

# VASBETONÉPÍTÉS

CONCRETE STRUCTURES

JOURNAL OF THE HUNGARIAN GROUP OF **fib**



Dr. Haris István – Roszevák Zsolt

## **ELŐREGYÁRTOTT VASBETON GERENDÁK NUMERIKUS ÉS KÍSÉRLETI VIZSGÁLATA**

**2**

Prof. Dr.-Ing. László M. Palotas, Ph.D.

## **A 2016. ÉVI PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJ ÁTADÁSA**

**12**

Kókai Tibor Ph.D., MSc, PEng

Palotás László-díjas

## **EGY KÜLFÖLDÖN ÉLŐ MAGYAR ÉPÍTŐMÉRNÖK PÁLYAFUTÁSA**

**15**

Dr. Seidl Ágoston

Palotás László-díjas

## **AZ ÉPÍTÉSKÉMIA A VASBETONÉPÍTÉS TÁMOGATÓJA**

**19**

Dr. Grosz Árpád

Palotás László-díjas

## **PALOTÁS LÁSZLÓT KÖVETVE**

**21**

## **SZEMÉLYI HÍREK**

Dr. Kovács Károly 75. születésnapjára

**24**

# 2017/1

XIX. évfolyam, 1. szám



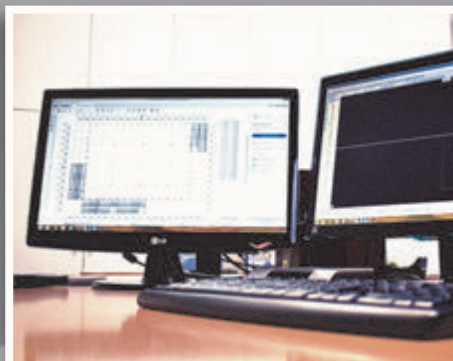
## Előregyártott vasbeton szerkezetek

gyártmánytervezés • gyártás • szállítás • szerelés  
betonacél megmunkálás • transzportbeton

[betonstar@betonstar.hu](mailto:betonstar@betonstar.hu)

Tel: +36 76/414-660

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



### Főszerkesztő:

Dr. Balázs L. György

### Szerkesztő:

Dr. Träger Herbert

### Szerkesztőbizottság:

Dr. Bódi István

Dr. Csíki Béla

Dr. Erdélyi Attila

Dr. Farkas György

Kolozsi Gyula

Dr. Kopecskó Katalin

Dr. Kovács Károly

Lakatos Ervin

Dr. Lublóy Éva

Madaras Botond

Mátyássy László

Polgár László

Dr. Sajtos István

Dr. Salem G. Nehme

Telekiné Királyföldi Antonia

Dr. Tóth László

Vörös József

Wellner Péter

### Lektorai testület:

Dr. Dulácska Endre

Királyföldi Lajosné

Dr. Knébel Jenő

Dr. Lenkei Péter

Dr. Loykó Miklós

Dr. Madaras Gábor

Dr. Orosz Árpád

Dr. Szalai Kálmán

Dr. Tassi Géza

Dr. Tóth Ernő

(Kéziratok lektorálására más

kollégák is felkérést kaphatnak.)

Alapító: a **fib** Magyar Tagozata

Kiadó: a **fib** Magyar Tagozata

(**fib** = Nemzetközi Betonszövetség)

**Szerkesztőség:** BME Építőanyagok és

Magasépítés Tanszék

1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.

Tel: 463 4068 Fax: 463 3450

E-mail: [fib@eik.bme.hu](mailto:fib@eik.bme.hu)

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

Az internet verzió

technikai szerkesztője: Czoboly Olivér

Tervezőszerkesztő: Halmai Csaba

Nyomdai kivitelezés: Navigar Kft.

Egy példány ára: 1275 Ft

Előfizetési díj egy évre: 5100 Ft

Megjelenik negyedévenként

1000 példányban.

© a **fib** Magyar Tagozata

ISSN 1419-6441 online ISSN: 1586-0361

Hirdetések:

Külső borító: 220 000 Ft+áfa

belső borító: 180 000 Ft+áfa

A hirdetések felvétele:

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

Címlapkép:

Montreáli Olimpiai Múzeum

Fotó: Balázs L. György

## TARTALOMJEGYZÉK

- 2** DR. HARIS ISTVÁN – ROSZEVÁK ZSOLT  
**ELŐREGYÁRTOTT VASBETON GERENDÁK  
NUMERIKUS ÉS KÍSÉRLETI VIZSGÁLATA**
- 12** PROF. DR.-ING. LASZLO M. PALOTAS, PH.D.  
**A 2016. ÉVI PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJ ÁTADÁSA**
- 15** KÓKAI TIBOR PH.D., MSC, PENG PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJAS  
**EGY KÜLFÖLDÖN ÉLŐ  
MAGYAR ÉPÍTŐMÉRNÖK PÁLYAFUTÁSA**
- 19** DR. SEIDL ÁGOSTON PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJAS  
**AZ ÉPÍTÉSKÉMIA A VASBETONÉPÍTÉS  
TÁMOGATÓJA**
- 21** DR. OROSZ ÁRPÁD PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJAS  
**PALOTÁS LÁSZLÓT KÖVETVE**
- 24** **SZEMÉLYI HÍREK**  
DR. KOVÁCS KÁROLY 75. SZÜLETÉSNAPOJÁRA

### A folyóirat támogatói:

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

# ELŐREGYÁRTOTT VASBETON GERENDÁK NUMERIKUS ÉS KÍSÉRLETI VIZSGÁLATA



Dr. Haris István - Roszevák Zsolt

*Előregyártott vasbeton kéttámaszú gerendák laboratóriumi és numerikus vizsgálataihoz kilenc próbatestből álló kísérletsorozatot terveztünk. A kísérletsorozat célja, hogy egy specifikusan vasbeton szerkezetek modellezésére fejlesztett nem-lineáris, háromdimenziós végeselemes szoftverrel a valóságnak legjobban megfelelő modellezési eljárásokat megkeressük. Különböző nem-lineáris beton- és betonacél anyagmodellekkel több végeselemes modellt építettünk. A numerikus vizsgálatok során elemeztük a beton és betonacél együttműködésének, valamint a végeselem háló méretének az eredményekre gyakorolt hatását a futási idő függvényében is.*

**Kulcsszavak:** végeselemes analízis, nem-lineáris beton anyagmodell, nem-lineáris betonacél anyagmodell, betonacél relatív elmozdulása

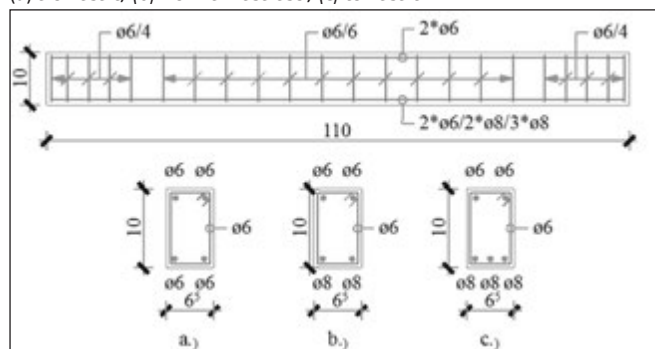
## 1. BEVEZETÉS

Napjainkban egy numerikus modell megalkotása szinte elengedhetetlen szerkezeteink tervezése során. Elvárás, hogy a tervező által megalkotott numerikus modell a lehető legjobban tükrözze a valóságos szerkezet viselkedését. Szerkezeteink számítógéppel való megfelelő modellezése szempontjából nem mindegy, hogy vizsgálataink során a modellalkotásban mennyire kifinomult anyagmodelleket használunk. Fontos továbbá, hogy az egyes modellalkotási algoritmusoknak milyen előnyei és hátrányai vannak. Jelen kézirat elsődleges célja, hogy olyan modellezési eljárásokat alkossunk, melyekkel a későbbiekben bonyolultabb vasbeton szerkezeti részletek ciklikus teherre adott válaszát vizsgálni lehessen.

## 2. KÍSÉRLETI ELEMOK ISMERTETÉSE

A laboratóriumi kísérletsorozat során kilenc előregyártott vasbeton gerendát vizsgáltunk. A gerendák keresztmetszeti méretei és hosszai minden esetben azonosak voltak, eltérés csak vasalásuk kialakításában történt. Három-három darab próbatestet vizsgáltunk, melyek a vasmennyiségük alapján alulvasalt (3db), normálvasalású (3db) és túlvasalt (3db) kivitelben

**1. ábra:** A vasbeton gerendák geometriai méretei és vasalási vázlata (a) alulvasalt, (b) normál vasalású, (c) túlvasalt



készültek. A próbatestek betonkeresztmetszetének méretei 10 x 6,5 cm, hosszuk 110 cm volt. A vizsgálatot 100 cm-es támaszközzel végeztük el. A gerendák geometriai méretei és vasalási vázlata az 1. ábrán látható. Az alsó-felső hosszvasalásokat a támaszok mögött teljes értékűen lehorgonyoztuk.

A tervezett gerendáknál minden esetben hajlítási tönkremenetelt vártunk. A próbatesteket harmadponton elhelyezett, függőleges monoton növekvő teherrel terheltük tönkremenetelig. A terhelő erőt azonos teherlépcsőkben vittük fel az egyes kísérleti elemekre. A kísérletek során a próbatestek középső keresztmetszetének lehajlását, valamint a terhelő erőt regisztráltuk.

A gerendák előregyártó üzemben készültek. Az alkalmazott betonacél átmérőket a 1. táblázat foglalja össze. A próbatestek C20/25 szilárdsági jelű beton és S500 illetve S240 jelű betonacélok felhasználásával készültek.

## 3. ELŐKÉSZÍTŐ SZÁMÍTÁSOK

A kísérletben alkalmazott elmozdulásmérő kiválasztásához és a terhelő berendezés beállításához előzetesen kézi számítással meghatároztuk az egyes próbatestek tönkremeneteléhez tartozó erőket, valamint az ezekhez tartozó lehajlások értékeit (2. táblázat). A számítás során az anyagjellemzők karakterisztikus értékeivel számoltunk a parciális tényezők figyelembevétele nélkül, az MSZ EN 1992-1-1:3 fejezete alapján. A 2. ábrán látható a tiszta kéttámaszú, csuklós statikai váz, valamint a vizsgált keresztmetszet (K). A vasbeton keresztmetszet határnyomatékának meghatározása során csak a húzott betonacélok keresztmetszeti területével számoltunk.

## 4. TERHELÉSI ELRENDEZÉS BEMUTATÁSA

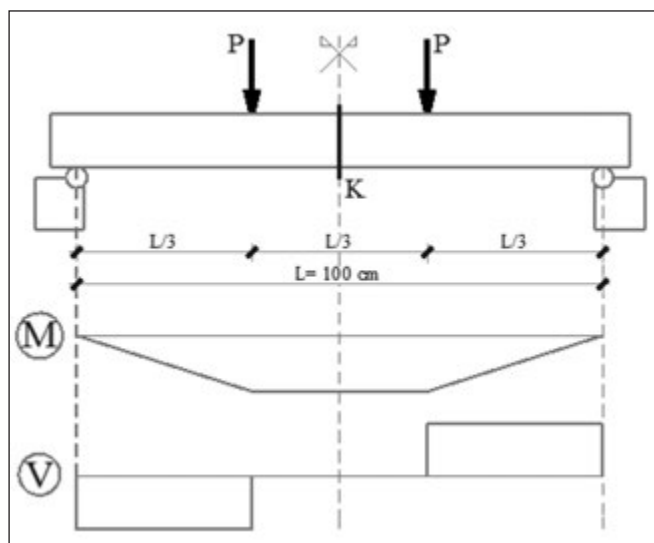
A kéttámaszú, csuklós megtámasztású gerendákat harmadpontjaikban egy-egy függőleges koncentrált erővel

## 1. táblázat: Betonacélok átmérői

| Gerenda száma | Gerenda megnevezése | Húzott vasalás | Szerelővasak | Kengyelméret | Vasmennyiség [%] |
|---------------|---------------------|----------------|--------------|--------------|------------------|
| 4100          | Alulvasalt          | 2Ø6            | 2Ø6          | Ø6           | 1,74             |
| 4200          | Normálisan vasalt   | 2Ø8            | 2Ø6          | Ø6           | 2,42             |
| 4300          | Túlvasalt           | 3Ø8            | 2Ø6          | Ø6           | 3,18             |

## 2. táblázat: Kézi számítások eredményei

| Gerenda megnevezése | Repszto erő [kN] | Tönkremenetelhez tartozó erő [kN] | Tönkremenetelhez tartozó lehajlás [mm] |
|---------------------|------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|
| Alulvasalt          | 0,99             | 6,50                              | 5,20                                   |
| Normálisan vasalt   | 1,17             | 10,20                             | 6,89                                   |
| Túlvasalt           | 1,39             | 11,10                             | 6,19                                   |



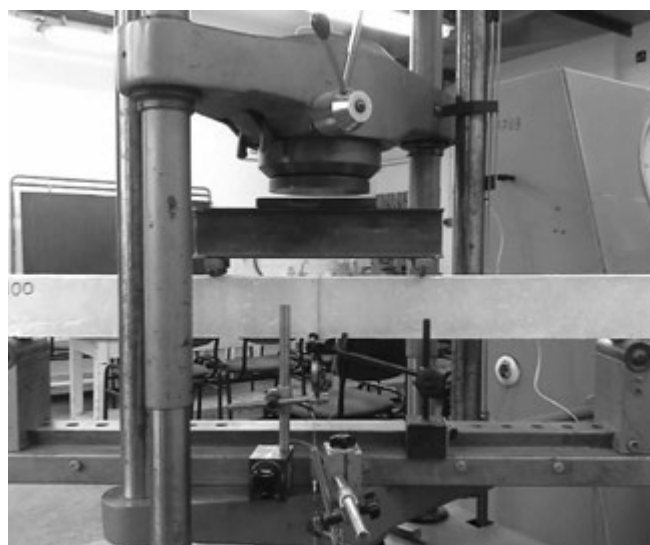
2. ábra: Terhelő elrendezés sémája és statikai váz

tönkremenetelig terheltek. A terhelő berendezés terhelő pófája alá egy erőelosztó I-szelvényt helyeztünk, ami alatt egy-egy 10 mm átmérőjű tömör acél henger volt. A kísérleti elrendezést lásd a 2. ábrán és az 1. képen.

A terhelő berendezés felső terhelő lapja gömbcsuklós kialakítású, hogy a terhelő lap síkja követni tudja a gerenda alakváltozása miatt bekövetkező elfordulásokat és így a teher mindig függőleges tudjon maradni.

