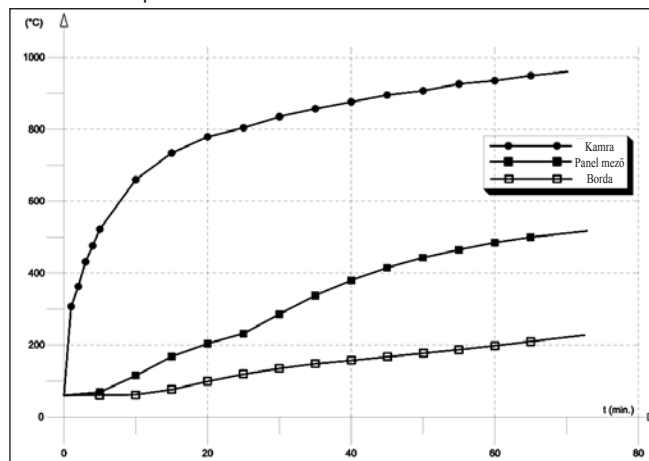


8. ábra: Sík panelek külső hőmérséklete

6.2 Vízszintes elemek vizsgálata

A hőmérsékleti adatokat 8 helyen Ni-CrNi hőelemekkel, a lehajlásokat Kübler útagóval mérték. A panelek között 10 mm hézagot képeztek, melyet a Dunamenti Tűzvédelem Zrt. által forgalmazott Polylack Elastic tűzgátló tömítéssel láttak el. A panelek rögzítése terv szerint történt, azaz bebetonozott HALFEN szerelvényekhez idomacél kapcsoló elemek csatlakoztak – tűzvédő festékbevonattal ellátva (8. és 9. ábra).

9. ábra: Íves panelek külső hőmérséklete





10. ábra: Íves panelok előkészítése

6.3 Íves panelok vizsgálata

A vizsgálat során 19 darab hőelemet helyeztek el a tűzmentett oldalon a felületi hőmérsékletek, illetve a fugák átmelegedésének figyelemmel kísérésére. A panelok között a hézag 10 mm volt, ezt utólag Polylock Elastic tömítéssel látták el. A kapcsoló elemek idomacélből készültek –HALFEN sínhez csatlakoztatva és tűzvédő festéssel ellátva (10. ábra).

6.4 Kapcsoló elemek tűzállósága

A kapcsoló elemek fontos részét képezik a burkolásnak. A tartószerkezeti szempontok szerint tervezett L 50x40x5 mm-es szögacélt és a rögzítő csavarokat tűzvédő festéssel látták el. Az elemekbe betonozásra került HALFEN sín is fontos része volt a kapcsolatoknak.

6.5 Tömítő anyag füstállósága

A panelok közötti 10 mm-es hézagot a Dunamenti Tűzvédelem Zrt. által forgalmazott Polylock Elastic tűzgátló tömítéssel láttuk el, a követelmény 30 perc volt. A vizsgálatoknál 33 perc, illetve 51 perc elteltével észlelhető volt átszivárgás (11. ábra).

6.6 A vizsgálatok eredményei

A mérési adatok folyamatos ellenőrzése és a vizsgált elemek megfigyelése alapján az elemek mind a tűzállósági, mind a füstállósági követelményeknek megfeleltek. A panelok tűzállósági határáig nem tartott a vizsgálat, de a lehűlt elemek szemrevételezéskor látható volt, hogy komolyabb károsodás nélkül viselték el a próbát (1. táblázat).

1. táblázat: Panelok tűzállósági értékelése

Vizsgált tulajdonság	Vízszintes elemek (min.)	Íves elemek (min.)
Tűzállóság	68	70
Füst átszivárgás	51	33



11. ábra: Tűzállósági vizsgálat vége

7. MEGÁLLAPÍTÁSOK

A négyes metró két állomásán a nagyszilárdságú polipropilén szálerősítésű beton panelok jól szerepeltek mind műszaki, mind gazdasági szempontból, az alkalmazásuk jelentős előnyökkel bír. Külön is kiemeljük a tűzállósági és füstállósági vizsgálatok eredményességét.

