

VASBETONÉPÍTÉS

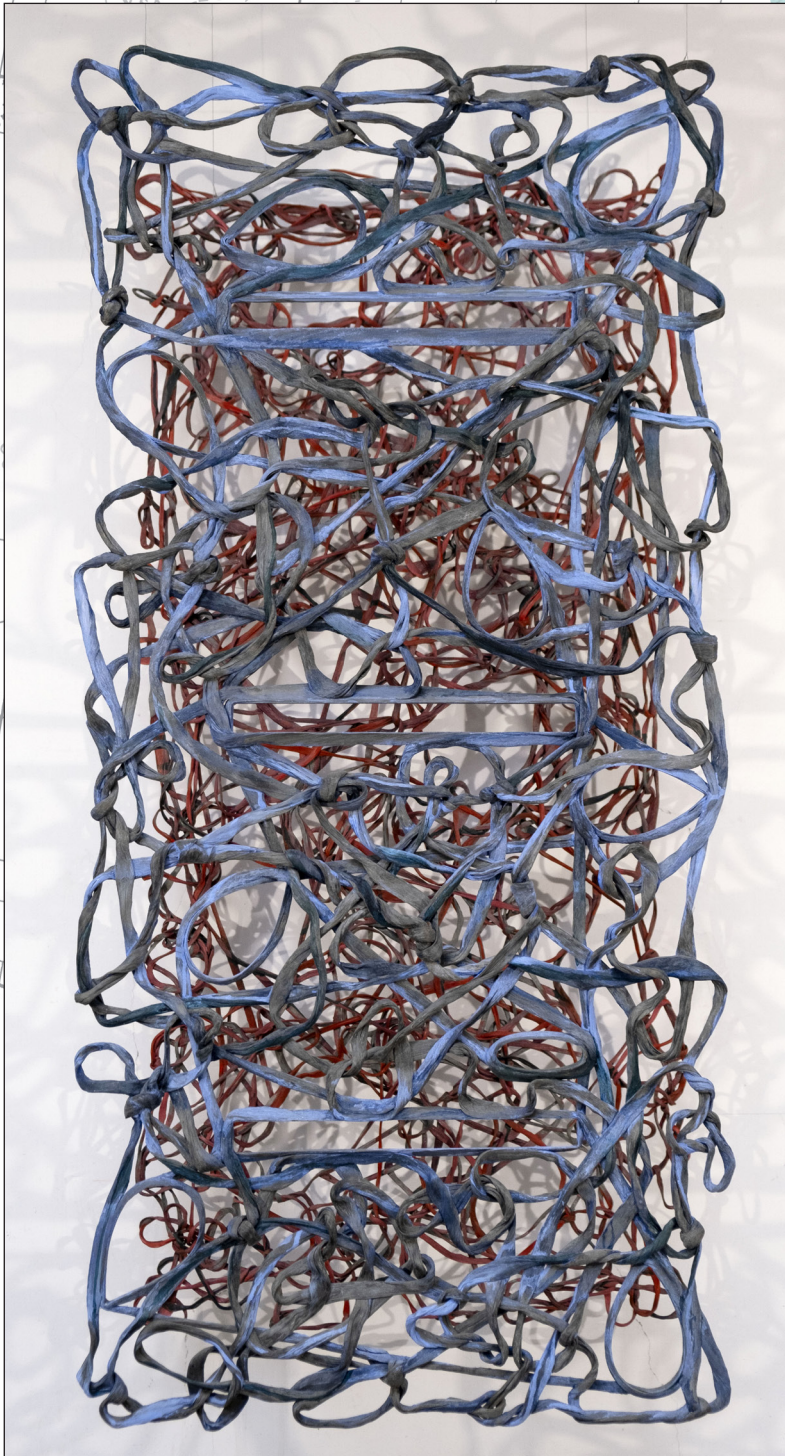
CONCRETE STRUCTURES

JOURNAL OF THE HUNGARIAN GROUP OF *fib*



VASBETONÉPÍTÉS
25 év

Prof. Balázs L. György 65. születésnapjára



DR. KAUSAY TIBOR

**A HIPERGEOMETRIKUS ELOSZLÁSTÓL
AZ OC-GÖRBÉIG**

58

DR.-HABIL. GÁLOS MIKLÓS

**BETONADALÉKANYAG –
MINEK NEVEZZELEK?**

63

PROF. EM. DR. PÁTONAI DÉNES, DLA

**AZ ÉPÍTÉSZ ÉS A MÉRNÖK SZEREPE ÉS
VÁLASZTÁSI LEHETŐSÉGEI**

66

DR. ARANY PIROSKA

**AKKREDITÁLT LABORATÓRIUMUNK
KIFEJLESZTÉSE A MŰEGYETEM
KÍSÉRLETI ÁLLOMÁSÁTÓL, 1867/68-TÓL
INDULT**

69

**15TH fib PHD SYMPOSIUM,
BME BUDAPEST 2024**

71

DR. PALÁDI-KOVÁCS ÁDÁM, DLA

ÉPÍTÉSZET ÉS BETON

72

BEDICS ANTAL – DUBRÓVSZKY GÁBOR –
KARDOS GÁBOR – KOVÁCS TAMÁS –
OROSZ KÁROLY

**AZ FI-150 HÍDGERENDA-CSALÁD
ALKALMAZÁSA,
AZ ELSŐ 15 ÉV TAPASZTALATAI**

78

DR. JUHÁSZ KÁROLY PÉTER – TUZA TÍMEA

**DISZKRÉT SZÁLAK KERESZTMETSZETI
ELHELYEZKEDÉSÉNEK HATÁSA
SZÁLERŐSÍTÉSŰ BETON GERENDÁK
KIÉRTÉKELÉSÉNÉL**

81

**KÖSZÖNTÉSEK DR. BALÁZS L. GYÖRGY
65. SZÜLETÉSNAJÁRA**

91

SZEMÉLYI HÍREK

KOLOZSI GYULA 70. SZÜLETÉSNAJÁRA

BÚCSÚZUNK DR. SEIDL ÁGOSTONTÓL (1932-2023)

BÚCSÚZUNK VÖRÖS JÓZSEFTÓL (1946-2023)

98

2023/3

XXV. évfolyam, 3. szám

FERROBETON

A CRH COMPANY

safe basis provided by concrete



www.ferrobeton.hu



VASBETONÉPÍTÉS

műszaki folyóirat
a *fib* Magyar Tagozat lapja

CONCRETE STRUCTURES
Journal of the Hungarian Group of *fib*

Főszerkesztő:

Dr. Balázs L. György

Szerkesztők:

Hajós Bence, Dr. Koris Kálmán,
Dr. Sólyom Sándor

Szerkesztőbizottság:

Dr. Csíki Béla
Dr. Czoboly Olivér
Dr. Erdélyi Attila
Dr. Farkas György
Dr. Hlavička Viktor
Horváth Adrián
Kolozi Gyula
Dr. Kopeckó Katalin
Dr. Kovács Károly
Dr. Kovács Imre
Dr. Kovács Tamás
Lakatos Ervin
Dr. Lublós Éva
Mátyássy László
Dr. Móczár Balázs
Dr. Nehme G. Salem
Dr. Orbán Zoltán
Pisch Zsuzsanna
Polgár László
Dr. Sajtos István
Dr. Sólyom Sándor
Dr. Szép János
Szijjártó Anna
Telekiné Királyföldi Antónia
Várdai Attila
Dr. Völgyi István
Vörös József[®]

Lektorai testület:

Dr. Dulácska Endre
Királyföldi Lajosné[®]
Madaras Botond
Dr. Madaras Gábor
Dr. Szalai Kálmán
Dr. Tóth Ernő
(Kéziratok lektorálására más
kollégák is felkérést kaphatnak.)

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

Tervezőszerkesztő: Halmi Csaba

Megjelenik negyedévenként
nyomtatásban (korlátozott példányszám-
ban) és online.

WEB:

<http://fib.bme.hu/kiadvanyok.html>

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

A hirdetések felvétele:
Tel.: 463-4068, Fax: 463-3450

Címlapfotó: Karbon kor 2022 -
CFCM kompozit, 126x60x18 cm
Készítette: Csurgai Ferenc, képzőművész

TARTALOMJEGYZÉK

- 58** DR. KAUSAY TIBOR
**A HIPERGEOMETRIKUS ELOSZLÁSTÓL
AZ OC-GÖRBÉIG**
- 63** DR.-HABIL. GÁLOS MIKLÓS
BETONADALÉKANYAG – MINEK NEVEZZELEK?
- 66** PROF. EM. DR. PATONAI DÉNES, DLA
**AZ ÉPÍTÉSZ ÉS A MÉRNÖK SZEREPE ÉS
VÁLASZTÁSI LEHETŐSÉGEI**
- 69** DR. ARANY PIROSKA
**AKKREDITÁLT LABORATÓRIUMUNK
KIFEJLESZTÉSE A MŰEGYETEM KÍSÉRLETI
ÁLLOMÁSÁTÓL, 1867/68-TÓL INDULT**
- 71** **15TH fib PHD SYMPOSIUM, BME BUDAPEST 2024**
- 72** DR. PALÁDI-KOVÁCS ÁDÁM, DLA
ÉPÍTÉSZET ÉS BETON
- 78** BEDICS ANTAL – DUBRÓVSZKY GÁBOR – KARDOS GÁBOR
– KOVÁCS TAMÁS – OROSZ KÁROLY
**AZ FI-150 HÍDGERENDA-CSALÁD ALKALMAZÁ-
SA, AZ ELSŐ 15 ÉV TAPASZTALATAI**
- 81** DR. JUHÁSZ KÁROLY PÉTER – TUZA TÍMEA
**DISZKRÉT SZÁLAK KERESZTMETSZETI
ELHELYEZKEDÉSÉNEK HATÁSA SZÁLERŐSÍ-
TÉSŰ BETON GERENDÁK KIÉRTÉKELÉSÉNÉL**
- 91** **KÖSZÖNTÉSEK DR. BALÁZS L. GYÖRGY
65. SZÜLETÉSNAPOJÁRA**
- 98** **SZEMÉLYI HÍREK**
KOLOZI GYULA 70. SZÜLETÉSNAPOJÁRA
BÚCSÚZUNK DR. SEIDL ÁGOSTONTÓL (1932-2023)
BÚCSÚZUNK VÖRÖS JÓZSEFTÓL (1946-2023)

A folyóirat támogatói:

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

A HIPERGEOMETRIKUS ELOSZLÁSTÓL AZ OC-GÖRBÉIG

Dr. Balázs L. György
65. születésnapjára ajánlva



Dr. Kausay Tibor

<https://doi.org/10.32969/VB.2023.3.1>

A 65. éves Balázs L. György egyetemi tanár úr tiszteletére 2023. április 28-án, a Műegyetemen „Korszerű betonelemek a fenntartható jövő érdekében” címmel szimpóziumot rendeztek. Az ünnepi szimpóziumon és e cikkben azt az utat tekintettük át, amely a hipergeometrikus valószínűségi eloszlástól az OC-görbéig vezet.

Kulcsszavak: beton, binomiális-eloszlás, Gauss-féle normális eloszlás, hipergeometrikus-eloszlás, matematikai statisztika, megfelelés, nyomószilárdság, OC-görbe Student-féle t-eloszlás, szemalak, szemhalmaz

1. BEVEZETÉS

Az 1958-as esztendő igen nevezetes volt, két okból is. Egyrészt ekkor született Balázs György László, a ma ünnepeelt egyetemi tanár (1. ábra); másrészt ekkor jelent meg K. Stange cikke a Metrika folyóiratban arról, hogy a kettős valószínűségi hálózatban az elfogadási jelleggörbe (működési jelleggörbe, röviden: OC-görbe, angolul: Operating characteristic curve; németül: Annahmekennlinie, Operationscharakteristik, OC-Kurve) egyenessé válik, és két pontra fektetett vonallal egyszerűen meghatározható (Stange, 1958). Ezt követően 1964-ben Jusius Bonzel és Wilhelm Manns írt a Betontechnische Berichte folyóiratban a betonnyomószilárdság az OC-görbe segítségével való értékeléséről (Bonzel et al., 1969). Hazánkban Windisch Andor tanár úr 1982-ben így fogalmazott „A beton minőségellenőrzése” című könyv 102. oldalán: „Az OC-görbét egyetlen pontjával ($p, A_{(p)}$) és a hozzá tartozó próbatesterszámmal (n) is megadhatjuk” (Windisch, 1982).

E cikk szerzője az 1960-as évek végén munkahelyi feladatuk annak vizsgálatát kapta, mi a valószínűsége annak, hogy az N szemcséből álló és M nem megfelelő szemalakú szemcsét tartalmazó zúzottkő halmazból vett n elemű mintában lévő nem megfelelő szemalakú szemcsék száma k . A szerző a kérdésre a

1. ábra: Jelen előadás nyitóképe a „Korszerű betonelemek a fenntartható jövő érdekében” a szimpóziumon Balázs L. György egyetemi tanár úr tiszteletére 65. születésnapja alkalmából, 2023. április 28-án BME Díszteremben (Kausay, 2023)

PROF. DR. BALÁZS L. GYÖRGY
köszöntése
65.
születésnapja alkalmából
Budapest, 2023. április 27.

Képek az OC-görbe megismeréséről
és egyébéről...
Bilder über Erkenntnis der OC-Kurve und andere...
Dr. Kausay Tibor

Nemzetközi konferencia
a BME Dísztermében
Budapest, 2023. április 28.



választ a hipergeometrikus valószínűségi eloszlásból kiindulva keresvén megszerkesztette a binomiális valószínűségi eloszlás transzformált eloszlásgörbét, amelyről akkor föl sem merült benne, hogy az OC-görbére jutott (Kausay, 1968 és 1970)

2. HIPERGEOMETRIKUS VALÓSZÍNŰSÉGI ELOSZLÁS

Adott p hibaarányú ($p = M/N$ alulmaradási hányadú, azaz M hibás elemet tartalmazó N elemszámú) tétel elfogadásának (átvételének) valószínűsége ($L = A_{(p)}$) az n elemszámú mintában talált nem megfelelő (hibás) elemek c számától, valamint a p és a c/n hányados kapcsolatát kifejező valószínűségi eloszlás fajtájától függ (Rinne et al., 1995), (Windisch, 1982):

- hipergeometrikus valószínűségi eloszlás esetén:

$$L(p|N;n;c) = Hi(c|N;M;n) = Hi(c|N;N \times p;n)$$

- binomiális valószínűségi eloszlás esetén:

$$L(p|n;c) = Bi(p|n;c)$$

- Poisson-eloszlás esetén: $L(p|n;c) = Po(c|n \times p)$

A p hibaarányú (tényleges alulmaradási hányadú) tétel elfogadásának (átvételének) valószínűsége ($A_{(p)}$) mind a mintában lévő $c = k$ megengedett nem megfelelő (hibás) elemek számának növekedésével, mind a minta n elemszámának csökkenésével növekszik.

Annak valószínűsége, hogy az N elemű, M nem megfelelő elemet tartalmazó halmazból visszatevés nélküli reprezentatív mintavétellel nyert n elemű mintában a nem megfelelő elemek száma k , a P_k hipergeometrikus valószínűségi eloszlással számítható ki:

$$P_k = \frac{\binom{M}{k} \times \binom{N-M}{n-k}}{\binom{N}{n}}$$

A valószínűséget pontosan leíró hipergeometrikus eloszlás esetén a visszatevés nélküli mintavétel következtében minden egyes mintaelem kivételkor megváltozik a halmaz eredeti $p = M/N$ alulmaradási hányada. A hipergeometrikus eloszlás felhasználás nehézsége, hogy nagy N számok mellett a valószínűségek kiszámítása igen körülményes. Ezért azzal a közelítő feltételezéssel szokás élni, hogy a minta elemei csak az adott elem vizsgálatának idejére kerülnek ki a halmazból.

3. BINOMIÁLIS VALÓSZÍNŰSÉGI EL-OSZLÁS

Az ilyen visszatevéses reprezentatív mintavétel esetén a nem megfelelő elemek részaránya a halmazban változatlan marad, azaz $p = M/N = \text{konstans}$. Ebben az esetben a visszatevéses mintavétel feltételezése mellett a keresett valószínűséget a könnyebben meghatározható

$$B_k = \binom{n}{k} \times p^k \times (1 - p)^{n-k}$$

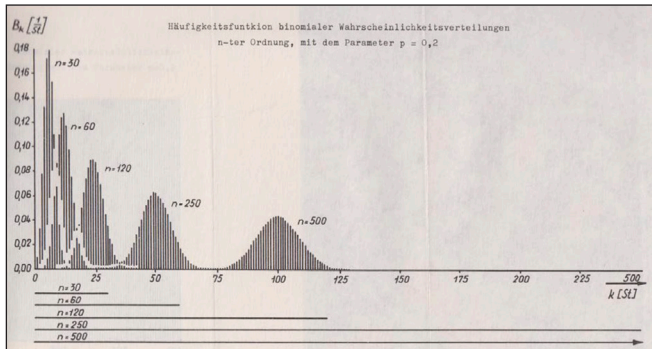
binomiális valószínűségi eloszlás fejezi ki, ahol $k = 0, 1, 2, \dots, n$ és $0 \leq p \leq 1,0$.

Példaként vizsgáljuk meg, mi a valószínűsége (B_k) annak, hogy különböző p alumaradási hányadú tételekből $n = 100$ elemszámú mintát véve a nem megfelelő elemek száma a mintában k . A választ a 100-adrendű, p paraméterű binomiális valószínűségi eloszlás gyakoriságfüggvényei adják meg (2/a. és 2/b. ábra). A binomiális eloszlás diszkrét eloszlás, de a szemléletesség kedvéért a 2020. évben számítógéppel rajzolt ábrákon az egyes valószínűségeket ábrázoló pontokat folyamatos vonallal összekötöttük. A 2/b. ábrán látni, hogy a binomiális eloszlás nem szimmetrikus, hanem egyre inkább jobbra elnyúló (jobbra egyre ferdebb), ha p értéke tart a nullához. A binomiális eloszlás a $p = 0,5$ értéknél szimmetrikus, és attól $p = 0,0$, illetve $p = 1,0$ felé távolodva egyre ferdebb (jobbra, illetve balra). Ennek következménye, hogy esetünkben – lévén jobbra ferde eloszlás – a módusznál nagyobb a medián, és a mediánnál nagyobb a k független valószínűségi változó számtani középértéke (várható értéke).

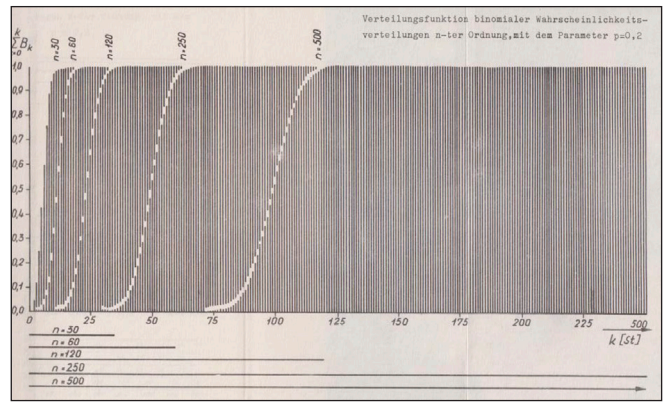
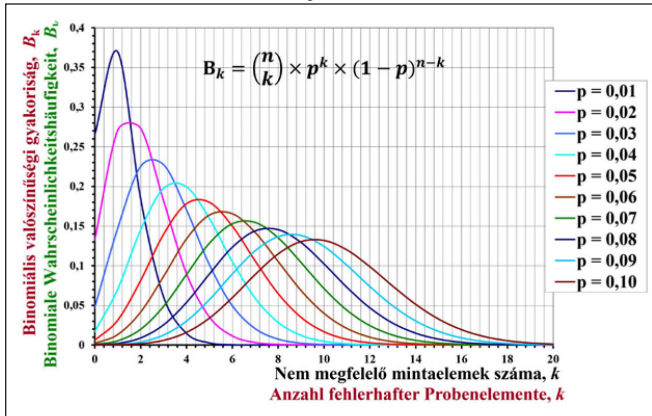
A módusz a legnagyobb B_k valószínűséghez tartozó valószínűségi változó ($k_{\text{módusz}}$), itt a gyakoriságfüggvénynek maximuma, az eloszlásfüggvénynek inflexiós pontja van.

A medián az a valószínűségi változó ($k_{\text{medián}}$), amelynél az

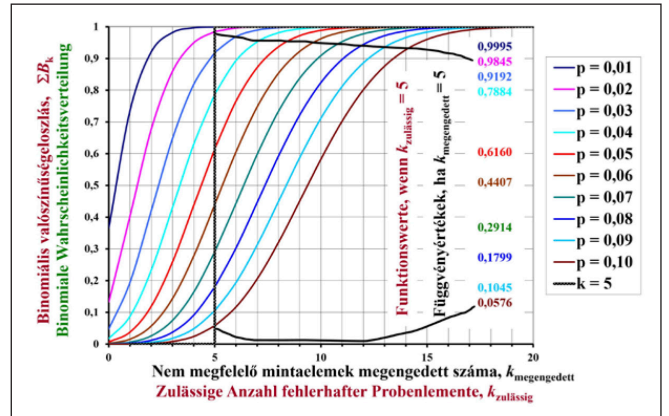
2/a. ábra: Binomiális valószínűségi eloszlás n -ed rendű gyakoriságfüggvényei, ha a halmaz eredeti alumaradási hányada $p = M/N = 0,2$ (Kausay, 1968)



2/b. ábra: Binomiális valószínűségi eloszlás gyakoriságfüggvényei, ha a mintaelemszám $n = 100$ (Kausay, 2023)



3/a. ábra: Binomiális valószínűségi eloszlás n -ed rendű eloszlásfüggvényei, ha a halmaz eredeti alumaradási hányada $p = M/N = 0,2$ (Kausay, 1968)



3/b. ábra: Binomiális valószínűségi eloszlás eloszlásfüggvényei, ha a mintaelemszám $n = 100$ (Kausay, 2023)

eloszlásfüggvény $\Sigma B_k = 0,5$ értéket vesz fel, feltéve, hogy ilyen létezik (Vincze E., 1972; Vincze I., 1958).

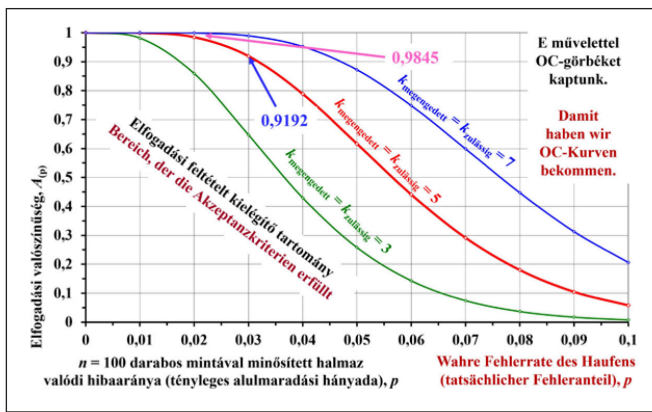
A binomiális valószínűségi eloszlás gyakoriságfüggvényeiből meghatározhatók az eloszlásfüggvények, amelyek azt fejezik ki, mi a valószínűsége (ΣB_k) annak, hogy különböző p alumaradási hányadú tételekből példánk szerint $n = 100$ elemszámú mintát véve, a nem megfelelő elemek megengedett száma a mintában $k_{\text{megengedett}}$ (3/a. és 3/b. ábra).

A 3/b. ábra valószínűségi eloszlásfüggvényeiből leolvasható, hogy a tételből $n = 100$ elemszámú mintát véve, annak a valószínűsége, hogy a nem megfelelő mintaelemek megengedett száma – mint a tétel elfogadásának feltétele – $k_{\text{megengedett}} = 5$, például $p = 0,01$ alumaradási hányadú tétel esetén 0,9995, $p = 0,02$ alumaradási hányadú tétel esetén 0,9845, $p = 0,03$ alumaradási hányadú tétel esetén 0,9192 stb.

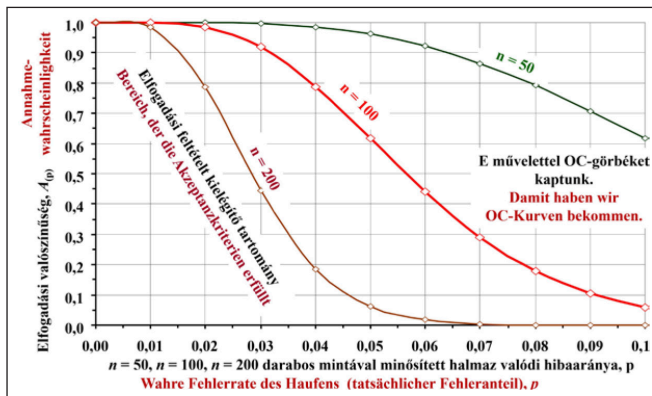
4. A BINOMIÁLIS ELOSZLÁS TAPASZTALATI ALUMARADÁSI HÁNYAD SZERINT STANDARDIZÁLT OC-GÖRBÉJE

A 3/b. ábra $k_{\text{megengedett}} = 5$ abszcisszájához tartozó ($p, \Sigma B_k$) értékpárokat új koordináta-rendszerben ábrázolva és folyamatos vonallal összekötve, a p (tényleges alumaradási hányad) független változójú $\Sigma B_k = A(p)$ elfogadási valószínűségi görbét kapjuk meg (4. ábra középső görbe). E műveletet a $k_{\text{megengedett}} = 3$ és a $k_{\text{megengedett}} = 7$ abszcisszájához tartozó ($p, \Sigma B_k$) értékpárokkal is elvégezve kapjuk a 4. ábrán látható másik két, p független változójú elfogadási valószínűségi görbét.

A binomiális valószínűségi eloszlás különböző n -ed rendű



4. ábra: Elfogadási valószínűségi görbe – OC-görbe – binomiális eloszlás feltételezésével, ha a mintaelemszám $n = 100$ és a nem megfelelő mintaelemek megengedett száma $k_{\text{megengedett}} = 3$, $k_{\text{megengedett}} = 5$ és $k_{\text{megengedett}} = 7$, azaz rendre $k_{\text{megengedett}}/n = 0,03$; $k_{\text{megengedett}}/n = 0,05$ és $k_{\text{megengedett}}/n = 0,07$ (Kausay, 2023)



5. ábra: Elfogadási valószínűségi görbe – OC-görbe – binomiális eloszlás feltételezésével, ha a mintaelemszám $n = 50$, $n = 100$ és $n = 200$, és a nem megfelelő mintaelemek megengedett száma $k_{\text{megengedett}} = 5$, azaz rendre $k_{\text{megengedett}}/n = 0,100$; $k_{\text{megengedett}}/n = 0,050$ és $k_{\text{megengedett}}/n = 0,025$ (Kausay, 2023)

eloszlásfüggvényeiből kiindulva hasonlóképpen szerkeszthetők meg az 5. ábra különböző n -ed rendű p független változójú $\sum B_k = A(p)$ elfogadási valószínűségi görbéi, ha a nem megfelelő elemek megengedett száma a mintában $k_{\text{megengedett}} = 5$.

A 4. és 5. ábrán megszerkesztett görbék a binomiális eloszlás OC-görbéi. A görbe alatti tartomány az elfogadási feltételt kielégítő esetek, a görbe feletti tartomány az elfogadási feltételt ki nem elégítő megjelenési helye.

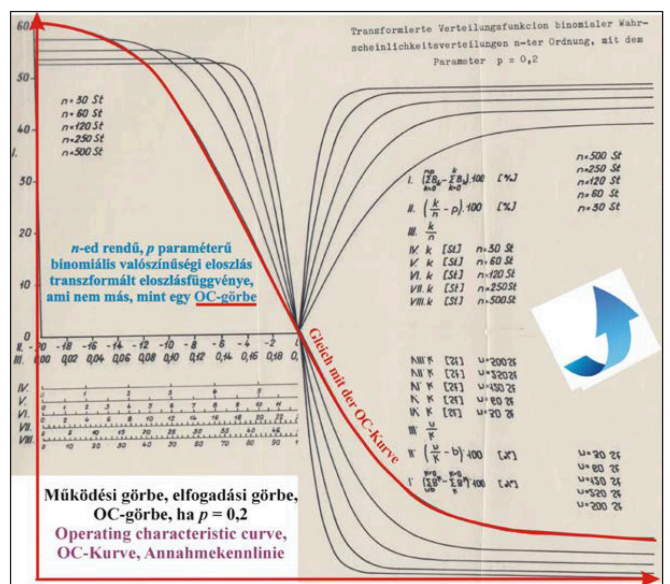
Tekintve, hogy a 4. és 5. ábra az optimális mintaelemszám kiválasztására nem eléggé szemléletes, célszerű a tapasztalati alulmaradási hányad (k/n) szerint standardizált $(k/n - p)$ elfogadási valószínűségi görbéket $(k/n - p) \times 100$ abszcissa beosztású (az alulmaradási hányad szerinti standardizálás) és

$$\left| \sum_{k=0}^{n/p} B_k - \sum_{k=0}^k B_k \right| \times 100$$

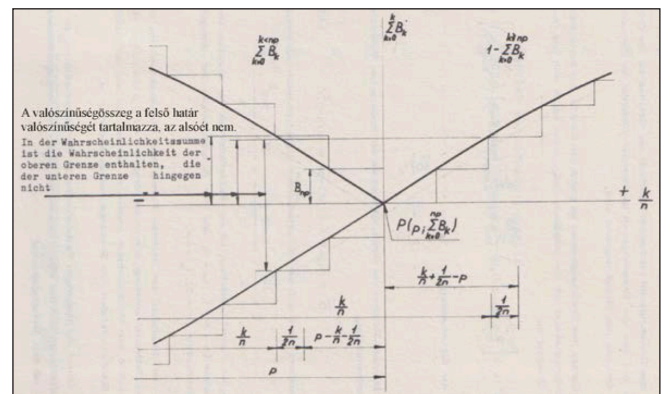
ordináta beosztású koordináta-rendszerbe transzformálni (6. ábra). A 6.-9. ábrákon a transzformált diszkrét eloszlásfüggvény – a negatív féltengelyen alsó, a pozitív féltengelyen felső – folytonos burkológörbéjét tüntettük fel a 7. ábra vázlatára szerint.

A 9. ábrán látható, hogy a mintavétel ítéletének adott p hibaarányhoz (tényleges alulmaradási hányadhoz) tartozó megbízhatósága annál nagyobb, mennél szűkebb a binomiális transzformált eloszlásfüggvény – a tapasztalati alulmaradási hányad szerint standardizált OC-görbe – két szárának, azaz az ollónak a nyílása.

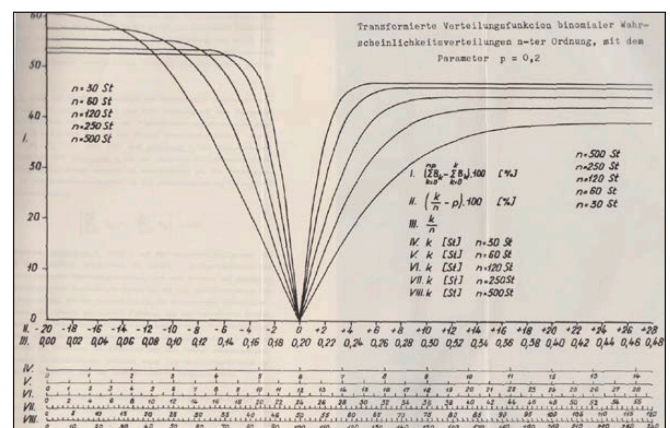
Valamely mintavétel ítéleteinek adott hiba-



6. ábra: A tapasztalati alulmaradási hányad (k/n) szerint standardizált binomiális elfogadási valószínűségi görbék – a tapasztalati alulmaradási hányad szerint standardizált OC-görbék – transzformálása (Kausay, 2023)

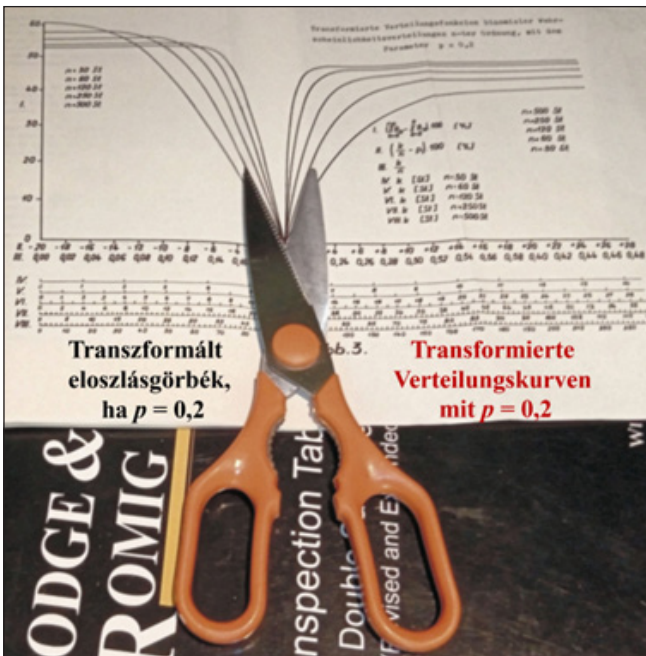


7. ábra: A binomiális valószínűségi eloszlás tapasztalati alulmaradási hányad (k/n) szerint standardizált eloszlásfüggvénye transzformálásának vázlatára (Kausay, 1968)



8. ábra: n -ed rendű, $p = 0,2$ alulmaradási hányadú, a tapasztalati alulmaradási hányad (k/n) szerint standardizált binomiális valószínűségi eloszlások transzformált eloszlásfüggvényei (Kausay, 1968)

részhányadhoz tartozó megbízhatósága mérőszámául jól használható az ún. biztonsági index (I), amelyen a transzformált eloszlásfüggvény két szára, azok abszcisszával párhuzamos érintői és a zérus abszcisszájú egyenes által határolt terület az utóbbira vett elsőrendű nyomatóka abszolútértékének összegét értjük. Az elsőrendű nyomatóka ugyanis kellőképpen kihangsúlyozza az abszolútértékre nagyobb ítélethibánál fellépő valószínűségösszeg kedvezőtlenebb szerepét. A tagonkénti nyomatókszámítás



9. ábra: A mintavétel ítéletének megbízhatósága az binomiális valószínűségi eloszlás tapasztalati alulmaradási hányad (k/n) szerint standardizált és transzformált eloszlásfüggvénye – a tapasztalati alulmaradási hányad szerint standardizált OC-görbe – alapján (Kausay, 2023)

elkerülhetjük a biztonsági index (I) és a valószínűségeloszlás szórásnégyzete közötti összefüggés felhasználásával.

Míthogy a binomiális valószínűségeloszlás szórásnégyzetének a p tényleges alulmaradási hányaddal és az n mintaelemszámmal kifejezett összefüggése:

$$\sigma^2 = n \times (p - p^2)$$

a biztonsági index képlete (Kausay, 1968):

$$I = \frac{10^6}{2} \times \frac{p - p^2}{n}$$

A biztonsági index nevezetlen szám. A biztonsági index képletéből kiolvasható, hogy a biztos mintavétel ($n = \infty$) biztonsági indexe $I_{n=\infty} = 0$, a lehetetlen mintavételé ($n = 0$) pedig $I_{n=0} = \infty$. Például a 8. ábrán ábrázolt $p = 0,2$ alulmaradási hányadú binomiális OC-görbék biztonsági indexe (Kausay, 1968):

$n = 30$ db	$I = 2667$
$n = 60$ db	$I = 1333$
$n = 120$ db	$I = 667$
$n = 250$ db	$I = 320$
$n = 500$ db	$I = 160$.