## 5. MÉRÉSTECHNIKA

A kísérleteket a BME Szerkezet és Anyagvizsgáló Laboratóriumában rendelkezésre álló WPM ZD20 típusú telepített terhelő berendezéssel végeztük el. A gép hidraulikával ellátott, manuálisan működtetett és maximálisan 200 kN terhet tud közvetíteni. Kísérletek során a terhelő mérőtartományát 40 kN-ra vettük fel, a várható 20-30 kN-os tönkremeneteli tartomány miatt. A gerenda középső keresztmetszetének függőleges elmozdulását egy darab WA/10 típusú induktív elmozdulás mérővel rögzítettük. Az erő és elmozdulás rögzítése az egyes mérőeszközök kalibrációja után számítógéppel történt, ahol a terhelő berendezés által kifejtett erőt és az induktív elmozdulás mérő által szolgáltatott elmozdulás értékeket egy valós idejű diagramon rögzítettük. A vizsgálat során 1 db Spider 8 típusú erősítőt használtunk. Kvázi-statisz terheléssről lévén szó az eredmények rögzítését 10 Hz-en ( $s^{-1}$ ) végeztük.



1. kép: Kísérleti elrendezés

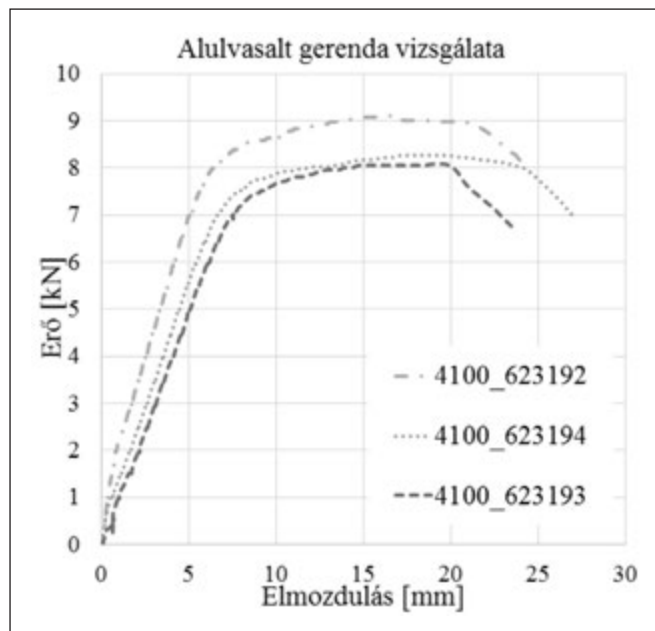
## 6. KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK

A kísérletek során mért erőt a terhelő berendezés szolgáltatotta, ami a teljes gerendán értelmezett, két azonos nagyságú erőnek felel meg. A numerikus vizsgálatok során a szimmetriát kihasználva modelleztük a gerendákat, így annak érdekében, hogy a laboratóriumi kísérletek és a végesselemez vizsgálatok eredményei összeegyeztethetőek legyenek, a továbbiakban a két erő egyikének nagyságát szerepeltetjük az eredmények bemutatása során.

Az első kísérletsorozatot az alulvasalt gerendákon végeztük el. A gerendák kezdetben mereven viselkedtek az I. feszültségállapotban. Az első repedések mintegy 0,72-0,89 kN erőnél jelentkeztek a mérési diagramok alapján. A hajlítási repedések a hossz tengelyre merőleges irányúak voltak és zömében a két koncentrált erő között jelentkeztek. A teher növekedésével a repedések terjedését rögzítettük. A repedések hossza ~5 kN-os erőig növekedett, majd azt követően a repedések rohamosan elkezdtek megnyílni. A gerendák 7,80-9,07 kN teher szintek elérése után tönkrementek. Az alulvasalt gerendák esetében a húzott betonacélok elszakadtak, kivéve a 4100\_623192 jelű gerendát. A kivételt képező alulvasalt gerenda a nyomott betonzóna összemorzsolódásával ment tönkre. Az alulvasalt gerendák jellemző repedésképe és a jellemző tönkremenetel a 2. képen látható.



**2. kép:** Alulvasalt gerendák jellemző repedésképe és tönkremenetele



**3. ábra:** Erő-elmozdulás diagram – alulvasalt gerendák vizsgálata

A 3. ábrán az alulvasalt gerendák erő-elmozdulás diagramjait mutatjuk be, melyeken megfigyelhető, hogy az alulvasalt gerendák tönkremeneteléhez tartozó erő 7,80-9,07 kN és a középső keresztmetszet legnagyobb lehajlása 20,32-24,68 mm volt.

A normálvasalású kísérleti gerendáknál a berepedéshez tartozó erő 1,34-1,42 kN között volt megfigyelhető. A gerendák által felvett legnagyobb erő pedig 13,53-14,83 kN között volt. A középső keresztmetszet legnagyobb lehajlása 21,85-27,86 mm, amelyhez 13,38-14,46 kN-os teher tartozik. A hajlítási repedések zömében a két koncentrált erő között alakultak ki és hossztengetyre merőlegesen jelentek meg. A 3. képen a normálvasalású gerendák repedésképe és jellemző tönkremenetele látható. A tönkremenetel minden esetben a nyomott betonzóna összemorzsolódásával ment végbe. Az 4. ábra a normálvasalású gerendák erő-elmozdulás diagramjait szemlélteti.

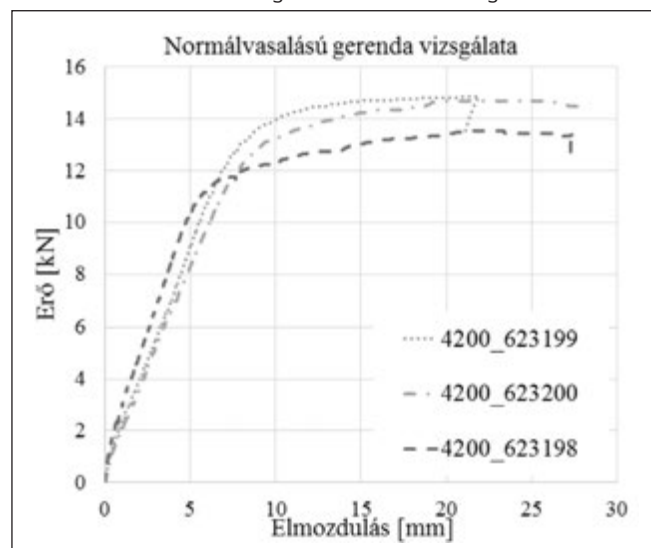
Az utolsó kísérleteket a túlvasalt gerendákon végeztük el. Ezeknél a próbateteknél az első repedések kialakulása na-

gyobb teherszinten következett be, mint az előzőleg bemutatott gerendáknál. A kísérleti gerendák által felvett legnagyobb erő 18,55-18,90 kN között volt. A gerendák legnagyobb lehajlása 40,23-40,65 mm-nél volt megfigyelhető, melyhez 17,14-18,43 kN teher tartozott. A gerendák a nyomott zóna rideg összemorzsolódásával mentek tönkre. Gyártási hiba miatt kivételt képez a 4300\_623206 sorszámú gerenda, mert ebben a próbatetben a vasalást nem a túlvasalt gerendának megfelelően alakították ki, hanem a normálvasalású gerendákhoz kell sorolnunk. A gerendák jellemző tönkremenetelét az 4. kép mutatja be. A kísérletekből kapott erő-elmozdulás diagramok az 5. ábrán láthatóak.

## 7. NUMERIKUS MODELLEK

A végeselemes modelleket az *ATENA 3D nemlineáris végeselemes* szoftverrel készítettük. A numerikus vizsgálatok során mind a három vasbeton gerenda végeselemes modelljét megalkottuk, melyek geometriai méretei és vasalásuk kialakításai is megegyeznek a valós kísérletekben vizsgált geren-

**4. ábra:** Erő-elmozdulás diagram – normálvasalású gerendák

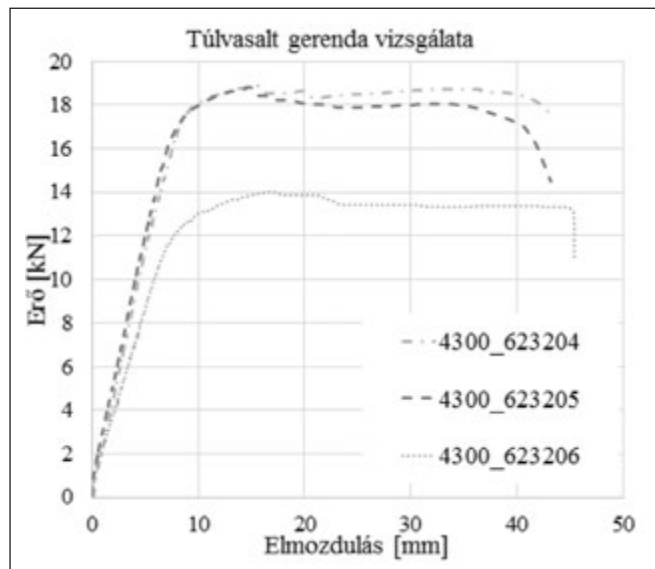


**3. kép:** Normálvasalású gerendák repedésképe és jellemző tönkremenetele





4. kép: Túlvasalt gerendák jellemző tönkremenetele és repedésképe



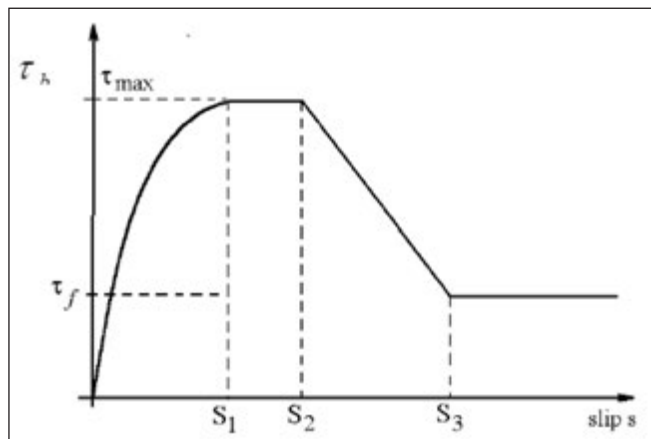
5. ábra: Erő elmozdulás diagram – túlvasalt gerendák

dákéval. A gerendák végelemek modelljeit, a szimmetriát kihasználva definiáltuk (7. ábra).

A vizsgálatok során három betonra megalkotott anyagmodellt használtunk (Bojtár, Gáspár, 2003). Ezek mind a program által elérhető beágyazott anyagmodellek, melyeknél a paraméterek beviteli módja eltérő, a viselkedést leíró függvények azonosak. Az első anyagmodell a „3D Nonlinear Cementitious 2”, melynél minden egyes paramétert személyre szabva adhatunk meg a beállítás során. A második a „3D Variable Nonlinear Cementitious 2”, melynél a nyírási paramétereket nem tudjuk változtatni. A harmadik pedig a két előző anyagmodellre épülő „C20/25 mean values”, melyet katalógusból tudunk kiválasztani (Cervenka et al., 2014).

A teher és a megtámasztás pontjaiban acéllemezeket helyeztünk el, így elkerülve az esetleges lokális számítási hibákat és a feszültségek szingularitását.

A betonacélok feszültség-alakváltozás összefüggését számos kutató vizsgálta (Bálázs Gy., 1990, Farkas Gy., 2008). A betonacélokra kétféle anyagmodellt alkalmaztunk. Az



6. ábra: Feszültség-elmozdulás modell (CEB-FIB Model Code 1990) 6. ábra: Feszültség-elmozdulás modell (CEB-FIB Model Code 1990)

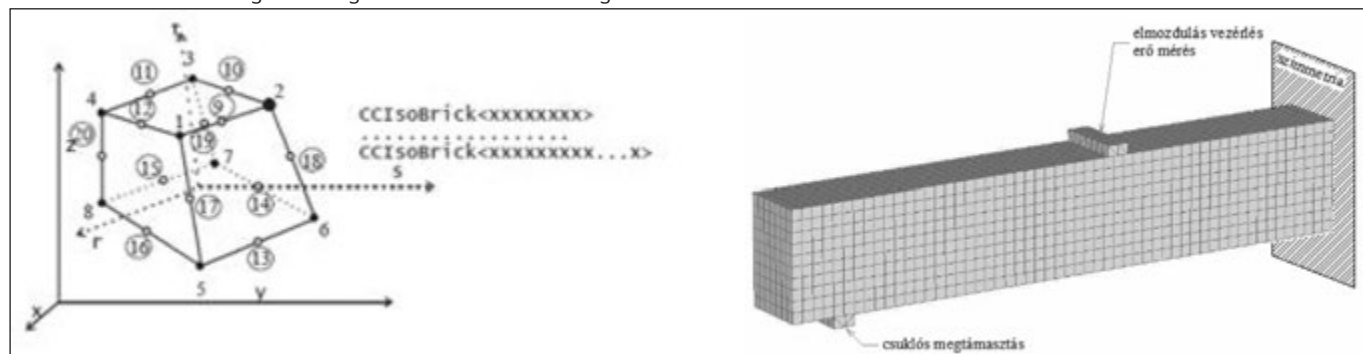
egyikben a betonacélokra lineárisan rugalmas és lineárisan felkeményedő anyagmodellt választottunk. A másik anyagmodell esetén definiáltunk egy valós feszültség-alakváltozás karakterisztikát.

A betonacélok és a beton kapcsolatára kétféle beállítást alkalmaztunk. Az egyiknél a beton és a betonacélok kapcsolatát tökéletesnek feltételeztük, a másik esetben megadtuk a betonacélok megcsúszásának tapadási feszültség-elmozdulás diagramját (6. ábra). A tapadási feszültség-elmozdulás modell a CEB-FIB 1990 Model Code-on alapszik (fib-Model Code for Concrete Structures, 2010).

A numerikus modellek készítése során többféle végelem háló felosztást alkalmaztunk. A gerendákra generált végelem hálót 1, 2 és 3 cm-es felosztással készítettük el. A modellekben egységesen a kvadrátikus bázisfüggvényeket választottunk, 20 csomópontos téglatestelem felhasználásával (Cervenka et al. 2014). A téglatest elemet és a gerendára generált 1 cm-es végelem-felosztást a 7. ábra szemlélteti.

Valamennyi nemlineáris analízisnél az iterációs folyamat végrehajtásához egy implicit megoldási módszert, a Newton-Raphson iterációs eljárást alkalmaztunk. A szerkezet állapotegyenletének megoldására a Cholesky-felbontást használtuk.

7. ábra: Alkalmazott és a gerendára generált 1 cm-es osztású végelem háló



## 8. A NUMERIKUS VIZSGÁLATOK EREDMÉNYEI

Ebben a pontban részletesen bemutatjuk numerikus vizsgálataink eredményeit. Először azon modellek eredményeit mutatjuk be, melyben a beton és a betonacél közötti tapadásos kapcsolat tökéletesnek feltételeztük. Az alábbi grafikonokon mind a három anyagmodellel vizsgált alulvasalt, normálvasalású és túlvasalt gerendák erő-elmozdulás diagramjait mutatjuk be (8. ábra). A grafikonokon a 2 cm-es végeelem-háló felosztással készített modellekből kapott eredményeket tüntettük fel.