8. HIVATKOZÁSOK

- ÉMI Nonprofit Kft. (2012), „Conclusions of the Testing Institute”, Budapest, 2012.02.10. T-265/2011
- Kozák, J., Magyar, B., (2012), „FRC Cladding at two Stations of the Underground Line 4 in Budapest, Hungary”, *CONCRETE STRUCTURES Journal*, pp. 51-53.
- Kozák, J., Magyar, B., Tassi, G. (2011): „PPFRC Cornice and Wall Covering” *CCC Proceedings 2011 Balatonfüred* (Eds. Balázs, Gy. L. and Lublőy, É.), pp. 393-396.
- Lublőy, É., Balázs, L., Gy., (2007), „Concrete Properties in Fire Depending on Type of Cement, Aggregate and Fibre” *CCC Proceedings 2007 Visegrád* (Eds. Balázs, Gy.L. and Nehme, S.G.) pp. 327-332.
- Magyar, B. (2005), „Fibre Reinforced Concrete Elements Applied on Facades”, *Proceedings of fib Symposium Budapest 2005* (Eds. Balázs, Gy. L. and Borosnyói, A.), pp. 86-91.
- Magyar, B., Tassi, G. (2007), „Effect of Non-metallic Fibres on the Concrete Properties” *fib Symposium Dubrovnik 2007*, pp. 367-374.
- Pál, G. (2010), „A budapesti négyes metróvonal építése 3. A „Kelenföldi pályaudvar” metróállomás”, *VASBETONÉPÍTÉS 2010/1*, pp. 8-13.
- Schulek, J. (2008), „Budapest metro line 4 under construction”, *CONCRETE STRUCTURES Journal 2008*, pp. 10-14.

Kozák János (1953) okleveles építőmérnök, (BME 1977) tartószerkezeti- és építész vezetőtervező, az ARGOMEX Kft. (1991) ügyvezetője. Épülettervezés és falburkoló lapgyártás mellett az ARGOMEX Kft. 2005 óta gyárt homlokzati falburkoló kéregpaneleket öntömörödő, szálerősítéses nagyszilárdságú finombetonból.

Dr. Magyar Béla (1942) okleveles építőmérnök, 1969-ben szerezte meg diplomáját, 1978-ban doktori címet, 1982-ben kandidátusi címet szerzett. 1960-1969-ig az ÉTI technikus, 1969-1976-ig BÁCSÉPSZER osztályvezetője, 1976-1990-ig DUTÉPMEÓ vezető. 1990 - 2005-ig INNOMAT Kft. ügyvezető igazgatója. Jelenleg nyugdíjas, ARGOMEX Kft. tanácsadója. Szakterülete: beton-, vasbeton, betonacél toldás, szálerősítésű betonok.

FRC COVERINGS APPLIED AT TWO STATIONS OF THE UNDERGROUND LINE NO. 4. IN BUDAPEST

János Kozák – Béla Magyar

The final works of the underground No. 4. at the Tétényi street have been carried out in 2011 including the coverings made from fibre reinforced concrete elements applied for artistic, acoustic and plain covering purposes. The covering of the stations both at the Fővám square and at the Szent Gellért square have been finished just recently. The tests concerning the fire resistance and the impermeability against smoke have been carried out successfully in February 2012.

BUDAPEST HÍDJAI ÉS RAKPARTJAI A DUNAI ÁRHULLÁM TETŐZÉSEKOR

BUDAPEST, 2013. JÚNIUS 8-9.