5. A T-ELOSZLÁS TÉNYLEGES ALULMARADÁSI HÁNYAD SZERINTI OC-GÖRBÉJE

A megszilárdult beton nyomószilárdságának 5%-os alulmaradáshoz tartozó jellemző értékét az MSZ EN 1990:2011 Eurocode szabvány D7.2 szakasza szerint a t valószínűségi eloszlásnak az n mintaelemszámtól függő valószínűségi változója, a *Student*-tényező alkalmazásával határozzuk meg. A mintaelemszám növekedésével a t -eloszlás egyre jobban megközelíti a *Gauss*-féle normális eloszlást (10. ábra). A visszavont MSZ 4720-2:1980 szabvány szilárdsági előírása

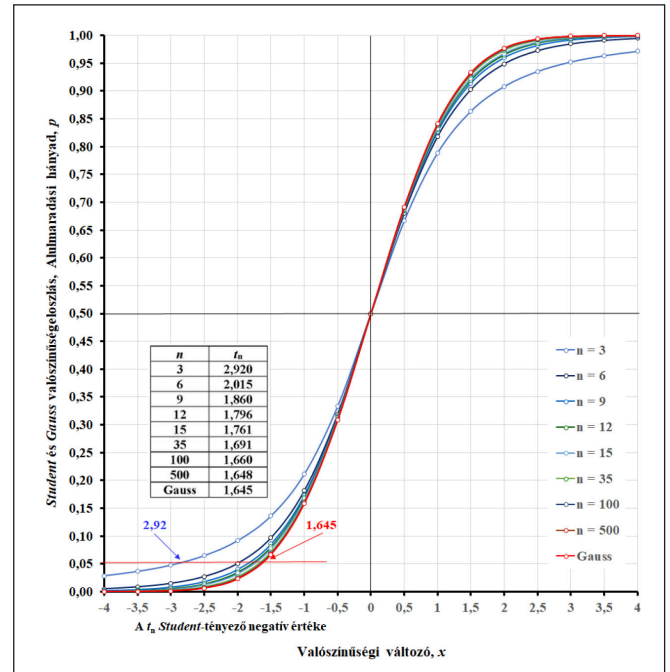
is azon a feltételezésen alapult, hogy a szabványos betonok nyomószilárdságának eloszlása a *Gauss*-féle normális eloszlásnak, illetve az azt közelítő *Student*-féle eloszlásnak felel meg.

A t -eloszlás (*Student*-eloszlás) tényleges alulmaradási hányad ($p = M/N$) szerinti OC-görbéjéből (11. ábra) azt olvashatjuk le, hogy mekkora valószínűséggel vesszük át (fogadjuk el) a p alulmaradási hányadú tételt, ha a minta elemszáma n . Ha a hibás elemek részaránya a megengedett $p_{50\%} = 5\%$ -nál kisebb, akkor az átvétel valószínűsége 50%-nál nagyobb; ha a hibás elemek részaránya a megengedett $p_{50\%} = 5\%$ -nál nagyobb, akkor az átvétel valószínűsége 50%-nál kisebb, ha pedig éppen $p_{50\%} = 5\%$, akkor az átvevő és a gyártó kockázata ugyanakkora (50%).

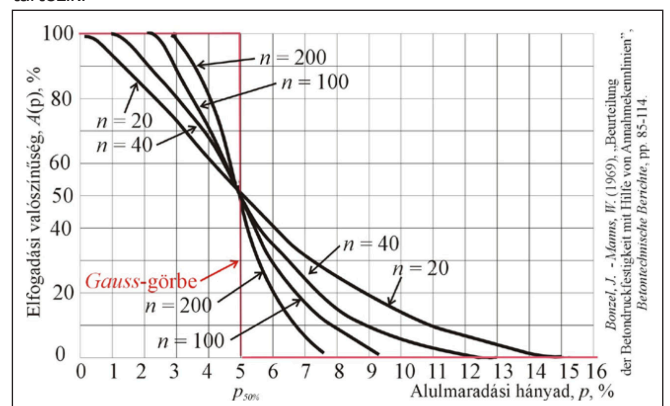
E görbék sajátja, hogy az elfogadási valószínűség ($A(p)$) értéke a megengedett $p_{50\%}$ tényleges alulmaradási hányad esetén az n mintaelemszámtól függetlenül $A(p) = 0,5$, más szóval a t -eloszlás $p_{50\%}$ tényleges megengedett alulmaradási hányadhoz tartozó OC-görbéi a $(p_{50\%}, A(p)) = (0,5)$ pontban metszik egymást.

Ha az adott $p_{50\%}$ abszcissza függőlegesen az OC-görbék metszéspontja feljebb tolódik, azaz $A(p) > 0,5$, akkor az OC-

10. ábra: A t -eloszlás (*Student*-eloszlás) eloszlásfüggvényei különböző n mintaelemszámok esetén. A *Gauss*-féle eloszlás az $n = \infty$ mintaelemszámhoz tartozik.



11. ábra: A t -eloszlás (*Student*-eloszlás) elfogadási valószínűségi görbéi – OC-görbe – ha a mintaelemszám $n = 20$, $n = 40$, $n = 100$ és $n = 200$, és a nem megfelelő elemek megengedett részaránya a tételben $p_{50\%} = 5$. A *Gauss*-féle eloszlás az $n = \infty$ mintaelemszámhoz tartozik.



görbe nem a t -eloszlás származéka, és minthogy a hozzá tartozó átvételi valószínűség 50%-nál nagyobb, a nyomószilárdság értékelési feltétel „gyártóbarát” ahogy azt *Hosser* és *Gensel* az EN 206 (napjainkban: MSZ EN 206:2013+A2:2021) szabvány betonszilárdság-megfeleléségi igazolásáról szólva nevezte (*Hosser et al., 1995*).

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Az OC-görbe (nevezik működési vagy elfogadási jelleggörbének is) valamely p alulmaradási hányadú tétel $A(p)$ elfogadási valószínűségét adja meg, ha a minta elemeinek n száma.

Az OC-görbével választ kaphatunk a kérdésre, hogy milyen mértékben tükrözi vissza az n -elemű minta minősítéses vizsgálati eredménye a halmaz p hibaaarányát; vagy hogy a megfelelés követelményétől függően mekkora a p hibaaarányú halmaz elfogadásának, illetve elutasításának valószínűsége.

Törekvésünk, hogy az átvevő kockázata ne legyen több, mint 50%, ha az értékelési időszak alatt az összes lehetséges eredmény alapsokaságának pontosan 5%-a van a vizsgált tulajdonság követelmény értéke alatt (a meg nem felelő minőségű terméket a vevő átveszi), illetve a gyártó kockázata ne legyen több, mint 50%, ha az értékelési időszak alatt az összes lehetséges eredmény alapsokaságának pontosan 5%-a van a vizsgált tulajdonság követelmény értéke felett (a megfelelő minőségű termék átvételét a vevő elutasítja).

Előírás, hogy a 100 év tervezési élettartamú szerkezetek betonjának elfogadási valószínűsége ne legyen több, mint ~50%, amely követelményt minden Eurocode 2 (MSZ EN 1992) szerint tervezett 50 év tervezési élettartamú szerkezet betonja esetén is ajánlott betartani (MSZ 4798:2016/4M:2023).

A binomiális valószínűségi eloszlás és a *Student*-féle t -eloszlás OC-görbéje e célkitűzés elérésének eszköze.

Miután áttekintettük az utat, amely a hipergeometrikus

valószínűségi eloszlástól az OC-görbéig vezet, személyes gondolatokkal köszöntöttük a 65. születésnapját ünneplő *Balázs L. György* egyetemi tanár urat (12. ábra).

7. HIVATKOZOTT SZABVÁNYOK

- MSZ 4720-2:1980 „A beton minőségének ellenőrzése. Általános tulajdonságok ellenőrzése”. Visszavont szabvány
 MSZ 4798:2016/4M:2023 „Beton. Műszaki követelmények, tulajdonságok, készítés és megfelelés, valamint az EN 206 alkalmazási feltételei Magyarországon”
 MSZ EN 206:2013+A2:2021 „Beton. Műszaki követelmények, teljesítőképesség, készítés és megfelelés”
 MSZ EN 1990:2011 „Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai”
 MSZ EN 1992 „Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése” szabványsorozat

8. HIVATKOZOTT IRODALOM

- Bonzel, J. – Manns, W. (1969), „Beurteilung der Betondruckfestigkeit mit Hilfe von Annahmekennlinien”, *Beton-technische Berichte*, pp. 85-114. Beton-Verlag. Düsseldorf, 1970.
 Hosser, D. – Gensel, B. (1995), „Kritische Bewertung der Statistik beim Konformitätsnachweis der Betonfestigkeit nach prEN 206”, *Schlussbericht, Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (IBMB) TU Braunschweig*. Braunschweig, 1995.
 Kausay T. (1968), „Die Kornzahl einer Probe bei der Bewertungskornformprüfung”, No. 11. Mitteilung des Zentrales Forschungs- und Projektierungsinstitut der Silikatindustrie (SZIKKTI), *Építésügyi Tájékoztatói Központ (ÉTK)*. Budapest, 1968.
 Kausay T. (1970), „A szemcsealak minősítéses vizsgálatának mintaelemszáma”, *Mélyépítéstudományi Szemle*, XX. évf. 8. szám pp. 373-388.
 Kausay T. (2020): „OC-görbe, működési jelleggörbe, elfogadási jelleggörbe”, Fejezet az elektronikus „Betonos”könyv”-ben, <http://www.betonos-e-konyv.hu/book.php?pdf=betekon-101-6-2.pdf&fb3d-page=1>
 Kausay T. (2023), „Prof. Dr. Balázs L. György köszöntése 65. születésnapja alkalmából”, <http://www.betonopus.hu/mellekletek/balazsgyorgy65.mp4>
 Rinne, H. – Mittag, H.-J. (1995), „Statistische Methoden der Qualitätssicherung”, 3., überarbeitete Auflage, *Carl Hanser Verlag*. München, Wien, 1995.
 Stange, K. (1958) „Die zeichnerische Behandlung von Plänen für messende Prüfung”, *Metrika*, Vol. 1. No. 1. pp. 111-129. <https://doi.org/10.1007/BF02613400>
 Vincze E. (1972), „Valószínűségi számítás” a „Műszaki matematika” sorozat V. kötete, *Tankönyvkiadó*. Budapest, 1972.
 Vincze I. (1958), „Statistikai minőségellenőrzés. Az ipari minőségellenőrzés matematikai statisztikai módszerei” (szerk.: Vincze I.), *Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó*. Budapest, 1958.
 Windisch A. (1982), „Valószínűségelméleti és matematikai statisztikai alapismeretek”, in: „A beton minőségellenőrzése” (szerk.: Szalai K.), pp. 44-112., a *Szabványosítási Szakkönyvtár 26.* kiadványa, Szabványkiadó. Budapest, 1982.

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

12. ábra: Az előadás záróképe (Kausay, 2023)





Dr.-habil. Gálos Miklós

Dr. Balázs L. György
65. születésnapjára ajánlva

<https://doi.org/10.32969/VB.2023.3.2>

Dr. habil. Gálos Miklós ny. egyetemi tanár hozzászóló köszöntése Dr. Balázs L. György 65. születésnapja alkalmából tartott a „Korszerű betonelemek a fenntartható jövő érdekében” c. konferencián 2023. 04. 28-án.

Elnök Úr, Kedves Ünneplőt, Tisztelt Ünneplők!

A hozzászólás címében szerelő kérdőjel feltételezésem szerint a 65. születésnapját ünneplő – az én baráti megszólításom szerint Gyuriban – hivatalosan Balázs L. György professzor úr gondolataiban is, valószínűen felmerült, amikor az Építőmérnöki Kar vezetése úgy döntött, hogy a korábban külön szervezeti tevékenykedő tanszékeket, a BME Mérnökgeológiai, névváltozás előtt Ásvány- és Földtani Tanszékét és a BME Építőanyagok Tanszékét összevonja. Az összevont, Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék vezetését, Professzor Úr 1999-ben felvállalta. Mindannyian tudjuk, hogy egész élete – családi indíttatása, tanulmányai, korábbi munkái, mondatom teljes szocializálódása – mind-mind a betonhoz kötik. A tanszékvezetés felelőssége döbbsentette arra a felismerésre, hogy a beton egyik legfontosabb alkotóeleme az „adalékanyag”.

Bizonyosan tudom, hogy felesleges erről értekezni, hiszen számtalan helyen jelent meg az adalékanyag, a betonadalékanyag szóösszetétel értelmezése.

A korábbi hazai, MSZ 15033-79 számú szabvány szerint „az adalékanyag a beton fő alkotóeleme; darabos, illetve szemcsés anyag, amely a kötés és szilárdulás folyamatában nem, vagy csak kis mértékben vesz részt, általában 2100–2500 kg/m³ testsűrűségű beton előállítására alkalmas”. A Holcim Hungária Zrt. kiadásában, 2008-ban megjelent Cement-beton Kisokos Dr. Balázs L. György szerző meghatározása szerint a „betonadalékanyagok természetes vagy mesterséges eredetű, esetleg bontási, vagy építőanyaggyártási hulladékból előállított kőanyag-halmazok, amelyek adott műszaki feltételek mellett cementel és vízzel, esetleg adalékszerrel és kiegészítőanyaggal összekeverve adott nyomószilárdságú betonok készítésére alkalmasak”.

Az Útügyi Műszaki Előírások szerint a betonadalékanyagok felhasználását a pályaburkolatoknál, a burkolatalapoknál, a hidraulikus kötőanyagú útpályaszerkezetek alaprétegeiben, valamint a közúti hídszerkezetek készítésénél engedi meg. Az adalékanyagokra vonatkozóan az útügyi előírás semmilyen kiegészítő előírást nem tartalmaz. Az adalékanyag megnevezése azon betonok esetén, amelyek adalékanyaga nem homokos kavics: pl. bazalt-, andezit-, mészkő-, dolomit-, riolituffa stb. zúzottkő, vagy barit, duzzasztott üvegkavics stb., meg sem kell adni, hogy honnan származó az adalékanyag.

Természetes betonadalékanyag például a homok, a kavics, a homokos kavics, a zúzottkő, vulkáni tufák, valamint az épületek, építmények bontásából származó betonhulladék, téglahulladék, vegyes bontási hulladék mind-mind általánosan elfogadott nevezéktani kategória.

A betonok összetevői között az adalékanyag az egyetlen összetevő, amely természetes eredetű. Ez megkülönbözteti minden tekintetben a cementtől, az adalékszerektől, melyek tervezetten gyártott termékek. A megfelelő technológiai folyamatokkal szabályozott termékek, melyek minősítő tulajdonságai, a betontervezésnél a termékre vonatkozó előírások szerint vehetők figyelembe.

A betonadalékanyagok természetes kőzetképződési folyamatok során jöttek létre. Ez egyben azt is jelenti, hogy a betonadalékanyagok tulajdonságait nem mi határozzuk meg. Nekünk el kell fogadni, amit természet alkotott. Felelősségünk a tulajdonságok felhasználási célnak megfelelő megismerése és annak kezelése.

A természetes ásványi nyersanyag minden tulajdonsága a földtani képződési folyamatok függvénye. A földtan, a kőzetképződési folyamatokat magmás, üledékes és átalakult kőzetcsoporthoz sorolja. A homokok, homokos-kavicsok, és a kavicsok a laza üledékes kőzetcsoporthoz soroltak, függetlenül a kőzetképződés geológiai körülményeitől.

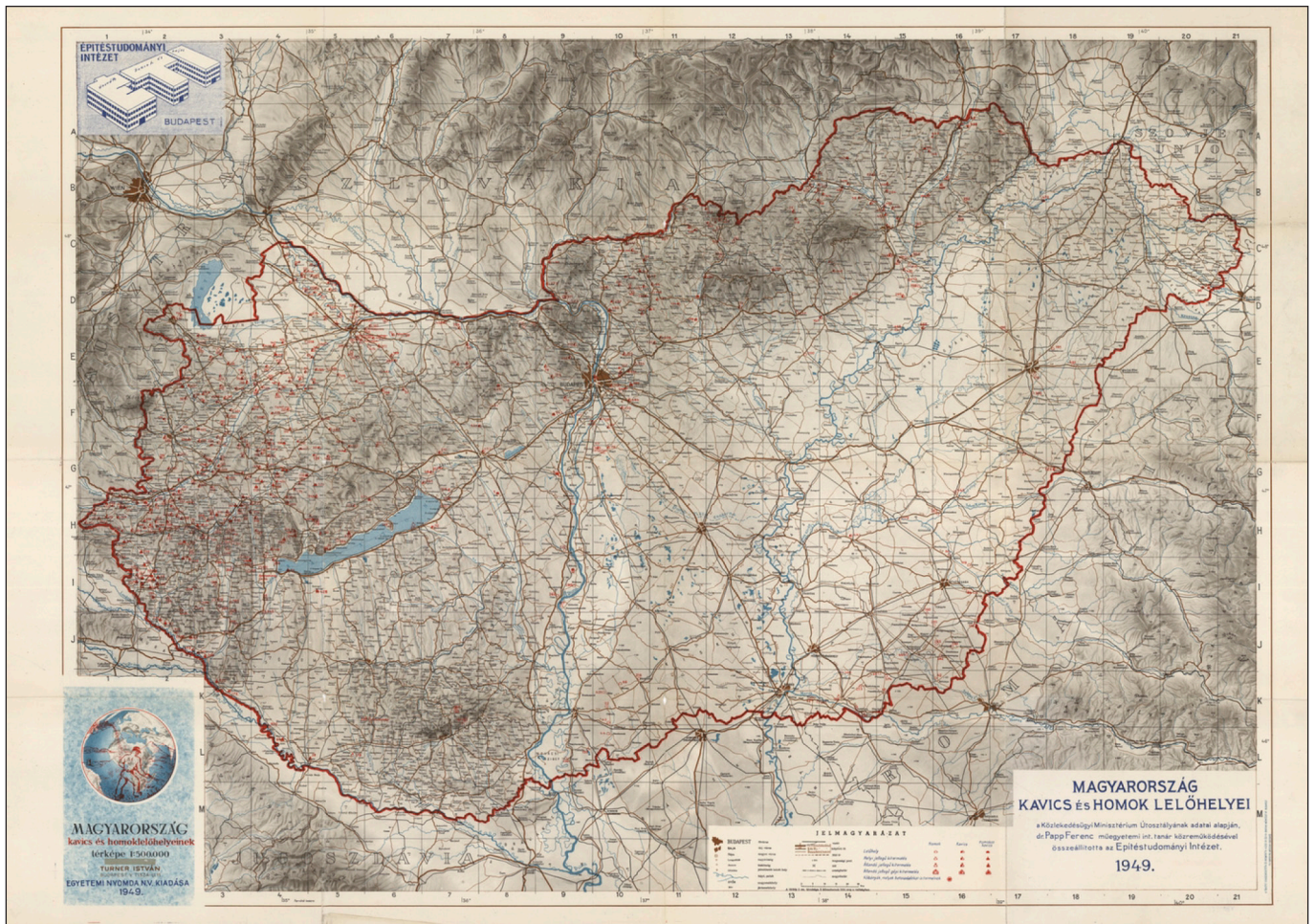
A komoly hagyományokkal rendelkező Ásvány- és Földtani-, majd névváltoztatás után a Mérnökgeológiai Tanszékanszék munkatársain keresztül szoros kapcsolatban volt az ásványi nyersanyagok kutatásával, a kő- és kavicsbányászattal, a nyersanyagok széleskörű felhasználásával és nem utolsósorban jó kapcsolati voltak az iparág meghatározó szereplőivel. Ezt az ismeretanyagot örökölte az Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék.

Az Ásvány- Földtani Tanszék az 1950-es és a 60-as években, Dr. Papp Ferenc professzor és Dr. Kertész Pál közreműködésével tevékenyen vett részt a hazai homokos kavicsok lelőhelyeinek dokumentálásában. A munka eredménye az Építéstudományi Intézet által kiadott térképen látható (1. ábra).

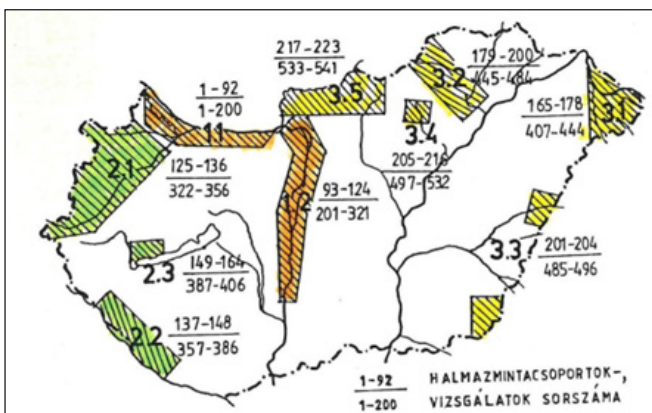
Az 1970-es és 1980-as években Dr. Török Endre, a Tanszék egyetemi docense, szerteágazó kutatási munkával tárta fel a hazai kavicslelőhelyeket. A 2. ábra mutatja azon régiókat, melyek a kutatási munka során vizsgálatra kerültek.

A korábbi hazai gyakorlatban a különböző betonok készítésre felhasznált anyagok megnevezés homok, homokos kavics és kavics volt. Az ezredforduló körül a európai szabványosítási rendszer bevezetése eredményezte, hogy „elegánsan” az osztályozott és tört termékeket, és így a betonadalékanyagokat is, angolosan „aggregates” megnevezéssel illettük.

A Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága (SZTFH) munkatársai 2023-ban a Kő- és Kavicsbányász Konferencián (Velence 2023. 03. 23-24) tették közzé a 3. és 4. ábrákon bemutatott térképeket, ahol már megnevezés szerint a hazai homok és kavics előfordulások szerepelnek (3. és 4. ábra)



1. ábra: Magyarország kavics és homok lelőhelyeinek térképe (1949)



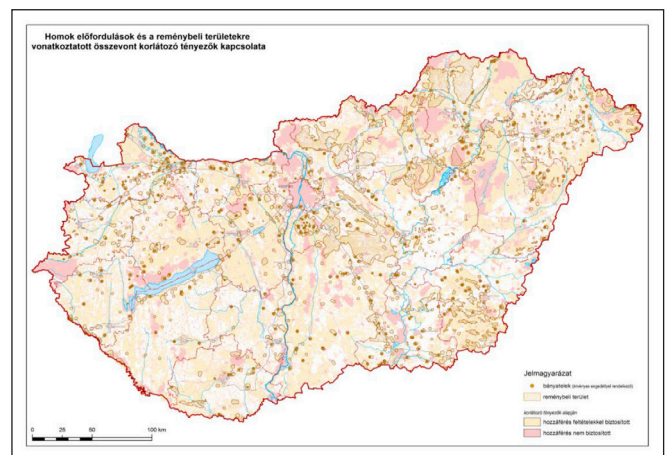
2. ábra: A homokos kavicsok és kavicsok lelőhelyei. (Török E. Hazai kőzetemzők anyagának szilárdsága a halmazjellemzők tükrében. (Földtani Közöny 126/1)

„1” Duna kisalföldi szakasza, „2” Visegrádi szoros, és a Duna alföldi szakasza, „3” Nyugat-magyarországi kavicsstakaró és Rába mellékfolyói, „4” Dráva és mellékfolyói, „5” D-i Bakony előtere, „6” Ipoly völgye, „7” Felső-Tisza és mellékfolyói, „8” Sajó-Hernád és mellékfolyói, „9” Bükkalja, „10” Kőrös üledék, „11” Maros üledék.

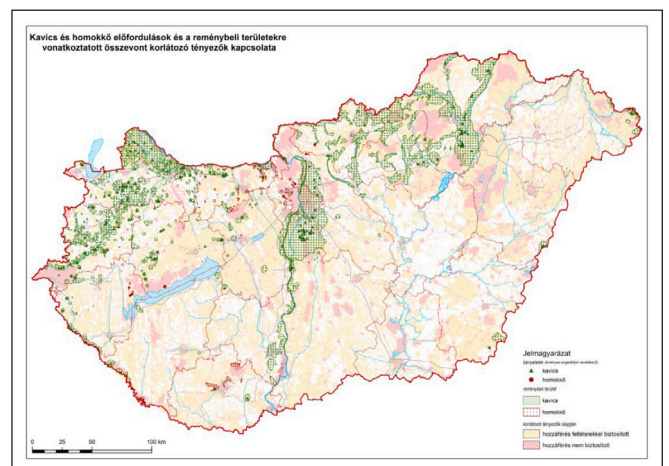
(Horváth Z., Fancsik T., Polonkai B., Máthé Á., Berczikainé Szeiler Z., Gál K., Kiss J.).

A Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága (SZTFH) honlapján keresztül nyilvánosak a különböző nyersanyagok, így a homokok, a kavicsok nyilvántartott és kitermelhető készletei. A 2022 évi adatok szerint kitermelhető homok 751,9 millió m³, a kitermelhető kavics pedig 2374,0 millió m³.

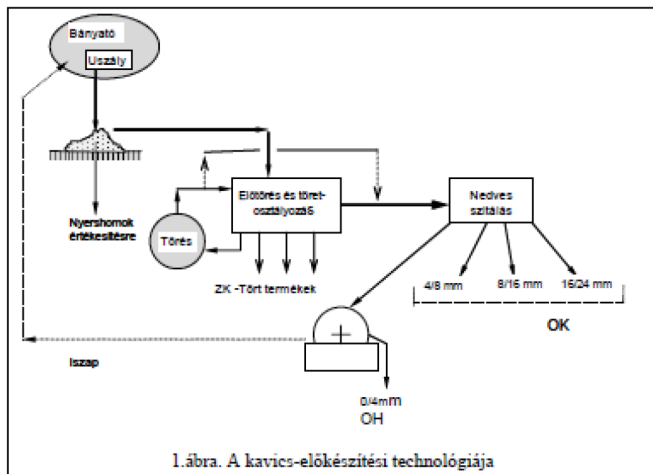
A rendelkezésünkre álló készletből a kitermelésre és feldolgozásra szakosodott vállalatok és vállalkozások állítják elő a betonadálékanyag termékeket (5. ábra).



3. ábra: Homok előfordulások



4. ábra: Kavics előfordulások



1. ábra: A kavics-előkészítési technológiája

5. ábra: Betonadalékanyag előkészítésének technológiai folyamata

A betonadalékanyag termékeknek a felhasználásra a vonatkozó hazai és európai szabványoknak és előírásoknak, a megfelelő terméktanúsító anyagtulajdonságokkal kell rendelkeznie. Az MSZ EN 12620 és az MSZ EN 13055-1 foglalkozik a betonadalékanyagokkal. A megkövetelt tulajdonságok:

Geometriai tulajdonságok: szemmegoszlás, szemalak.

A közzfizikai tulajdonságok: tömegösszetétele-, szilárdsági-, hatásállósági- és időállósági tulajdonságok.

A tulajdonságok meghatározása a vonatkozó vizsgálati szabványok előírásai szerint kell vizsgálnunk és dokumentálnunk.

Példaként a 6. ábrán egy folytonos szemmegoszlású betonadalék vizsgálatra előkészített mintáját láthatjuk.

A betonadalékanyag keveréket általában osztályozott frakciók megfelelő összekeverésével kell előállítani. Így a betonadalékanyag megnevezésénél a közztani megnevezés mellett a szemmegoszlás, a finomsági modulus, a finomszem-, az agyag-iszap tartalom stb. megadása szükséges.

Az Ünnepelet figyelmebe ajánlom, hogy nemcsak, a „Korszerű betonelemek a fenntartható jövő érdekében” végzet munkássága során, hanem további szakmai tevékenységében is, fordítson figyelmet a betonadalékanyagok fontosságára. Gondoljon arra, hogy a betonadalékanyag, bárhogy is nevezzük, egy természetes eredetű összetevője a különböző célra tervezett betonnak. Az adalékanyagok tulajdonságai messzemenően meghatározzák a különböző betonból készült mérnöki szerkezetek szilárdsági és időállósági tulajdonságait.

Kedves Gyuri, tisztelt Professor Úr 65. születésnapod alkalmából, a hagyományos kő- és kavicsbányász köszöntéssel: JÓ SZERENCSÉT! ISTEN ÉLTESSEN!



6b. ábra: Vizsgálatra előkészített betonadalék



6a. ábra: Vizsgálatra előkészített betonadalék

HIVATKOZÁSOK

Horváth Z., Fancsik T., Polonkai B., Máthé Á., Berczikainé Szeiler Z., Gál K., Kiss J. (2023). Ásványvagyon nyilvántartás – építőipari ásványi nyersanyagok felhasználása. Előadás az SZTE XV. Kő- és Kavicsbányász Napok Konferencián, Velence 2023. 03. 22-24.

Török E. (1991) Magyarországi kavicselőfordulások anyagának halmazszilárdsága, különös tekintettel a negyedidőszaki képződményekre. Doktori értekezés. (BME Geotechnika és Mérnökgeológia Tanszék könyvtár és irattárában elhelyezve)

Dr. habil. Gálos Miklós (1938) okl. mérnök (1961), egyetemi doktor (1965), műszaki tud. kandidátusa, PhD (1992), Dr. habil. (1998), egyetemi tanár BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék (2001-2008), ny. egyetemi tanár BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék (2015-). Oktatási és kutatási területei: közztmechanika, törésmechanika, építési kőanyagok vizsgálata és minősítése. Tagja a fib Magyar Tagozatának, az MTA közzttestületének, a Magyarhoni Földtani Társulatnak, a Szilikátipari Tudományos Egyesületnek. E-mail: miklos.galos@gmail.com.

AZ ÉPÍTÉSZ ÉS A MÉRNÖK SZEREPE ÉS VÁLASZTÁSI LEHETŐSÉGEI



Prof. em. Dr. Patonai Dénes, DLA

Dr. Balázs L. György
65. születésnapjára ajánlva

<https://doi.org/10.32969/VB.2023.3.3>

Az építészeti és a mérnöki gondolkodásmód és probléma megközelítési irányok megítélésében hosszú idő óta antagonisztikus ellentét feszül, mely hol az egyik, hol a másik előretörését mutatja. Amíg az építész elkötelezetten hangoztatja kötődését a művészetek műfajához, addig a mérnök a tudomány és a reál világhoz való elkötelezettségét tartja fontosnak. Az építész hol nyíltan, hol burkoltan vállalja szubjektív kiindulását az adott feladat megoldására tett javaslatában, addig a mérnök a ráció és a gazdaságosság mindenek feletti kiindulásában hisz.

Látszólag ez a két irány kibékíthetetlen ellentmondásban van egymással. Pedig a valóság ennél sokkal prózaibb. Ha abból a feltételezésből indulunk ki, hogy mindkét megközelítés azonos cél, egy megvalósuló, megvalósítható épület, létesítmény létrehozása érdekében tevékenykedik, akkor már azonnal van egy közös alap, mely közelíti, sőt kényszeríti az egyirányban való gondolkodást. Ez már egy jó kiindulási feltétel, melyet a harmadik, ma valóságban a feladat megoldhatóságát jelentősen meghatározó, gazdasági tényező is ez irányba szorít.

Ezen tényezők figyelembevételével vizsgáljuk meg egy kissé a két irány identitás különbözőségét és azonosságát.

Az építészeti kétségkívül az egyetemes emberi kultúra része, annak legmaradandóbb, évszázadokon átívelő markáns és megmásíthatatlan reprezentánsa, ennél fogva a fejlődés bemutatásának és pusztulásának örök hordozója, néma bemutatója. Igaz ez az európai ókori görög-római, későbbi keresztény emlékek vonatkozásában, de ugyanígy igaz ez a távolkeleti japán, még inkább a most egyre jobban feltárára kerülő kínai kulturális emlékek vonatkozásában. De az európaiak által majdnem teljesen megsemmisített indián kultúra is jelképez egy magas társadalomszervezési metódust, mely természetszerűen bukott meg védekezésképtelensége miatt, annak gyengébb társadalmi modellje, egy erőszakossága miatt «fejlettebb» ráhatásnak. Pedig, ha nem tekintünk el korunk fő problémájáról, a technikai civilizációnk önpusztító következményeitől, a természetbe belesimuló «fejletlenebb» kultúra talán hosszabb túlélést biztosított volna az emberi civilizáció számára, kétségkívül nem ilyen kényelmes körülmények között, mint amilyenben most élünk.

Bízunk abban, hogy az önzés és a lustaság, mely kétségkívül erős motiváló tényező, nem fordítja visszafordíthatatlan irányba kultúránkat, mely akkor is egyetemes, ha egyes rész-kultúrák összességéből áll össze. Ezek színesítik azt a globális egyirányba kényszerített gondolkodást, mely egymásra utaltságával meghatározza mai lehetőségeiket.

Ez a kis elméleti kitérő után, mely arra volt hivatott, hogy az építés mint emberi tevékenység, mennyire eszmei, a mindenkor adott lokális kultúra hordozója, és ebből kifolyólag annak elméleti kitervelője, az építész munkájának önálló része, talán joggal állapíthatjuk meg, hogy ennek anyagi alapjait a

mindenkori társadalom, annak képviselője, király, császár, vagy demokráciákban vezetői szervezetek, biztosították és biztosítják ma is, de a hogyan és mikéntbe már legfeljebb a kontroll folyamán szólnak bele. Hogy ez a beavatkozás akár egyszemélyi és erőszakos, akár több tényező és időigényes, ha nem egy létező és megvalósítható tartományból választ, hosszabb vagy rövid távon bukásra van ítélve.

Nos ezt a választható tartományt érdemes egy kissé körül járni.

Minden döntést előzőleg egy hosszabb rövidebb időtartalmú tételadás, mérlegelés előz meg. Ha a művészeti megközelítést vizsgáljuk a „művész” saját habitusából kiindulva kisebb, vagy nagyobb belső konfliktussal küzdve, önmagából megszülvén letesz valamit a közösség -döntéshozó - elé, melyért meggyőződése alapján, belső kényszerből körömszakadtáig hisz, hisz azért mutatja be az egyetlen járható megoldásként. Ezért lehet ugyanarra a problémára többféle megoldást találni, például az építészeti pályázatok során. Az alkotó-tervező az összehasonlítás során szembesül azzal a ténnyel, hogy az adott kérdésre több jó, adott esetben jobb megoldás is születhet, melyet ő nem volt képes felismerni.

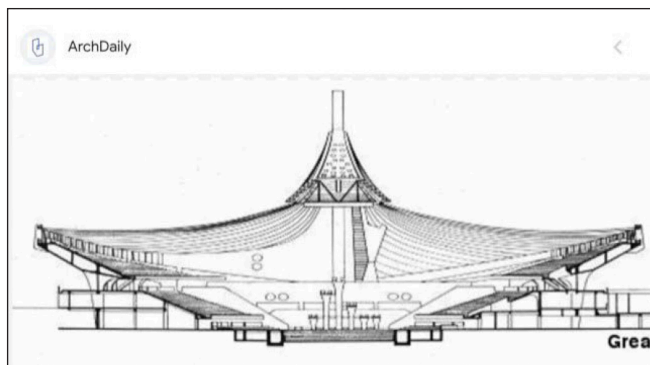
Itt álljunk meg egy szóra.

Nagyon fontos, hogy az adott szabad választási lehetőségek közül ő nem rosszul döntött, hanem nem vett minden szabad tényezőt figyelembe, és önkorlátozó döntését e többlet lehetőségek figyelmen kívül hagyásával önhatalmúlag hozta meg, ezért azt a szempontrendszer, melyet a döntéshozó önmaga állított fel. Egyáltalán nem biztos, hogy ez tökéletes, ugyanúgy magában rejti a szubjektív, sokszor objektívnek kinevezett elemeket nem fedi a le a teljes választási lehetőségeket és ezért akarva akaratlanul önmaga által szűkített döntést hozott. Ha a két választási fedvény nem találkozik, a döntést hozó akarata érvényesül, hisz ő a megvalósítója az adott javaslatnak. Ezért rendkívül felelősségteljes kellene, hogy legyen a DÖNTÉS, mert ettől kezdve nem csak egy gazdaságossági mérlegelés eredménye lesz a következmény, hanem egy KULTURA várhatóan megvalósuló EREDMÉNYE. Ez már több mint ami a választható tartomány csak racionális elemeivel szűkített valós döntési lehetőség. Ez már morális felelősség!