Az egyes numerikus modellekből eredményül kapott repesztő erőt, a tönkremenetelhez tartozó erőt és lehajlást a 3. táblázat foglalja össze.

Mindegyiknél megfigyelhető egy kezdetben igen nagy meredekségű, lineáris szakasz, mely az I. feszültségállapot végéig tart. A II. feszültségállapotban egy, a grafikonokról lineáris szakasznak tűnő, de valójában nemlineáris viselkedés mutatkozik. A gerendák tönkremenetele többnyire hirtelen megy végbe és további erőt a szerkezet nem képes felvenni.

A következőkben bemutatjuk a három különböző paraméterezésű beton anyagmodellel kapott eredményeket, mindhárom gerendatípusra. Az eredményeket a 2 cm-es végeelem-hálós modelleken mutatjuk be (9. ábra).

Az egyes kísérleteket többféle végeelem-háló mérettel is elvégeztük, hogy megtudjuk, mely végeelem-háló felosztás szolgáltatja a legpontosabb eredményt. Az 1, 2 és 3 cm-es végeelem-hálós modellek erő-elmozdulás grafikonjait, a „C20/25 mean values” beton anyagmodellel a 10. ábrán mutatjuk be.

A grafikonokon megfigyelhető, hogy a végeelem-háló

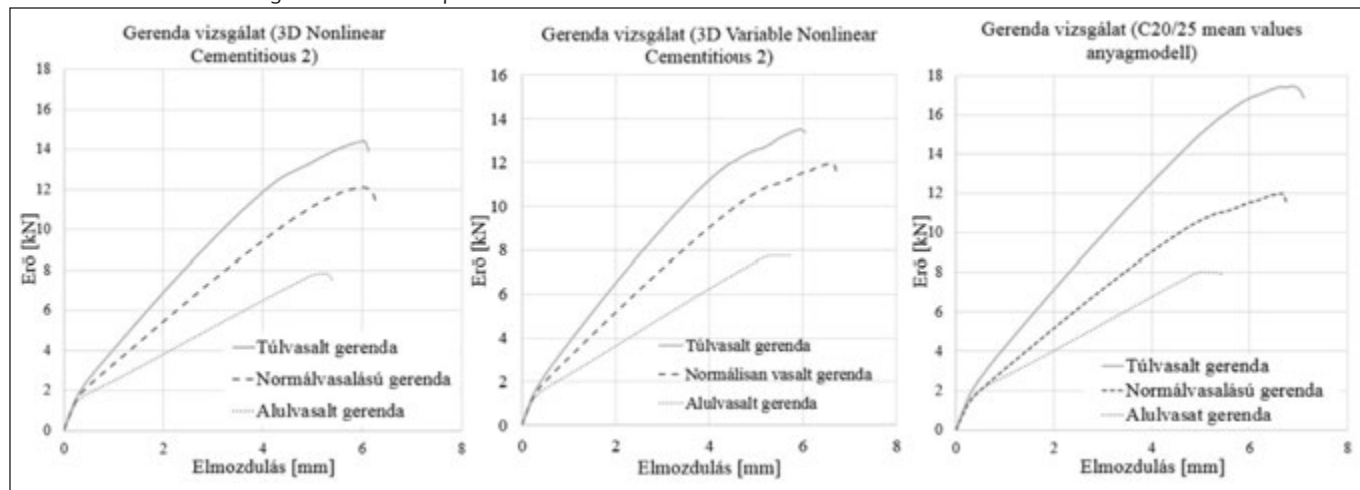
sűrűségének változtatása csupán a tönkremenetel közeli állapotban okoz eltéréseket a modellekben. A tönkremenetel után a gerendák több erőt nem voltak képesek felvenni, jelentős képlékeny alakváltozást nem mutattak.

Azokban a modellekben, ahol a beton és betonacél közötti együttlapolozást nem tökéletesnek feltételeztük, megfigyelhető már a laboratóriumi kísérletekben is jelentkező közel „tökéletes” képlékeny alakváltozási szakasz. Ezeket a modelleket kizárólag a „C20/25 mean values” beton anyagmodellel készítettük el. A vizsgálatokból eredményül kapott erő elmozdulás diagramokat a 11. ábrán mutatjuk be.

Az alulvasalt és normálvasalású gerendák esetében a közel „tökéletesen” képlékeny alakváltozások szakasza volt tapasztalható. A gerendák több erőt nem voltak képesek felvenni, azonban a lehajlások mintegy 2,8-3,8 szorosára növekedtek. A túlvasalt gerenda esetében a „tökéletesen” képlékeny alakváltozási szakasz nem volt megfigyelhető. Itt a beton összemorzsolódásával ment tönkre a gerenda. Ez a tönkremenetel volt tapasztalható abban az esetben is, amikor a beton és betonacél együttlapolozását tökéletesnek feltételeztük. A végeelem-háló változtatásával csekély eltérés tapasztalható az egyes modellek eredményeit tekintve, számottevő eltérés csak a túlvasalt gerendánál mutatkozik. A túlvasalt gerendánál is csak a tönkremenetel közeli állapotban lehet megfigyelni az erő-elmozdulás diagramon, hogy a kisebb hálófelosztással készült modell ~1 kN-nal nagyobb erőt tud felvenni. A „C20/25 mean values” beton anyagmodellel készített gerenda modellek numerikus vizsgálatából származó eredményeket az 4. táblázat foglalja össze.

A következőkben bemutatjuk a valós betonacél karakterisztikával készített modellek eredményeit. A numerikus

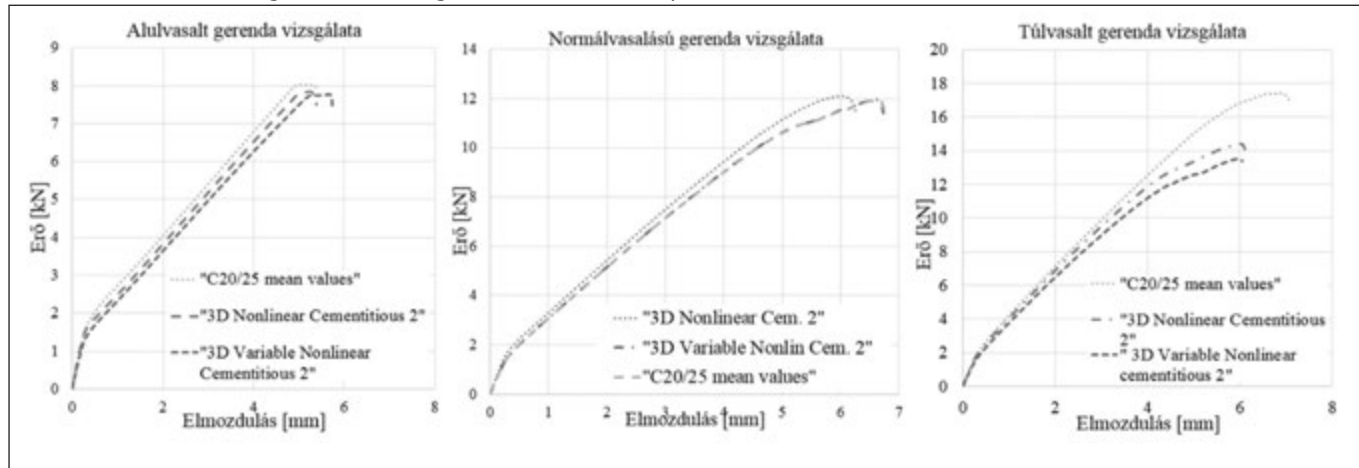
8. ábra: Erő-elmozdulás diagram – tökéletes tapadás esetén



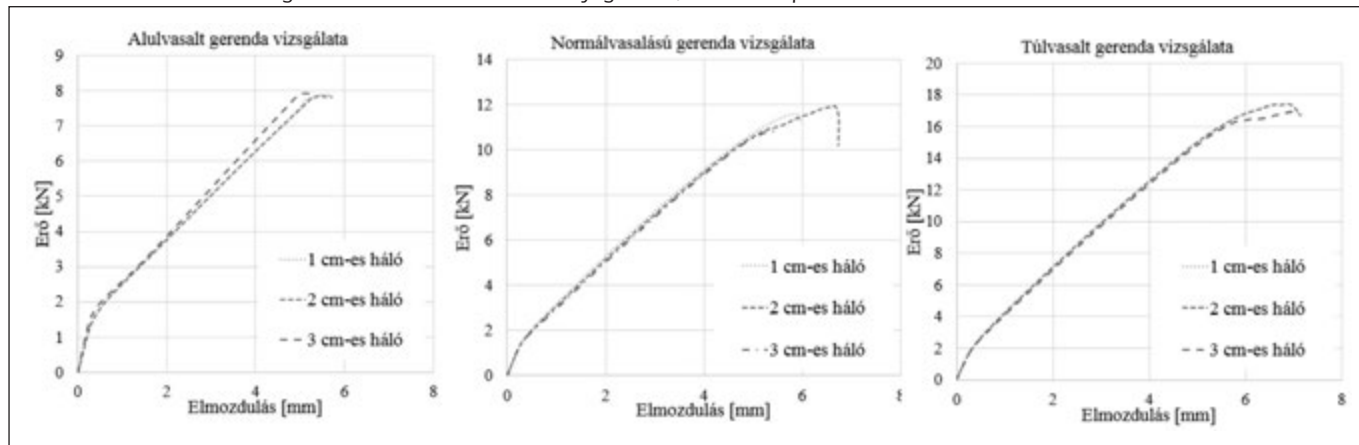
3. táblázat: A numerikus modellek eredményei – tökéletes tapadás esetén

| Gerenda megnevezése | Repesztő erő [kN]   |                              |                    | Tönkremenetelhez tartozó erő [kN] |                              |                    | Lehajlás [mm]       |                              |                    |
|---------------------|---------------------|------------------------------|--------------------|-----------------------------------|------------------------------|--------------------|---------------------|------------------------------|--------------------|
|                     | 3D Nonlinear Cem. 2 | 3D Variable Nonlinear Cem. 2 | C20/25 mean values | 3D Nonlinear Cem. 2               | 3D Variable Nonlinear Cem. 2 | C20/25 mean values | 3D Nonlinear Cem. 2 | 3D Variable Nonlinear Cem. 2 | C20/25 mean values |
| Alulvasalt          | 1,43                | 1,52                         | 1,48               | 7,82                              | 7,75                         | 7,92               | 5,29                | 5,72                         | 5,43               |
| Normálisan vasalt   | 1,55                | 1,74                         | 1,74               | 12,06                             | 11,89                        | 11,94              | 6,12                | 6,67                         | 6,68               |
| Túlvasalt           | 2,18                | 1,95                         | 2,34               | 14,38                             | 13,5                         | 17,22              | 6,06                | 5,98                         | 7,03               |

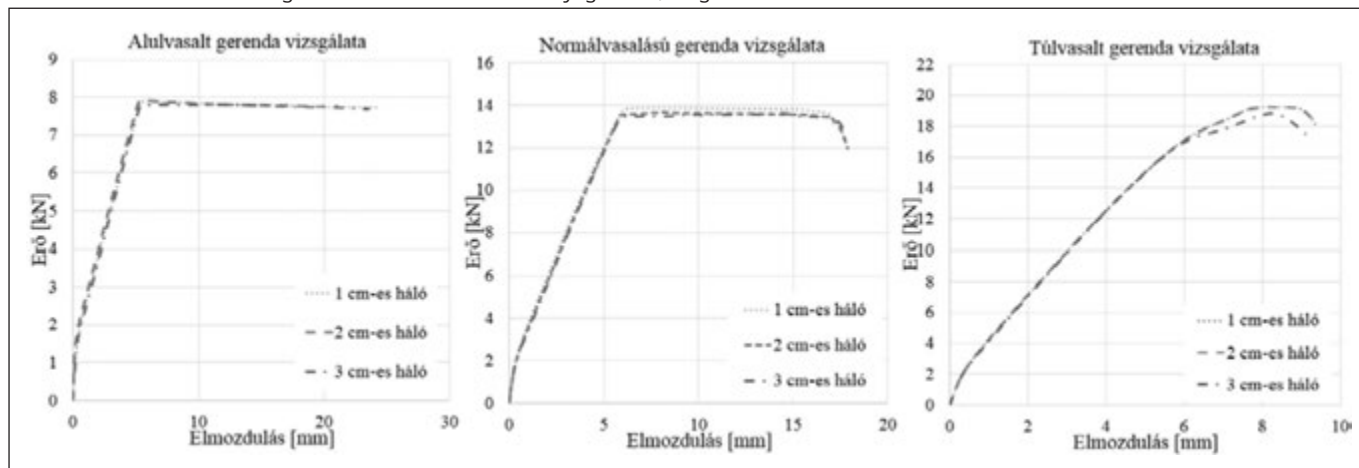
**9. ábra:** Erő-elmozdulás diagram – 2 cm-es végelem-háló, tökéletes tapadás esetén



**10. ábra:** Erő-elmozdulás diagram – „C20/25 mean values” anyagmodell, tökéletes tapadás esetén



**11. ábra:** Erő-elmozdulás diagram – C20/25 mean values anyagmodell, megcsúszó betonacél esetén



kísérletekből elkészített erő-elmozdulás diagramokat a 12. ábrán szemléltetjük.

A 13. ábrán látható diagramon összefoglaltuk a számítások futási idejét a végelem-háló méretének függvényében. Az 1 cm-es végelem-háló felosztással 1 -1,5 napos futás időt is regisztráltunk.

## 9. NUMERIKUS ÉS VALÓS KÍSÉRLETI EREDMÉNYEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Ebben a fejezetben bemutatjuk numerikus és valós kísérletek eredményeinek összehasonlítását. Először a valós kísérletekből

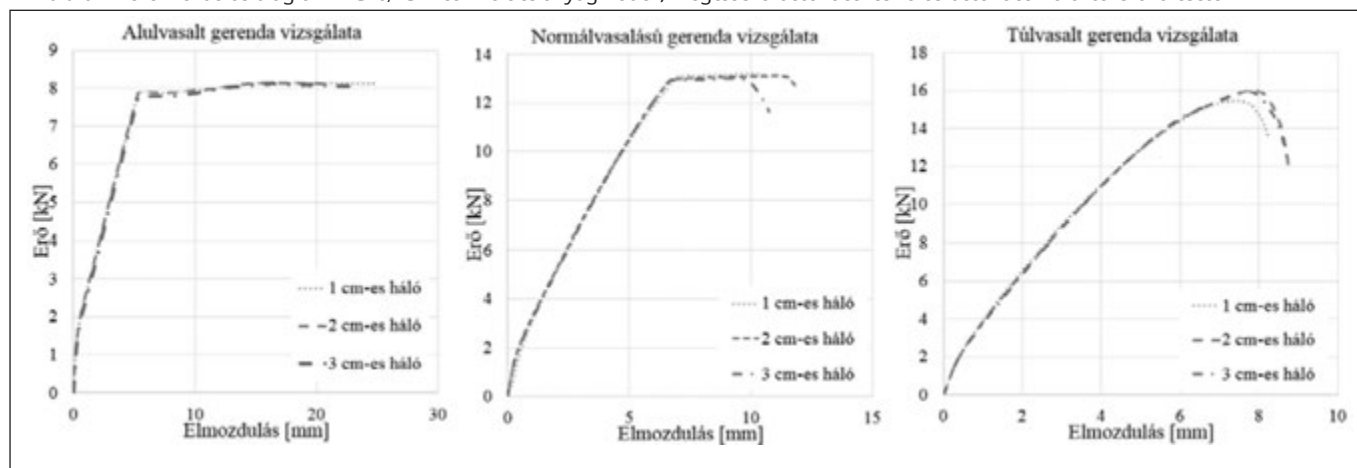
kapott eredményeket hasonlítjuk össze a beton és betonacél közötti tökéletes együttműködéssel készített modellek eredményeivel. Az alábbi grafikonokon az alulvasalt, normálvasalású és túlvasalt gerendák vizsgálataiból kapott erő-elmozdulás diagramok láthatóak (14. ábra). A numerikus vizsgálatok során a „C20/25 mean values” beton anyagmodellt használva, 1, 2 és 3 cm-es végelem-háló felosztást alkalmaztunk. A numerikus és kísérleti vizsgálatok során kapott eredményeket az 5. táblázat foglalja össze.