*A fényképeket készítette:
Dr. Balázs L. György*





DR. LENKEI PÉTER KÖSZÖNTÉSE 80. SZÜLETÉSNAPJA ALKALMÁBÓL



Megtiszteltetés számunkra, hogy dr. Lenkei Pétert, a CEB (Comité Euro-International du Béton) Magyar Tagozatának volt elnökét köszönhetjük 80. születésnapja alkalmából. Dr. Lenkei Péter közel három évtizedig töltötte be a CEB Magyar Tagozatának elnöki feladatát, egészen CEB és a FIP (Fédération Internationale de la Précontrainte) összevonásáig (azaz 1970-1998-ig). Az összevonás során

született, mint tudjuk, a **fib** (fédération internationale du béton), azaz a Nemzetközi Betonszövetség. (A CEB és a FIP tevékenysége idén 60 éves, ezen belül a **fib** 15 éves múltra tekint vissza.)

Dr. Lenkei Péter nemzetközi tevékenységének hosszú időtartama alatt nagy erővel szervezte a magyar kollégák munkáját, és képviselte hazánkat a nemzetközi szervezet különböző fórumain. A CEB vezető testületének, az Administrative Council-nak is tagsággal rendelkezett 1980-1995-ig.

A nemzetközi szervezetek különféle bizottságai közül aktív tagja volt a CEB „Képlékeny méretezés” bizottságának, a CEB majd **fib** Tartóssággal kapcsolatos bizottságának (azon belül az „Assessment, maintenance and rehabilitation” munkabizottságnak) és a **fib** „Használati határállapotok modellezése” munkabizottságának.

Kiemelkedő munkájáért **fib** *Medal of Merit* kitüntetést kapott 2005-ben, amit a **fib** szimpóziumán vehetett át La Platában (Argentínában). Az **fib** *Medal of Merit* a vasbetonépítés terén és egyidejűleg a nemzetközi szervezetben elért kiemelkedő eredményekért adományozható („for outstanding contributions to structural concrete and to **fib**”). Nagy örömmel szolgált, hogy az ünnepélyes díjátadáson személyesen is részt tudtam venni.

Dr. Lenkei Péter óriási nemzetközi ismertségre tett szert, és mindeközben Magyarország számára is megbecsülést vívott ki.

Nemzetközi szervezetekben végzett tevékenysége mellett életútjának néhány további fontos állomását is meg kell említenünk.

1987-től a Pollack Mihály Műszaki Főiskola tanára, majd főigazgatója. 1994-től egyetemi tanár. 1995 júliusától a Pécsi Tudományegyetem (PTE) tudományos rektorhelyettese (1995-

1997). A műszaki tudományok kandidátusa (1965), a műszaki tudományok doktora (1984), habilitált doktor (1994).

Oktatómunkája átvitt a vasbetonszerkezetek számos területén, és kiterjedt a képlékenységtan, az alkalmazott statisztika, a szerkezetek esztétikája, a mérnöki etika és a magasépítési tartószerkezetek területeire is. A Pécsi Tudományegyetemen betöltött tanári állása mellett címzetes egyetemi docens majd címzetes egyetemi tanár a BME Vasbetonszerkezetek (későbbi nevén Hidak és Szerkezetek) Tanszékén.

Kutatási területe a tartószerkezetek elméleti és kísérleti vizsgálata, a megépült szerkezetek biztonságának felülvizsgálata, megerősítése és foglalkozik az európai szabványosítással és a tartószerkezetek öregedésével is.

Szakirodalmi tevékenységét több mint 140 publikáció és több szabadalom jelzi. Az USA-ban, Kanadában, Németországban és Olaszországban volt vendégkutató, ill. vendégprofesszor.

Munkáját számos elismerő díj fémjelzi: Eötvös Loránd-díj, Baranyáért emlékérem, PMMF Aranyérem, Euro-mérnök, PAB Tudományszervezési díj, Szent-Györgyi Albert-díj.