Ha az építést, mint kultúránkat meghatározó emberi, minden társadalmat legjobban reprezentáló tevékenységet vizsgáljuk, még a legkisebb lakás is közvetíti némán azt modellt, ahogy a társadalom önmagáról vélekedik, ha körülzárja magát falakkal, mutatja befelé fordultságát, ha közösségi terek felé kitérül mutatja bizalmát a többi ember iránt. Ha a nagy társadalmi erőfeszítéseket kívánó koncentrált létesítményekre

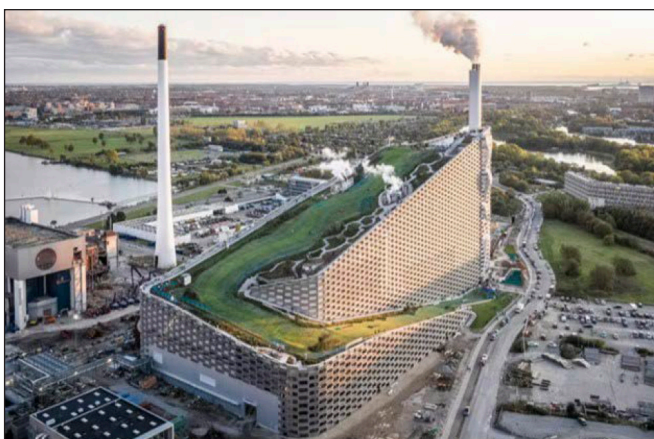


1. ábra: Tokyo-i stadion helyszíne, felülnézet (www.gotokyo.org)
Kenzo Tange: Tokyo olimpiai stadion.



A szerkezetből létrejövő, kulturális hagyományokhoz kötődő, korával összhangban lévő forma.

2. ábra: Tokyo-i stadion metszete (Forrás: architecture tokyo, metszet)



A technika és az építészet párharca. Szeméttégetőre "telepített" mű sípálya

3. ábra: Dániai szeméttégetőmű - racionalitás erőszaka az építészet felett (Forrás: Art&Design Koppenhágai szeméttégető)



A természet megerősökölése. Síüdülő a sivatag szívében – Szaúd-Arábia újabb gigaprojektje.

4. ábra: Szaudi sípálya - a pénz hatalma a racionalitás felett (Forrás: Építészfórum.hu Sípálya Szaúd-Arábiában)

áldoz (lásd piramisok, agyaghadserg a föld alatt -sic), látszólag maradókat alkotva, de mind letűntek a történelem forgatagában, és évszázadok óta csak az maradt fenn, melyet az utódok utánzásra, ill. továbbvitelre alkalmasnak találtak. Fennmaradt a tér, az agora, az út, mint összekötő kapocs, a templom, mint minden kultúra szellemi kifejező térformája, a cirkusz és a sportaréna, mint tömegszórakoztató találkozási hely és a lakás, mint legalapvetőbb kultúra hordozó.

A kultúrák egymásra hatásának megteremtődésével, létrejött egy oda vissza ható egymást kiegészítő és tagadó fejlődés, mely lassan az egész világra elterjedőben van, és lassan kiöli azokat a lokális értékeket, melyek belső tartalma csak ott és akkor igaz, ahol megteremtődött. Ezzel generálissá, csereszabotossá tehető a világ, de elveszik az a létrehozó helyi motiváció, mely színössze tette, az eddig egymástól függetlenül létező értékeket, és amely oly izgalmas és belső tartalommal levezethető megoldásokat mutatott fel a mindenre jó generálissal szemben. Utalok itt a melegégyövi építési formákra, melyet az energiatároló légkondicionálás kiszorított.

Nos ezek a példák csak azt a tételt kívánják alátámasztani, hogy az ÉPÍTÉS azon kívül, hogy igen is műszaki és gazdasági tevékenység, annál sokkal több, KULTURA KIFEJEZŐ tevékenység.

De most vizsgáljuk meg a másikat, a mérnöki oldalt is.

A mérnök szintén habitusából adódóan a megérthető és bizonyítható tudásban hisz, azt fogadja el kiindulási alapként és idegesíti, vagy legalábbis elnézi a nem ilyen irányból közelítő

megoldásokat. Ez teljesen érthető, hisz számára a mindenkori adott tudásvilág a mérvadó, mely számítható és ismételhető. A bizonyíthatóság a tudomány számára az elsődleges igazolási tényező, a sejtések csak a matematikában elfogadottak. A Tudomány minden sejtést előbb-utóbb valamilyen tétellel igazolhatóvá tesz, nem tagadva e sejtések kiindulásának, bár logikailag alátámasztott, de ösztönös voltát. Az emberi gondolkodás már csak ilyen!

Ha a kiindulást «objektívnek» tekintjük, elfogadhatjuk a mérnöki gondolkodás kiindulópontjának azt, hogy a világ logikailag megismerhető, tehát ebből kiindulva kisebb tévedési lehetőségünk van, mint a szubjektív alapon történő döntés esetében.

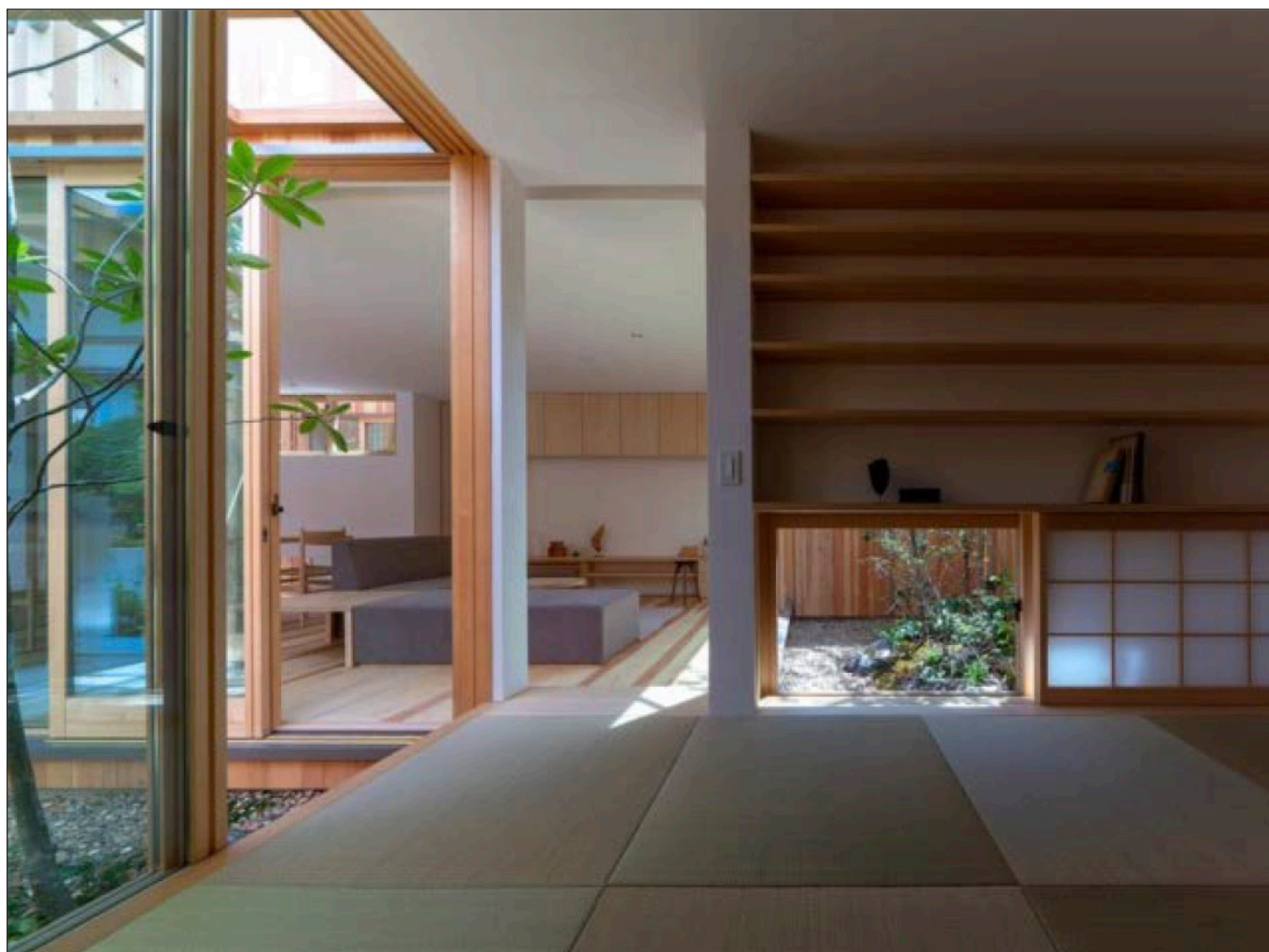
Ez így, pusztán logikai alapon igaznak tűnik.

Most nem kívánok vallási alapon történő megközelítést is bevonni a vizsgálódásba és evvel korlátlanul kitégíteni a kört, mert evvel partalanná tenném a témát, maradnék az építész és a mérnök kettőségenek elemzésénél.

Tények a következők:

A két megközelítési irány, bár két végletes irányból, de egy irányba haladva gondolkodik. A tér, mint az építész alkotó közege egy objektíven meghatározhatatlan «anyag», míg a mérnök ezt a formát önti reális anyagba.

A két tevékenység nem létezik egymástól. Tér nélkül, nincs épület, elméleti tudásszint nélkül nincs szerkezet, tehát a megvalósuláshoz csak együttesen juthatnak el. Minél fejlettebb mind a kettő, annál magasabb rendű ALKOTÁST



A keleti és az európai kultúra szimbíozisa

5. ábra: Japán lakásrészlet (Wikipédia.org. Európai-Japán lakás)

képesek EGYÜTT létrehozni. Nem egymás rovására, hanem egymást kiegészítve.

Ez idáig triviálisnak tűnik, de a valóság azért ennél valamivel összetettebb.

E két elméleti tényezőn kívül, sajnos sokkal több tényező játszik közre egy létesítmény létrehozásában. El kell ismerni, hogy ezek, minél differenciáltabb egy társadalom, annál inkább belejátszanak a megvalósulás menetébe. Ez természetesen a döntés bonyolításához is vezet, mely így sokszor nem a legjobbnak tűnő döntéshez kell, hogy vezessen.

Most nem ennek gazdasági, konkrét megvalósíthatósági, üzemeltethetőségi összetevőit kívánom befejezésül vizsgálni, hanem ennek elméleti kérdését szeretném érinteni. Ezt egyébként Holnapy Dezső évtizedekkel ezelőtti matematikai tanulmányában elemezte, melynek lényegét a mérnökkaron a szerkezetépítő szakon végző doktoranduszoknak tananyagként ismertettük.

Ennek összefoglalva a lényege és ennek a kis okfejtésnek is a konklúziója, hogy minden alkotás – itt most csak az építész-mérnök összefüggésekre szűkítve a kört – egy adott

feltételhalmazból tud választani. Ennek a feltételhalmaznak az összetevői minden korban és időben mások és mások.

Ezek függenek szellemi és anyagi lehetőségektől, melyek közül lehet csak választani. A választási lehetőségeken kívül eső paraméterek közül történő választás az adott megvalósulást lehetetlenné teszi.

Ezért mindegy, hogy az építész szeretne olyat, melyet nem akarnak, vagy a mérnök tudása alapján nem tud megvalósítani, együttes munkájuk kizárt, hogy sikerre vezessen.

Ebből levonható az a tanulság, hogy az ÉPÍTÉSZ és a MÉRNÖK – sok egyéb legalább ilyen fontos tényezőt figyelmen hagyva, miután ezek nem voltak tárgya jelen tanulmánynak – két egymásra utalt résztvevője egy épület létrehozási folyamatának és ez eredmény annál maradandóbb lesz, minél inkább egymás munkájának serkentői és kiegészítői. (Az 1-5. ábrák példákat mutatnak a cikkben ismertett gondolatok bemutatására és hangsúlyozására.)

Patonai Dénes DLA, Professor Emeritus, Ybl- díjas építészmérnök, Csonka Pál emlékérmes, egyetemi tanár. A Magasépítési Tanszék nyug. tanszékvezetője. A Magyar Építőművészek Szövetségének volt elnöke. MÉSZ Sport és Szabadidő Bizottságának vezetője. UIA Sport and Leisure Group magyar tagja. E-mail patonai.denes@emk.bme.hu

AKKREDITÁLT LABORATÓRIUMUNK KIFEJLESZTÉSE A MŰEGYETEM KÍSÉRLETI ÁLLOMÁSÁTÓL, 1867/68-TÓL INDULT



Dr. Arany Piroska

Dr. Balázs L. György
65. születésnapjára ajánlva

<https://doi.org/10.32969/VB.2023.3.4>

Kedves Gyuri!
Hölgyeim és Uraim!

Megtiszteltetés és öröm számomra, hogy lehetőséget kaptam rövid köszöntőt mondani Dr. Balázs L. György professzor 65. születésnapján. A megszólításban elhangzott „Gyuri” nem véletlen volt, hanem a megszokott megszólítás, ami mutatja Gyuri tanszékvezetése alatti közvetlen hangulatot, ahogyan egyenrangú kollégaként tudtunk dolgozni, ugyanakkor megadva egymásnak a kölcsönös tiszteletet.

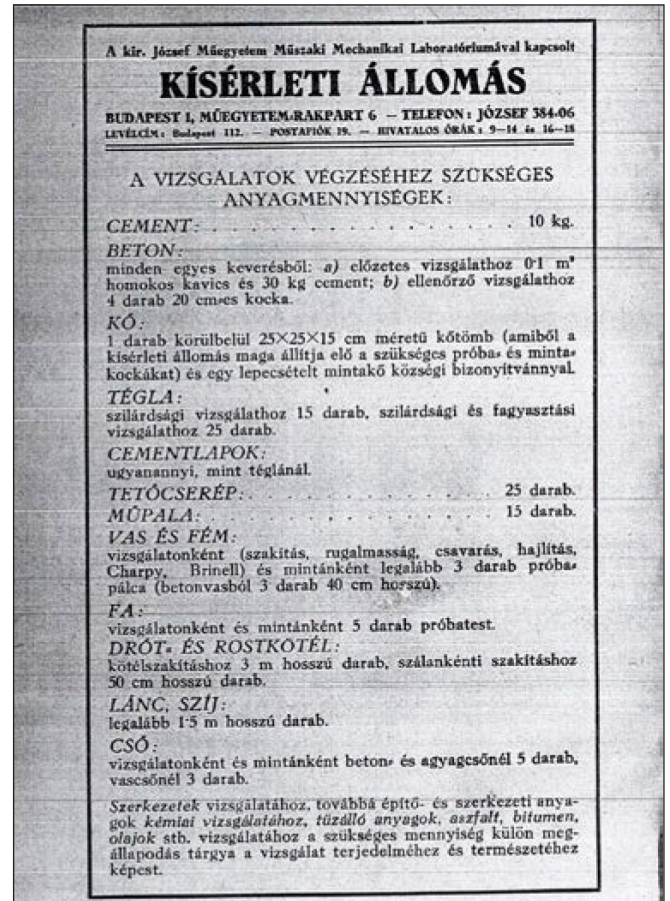
Szerencsésnek mondhatom magam, hogy hosszú időn át, Gyuri tanszékvezetése alatt szorosabban együtt dolgozhattunk, amikor laborvezetői feladatokat is elláttam.

Köszöntéskor illik ajándékot is adni. Arra gondoltam, hogy egy villanásnyit felelevenítsek a régmúlt időkől, ahogyan a mai Építőanyagok és Magasépítés Tanszék (korábban Építőanyagok Tanszék, majd Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék) Laboratóriuma megszületett, több, mint 100 évvel ezelőtt. Azután egy nagy ugrással eljutunk Gyuri tanszékvezetésének egyik fontos állomásához, a laboratórium akkreditált státuszának megszerzéséhez.

A gyökerek történelmi időkre nyúlnak vissza. Az 1867/68-as tanévben állították fel a *Műszaki Mechanikai és Elméleti Géptan Tanszéket és Laboratóriumot*, amely 1882-ben költözött a Műegyetem saját épületébe, a Múzeum körútra. Ebben az évben vette át a laboratórium vezetését *Nagy Dezső*. Az ő nevéhez fűződik az akkor fellendülőben lévő cementipar cementvizsgálataihoz szükséges gépi berendezések beszerzése és a fém próbatetek előállítására szolgáló műhely felállítása is. Részletes és izgalmas történeti leírást olvashatunk Zalovich (1922) tanulmányában.

Már ebben az időben egyre többen - hatóságok, magánszemélyek - bízták meg a laboratóriumot különféle anyagok: cement, kő, vas stb. vizsgálatával. (1. ábra) Szükségessé vált a laboratóriumhoz kapcsolódó olyan *Kísérleti Állomás* létesítése, amely hivatalos bizonyítványokat adhatott ki a vizsgálati eredményekről, főleg az anyagok szilárdsági jellemzőiről. Mai szóhasználatlálva „akkreditált”, szakmailag elismert, megbízhatóan működő laboratóriumi intézmény működésére lett igény.

A Műegyetemi Tanács megbízásából *Nagy Dezső* kidolgozta a *Kísérleti Állomás Szervezeti Szabályzatát* és a Vallás- és Közoktatási Miniszter, egyetértően a Kereskedelmi Miniszterrel, jóváhagyta a működési szabályzatot az 1138 sz. rendeletével. Így a laboratóriumhoz kapcsolt *Kísérleti Állomás 1894. szeptember 1-jén* kezdte meg hivatalos tevékenységét. Az anyagok vizsgálati eredményeiről „*Közlemények*” formájában adott számot (Közlemények, 1932.) Az egyik közlemény-füzet borító lapját mutatja a 2. ábra.



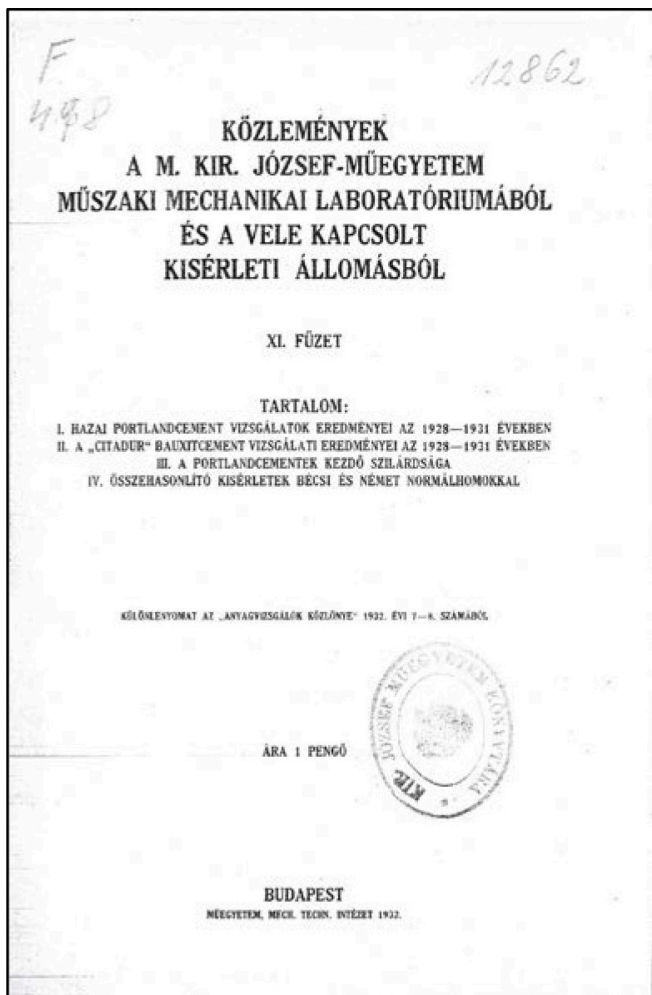
1. ábra: A Kísérleti Állomás tájékoztatója a vizsgálatokhoz szükséges anyagmennyiségekről (cement, beton, kő, tégl, cementlapok, tetőcserép, múpala, fa drót- és rostkotél, lánc, szj, cső)

Megindult a „mérnök hallgatóság” laboratóriumi oktatása is. 1909-ben költözött át a laboratórium a Duna parton megépített, a Műegyetem rakpart 6. szám alatti külön épületbe. Nagyrészt ma is ebben az „MM” jelű épületben működik (3. ábra).

A laboratórium felszereltsége fokozatosan fejlődött, bővült a kor technikai lehetőségeinek megfelelően. A cementipar fejlődésével jelentőssé váltak a cementvizsgálatok. Számos gépi berendezést telepítettek: hajlító- és nyomógépeket, vágó- és csiszoló gépeket, mikroszkópokat stb. A labor korabeli berendezéseit mutatja be az egyik Közlemény (1931).

A 4. és 5. ábrák a korabeli laboratórium főbb berendezéseit és egy kicsit talán a hangulatát is mutatják.

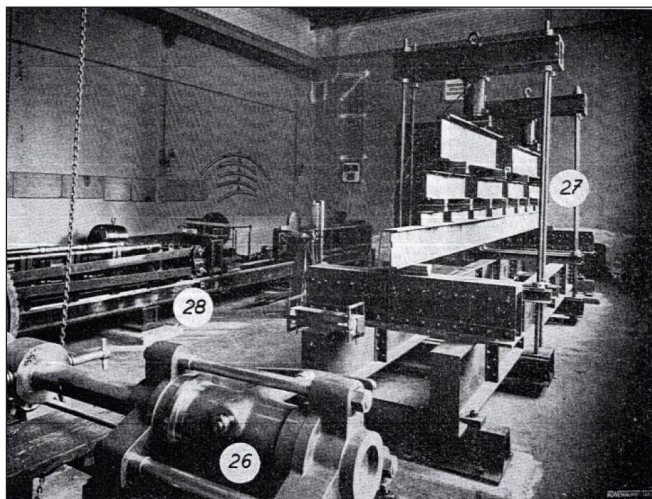
A labor óriási fejlődésének állomásait, napjainkig lezajlott változását – beleértve az utóbbi 20 év tanszéki és egyben labor átszervezéseket-költözéseket is – lehetetlen e rövid köszöntőben akár csak felsorolni is.



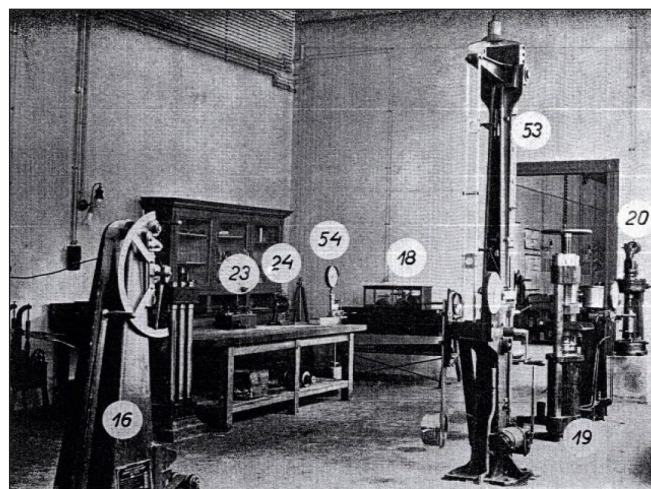
2. ábra: Az egyik korabeli kiadvány borítója: „Közlemények a M. Kir. József Műegyetem Műszaki Mechanikai Laboratóriumából és a vele kapcsolt Kísérleti Állomásból, XI. füzet: Cementvizsgálati eredmények, Budapest, Műegyetem, Mech. Techn. Intézet, 1932.



3. ábra: Az „MM” épület bejárata az udvar felől



4. ábra: A korabeli I. számú gépterem berendezései: Amsler-féle csavarógép (26), 100 tonnás Werder-gép húzásra, nyomásra, hajlításra, nyírásra (28), 50 tonnás szakítógép, húzó, nyomó, nyíró, hajlító kísérletekhez (27)



5. ábra: A korabeli II. számú gépterem, fontosabb berendezései: 60 tonnás Amsler-féle nyomógép, Rejtő-féle szakítógép, Charpy-féle kalapács, Amsler-féle dróthajtogató

Az anyagvizsgálatok egyre szélesedő tudományterületeit, az egyetemi oktatást, kutatást kiszolgáló laboratórium és Gyuri munkássága számos területen kapcsolódik. Most csak egy szimbólikus jelentőséggel is bíró pontot emelek ki: a laboratórium akkreditációs státuszának megszerzését, 2000-ben, ami szintén Gyuri nevéhez kötődik. Talán nem kell a jelenlévőknek részleteznem, hogy a kor követelményeinek eleget téve, csak az akkreditált státusszal maradhatott

versenyképes a laboratórium és egyben a Tanszék is, mind a kutatás, mind az ipari megbízások, az eredményes pályázati tevékenység területén. És ezt Neked köszönhetjük, Gyuri.

A fiatalabb generáció ma már természetesnek veszi, hogy a laboratóriumunk akkreditált. Ez így van jól. De azért érdemes az egykori Kísérleti Állomás vizsgálatain is elgondolkozni...

Kedves Gyuri!

Ezekkel a gondolatokkal kívánok születésnapodon sok örömet, jó egészséget, boldog éveket! Téged idézve: „Tudod, mindig előre kell nézni”. Isten éltesse!

Dr. Arany Pirok

HIVATKOZÁSOK

- Közlemények a M. Kir. József Műegyetem Műszaki Mechanikai Laboratóriumából és a vele kapcsolt Kísérleti Állomásból, X. füzet, Tartalom: A M. Kir. József Műegyetem Műszaki Mechanikai Laboratóriuma és a vele kapcsolt Kísérleti Állomás, írta: Bresztovszky Béla dr. műegyetemi tanár, Budapest, Műegyetem, Mech. Techn. Intézet, 1931.
- Közlemények a M. Kir. József Műegyetem Műszaki Mechanikai Laboratóriumából és a vele kapcsolt Kísérleti Állomásból, XI. füzet, Tartalom: I. Hazai portlandcement vizsgálatok eredményei az 1928-1931 években,
- II. A „citadur” bauxitcement vizsgálati eredményei az 1928-1931 években,
- III. Portlandcementek kezdőszilárdsága,

- IV. Összehasonlító kísérletek bécsi és német normálhomokkal, Budapest, Műegyetem, Mech. Techn. Intézet, 1932.
- Zalovich K. (1922), „A M. Kir. József Műegyetem és a hazai technikai felsőoktatás története”, Budapest, 1922.

Dr. Arany Piroska (1946) okl. szerkezetépítő mérnök, címzetes egyetemi docens. A BME Építőanyagok, majd az Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék oktatója 1970 és 2009 között. Oktatási tevékenységét a nappali, a levelező tagozaton, szakmérnöki és egyéb tanfolyamok keretében végzi jelenleg is. Kutatási, ipari megbízások és szakértői tevékenységet elsősorban betontechnológia, kötőanyagok, szakipari munkák anyagai, minőség-ellenőrzés témakörben végez. Az MMK szakértője, tagja több szakmai bizottságnak, a *fib* Magyar Tagozatának, az SZTE-nek. E-mail: arany.piroska@gmail.com

15th fib PhD Symposium Hungary 2024

August 28th to 30th 2024
Budapest, Hungary

This is a special invitation for you to participate in the *fib* PhD Symposium 2024 Budapest and to give your presentation as well as to extend your communication with the researchers at this event.

The system of the **PhD Symposium in Civil Engineering** was initiated by the Faculty of Civil Engineering of the Budapest University of Technology and Economics (BME) in 1996. It has been organized every second year at a famous university then.

The reason for initiating such a special Symposium was to provide help to the PhD students to be successful with their PhD research and their PhD defence.

Hope to meet you there,



BUDAPEST UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY AND ECONOMICS
Faculty of Civil Engineering - Since 1782



Registration and fees

Registration visiting

<https://fibphdsymp2024.bme.hu>

The conference fee will be € 250. This covers participation, coffee breaks, lunches, social dinner and the e-proceedings.



Dates and Registration

February 29, 2024	Submission of abstracts
March 31, 2024	Acceptance of abstracts
May 15, 2024	Full paper submission
June 15, 2024	Full paper review
June 30, 2024	Full paper acceptance

Organizing Committee

György L. Balázs, Sándor Sólyom, András Bíró, Szabolcs Szinvai
Faculty of Civil Engineering
Budapest University of Technology and Economics
Műegyetem rkp 3, 1111, Budapest, Hungary
fibphdsymp2024@emk.bme.hu



The Symposium

The PhD Symposia started in 1996. The concept was developed by Prof György Balázs. The first edition took place in 1996 in Budapest, Hungary with the support of *fib* (International Fédération du Béton).

The Symposium provides a **special forum** for PhD students to present and discuss the results of their ongoing research and to gather advice on how to continue the research.

The system of the PhD Symposium is to have oral presentations by the PhD students themselves, then the presentations are immediately discussed, which is an obligatory and outmost important part of the PhD Symposium.

The main results of the study are summarized in the Symposium Proceedings which is openly available for all previous PhD Symposia.

Evaluation and Prizes

All the written and oral presentations are evaluated by the Chairpersons and discussed by the Scientific Committee. Prizes are delivered by the Closing ceremony for the best presentations.

Topics

You are kindly invited to submit your manuscript that is particularly relevant to one or more of the following topics:

Structures

- Structural analysis, modeling and design
- Bridges, dams and tunnels
- Buildings and shells
- Structural reliability and risk analysis

Concretes

- Innovations in concrete and concrete technology
- History of concrete structures and assessment of heritage concrete structures
- 3D concrete printing

Objectives

1. Only PhD candidates are allowed to give the presentations and not their supervisors.
2. There is ample time for discussion after each presentation. Discussions are an essential part of the Symposium. Chairmen and chairwomen are encouraged to stimulate discussion.
3. The Symposium provides good opportunities to meet other researchers from the same or similar fields of your research fields.
4. The registration fee must be low in order not to stop any young colleagues from the participation.

Sustainability, durability, service life

- Sustainability of materials and structural systems
- Durability of existing structures and durability for future structures
- Life cycle assessment and design. Rest life

Maintenance, retrofitting, strengthening

- Assessment and structural health monitoring
- Composites for concrete structures
- Maintenance, retrofitting or strengthening of concrete structures



Dr. Paládi-Kovács Ádám, DLA

Dr. Balázs L. György
65. születésnapjára ajánlva

<https://doi.org/10.32969/VB.2023.3.5>

Az épületeink külső homlokzatait különböző anyagokkal burkoljuk, amelyek számos követelménynek eleget téve jelentősen meghatározzák az épület megjelenését, kinézetét, esztétikáját. A cikk azt járja körül, hogy a betonelemekkel, betonburkolattal vagy látszóbetonnal kialakított homlokzatok hányféleképpen és miként formálhatók, illetve hogyan reagálnak az őket érő külső hatásokra és körülményekre.

A cikk vizsgálja, hogy a mai korszerű betonfelületek a szükséges műszaki funkció ellátása mellett, hogyan adhatnak esztétikus homlokzati megjelenést vagy akár a homlokzat hogyan képviselheti az épület szellemiségét.

A már kialakult beton homlokzati technológiák mellett milyen új-innovatív eljárások jelentek az építőiparban és milyen további lehetőségek rejlenek ebben az anyagban a homlokzati felhasználás során.

Kulcsszavak: betonfelület, díszítés, dombormű, megtört betonfelületek, fotogravúr, színezett beton, 3D betonnyomatás

1. A BETONHOMLOKZATOK FORMÁLHATÓSÁGA

Egy épület megjelenése a térben különböző anyagok összeillesztése és egymásra hatása során jön létre. Az anyagok kinézete, megmunkálása és formálhatósága döntő fontosságú az összhatás szempontjából, ahogy a Földes László által tervezett Vulkánpark fogadóépületén lévő sötétszürke betonhomlokzat és rozsdavörös corten lemezekkel burkolt kiugrások a kiömléses magmás kőzeteket (bazalt, anezit) szimbólumaként jelennek meg a homlokzatokon (1. ábra). Amikor betonról, betonszerkezetekről beszélünk elsősorban teherhordó tartóelemek jutnak eszünkben és kevésbé az anyagban rejlő szépség vagy az esztétikai lehetőségek. Az építésznek ugyanakkor a végső összképet szem előtt tartva, még az épület tényleges fizikai megjelenése előtt, kell kiválasztania a szükséges anyagokat.

Minden anyagnak van egy bizonyos formanyelve, amit a tervezőnek használnia kell. A beton, műkö formáját a zsaluzás adja meg. A képlékeny beton a megszilárdulásáig szinte bármilyen formát képes felvenni. Az ezzel az anyaggal folytatott munka nagy szaktudást és fantáziát kíván az építésztlől,

1. ábra: Vulkán park épülete (Földes, 2013)



ugyanakkor önmérsékletet is, hiszen ez a sokoldalú anyag felhasználási lehetőségei gyakorlatilag korlátlanok.

Homlokzati beton felületet kialakítani azt jelenti, hogy nem csak a konstruktív (szerkezeti) adottságokat, hanem az anyag alakformálási lehetőségeit is ki kell használnia a tervezőnek. A felületi megjelenések – fénylő-matt, sima-érdes, durva-finom, hogy csak néhányat említsünk a végtelen változatok sorából- mind anyagfüggőek. Ezen formák a különböző anyagok egymásra hatásából alakulnak ki, vagy egyféle anyag bizonyos komponenseit mutatják meg.

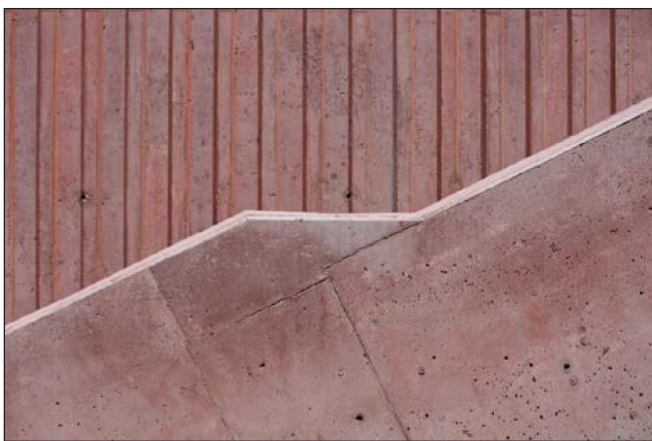
Az épület formanyelvét ezen megoldások megerősíthetik vagy gyengíthetik, de mindenképpen hatnak egymásra. Meghatározzák az optikai összhatást, amely különböző színek felhasználásával még tovább definiálhatunk. A felület domborműszerű megformálása érdekes fény- és árnyékhatást kölcsönöz a homlokzatoknak.

A felületi struktúrák létrehozhatók bizonyos építészeti részletek (pl. a fugák, minták) különleges alakformáló kidolgozása segítségével is. A kiválasztott alkotóelemek megjelenésének összhangban kell állnia az épület közvetlen környezetével, s ami még fontosabb, a városépítészeti összképpel, hisz épületeink látszó homlokzatait közügynek kell tekintenünk és nem csak a megrendelő elvárásait kell teljesítenünk, hanem egy bonyolultabb, szerte ágazóbb összefüggés rendszert kell szem előtt tartani a tervezőnek.