A következőkben azon numerikus modellek eredményeit hasonlítjuk össze a valós kísérleti eredményekkel, melyeknél a beton és a betonacél kapcsolatára definiáltuk a tapadási feszültség-elmozdulás összefüggéseket. Ebben az esetben a numerikus vizsgálatok során már a képlekeny alakváltozások

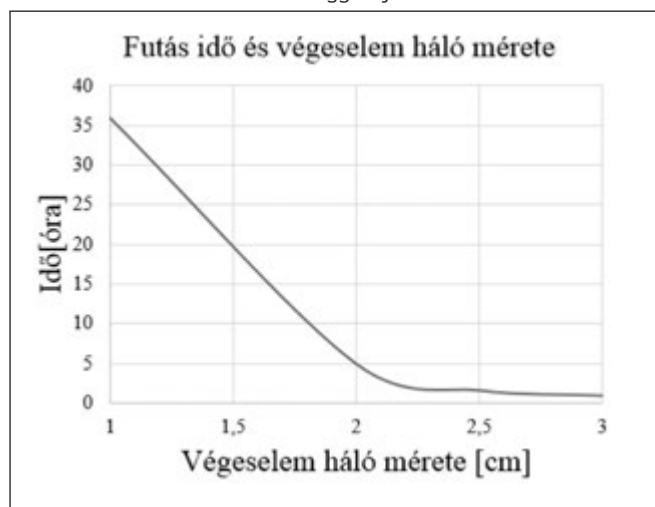
4. táblázat: Az egyes gerendákhoz tartozó eredmények

| Gerenda megnevezése | Tönkremenetelhez tartozó erő [kN] |       |       | Tönkremenetelhez tartozó lehajlás [mm] |      |      | Legnagyobb lehajláshoz tartozó erő [kN] |       |       | Legnagyobb lehajlás [mm] |       |       |
|---------------------|-----------------------------------|-------|-------|----------------------------------------|------|------|-----------------------------------------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|
|                     | Hálóméret                         |       |       | Hálóméret                              |      |      | Hálóméret                               |       |       | Hálóméret                |       |       |
|                     | 1 cm                              | 2 cm  | 3 cm  | 1 cm                                   | 2 cm | 3 cm | 1 cm                                    | 2 cm  | 3 cm  | 1 cm                     | 2 cm  | 3 cm  |
| Alulvasalt          | 7,96                              | 7,91  | 7,79  | 6,25                                   | 5,37 | 5,65 | 7,76                                    | 7,75  | 8,06  | 24,09                    | 20,23 | 23,52 |
| Normálisan vasalt   | 13,84                             | 13,65 | 13,46 | 6,67                                   | 8,01 | 6,38 | 13,54                                   | 13,19 | 13,30 | 16,71                    | 17,05 | 17,30 |
| Túlvasalt           | 19,2                              | 18,84 | 19,19 | 8,07                                   | 8,28 | 8,80 | 18,90                                   | 18,84 | 19,19 | 9,10                     | 8,28  | 8,80  |

12. ábra: Erő-elmozdulás diagram – C20/25 mean values anyagmodell, megcsúszó betonacél és valós betonacél karakterisztika esetén



13. ábra: Futásidő a hálóméret függvényében



szakaszát is modellezni tudtuk, így lényegesen jobb egyezés mutatkozik a valós kísérletekhez viszonyítva.

Az egyes valós kísérleti eredményeket és a „C20/25 mean values” beton anyagmodellel készített numerikus vizsgálatok eredményeit a 15. ábra szemlélteti. Ezek a grafikonok is az 1, 2 és 3 cm-es végeselem-hálóval futtatott modellek eredményei láthatóak. Az egyes numerikus és valós kísérletekből kapott eredményeket összefoglaltuk (6. táblázat).

Bemutatjuk a valós betonacél karakterisztikával készített numerikus vizsgálatokból és valós kísérletekből kapott eredményeket (16. ábra). A vizsgálatokból kapott eredményeket a 7. táblázatban foglaltuk össze.

Kiegészítésként bemutatunk repedésképeket is, melyek a valós és a numerikus kísérlet elvégzése során készültek. A valós kísérleteknél kapott repedésképet már ismertettük, így

a numerikus kísérletekből kapott repedésképeket mutatjuk be részletesebben. A valós kísérletből és a numerikus vizsgálatból származó repedésképeket a 17. ábra szemlélteti.

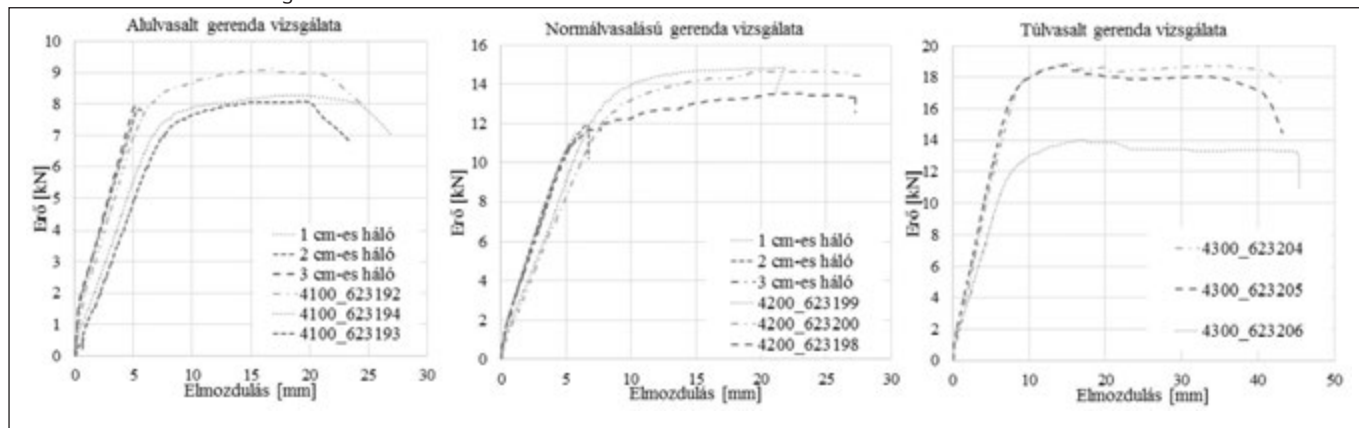
A két koncentrált teher között kizárólag függőleges irányú hajlítási repedések keletkeztek mind a valós mind a numerikus modellek során. A támasz felé a koncentrált erők bevezetésénél ferde, közel 45 °-os repedések is kialakultak az erő és a támasz között a valós kísérletek során. Ugyanezek a ferde repedések jelentkeztek a numerikus kísérletek során is. A 17. ábrán megfigyelhető, hogy a sűrűbb végeselem-háló felosztással lényegesen jobb egyezést mutat a repedéskép a valós gerendáéval, mint a 3 cm-es hálófelosztásnál.

## 10. MEGÁLLAPÍTÁSOK

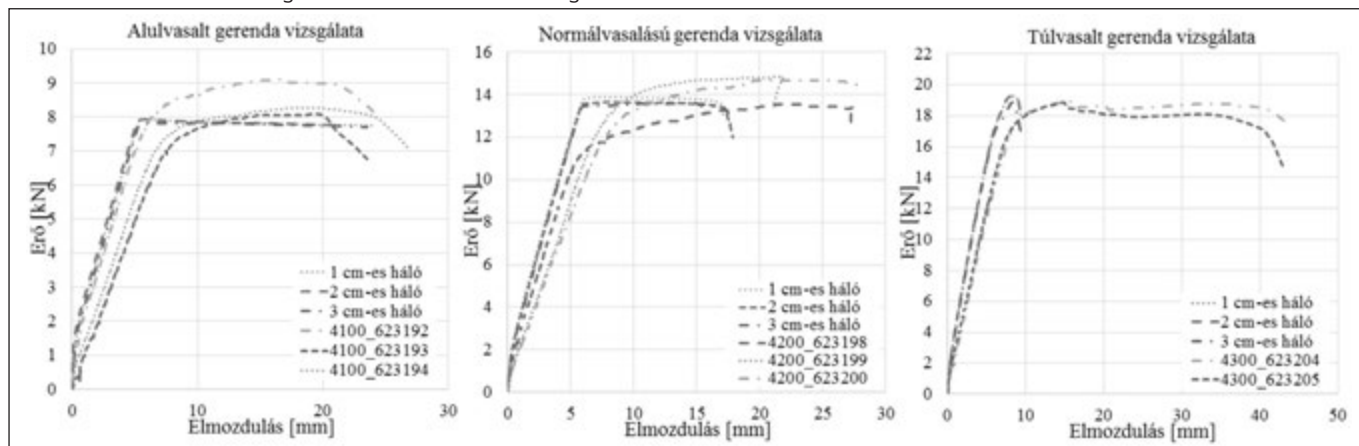
A jelen cikk keretein belül kilenc próbatestből álló kísérlet-sorozatot végeztünk. A tényleges gerendaméretek és kísérleti elrendezés alapján elkészítettük a gerendák numerikus modelljeit egy három dimenziós nem-lineáris végeselemes programmal. A végeselemes modelleket több beton, illetve betonacél anyagmodellel is futattuk, valamint a beton és a betonacél közti kapcsolatot is több módszerrel vizsgáltuk.

A laboratóriumi és numerikus kísérletek eredményeit összehasonlítottuk. Megállapítható, hogy a kísérleti gerendák eredményéhez legjobban (eltérés: tönkremenetelhez tartozó erő: +0,25%, legnagyobb lehajlás: -2,77%) illeszkedő numerikus modellt, az egyenértékű feszültség-alakváltozás modellen alapuló „C20/25 mean values” (Cervenka et al., 2014) beton anyagmodellel és a valós feszültség-alakváltozás betonacél karakterisztikával kaptuk. A beton és betonacél közötti kapcsolatra a CEB-FIB 1990 Model Code-on alapuló feszültség-

14. ábra: Erő-elmozdulás diagram – valós és numerikus kísérlet



15. ábra: Erő-elmozdulás diagram – valós- és numerikus vizsgálatok



5. táblázat: Valós és numerikus kísérleti eredmények

| Gerenda megnevezése | Vizsgálat típusa       | Próbatest sorszám/<br>hálóméret | Repesztő erő<br>[kN] | Tönkremenetelhez<br>tartozó erő [kN] | Tönkremenetelhez<br>tartozó lehajlás [mm] |
|---------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|
| Alulvasalt          | Laborkísérlet          | 4100_623192                     | 1,44                 | 9,11                                 | 16,54                                     |
|                     |                        | 4100_623193                     | 0,94                 | 8,26                                 | 19,40                                     |
|                     |                        | 4100_623194                     | 0,84                 | 8,07                                 | 19,53                                     |
|                     | Numerikus<br>vizsgálat | 1 cm-es háló                    | 1,69                 | 7,91                                 | 5,74                                      |
|                     |                        | 2 cm-es háló                    | 1,67                 | 7,83                                 | 5,41                                      |
|                     |                        | 3 cm-es háló                    | 1,51                 | 7,92                                 | 5,33                                      |
|                     | Legkisebb eltérés [%]  |                                 | + 4,60               | -1,86                                | -65,30                                    |
| Normál- vasalású    | Laborkísérlet          | 4200_623198                     | 1,74                 | 14,84                                | 21,75                                     |
|                     |                        | 4200_623198                     | 1,65                 | 14,65                                | 19,81                                     |
|                     |                        | 4200_623200                     | 1,64                 | 13,53                                | 22,04                                     |
|                     | Numerikus<br>vizsgálat | 1 cm-es háló                    | 1,71                 | 11,51                                | 6,00                                      |
|                     |                        | 2 cm-es háló                    | 1,71                 | 11,92                                | 6,07                                      |
|                     |                        | 3 cm-es háló                    | 1,70                 | 10,82                                | 5,33                                      |
|                     | Legkisebb eltérés [%]  |                                 | + 1,72               | -11,90                               | -69,36                                    |
| Túlvasalt           | Laborkísérlet          | 4300_623204                     | 2,16                 | 18,9                                 | 15,65                                     |
|                     |                        | 4300_623205                     | 1,97                 | 18,55                                | 15,14                                     |
|                     |                        | 4300_623206                     | 1,65                 | 13,97                                | 16,61                                     |
|                     | Numerikus<br>vizsgálat | 1 cm-es háló                    | 2,02                 | 17,43                                | 6,84                                      |
|                     |                        | 2 cm-es háló                    | 2,02                 | 17,43                                | 6,84                                      |
|                     |                        | 3 cm-es háló                    | 2,02                 | 16,95                                | 6,93                                      |
|                     | Legkisebb eltérés [%]  |                                 | + 2,47               | -6,04                                | -54,82                                    |

elmozdulás modellt használtuk. A numerikus vizsgálatok során több végeelem-háló méretet vizsgáltunk. Az eredmények alapján a tönkremenetelhez közeli szakaszon észlelhető eltérés. A végeelem-háló méretének csökkentése nagyban megnövelte

a számítás idejét. A 2 cm-es végeelem-háló méret bizonyult a futás idő és az eredmények pontossága szempontjából is optimálisnak a jelen kísérletben vizsgált gerendáknál.