Testületi tagságai: Magyar Mérnökakadémia, az Orosz Építészeti és Építéstudományi Akadémia, az MTA Elméleti és Alkalmazott Mechanikai Bizottsága, a PAB Műszaki és Földtudományi Szakbizottsága elnöke. A PAB, a Magyar Mérnöki Kamara elnöksége és a New York-i Tudományos Akadémia tagja, a Baranya Megyei Mérnöki Kamara Etikai Bizottsága elnöke.

Lenkei Péternek mindig biztos háttérrel nyújtott felesége, Gizi és két fia. Öröm volt számunkra, hogy Gizi mérnökként is Péter mellett állt közös életükben. Ennek során rendszeresen részt vett egyesületünk és más szakmai szervezetek számos hazai valamint külföldi rendezvényén.

Gratulálunk dr. Lenkei Péternek tartalmas életútjához és azon belül a CEB és a **fib** nemzetközi szervezetekben betöltött jelentős szerepéhez. Egyúttal személyesen köszönetemet is fejezem ki a hazai kollégák (azon belül is jómagam) bekapcsolódásának elősegítéséért a nemzetközi szakmai fórumok világába.

Dr. Balázs L. György

fib nemzetközi szervezet elnöke (2011-12)

A **fib** Magyar Tagozat elnöke

LAKATOS ERVIN 80 ÉVES



Lakatos Ervin 1933-ban született Budapesten. 1956-ban szerezte mérnöki oklevelét az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetemen. 1968-ban gazdasági mérnöki képzettségre tett szert, 1991 óta okleveles ingatlanszakértő.

1956-tól 1981-ig a KÉV Metró Vállalatnál előbb műszaki vezető, majd építésvezető, főépítésvezető, főmérnök volt, a budapesti metró különböző

szakaszain. 1981-től 1990-ig a Hidépítő Vállalat igazgatója, majd vezérigazgatója. Ehhez fűződött a vállalat teljes körű átszervezése, építési tevékenységének bővítése, a metróépítés és egyéb szerkezeti munkák bevezetése. 1991-92-ben a Ballast Nedam (holland építőipari cég) magyarországi igazgatója.

A vállalat hazánkban székelő igazgatóságának szervezése, valamint többféle építési munka előkészítése, az 1996-ra tervezett budapesti világkiállítás konzulens szerződésének kidolgozása volt a fő feladata. 1993-94-ben az EXPO '96 Kft. vezérigazgatója, a kft. megszervezését és irányítását végezte a világkiállítás lemondásáig.

1994-99-ig a STRABAG Hungária Rt. vezérigazgatója. 2000-től 2003-ig a Magyar Hidépítő Konzorcium (Ganz Acélszerkezeti Rt.) projekt vezetője a szekszárdi Duna-híd építése során. 2003-2004-ig a 4-es Metró Projektvezető Tanácsadó Testület tagja, szakértő (az OTP Ingatlan Rt. megbízása keretében.)

2004-2006 között a 2-es Metró felújítási munkái során az alagútszigetelési és pályaépítési munkák független mérnöki ellenőrzési feladatait látta el. 2004-től 2007-ig a 4-es Metró

építésének előkészítési munkáiban szakértői munkát végzett a Metró Projektvezetői Tanácsadó Testület tagjaként. 2007-től a 4-es Metró építése kapcsán szakértőként interfész felelős az állomások és a vonalalagutak organizációs munkáiban és szerkezeti kialakításában.

Külföldön három helyen irányított alagútépítési munkákat, egyik során a KÉV–Metró, két helyen pedig a Hídépítő Vállalat kötelékében. Különböző mélyépítési szaklapokban mélyalapozási és alagútépítési tanulmányokat tett közzé.

Szakmai közéleti tevékenysége sokrétű. A KTE mélyalapozási szakosztálya vezetőségi tagja, a FIP, ill. **fib** MT tagja, ennek keretében a nagyszilárdságú betonok bizottságban végzett munkát. Az Építőipari Vállalkozói Szövetség alelnöke,

a nemzetközi ügyek és az oktatás szakfelelőse. Kitüntetései: Állami-díj (1978), a Magyar Köztársaság Csillagrendjének ezüst fokozata (1990), Eötvös Loránd-díj (1992), Lechner Ödön-díj (1992).