2. BETONFELÜLETEK KIALAKÍTÁSA

A beton cement, adalékanyag és víz komponenséből áll. Megszilárdulás után a kőzetek tulajdonságait és kinézetét, megjelenési formáját veszi fel. A friss betont egy zsaluszerkezetbe öntik és ott megköt. A kemény beton felületén megjelenik a zsalu lenyomata. Ez lehet érdes vagy sima szerkezetformával kialakított felület.

Sokféle optikai hatás érhető el, amelyet a zsaluzat mintája vagy a zsaluzatban elhelyezett minta lenyomata hagy a betonon. Jól ismert optikai hatás, hogy sűrű, függőleges vonalakkal



2. ábra: A zsaluszerkezet lenyomata a beton felületén (Vasáros, 2016)

strukturálva magasabbnak és keskenyebbnek érzékeljük a homlokzato (2. ábra).

A széles távolság a vízszintes vonalak között ugyanakkor csökkenti a magasságot, és szelesebbnek érzékeljük az épületet. A szabálytalan irányú szerkezetek síkszerű, a tapétához hasonló mintát adnak, az anyagstruktúrák pedig különféle anyag-asszociációkhoz vezethetnek (pl. famintázat). Bizonyos vonalminták perspektivikusan jelenítenek meg egy felületet, vagy egy síkfelület a vonalak sűrűségének változtatásával domborúnak, vagy homorúnak tűnhet.

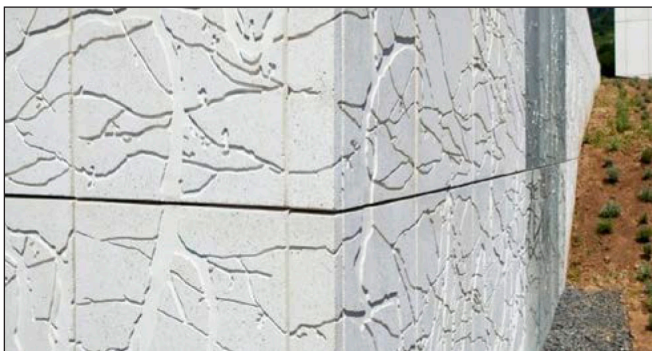
3. BETONHOMLOKZATOK DÍSZÍTÉSE

Az anyagfüggő felületi struktúrák mellett, a homlokzati felületek díszítést is kaphatnak, és ezzel jelentős építészeti (esztétikai) hatást érhetünk el. A díszítő formák a harmadik dimenzió alkalmazásával reliefek lesznek. A domborművek kialakításához a zsaluzatba egy negatív formát vagy formákat tartalmazó elemet kell betenni, amely meghatározza a leendő minta lenyomatát. A díszítés lehetőséget ad az építésznek

3. ábra: Bazaltbor borászat, Badacsony (Kis, 2010)



4. ábra: Díszítő szőlőinda minta a homlokzati felületen (Kis, 2010)



arra, hogy a felületet megbontsa, és az épület homlokzatának, anyagának tömör formáját feloldja. A reliefek képesek a nagy összefüggő felületeket tagolni, életre kelteni és a mindenkori épületnek összetéveszthetetlen, egyedi külsőt kölcsönözni.

Jó példa erre Kis Péter Bazaltbor borászata (3 - 4. ábra). A kiselemes homlokzati beton burkolaton a szőlő indák mintázata jelenik meg, mintegy kívül is megmutatva az üzem alapanyagát képező szőlőt. A homlokzati rajzolat az üzemi előregyártás folyamán a zsaluzatba rakott műanyagforma negatívjaként maradnak meg a betonelemek.

4. ANYAGÁBAN SZÍNEZETT BETON ÉS UTÓLAGOS FESTÉS

Érdekes összehatást érhető el a színes betonelemek alkalmazásával. Ilyenkor a betonkeverékhez színes festékanyagot adagolnak. Piros, sárga, barna és fekete tónusokhoz főként vasoxid pigmentet, zöldes árnyalatokhoz krómoxid és krómoxidhidrát pigmentet, a kékes árnyalatokhoz pedig keverékkristály alapú pl. kobalt-alumínium-krómoxid pigmentet használnak. A beton színezése tartós és időjárásálló. Szürke cement felhasználása során a színtónus sötétebb, fehér cement esetén pedig világosabb és tisztább. A finom felületi tagozódás még jobban érvényesíti a színt. Ahhoz, hogy az épületen kiemeljünk nagyobb felületeket, hasonló felületrészek együttesét vagy külön épületelemeket, a beton felületet színezhetjük. A felhasznált festéknek azonban mindig összhangban kell lennie a beton tulajdonságaival.

A Productora építésziroda tervezte mexikói Teotitlan del Vallei Közösségi Kulturális Központ (5. ábra) épületének beton a sziklás sivatagos környezet színeit viseli magán, ahol az adalékanyagba kevert helyi sziklaőrlemény adta meg a beton sárgás színét, amelynek felületén megjelenik a zsaluzó faanyag textúrája is.

Ilyen anyagában színezett beton homlokzattal rendelkezik Vasáros Zsolt által tervezett Rudapitecus látványtár, ahol szintén a helyi sziklás anyag felhasználása során a vasoxidban gazdag őrlemény adta meg a homlokzatok vöröses színét (6. ábra).

A másik lehetőség, ha az elkészült beton felületet utólag festjük le a kívánt színre. A homlokzati betonfelületekre a festéket közvetlenül is felvihetjük. A betonfelületre felvihető festékeknek a következő követelményeknek kell megfelelni:

- a betonból jövő alkális behatásokkal szembeni ellenállóság
- jó tapadás a betonra
- jó kötés a bevonatrendszeren belül
- ugyanazzal a festékkel történő átfesthetőség
- időjárással szembeni ellenállóság
- ipari környezettel és/vagy vízben oldódó anyagokkal szembeni ellenállás

5. ábra: Teotitlan del Vallei Közösségi Kulturális Központ (Szilvási, 2019)





6. ábra: Rudapithecus látványtár vörös beton homlokzata (Vasáros, 2016)

- fény-, ill. UV állóság
- alacsony fokú szennyeződési hajlam
- kielégítő páraáteresztő képesség
- folyóvízzel szembeni ellenállóság
- lemosással vagy súrolással szembeni ellenállóság.

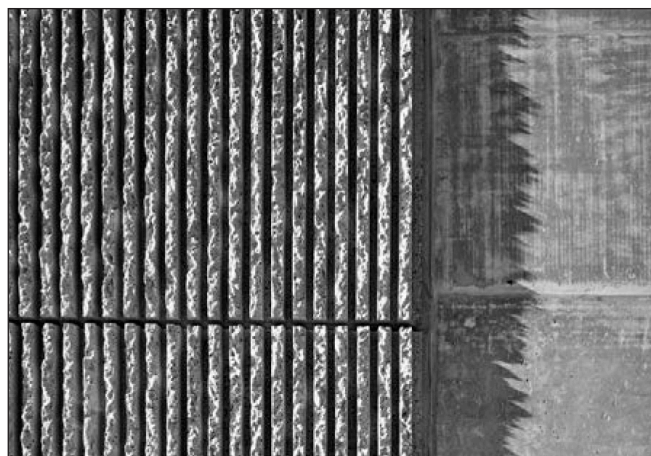
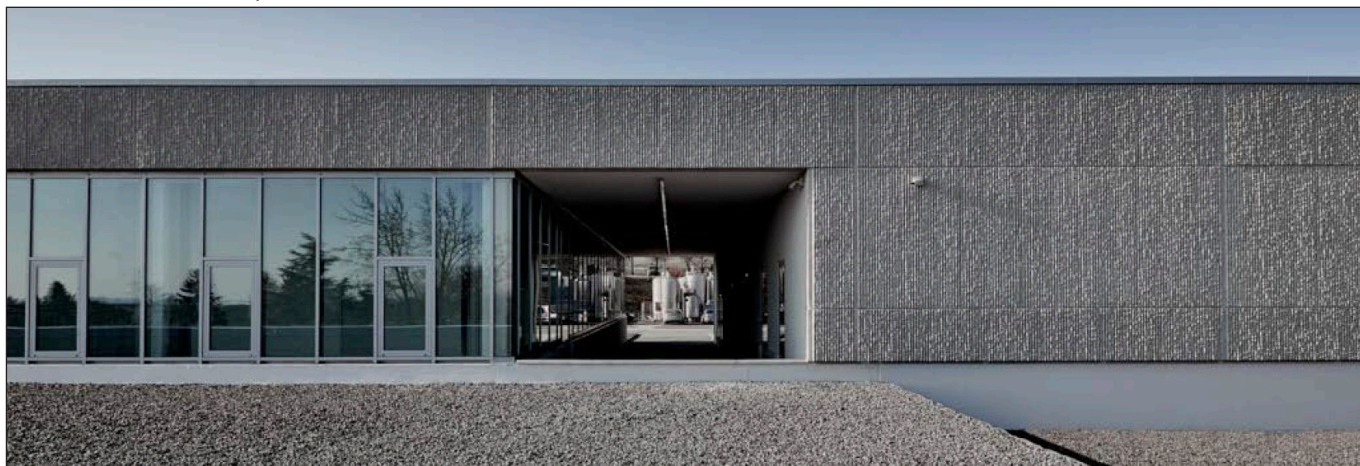
A festékek közül elsősorban a levegőn vagy hidraulikusan megszilárduló ásványi és szilikát festékek, a műanyag alapú diszperziós ill. a polimerizált gyantaalapú festékek jöhetnek szóba. A festék kiválasztásánál figyelembe kell venni, hogy a festést időről időre meg kell ismételni. A színek nem pótolhatják a hiányos építészeti kialakítást, viszont segítségként és kiegészítésként jól használhatók. A színezés módja lehet anyagfüggő vagy attól független. Hatásként a szemantikára, vagy egy nagyobb összefüggésbe való beilleszkedésre célszerű törekedni. A homlokzati színek kialakítás terve minden kiviteli és engedélyezési terv elengedhetetlen tartozéka kell, hogy legyen.

5. KŐFARAGÁSSZERŰ ÉS MÁSMEGMUNKÁLÁSI LEHETŐSÉGEK

A kőfaragásszerű megmunkálási módoknál (mint pl. a feldurvítás, recézés, és szemcsézés) a beton legfelső cementrétegét leszedik. Ilyenkor érdes felület keletkezik, amelyen látszik a részben töredezett adalék. A fehércement, a színes adalék vagy a színes festék felhasználásával különös hatások érhetők el, amelyek még kiegészülnek a fény-és árnyék effektusokkal. Ez a homlokzati megjelenés köszön vissza vissza Kis Péter tervezte Tolcsvai palackozó üzem homlokzatán is (7. és 8. ábra).

A betonfelületek másik megmunkálási módja a lemaratás, a homokszórás és a lángszórás. Ilyenkor is lejön a legfelső cementréteg és az adalékanyag, mint formáló elem jobban

7. ábra: Tolcsvai borászat, palackozó üzem betonhomlokzata (Kis, 2016)



8. ábra: Kőfaragásszerű homlokzati beton (Kis, 2016)

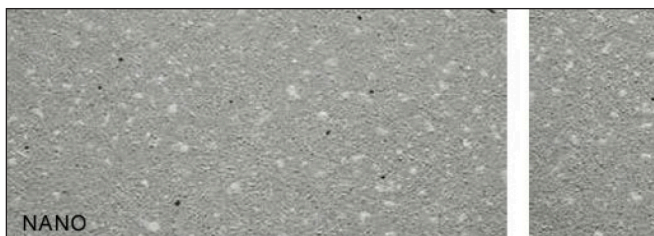
érvényesül. A lemaratásnál az egyes adalékszemcséket feltárják és megtisztítják. A homokszórásnál érdes, a lángszórásnál, ahol a hő hatására a legfelső adalékszemcsék szétpattannak, szaggatott felület keletkezik. A betonfelület csiszolásával és polírozásával is láthatóvá válik az adalékszerkezet. Az így megmunkált betonkö sokoldalúan felhasználható, pl. homlokzatoknál, falaknál, de ablakpárkányoknál is

6. MOSOTT BETON ÉS FINOMMOSOTT BETONFELÜLETEK

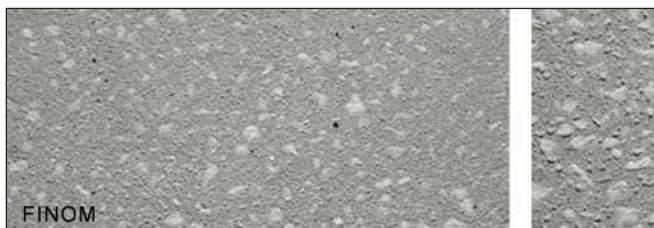
A felület megmunkálás (9 – 11. ábra) leggyakrabban alkalmazott technikája a legfelső cementréteg kimosása, olyan felületi kezelés, amelynek során a beton felső rétegéből nagy nyomású vízzel, illetve drótkéfézéssel eltávolítjuk a cementes anyagot. Ennek köszönhetően előtűnik a beton készítéséhez használt kőadalék.

Az eljárással különféle kimosási mélységek érhetők el, amellyel egyre erőteljesebb megjelenésű felület tűni elő. A másik lehetőség, hogy különböző hatásokat érjünk el a különféle eltérő tulajdonságú, színű adalékanyagok használatával. A beton megjelenési képe mindig más attól függően, hogy szögletes vagy gömbölyű, világos vagy sötét, egyszínű vagy színes köveket keverünk az adalék anyaghoz.

Újabb eljárás a felületi gátlószerek alkalmazása, amit a zsaluzat belső felére visznek fel. Ez lehetővé teszi, hogy a felületnek csak a legfelső milliméterét mossák ki. Ezt nevezzük finommosásnak. A beton ez által egy nagyon érdekes homokkőszzerű külsőt kap, amely megfelelő adalékokkal és színes festékanyaggal tovább színezhető.



9. ábra: Nano szemcsés felületi megjelenés (Reckli, 2021)



10. ábra: Finom mosott betonfelületek (Reckli, 2021)



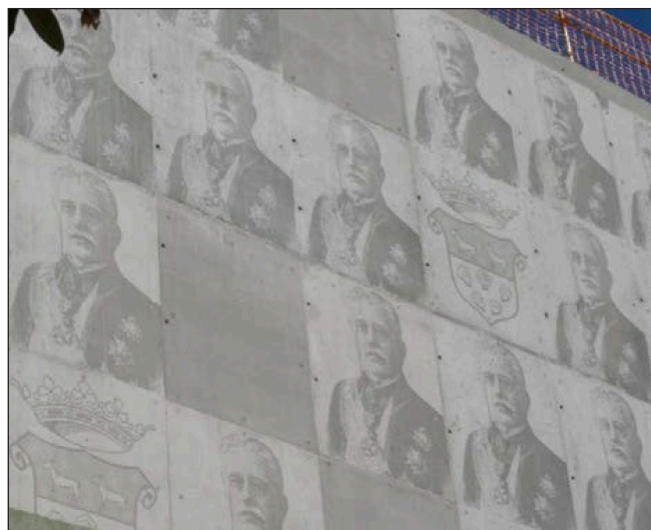
11. ábra: Nagyszemcsés kimosódás a felületen (Reckli, 2021)

6. MEGTÖRT BETONFELÜLETEK

A nagyelemes beton homlokzatok kialakításánál nemcsak a minták lenyomata, hanem az elemek formája is erőteljes vizuális hatást tud gyakorolni, ilyen a München északi részének ipari negyedében megépült Tillicharchitektur tervezte Textilmacher cégének gyártó- és iroda épülete (12. ábra).

Ikonikus megjelenését a mértani pontossággal hajtogatott homlokzatnak köszönheti. Külön érdekessége, hogy a napszakok változásával a fény és az árnyékok játéka más-más megjelenést kölcsönöz az épületnek. Az antracitszürke matt beton felülete összhangban van a környezetével. A nagyelemes homlokzati burkolat előnye az előregyártás lehetősége mellett, a rövid kivitelezési határidő és a kedvező anyagi feltételek. Az elemeket a gyártást követően szállították a helyszínre, és puzzle-szerűen illesztették egymáshoz.

12. ábra: Nagytáblás betonhomlokzat (Frearson, 2014)



13. ábra: Fotógravúr betonfelület, Színház Cabra Spanyolország (Reckli, 2020)

7. ÚJ TECHNOLÓGIÁK MEGJELENÉSE

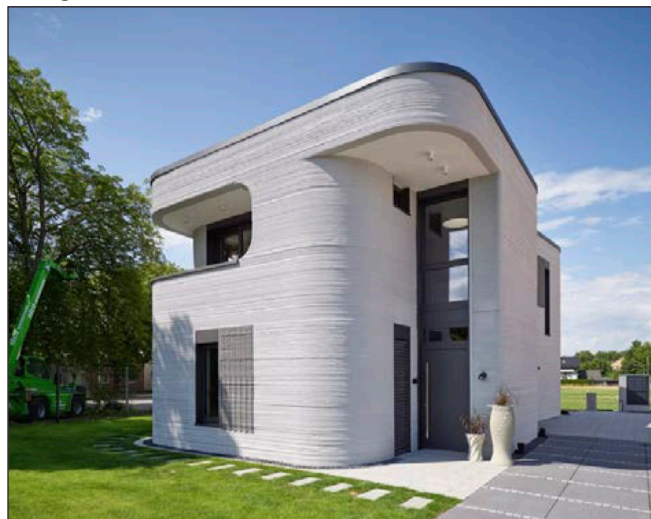
Ilyen új technológia az egyedi fotók megjelenítése a beton felületeken, az eljárást „Fotógravúr”-nak nevezik. A fényképet vagy fényképeket beszkenneklik, majd megnövelik a felbontását, ezt egy szoftverrel digitalizálják, és az így elkészült ábrát úgynevezett „ősminta” lapokba marják.

Az ősminta segítségével előállítják a rugalmas mintával ellátott fotógravúr felületű zsalut. A kész zsalu ezután felhasználható a betonelemgyárban, vagy a helyszíni betonozásnál, amelynek segítségével végül a zsaluminta eltávolítása után a fotó megjelenik a kiöntött homlokzati beton felületen (13. ábra).

8. 3D NYOMTATÁSSAL ELŐÁLLÍTOTT BETONFELÜLETEK

A legújabb innováció a nyomtatott beton, amely technológia használatával új textúrák jelennek meg, ilyen a 3D nyomtatóval készült lakóház, amely a képlékeny beton formálhatóságát igyekszik kihasználni. Az egyik első ilyen épület az Észak-Rajna-Vesztfáliai Beckumban (14. ábra) rekord gyorsasággal készült el. A Waldemar Korte által tervezett épületet a zsalu-

14. ábra: Nyomtatott beton épület homlokzati megjelenése (Octogon, 2021)





15. ábra: COBOD BOD2 3D nyomtató munka közben (Kalácska, 2020)

zatokkal foglalkozó PERI cég építette a dán COBOD BOD2 nyomtatójával. A beckumi házat a kivitelezők mérőföldkőnek tekintik, amely új folyamatokat indított el az építőiparban. A projekt kezdete óta ugyanezzel a technológiával hozták létre Európa legnagyobb lakóépületét Wallenhausenben, és az első ilyen lakóépületet az egyesült államokbeli, arizonai Tempe-ben.

A gyors és költséghatékony technikával nyomtatott Beckumban megépült egy lakásos házat a zsaluzatokkal és állványzatokkal foglalkozó PERI a 3D-s nyomtatásra specializálódott dán COBOD BOD2 nyomtatójával kivitelezte (15. ábra).

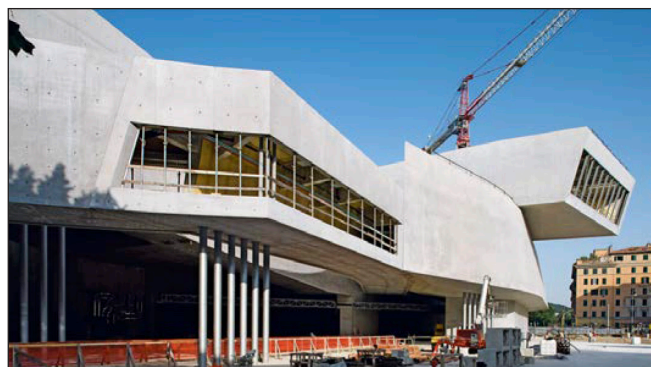
A COBOD BOD2 a világ egyik legnagyobb és leggyorsabb moduláris gépe, amely épületeket képes nyomtatni időzített kötésű, a célra speciálisan fejlesztett cement alapú anyagból, rétegenként építve fel a végleges méretű betonelemeket. A rendszer nyomtatófeje 3 tengelyen mozog egy a helyszínen megépített, összeszerelt fém kereten. Emiatt nincs szükség a nyomtató áthelyezésére és ismételt kalibrálására, amellyel rengeteg időt és költséget takarít meg. A szerkezet további előnye, hogy üzemeltetéséhez csupán két emberre van szükség, a nyomtatófejet és a nyomtatási eredményeket pedig kamera figyeli. Ezáltal 1m² nagyságú dupla rétegű fal 5 perc alatt elkészülhet. A technológia nagy szabadságot biztosít a tervezéshez is, hiszen - szemben a hagyományos módszerekkel - a BOD2-nek az organikus íves formák sem jelentenek technológiai kihívást.

9. A BETONHOMLOKZATOK SZENNYEZŐDÉS ÉS AZ IDŐJÁRÁSSAL SZEMBENI ELLENÁLLÓ KÉPESSÉGE

A homlokzatok egyik legfontosabb tulajdonsága a reziliencia vagy ellenállóképesség. A tartós, jó épülethomlokzat kialakításánál ügyelni kell az idő során törvényszerűen fellépő szennyezések elhárítására és az esővíz megfelelő elvezetésére a homlokzaton. A homlokzati felületek burkolására felhasznált beton elemek időtállóak ilyen szempontból is hálás szerkezetek.

A szélirány és a szelerősség határozza meg, hogy bizonyos helyeken mennyi víz halmozódhat fel és hol képződhet szennyerakódás. A víz áramképe különösen fontos, mivel általa a szennyezések a homlokzat felületből kimosódhatnak és bizonyos körülmények között egy részük másik helyen újra lerakódhat.

A betonfelület esése, illetve lejtése éppolyan fontos ismérvek. A függőleges felület viszonylag kevés vizet kap és



16 ábra: Ferde homlokzati beton felületek (Építési Megoldások, 2017)

könnyen tisztul. A hátra dőlő felületre hulló esőmennyiség sokkal több. A tisztuló képessége viszont valamivel kisebb. Különösen az alsó széleken rakódik le gyakran szennyeződés. Az előre dőlő felület általában száraz marad, és a legkevésbé szennyeződik (16. ábra). A felső részt úgy kell kialakítani, hogy a felületre ne tudjon ráfolyni a víz, mert különben az áramkép itt is nagyon hirtelen megmutatkozik és elronthatja a homlokzat megjelenését.

Ezeknek a feltételeknek a figyelembevétele fontos alapja a betonnal történő homlokzatformálásnak. Az elemek helyes kialakításával tartósan megakadályozható a homlokzat szennyeződése.

Mindenesetre az említett példák közül is jól látható, hogy a beton homlokzatok megjelenésükben, tartósságukban, időjárásállóságukban, költséghatékonyaságban semmivel sem maradnak le a hagyományosabb téglá-, kő-, vagy egyéb burkolatoktól, miközben esztétikus megjelenést biztosítanak szinte bármely funkciójú épületnek.

10. MEGÁLLAPÍTÁSOK

A beton újra egyre népszerűbb és egyre változatosabb formában tűnik fel a homlokzatokon, illetve a belső terekben egyaránt, amely anyaggal időtálló, egyszerű, mégis nemes és látványos felületeket hozhatunk létre, amely képes lehet új trendeket is elindítani. A legújabb technológiáknak köszönhetően ma már utólag is könnyedén kialakíthatunk látszóbeton felületeket.

Az eddig bemutatott példák rávilágítanak arra, hogy milyen sokféleképpen formálhatjuk meg az épületeink betonhomlokzatait, hogy azok adekvát módon reprezentálják az épület szellemiségét, megjelenését. Ezen külső homlokzati beton felületek jellemzően rugalmas alakíthatóságot képviselnek előállításuk során, hogy aztán megszilárdulva megfelelő védelmet nyújtsanak a belső tereknek.

Ugyanakkor az így kialakított homlokzatok nemcsak a műszaki szükségszerűségnek felelnek meg, azaz időjárásállóság, hőhatások, napsugárzás, csapadék, szélhatás nedvességhatások, szennyeződések és kémiai hatások elleni védelem, mechanikai védelem, fagyállóság, alak és mérettartósság, tűzbiztonság, szintartás, tartósság, könnyű karbantarthatóság, térelhatárolás, hanem mindezek mellett esztétikus, érdekes, figyelemfelkeltő felületek egyedi módon képviselik az épület megjelenését sokszor reflektálva annak belső funkciójára is.

Az új innovatív technológiák megjelenésével, így a betonnyomtatás által költségmegtakarítás és kisebb széndioxid kibocsátás érhető el a hagyományos beton falazatokkal szemben mérsékelve az ilyen épületek ökológiai lábnyomát.

A beton homlokzatok megformálásának nagyszámú variációja jól mutatja a betonban rejlő lehetőségeket, amelyeket még nem is használtunk ki teljesen, jelentős tartalékok rejlenek ezen anyag homlokzati felhasználhatóságában.

11. HIVATKOZÁSOK

COBOD International A/S közlemény (2020), Áttörés a betonnyomatás terén, Magyar Építőforum, Kövesdy Gábor főszerkesztő, Kiadja a Brand Content Kft.

Deco Magazin, (2020) A ház, ahol még a kerítés is beton. A letisztult, elegáns betonház lakótér és kerámia stúdió is egyben. OCTOGON Architecture & Design 2020/6 lapszám, felelős kiadó: Vertigo Publishing Kft. Bucsay Orsolya lapigazgató, ISSN 1418-5229 <https://www.octogon.hu/epiteszet/a-haz-ahol-meg-a-kerites-is-beton/>

Építési Megoldások, (2023): Egyedi látszóbeton felületek kialakítása rugalmas sablonokkal január 19. kiadó: Artifex Kiadó Kft. szerkesztő: Bethlenfalvy Gábor NAIH-80970/2014. <https://www.epitesimegoldasok.hu/egyedi-latszobeton-feluletek-kialakitasa-rugalmas-sablonokkal.html>

Építési Megoldások, (2017): Látszóbeton – az építészek modern nyelve 2017 december 08. kiadó: Artifex Kiadó Kft. szerkesztő: Bethlenfalvy Gábor NAIH-80970/2014. <https://www.epitesimegoldasok.hu/latszobeton-az-epiteszek-modern-nyelve.html>

Építési Megoldások (2014) „Összhangban a modern betonnal” – Várkert Bazar 2014. december 04. kiadó: Artifex Kiadó Kft. szerkesztő: Bethlenfalvy Gábor NAIH-80970/2014. <https://www.epitesimegoldasok.hu/osszhangban-a-modern-betonnal-varkert-bazar.html>

Építési Megoldások (2009): Előregyártott látszóbeton kéregelemek 2009. október 15. kiadó: Artifex Kiadó Kft. szerkesztő: Bethlenfalvy Gábor NAIH-80970/2014. <https://www.epitesimegoldasok.hu/20091015előregyartott-latszobeton-keregelemek.html>

Frearson A. (2014) Tillich Architektur adds folded concrete facade to textile company headquarters, DEZEEN Architecture Magazine, 26 August 2014. <https://www.dezeen.com/2014/08/26/textilmacher-office-folded-facade-munich-tillich-architektur/>

Fürdös Zsanett, (2018) OCTOGON Architecture & Design, Üveg Beton és Vas hármasa. Karakteres, funkcionális és jövő orientált az EGM Architects tervezte holland irodaház, amely egy hajóépítőállomáson épült fel. 2018/12/04, felelős kiadó: Vertigo Publishing Kft. Bucsay Orsolya lapigazgató 2018. ISSN 1418-5229 <https://www.octogon.hu/epiteszet/ueveg-beton-es-vas-harmasa/>

Földes L. (2013) Építészfórum, Kemenes Vulkanpark Látogatóközpont 2013.08.01. <https://epiteszforum.hu/kemenes-vulkanpark-latogatokozpont>

Kalácska N.N. (2020) Hat hét alatt építik fel Európa legnagyobb betonból nyomtatott társasházát, MAGYAR ÉPÍTŐK, Főszerkesztő: Hegedűs Gergely, Kiadja a REGON Média Zrt.

Kis P. (2016) Tolcsva borászat, palackozó üzem PLANT <http://www.plant.co.hu/hu/cards/view/141>

Kis P. (2010) Badacsonyi Bazaltbor feldolgozó PLANT <http://www.plant.co.hu/hu/cards/view/105>

Kitzinger Sz. (2021) Itt van Németország első, 3D betonnyomatóval épített háza, Index 2021.07.30. Főszerkesztő: Fekete-Szalóky Zoltán <https://index.hu/techtud/2021/07/30/igy-nez-ki-egy-3d-nyomtatoval-epített-haz/>

Kreatívlakás, Előre gyártott betonelemes homlokzati burkolás, Épületek külső burkolatai / Előre gyártott betonelemes homlokzati burkolás, <https://kreativlakas.com/kulso-burkolat/elore-gyartott-betonelemes-homlokzati-burkolas/>

Octogon (2021) Átadták az első ilyen technológiával készült lakóházat az Észak-Rajna-Vesztfáliei Beckumban. OCTOGON Architecture & Design, 2019/07/02, felelős kiadó: Vertigo Publishing Kft. Bucsay Orsolya lapigazgató ISSN 1418-5229, <https://www.octogon.hu/epitoipar/mar-kovetoi-is-vannak-az-első-lakható-3d-nyomtatott-haznak/>

Octogon (2019) Ipari negyed, Ipari negyed ipari épülete is lehet nagyon vonzó, Különleges geometriájú épülete kapott egy müncheni textilgyártó vállalat. OCTOGON Architecture & Design, 2019/07/02, felelős kiadó: Vertigo Publishing Kft. Bucsay Orsolya lapigazgató ISSN 1418-5229 <https://www.octogon.hu/epiteszet/ipari-negyed-ipari-epulete-is-lehet-nagyon-vonzo/>

Reckli, (2020) Fotogravúr rugalmas zsaluk, prezentáció, alkalmazástechnika, RECKLI GmbH, Germany

Reckli, (2021) Design your concrete, Mosott beton előállítása keményedés késleltető segítségével, alkalmazástechnika, RECKLI GmbH, Germany

Szarka Sz. (2016) SWALL homlokzati elemek a tolcsvai borászati központban BETON szakmai lap 2016. december XXIV. évfolyam VIII. szám. <https://www.betonujsga.hu/lapszamok/cikk/1914/swall-homlokzati-elemek-a-tolcsvai-boraszati-kozpontban>

Szilvási A. (2019) Színes betonépületek 2. rész. BETON szakmai lap 2019. február XXVII évfolyam I. szám, <https://www.betonujsga.hu/lapszamok/cikk/2132/szines-betonepueletek-2-resz>

Vasáros Zsolt (2016) Építészfórum, Tízmillió éves történet a monolit tömbök között 2016.10.08. <https://epiteszforum.hu/tizmillio-eves-tortenet-a-monolit-tombok-kozott>

Vörös K. (2018) Látványos betonfelületek családi házban, HOME Info, Üzemeltető és tulajdonos: Develon Hungary Szolgáltató Kft. nyilván tartási sz: 5729/2017/B. <https://www.homeinfo.hu/epitkezes-felujitas-szerkezet/2571-latvanyos-betonfeluletek-csaladi-hazon>

Dr. Paládi-Kovács Ádám DLA (1967) c. egyetemi docens, okl. építészmérnök, okl. építőmérnök, építész vezető tervező. A diploma megszerzése után Egyiptomban kutató ösztöndíjas. 1994-től Dr. Karácsony Sándor professzor meghívására a BME Magasépítési Tanszék tanársegédje, majd adjunktusa egészen 2002-ig. Németországban az FLLArchitekt iroda tervezője, hazajövet mesterével Hönich Henrikkel, több sikeres tervezési projekten és tervpályázaton dolgozott együtt. 2014-2017. között a Breuer Marcell Doktori Iskola hallgatója. Számos szakcikk, publikáció szerzősége mellett jó pár megvalósult épület fűződik nevéhez. A Magyar Építőművészek Szövetségének (MÉSZ) és a Magyar Művészeti Akadémia (MMA) köztestületének tagja. 1996. Magyar Műszaki Haladásért Emlékplakett, 2013. Minőségi Csarnoképítésért Csarnok Nagydíj, 2014. Design-díj, 2020 Év Irodája-díj, 2021. Budapest Főváros Nívódíja, Dicséret, 2022. Építőipari Nívódíj, Dicséret oklevél 2022. FIABCI XXIV. Hungarian Prix d'Excellence különdíjat kapott. Jelenleg a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőanyagok és Magasépítési Tanszékének tanára.

Dr. Paládi-Kovács Ádám DLA, e-mail: paladi-kovacs.adam@emk.bme.hu

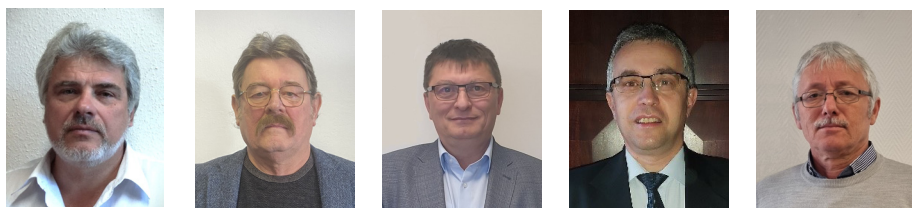
THE AESTHETICS OF CONCRETE

Paládi-Kovács Ádám, DLA

We cover the external facades of our buildings with different materials, which significantly determine the appearance, and aesthetics of the building while meeting many requirements. The article covers the number of ways and how facades created with concrete elements, concrete cladding or exposed concrete can be shaped, and how they react to external influences and conditions. The article examines how today's modern concrete facades, in addition to providing the necessary technical function, can give an aesthetic façade appearance or even how the façade can even represent the spirit of the building. In addition to the already established concrete façade technologies, what new procedures are there in the construction industry and what additional possibilities are there in this material during façade use.

AZ FI-150 HÍDGERENDA-CSALÁD ALKALMAZÁSA, AZ ELSŐ 15 ÉV TAPASZTALATAI

<https://doi.org/10.32969/VB.2023.3.6>



Bedics Antal – Dubróvszky Gábor – Kardos Gábor – Kovács Tamás – Orosz Károly

Dr. Balázs L. György
65. születésnapjára ajánlva

A magyarországi autópálya-hálózat 2003-tól kezdődő gyors ütemű fejlesztése szolgáltatta a műszaki igényt és teremtette meg egyben az üzleti lehetőséget egy új, előfeszített, üzemen előregyártott, hazai hídgerendacsalád kifejlesztésére. Az FI-150 hídgerendacsalád kifejlesztését a szükséges műszaki követelményeken túlmenően funkcionális, geometriai és gazdaságossági szempontok határozták meg. A hídgerendák erőtani és tartóssági szempontból mind a hazai útügyi műszaki előírások, mind a vonatkozó Eurocode követelményeit kielégítik. Az FI-150 hídgerendacsalád C60/75 szilárdsági jelű betonnól, 1,50 m tartómagassággal készül; a család leghosszabb eleme 44,80 m hosszúságú. A leghosszabb hídgerenda 44,20 m támaszköz áthidalására alkalmas, két- vagy folytatólagos többtámaszú kialakításban egyaránt. A Ferrobeton Zrt. mint gyártó, 2006-tól felkészült a nagyméretű hídgerendák a gyártására, melyeket az elmúlt 15 évben nagy mennyiségben terveztek és építettek be.