**6. táblázat:** Valós és kísérleti eredmények

| Gerenda megnevezése | Vizsgálat típusa      | Próbatest sorszáma/hálóméret | Repesztő erő [kN] | Tönkremenetelhez tartozó erő [kN] | Tönkremenetelhez tartozó lehajlás [mm] | Legnagyobb lehajlás [mm] |
|---------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|--------------------------|
| Alulvasalt          | Laborkísérlet         | 4100_623192                  | 1,44              | 9,11                              | 16,54                                  | 20,97                    |
|                     |                       | 4100_623193                  | 0,94              | 8,26                              | 19,40                                  | 19,73                    |
|                     |                       | 4100_623194                  | 0,84              | 8,07                              | 19,53                                  | 24,07                    |
|                     | Numerikus vizsgálat   | 1 cm-es háló                 | 1,59              | 7,96                              | 6,25                                   | 24,09                    |
|                     |                       | 2 cm-es háló                 | 1,81              | 7,91                              | 5,37                                   | 20,23                    |
|                     |                       | 3 cm-es háló                 | 1,57              | 7,79                              | 5,65                                   | 23,52                    |
|                     | Legkisebb eltérés [%] |                              | + 9,03            | -1,36                             | -62,21                                 | + 0,08                   |
| Normálvasalású      | Laborkísérlet         | 4200_623198                  | 1,74              | 14,84                             | 21,75                                  | 27,23                    |
|                     |                       | 4200_623199                  | 1,65              | 14,65                             | 19,81                                  | 21,23                    |
|                     |                       | 4200_623200                  | 1,64              | 13,53                             | 22,04                                  | 27,77                    |
|                     | Numerikus vizsgálat   | 1 cm-es háló                 | 2,05              | 13,84                             | 6,67                                   | 16,71                    |
|                     |                       | 2 cm-es háló                 | 2,03              | 13,65                             | 8,01                                   | 17,05                    |
|                     |                       | 3 cm-es háló                 | 2,01              | 13,46                             | 6,38                                   | 17,30                    |
|                     | Legkisebb eltérés [%] |                              | - 13,43           | -0,52                             | -59,57                                 | -18,51                   |
| Túlvasalt           | Laborkísérlet         | 4300_623204                  | 2,16              | 18,9                              | 15,65                                  | 41,17                    |
|                     |                       | 4300_623205                  | 1,97              | 18,55                             | 15,14                                  | 40,23                    |
|                     |                       | 4300_623206                  | 1,65              | 13,97                             | 16,61                                  | 45,03                    |
|                     | Numerikus vizsgálat   | 1 cm-es háló                 | 2,23              | 19,23                             | 8,07                                   | 9,10                     |
|                     |                       | 2 cm-es háló                 | 2,23              | 18,84                             | 8,28                                   | 8,28                     |
|                     |                       | 3 cm-es háló                 | 2,21              | 19,19                             | 8,80                                   | 8,80                     |
|                     | Legkisebb eltérés [%] |                              | +2,31             | +3,45                             | -41,88                                 | -77,38                   |

## 10. TOVÁBBI KUTATÁS LEHETŐSÉGEK

Megmutattuk, hogy a fenti méretezési technikával a valóságot rendkívül jól megközelítő numerikus eredmények érhetők el monoton terhelés esetén. A bemutatott és elvégzett modellezési eljárást kívánjuk a továbbiakban más szerkezet típusokra is kiterjeszteni. További kutatási irányok és lehetőségek az alábbiak:

- vasbeton szerkezetek ciklikus terhekre való viselkedésének vizsgálata,
- vasbeton szerkezetek csomópontjainak részletes modellezése a tényleges vasalás és vasvezetés figyelembevételével,
- vasbeton képlékeny csuklók viselkedésének vizsgálata, ezek alapján a ciklikus degradáció elemzése.

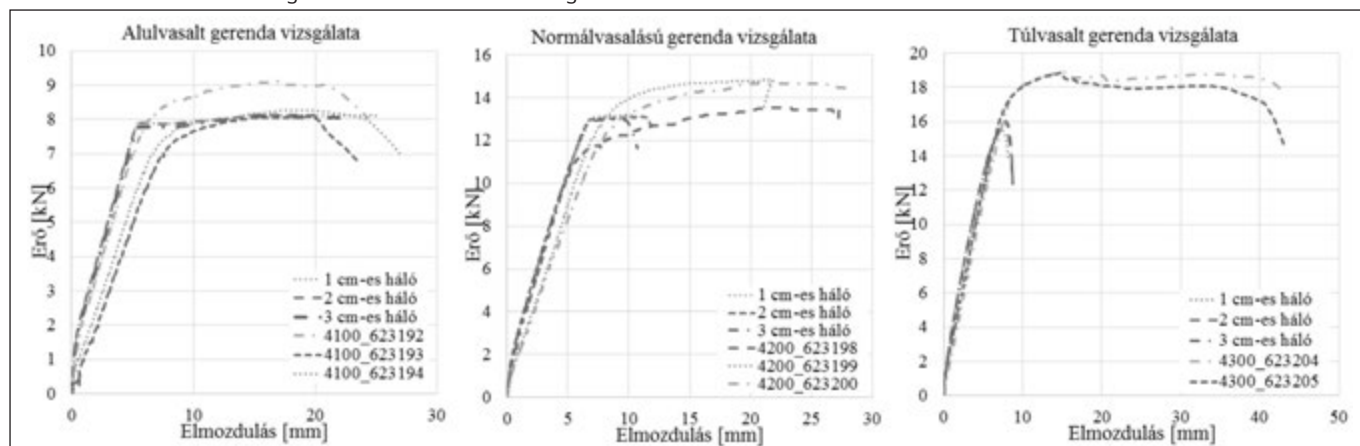
## 11. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton köszönjük a BME Szerkezet- és Anyagvizsgáló Laboratórium munkatársainak, Domby Ferencnek és dr. Mansour Kachichiannak illetve dr. Hortobágyi Zsolt-nak, hogy önzetlenül segítették munkánkat a kísérletsorozat elvégzése során.

## 12. HIVATKOZÁSOK

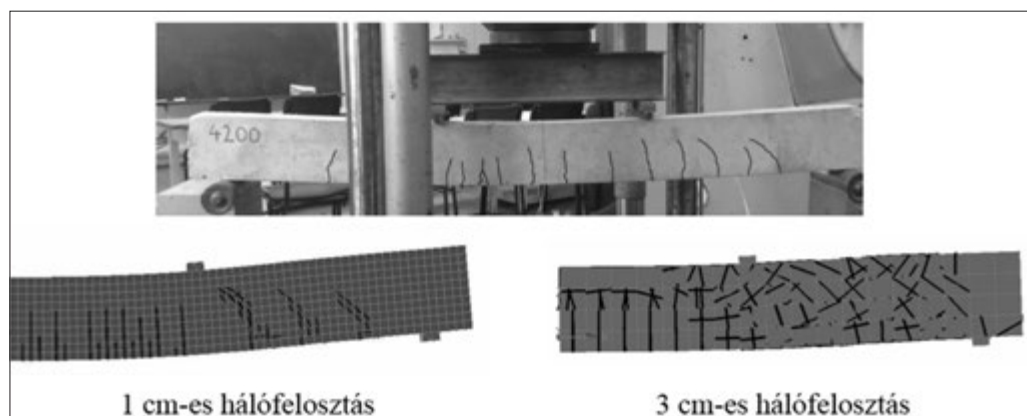
- Balázs Gy. (1990), „Építőanyagok és kémia”, Tankönyvkiadó Vállalat, Budapest
- Bertram A., (2005), „Elasticity and Plasticity of Large Deformations”, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005.
- Bojtár I., Gáspár Zs. (2003), „Végeselem módszer építőmérnököknek” TERC Kereskedelmi és Szolgáltató Kft., Budapest
- Cervenka, V., Jendele, L., Cervenka, J. (2014), „ATENA Program Documentation Part 1, Theory” Cervenka Consulting s.r.o., 19. September 2014

**16. ábra:** Erő-elmozdulás diagram – valós és numerikus vizsgálatok



**7. táblázat:** Valós és numerikus kísérleti eredmények

| Gerenda megnevezése | Vizsgálat típusa      | Próbatest sorszám/hálóméret | Repszto erő [kN] | Tönkremenetelhez tartozó erő [kN] | Tönkremenetelhez tartozó lehajlás [mm] | Legnagyobb lehajlás [mm] |
|---------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|--------------------------|
| Alulvasalt          | Laborkísérlet         | 4100_623192                 | 1,44             | 9,11                              | 16,54                                  | 20,97                    |
|                     |                       | 4100_623193                 | 0,94             | 8,26                              | 19,40                                  | 19,73                    |
|                     |                       | 4100_623194                 | 0,84             | 8,07                              | 19,53                                  | 24,07                    |
|                     | Numerikus vizsgálat   | 1 cm-es háló                | 1,23             | 8,14                              | 15,48                                  | 24,94                    |
|                     |                       | 2 cm-es háló                | 1,23             | 8,14                              | 15,48                                  | 20,39                    |
|                     |                       | 3 cm-es háló                | 1,22             | 8,09                              | 16,05                                  | 22,45                    |
|                     | Legkisebb eltérés [%] |                             | -14,58           | +0,25                             | -2,96                                  | -2,77                    |
|                     | Laborkísérlet         | 4200_623198                 | 1,74             | 14,84                             | 21,75                                  | 27,23                    |
|                     |                       | 4200_623199                 | 1,65             | 14,65                             | 19,81                                  | 21,23                    |
|                     |                       | 4200_623200                 | 1,64             | 13,53                             | 22,04                                  | 27,77                    |
| Normál- vasalású    | Numerikus vizsgálat   | 1 cm-es háló                | 1,78             | 13,21                             | 10,09                                  | 10,48                    |
|                     |                       | 2 cm-es háló                | 1,78             | 13,11                             | 11,33                                  | 11,33                    |
|                     |                       | 3 cm-es háló                | 1,76             | 12,94                             | 9,86                                   | 9,86                     |
|                     | Legkisebb eltérés [%] |                             | +1,15            | -2,37                             | -42,81                                 | -46,63                   |
|                     | Laborkísérlet         | 4300_623204                 | 2,16             | 18,9                              | 15,65                                  | 41,17                    |
|                     |                       | 4300_623205                 | 1,97             | 18,55                             | 15,14                                  | 40,23                    |
|                     |                       | 4300_623206                 | 1,65             | 13,97                             | 16,61                                  | 45,03                    |
|                     | Numerikus vizsgálat   | 1 cm-es háló                | 1,96             | 15,45                             | 7,54                                   | 7,54                     |
|                     |                       | 2 cm-es háló                | 1,96             | 15,96                             | 7,99                                   | 7,99                     |
|                     |                       | 3 cm-es háló                | 1,95             | 15,94                             | 7,77                                   | 7,77                     |
| Túlvasalt           | Legkisebb eltérés [%] |                             | -0,51            | +10,59                            | -47,23                                 | -80,14                   |



**17. ábra:** Repedések képek

Roszevák Zs. (2016), „Vasbeton szerkezetű épület viselkedésének vizsgálata különböző numerikus modellezési módszerekkel”, MSc. Diplomamunka, Budapest, 2016  
 Trostel R., (1999), „Materialmodelle in der Ingenieurmechanik, Mathematische Grundlagen der Technischen Mechanik III.”, Vieweg&Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Wiesbaden  
 V. Sarfarazi, A. Ghazvinian, W. Schubert, H.R. Nejati, R. Hadei (2016), „A New Approach for Measurement of Tensile Strength of Concrete” Period. Polytech. Civil Eng., Online First (2016), paper 8328.

Chen Way-Fah, (2007), „Plasticity in Reinforced Concrete”, J. Ross Publishing, Fort Lauderdale  
 Farkas Gy., Huszár Zs., Kovács T., Szalai K. (2008), „Betonszerkezetek méretezése az Eurocode alapján”, Hungarian edition Terc Kft. Budapest, 2006, 2008  
 fib Model Code for Concrete Structures, 2010, Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, 2013  
 Gulyás G., Kovács T., Nemes R. (2014), „Feszítőpálya tapadása nagyszilárdságú normál- és könnyűbetonokban”, Akadémia Kiadó, Budapest, Építés-Építéstudomány 42 (3-4) 261-280  
 Kovács T. (2016), „Feszítőpálya tapadása nagyszilárdságú normál- és könnyűbetonokban”, A BME Hidak és Szerkezetek Tanszék Tudományos Közleményei, BME Printer Nonprofit Kft. Budapest  
 Kovács T., Nemes R., (2015) „Bond between strands and high-strength lightweight aggregate concrete” 11th CCC Congress Hainburg 2015, Poster Session: P30  
 Németh, O., Lublóy, É., Farkas, Gy., (2014) „Bond of reinforcement in polymer concrete” Period. Polytech. Civil Eng., (58)2, 137-141, 2014  
 Roszevák Zs. (2015), „Előregyártott vasbeton gerendák numerikus és kísérleti vizsgálata”, TDK dolgozat, Budapest, 2015

**Dr. Haris István** (1980), okleveles építőmérnök (2004), PhD (2013), egyetemi adjunktus a BME Hidak és Szerkezetek Tanszéken, a Magyar Mérnöki Kamara tagja.

**Roszevák Zsolt** (1991), építőmérnök BSc. (2014), okleveles építőmérnök MSc. (2016).

**Numerical and experimental analysis of prefabricated reinforced concrete beams**

**István Haris – Zsolt Roszevák**

A series of experiments consisting of 9 specimens was planned for the experimental and numerical analysis of prefabricated single span reinforced concrete beams. The series of experiments was intended to find the modeling procedures most in line with reality using a non-linear three-dimensional finite element software specifically developed for the modeling of reinforced concrete structures. Several finite element models were designed by a variety of non-linear concrete and reinforcement material models. In the course of numerical analysis, the bond between the concrete and the reinforcement was examined together with the impact of the finite element mesh on the results in function of run time.

## LASZLO M. PALOTAS ELŐADÁSA AZ ÁTADÓ ÜNNEPSÉGEN



Prof. Dr.-Ing. László M. Palotas, Ph.D.

**Mélyen Tisztelt Elnök Úr! Tisztelt Hölgyeim és Uraim!  
Kedves Ünneplő Vendégek!**

Köszönetemet fejezem ki a **fib** Magyar Tagozatának, a *Nemzetközi Betonszövetség* Magyar Tagozata elnökének, **Balázs L. György** professzornak és a Palotás László-díj Kuratórium elnökének, **Zsömböly Sándornak**, hogy ebben az évben is részese lehetek a díjátadás immár 17. ünnepségének.

Szeretettel köszöntöm díjazottjainkat, **dr. Orosz Árpád** c. egyetemi tanárt, **dr. Seidl Ágoston** c. egyetemi docent, a MAHÍD 2000 Zrt. főmérnökét, címzetes egyetemi docent, valamint **dr. Kókai Tibort**, a Read Jones Christoffersen Ltd. principálisát Torontóból, és nagy örömmel gratulálok a Palotás László-díj odaitéléséhez, ami, mint eddig minden évben, ismét méltó gazdákra talált.

„A **vasbeton** a legszebb építési rendszer, melyet az emberiség máig valaha is feltalált. Az a tény, hogy köveket bármilyen formában képesek vagyunk létrehozni, ellentétben a természetben előfordulókkal, mivel ez minden igénybevételnek ellenáll, ebben van valami varázslatosság.”