Lakatos Ervin a magyar építőipar nemzetközileg is elismert, kiváló szakembere. A mélyépítés, a szerkezetépítés. ezen belül a vasbeton szerkezetek kiváló szakértője, kimagasló szervező és vezető egyéniség, a **fib** Magyar Tagozatának fontos szerepet betöltő, megbecsült tagja. Jubiláris születésnapja alkalmából értékes tevékenységében további számos sikert, magánéletében sok örömet, mindehhez tartós, jó egészséget kívánunk.

T. H.

DR. GÁLOS MIKLÓS 75. SZÜLETÉSNAPJÁRA



Dr. habil. Gálos Miklós nyugalmazott egyetemi tanár, aranydiplomás mérnök 1938. július 15-én Budapesten született.

Középiskolai tanulmányait a budapesti XX. kerületi Kossuth Lajos Gimnáziumban végezte. 1956-ban érettségizett, és még abban az évben felvételt nyert az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Mérnöki Karára, ahol 1961-ben szerezte meg mérnöki diplomáját. Egyetemi tanulmányai alatt aktívan részt vett az Ásvány- és Földtani Tanszék diákköri munkájában. Végzett mérnökként a Győri Vagon és Gépgyár acélszerkezeti gyáregységében szerkesztőként és szerelésvezető helyettesként kezdett dolgozni. 1963 és 1967 között a Vegyterv, majd 1967 és 1978 között az Olajterv építési főosztályain önálló tervezőként, szakosztályvezetőként tevékenykedett az iparágak nagyberuházásainak tervezési munkáiban. 1967-ben acélszerkezeti szakmérnöki diplomát szerzett és 1972-ben megvédte egyetemi doktori értekezését.

Az iparban végzett munkája mellett folyamatosan dolgozott az Ásvány- és Földtani Tanszék közetfizikai laboratóriumában. E tevékenység eredményeként kapott meghívást a Tanszékre, ahol 1978-ban tudományos főmunkatársként kapcsolódott be az oktatási és kutatási munkába. 1992-ben szerezte meg az MTA műszaki tudományok kandidátusa tudományos fokozatot közetmechanikai munkásságának eredményeivel. Munkájának elismeréseként 1994-ben egyetemi docensi kinevezést kapott. 1998-ban habilitált és a Magyar Köztársaság Elnöke 2000-ben

nevezte ki egyetemi tanárrá. 2000 és 2009 között az Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszéken egyetemi tanárként a közetmechanika, az építési kőanyagok minősítése, a teherviselő kőszerkezetek, az építészeti geológia, valamint a mélyépítési mérnökgeológia tantárgyak előadójaként tartotta előadásait.

A Budapesti Műszaki Egyetem Építő- és Építésmérnöki Karán kívül vendégprofesszorként tartott kurzusokat az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán és a Nyugat-magyarországi Egyetem Faipari Mérnöki Karán. Alapítóként vesz részt a BME Vásárhelyi Pál Építőmérnöki és Földtudományi Doktori Iskola munkájában.

A BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék akkreditált Anyagvizsgáló laboratóriuma közetvizsgáló laborrészlegének vezetőjeként meghatározó szerepet vállalt a Magyar Szabványügyi Testület és az Útlab Szövetség szabványosítási bizottságainak munkájában. A Köiipari szakmérnöki tanfolyam szervezője volt és rendszeresen tartja a Betontechnológus szakmérnöki kurzusokon az Anyagtan I. című tárgy előadásait.

A zúzottkövek és az adalékanyagok közetfizikai tulajdonságainak vizsgálata, valamint ezen termékek minősítése, a vonatkozó termék előírások figyelembe vételével, számára mindenkor kiemelt fontosságú feladatot jelentett. Hazánkban először végzett Dr. Erdélyi Attila ny. egyetemi docenssel törésmechanikai vizsgálatokat betonokon és részt vett a nagyszilárdságú betonok adalékanyagának kutatási munkájában.