Kulcsszavak: feszített hídgerendacsalád, előregyártás, Eurocode alapú tervezés, leghosszabb 44,80 m

1. TERVEZÉS

1.1 Funkcionális igények és azok következményei

A közelmúltban végrehajtott magyarországi autópályák és gyorsforgalmi utak hidjainak tervezése során funkcionális, geometriai és szerkezeti kialakításból adódó gazdaságossági nehézségek merültek fel. Nem volt reális alternatíva a 15-20 m mély völgyeken áthaladó, 200-250 m hosszúságú viaduktok addig alkalmazott beton-felszerkezeteivel szemben. Versenyképes, alternatív tartószerkezeti megoldás, mint például ferdekábeles vagy extradolés felszerkezetek hiányában leggyakrabban szakaszosan előretolt szekrénytartókat alkalmaztak. Ez esetekben nem csupán a tartószerkezet típusa és az építési költség a kérdés, hanem a szükséges építési idő is fontos szemponttá lépett elő.

Autópályák relatív kis szögben történő áthidalása nagy ferdeségű áthidaló szerkezetet (aluljáró) eredményez. Ez esetekben sem a hídfők, sem az áthidaló szerkezet közbenső alátámasztásának sikja, mely az autópálya két forgalmi irányát elválasztó sávba kerül, helyhiány miatt nem lehet merőleges a felszerkezet hossz tengelyére, ami erőtani szempontból is kedvezőtlen. Előregyártott felszerkezetek esetén további nehézséget jelent, hogy a nagy ferdeség miatt a hídgerendák szükséges alátámasztási hosszának biztosítása érdekében széles közbenső fejgerendára van szükség, mely geometriai szempontból korlátozza az autópálya szükséges úrszelvényét.

Autópályák esetén új követelményként merült fel olyan, közbenső alátámasztást nem igénylő autópálya aluljárók kialakítása, melyek eredményeként a híd alatt az autópálya beláthatósága megnövekszik, ami forgalombiztonsági szempontból rendkívül kedvező. Ez a követelmény tovább fokozódott 2006 után, amikor Magyarországon a szabványos autópálya korona-

szélességet gazdasági indokok eredményeként csökkentették. 2006 előtt a meglévő hazai előregyártott hídgerendacsaládok alkalmazásával elérhető legnagyobb gerendahossz 34,80 m volt. Ezekkel a gerendákkal Magyarországon közbenső alátámasztás nélküli, előregyártott felszerkezetű autópálya aluljáró megépítésére nyitott hídfővel geometriai okokból nem volt lehetőség.

Továbbá beruházói és tervezői igény volt a gyorsforgalmi utak folyó keresztezéseinek ártéri szakaszainál gazdaságos híd felszerkezetekre. A 2010 és 2023 között megépült autópályáknál több esetben sikeresen alkalmazták az előzőekben részletezett igényeknek megfelelő FI-150-es hídgerenda rendszert.

1.2 Erőtani tervezés

Az FI-150 hídgerenda-család erőtani tervezése egyidejűleg történt a hazai útügyi műszaki előírások és az Eurocode alapján egyaránt. Az útügyi műszaki előírások szerinti tervezést és a gyártmányterveket az Uvaterv Zrt., míg az Eurocode alapú tervezést a Sigma-Point Kft. készítette. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Hidak és Szerkezetek Tanszéke az erőtani tervezés független ellenőrzését végezte. A teljes tervezési folyamat során általában az Eurocode alapú tervezés volt a meghatározó, a tervezési változók értékeit az Eurocode szerinti erőtani megfelelőség feltétele határozta meg.

1.3 Tervezési szabványok

A hazai útügyi műszaki előírások szerinti erőtani tervezésre jogi szempontból volt szükség, ami a hídgerendák hazai alkalmazásának lehetőségét biztosította. A jelenlegi előírások szerint ezen útügyi műszaki előírások alkalmazása minden állami kezelésben lévő közúti műtárgy tervezésekor kötelező. Az Eurocode szerinti tervezésre stratégiai okokból, valamint a hídgerendák esetleges Magyarországon kívüli alkalmazhatóságának a feltételeként volt szükség. 2002-től kezdődően

Magyarországon az Eurocode szabványok párhuzamosan alkalmazhatók a meglévő nemzeti szabványokkal

1.4 A beton nyomószilárdsága

A tervezési számítások szerint a termék erőtani okokból jelentős mértékű feszítést igényel, melyhez mind a feszítőerő ráengedésének időpontjában, mind a végleges beépítési helyzetben viszonylag nagy betonszilárdságra van szükség. Az előírányozott nagyobb tartósság és az említett jelentős mértékű feszítőerő együttesen vezettek a C60/75 szilárdsági jelű beton alkalmazásához.

1.5 GEOMETRIAI TERVEZÉS

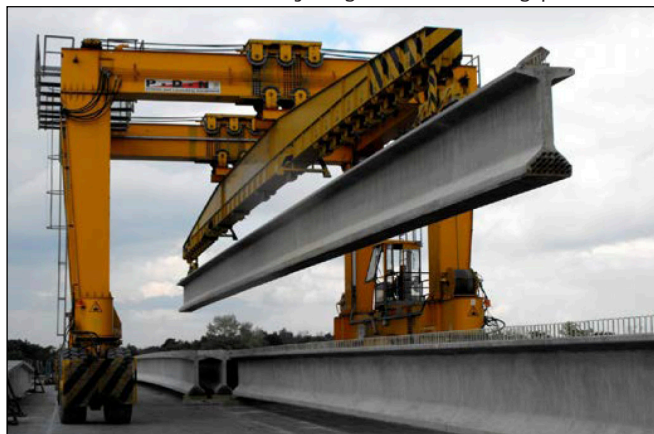
Az új FI-150 hídgerenda-család geometriai méretei egyrészt az 1.1. pontban felsorolt funkcionális igények, másrészt az üzemi gyártóberendezések és a meglévő szállítási lehetőségek (pl. közúti és vasúti pálya legkisebb görbületi sugara, megengedett legnagyobb tengely- és keréksúlyok közötti szállítás esetén, vasúti úrszelvény, szélesség stb.) által megszabott geometriai és súlykorlátok figyelembevételével kerültek meghatározásra. Ennek eredményeként a gerendacsalád leghosszabb eleme 44,80 m hosszúságúra adódott, a két végen 2x0,6 m felfekvési hossz figyelembevételével.

2. GYÁRTÁS

A Ferrobeton Zrt., mely 2008-tól a CRH cégcsoport tagja, 1994 óta a legnagyobb volumenű hídgerenda beszállítóként vett részt a magyarországi autópályák (M1, M15, M0/II/A, M5, M3, M7, M6, M60) hidépítési munkáiban. A gyártó cég és a tervező partnerei közötti hatékony együttműködésnek köszönhetően az említett időszakban több hídgerenda-család (2,0-34,0 m támaszköz-tartományban) került kifejlesztésre és hatósági engedélyeztetésre. E különböző típusú hídgerendák (FP, FCI, FPT, ITG), melyek gyártóbázisa a Ferrobeton Zrt. dunaujvárosi gyára, több mint 1000 hídfelszerkezethnél (többségében autópálya hidaknál) kerültek alkalmazásra.

A Ferrobeton Zrt. 2005-ben egy új gyártócsarnok építésével kibővítette a feszített elemgyártó üzemét, ahol a megvalósult gyártástechnológia lehetővé tette az FI-150 típusú előregyártott, előfeszített vasbeton hídgerenda-család gyártását (1,5 m tartómagasság, legfeljebb 44,8 m tartóhossz, 565 kN önsúly, 9430 kN feszítőerő, betonminőség C60/75). A gyártási körülmények mellett a cég teljeskörűen biztosította az egyéb logisztikai feltételeket is. Többek között az ilyen nagy méretű tartók alkalmazása érdekében megőrizte, és a mai napig is fenntartja a dunaujvárosi gyár közvetlen vasúti iparvágány kapcsolatát. Emellett megfelelő kapacitású tárolóteret alakítottak ki, majd a későbbiekben az 1. számú képen látható önjáró,

1. ábra: 600 kN teherbírású önjáró, gumikerekes emelőgép, elemmel



gumikerekes, nagy teherbírású emelőgépet is beszerezték, mely a tárolás mellett alkalmas a hídgerendák vagonba rakodására is. Ez a technológiai kapacitás lehetővé tette heti 20 db 44,80 m hosszúságú hídgerenda gyártását.

3. ALKALMAZÁS

Az első, FI-150 hídgerendák felhasználásával készült előregyártott autópálya híd-felszerkezet az M7 autópálya Balatoneresztúr-Nagykanizsa szakaszán épült 2007 decemberében. Az M7-es autópálya 7-es számú főút feletti Z15 j. felüljáró hídjának két pálya alatti felszerkezetébe összesen 2 x 12 = 24 db FI-150/42,80 j. hídgerenda került beépítésre.

Kiemelten fontos alkalmazási hely volt továbbá az M6 autópálya Dunaujváros – Szekszárd szakaszán megépült négy új völgyhíd Dunaujváros és Paks térségében (összesen kb. 26 000 m gerendahossz beépítése mellett, melyből kb. 470 db gerenda hossza nagyobb mint 43,80 m, (1. táblázat és 2. ábra).

Ezen túlmenően 10 db egynyílású autópálya aluljáró valósult meg az M3-as autópálya Vásárosnamény térségi szakaszán a 41,6-43,6 m nyílástartományban (3. ábra).

Jelentős műtárgyak épültek még az M43, M25 autópályákon, valamint az M8 autópálya Várpalotát elkerülő szakaszán.

A közelmúlt időszak fontos projektje az M44 autópálya hidépítési munkáinak lebonyolítása. Amellett, hogy ezeket a tartókat nyolc híd esetében elsősorban egynyílású autópálya aluljáró vagy felüljáró műtárgyakban alkalmaztuk. Kiemelten feladat volt a Körös-híd ártéri szakaszaiba beépített 176 db

1. táblázat: FI-150 tartó legyártott darabszámok

	Műtárgy megnevezése	Tartótípus	Tartó darabszám	m	
M6	H763	FI-150/44,8	27 db	1209,60	
		FI-150 /32,8	38 db	1246,40	
		FI-150 /20,8	38 db	790,40	
	H774	FI-150 /44,2	108 db	4773,60	
		FI-150 /30,8	38 db	1170,40	
	H1019	FI-150 /44,2	104 db	4596,80	
		FI-150 / 30,8	36 db	1108,80	
		H1040	FI-150 / 44,2	168 db	7425,60
		FI-150 / 43,8	56 db	2452,80	
		FI-150 / 30,8	40 db	1232,00	
Mindösszesen:				26006,40	

2. ábra: Völgyhíd építése az M6-os autópályán Baracsnál (H7636-as híd)



3. ábra: M3 autópálya Nyíregyháza - Vásárosnamény szakasz





4. ábra: M44 Tiszakürti Tisza híd ártéri szakasza

FI-150/42,80 j. híderenda gyártása és szállítása (8 nyílás, nyílásonként 2 x 11 db = 22 db gerenda).

Az M44 autótű új Tisza-híd ártéri szakaszán, mivel a Tisza folyó igen jelentős árterületen árad, a meder mindkét oldalán lévő árterületre is hídszerkezetet kell építeni. A híd ártéri szakaszainak hossza 46,0 m a jobbparton, 201,55 m a balparton, összesen 247,55 m. Az ártéri hídníylásokba előregyártott előfeszített vasbeton híderendák kerültek beépítésre 38,80 és 43,80 m közötti hosszakkal, a híderendák magassága 1,50. Az együttdolgoztató vasbeton pályalemez vastagsága 0,25 m. Így a vasbeton híd felszerkezet vastagsága 1,75 m. A jobbparton 21 db, a balparton 5x22 db=110 db híderenda került beépítésre 23,53 m pályaszélesség mellett. A balparti teljes hídszerkezet egy dilatációs egységet képező töbtámaszú tartók sorozatából álló különleges és egyedi szerkezeti megoldás.

Az M49-es autópálya hamarosan megépülő szakaszán vadátjáró aluljáró hídban is alkalmazásra kerül a híderenda típus 38.60 m szabad nyílás mellett.

4. MEGÁLLAPÍTÁSOK

Az előzőek szerint jelentős mennyiségű, a már megvalósult és a folyamatban lévő projektekben több mint 50.000 m, döntően nagy méretű (átlag 40 méteres hosszúságú) híderenda gyártása, szállítása és beemelése került megvalósításra, kifejezetten jó tapasztalatok mellett. A nagy méretek ellenére a gerendák felhajlás és kardosság szempontjából alapvetően egységesek. Amellett, hogy egy-egy esetben csak bonyolultabban lehetett megoldani a logisztikai kérdéseket, a tervezett műtárgyak esetében minden esetben át lehetett hidalni ezeket a problémákat. A Ferrobeton Zrt. továbbra is kiemelt projekteként kezeli a hidépítési feladatokat, amit mi sem bizonyít jobban, mint hogy a különböző típusú híderenda-családok vonatkozásában – kb. 10-44 m nyílástartományban – évi 200.000 m-t meghaladó gyártókapacitásokkal rendelkezik négy magyarországi gyártóüzemében.

A Ferrobeton Zrt., együttműködve az Uvaterv Zrt.-vel (mint tervezővel) és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Hidak és Szerkezetek Tanszékével (mint független szakértővel), 2006-ban egy teljesen új, előfeszített híderenda-családot dobott a piacra, mely alkalmas a magyarországi autópálya hidak tervezése során a megelőző időszakban felmerült funkcionális igények kielégítésére. Ez az FI híderenda-család C60/75 szilárdsági jelű betonból készül 1,50 m tartómagassággal. A család leghosszabb eleme 44,80 m hosszú. A gerendák szállítása vasúton mindenfajta forgalmi korlátozás nélkül megoldható, közúton nagyteljesítményű tréler alkalmazásával a forgalom rövid idejű, ideiglenes korlátozásával bonyolítható le. A híderenda-család a párhuzamos tervezésből adódóan teljes körűen kielégíti mind a hazai útügyi műszaki előírások, mind az Eurocode vonatkozó erőtani követelményeit, ezért a termék építőipari műszaki engedélye mindkét előírás szerinti alkalmazást lehetővé teszi. Vélhetően egyedülálló műszaki kialakításnak

minősíthető a szerkezeti rendszerrel kialakítható rendkívül karcsú hídfelszerkezet, 1,50m tartómagassággal és 0,25 m vastag együttdolgoztató vasbeton lemezzel, összesen 1,75m teljes felszerkezet magassággal 44,2 m hosszú támaszköznél.

Azt, hogy az FI-150-es tartókat megvalósító fejlesztési projekt szakmai megítélése pozitívan értékelhető, az is alátámasztja, hogy a gyártmánytervezésért az Uvaterv Zrt. (közreműködők: Ferrobeton Zrt., BME Hidak és Szerkezetek Tanszék) a tervezők számára kiírt pályázaton Tierny Clark-díjat kapott, valamint a kifejlesztett szerkezeti rendszerre – a jelentős volumenben történt tényleges megvalósulást is figyelembe véve – a Ferrobeton Zrt. megkapta (közreműködők: BME Hidak és Szerkezetek Tanszék, Uvaterv Zrt.) a magyar ipar számára kiírt Innovációs Nagydíj Pályázaton a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalának 2010. évi Innovációs Díját.

5. HIVATKOZÁS

Bedics A., Dubróvszky G., Kovács T. (2008), „Az FI-150 híderendacsalád kifejlesztése – tervezés, gyártás és alkalmazás”, VASBETONÉPÍTÉS 2008/2, pp. 34-42.

Bedics Antal (1959) Okl. Hid- és Szerkezetépítő mérnök. 1983-tól 1988-ig a Központi Bányászati Kutató és Fejlesztő Intézet (KBFI) acélszerkezeti osztályán tervező-mérnök, 1988-tól 1997-ig az Uvaterv Zrt. Hid-irodáján tervező-, majd irányító tervező-mérnök. 1998-tól 2013-ig UVATERV Zrt. Hid-iroda vezető helyettes, 2013-tól 2023-ig UVATERV Zrt. Hid-iroda igazgatója. Az 1988 óta foglalkozik az előfeszített, előregyártott híderendák fejlesztésével és az abból készülő hidak tervezésével. 1993 tól az EDICON Kft. ügyvezetője, Vasbetonépítési szakmérnök, Vezető tervező, Hid- és Tartószerkezeti szakértő, Felelős műszaki vezető.

Dubrószy Gábor (1958) építőmérnök, 1982 és 1986 között statikus tervező 1986-tól vasbeton előre gyártó vállalatoknál vezető beosztásban dolgozik. 2006-tól 2019-ig a Ferrobeton Zrt. műszaki vezérigazgató-helyettese. 1994-től irányította a Ferrobeton Zrt. hidépítéssel kapcsolatos fejlesztési és vállalkozási tevékenységét. 2021-től a Betonwerk S.R.O. ügyvezető igazgatója. Mérnök Kamara tagja és fib tag.

Kardos Gábor (1964) okl. hid- és szerkezetépítő mérnök. 1989-től 2012-ig különböző beosztásban hidépítési számos gyorsforgalmi út kivitelezési projektben vett részt. 2012-2016 között a NIF Zrt. közút fejlesztési projekt igazgatója és műszaki igazgatója. Jelenleg a Ferrobeton Zrt. infrastruktúra üzletágvezetője.

Kovács Tamás (1974) okl. építőmérnök (1997), PhD (2010), egyetemi docens a BME Hidak és Szerkezetek Tanszékén. Kutatási területei: betonszerkezetek dinamikai alapú károsodásvizsgálata, életciklus-elemzés, nagy teljesítőképességű hidbetonok, feszített szerkezetek modellezése, szerkezetek megerősítése, betonburkolatok, szerkezetek megbízhatósága, szabványosítás. Tartószerkezeti tervezős és szakértő. A Magyar Mérnöki Kamara tagja, a fib Magyar Tagozat titkára, a Magyar Út- és Vasúti Társaság tagja.

Orosz Károly (1963) okl. hidépítő mérnök 1984 óta a Hidépítő alkalmazottja, munkahelyi mérnök-építésvezető-főmérnök-projektvezető-ügyvezető beosztásokban. Kőröshegyi völgyhíd, M1, M7, több autópálya projekt, irányítása. A Hidépítő több szabadalommal védett technológiájának fejlesztője. Szakmai tapasztalat tolt, szabadon betonozott, extradosed szerkezetek építésében 6 db folyami hid építésében kivitelezői tapasztalat.

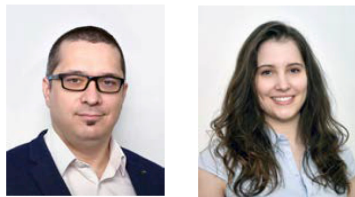
THE APPLICATION OF THE FI-150 BRIDGE BEAM FAMILY, THE EXPERIENCES OF THE FIRST 15 YEARS

Antal Bedics – Gábor Dubróvszky – Gábor Kardos – Tamás Kovács – Károly Orosz

The fast development of the freeway system in Hungary started in 2003 and provided the technical and economical background for new prestressed, precast bridge girders. The developed FI-150 bridge girder family was based on the updated technical requirements where also functional, geometrical and economical aspects were considered.

In addition to the requirements on ultimate limit states and serviceability limit states, requirements on durability were also met according to the Hungarian technical requirements and also to the Eurocodes. The new FI-150 bridge girder family is produced by the concrete grade of C60/75, overall depth is 1,50 m and max. length is 44,80 m. The span of the longest girder is 44,20 m and suitable as simply supported girders or as a system of multi span girders. The Ferrobeton Co. is prepared for the production by the FI-150 bridge girder family. The success of the FI-150 bridge girder family is indicated many applications in design and construction.

DISZKRÉT SZÁLAK KERESZTMETSZETI ELHELYEZKEDÉSÉNEK HATÁSA SZÁLERŐSÍTÉSŰ BETON GERENDÁK KIÉRTÉKELÉSÉNÉL



Dr. Balázs L. György
65. születésnapjára ajánlva

<https://doi.org/10.32969/VB.2023.3.7>

Dr. Juhász Károly Péter - Tuza Tímea

A szálerősítésű beton egy kompozit anyag, ahol a betonban elkevert szálak elsődleges szerepe a beton duktilitásának a növelése. A kompozit anyag anyagtulajdonságai függenek a beton mátrix és az elkevert szálak mechanikai tulajdonságaitól, ugyanakkor a mátrix és a szálak kapcsolatától is. A szálerősítésű beton anyagparamétereinek meghatározására a legelterjedtebb vizsgálat a hárompontos hajlított gerendateszt, mely segítségével lehet meghatározni a maradó szilárdságokat adott CMOD értékeknél. A gerenda törési keresztmetszetének mérete 125×150 mm, mely méretnél az eredmények nagy szórása tapasztalható. A nagy szórás elsődleges oka a szálak elhelyezkedése és darabszáma a törési keresztmetszeten. Jelen cikkben acél- és szintetikus makro szálerősítésű betonok gerendateszt eredményeit vizsgáljuk, mely során elemezzük a törési keresztmetszeten áthaladó szálak darabszámát és pozícióját, valamint ezek hatását a maradó hajlító-húzószilárdságra.

Kulcsszavak: szálerősítésű beton, keverési modell, anyagparaméterek, anyagparaméterek kiértékelése

1. BEVEZETÉS

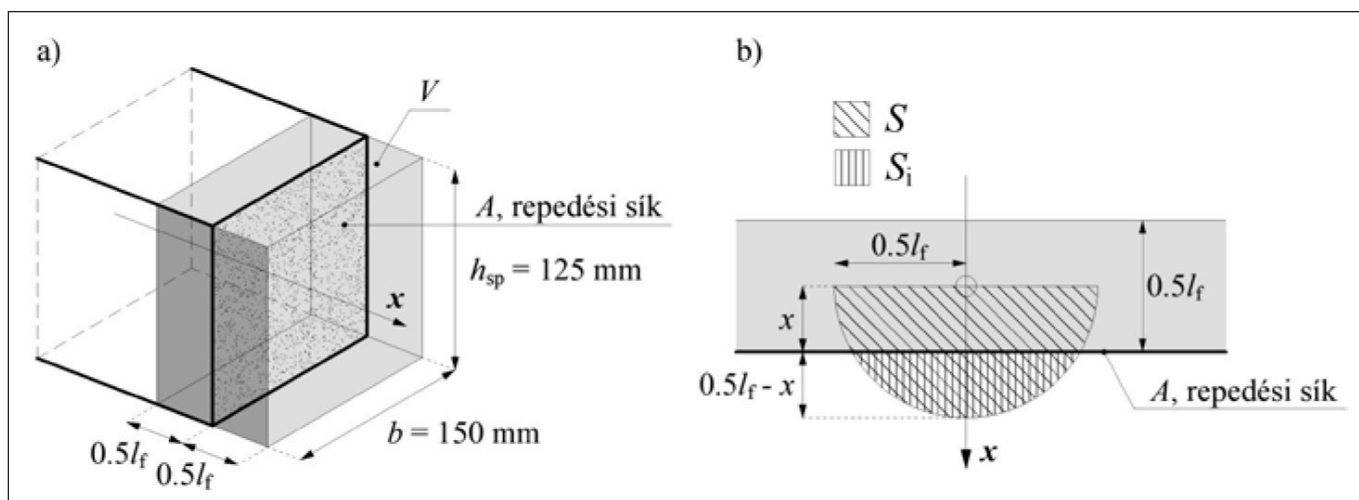
A szálerősítésű beton egy kompozit anyag, ahol a betonba, mint mátrixba rövid szálakat keverünk el (Kollár, Springer, 2003). Az elkevert szálak növelik a beton törési energiáját és így a duktilitását is (Gopalaratnam et.al., 1991; Balaguru, Shah, 1992). A szálak különféle anyagból (acél, műanyag, üveg, természetes) és különböző geometriával (egyenes, kampós, hullámos, bordázott stb.) készülhetnek (ACI, 2009). Az iparban leggyakrabban használt szálak az acél és szintetikus makroszálak, amelyek megfelelő adagolással a beton berepedése után jelentős maradó szilárdságot biztosítanak.

A szálerősítés alkalmazásával a beton repedésérzékenysége csökken, ezzel nő az élettartama, ennek következtében használata az iparban széles körben elterjedt. Főképp ipari padlóknál és löttbetonokban alkalmazzák, de egyre gyakrabban használják betonelem előregyártásban is. Mindezek ellenére tervezésükhöz méretezési szabvány jelenleg még nem elérhető. Tervező mérnökök a méretezéshez szükséges módszereket olyan irányelvekben találhatnak meg, amilyen például a *fib Model Code 2010* (2013). A méretezéshez szükséges anyagparaméterek megállapítására számos szabványos vizsgálat létezik, legelterjedtebbek a hajlított gerenda és a középpontban terhelte panel tesztek (Juhász, 2018a). A gerenda vizsgálatok közül a három- és négyponthas hajlító vizsgálatok a legelterjedtebbek, európai szabványok a hárompontos, közepén bevágott gerenda tesztet alkalmazzák (MSZ EN 14651:2005+A1:2008). A mért paraméterek ezeknél a vizsgálatoknál az erő és lehajlás vagy repedésmegnyílás (crack mouth opening displacement, CMOD), esetleg mindkettő.

A hajlított gerenda eredmények szórása nagy, köszönhetően a kis méretű törési keresztmetszetnek (125×150 mm), illetve a szálak véletlenszerű elhelyezkedésének. A nagy szórás miatt az

anyagparaméterek karakterisztikus értéke jelentősen csökken, amely gazdaságtalan tervezéshez és felhasználáshoz vezethet. Matematikai statisztika alkalmazásával kimutatható, hogy véletlen eloszlást feltételezve a referencia méret növelésével a szórás is csökken (Juhász, 2018a). Ennek érdekében Bernard növelte a kör alakú panelek méretét, és kísérletileg is igazolta a szórás jelentős csökkenését (Bernard, 2013). A nagyobb méretű próbatetek vizsgálata azonban szokásos laboratóriumi körülmények között nehézkes, emiatt kevésbé terjedtek el. Kedvezőbb kiértékeléshez vezethet egy alkalmasabb valószínűségi eloszlásfüggvény használata (Bernard, Xu, 2007), vagy a szálak diszkrét modellezésével a szálak elhelyezkedésnek figyelembevétele a kiértékeléskor (Cavalaro, Aguado, 2015). A kis méretű referencia keresztmetszetből adódó nagy szórás hatását a *fib Model Code* egy növelő tényezővel veszi figyelembe, mellyel a maradó feszültség értéke – megfelelően nagy keresztmetszettel rendelkező szerkezetek esetén – megnövelhető (*fib Model Code 2010, 7.7.2, 2012*). A karakterisztikus értékek meghatározására mutat be egy új, alternatív eljárást Juhász (2020), mely során a gerendák maradó feszültségi értékei és az eltört keresztmetszeten elhelyezkedő szálak valós eloszlásának összefüggését veszi alapul.

A szálak elhelyezkedése a törési keresztmetszeten véletlenszerű, ugyanakkor egyenletesnek feltételezett. A szálak darabszámának szórása analitikus keverési modellekkel jól becsülhető, ugyanakkor a törési keresztmetszeten való elhelyezkedésük nagyban befolyásolja a szálak hatékonyságát a gerenda hajlító vizsgálat során. Barros a keresztmetszeten áthaladó szálak darabszámát és a maradó feszültség értékének összefüggését vizsgálta, de a szálak elhelyezkedését a keresztmetszeten belül nem vette figyelembe (Barros et.al., 2005). A keresztmetszeten áthaladó szálak darabszám meghatározásának vizsgálatával foglalkozott Dupont és



1. ábra: Keresztmetszeten áthaladó szálak a) repedési sík és térfogat értelmezése, b) dőfés valószínűségi mezője

Vandewalle, (2005), ahol már figyelembe vették a zsaluhatast is. Az eredményeiket nagyszámú kísérletekkel verifikálták. A szálak keresztmetszeten való elhelyezkedésével nagy jelentősége ellenére kevesen foglalkoznak.

Jelen cikkünkben acél- és szintetikus makroszálak keresztmetszeten való elhelyezkedését és annak hatását vizsgáljuk a maradó szilárdságra. Bemutatunk egy keverési modellt, ami alkalmas a keresztmetszeten áthaladó szálak darabszámának becslésére. A modell segítségével a szálak darabszáma mellett azok keresztmetszeten belüli elhelyezkedést is vizsgáljuk, majd az eredményeket laboratóriumi vizsgálatokkal hasonlítjuk össze.

2. A KERESZTMETSZETEN ÁTHALADÓ SZÁLAK DARABSZÁMÁNAK ÉS POZÍCIÓJÁNAK MODELLEZÉSE KEVERÉSI MODELLEL

2.1. Keverési modell bemutatása

A keresztmetszeten áthaladó szálak darabszámát Naaman (1972) határozta meg geometriai valószínűségi mező segítségével. Vegyünk egy szálát, amely középpontja a V térfogatban helyezkedik el és az A repedési síkkal való dőfését vizsgáljuk (1a. ábra). Ha a szál középpontja a repedési síktól $0,5l_f$ értéknél kisebb távolságra helyezkedik el, akkor a szál az orientációjától függően átdőfheti a repedési síkot (1b. ábra).

Ennek valószínűsége a szál középpontja köré rajzolt S_i és S felületű gömbszelet felületének a hányadosa:

$$q_{\text{Naaman}} = \frac{S_i}{S} = \frac{0,5l_f - x}{0,5l_f} = 1 - \frac{2x}{l_f} \quad (1)$$

Annak a szálnak a dőfési valószínűsége, amely középpontja a V térfogatban van és orientációja véletlenszerű a következő:

$$p = \frac{\int_0^{l_f/2} \left(1 - \frac{2x}{l_f}\right) dx}{l_f/2} = 0,5 \quad (2)$$

Így, a repedési keresztmetszet mindkét oldalán egységnyi térfogattal számolva, az egységnyi keresztmetszeten áthaladó szálak száma:

$$n = 2 \int_0^{l_f/2} \left(1 - \frac{2x}{l_f}\right) \frac{N}{V} dx = \frac{N}{V} 2 \int_0^{l_f/2} \left(1 - \frac{2x}{l_f}\right) dx = \frac{N}{V} 0,5l_f \quad (3)$$

ahol n az egységnyi keresztmetszeten áthaladó szálak darabszáma [db/m²], N pedig a V térfogatrészben levő szálak darabszáma.

A levezetés végtelen kiterjedésű keresztmetszetre igaz, azonban véges méretű keresztmetszet esetén a szálak orientációját befolyásolhatja a keresztmetszet körüli zsaluzat, amelyet a szakirodalom zsaluhatastnak (wall-effect) nevez. Ezt vizsgálta Dupont és Vandewalle (2005) és Stroven (2010) acélszálak esetében, illetve Alberti, Enfedaque, Gálvez (2017) és Juhász (2018a) acél- és szintetikus szálak esetében. Acélszálak esetében a keveredés során merev, míg szintetikus szálak esetében hajlékony szálakat feltételezhetünk. A zsaluhatast mértéke mind acél, mind szintetikus szálak esetében elhanyagolható a szabványos méretű gerenda keresztmetszeten, így a keresztmetszeten áthaladó szálak darabszámának meghatározásakor nem szükséges a figyelembevétele (Juhász, 2018b).

2.2. Keresztmetszeten áthaladó szálak darabszáma és szórása

A V térfogatrészben elhelyezkedő szál dőfési valószínűsége $p = 0,5$ és binomiális eloszlást mutat. A centrális határeloszlástétel alapján egy binomiális eloszlású véletlen változó bizonyos feltételek mellett jól közelíthető normális eloszlással (Ekstrom, Sørensen, 2014), amennyiben:

$$N \times \min \left\{ \begin{matrix} p \\ 1-p \end{matrix} \right\} \geq 5 \rightarrow N \geq 10 \quad (4)$$

Tehát ha a V térfogatban levő szálak darabszáma $N \geq 10$, akkor a dőfés normális eloszlással jól közelíthető. A keresztmetszeten áthaladó szálak darabszámának középértéke így:

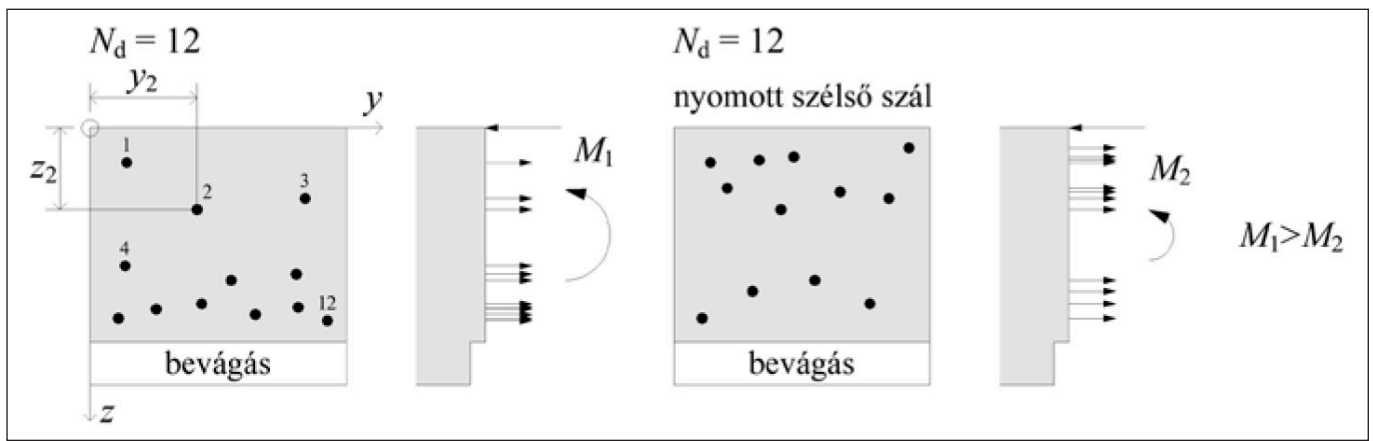
$$m = N_m = Np = 0,5N \quad (5)$$

szórása:

$$\sigma = \sqrt{Np(1-p)} = \sqrt{0,25N} \quad (6)$$

relatív szórása:

$$cv_m = \frac{\sqrt{0,25N}}{0,5N} \quad (7)$$



2. ábra: A törési keresztmetszeten áthaladó, a nyomott zónától különböző távolságra elhelyezkedő szálak hatása a berepedt gerenda keresztmetszeti nyomatéki ellenállására

2.3. Szálynomaték

A szálerősítésű beton gerenda berepedt keresztmetszetének nyomatéki ellenállása főként a törési keresztmetszeten áthaladó szálak darabszámától és a szálak z -irányú elhelyezkedésétől függ. Ha a szálakban ébredő erőt egységesnek vesszük, akkor a nyomott zónától messzebb elhelyezkedő szálak erőkarja, illetve ennek megfelelően a nyomatéka is nagyobb (2. ábra).

Vegyük a szálak erőkarját a gerenda felső szélétől mérve a nyomott szélső szál vastagságának elhanyagolásával, majd ezeket összegezzük. Az így kapott érték a szálynomaték (Juhász, 2013):

$$S_{f,\text{test}} = \sum_{i=1}^{N_d} z_i \quad (8)$$

ahol S_f a szálynomaték méterben, z_i pedig az i jelzésű szálhoz tartozó z irányú távolság a nyomott szélső száltól (2. ábra), N_d pedig a keresztmetszetet döfő szálak darabszáma.