(„*Il cemento armato è il più bel sistema costruttivo che l'umanità abbia saputo trovare sino ad oggi. Il fatto di poter creare pietre fuse, di qualunque forma, superiori alle naturali poiché capaci di resistere a trazione, ha in sé qualcosa di magico*”) (Nervi, 1945).

Ezekkel a lelkes szavakkal fejezte ki Nervi az 1945-ben megjelent „*Scienza o arte del costruire? Caratteristiche e possibilità del cemento armato*” (Az építés tudománya vagy művészete?) c. könyvében a vasbeton iránti csodálatát. Ugyanilyen lelkesedést váltott ki bennem a hír, amikor 2015. év végén értesültem a [www.comunicarch.it](http://www.comunicarch.it) honlapján, hogy Nervi életét és munkásságát bemutató, „*Pier Luigi Nervi – Art and Science of Building*” című vándorkiállítás végre Budapesten is bemutatásra kerül.

(„*The itinerant exhibition “Pier Luigi Nervi. Art and Science of Building” was set up in Wroclaw in 2013, in St Gallen at the Architektur Forum Ostschweiz in 2015 and in Budapest at the Budapest University of Technology and Economics and at the FUGA Budapest Center of Architecture in 2016.*”)

A jó hírt később a VASBETONÉPÍTÉS 2015. évi 4. száma is megerősítette. Sajnos, a kiállítás márciusi megnyitása a BME Aulájában nem tudtam részt venni, de áprilisban a K. épület III. emeletén – valamivel szerényebb környezetben – alkalmam volt a vándorkiállítást megtekinteni.

Édesapám 1962-ben Tassi Gézával együtt részt vett a FIP Rómában tartott IV. konferenciáján.



**1. ábra:** Tassi G., Palotás L., F. Leonhardt feleségével és leányával a FIP IV. kongresszusán 1962-ben



**2. ábra:** Palazetto dello sport (P.L. Nervi, 1960)

Így Nervi nevével – ha jól emlékszem – már 1962-ben találkoztam először, amikor apám röviden beszámolt római élményeiről – többek között Nervi szerintem is egyik legszebb alkotásáról – a *Palazetto dello sport* –ról, arról a kis ékszerdobozról betonból – ahogy Balázs L. György professzor találóan elkeresztelte.

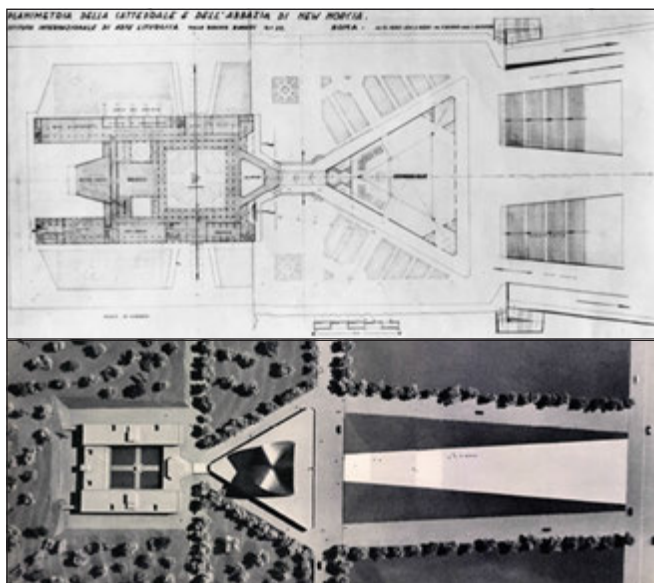
Engedjék meg, hogy hagyományos rövid bevezetőmben ebben az évben *P.L. Nervi* egy – sajnos meg **nem valósított** alkotásával, a „*Progetto CATTEDRALE DI NEW NORCIA*” történetével foglalkozzam.

Nyugat Ausztrália – Isten háta mögött fekvő – sivatag és őserdő jellegű területén, 130 km-re Perth várostól 1847-ben egy bencés rendházat alapítottak. A helységet – a Rend alapítójának, *San Benedetto da Nurcia* tiszteletére New Norciának keresztelték. Jó 100 évvel később a Bencés Rend szerzetesei New Norciából egy igazi zárandokhelyet szerettek volna létesíteni, így dr. Gregory Gomez bencés apát kéréssel fordult az „*Istitutio Internationale di Arte Liturgica*” nemzetközi szervezethez Rómában, hogy támogassák egy új templom – a szerzetesek szerint új „*katedrális*” – terveinek elkészítését.

A szervezet P. L. Nervit és Carlo Vannonit javasolta, így Nervit 1957-ben megbízták egy római katolikus *katedrális és kolostor* (Cathedral & Monastery) tervezésével.



3. ábra: Holy Trinity Church, New Norcia, 1847



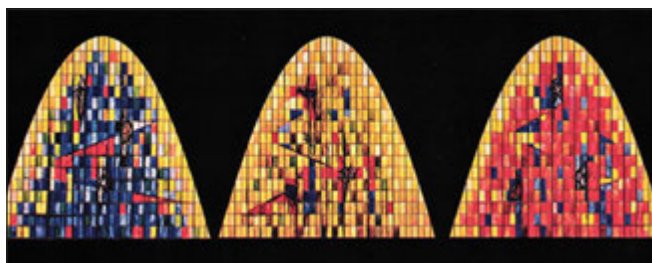
4. ábra: New Norcia Cathedral & Monastery (Bandi, 1962)

A tervek Nervi Antonio fiával, Francesco Vaccini mérnökkel és Carlo Vannoni építésszel való együttműködéssel készültek.

Nervi és Antonio fia a katedrális, míg Vannoni és Vaccini a kolostor tervezésével foglalkoztak. A tervek szerint a katedrális 820 ülőhellyel és 1000 állóhellyel rendelkezett volna. Az elbűvölő kupola belső magassága 38 m. Három óriási, parabola formájú, 600 négyzetméter nagyságú színes üvegablakok Willy Kaufmann, svájci művész munkái. A katedrális mögött egy hámszintű kolostor helyezkedik el, 114 szerzetesi és két vendégszobával.

Nervi eredeti modelljét a katedrálisról és kolostorról a 5.

5. ábra: P.L. Nervi eredeti modellje: New Norcia Cathedral & Monastery (Condello, 2012)



6. ábra: A három színes üvegablak (Bandi, 1962)

ábra, míg a 6. ábra a három színes ablakot mutatja. A templomhoz egy széles lépcső vezet fel.

A ferrocementből készített szerkezetet egyébként Olaszországban kellett volna legyártani, és az üvegablakokkal együtt hajóval szállították volna Ausztráliába.

Az első publikáció Nervi „Progetto Cattedrale di New Norcia” tervéről a „The Age” melbourne-i újságban jelent meg 1959-ben. A cikk szerint az építkezést már 1959 végen elkezdik.

Annak ellenére, hogy már a kivitelezési tervek is készen voltak – felmerül a kérdés: miért nem épült fel ez a *merész, elbűvölő, Nervi korát megelőző szürrealista, monumentális* mérnöki, építészeti és művészi alkotás? A válasz sajnos viszonylag egyszerű: a Bencés Rend nem rendelkezett elegendő pénzügyi eszközzel az építkezés költségeinek fedezésére. (Az építési költséget egyébként 1960-ban kb. 1.6 millió dollárra becsülték.) (Condello, 2012)

Így valószínűleg már 1961 végén a projekt realizálása lassan feledésbe merült. Az egyetlen munka, ami a katedrális építésén folyt, a bronz ajtók és a színes üvegablakok elkészítése volt. (Az ablakokat valószínűleg a Vatikánban tárolják).

Nervi elfelejtett *New Norcia projektjét* 2011-ben a University of Western Australia munkatársai (Creative Team, 2014), (Van Meeuwen, 2012) digitálisan rekonstruálták, így teljesültek az „*Építészeti álmok a kiterjesztett valóságban*” („*Architectural dreams in augmented reality*”) A 7. ábra P.L. Nervi New Norcia terveit mutatja a *virtuális valóságban*.

A teljesség kedvéért emlitem meg, hogy időközben New Norciában felépült egy templom, melyet a 8. ábrán láthatunk.

7. ábra: Nervi „New Norcia Cathedral Monastery”, digitális rekonstrukció, 2011 (Van Meeuwen, 2012)





8. ábra: Az apátság temploma, New Norcia

Hogy melyik templom a szebb, a döntést az olvasóra bízom. Végül idézem Édesapám „A vasbeton elmélete” (Fejezetek a vasbeton elmélete köréből) 1973-ban megjelent könyvéből:

„Akik ennek a témakörnek egy kissé szerelmesei, FREYSSINET-vel, RÜSCH-sel, NERVI-vel s másokkal együtt hisszük, hogy még vannak kihasználatlan lehetőségek új szerkezetek, új megoldások kialakítására, új területek meghódítására. Mi szükséges ehhez? Hivatástudat, szakmai szeretet, szorgalom, kitartás s összefogás a jelen s a jövő generációjában korszerű betontechnológiák megteremtéséhez, a vasbeton elméletének fejlesztéséhez, új szerkezet típusok, új megoldások bevezetéséhez, olyanokhoz, amelyek a vasbetonépítés fejlődésében minőségi átalakulást is jelentenek a mennyiség fokozása mellett. Az a perspektíva, amelyet számunkra e gondolatok mutatnak, mindenütt kell, hogy az építőipari életben: a kivitelben, a tervezésben és a fenntartásban s az oktatásban is megteremtse az érdeklődést, a lelkesedést az új s a jobb iránt; az új, a jobb elérésének biztos tudatát.”

Tisztelt dr. Orosz Árpád, dr. Seidl Ágoston, dr. Kókai Tibor – engedjék meg, hogy a mérnöki, a tudományos és technikai problémák megoldásához, a tudományos szervezetekben történő munkájukhoz a jövőben is sok sikert, alkotórert és mindenek előtt jó egészséget kívánjak.

Köszönöm figyelmüket!

Budapest, 2016 december 5.

Prof. Dr.-Ing. Laszlo M. Palotas, Ph.D.

## HIVATKOZÁSOK

arcus VII. „Gestalten in Beton“. Zum Werk von Pier Luigi Nervi, Müller Rudolf Verlag, 1992

Nervi, P.L. (1945): „Scienza o arte del costruire? Caratteristiche e possibilità del cemento armato“, Edizioni della. Bussola, Roma 1945, ISBN-10: 8825172036

Bandi, T. (1962): „Eine Kirche für Australien von Pier Luigi Nervi: mit Glasfenstern von Willy Kaufmann“, Du: kulturelle Monatsschrift, Band (Jahr): 22 (1962), Heft 6. Ha ez egy folyóirat címe, akkor: Die Kulturelle...

Condello, A. (2012): „Nervi and New Norcia: Italian Modernism in the Australian Outback“ [www.arcduesitta.it](http://www.arcduesitta.it), Magazin, 2012, jul.10.

Condello, A.: „Pier Luigi Nervi's Cathedral and Monastery for New Norcia (1957-1961)“, Rene Van Meeuwen, Unbuilt Perth catalogue, The Faculty of Architecture, Landscape and Visual Arts, The University of Western Australia, March 2012

Creative Team Felix. Giles Anderson + Goad: <http://www.archipanic.com/augmented-australia-1914-2014/>; „The Australian pavilion at Venice Biennale features real-world scale virtual models of unrealized projects in the last 100 years.“ May 4, 2014

Kugler, S.: „Gespräch mit Pier Luigi Nervi“, Du: kulturelle Monatsschrift, Band (Jahr): 22 (1962), Heft 6

Palotás, L.: „A vasbeton elmélete“, Akadémiai Könyvkiadó, Budapest 1973

Solomito, P.: „Pier Luigi Nervi Architettura voltate, Verso nuove strutture“, dott. Arch. Università di Bologna, Scuola di Dottorato in Ingegneria Civile ed Architettura

Van Meeuwen, R.: „Architectural dreams in augmented reality“, Monday, 5 March 2012, The “Unbuilt Perth” exhibition, UWA, [Faculty of Architecture, Landscape and Visual Arts](http://www.archipanic.com/augmented-australia-1914-2014/)

Dr. Balázs L. György, Dr. Seidl Ágoston, Dr. Orosz Árpád, Kókai Tibor PhD, MSc, PEng és  
Prof. Dr.-Ing. Laszlo M. Palotas, Ph.D.

Prof. Dr.-Ing. Laszlo M. Palotas, Ph.D.  
előadása



A Palotás László-díj plakettje

# EGY KÜLFÖLDÖN ÉLŐ MAGYAR ÉPÍTŐMÉRNÖK PÁLYAFUTÁSA

A **fib** MAGAR TAGOZATÁNAK PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJASÁNAK ÍRÁSA



Kókai Tibor Ph.D, MSc, PEng.



Kókai Tibor Ph.D,  
MSc, PEng.  
előadása

## Köszönetnyilvánítás

*Nagyon mély megtiszteltetés érte személyemet és munkásságomat azzal, hogy megkaptam a külföldön élő magyar mérnökök kategóriájában a 2016-os Palotás László-díjat. Ezúton szeretném köszönetem kifejezni a Palotás-díj Kuratóriumának, Zsömböly Sándornak, a Kuratórium elnökének és Dr. Balázs L. György professzornak, a fib (Nemzetközi Betonszövetség) Magyar Tagozata elnökének, és mindazoknak akik támogatták jelölésemet. Különösen megemlíteném, hogy a díjat Prof. Dr. Ing. László M. Palotás Ph.D. személyesen adta át. Számomra ez óriási szakmai siker, ugyanis 1983 óta külföldön, Kanadában, gyakorlom a szerkezet-építőmérnöki szakmát, és magyarországi kapcsolataim az élet tempója és a távolság miatt sajnos minimálisak voltak.*

*Újra találkozni volt professzoraimmal, tankörtársaimmal és mérnök ismerőseimmel nagyon felemelő érzés volt.*

## 1. HONNAN, HOVÁ ÉS HOGYAN IS JUTOTTUNK EL EDDIG

Nagyszüleim szülőhelyei Csóka, Csantavér és Temesvár, szüleim pedig Csóka és Csantavér, Vajdaságban, a mai Szerbiában. Trianon háromba vágta családjunkat, Szegeden és Temesváron is élnek rokonaink.

Szabadkán nőttem fel és óvodától a középiskoláig mindent magyarul végeztem; édesanyám Csörgő Éva és édesapám Kókai Kálmán pedagógusok, és nagyon jó emberek voltak. Bátyám, Kókai György a Szegedi Orvostudományi Egyetem diplomása, és Anglia legnagyobb gyermekkorházának, az Alder Hey Children's Hospitalnak a vezető patológusa lett, ma ugyanott "Senior Consultant" gyermekpatológus, illetve "Honorary Lecturer" a liverpooli egyetemen.