Kívánunk az ünnepeltnek jó egészséget és további sok sikert munkájához.

Kopecskó Katalin

POLGÁR LÁSZLÓ 70. SZÜLETÉSNAPJÁRA



tanfolyamot is elvégezte.

Ünnepelt tagtársunk, barátunk Ceglédről indult, 1966-ban fejezte be mérnöki tanulmányait Budapesten. Már egyetemi évei alatt megnyilvánult kiváló konstrukciós készsége, intenzív érdeklődése a tartószerkezetek elmélete és gyakorlati megvalósítása iránt. Nyilván a vasbeton szerkezetekhez való különleges affinitása vezette arra, hogy a vasbetonépítési szakmérnöki

Szakmai munkája kezdetén részt vett az akkor újszerű TT panelek gyártásának bevezetésében. Az Alföldi Porcelángyár, a békéscsabai téglagyár, és több más építmény tartószerkezetek szerelését irányította fiatal éveiben. Sok évvel később ő fejlesztette tovább a TT paneleket kedvezőbb gyártási feltételek létrehozásával.

Tervező munkáját az Ipartervben kezdte. Nevéhez fűződik a csepeli hengermű alapjának és más hasonló szerkezetnek a terve.

A 31. sz. ÁÉV gyártmányfejlesztési csoportjában – Lőke Endrével együttműködve – többszintes vázszerkezeteket fej-

lesztett. 1973-74-ben a mai Tiszaújvárosban ipari épületek és sok más szerkezet megvalósításán dolgozott. További munkái közé tartozik a hejőcsabai cementgyár csarnoka, a bélapátfalvai cementgyár újszerű, feszített vasbeton alapja, a fővárosi Pomázi úti irodaépület, a budapesti körcsarnok pillérei, a sportcsarnok vákuumbeton padló szerkezete.

1980-tól alkalmazta a vegyes vasalású vasbeton gerendákat. 1982-től a 31. sz. ÁÉV főtechnológusa. Irányította az előregyártott elemes csarnokok építését. Munkái között voltak silók és padozatos gabonátárolók, hűtőház és sok más építmény. 1990-től jelentős munkát végzett az esztergomi Suzuki autógyár csarnokainak létesítésében.

A Plan 31 Kft. keretében, ill. az ASA Építőipari Kft. műszaki ügyvezetőjeként Polgár László új fejezetet nyitott az egyszintes kereskedelmi és ipari csarnokok létesítésében. A Metro, Tesco és Auchan szupermarketek, a Praktiker áruház mind fejlettebb szerkezeti megoldással épültek. 1997-től e szerkezetek egyre több teret hódítottak határainkon túl is. Sorra jöttek létre Polgár László kezdeményezésére leányvállalatok Romániában, Bulgáriában, Ukrajnában. Csarnokszerkezetek épültek fejlesztései alapján Oroszországban, Moldvában, Horvátországban, Szer-

biában, Ausztriában, Szlovákiában. A mintegy 150 létesítmény mind magán viseli ünnepelt tagtársunk és az általa irányított együttes munkáját. E helyen lehetetlen felsorolni az összes alkotást, a Kika, Audi, Árkád és más épületeket. El kell azonban mondanunk, hogy a szerkezetek fejlesztése, a feszítávok növelése mellett számottevő a korszerű tervezési eljárások, a CAD alkalmazása és terjesztése terén végzett munka.

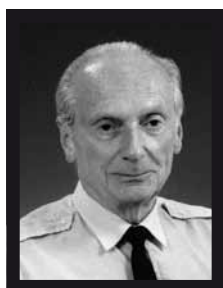
Polgár László jelentős szerepet vállalt a szabványok, így a Eurocode művelése és hazai alkalmazása terén. Sokat tett a tartószerkezeti ismeretek terjesztéséért a felsőoktatásban, tanfolyamokon, hazai és nemzetközi konferenciákon. Értékes publikációi közül sok jelent meg e folyóirat hasábjain.