Egyenletes elkeveredést és orientációt feltételezve a keresztmetszeten áthaladó szálak darabszáma az (5) egyenlet alapján N_m . Ha a keresztmetszeten a szálak elhelyezkedését is egyenletesnek tételezzük fel, akkor az áthaladó szálak középpontja egybe esik a törési keresztmetszet középpontjával, így a szálynomaték felírható:

$$S_{f,\text{ideal}} = N_m \cdot 62,5 \text{ mm} \quad (9)$$

2.4. Egyenletes elhelyezkedés

A keresztmetszeten elhelyezkedő szálak egyenletes elhelyezkedésének jellemzésére Clark-Evans féle legközelebbi szomszéd analízist használtuk (Clark és Evans, 1954).

$$R = \frac{r_A}{r_E} = \frac{2\sqrt{\delta} \sum_{i=1}^{N_d} s_i}{N_d} \quad (10)$$

ahol s_i az i -edik szál és legközelebbi szomszéd szál távolsága, R az egyenletes elhelyezkedés mérőszáma, $\delta = N_d / A$.

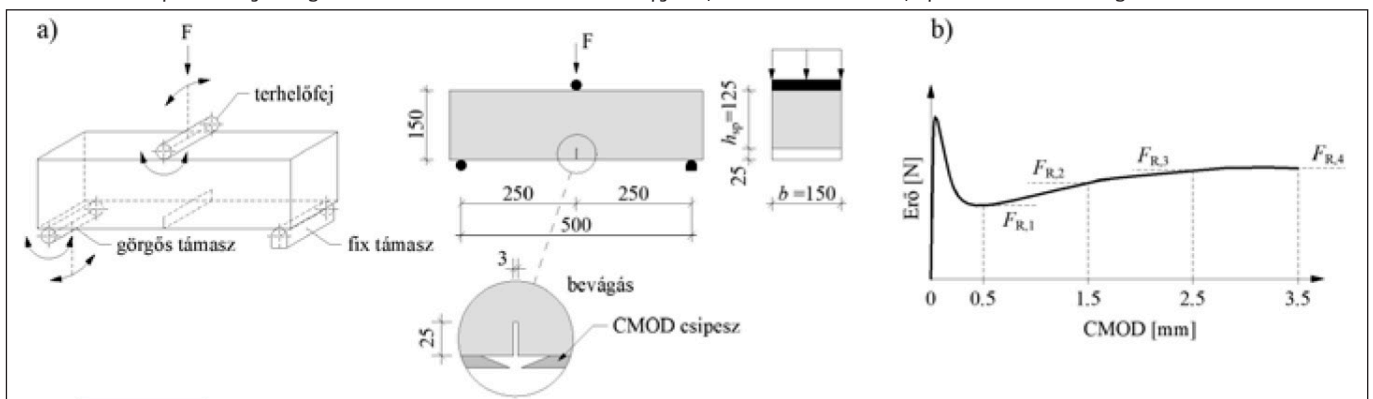
Az $R = 0$ értéknél a szálak egy pontban helyezkednek el, $R < 1$ értéknél sűrűsödés tapasztalható, $R > 1$ értéknél egyenletes eloszlás feltételezhető.

3. SZÁLERŐSÍTÉSŰ BETON GERENDÁK LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATAI

3.1. Vizsgálati módszer

A vizsgálatot az MSZ EN 14651:2005+A1:2008 szabvány szerint végeztük. A vizsgált próbatetek mérete az MSZ EN 12390-1:2021 szabványnak megfelelő névleges méretű, 150 mm × 150 mm × 600 mm-es gerenda volt. A gerendát az egyik, zsaluzatlan oldalra merőleges oldalán, a gerenda közepénél 25 mm mélyen bevágtuk, ennél a bevágásnál mértük a repedés megnyílását. A törési keresztmetszet mérete így 125 mm × 150 mm volt. A próbatestet hárompontos hajlítással terheltek, ahol a támaszköz 500 mm volt. A támaszok mérete és szabadságfoka a 3a. ábrán látható. A vizsgálatot 28 napos korban az MSZ EN 12390-4:2020 szabványnak megfelelő vizsgálóberendezéssel (ZWICK/Roell Z100) végeztük el. A vizsgálat CMOD-vezérelt, ahol a repedésmegnyílás sebessége CMOD=0,1 mm-ig 0,05 mm/perc, majd 0,2 mm/perc CMOD=4 mm-es

3. ábra: Hárompontos hajlított gerendateszt MSZ EN 14651:2005 alapján a) kísérleti elrendezés b) tipikus erő-CMOD diagram



repedésmegnyílásig. Az eredmény az erő-CMOD diagram (3b. ábra).

3.2. Kísérleti mátrix

A vizsgálat során acél- és szintetikus makro szálakkal erősített betonokat vizsgáltunk, amely adagolása az iparban szokott adagolásnak felel meg: acélszál esetében 20 és 30 kg/m³, míg szintetikus szál esetében 2,5; 5,0 és 7,5 kg/m³. A beton összetételét az 1. táblázatban adtuk meg, míg a szálak adatait a 2. táblázatban. A beton receptúra az MSZ EN 14845-1:2008 szabvány referencia beton előírása alapján készült, míg a szemmegoszlási görbe az MSZ EN 1766:2017 szabványnak felel meg. A kísérlet során a gerendákat az MSZ EN 12390-2:2019 szabvány szerint készítettük és tároltuk.

1. táblázat: A beton receptúra

Alkotóanyag	Típus	Adagolás (kg/m ³)
Homok (0-4)		631
Kavics (4-8)	gömbölyű	685
Kavics (8-16)	gömbölyű	487
Cement	CEM I 42.5 R	380
Víz		182
Folyósító	MAPEI NRG1020	2

2. táblázat: A vizsgálat szálak adatai

Jellemző	Acélszál	Szintetikus makroszál
Szál típus	Humix 50	BarChip 48
Alapanyag	hidegen húzott acél	polipropilén
Húzószilárdság	min. 1000 MPa	640 MPa
Rugalmassági modulus	210 GPa	10 GPa
Szálhossz/ átmérő	50mm / 1050 μm	48 mm / 720 μm
Lehorgonyzás	kampós vég	bordázott felület
Szál/kg	3 178 db	58 366 db
Adagolás	20 kg/m ³ ; 30 kg/m ³	2,5 kg/m ³ ; 5 kg/m ³ ; 7,5 kg/m ³

3. táblázat: Kísérleti mátrix

Gerenda neve	Szál anyaga	Szálada- golás kg/ m ³	Próbatest darab- száma
ST-20-1...7	acél	20	7
ST-30-1...7	acél	30	7
SY-2,5-1...6	szintetikus	2,5	6
SY-5,0-1...6	szintetikus	5,0	6
SY-7,5-1...6	szintetikus	7,5	6

Az acél szálak típusa HUMIX volt, míg a szintetikus szálaké BarChip 48.

3.3. Eredmények kiértékelése

A maradó feszültség értékét meghatározott CMOD értékeknél (CMOD = 0,5; 1,5; 2,5 és 3,5 mm) kell kiértékelni az MSZ EN 14651:2005+A1:2008 szabvány alapján. Az egyes próbatestekre értelmezett maradó szilárdságot az alábbi egyenlet alapján kell meghatározni:

$$f_{R,i} = \frac{3F_{R,i}L}{2bh_{sp}^2} \quad (11)$$

ahol $f_{R,i}$ és $F_{R,i}$ az adott CMOD értékhez tartozó maradó szilárdság, illetve terhelő erő, L a feszítáv, b és h_{sp} a keresztmetszeti méretek a 3a. ábra szerint.

A vizsgálat elvégzése után a gerendákat két részre törtük, majd a törési keresztmetszeten vizuálisan megvizsgáltuk a szálakat. A gerenda keresztmetszetén található szálak távolságát 0,1 mm pontossággal lemértük a 2. ábrán látható koordináta rendszernek megfelelően (y és z koordináták).

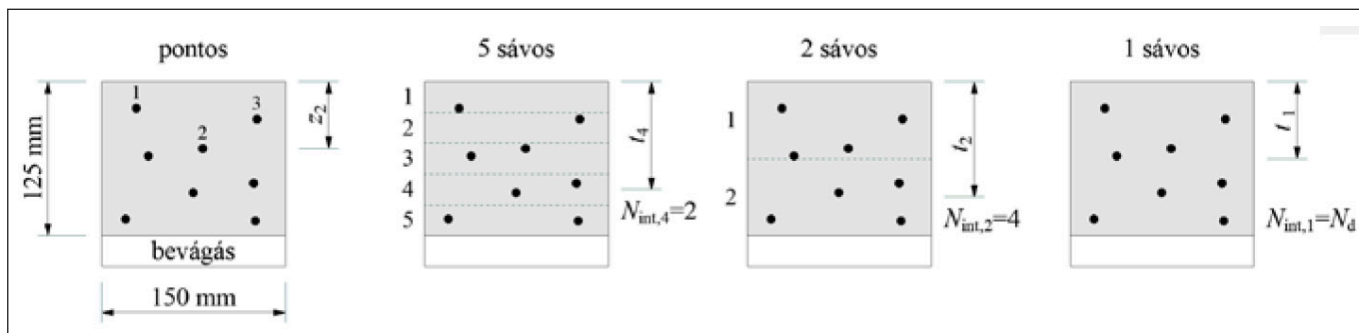
A gerenda félbetörése után a szálak egy része kihúzódott, míg egy része elszakadt. Acélszálak esetében jellemzően kihúzódtak a szálak, míg szintetikus szálak esetében egy részük kihúzódott, míg egy részük elszakadt. A szálak lehorgonyzását és a keresztmetszettel bezárt szöveget figyelmen kívül hagytuk. A szál pozíciójának azt a pontot tekintettük, ahol a szál a keresztmetszeten áthaladt. A kihúzódott szálak meghatározása pontosabb volt, mint a szakadt szálaké. Az elszakadt szálak esetében a szakadás történhetett a betonon kívül eső szál-részen, vagy a betonon belül. A betonban elszakadt szálak esetében csak az egyik oldalon volt látható a szál, ami további pontatlan számoláshoz vezethet. A szálak helyenként csoportosultak, amelyek ugyancsak megnehezítették a megszámlálásukat.

A méréseink célja a szálnyomatékok meghatározása volt, melyet minden gerendára meghatároztunk. A számításba a kihúzódott szálak teljes értékkel kerülnek bele, de a szakadt szálaknál figyelembe kell venni, hogy mindkét keresztmetszeten megjelennek, azaz a darabszám meghatározásnál feles értékkel számítottuk. A pontos mérés rendkívül időigényes feladat, azonban a sávós módszerrel a folyamat leegyszerűsödik. A sávós módszer lényege, hogy a keresztmetszetet sávokra osztjuk és megszámloljuk a szálak darabszámát a sávokban ($N_{int,i}$), majd ezen szálak nyomott zónától mért távolságának a nyomott zóna és a sáv középpontjának távolságát vesszük (t_i) (4. ábra). A sávok számának növelésével a sávós módszerrel számolt szálnyomaték a pontos szálnyomatékhoz tart. Vizsgálatunknál 5 sávós, 2 sávós és 1 sávós módszerrel határoztuk meg a szálnyomatékokat. A pontos szálnyomaték meghatározása a (8) alapján történik, míg a sávós módszerrel az alábbi módon:

$$S_{f,test,s} = \sum_{i=1}^s N_{int,i} t_i \quad (12)$$

ahol i a sáv száma, $N_{int,i}$ az i sávban levő szálak darabszáma, és s a sávok számát jelenti.

A jelen vizsgálatnál összehasonlítjuk a pontos, illetve az 5, 2 és 1 sávós módszerrel meghatározott szálnyomatékokat. Fontos megjegyezni, hogy az 1 sávós módszernél a szálak elhelyezkedése nem befolyásolja a szálnyomaték értékét, illetve, egyenletes eloszlást feltételez. Ennek megfelelően az 1 sávós módszernél számolt szálnyomaték az adott keresztmetszeten áthaladó szálak darabszámához tartozó ideális szálnyomaték értékeként is felfogható.



4. ábra: Szálynymatékok meghatározása különböző pontossággal

4. KEVERÉSI MODELL ÉS LABORATÓRIUMI EREDMÉNYEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

4.1. Keresztmetszeten áthaladó szálak darabszáma

A keresztmetszeten áthaladó szálak középértékét az (5) alapján meghatároztuk, majd a kísérlet során minden gerendánál megszámoltuk. A két értéket adagolásonként oszlopdiaagramokban a 5. ábrán ábrázoltuk.

Meghatároztuk a modell (cv_m) és a minta (cv_p) relatív szórását, amelyet az 4. táblázatban mutatunk be.

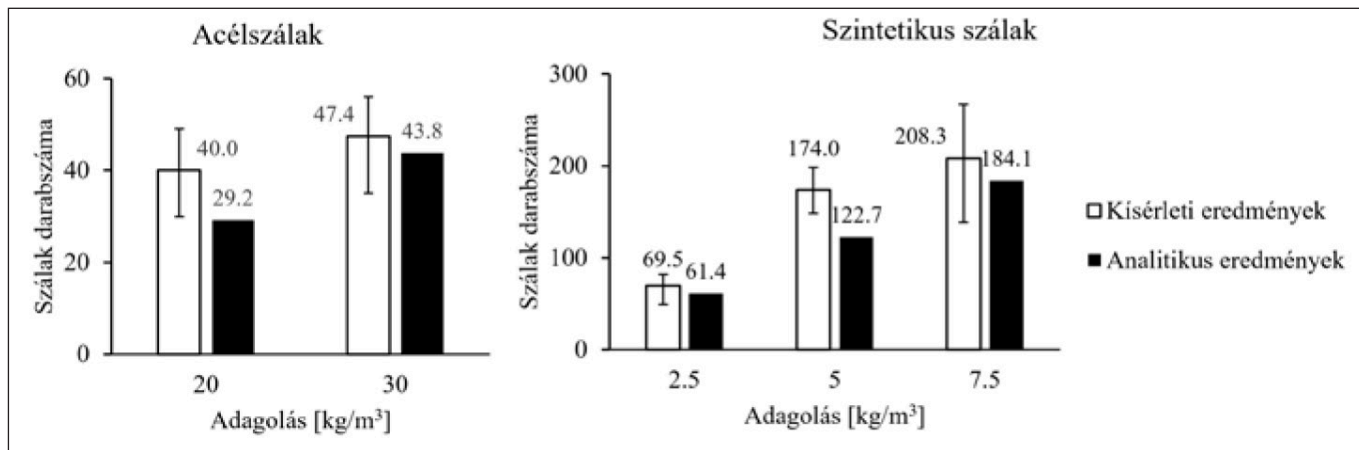
Megállapítható, hogy a keverési modellel meghatározott keresztmetszeten áthaladó szálak darabszáma minden esetben kisebb volt, mint a kísérletek alapján meghatározott értékek. Ennek oka a szálak orientációjának a változása a vibrálás alatt, mely során a gerenda hossztengejének irányába orientálódnak.

Acélszálnál 30 kg/m^3 -es adagolásnál az analitikus érték jól közelítette a kísérleti értéket, míg 20 kg/m^3 -es adagolásnál a legkisebb egyedi érték is magasabb volt, mint az modell eredménye. Ugyanakkor az is jól látható, hogy a 20 és 30 kg/m^3 -es adagolás között is elenyésző a különbség. Ennek oka szintén a gerendák készítésében keresendő: míg a vibrációs idő azonos volt mindkét esetben, a nagyobb adagolásnál feltételezhetően kevésbé orientálódtak a szálak, míg a kisebb adagolásnál a vibrálás hatása jelentősebb volt.

Szintetikus szálak esetében a $2,5$ és $7,5 \text{ kg/m}^3$ -es adagolásnál is jól közelítette a modell a kísérleti eredményeket, az $5,0 \text{ kg/m}^3$ -es adagolásnál viszont számottevően kisebb értéket adott. A szálak növelésével a keresztmetszeten áthaladó szálak darabszáma arányosan kell, hogy nőjön. Ha a $2,5 \text{ kg/m}^3$ -es adagolást vesszük alapul, akkor annak 2-szerese 139 szál lenne, míg 3-szorosa 208,5 szál. Az 5 kg/m^3 -es adagolás ennél jóval magasabb, míg a $7,5 \text{ kg/m}^3$ -es adagolás nagyon közel áll hozzá. Így az $5,0 \text{ kg/m}^3$ -es adagolás eltérése a modell eredménytől megindokolható.

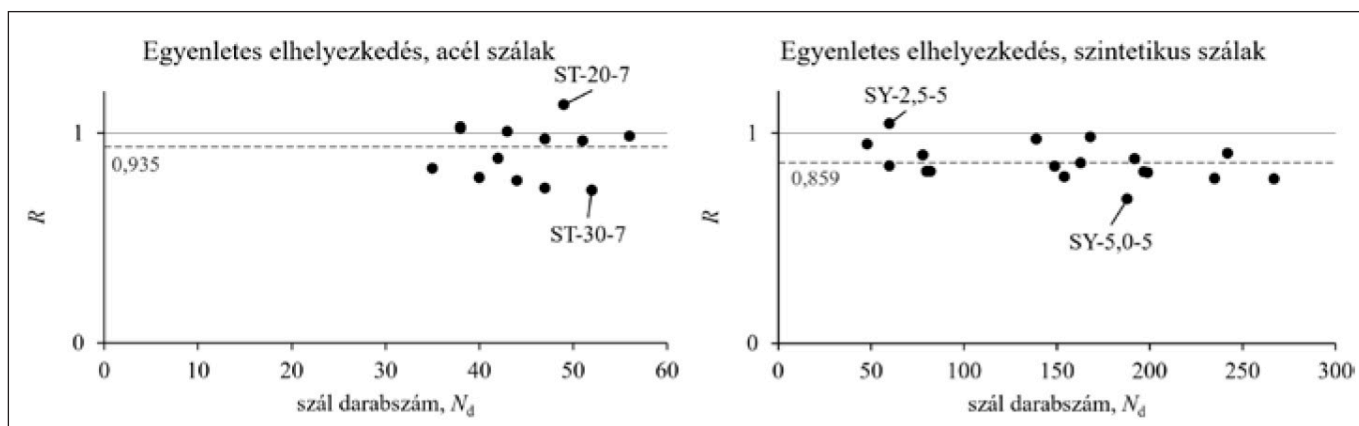
A keverési eredmény relatív szórása a szálak darabszámának növekedésével csökken, ugyanakkor ez nem mondható el a

5. ábra: A vizsgált keresztmetszeten áthaladó szálak darabszámának középértéke és terjedelme, a keverési modell középértéke, acél és szintetikus szálak esetén



4. táblázat: Modell és minta relatív szórása

Szál és adagolás	Szálak N darabszáma V térfogatban	cv_m , modell relatív szórása (7)	cv_p , minta relatív szórása
acél – 20 kg/m^3	58,38	13,1	14,5
acél – 30 kg/m^3	87,58	10,7	14,2
szintetikus – $2,5 \text{ kg/m}^3$	122,72	9,0	18,5
szintetikus – $5,0 \text{ kg/m}^3$	245,45	6,4	12,2
szintetikus – $7,5 \text{ kg/m}^3$	368,17	5,2	23,8



6. ábra: A szálak egyenletes elhelyezkedése a keresztmetszeten áthaladó szálak darabszámának függvényében, acél és szintetikus szálak esetében

kísérleti eredményeknél. Acélszálak esetében nagyságrendileg azonos, míg szintetikus szálak esetében az $5,0 \text{ kg/m}^3$ -es adagolásnál a legkisebb a relatív szórás, $7,5 \text{ kg/m}^3$ -es adagolásnál a legnagyobb. A modell relatív szórásának értéke jelentősen eltér a kísérleti eredményektől, ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy a mintaszám ehhez a statisztikai kiértékeléshez alacsony volt.

4.2. Keresztmetszeten áthaladó szálak egyenletes elhelyezkedése

A keresztmetszeten áthaladó szálak egyenletes elhelyezkedését jól jellemzi a Clark-Evans féle R mérőszám, amelyet minden keresztmetszetre meghatároztunk a (10) képlet alapján. Az eredményeket az 6. ábrán szemléltetjük, mind acél és szintetikus szálak esetén.

Az ábrán jól látható, hogy az egyenletes elkeveredés jellemzésére használt R értéke nem függ a keresztmetszeten áthaladó szálak darabszámától, középértéke acélszálak esetében $R_{\text{acél}}=0,935$; míg szintetikus szálak esetében $R_{\text{szintetikus}}=0,859$ volt. A keresztmetszeten áthaladó szálak dőfpontjainak

egyenletes elhelyezkedése azonban függ a szálak egyenletes elkeveredésétől, mely pedig további betontechnológiai paraméterektől. Ennek vizsgálata további kutatásokat igényel.

4.3. Szálynomatékok meghatározása

Az egyes gerendákhoz tartozó szálynomatékokat és a sávos módszerrel meghatározott szálynomatékok százalékos eltérését a pontos szálynomatéktól az 5. és 6. táblázatban adtuk meg. Acélszálak esetén az 1 sávós szálynomatéknál az eltérés -16% és $+63\%$ között van, míg szintetikus szálaknál -11% és $+59\%$ között van. A 2 sávós módszernél a maximális eltérések acélszálak esetén -5 és $+13\%$ között voltak, míg szintetikus szálak esetén -6 és $+16\%$ között. Az 5 sávós módszernél a maximális eltérés 3% alatt van acélszálak esetén, míg szintetikus szálaknál 7% alatt.

Mivel az 1 sávós módszernél feltételezzük a szálak egyenletes eloszlását, így a pontos szálynomaték és az 1 sávós szálynomaték közötti eltérés a szálak z irányú egyenetlen elhelyezkedésére is utal.

A szálak egyenletes elhelyezkedésével várható, hogy a

5. táblázat: Különböző pontosságú szálynomatékok és azok eltérése acélszálak esetén

Szál típus és adagolás	Gerenda sorszám	Szálynomatékok [mm] és eltérések [%]						
		pontos	5 sávós			2 sávós		1 sávós
acélszál, 20 kg/m^3	1	2976	2925	-1,72	2813	-5,50	2500	-16,00
	2	2249	2275	+1,17	2375	+5,62	2375	+5,62
	3	2509	2538	+1,15	2469	-1,59	2688	+7,13
	4	2447	2425	-0,91	2438	-0,40	2375	-2,95
	5	2877	2925	+1,66	2813	-2,25	2625	-8,76
	6	3535	3538	+0,08	3813	+7,87	3063	-13,35
	7	1995	2050	+2,76	2063	+3,39	1875	-6,01
acélszál, 30 kg/m^3	1	2716	2763	+1,70	2906	+7,00	2938	+8,15
	2	3502	3525	+0,65	3563	+1,72	3500	-0,06
	3	3565	3563	-0,07	3656	+2,56	3188	-10,59
	4	2441	2425	-0,65	2500	+2,42	2750	+12,66
	5	3143	3138	-0,19	3031	-3,57	2938	-6,55
	6	2438	2413	-1,03	2344	-3,85	2188	-10,26
	7	1987	2000	+0,67	2250	+13,26	3250	+63,60

6. táblázat: Különböző pontosságú szálnyomatékok és azok eltérése szintetikus szálak esetén

Száltípus és adagolás	Gerenda sorszám	Szálnyomatékok [mm] és eltérések [%]						
		pontos	5 sávós		2 sávós		1 sávós	
szintetikus, 2,5 kg/m ³	1	5227	5344	+2,23	5266	+0,73	5031	-3,75
	2	4679	4588	-1,95	5031	+7,54	5125	+9,54
	3	4128	4119	-0,23	4047	-1,97	3781	-8,41
	4	5309	5369	+1,13	5328	+0,36	4781	-9,94
	5	4374	4481	+2,46	4609	+5,39	4281	-2,11
	6	1921	2050	+6,73	2219	+15,51	3063	+59,44
szintetikus, 5,0 kg/m ³	1	9768	9775	+0,08	9969	+2,06	9625	-1,46
	2	11191	11225	+0,31	11375	+1,65	11938	+6,67
	3	8956	8994	+0,42	9516	+6,25	10219	+14,10
	4	9395	9675	+2,98	10719	+14,08	11813	+25,73
	5	13088	13150	+0,48	13531	+3,39	12375	-5,45
	6	8332	8406	+0,89	8516	+2,20	9281	+11,39
szintetikus, 7,5 kg/m ³	1	8386	8500	+1,37	8313	-0,87	8688	+3,60
	2	11181	11206	+0,22	10516	-5,95	12094	+8,16
	3	11412	11838	+3,73	13281	+16,38	14938	+30,89
	4	16082	15938	-0,90	16625	+3,38	16688	+3,77
	5	11834	11775	-0,50	11313	-4,41	10500	-11,27
	6	14768	14763	-0,04	15750	+6,65	15188	+2,84

szálnyomaték az adott szál darabszámhoz tartozó ideális szálnyomatékhoz közelít. Ezek kapcsolatát vizsgáljuk a 8. ábrán, ahol az ideális (1 sávós) szálnyomatéktól való eltérés abszolút értékét és az egyenletes elkeveredés kapcsolatát ábrázoljuk. Jól látható, hogy nincs erős összefüggés az elkeveredés és az ideális szálnyomatéktól való eltérés között. Szintetikus szálaknál a SY-2,5-6 jelzésű gerenda elkeveredése egyenletesnek mondható, ugyanakkor az ideális szálnyomatéktól jelentős mértékben eltér. Acélszálaknál az ST-30-7 jelzésű gerenda esetén az elkeveredés gyenge és az ideális szálnyomatéktól való eltérés is jelentős. A legjobb értékekkel rendelkező gerendák az ST-20-7 és SY-2,5-5 jelzésűek, melyek esetében mind az eloszlás egyenletes, mind pedig a szálnyomaték közel áll az ideálishoz. Néhány gerenda keresztmetszetét és az elhelyezkedő szálakat a 9. ábrán ábrázoltuk.

4.4. Maradó feszültségek és szálnyomatékok összefüggései

A szálnyomatékok és maradó feszültségek összefüggéseit diagramon ábrázoltuk mind acél, mind szintetikus szálak esetében (10. és 11. ábra).

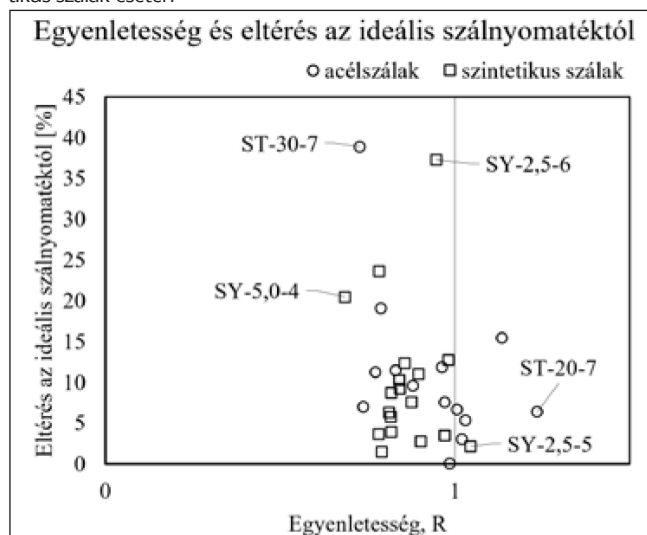
Mindkét száltípus esetén jól láthatóan lineáris összefüggés van a szálnyomaték és a maradó szilárdság között. Az is megállapítható, hogy a pontosabb módszerrel számolt szálnyomatékok esetében az egyenestől való eltérés kisebb, melyet a korrelációs együtthatóval lehet számszerűsíteni. Ezeket az együtthatókat a 7. táblázatban közöljük.

A fentiek alapján megállapítható, hogy a pontos és az 5 sávós szálnyomatékok esetén a korrelációs együttható minden esetben 0,9 érték felett volt, amely nagyon erős egyezést jelent. Ezek alapján kijelenthető, hogy a szálnyomatékok és a maradó szilárdságok között erős lineáris kapcsolat van.

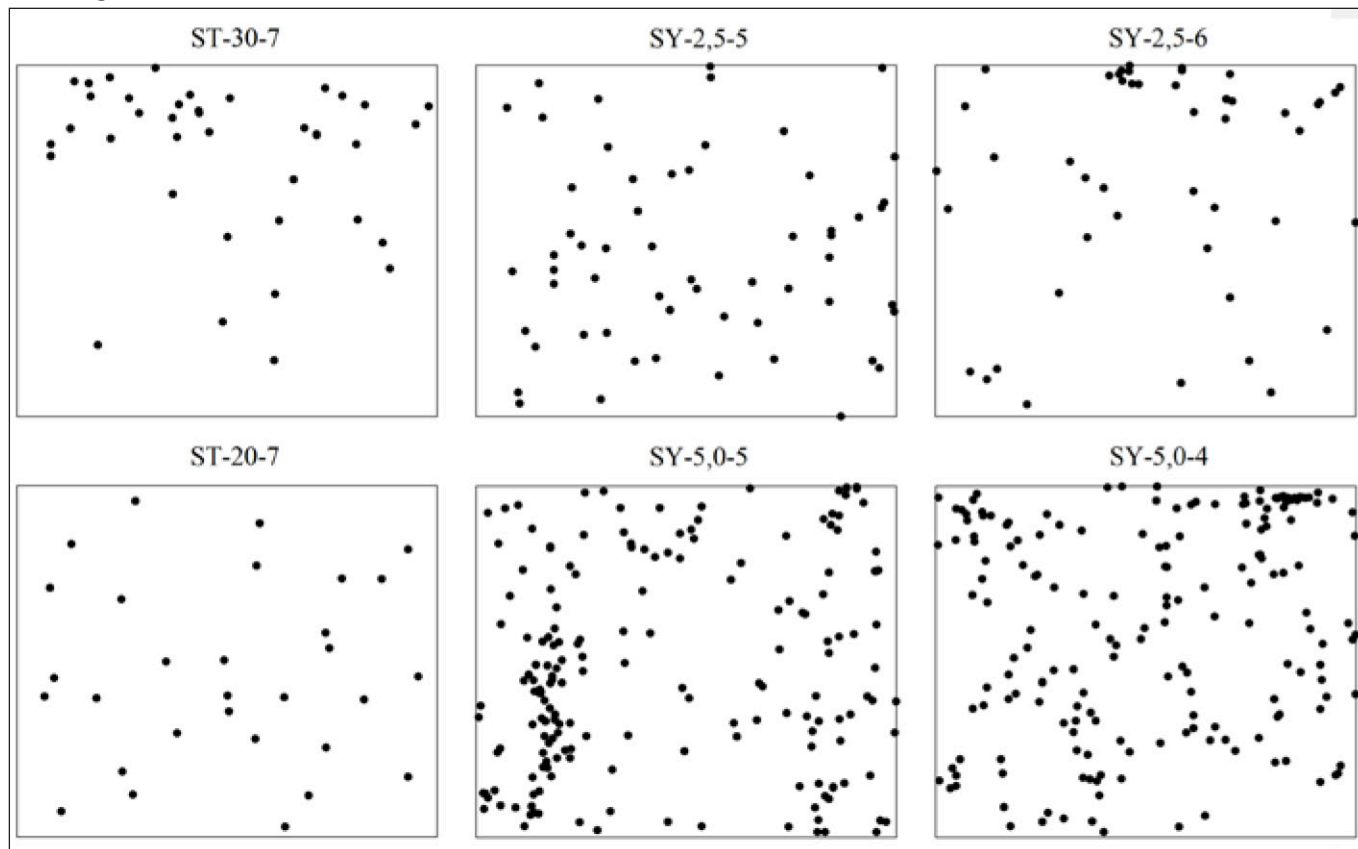
5. SZÁLERŐSÍTÉSŰ GERENDATESZT KIÉRTÉKELÉSÉNEK LEHETSÉGES ÚJ IRÁNYA

Az elvégzett szabványos vizsgálatok a szálerősítésű betonok anyagparamétereinek meghatározására szolgálnak. A vizsgálatok tapasztalatai alapján megállapítható, hogy az eredmények szórása igen nagy, ami összhangban van a hasonló irodalmi és laboratóriumi eredményekkel. Tervezési anyagparaméterek meghatározásánál a hivatkozó szabványok (ISO 2394, EN 1990:2011) normális eloszlást feltételezve statisztikai módszerrel határozzák meg a karakterisztikus értéket (5%-os alsó kvantilis) a következő módon:

8. ábra: a szál darabszám és szálnyomaték összefüggése acél és szintetikus szálak esetén



9. ábra: gerenda keresztmetszetek



7. táblázat: Szálynomaték és maradó szilárdság közötti korrelációs együtthatók

Számítási módszer	Korrelációs együttható, r							
	acélszálak				szintetikus szálak			
	$f_{R,1}$	$f_{R,2}$	$f_{R,3}$	$f_{R,4}$	$f_{R,1}$	$f_{R,2}$	$f_{R,3}$	$f_{R,4}$
pontos	0,919	0,952	0,945	0,923	0,969	0,978	0,970	0,984
5 sávós	0,909	0,945	0,937	0,914	0,965	0,975	0,968	0,983
2 sávós	0,879	0,917	0,906	0,881	0,949	0,961	0,956	0,974
1 sávós	0,607	0,672	0,695	0,712	0,918	0,933	0,931	0,951

$$f_{R,i,k} = f_{R,i,m} (1 - k_n V_x) = f_{R,i,m} - k_n s_x \quad (13)$$

ahol:

- $f_{R,i,k}$ = maradó szilárdság karakterisztikus értéke, MPa
- $f_{R,i,m}$ = a maradó szilárdság középértéke, MPa,
- V_x = $s_x / f_{R,i,m}$, a variációs koefficiens,
- s_x = minta szórása, MPa,
- k_n egy mintaszámtól függő tényező a 8. táblázat alapján.

A karakterisztikus értékek meghatározásánál az értékek nagyban függenek a minták számától és az eredmények szórásától. Bizonyos esetekben a $k_n s_x$ tag miatt a karakterisztikus érték akár negatív is lehet, ami nem alkalmas mérnöki számításokhoz (Juhász, 2020). Az eredmények nagy szórásának oka azonban sok esetben egyes gerendák törési felületén a szálak egyenetlen elhelyezkedése, mely

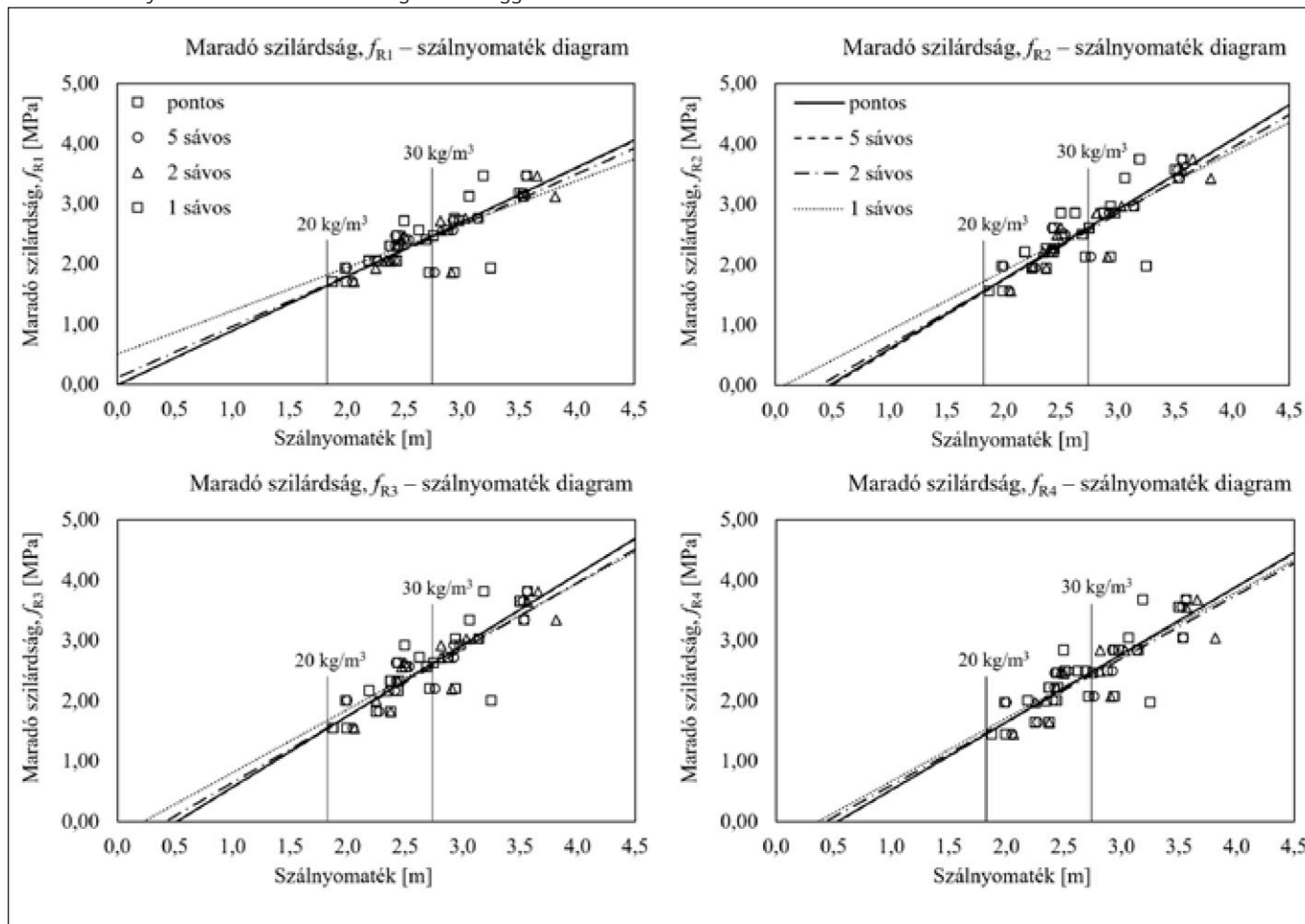
következtében a szálynomaték jelentősen megnő, vagy épp lecsökken. A szálynomaték figyelmen kívül hagyása az eredmények kiértékelésénél és a karakterisztikus eredmények meghatározásánál szignifikánsan alacsonyabb értékeket eredményez. A vizsgálatnál használt kis méretű gerendában elhelyezkedő szálak a vibráláskor a gerenda hossz tengelye irányába orientálódnak, mely következtében a keresztmetszeten több szál helyezkedik el, mint nagy méretű szerkezetek betonozásakor. A keverési modell és a belőle származtatott ideális szálynomaték használatával mind a kedvező, mind a kedvezőtlen hatások kiküszöbölhetőek, és a mérnöki munkához egy valósághoz közelebb álló anyagparamétert határozhatunk meg.