Én 1974-ben kezdtem tanulmányaimat a Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Kar, Szerkezetépítő-mérnöki Szakán, ahol 1979-ben diplomáztam a vasbetonszerkezetek tanszéken. Diplomamunkám dr. Windisch Andor mentorálása alatt készült. Megnyertem (megnyertük) az Építőipari Tudományos Egyesület által kiírt országos diplomadíj pályázatot a "Magasházak dinamikai vizsgálata" témával.

1977-ben összeházasodtam Czapár Máriával (ő is délvidéki), aki az ELTE-n tanult pszichológiát, és 1979-ben diplomázott.

Kiváló volt ez a periódus, magyarként magyarok között tanulni, kifejlődni és jobban megérteni kultúránkat, még ha jugoszláv állampolgárként is.

1979-től visszatelepedtünk Szabadkára és szakmánkban tudtunk elhelyezkedni. Én a Szabadkai Építőmérnöki Karon, a Belgrádi Egyetem kihelyezett tagozatán voltam gyakorlatvezető vasbeton és elméleti rugalmasságtan tárgyakból.

Feleségemmel mindketten folytattuk az egyetemi doktori

tanulmányainkat (az ELTE-n, illetve a BME-n). Mindketten megvédtük doktori disszertációinkat 1983-ban.

A BME Vasbetonszerkezetek Tanszékén Dr. Hegedűs István mentorommal "Magasházak merevítő-rendszere csavarási tengelyének meghatározása" c. egyetemi doktori disszertációt dolgoztuk ki, ami bizonyos fokig folytatása volt egyetemi diplomamunkám témájának.

Amikor már világos volt, hogy próbálkozásaink ellenére Budapesten nem maradhatunk, és anyanyelvünk Délvidéken csak a konyhában használható, akkor úgy döntöttünk, inkább útra kelünk, és megpróbálunk olyan helyet találni, amely kisebb nemzeti elnyomást, nagyobb szabadságot és szakmai lehetőségeket tud majd nyújtani.

Így kerültünk ekkor már hárman, Ákos fiunkkal, 1985-ben Bécsbe, majd pedig onnan 1987-ben Torontóba. Végre 31 éves korunkra egyenjogú polgárként létezhetünk egy nagyon jó társadalomban, megszűnt a jogi hontalanság. 2011-ben végre magyar állampolgárok lettünk.

## 2 MÉRNÖKI ÉS SZAKMAI KUTATÓI TEVÉKENYSÉG 1987-TŐL MÁIG - TORONTO, KANADA

1987-ben az Inducon cégnél kaptam állást, köszönve Dr. Kolár Lajosnak, akit jól ismertünk Budapestről; e cégnek egyik vezetője Széchy Dénes okleveles mérnök volt. Itt megtanultam a legalapvetőbb különbségeket az európai és észak-amerikai mérnöki problémamegoldások között.

1988-tól 1997-ig a Halsall Associates Ltd. cégnél dolgoztam, ahol Alex Mandel Dipl. Ing. (aki szintén a BME-en végzett) főmérnök nagy és elismert szaktudásának segítségével jelentős projekteken dolgozva jutottam komoly mérnöki tapasztalathoz és fejleszthettem szakmai tudásomat. Két év után



Windsor, Ontario, Casino, 1995

résztulajdonos (associate) és négy év után résztulajdonos (senior associate) lettem.

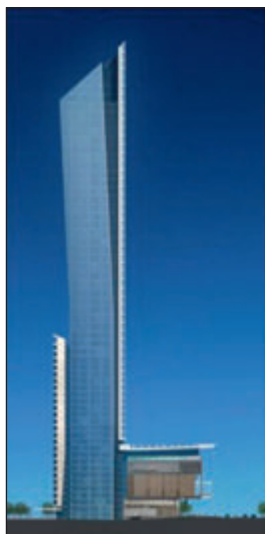
A windsori kaszinó kb. 400M dolláros beruházás volt, aminek én voltam a főmérnöke.



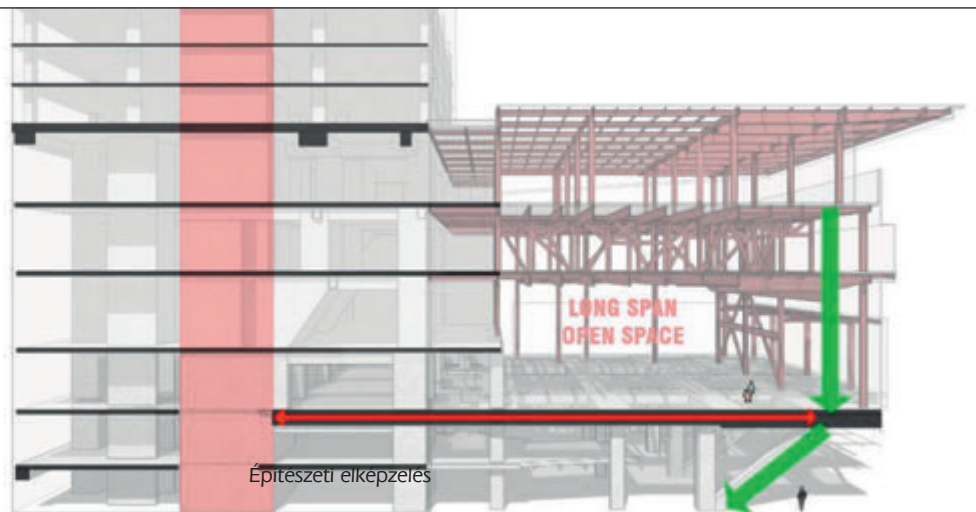
Standard Life, Ottawa, 1992; két 18 emeletes iroda

1997-től 2010-ig a Yolles Partnership Inc. tervezőirodában dolgoztam mint társtulajdonos/partner. Rengeteg csodás munkán dolgoztunk különböző országokban: Kanada, USA, Anglia, Franciaország (Párizs), EAE Dubai, Qatar stb.

Ritz, Toronto, 210 m magas, Építész: KPF New York



Építészeti elképzelés



Erőjáték

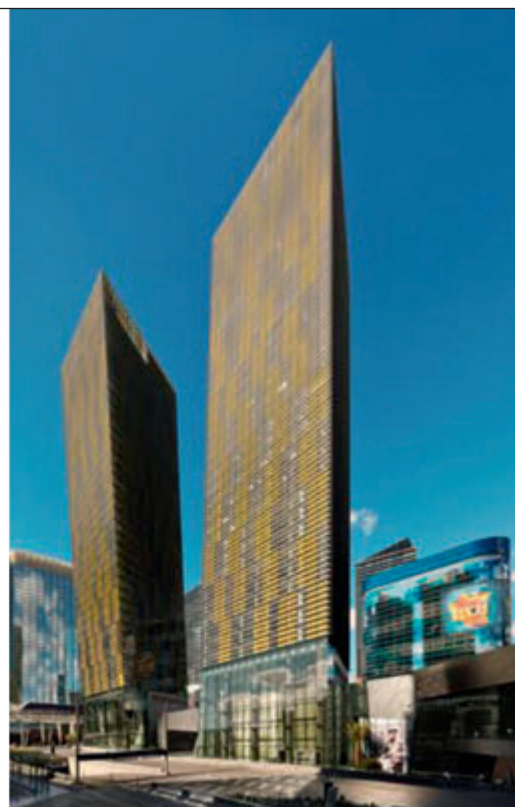
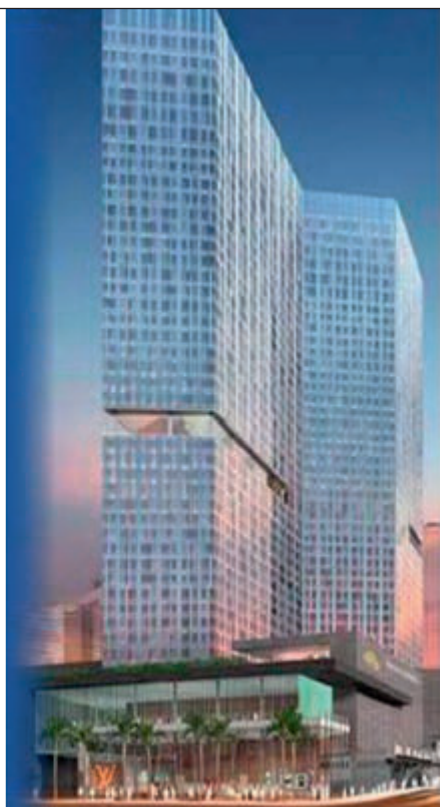


Kivitelezés



Las Vegas City Center  
\$ US 2 milliárd

City Centre teljes projekt;  
Mandarin Oriental Hotel, 50 emelet;  
Vier lakóépületek, 37 emelet  
7°-os dőléssel



Kiváló és világhírű építészekkel volt szerencsénk együttműködni: HOK Washington, Kohn Pedersen Fox/KPF New York, Murphy Jahn Chicago, Foster + Partners London, Wilkinson Eyre London, Liebeskind New York; Ghery New York; és kanadai építészek, mint: DSA- Diamond and Schmitt Architects, KPMB, B+H, Zeidler, Graziani+Corazza stb.

Egy pár példa a tervekről (fotók).

1999-ben beválasztottak a Kanadai Vasbeton Szabvány Bizottságba; CSA A23.3 Design of Concrete Structures; e szabvány néhány cikkelyének és a példatár alapozási fejezetének írója vagyok. A szabványon belüli aktivitási területeim a következők: lemezek lehajlása, magas házak elmozdulásainak számítása, alapozások.

A 2014-es CSA A23.3 szabvány az első a világon, amely

Aura, Toronto, 272 m magas, 78 emelet – ma Kanada legmagasabb lakóépülete

Az Aura 3-dimenziós szerkezeti modelje



a magas házak rezgésidejét összefüggésbe hozza a merevítő falak repedési szintjével, ami viszont a szélterhek szintjét befolyásolja. Ezt a nemlineáris problémát a szabvány iterációval javasolja megoldani, és erre kezdő értékeket javasol, amelyeket táblázat formájában adtunk meg. Ezt a szabványon belüli munkacsoportot én vezettem, együttműködve a Torontói Műszaki Egyetemen és a világhírű szélszatorna és széldinamikai céggel, a Rowan Williams Davies & Irwin Inc.-el.

A magasházak tervezése során sokszor felmerült az a kérdés, vajon hogyan lehetne ezt jobban csinálni; hogyan lehetne a szélnek jobban ellenálló épületeket tervezni. Azt már tudtuk, hogy a nagyon magas házak vízszintes mozgását és az emeletek vízszintes gyorsulásait nem lehet csupán az épület merevségének növelésével korlátozni és megfelelő szinten tartani (ez ugyanis elfogadhatatlan falvastagságokat, illetve falmennyiséget jelentene), hanem az épület csillapítását is meg kell növelni. Mivel a meglévő „lengéscsillapítók” inkább passzív ellenlengők, mint igazi csillapítók, így megindult egy kutatás a Torontói Műszaki Egyetemen közösen, kb. 2002 körül, hogy egy új lengéscsillapítót dolgozzunk ki, figyelembe véve a magas épületek sajátos szerkezeti tulajdonságait és az építészeti funkcionális geometria korlátjait. Természetesen olyan csillapítót akartunk tervezni, amely nemcsak bizonyos frekvencia sávokon belül működik, hanem bármilyen mozgásra, tehát szél és földrengés terhekre egyaránt.

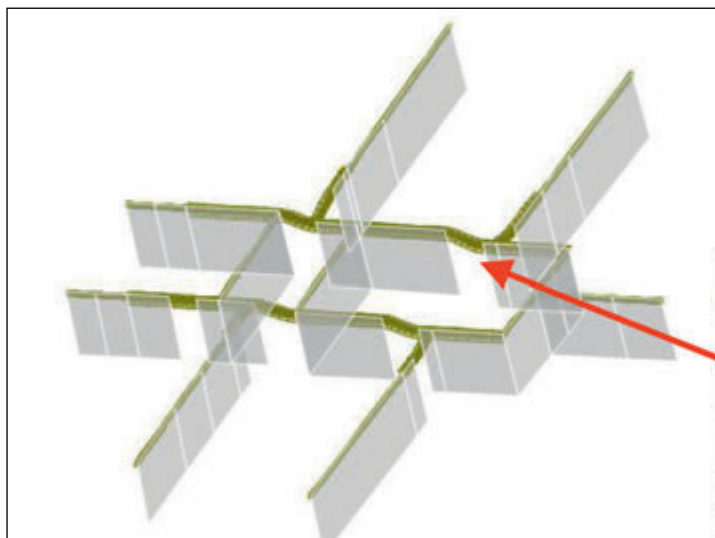
A megoldást a viszkozitás figyelembevétele nyújtotta; gondoljunk csak a rezgésan differenciál- egyenletére, ahol a viszkozitás a sebességgel ellenerőt képez és csökkenti a mozgást. Ezen az elven alapulva és ügyesen kihasználva a falak közti relatív mozgáskülönbséget, olyan szerkezetet alakítottunk ki, amely e mozgáskülönbséget felnagyította, így az egymással szemben levő és alternálva csak az egyik falhoz rögzített vertikális acéllemezeket összekötő viszkozus anyag a sebesség hatására sikeresen energiát nyel el a mozgáskülönbség folytán. Így olyan, vasbeton falakat összekötő gerendákat helyettesítő, csillapítót szerkesztettünk, amely nem igényelt új teret, de a belső csillapítást nagymértékben növelte; így ezt



A csillapítók a gerendákat helyettesítik



A csillapító



A nyírófalak nagyított mozgása

A csillapítóban elhelyezett vertikális acellemezek egymásközi relatív elmozdulását a viszkoelasztikus anyag gátolja, tehát csillapít

a mechanizmust ” viszkoelasztikus kapcsoló csillapítónak” neveztük el – viscoelastic coupling dampers – lásd: <http://www.kineticadynamics.com/>

A csillapítók első alkalmazása a világon: 454 Yonge Street, Toronto; 65 emelet, 200 m magas. A csillapítókat a Nippon Steel of Japan gyártotta és szállította le.

A fenti munkásságom alapján megválasztottak a Kanadai Mérnök Akadémia (The Canadian Academy of Engineering) rendes tagjává.

2010-óta a Read Jones Christoffersennél dolgozom mint egyike a cég vezetőinek. Jelenleg a 1 Bloor West, The One, projekten dolgozom, ami 328 m magas és kb. \$550 M értékű, Foster + Partner, a Londoni, UK építészekkel.

### 3. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

- feleségemnek, dr. Kókai Czapár Máriának, aki azonkívül, hogy mindenben támogatott, a Torontoi Katolikus Iskola Központ főpszichológusa, 55 pszichológust irányít és 90 000 gyermeket látnak el 200 iskolában.

- fiamnak, Kókai Ákosnak (M.Sc. kémikus), aki jelenleg doktorandusz a University of California Berkeley egyetemen, ahol tanársegédként dolgozik. Doktori témaköre a “környezeti és egészségi védelmet támogató vegyi technológia fejlesztése”.