Munkáját számos elismerés kísérte, ezek között az Alpár Ignác-díj, a Palotás László-díj, és legfrissebben a Lechner Ödön-díj.

Polgár László a vasbetonépítés meghatározó személyisége az 1970-es évek óta. Műszaki alkotásai önmagukért beszélnek. Az ünnepeltnek kívánunk jó egészséget, további tartós alkotó erőt családjá és az egész magyar műszaki társadalom örömére.

T. G.

DR. DEÁK GYÖRGY EGYETEMI TANÁR – 1926-2013



Megrendüléssel búcsúzunk Deák György professzortól, aki a magyar szerkezettervezés, különösen a vasbetontudomány nemzetközileg is elismert, kiemelkedő személyisége volt. Nehéz összefoglalni gazdag életútját, az építőipar, az építéstudomány, a minőségellenőrzés, az oktatás és a szervezés terén szerzett érdemeit.

1950-ben szerezte a BME-n építész-mérnöki oklevelét. Kutatómunkája alapjait a MISZI (Moszkvai Építőmérnöki Egyetem) aspiránsaként fektette le. Kísérleteit a világhírű A.A. Gvozgyev irányítása alatt a NIIZSB (Vasbeton kutatóintézet) laboratóriumában végezte.

1958-1995-ig. a BME Építésmérnöki Kar Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék oktatója, ill vezetője volt, és két cikluson át a kar dékánja. Időközben 1963-68-ig az ÉMI (Építésügyi Minőségellenőrző Intézet) igazgatója volt. 1995-től nyugdíjasként folytatta szakmai és oktató munkáját.

Tagja volt az MTA Műszaki Mechanikai Bizottságának, az ÉTE Tartószerkezeti Tagozatának. Több nemzetközi szervezet (RILEM, CIB, a KGST munkabizottságai, és nem utolsósorban a CEB + FIP = *fib*) tevékenységében fejtett ki tartalmas munkásságot. Jelentős részt vállalt a szabványalkotásban, (CEB-FIP Model Code, Eurocode) szabványok kidolgozásában és hazai alkalmazásában. Tagja volt az Magyar Szabványügyi Testületnek. Tanszékének tárgyait magas színvonalon, kiváló pedagógiai érzékkel oktatta, szervezett posztgraduális (szakmérnöki és doktoranduszi) tanfolyamokat.

Kutatásai széles területet fogtak át. Főbb témái: előregyártott vasbeton szerkezetek, feszített vasbeton szerkezetek, vasbeton szerkezetek használati állapota, használhatósági követel-

ményei, méretezési paraméterek statisztikai meghatározása, üvegszerkezetek vizsgálata és tervezése.

Aspiránsok, doktoranduszok, tudományos diákkörben résztvevő hallgatók kiváló, sikeres munkáinak volt a vezetője. Az ÉMI-ben végzett sokoldalú, gyakorlati célokat szolgáló munkája mellett a tanszék számos tervezési és szakértői munkáját vezette.

Gazdag publikációs tevékenységet folytatott. Önállóan, illetve társszerzőkkel írt nagy számú közleményei között szerepelnek egyetemi jegyzetek, könyvrészletek, szakfolyóiratokban, valamint konferencia-kiadványokban magyarul és idegen nyelven megjelent munkái. Ezen kívül igen sok szakértői vélemény, bírálat, tervismertetés szerzője volt.

Szakértői, bírálati munkáira a szerény, soha nem elmarasztaló kritika, hanem a segítő-javító készség volt jellemző. Tanácsért, bölcs véleményéért mindig mindenki bizalommal fordulhatott hozzá.