A karakterisztikus értékek meghatározásának pontos módszere Juhász (2020) publikációjában került részletes bemutatásra.

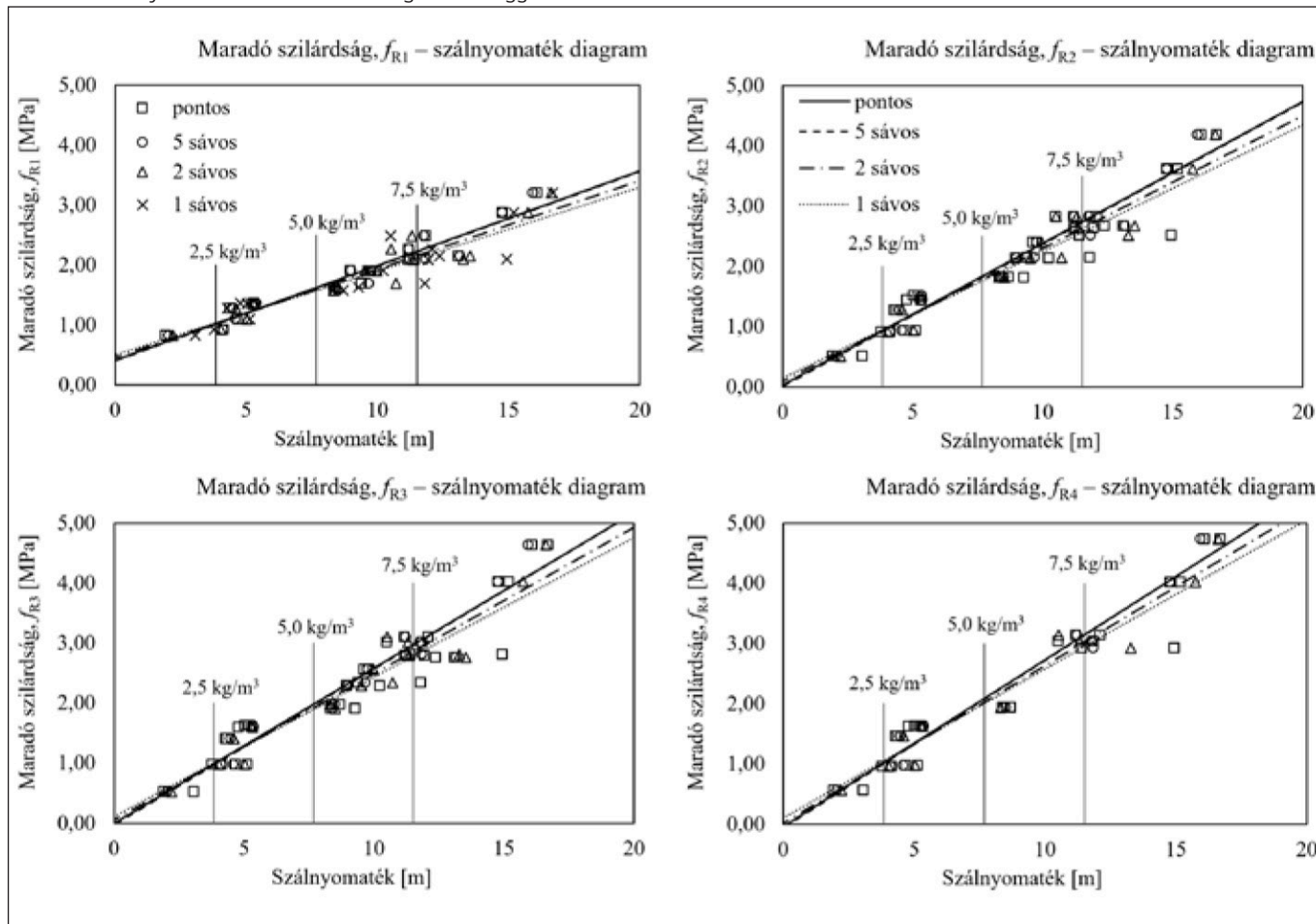
8. táblázat: k_n értékei, EN 1990:2011 alapján

n	1	2	3	4	5	6	8	10	20
V_x ismert	2,31	2,01	1,89	1,83	1,80	1,77	1,74	1,72	1,68
V_x nem ismert	-	-	3,37	2,63	2,33	2,18	2,00	1,92	1,76

10. ábra: szálynomaték és maradó feszültségek összefüggései acél szálak esetén



11. ábra: szálynomaték és maradó feszültségek összefüggései szintetikus szálak esetén



6. MEGÁLLAPÍTÁSOK

Egyre több tervező használja ki a szálerősítésű beton előnyeit a tervezési során, köszönhetően az irányelvekben megjelent tervezési módszereknek. Leginkább ipari padlóknál és alagútszerkezetekben használják, de egyre elfogadottabb út- és vasúti pályalemezekben is, mint elsődleges erősítés, illetve kiegészítő erősítésként vasbeton szerkezeteknél. A szálerősítésű beton anyagparamétereinek meghatározásához az EN 14651 szabvány által előírt hárompontos gerenda hajlítási tesztet használunk. Az eredmények szórása még a nagy gondossággal előállított és tesztelt gerendák esetén is jelentős. A szórás fő oka a kis méretű referencia keresztmetszeten elhelyezkedő szálak darabszáma és pozíciója. A keresztmetszet növelésével ez a szórás csökken, mely analitikusan és kísérletileg is igazolható. A szálerősítésű beton lemezszerű szerkezetekben való felhasználásakor a dolgozó keresztmetszet méretéből adódóan ez a szórás csökken, így a gerenda vizsgálat nem ad megfelelően reprezentatív eredményt az anyagparaméterekre. A karakterisztikus értékek megállapításakor a jelentős szórás szignifikánsan lecsökkentheti a maradó feszültségi értékeket, a számítási módszerből adódóan akár az értékek negatívak is lehetnek. A túlzóan alacsony, illetve negatív karakterisztikus értékekkel a tervező mérnök nem tudja kihasználni a szálerősítésű beton előnyeit, ami gazdaságtalan tervezéshez vezet. *A kiértékelés során így a szálak elhelyezkedésének hatását nem szabad figyelmen kívül hagyni.*

Jelen cikkben definiáljuk a kiértékelési módszer során figyelembe vehető szálnyomatékokat, amely a keresztmetszeten elhelyezkedő szálak jellemzésére szolgál. Vizsgáljuk a különböző módszerekkel meghatározott szálnyomatékok pontosságát és a szálak keresztmetszeten való elhelyezkedésének egyenletességét. A vizsgálatokból jól látható, hogy erős lineáris összefüggés van a szálnyomaték és a maradó szilárdságok között, amely figyelembevételével egy új, pontosabb kiértékelési módszerhez jutunk. A szálnyomaték sávós módszerrel való meghatározása nem igényel túlzott labormunkát, ugyanakkor megfelelően pontos eredményt szolgáltat, segítségével a valósághoz közelebb álló, pontosabb és ezáltal gazdaságosabb anyagparaméterek határozhatóak meg.

7. HIVATKOZÁSOK

- ACI Com 544 (2009), „544.1R-96: Report on Fiber Reinforced Concrete (Reapproved 2009)” *ACI*, Farmington Hills, MI
- Alberti M. G., Enfedaque A. és Gálvez, J. C. (2017), „On the prediction of the orientation factor and fibre distribution of steel and macro-synthetic fibres for fibre-reinforced concrete”, *Cement and Concrete Composites*, 77, pp. 29–48, <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2016.11.008>
- Balaguru, P. N. és Shah, S. P. (1992), „Fiber-Reinforced Cement Composites”, *McGraw-Hill*, New York
- Barros, J. A. O., Cunha, V. M. C. F., Ribeiro, A. F. és Antunes, J. A. B. (2005), „Post-cracking behaviour of steel fibre reinforced concrete”, *Materials and Structures* 38, pp. 47-56. <https://doi.org/10.1007/BF02480574>
- Bernard, E. S. (2013), „Development of a 1200-mm-Diameter Round Panel Test for Post-Crack Assessment of Fiber-Reinforced Concrete”, *Advances in Civil Engineering Materials* 2, no. 1, pp. 457–471, <https://doi.org/10.1520/ACEM20120021>
- Bernard, E. S. és Xu, G. G. (2007), „Statistical Distribution of Fiber-Reinforced Concrete Beam Test Data” *Journal of ASTM International* 4, no. 3: pp. 1–12, <https://doi.org/10.1520/JAI100774>
- Cavalario, S. H. P. és Aguado, A. (2015), „Intrinsic Scatter of FRC: An Alternative Philosophy to Estimate Characteristic Values”, *Materials and Structures* 48, no. 11: pp. 3537–3555, <https://doi.org/10.1617/s11527-014-0420-6>
- Dupont, D. és Vandewalle, L. (2005), „Distribution of steel fibres in rectangular

- sections”, *Cement & Concrete Composites* 27, pp. 391-398, <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2004.03.005>
- Ekstrom, C. T. és Sørensen, H. (2014), „Introduction to Statistical Data Analysis for the Life Sciences”, *Chapman and Hall/CRC*, New York, <https://doi.org/10.1201/b17625>
- fib Special Activity Group 5 (2012), *Model Code 2010 - Final Draft, Volume 1, fib Bulletin no. 65*, International Federation for Structural Concrete, Lausanne, Switzerland, <https://doi.org/10.35789/fib.BULL.0065>
- Gopalratnam, V. S., Shah, S. P., Batson, G., Criswell, M., Ramakishnan, V. és Wecharatana, M. (1991), „Fracture Toughness of Fiber Reinforced Concrete”, *ACI Materials Journal* 88, no. 4: pp. 339–353, <https://doi.org/10.14359/1840>
- Juhász K. P. (2013), „Sztetikus makro szálerősítésű beton gerendavizsgálatok kiértékelése a valós száleloszlás vizsgálata alapján”, *Anyagvizsgálók lapja*, Vol. 23, No. 3–4, pp. 93–97.
- Juhász K. P. (2018a) „The effect of synthetic fibre reinforcement on the fracture energy of the concrete”, *Doktori disszertáció*, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, <https://repositorium.omikk.bme.hu/handle/10890/13111>
- Juhász, K. P. (2018b), „Acél és sztetikus szálak orientációjának meghatározása szálerősítésű betonban”, *Építés-Építészettudomány*, Vol. 46, No. 1–2, pp. 221–238, <https://doi.org/10.1556/096.2017.007>
- Juhász K. P. (2020), „A proposed evaluation method for three-point beam tests of fiber-reinforced concrete”, *ASTM Journal of Testing and Evaluation*, Volume 49, Issue 5, <https://doi.org/10.1520/JTE20190782>
- Kollár L. P., Springer, G. S. (2003), „Mechanics of Composite Structures”, *Cambridge University Press, Cambridge, UK*, <https://doi.org/10.1017/CBO9780511547140>
- MSZ EN 12390-1:2021, „A megszilárdult beton vizsgálata. 1. rész: A próbatestek és sablonok alak-, méret- és egyéb követelményei”
- MSZ EN 12390-2:2019, „A megszilárdult beton vizsgálata. 2. rész: Szilárdságvizsgálati próbatestek készítése és tárolása”
- MSZ EN 12390-4:2020, „A megszilárdult beton vizsgálata. 4. rész: Nyomószilárdság. Előírások a vizsgálóberendezésekre”
- MSZ EN 14651:2005+A1:2008, „Fémshálós beton vizsgálati módszere. A hajlító-húzó szilárdság mérése [arányossági határ (LOP), maradó hajlító-húzó szilárdság]”
- MSZ EN 14845-1:2008, „Betonban lévő szálak vizsgálati módszerei. 1. rész: Referenciabetonok”
- MSZ EN 1766:2017, „Termékek és rendszerek a betonszerkezetek védelmére és javítására. Vizsgálati módszerek. Referenciabetonok vizsgálathoz”
- Naaman, A. E. (1972), „A statistical theory of strength for fiber reinforced concrete”, *Doctoral thesis, Massachusetts Institute of Technology*
- Santaló, L. A. (1976), „Integral Geometry and Geometric Probability, Encyclopedia of Mathematics and its Applications 1”, Addison-Wesley, Reading, MA.
- Stroven, P. (2010), „Methodology of modelling fiber reinforcement in concrete elements” B. H. Oh et al., (editors) *Fracture mechanics of concrete structures - high performance, fiber reinforced concrete, special loadings and structural applications*. Korea Concrete Institute, Seoul, pp. 1418–1424.

Dr. Juhász Károly Péter (1980), okleveles építészmérnök, tartószerkezeti vezető tervező, tartószerkezeti szakértő, betontechnológus szakmérnök. Fő kutatási területe a szálerősítésű betonok anyagvizsgálata és modellezése. Tulajdonos és vezető mérnök a JKP Static Kft-nél. Tagja a *fib* 2.4.2 munkacsoportnak.

Tuza Tímea (1996), okleveles szerkezet-építőmérnök, laborvezető-helyettes a JKP Static Kft-nél.

EFFECT OF THE CROSS-SECTIONAL LOCATION OF DISCRETE FIBRES IN THE EVALUATION OF FIBRE-REINFORCED CONCRETE BEAMS

Károly Péter Juhász – Tímea Tuza

Fibre-reinforced concrete is a composite material where the primary function of the fibres mixed in the concrete is to increase the ductility of the concrete. The material properties of the composite depend on the mechanical properties of the concrete matrix and the mixed fibres, but also on the relationship between the matrix and the fibres. The most widely used test to determine the material parameters of fibre-reinforced concrete is the three-point bending beam test, which can be used to determine the residual strengths at specific CMOD values. The coefficient of variation of the residual test results is usually high, which is due to the relatively small size of the specimen and the random location of the fibres. This paper examines the results of beam tests with steel and synthetic macrofibre reinforced concretes by analysing the number and position of fibres intersecting the fracture cross-section and their effects on the residual flexural-tensile strength.

KÖSZÖNTÉSEK DR. BALÁZS L. GYÖRGY 65. SZÜLETÉSNAPJÁRA

<https://doi.org/10.32969/VB.2023.3.8>



„Korszerű betonelemek a fenntartható jövő érdekében” konferencia
BME Díszterem 2023. ápr. 28. (Fotó: Gyukics Péter)

Dr. Czigány Tibor
egyetemi tanár, BME rektor, az MTA rendes tagja

Tisztelt Professor Úr!

Köszönöm a meghívást, de úgy néz ki, hogy aznap nem fogok tudni az eseményen részt venni. Levendovszky János rektorhelyettes úrral beszéltem, aki örömmel mond köszöntőt a rendezvény elején az egyetem vezetése nevében, amennyiben igény van rá.

Ezúton kívánok Neked boldog születésnapot, egyben köszönöm Neked a kiváló szakmai, oktatási és iskolateremtő munkádat.

Kívánva további szakmai sikereket és jó egészséget, üdvözlettel:

Tibor

Dr. Tóth Ernő, okl. építőmérnök
a Közlekedési Minisztérium Híd Osztályának vezetője,
annak megszűnése után az Országos Közút Főigazgatóság,
majd jogutódjának az Útgazdálkodási és Koordinációs
Igazgatóság Hídosztályának vezetője volt

Tisztelt Professor Úr, kedves Gyuri!

Hatvanötödik születésnapod alkalmával jó erőt, egészséget,
sikereket kívánok Istenünk áldásával!

Születésnapod előestéjén névnapod alkalmából is minden jót kívánok Neked, kedves családnak, a tanszéknek.

Az elmúlt 25 évben végzett munkád az egész magyar hidász szakma nemzetközi elismertségét növelte, kívánom, hogy a további években is legyen erőd, kitartásod, hogy sikereket éj el!

Neved jelentése „gazdálkodó”: Te igazán jól sáfárodnál az örökölt, kapott talentumokkal, így a magyar hidászat hírét, nevét megismertette a világgal. Különösképpen a *fib* szervezetében végzett munkád rendkívül sikeres volt. Ugyanígy a Vasbeton szerkesztése is. Erről a *VASBETONÉPÍTÉS* 2023 I. számában remek, rövid összefoglaló vázolja a több, mint 440 cikk témáit, szerzőit, a szerkesztők névsorát, a 100 lapszám néhány cikksorozatát, a legaktívabb szerzőket, ezek között a te éveid számánál is több alkalommal publikáltál. A 25 év alatt rengeteg minden történt. Voltak nagy sikerek és szomorú események is. Ezek között különösen nehéz lehetett amikor Édesapádról megemlékezést kellett szerkeszteni. A remek cikkek, tanulmányok mellett biztosan ennek a számnak az írása, szerkesztése volt a legnehezebb részedre. A hidász szakma tiszteltadása a Deák-téri templomban rendkívüli tiszteletet, szeretetet tükrözött. A Vasbetonépítés munkájában nekem is módomban volt bekapcsolódni, féltve őrzött kincs számomra a *VASBETONÉPÍTÉS* 1999-2003 báránybörbe kötött monumentális anyaga.

A *fib* munkáját Amszterdamban ismerhettem meg különleges, rendkívüli körülmények között kiváló szakemberekkel lehettem együtt, s a helyszín is családi kötődéseim miatt különleges volt.

A *fib* hazai munkájában egyedülálló a tagokkal való foglalkozás, különösen is a 65 év és efeletti korúakról elhangzó és írásban is megjelenő életút bemutatás, valamint az évenkénti *fib* Vacsorák. Rendkívül fontos a szakma ilyen módon való összekovácsolása, egymás megismerése is.

A *VASBETONÉPÍTÉS* lektorálásában igyekeztem felelősen eljárni. Sajnálom, hogy cikkek írásában nem jeleskedtem. Remélem, hogy néhány írásom hasznos lehet a szakma számára.

Az évenkénti záróalkalmak fénypontja 2000-től a Palotás Professor Úr emlékére alapított Palotás-díjak ünnepélyes átadása és az ehhez kapcsolódó díszvacsorák voltak. Óriási meglepetés volt számomra, hogy díjazottként hídfenntartó hidász létemre megkaphattam ezt a nagy elismerést!

Rövidnek gondolt köszöntésem kissé hosszúra nyúlt, mégis engedtessek meg, hogy megemlítsem: 1948-1953 között több fontos cikk, könyv jelent meg az újjáépítéseknél rendkívül értékes, hasznos feszített vasbeton hídszerkezetekről. Javasolom, hogy a 70-75 éves hazai feszített hídszerkezetek történetéről jelenjenek meg összefoglalók, a megyei hídtörténeti kötetekben 1994-től igyekeztem elég részletesen ezekről beszámolni.

Tisztelt Professor Úr!

Köszönöm az 1990-től a *fib* munkáját, köszönöm, hogy Édesapád után Te is mindig segítetted a vasbeton hídjaink fenntartásával kapcsolatos munkámat. Nagyon fontosnak tartom a hídállomány több, mint 80%-nyit kitevő vasbeton hidak mindenkori állapotát.

„Jó alkalomnál nincs jobb”: névnapod, születésnapod és a *VASBETONÉPÍTÉS* 25. éves évfordulója alkalmával kívánom, hogy a mintegy 2,5 millió négyzetméternyi vasbeton hídállományunk megfelelő állapotban maradjon.



1. ábra: MAÚT 25 konferencia, Hotel Gellért (2019. szept. 17.)

Biztos vagyok benne, hogy a születésnapodon megtartandó konferencián magvas, érdekes, értékes előadások hangzanak el. Kérlek, fogadd el, hogy én csak szép emlékeimet, sok segítséged köszönöm és kívánom, hogy még sokáig folytathassad ezt a munkát.

*Baráti tisztelettel üdvözöllek:
Tóth Ernő*

Puchard Zoltán

MAÚT, Colas Hungaria Zrt. ny. technológiai igazgatója

Tisztelt Professor Úr! Kedves Gyuri!

Megtiszteltetés, hogy születésnapod alkalmából köszönhetlek. Több évtizedes barátságunk során többször volt alkalmam mind a Strabag, mind a Colas technológiai vezetőjeként átgondolni Veled, milyen lehetőségeket nyújt egy-egy innováció, közös kutatás-fejlesztés. Igazi szakmai kaland volt átélni, hogy bár más-más szakmai területen vagyunk otthon, milyen sok a közös pont és hasonló egy-egy probléma megközelítése a beton vagy az aszfalttechnológia területén.

Legemlékezetesebb közös szakmai kalandunk, hogy együtt szervezhettük a Magyar Út és Vasútügyi Társaság 25 éves évfordulója alkalmából rendezett nemzetközi konferenciát. Dicsekvés nélkül megállapíthatjuk, hogy oly jól oldottuk meg a feladatot, hogy azóta is beszélnek róla az emberek. Segítséggeddel a hídépítés és a betontechnológia szakemberei közül igazi világsztárok látogattak el Japántól Franciaországig (stb.) Budapestre. Sugárzó egyéniséged nemcsak a konferencia tudományos színvonalának biztosítéka volt, de az esti kötetlen programok során is elvárásoltad vendégeinket. Sose felejttem el, amikor a Kéhli Vendéglőben a Te vezérletteddel dalra fakadt a csapat. Most ismét cinkostársakká lehetünk a 2024. évi MAÚT 30 konferenciájának megszervezése során... (1. ábra)

Nemcsak szakmai területen érzem, hogy közel állunk egymáshoz. Mindketten megszállott utazók vagyunk, bejártuk a világ számos országát. Ez a nyughatatlan kalandvágy új szakmai és emberi kapcsolatokkal ajándékozott meg Téged. Tisztelem, hogy nemcsak a távoli kapcsolatokat ápolod, de időt szánasz a Kárpát-medencei magyar mérnökökkel való

kapcsolattartásra is, a csíksomlyói EMT konferenciákon ha csak teheted ott vagy, segíted egy családdá kovácsolni a magyar mérnökök világát.

Drága Gyuri, engedd meg, hogy Illyés Gyula a jubiláló Tersánszkynek írt köszöntőjének záró soraival kívánjak Neked jó egészséget, boldogságot, s még hosszú-hosszú fiatalságot:

*„Fütyülj tovább kéthangon Mester! Építsd
hordozható csónakjaidat, törd fejed
ősi-sípon, új bicikli-féken – szépítsd,
javítsd, akkor is, ha nem kell,
a részletet,
te, teljes ember!
ne pihentesd se karodat, se agyadat, se szádat,
dolgozz soká még és vigadj
s ne is tudd, - akárcsak a század –
ki vagy!”
(Illyés Gyula: Óda a törvényhozóhoz - részlet)*

*Barátsággal,
Zoli (Puchard Zoltán)*

Dr. Józsa Zsuzsanna, c. egyetemi tanár
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

Kedves Professor úr, kedves Gyuri, tisztelt Hölgyek és Urak!

Legelőször akkor hallottam rólad, amikor édesapáddal beszélgettünk arról, hogy ő a Pápai Kollégiumban érettségizett, én meg az Eötvös Gimnáziumban. Azt mondta, hogy a fiam is oda jár az Eötvösbe, ez tán 1974-ben vagy 75-ben volt. Így tudtam meg, hogy van egy fia és egy lánya. Ezt követően sokszor találkoztam veled az egyetemen, a Vasbetonszerkezetek Tanszéken, Stuttgartban, majd az Építőanyagok Tanszéken. Éveken keresztül dolgoztunk együtt és sokat tanultam tőled. Sok érdekes és jó dologban vehettem részt.

Nem tudom, hogy hallottál-e már arról a mértékegységről, amit *heminának* hívnak?

Szent Benedek regulájának 40. fejezetében szerepel ez a mértékegység, amit kicsit egyénileg kell meghatározni, mert hiszen úgy van a regulában, hogy

«Kinek-kinek saját ajándéka van Istentől, az egyiknek így, a másoknak meg amúgy.(1 Kor 7,7) Éppen ezért némi töprengéssel rendelkezünk mások táplálkozásának mértékéről. Mégis, ha tekintetbe vesszük az erőtlenek gyöngeségét, azt tartjuk, hogy minden egyesnek elég lesz napjában egy hemina bor.»

De mennyi az az egy hemina bor? A hemina kinek-kinek saját ajándéka, az a mennyiség, amit nyugodt lélekkel, tiszta lelkiismerettel megihat. A XIII. században az osztrák monostorokban állítólag kettő-négy liter volt a napi adag (igaz, ez vizes bor volt), máshol csupán két-három deciliter. Mi tehát a hemina titka? A hemina annyi korty, vagy pohár, amennyi felemel, megvidámít, erőt, kreativitást szabadít fel bennünk, bölcsé, boldoggá tesz! Mennyi ez? «Kinek-kinek saját ajándéka van ..»

“A hemina az a mennyiség, amit ha megiszol megtalálsz Istent, de még nem kísért meg az ördög.” (Hortobágyi T. Cirill pannonhalmi főapát után...)

Remélem, még sokáig próbálgatod, mennyi is a saját heminád! Isten éltesen sokáig jó egészségben!

Nagyon sok szeretettel:
Józsa Zsuzsa

Dr. Kiss Rita, egyetemi tanár, tanszékvezető, az MTA levelező tagja
BME Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék

Tisztelt Professzor Úr! Kedves Gyuri!

Sokat gondolkodtam, milyen élményt, támogatást emeljek ki. Talán a legmeghatározóbb számomra az a beszélgetés, amely Édesapád MM épületi tanszékvezetői szobájában még hallgatókoromban történt. Felhívtad a figyelmem arra, hogy mennyire fontos a külföldi félévathallgatás, a külföldi konferenciákon való részvétel, mennyire meghatározóak a konferenciákon kialakuló szakmai kapcsolatok.

Azt is hangsúlyoztad, hogy a nemzetközi folyóiratokban való publikálás elengedhetlen, mennyit lehet tanulni egy-egy bírálatból. Ezek meghatározóak útravalók volt számomra, próbálom átadni én is a fiatalabb generációknak.

Példát mutattál a Stuttgartban eltöltött kutatóéveiddel, és 1991-ben az ACI Materials Journalban, és 1992-ben a PCI Journalban megjelent cikkeiddel.

Köszönöm a példát, köszönöm a támogatást! Isten éltesen, Gyuri! Kívánok Neked sok szakmai sikert, jó egészséget, sok örömet Családod körében!

Boldog születésnapot, Gyuri!
Kiss Rita

Dr. Nagy-György Tamás, egyetemi tanár,
Temesvári Műszaki Egyetem

Kedves Tanár Úr,

Nagyon örülök, h a tegnapi eseményen részt vehettem!
Remek előadások voltak, sok ismerős arc, kiváló hangulat!

És az esti fogadás is hihetetlenül jó volt. Én nagyon jól éreztem maga , de látszott a külföldi vendég arcán is.

Jó volt látni az összetartást és azt, ahogyan tanár úrhoz viszonyulnak!

Kívánok még egyszer sok erőt és egészséget, hogy sokszor találkozhatunk még hasonló eseményeken is.

Köszönettel: Tamás



2. ábra: Nagy-György Tamás doktori védéséről Temesváron

Dr. Czoboly Olivér
BTC Termék portfólió vezető
volt doktorandusz

Kedves Balázs Tanár Urat!

Mindig jó szívvel gondolok vissza a BME-n töltött éveimre. Balázs Tanár Úr konzulensi iránymutatása alatt számos tapasztalatot, élményt szereztem. Több érdekes kutatásban, ipari munkában vehettem részt. Emellett azonban sok élményben is részt vettünk együtt. Akár a konferenciákra gondolok, akár a betonkenu kupára.

Az első CCC konferenciánk szervezésekor megismertem a vízi foci érdekességét. Már akkor elmagyarázta, hogy „konferenciára nem megyünk fürdőnadrág nélkül”.

A betonkenu kupákon pedig a szakmai tapasztalatok mellett az evezés élvezetére is nevelt. Emlékszem, hogy egyik évben a Duna éppen áradt, amikor a betonkenu elkészült, így a kenut a BME előtti rakparton már vízre lehetett tenni, s megnézni az úszóképességét. Ekkor külön élmény volt számomra, hogy Balázs Tanár Úrral ketten a vállunkra vettük a kenut, s egy darabir úgy cipeltük. Ez jó érzéssel töltött el minket, mert éreztük, hogy a korábbiakhoz képest is könnyebb lett a kenu (64 kg.)

Ezúton is köszönöm a rengeteg közös élményt és a szakmai támogatást. Nélküle nem lehetnék az, aki ma vagyok.

Jó Isten éltesse Balázs Tanár Urat!
Olivér

Dr. Cseh Árpád, egyetemi docens,
Újvidéki Egyetem, Szabadkai Építőmérnöki Kar
volt doktorandusz

Kedves Tanár Úr,

az Újvidéki Egyetem Szabadkai Építőmérnöki Karának nevében kívánunk boldog születésnapot, további sok szakmai sikert és sok életörömet.

A Tanár Úr felejtethetetlen témavezetése, közös kutatásaink, a sok közös szakmai és személyes emlékeink óriási életre szóló élmény!

Isten éltesse nagyon sokáig!
Dr. Cseh Árpád



3. ábra: U gerenda próbaterhelése, Tokyo Rope szénszálalás pászmával feszítve (2023. 04. 27.)

Bedics Antal

Edicon Kft., UvaterV Zrt. Hídirroda

Kedves Professzor Úr!

Kedves Vendégek!

Tisztelt tudós Hölgyeim és Uraim!

Bedics Antal vagyok a UvaterV Zrt. Hídirroda igazgatója.

Nem készültem Balázs Professzor Úr születésnapjára konkrét szakmai előadással, csak 1-2 olyan közös munkát szeretnék, 1-1 mondatban felidézni, ami a számomra is emlékezetes.

A „65” -ös szám, amit ünneplünk azt jelenti, hogy egy kicsit régebb óta vagyunk fiatalok, így az első emlékem is kb. 35 éves.

Én 88-ban kerültem az UVATERV-be és kb. ekkor jött vissza professzor úr az BME Vasbetonszerkezetek tanszékére, az UVATERV -ből.

Ezekben az időkben, minden szakmai műhelyben „lázás” program írárok folytak, mivel ez idő tájékán lehetett hozzájutni, (fél legális módon) az IBM 286 DX4 gépekhez.

Ekkor kezdték Magyarországon fejleszteni a AXIS programot is, csak akkor még MIFRA-nak hívták.

A végeselem programok fejlesztésével párhuzamosan fejlesztettük a kézi számításokra épülő, ANALÓG, függvény alapú programokat is. Én is részese voltam egy ilyen tartórács program fejlesztésének, amivel az előregyártott hídgerendák hídak felszerkezeteit- és azok előfeszített gerendáit méreteztük.

A készülő programhoz, a kézi számítás alapjait- és mintaszámításait készítettem el a professzor úr, amely alapján lehetett ellenőrizni és validálni a programot.

Ezt a programot több mint 15 éven át használtuk a statikai számításainkhoz.

Eltelt egy kis idő és kb. 12 évvel ezelőtt elindult a Kutatás-Fejlesztési program a BME – FERROBETON Zrt. – UVATERV csapattal, Balázs tanár úr, Dubrovsky úr és jómagam szakmai delegálása mellett. Természetesen még sok kolléga részt vett ezekben a munkákban. Ezekben a kutatási feladatokban anyagtudományi-, technológiai fejlesztések folytak. Könnyűbeton-, Szénszállal feszített könnyűbeton (VEKOP - Előfeszített felhajlított pászmás hídgerenda könnyűbetonból, VKE - Korszerű beton anyagfejlesztés, GINOP-52 m-es hídgerenda könnyűbetonból) A könnyűbeton anyagkutató programnak az eredményeképpen elkészült egy „Könnyűbeton anyagszabvány és tervezési segédlet” Az utolsó, jelenleg is folyó, VKE programnak része volt a 3D nyomtatás, ipari alkalmazásának kutatása, fejlesztése. Ennek keretén belül került a BME-re egy 3D nyomtató, amelynek kísérleti alkalmazása jelenleg is folyik.

Remélem, hogy az elkövetkező időkben is folytatjuk ezeket az érdekes kutatási feladatokat, nem csak a munka miatt, hanem a jó légkör és a jó társaság miatt is.

Balázs professzor Úr – kedves Gyuri, Isten éltesen még nagyon sokáig jó egészségben, a barátaid körében.

*Köszönöm a lehetőséget:
Bedics Antal*

Dubrovsky Gábor

Betonwerk, Ferrobeton Zrt.

Kedves Professzor Úr! Kedves Gyuri!

Dr. Balázs L. György professzor úr méltatása előtt szeretnék egy gondolatot szentelni édesapjának, Dr. Balázs György professzor úrnak, aki tanított bennünket is, és azt hiszem, ha megérhette volna a mai napot, akkor nagyon büszke lenne. Vele kapcsolatban is szeretném megjegyezni, hogy tudományos munkássága mellett szintén kiemelkedő szakmai-ipari kapcsolatokkal rendelkezett.

Térjünk rá az ünnepeltre, a professzor úrral, Gyurival több, mint 45 éve ismerjük egymást, tankörtársak voltunk.

A tanár úrral azt követően váltak szorosabbá a szakmai kapcsolataink, mikor átvette a jelenlegi Építőanyag és Magasépítési Tanszék irányítását (korábban Építőanyag és Mérnökgeológia Tanszék). Én hosszú időn keresztül a vasbeton előregyártással foglalkozó Ferrobeton Zrt-nél vezérigazgató-helyettesként dolgoztam, így számomra is természetes volt, hogy a baráti jogviszonyunk mellett komoly szakmai kapcsolatunk legyen az egyetemmel, mely együttműködése az Építőanyag Tanszékkel és a Hidak és Szerkezetek Tanszékkel valósult meg.