A CEB + FIP = *fib* keretében intenzív levelezést folytatott külföldi partnerekkel, főként a Model Code gyakorlati alkalmazása céljából végzett számításai révén. Jelen volt kongresszusokon, szimpóziumokon, plenáris üléseken, bizottságok ülésein, ezek keretében tartott előadásokat, megjelentek írásai.

Évtizedeken át szakmai munkája során – professor emeritusként is – meghatározó volt, amit a vasbetonelmélet, a gyakorlati tervezés, az egyetemi oktatás és szervezés terén tett.

Közismert volt mindenkori segítőkészsége, a szakterületén végzett munkájának szabatossága. Szerették hallgatói, becsülték munkatársai. Általános emberi magatartása példamutató volt.

Megbecsült tagtársunk, a magyar építőipar kiváló személyisége emlékét kegyelettel őrizzük.

A *fib* Magyar Tagozata

DR. CSÁK BÉLA EGYETEMI DOCENS – 1926-2013



Csák Béla 1952-ben szerzett oklevelet az akkori ÉKME (ma BME) Építészmérnöki Karán.

A BME 1974-ben avatta műszaki doktorrá lökészerű hatásokkal terhelt építmények tárgyában írt értekezése alapján. A PhD tudományos fokozatot 1997-ben szerezte meg dinamikus hatásokra igénybevett vasbeton vázszerkezetek témájában.

1952-től (1996 után nyugdíjasként) szinte haláláig a BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék oktatója volt. A tanszék csaknem összes tárgyának oktatásában részt vett. Kidolgozta, előadta az Épületdinamika c. tárgyat.

Statikus tervezői, oktatói és kutatói tevékenységét egész pályafutása során áthatotta a hazánkban viszonylag kevesek által művelt tudományág, a dinamikus és különösen a szeizmikus vizsgálatok művelése. Tervezői és szakértői munkássága rendkívül széleskörű volt. A több tucat építmény közül kiemelkedő jelentőségű a Paksi Atomerőmű szeizmikus biztonságát szolgáló berendezés vizsgálata, a pécsi magasház dinamikai ellenőrzése, az egeri minaret megerősítése, több templom, magas kémény és ipari szerkezet vizsgálata, erősítésének megtervezése. Nagyszámú tervezési munkái között szerepel több jelentős külföldi exportépítmény tartószerkezeti kialakí-

tása (Jugoszlávia, Irán, Algéria, Líbia). E munkákat a tanszéki kollektívában végezte, nagy részüknek témavezetője volt.

A dinamika terén folytatott elméleti és a BME Építőipari Laboratóriumában végzett kísérleti kutatásai újszerű szerkezeti megoldásokra vezettek. Így a dinamikus hatásoknak kedvezőbben ellenálló oszlop-gerenda kapcsolatot dolgozott ki. Szolgálati szabadalmi is a dinamikus, főként szeizmikus hatásokra való ellenállás fokozását szolgálták.

Szakmai látókörének szélesítését szolgálták külföldi tanulmányútjai (Jugoszlávia, Olaszország, Japán).

Igen sok publikációja jelent meg magyarul és idegen nyelven, hazánkban és külföldön, önállóan illetve társszerzőkkel. Ezek között van szakkönyv, számos folyóiratcikk és konferencia-kiadvány, valamint műszaki előírás is. Sok szakmai előadást tartott itthon és határainkon túl. Nemzetközi szakmai körökben is elismert tudományos eredményeit elmélyült elméleti elemzések és újszerű kísérleti vizsgálatok alapozták meg. Mindezek fokozták szerkezeteink biztonságát, és kedvező gazdasági hatással is jártak.

Csák Bélát, az életét a tartószerkezetek fejlesztésének szentelt szakembert tisztelték hallgatói, becsülték munkatársai és ipari partnerei.

A *fib* Magyar Tagozata nagyra értékeli gazdag munkásságát, és fájdalommal búcsúzik tartalmas életét élt tagjától.

A VASBETONÉPÍTÉS szerkesztősége