Balázs professzor úrral az alábbiakban működünk együtt:

- Először az ő kezdeményezésére a BV- MI 01.2005 (H) „Betonkészítés bontási, építési és építőanyag – gyártási hulladék újrahasznosításával” Műszaki Irányelv összeállításában működünk együtt, ahol külön kategóriaként vizsgáltuk a nagy vasbeton előregyártó gyárak gyártási hulladékainak újrahasznosítását. **Véleményem szerint a jelenlegi alapanyagár növekedések ütemére tekintettel előbb-utóbb ez a műszaki irányelv több vállalkozás számára hasznos lehet.**
- Beléptünk a **fib**-be, melynek magyarországi megszervezése kapcsán a professzor úrnak elvülhetetlen érdemei vannak. De ez olyan közismert, hogy nem is kívánom tovább részletezni.
- A tanár úr tudatosan egyre több témában akreditáltatta anyagvizsgálatokra az Építőanyag Tanszék laboratóriumát. Így lehetőségünk nyílt arra, hogy a Ferrobeton Zrt. nagy tömegű előregyártott, előfeszített hídgerenda gyártása kapcsán a független anyagvizsgálatokat a tanszék laboratóriumával végeztessük. Új megoldásként a D&D-vel együttműködve olyan együttműködés került kialakításra, mely kapcsán lehetővé vált a hídgerendákba beépített feszítőpászma tekercsek független vizsgálata a beépítés előtt.
- A tanár úr vezette a Szabványügyi Testület illetékes bizottságát az új betonszabvány kiadása kapcsán. A személyes szakmai együttműködésünk eredménye volt, hogy új kitéti osztály kategória az XF(H) megnevezésű fagyállósági kategóriák bekerültek a szabványba. Az előfeszített vasbeton hídgerendák kapcsán ugyanis az engedélyeztetés során ugyan azt a fagyállósági kategóriát légréteghasználat nélkül kellett teljesíteni. Ennél a témánál kell azért egy szakmai megjegyzést tennem, hogy sok esetben indokolatlanul élnek ennek a kategóriának az előírásával,



4. ábra: CCC 2022 Congress Zakopane, a BME kutatócsapat (2021. szept. 13.)

ugyanis más bedolgozási körülményt jelent egy komoly vasbeton előregyártó gyárban az eleve 0,4 alatti víz-cement tényezővel gyártott beton esetén ennek a kategóriának az elérése, ahol ezt a betont 15-20 percen belül bedolgozzák, mintha egy kivitelező helyszíni kivitelezési munkánál a helyszíni körülmények között kell a betont bedolgozni esetleg 40 kilométernyi szállítási távolságra a betongyártótól. Így lehet, hogy szűkíteni kellene ezeknek a kategóriáknak az alkalmazhatóságát, elsősorban az előregyártásban.

- Több alkalommal független szakértői tevékenység ellátására a tanszéket kértük fel, pl. a Groupama Aréna lelátórendszerének minősítése kapcsán.
- Több, talán kifejezetten jelentős, részben jelenleg is zajló műszaki fejlesztési projektben működünk együtt:
 - o pl. szerkezeti könnyűbeton alkalmazása híderendákban
 - o Kb. 20 éve beszélgetünk esetleg a tanár úrral nem acél anyagú betonacél, vagy feszítőpászma helyettesítésére alkalmas anyagok esetleges alkalmazhatóságáról. Azt hiszem, hogy Európában a tanár úr segítségével elsőként gyártottunk a dunai városi gyárban feszített híderendákat, Japánból származó szénszálas feszítőpászmák és a japán pászmalehorgonyozási rendszer alkalmazásával. 8,8 m-es és 24,8 m-es tartókat gyártottunk és próbaterheltünk gyári körülmények között. A témát szakmai cikkben is dokumentáltuk. Van olyan projektszakasz a témakörben, amely jelenleg még a szellemi tulajdonvédelem lezárásáig nem ismertethető.
- Tavalyi témánk volt még, mely meglepően nagy teherbírást igazoló eredménnyel zárult, olyan dongaszelet próbaterhelése, mely az egyetemen 3D-s nyomtatással került legyártásra és a próbaterhelésére a Ferrobeton Zrt. Dunai városi laboratóriumában került sor. (4. ábra)

Én köszönöm dr. Balázs L. Gyögy professzor úrnak a hosszútávú, sokrétű, szakmai együttműködésünket, mely kapcsán az egyetemi oktatást is megpróbáltuk elősegíteni akár gyárlátogatások szervezésével vagy esetleg mi is tartottunk órákat a vasbeton előregyártás kapcsán, elsősorban az alkalmazott technológiai megoldások ismertetésére kiélezve. Külön köszönöm a baráti beszélgetéseket közös programjaink kapcsán. Ezúton is gratulálok a tanár úr 65. születésnapja alkalmából. Bízom benne, hogy több témában lesz még lehetőségünk az együttműködésünk folytatására.

*Köszönöm a figyelmet:
Dubróvszky Gábor*

Novoszáth Tamás
STOA

Kedves Gyuri,

A tegnapi napon sajnos csak online tudtam követni „A korszerű betonelemek a fenntartható jövő érdekében című konferenciát” de így is sok érdekes és hasznos információt hallottam.

Különösképpen megragadott Prof. em. Harald S. Müller úr előadása a környezetvédő betonokról.

Örömmel tapasztaltam, hogy az a területtel, amelynek életedet szentelted mennyi újdonságot és még felfedezni való dolgot, feladatot tartogat.

Ez úton is gratulálok ebben a folyamatban elért munkához és sikereidhez. Kívánok további értékes szakmai munkát és ennek elvégzéséhez jó egészséget!

A magam részéről továbbá csak azt tudom megígérni, hogy a K+F területén továbbra is aktív résztvevőként keresni és buzdítani foglag az ebben való részvételre kiváló kollégáiddal együtt.

*Üdvözlettel
Novoszáth Tamás
STOA Kft.*

Spránitz Ferenc, betonüzem vezető
Dolomit Kft.

Tisztelt Tanár Úr, kedves Gyuri!

Rendkívül megtisztelő, hogy mint az iparban dolgozó betontechnológus szakmérnökök egyike, köszöntőt mondhatok e jeles napon. A következő pár percben azért nem követem a történések időrendiségét, mert így legalább magamnak sem tűnik fel, hogy mi mindent hagyok ki az említésre méltó közös dolgokból.

Pont 25 éve, hogy a betontechnológus szakmérnöki tanfolyamon tanítottad a szálerősítésű betont, és mivel nagyon megfogott a téma, ezért utána sokáig próbálkoztam nagy szívósságú betonok iparszerű gyártásával. Közel 20 év elteltével Te javasoltad, hogy CMOD görbével igazoljam a számomra már egészen tűrhetőnek és nehezen törhetőnek tűnő szálerősített betonösszetételemet. Személyesen irányítottad a vizsgálatokat és segítettél, hogy az éppen Covidos időszak ellenére részt vehessek a számomra fontos laborvizsgálatnál. Aztán elmagyaráztad a repedést követően felkeményedő viselkedést és további javaslatokat adtál. Ezek megvalósításán még dolgozom.

A *fib* elnöki posztjára megválasztásodkor, 2011-ben léptem be - mint magánszemély - a *fib* Magyar Tagozatába, mert azt gondoltam, hogy munkahelytől függetlenül is érdemes egy olyan nemzetközi szervezet tagja lenni, amelyeknek magyar elnöke van, és ráadásul ez a betonos szakterület a munkám és hobbim is egyben.

A sok hajdani, kedves tanárom egyike, Dombi Jóska mondta: „A világszínvonal ismerete ne korlátozza gondolkodásunkat”. Ez Rád is igaz, hiszen a *fib* elnökeként valóban megismerted a világszínvonalat, sőt azt igyekszel oktadni, népszerűsíteni hazánkban is (pl. 3D betonnyomtatás; vagy az akár igen hosszú használati élettartamra tervezés anyagtanai kérdésköre).

Kiváló kollégákat gyűjtöttél a tanszékre, nem sorolom fel őket, mert nem fér bele az időbe. Ha megkérdeznék Töletek - akik valaha itt az Építőanyagok Tanszékén tanítottatok

vagy most tanítotok - hogy mit csináltok, ugyanazt a 2 szót mondhatnátok, amit a harmadik ember válaszolta egy régi történet szerint arra kérdésre, hogy mit csinál ezen az építkezésen: „katedrális építtek”.

A minap kérdeztem egy volt általános iskolatársam lányát - akit rábeszéltem, hogy jelentkezzen a betontechnológus szakmérnöki tanfolyamra - hogy tetszik-e neki.

Teljesen felvidult és mondta, hogy nem is hitte, hogy ilyen lelkes, hiteles tanárok fogják tanítani, akik szinte szórják feléjük a tudást.

Emlékszem, hogy a 25 évvel ezelőtti szakmérnöki vizsgákra készülve olvastuk valamennyien az édesapád által írt *Építőanyagok és kémia* című egyetemi tankönyvet. Mai napig is időtálló, fantasztikus mű. Csak nemrégiben tűnt fel, hogy a bevezetésben megköszöni fiának, Balázs. L. Györgynek a tankönyv ábráinak rajzolását.

Nagyon jó volt együtt látni, olvasni a neveteket. Mindkettőtöknek volt, van valamilyen titka. És ez a titok nem a tökéletes írásaitokban, könyveitekben van. A titok talán abban az energiában rejlik, amit képes vagy Te is a szakmánk művelésének, tanításának, tiszteletének szolgálatába állítani. Méltó vagy édesapádhoz. Te is katedrális építész.

*Isten éltesen sokáig egészségben!
Spránitz Ferenc*

Czintos Csongor, igazgató
PERFYCON

Tisztelt fib tagozat, Kedves Gyuri!

Rendkívüli megtiszteltetés részemről, hogy szólhatok ezen a jeles napon, és kifejezhetem hálámat azért, amit Tőletek, és kifejezetten Tőled, Professzor Úr, kaptam!

Amikor először megjelentem az első ötlettel – teljesen ismeretlenül – és outsiderként, akkor Balázs professzor Úr nem azt mondta, hogy menjek még haza, tanuljak betonról még sokat, és utána jöjjenek vissza, hanem azt mondta, maradjak, és ő segíteni fog. És ezt megtette, és megteszi a mai napig.

Rengeteg emberrel megismerttetett, közületek nagyon sokat jó ismerősként köszönthetek itt, és nagyon sok embertől nagyon sok segítséget kaptam.

Professzor úr segítsége nem csak nekem szólt, hanem az egész hazai innovációnak, az innováció megvalósításában nagy szerepe volt, minden erejével próbálta segíteni. Remélem, munkánk eredménye hamarosan beér, és nemsokára úgy tekinthetünk erre, mint egy kiemelkedő innovációra.

Ez a jeles nap, ami gyakorlatilag 25 év elteltével emlékeztet minket arra a rengeteg munkára, amit ebbe a 25 évbe beleöltünk, arra ösztönöz, hogy a további 25 éveket is ilyen energiával és erővel töltsük el, és további sikeres munkákat végezzünk.

Nagyon köszönök mindenkinek mindent. Sajnálom, hogy ezt személyesen nem tudom megtenni, de mivel tegnap műtötték a lábamat, ezért lehetetlen, hogy én most ott legyek, de figyelemmel kísérem az egész konferenciát, és nagyon-nagyon hálás vagyok, hogy ezt a köszönetet elmondhatom.

Nagy örömmre szolgál az is, hogy Professzor úrnak boldog születésnapot és boldog Névnapot is kívánhatok egyúttal, és mindenkinek sok sikert, erőt és egészséget kívánok a továbbiakban

*Üdvözlettel:
Czintos Csongor*



5. ábra: A FIP MAGYAR TAGOZATÁNAK TÖRTÉNETE - a kezdetektől 1998

Polgár László, műszaki. ig.
ASA

A **fib** Magyar Tagozat rendezvénye 2023 ápr. 28-án Balázs György köszöntése

Kis hozzászólásomban ezt a kis füzetet lebegtettem:

Akkor még nagyon hiányoltam, hogy ez a kis füzet nem szerepel digitálisan a **fib** magyar tagozatának a honlapján, amire nagy örömmre hamarosan megszületett a válasz, a füzet digitális változata is előkerült. (5. ábra)

Gyuri (elnézést kérek, nekem Balázs professzor egyszerűen Balázs Gyuri) ekkor már öt éve a **fib** magyar tagozatának az elnöke. Számomra pedig ekkor már öt éves múltja volt a Plan 31 Mérnök Kft nemzetközi hálózatának.

A nemzetközi szakmai együttműködés ekkor már rendkívül fontos volt számunkra. 1998-ban az egykori magyar építőmérnököket tömörítő Építéstudományi Egyesület az ÉTE mellett egymás után alakultak a szakmai civil szervezetek, mint az MMK, MÉK, ÉVOSZ, MÉASZ és hasonló, de a **fib** Magyar Tagozat abban tűnt ki számomra, hogy egyaránt tömörítette a beton és vasbeton terület oktatóit, kutatóit, tervezőit, gyártóit, kivitelezőit.

A **VASBETONÉPÍTÉS** folyóiratban nagyszerű cikkek jelentek meg, és Gyurinak köszönhetően a vasbeton nemzetközi szakirodalmához is könnyebben hozzá férhettünk.

*Szívélyes üdvözlettel:
Polgár László, ASA*

Bernáth Csaba
szabványosító menedzser
Magyar Szabványügyi Testület (MSZT)

„A szabványok elfogadása egy kimerítő, már-már a fárasztásos technikán alapuló folyamat, amely során a beton működését

alaposan ismerő szakértők próbálnak megegyezni abban, hogy mi és hogyan szerepeljen a szabványban, miközben a folyamatot a bizottság mélyebb szakmai kérdésekben nem otthonosan mozgó titkára (én) próbálja koordinálni. Ebben a helyzetben a bizottság elnöke (Gyuri) a legfőbb mentšvár, aki érti, hogy min vitatkoznak a felek és sikeresen el tudja érni egy kompromisszum kialakítását, amiért örökké hálás vagyok. Még egyszer, köszönet érte.”

Üdvözlettel:
Bernáth Csaba

Kolozsi Gyula

Via-Pontos Kft., MAÚT Közúti műtárgyak bizottság vezetője
Szingapúr 2023.04.28. (online)

Tisztelt Professor úr!

Távolból, de a nagyon közeli kollégának, barátának szólan köszöntelek a 65. születésnapodon! Több évtized alatt volt módomban megismerni és megélni édesapád és a te tudásod eredményeit, illetve az azt körbevevő kedves barátságokat. Apa és fia generációkon átívelő munkálkodása megihlette a hazai építőanyagok kutatását, oktatását, annak eredményeit ma már rutinból használjuk a napi gyakorlatban, szabványalkotásban, tervezésben, kivitelezésben, szakértésben. Mindannyian büszkék vagyunk arra, hogy a te személyes munkálkodásodat nem csak hazai, hanem a nemzetközi mércével is megmérhettük, mivel több éven át a FIB elnökeként beírtad a neved a világ vasbeton építészeti nagykönyvébe! Munkálkodásodat számtalan cikk, konferencia előadás mérföldköve övezi, melynek révén a világ túlsó feléről – nem egyszer - ideutazott egy-egy neves professor, ha te hívtad előadásra hazánkba.

Kerek évfordulós születésnapod alkalmából tisztelettel, barátsággal köszöntelek és kívánok minden jót, közös horvátországi hidász barátunk, Zvonko köszöntésével éve:

„Sok boldogságot”!
Kolozsi Gyula

Dr. Galaskó Gyula,

BME Tartószerkezetek Mechanikája Tanszék
a PIGLET kapitánya

Balázs György és a vitorlázás, ...

Rövid összefoglaló az ünnepelt 65. születésnapján elhangzott köszöntő előadásból.

Hajóinkat számos alkalommal hozzásegítette sikerekhez a MAFC Vitorlásszakosztály örökrangadóján, május 2. hétvégéin megrendezett Piros-Fekete szalag versenyeken. Az utolsó években elért sikereit mutatja a következő lista. (6. ábra)

Év	Győztes hajó	kormányos	legénység / megjegyzés
2021	Lukrécia-II (Jeanneau Voyage 11.2)	Meszéna Zsolt	Balázs György, Mészöly Gábor, Meszéna Tamás, Szentpály Miklós
2020	-	-	Szél hiányában nem tudtuk befejezni.
2019	Piglet (Rebell)	Balázs György	Galaskó Gyula, Kápolnai András
2018	Piglet (Rebell)	Balázs György	Kápolnai András, Grimm Ádám

Nemzetközi vitorlás versenyen is részt vett.

A 7. ábrán a Zadarban rendezett Elmar Regatta csapatában látható. A MAFC nevében dr. Galaskó Gyula köszöntötte megemlítve néhány fontos eseményt, amelyek dr. Balázs György (akit mindnyájan Gyurinak hívtunk) nevéhez fűződtek az elmúlt évtizedekben. Az utóbbi években (a Piglet mellett) a Szakosztály legnagyobb hajóján, a 11,2 méteres Lukrécia is rendszeresen vitorlázik (8. ábra).



6. ábra: A kormánynál áll befutás után a 2005-ös háziversenyen



7. ábra: A 2006-os Elmar Regatta csapatában jobbról a második



8. ábra: A Lukrécia fedélzetén

Kedves Gyuri!

A MAFC Vitorlásszakosztály nevében kívánunk Neked további élvezetes vitorlázást.

Jó szelet: Galaskó Gyula

KOLOZSI GYULA 70. SZÜLETÉSNAPJÁRA



Kolozsi Gyula 1953. október 23-án született Mezőberényben. Békés vármegye vizekben és öreg hidakban igen gazdag, talán ez is hozzájárulhatott ahhoz, hogy Gyula hidász lett.

Békéscsabán az általános iskolai tanulmányai után az út-híd építési és fenntartási szakközépiskolában szerzett szakmai érettségit és kiváló alapokat az egyetemi tanulmányaihoz. Békésben

megismerte a Hídépítő Vállalat munkáit, barátságot kötve Zsigmondi Andrással és Berkó Dezsővel.

A jó alapok után a BME Építőmérnöki Karán mérnöki oklevelet szerzett úgy, hogy élete párját is ott találta meg.

Az Aszfaltútépítő Vállalatnál kezdte pályafutását, majd 1980-tól a Békéscsabai Közúti Igazgatóságnál megyei hídmérnöként fontos, nagy hidak fejlesztési munkáit tervezte, építését ellenőrizte, majd a Hídépítő Vállalatnál részt vett a szabadonszerelt Körös-hidak építési munkáiban.

Szakközépiskolai oklevelet szerzett 1984-ben. A Közlekedési Főfelügyeletnél végzett hatósági, hídtervek jóváhagyásával kapcsolatos munka után 1988-ban újjászerveződő minisztériumi Hídosztály fontos tagja lett 1992-ig, majd minisztériumi titkárként vett részt a hídügyek országos szintű munkájában.

Ámon Tibor halála után a Közúti Beruházó beruházási főmérnöke lett, kapcsolata a minisztériumi Hídosztállyal nem szakadt meg: aktívan részt vett a határhidak, illetve nagyhidak építési, korszerűsítési munkáiban (pl. Záhony,

Baja, Vámoszabadi, Komárom, Letenye, Drávaszabolcs, Esztergom, Dunaföldvár).

1988-tól bekapcsolódott a Hídmérnöki konferenciák szervezésébe, külföldi tanulmányutakat, megemlékezéseket kezdeményezett, e munkában vezéregyéniség volt. Nemzetközi kapcsolatok ápolásában élen járt, ebben nagy előnye, hogy szót tud érteni angol, német, francia nyelven is.

2001-ben megalapította a Via-Pontis Kft-t és saját csapatával sikeresen bekapcsolódott számos óriás hídberuházás irányításába: Köröshegyi völgyhíd, Pentele Duna-híd, M6 hídjai és alagútjai, csak a legnagyobbakat említve. Ezek építése sok gonddal, tanulsággal járt. Szép és jó példa, hogy fia is aktív tagja vállalkozásuknak.

A MAÚT-ban az alapítás óta tevékenykedik, az Ütügyi Műszaki Előírások műtárgy szakbizottságnak vezetője.

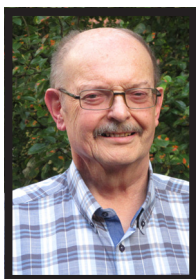
Munkásságát számos díjjal ismerték el: Év hidásza, Aranymérföldkő-díj, Vásárhelyi Boldizsár-díj, Apáthy Árpád-díj, Baross Gábor-díj.

Kezdeményezője volt egy különleges és jelképes küldetésnek, az andai gyalogos határhíd újjáépítésének. További néhány önkéntes munkája bizonyítja szerteágazó tevékenységét: Széchenyi István emlékének méltó ápolása, lelki hidak építése, Budakeszin templomépítésben közreműködés, vízitúrák szervezése, alkalmi versek rögtönzése, képi-rajzos-humor alkalmazása előadásokon, értekezleteken.

Tisztelettel köszöntjük 70. születésnapján!

dr. Tóth Ernő

BÚCSÚZUNK DR. SEIDL ÁGOSTONTÓL (1932-2023)



2023. augusztus 20-án elhunyt dr. Seidl Ágoston okl. vegyészmérnök, korróziós szakmérnök, szakértő, a **fib** Magyar Tagozat Palotás László-díjjal kitüntetettje, a BME címzetes egyetemi docense, a hidak korrózióvédelmének őre, vizsgálója, oktatója, és szakértője, a Magyar Érdemrend Lovagkeresztje polgári tagozat birtokosa.

Dr. Seidl Ágoston 1953. december 1-én született Budapesten, építész hagyományokkal rendelkező családban. Édesapja, dr. Seidl Ambrus építész, az Ybl Miklós Technikum, később Főiskola tanszékvezető tanára majd intézetvezetője, professor emeritusa, régebbi felmenői Hüttl Dezső és Hauszmann Alajos műegyetemi tanárok, dékánok és rektorok, akik a XIX-XX. század fordulójának neves építészei voltak.

A gimnáziumi érettségit a budapesti Piarista Gimnáziumban tette le 1972-ben, majd egy év kényszerszünet és egy év katonaság után kezdhette el egyetemi tanulmányait. 1979-ben a Budapesti Műszaki Egyetemen szerzett vegyészmérnöki diplomát a műanyag ágazaton. 1986-ban doktorált hidrofobizáló anyagok témájában. A BME-n meghívott előadóként 2000-től tartott rendszeresen érdekes előadásokat és szemléletes gyakorlati bemutatókat építész- és építőmérnök nappali tagozatos és szakmérnök hallgatónak. Mindig naprakész ismereteket adott át acél korrózióvédelem, betonjavítás, injektlás, bevonatok, elasztomerek, hidrofobizálás és szerkezeti rekonstrukció témakörben. Oktatói munkásságát a BME 2006-ban címzetes egyetemi docensi címmel ismerte el.

Munkahelyei: ORSZAK, FTV Korróziós Iroda, Sika GmbH. A hidak korrózióvédelmével kiemelten 1993-tól foglalkozott, amikor az Isobau Rt. főmérnöke lett. 2003 óta dolgozott a Vegyész-csoportban és a MAHÍD 2000 Zrt. Technológiai főmérnökség korrózióvédelmi tervezési, szakértési, oktatási és kivitelezés-felügyeleti osztályán főmérnökként nyugdíjazásáig. 2011-től saját cégében, a Magyarádi Kft.-ben tevékenykedett korróziós szakértőként és tervezőként. A MAÚT tevékenységéhez elsősorban a közlekedési műtárgyak korrózióvédelmével kapcsolatos kérdések révén kapcsolódott munkabizottság vezetőjeként és szakértő tagként egyaránt. Tagja és szakosztályvezetője volt az Építőipari Tudományos Egyesületnek, tagja és munkabizottság vezetője volt a WTA (Wissenschaftlich-Technischer Arbeitskreis für Denkmalpflege

und Bauwerkserhaltung) nemzetközi szakmai egyesületnek, tagja a **fib** Nemzetközi Beton Szövetség magyar tagozatának.

Munkássága során több, mint 2000 szakértési munkája volt, gyönyörű épületek, szerkezetek javításával, védelmével, felújításával foglalkozhatott, mint pl. a budapesti New York-palota, a hajdúdorogi görögkatolikus székesegyház, a budapesti Operaház, a Lánchíd, a Petőfi híd, a Margit híd, a hajógyári-szigeti K-híd, az aradi Trajan híd, az M0 Deák Ferenc Duna-híd stb. Közreműködött számos új technológia, alapanyag és ezekhez kapcsolódó minőségvizsgálati eljárás, szabványosítás honosításában, magyarországi bevezetésében. 36 szakcikke jelent meg hazánkban és külföldön, 77 szakmai konferencia előadást tartott. 2023 júniusában jelent meg ükapjának naplója Jegyzetek Hauszmann Alajos életéről és működéséről c. könyve a Holnap Kiadó gondozásában, amelyet édesapja, dr. Seidl Ambrus azonos című műve nyomán írt és látott el saját jegyzeteivel. Talán sokan nem tudják, de szépirodalmi alkotásai is jelentek meg, írt többek között verseket, gyerekeknek meséket is.

Szakmai munkáját ÉTE érdeméremmel (1989), az oktatás terén kifejtett munkásságát Klebelsberg Kuno-díjjal (1998), a családok érdekében végzett munkáját Pro Familiis díjjal (2016) ismerték el. Szakmai életútjának a vasbeton szerkezetekhez való szoros kapcsolódását bizonyítja, hogy 2016-ban a betonok korrózióvédelmével kapcsolatos munkásságának elismeréseként Palotás László-díjat kapott. Ő volt az egyetlen nem építőmérnök végzettségű a szakmai díj eddigi történetében.

2019-ben hazánk épített örökségének védelme érdekében végzett szakmai tevékenysége, valamint a magyar családok megerősítését és a fiatalok értékkezpontú nevelését elősegítő önzetlen munkája elismeréseként a köztársasági elnök Magyar Érdemrend Lovagkeresztje polgári tagozat kitüntetésben részesítette.

Gazdag életútját, társadalmi munkásságát is bemutató mérnökportréja megtalálható a Lánchíd füzetek 37. kötetében: https://hidak.hu/konyvek/Lanchid_37_Mernokportrek.pdf#page=116

Ágoston mindig vidám, derűs természetével, nagy precizitással végzett munkájával, mindenkire barátságos hozzáállásával és lelkes oktatói tevékenységével kiváló példát mutatott számunkra. Nyugodjék békében!

Fenyvesi Olivér; Hajós Bence

BÚCSÚZUNK VÖRÖS JÓZSEFTŐL (1946-2023)



Nehéz feladat egy kiváló Kollégától búcsút venni. Nehéz attól, aki szerény volt és mindvégig alázatos a szakma iránt. Vörös József sosem hivatkozott, kérkedett tudásával, kitüntetéseivel, mindvégig „egyszerű” mérnökként engedte magához közel az embereket. Tette ezt velem is 2012-ben kezdő mérnökként, egészen utolsó telefonhívásomig 2023-ban, mikor a kórházi átszállításra várt. Végig kísért doktori cselekményemen és az azt követő publikációs időszakon.

József 1964-ben szerezte meg technikus minősítését a Kvassay Jenő Híd –Vízműépítő technikumban, ezt követően a Hídépítő Vállalatnál helyezkedett el technikusként. 1969-1974 között a BME Építőmérnöki Karának hallgatója volt, itt szerzett mérnöki diplomát, majd folytatta szakmai útját a Hídépítő Vállalatnál építészvezetőként. A vállalatnál 1991-ig a ranglétrát végig járva főmérnöki feladatokat is ellátott 1982-1989 között. 1991-től a MÁV alkalmazásában állt 2007-ig. Itt a vonalbiztostól az osztályvezetőig ívelt felfelé karrierje. 2008-tól a PREFLEX'2008 Kft ügyvezetője volt. Több rangos szakmai díjat ítéltek oda számára az évek során. Kiemelte többek között a Korányi és Czere Béla Díjat, a Mikó Imre és Kerkápoly Endre életmű díjakat, a MAÚT Aranymérföldkő díját és a Magyar Köztársasági Érdemrend Lovagkeresztjét. Munkája mellett folyamatosan képezte magát, új korszerű ismereteket sajátított el, melyeket munkájába és látásmódjába be is épített. Tervezői és kivitelezési tevékenysége jelentős. Műszaki tevékenysége mellett oktatói és kutatói pályája is kiemelkedő. Három felsőoktatási intézményben is oktatott, ezek a KTMF, a BME és a DE. Vörös József egy cikk kapcsán nagyon örült, hogy a hivatkozások között Klatzmányi Tibor a KTMF oktatójának neve is felmerült. Hálásan emlékezett vissza rá, örült, hogy anno lehetőséget adott számára Tibor az oktatásban való részvételre. Vörös József a Sínek Világa folyóirat főszerkesztőjeként fogta össze a hazai vasutas közösséget, munkássága során a folyóirat átment egy arculati megújulásra, valamint a Magyar Tudományos Művek Tára által is akkreditált folyóirattá vált. Büszke volt arra, hogy a megjelenés korai szakaszát jellemző lapszámok is elérhetővé váltak az archívumban. A Vasúti Hidak Alapítvány kurátor emeritusaként a hidász szakma kiemelkedő tagja volt, elvesztése hatalmas űrt hagyott maga után.

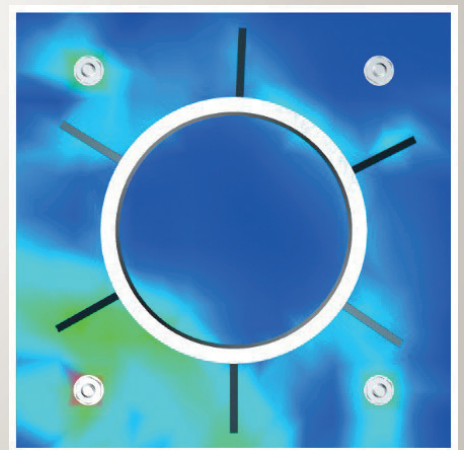
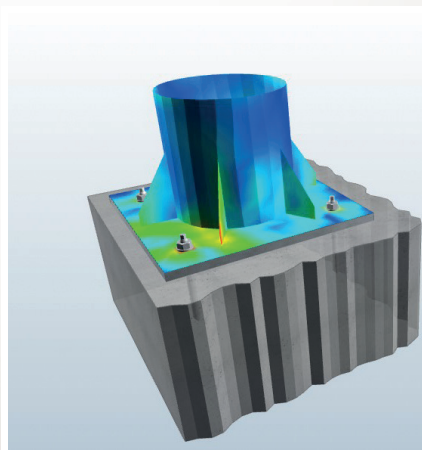
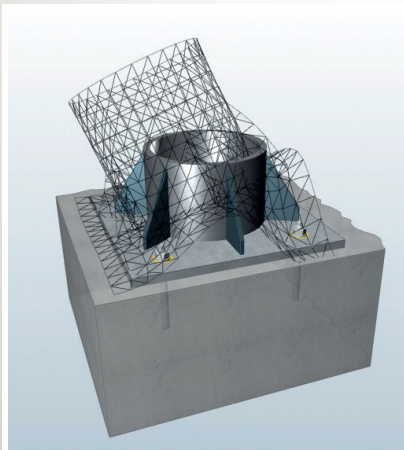
Jellemző volt rá a tiszteletteljes és személyes megemlékezés a szakmában dolgozó, alkotó kollégákról. Utolsó megemlékezése Forgó Sándorral való találkozásának állít emléket a Sínek Világában. Hasonló módon szeretnék én is megemlékezni

arról, hogy milyen ember is volt Vörös József, és miképp viszonyult hozzánk az utolsó pillanatokig, miképp zajlott utolsó telefonbeszélgetésünk.

Az idei évre több cikk megjelentetése volt szerzőtársaimmal közösen betervezve, melyek közül egyet cikksorozatként kellett újra gondolni a terjedelmesség okán. Józsefnek nagyon tetszett a téma és boldogan tudatta velem, hogy a cikkel kapcsolatban megkereste egy nyugdíjas kolléga, aki rendkívül örült a téma kidolgozásának. Ezt mindketten örömmel éltük meg, jól esett számunkra. Szerzőként és szerkesztőként is pozitív visszajelzés volt ez. József javasolta, hogy a következő részt mielőbb közöljük le, így elkészítettük a kéziratot, melyet le is adtunk. Az élet úgy hozta, hogy a következő lapszámba egy másik szerzőtárral közösen írt cikk jelent meg és ez egy későbbi lapszámba tolódott át. Ennek akkor még nem éreztem jelentőségét. A sorozat harmadik részének előkészítésekor szembesültem azzal, hogy célszerűen a második részbe bele kellene nyúlni, amely már a nyelvi lektoráláson túl volt. A változtatással kapcsolatban felhívtam Józsefet, aki fel is vette a telefont és kedves, barátságos stílusában meghallgatta kérésemet. A kérést követően mondta csak el, hogy túl van a negyedik infarktuson és épp arra vár, hogy átszállítsák egy másik kórházba. Abban maradtunk, hogy kollégáival felvéve a kapcsolatot a javítást elvégezem. József ekkor sem magára gondolt. Elmondta, hogy ebben a helyzetben is azon gondolkodott, hogy a két cikk cseréje szerzőtársam doktori előmenetelére nem lesz-e negatív hatással. Elmondtam, hogy semmiképp sem. A búcsúzáskor kitartást és mielőbbi jobbulást kívántam számára. Letéve a telefont először csak ültem és gondolkodtam, bíztam benne, hogy minden rendben lesz, hiszen a telefont is felvette és maga helyett mások miatt aggódott. A kéziratot közben visszakaptam. Megnyitva láttam, hogy József már a tördelőnek szóló instrukciókkal korábban ellátta és már csak az utolsó egyeztetésünkre vár. A javításokat elvégeztem és a cikket visszaküldtem. A napok teltek és hírek nem érkeztek Józsefről. Az ember bízott, hiszen, ha nincs hír, az jó hír. Sajnos nem így volt. Szerdán jutott el hozzám a szomorú hír, József elment. Nehéz felfogni a hiányt, megélni a gyászt. Elfogadni, hogy akit szerettünk és tiszteltünk, az már nincs velünk. Ezt a cikket már nem fogjuk egyeztetni, nem fog felhívni. Hiányozni fog ez a hívás, az utolsó egyeztetés. Hálával gondolok arra a szeretetre és törődésre, amit Józseftől az évek során kaptam szakmai és publikációs tevékenységem során. Kívánom a szakmai közösségnek, hogy példáját kövessék és a szakmai kiválóság mellett az emberi értékekre is kellő hangsúlyt helyezzenek.

dr. Major Zoltán

A biztonság kiszámítható FiXperience



Valóság-hű dübelerők számítása
az online C-FIX szoftverünk
díjmentes FEM moduljával!

Online FiXperience szoftver
elérhető az alábbi linken:

www.fixperience.online

fischer 



fotó: MOL Campus | Dernovics Tamás | magyarepitok.hu



Vinifera Hotel Balatonfüred | Kamarások Bt.



AXISVM

Teljeskörű vasbetontervezés

- Falak és lemezek vasalásának számítása
- Oszlop- és gerendavasalás
- Lemezek átszúródási és nyírési méretezése
- Pont- és sávalap méretezés, geotechnikai ellenőrzés
- Vasbeton falak és falmagok méretezése összetett igénybevételekre
- Vasbeton keresztmetszet feszültséganalízise
- Vasbeton gerendák és oszlopok tűzállósági méretezése
- Vasbeton lemezek és falak tűzállósági méretezése
- Utófeszített rúd- és felületszerkezetek modellezése
- Parametrikus tervezés támogatása (Rhino-Grasshopper, Revit-Dynamo)