- tanárainak/professzoraimnak a Budapesti Műszaki Egyete-



1 Bloor West,

men, mert mindent, amit szakmailag tanultam és elértem, annak köszönhetek, hogy rendkívül jó szakemberek, jó szándékkal és magas szinten, odaadóan foglalkoztak velünk, diákokkal.

# AZ ÉPÍTÉSKÉMIA A VASBETONÉPÍTÉS TÁMOGATÓJA

A **fib** MAGAR TAGOZATÁNAK PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJASÁNAK ÍRÁSA



Dr. Seidl Ágoston

## 1. GYÖKEREK, KEZDETEK

Budai, polgári, keresztény-középosztálybeli családból származom, ahol az építészetnek jelentős hagyományai vannak. Nagyanyám nagyapja Hauszmann Alajos, a XIX.-XX. század fordulójának neves építésze, műegyetemi tanár és rektor, számos – Budapest arculatát ma is meghatározó – épület tervezője (pl. Budai Királyi Vár, a Kúria épülete, a New York palota, a Műegyetem központi épülete stb.). Apai dédapám Hüttl Dezső, ugyancsak műegyetemi tanár, rektor, a két háború közti időszak neves építésze (a pesti Piarista Gimnázium épülete, az Astoriánál az „órásház”, a Kálvin téri „Gazdák biztosítója” épülete, a zugligeti templom és zárda stb.). Édesapám ugyancsak építészmérnöknek tanult s ő is az oktatásban dolgozott a legtöbbet: az Ybl Miklós Építőipari technikum, később főiskola intézetvezető tanára volt, professor emeritus.

Magam – noha piarista kémiatanáram, dr. László Mihály indíttatására vegyészmérnöknek tanultam, de vonzódásom az építőiparhoz – minden bizonnyal a családi vonatkozások miatt – kezdetől fennállt. Mivel egyházi gimnáziumból nem vettek fel egyből az egyetemre, az Országos Szakipari Vállalat (Orszak) anyagvizsgáló laboratóriumában kezdtem dolgozni s mellette elvégeztem egy laboránsképző tanfolyamot. Másodjára már sikerült az egyetemi felvételi, s végig jó eredményekkel, 1979-ben a műanyag ágazaton végeztem (diplomamunkám témája az injektálási célú hidrogélek voltak).

## 2. AZ ORSZÁGOS SZAKIPARI VÁLLALAT

Az egyetem után az Orszaknál kezdtem dolgozni a fejlesztési osztályon. Kezdetben főleg acél és beton szerkezetek korrózió elleni védelmével foglalkoztam, de később valamennyi szakipari ágazat igényelte kémiai ismereteimet (burkolatok, műgyantapadlók, üvegezés, szerelt szerkezetek, szigetelések, tapétázás, parkettázás, ragasztások, tömitések, díszítőfestés

...velencei dr. Hauszmann Alajos, dr. Hüttl Dezső, dr. Seidl Ágoston



Dr. Seidl Ágoston  
előadása

stb.). Komoly, nagy munkákban vehettem részt: a Lánchíd és Petőfi híd felújításában, a Paksi Atomerőmű sugárálló bevonatainak fejlesztésében stb.). Ezen időszak alatt végeztem el a korróziós szakmérnöki tanfolyamot, melyet 1984-ben, kitüntetéssel fejeztem be.

## 3. A FÖLDMÉRŐ ÉS TALAJVIZSGÁLÓ VÁLLALAT KORRÓZIÓS IRODÁJA

1983 és 1986 között a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat (FTV) korróziós Irodáján dolgoztam dr. Medgyesi Péter iroda-vezető keze alatt, aki az elsők között ismerte fel az építéskémia fontosságát az építőiparban, főleg betonkorróziós témában tartott előadásokat a Műegyetemen és az Ybl Főiskolán. Sokat tanultam tőle szakmai téren, de nagyra értékeltem hatalmas humán műveltségét is főleg az irodalom és a képzőművészetek terén. Támogatásával és biztatására indítottam el műszaki doktori munkámat a BME Szervetlen Kémia Tanszékén, ahol 1986 végén védtem meg disszertációm az építőanyagok hidrofóbizálása témában.

1986-ben visszahívtak az Orszakhoz fejlesztési osztályvezetőnek, ahol valamennyi szakág alkalmazástechnikai fejlesztési munkáival foglalkozni kellett, s ezen keresztül a teljes építéskémiai termékpalettát meg kellett ismerni. Erre az időszakra esett, hogy egy stuttgarti konferencia-előadásom után meghívtak a nemzetközi WTA Épületfelújítási és Műemlékvédelmi Egyesületbe, ahol a későbbiekben a beton szakbizottságban és a nagynyomású vizes munkabizottságban tevékenykedtem.

1991-ben felszámolták az állami építőipart, így az Orszak is megszűnt, ekkor elvállaltam az osztrák Sika Plastiment GmbH. magyarországi információs irodájának beindítását, amit 1993-ig vezettem.

Nagynyomású (1000 bar feletti) vizes tisztítás-bontás



## 4. AZ ISOBAU KFT.

1993-tól az Isobau Kft.-nél dolgoztam főmérnöki beosztásban közutas létesítmények (főleg hidak, felüljárók stb.) felújításával kapcsolatos építéskémiai kérdésekkel. Számos új technológia bevezetésében volt szerepem (száraz betonlövés, szórt poliuretán fólia, 1000 bar feletti nagynyomású vizes tisztítás-bontás, különleges injektálások, ragasztások és tömítések, antigraffiti rendszerek). Itt Merza Péter volt a főnököm, aki kiváló mérnök és az innovatív megoldások nagy támogatója volt. Építőmérnökként a régi kultúrmérnöki elvet követte:



nemcsak a szűk szakmai érdek vezérelte, hanem mecénás volt a képzőművészetben és a sportban, nagy erővel támogatta számos szociális és egyházi épület létrehozását vagy felújítását.

Száraz betonlövés hídjavítási alkalmazása

## 5. A VEGYÉPSZER – MAHÍD ZRT.

2003-tól a Vegyépszer csoporton belül a Mahíd 2000 Zrt.-nél dolgoztam főmérnökként a korábbiakhoz nagyon hasonló területen: főleg autópálya építések (M1, M7, M0, M6, M3, sárvári, vásárosnaményi, csongrádi hidak stb.) kapcsán létesülő közúti műtárgyak szigetelésének, korrózióvédelmének és a speciális híd tartozékoknak (saruk, dilatációk stb.) építéskémiai vonatkozásával foglalkoztam.

## 6. A MAGYARÁDI KFT.

2011-től saját vállalkozásomban, a Magyarádi Kft.-ben dolgozom korrózióvédelmi és építéskémiai témákban a Magyar Mérnöki Kamarában bejegyzett szakértőként, tervezőként. Főbb munkák: Lágymányosi (Rákóczi) híd pilonfestés, Arad – Traian-híd, Hárosi Duna-híd, Lánchíd korrózióvédelmi terv, budapesti felüljárók vizsgálata, Nógrád megyei boltozott hidak, M0, M7 és M6 autópálya hidak, M3-as, M4-es metró, budapesti 2-es villamos viadukt, számos híd korróziós fő- és célvizsgálata. Az Orszakos, FTV-s és Sika-s munkákról már nincs tételes adatom, de az 1993 óta vezetett nyilvántartásom a jelentősebb munkáimról most az 1248-as sorszámnál tart: a dossziék lassan kiszorítanak lakhelyünkről.

## 7. OKTATÁS, PUBLIKÁCIÓK

Mindig is nagy kedvet és affinitást éreztem az oktatáshoz – már csak a családi hagyományok miatt is –, ezt bizonyítja az eddig megtartott hazai és külföldi 73 konferencia-előadás, a 35 szakcikk, előadások szakmai tanfolyamokon és továbbképzéseken, és a 15 éve, a BME Építőanyagok tanszékén építéskémiai tárgykörben tartott számos előadás.

## 8. AZ ÉPÍTÉSKÉMIA PALETTÁJA

Az építéskémia az elmúlt körülbelül 100 évben hatalmas fejlődésen ment keresztül, ezt sajnos sok esetben a nagy háborúk okozta nyersanyaghiány inspirálta. A II. világháború óta pedig az építőipar fejlődése egyre jobb minőségű és az utóbbi időben egyre környezetbarátabb (szerves oldószer



A lágymányosi Rákóczi híd pilonjainak korrózió elleni védelme

[VOC] mentes, vizes diszperziós) anyagok fejlesztését követeli meg. Az építéskémia palettája hatalmas: gondoljunk csak a főbb alkalmazási területekre:

- beton és acél korrózióvédelem, javítás
- hő- és vízszigetelések
- ragasztott és ágyazott kerámia- és öntött, szórt műgyanta burkolatok
- üvegezés
- szerelt és ragasztott homlokzatburkolatok
- ragasztások, tömítések, utólagos erősítések, injektálások stb.
- az ezekhez tartozó gépek, vizsgálati és ellenőrzési módszerek.

Egy-egy nagyobb építéskémiai anyaggyártó 300-500 féle terméket kínál és a kutató-fejlesztő laborok havonta jönnek elő új műanyag típusokkal, innovatív termékekkel (gondoljunk csak el elmúlt években megjelent új műgyantákra, mint a poliurea, a 3P gyanta, vagy a nanotechnológiát is felhasználó festékekre, betonadalékszerekre). Ezért az építéskémiával foglalkozók számára nemcsak szlogen a holtig tartó tanulás, alig lehet a mai fejlődéssel lépést tartani.

## 9. A PRIVÁT SZFÉRA

Szakmai munkám mellett meg kell említenem, hogy boldog házasságban élek feleségemmel, dr. Wettstein Johannával, aki négy gyermekünk anyja és szakmai munkámhoz mindig áldozatosan biztosította a hátteret. Nagy örömet okoz, hogy gyermekeink széles érdeklődési körön találtak meg hivatásukat (építés, magyartanár, grafikus és trombitás). Csak ilyen stabil háttérrel végezhettem a családokért és a kiskorúak oktatásáért jelentős mennyiségű társadalmi munkát (a Nagycsaládosok Országos Egyesületében és a Pesthidegkúti Ökumenikus Iskola érdekében), melyekért Pro Familia és Klebelsberg Kunó díjat kaptam.

## 10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Különösen nagy öröm és megtiszteltetés, hogy immár 44 éves szakmai munkám elismeréseként a Nemzetközi Vasbeton Szövetség Magyar Tagozata részéről 2016-ban Palotás László díjban részesültem.

Hálával tartozom szüleimnek, családomnak, akik biztosították tanulmányaimat és a későbbiekben a nyugodt és segítő hátteret, kollegáimnak a mérnöki, partneri és sokszor baráti kapcsolatért és a Teremtőnek egész eddigi életemért.

## PALOTÁS LÁSZLÓT KÖVETVE

A *fib* MAGAR TAGOZATÁNAK PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJASÁNAK ÍRÁSA



Dr. Orosz Árpád

*A dolgozat bemutatja, hogy a hídépítés mellett hogyan alakult ki és fejlődött a vasbeton ipari és mélyépítési szerkezetek oktatása az építőmérnök képzésben. A szerkezet – a funkció és a forma egysége mellett – rámutat a funkció, ill. üzemeltetés kiemelt szerepére, az elmélet és az építési technológia kölcsönhatásaira, a funkcionális előregedés jelentkezésére. Ismerteti a szerzőnek a mérnökképzésben, ill. a megvalósult mérnöki létesítményekben végzett tevékenységét, továbbá rámutat a mélyépítési szerkezetek jövőbeni szerepére, jelentőségére.*

**Kulcsszavak:** mérnökoktatás, mélyépítési vasbeton, felületszerkezetek, héjak, gyámlított alaplemez, vasbetonszerkezetek javítása, erősítése.

### BEVEZETÉS

Amikor valaki 90 éves korában kap egy kitüntetést, akkor az nyilvánvalóan egy élet munkásságának elismerését jelenti. Nyilvánvaló, hogy kissé másképp látja a dolgokat a külső szemlélő és a kitüntetett. Az ember sajátmagát vizsgálva, elképzeléseit, céljait pontosabban tudja megfogalmazni és az elért eredményeket értékelni.

Nagyon mélyről indultam. Apám képesített kőműves mester volt, négyen voltunk testvérek. Elemi iskolai tanítóm beszélt rá szüleimet, hogy engem gimnáziumba küldjenek. Jó tanulóként tandíjmentes voltam, de 1944 tavaszán a család anyagi helyzete miatt a gimnázium hetedik osztályából a MÁV osztálymérnökségre mentem dolgozni. Háború, 45 hónap hadifogság, hazatérés, vissza a MÁV-hoz, érettségi, majd az osztálymérnök javaslatára beiratkoztam a mérnöki karra.

Egyetemi éveim alatt 10 hónap tanulmányi szabadság, nyáron vissza a MÁV-hoz. 1953-ban kitüntetéses oklevéllel fejeztem be tanulmányaimat, közben megnősültem, két gyermekünk született. 1953-58 között a MÁV Hídépítő Vállalatnál dolgoztam, majd 1958. szeptember 1-én az ÉKME Híd II. Tanszékén kezdtem egyetemi oktatói munkámat.

### NAGY ELŐDEIM

*Mihailich Győző* (1877-1966), a magyar vasbetonépítés nagy őregje.

A Hídépítéstan II. Tanszék vezetője volt, amikor tanársegéd lettem. Tőle tanultam a mérnöki szemléletet, a hagyományörzés fontosságát, amikor megírta a magyar vasbetonépítés történetét, tisztelettel figyeltem egyenes jellemét, segítőkészségét, vezetői erényeit.

*Palotás László* (1905-1993), aki az iparból érkezett az oktatás területére, az újnak a modern tudomány eredményeinek, az ipar igényeinek figyelembe vételére hívta fel a figyelmemet. Ő volt az, aki a nyomatékosztás módszerét tökéletesítette, amivel akkor az ipari szerkezetek számításához gyakorlati eljárást

nyújtott. A hídépítéscentrikus oktatás mellett kezdeményezte az ipari és mélyépítési szerkezetek ismertetését. Elsőként vezette be a körszimmetrikus héjakat az oktatásban. Az öt kötetes Mérnöki Kézikönyv úttörő jelentőségű volt. Előadásainak szakmai színvonalát, közérthetőségét példaképemnek tekinttem. Ő volt az, aki az ipari és mélyépítési szerkezetekkel való elmélyült foglalkozásra buzdított és az egész életemet meghatározta.

*Bölcskei Elemér* (1917-1977) az iparból, a hídépítés területéről jött az egyetemi oktatásba, azonban felismerte az ipari, ill. mélyépítési szerkezetek gyakorlati jelentőségét, és folytatta a Palotás László által meghatározott irányvonalat, ami elsősorban a héjszerkezetek területén Menyhárd Istvánnal kialakult kapcsolatának köszönhető. Szakmai igényességét, gyakorlatias szemléletét példaképemnek tekinttem.

### TANKÖNYVEK

Az együtt írt „Bölcskei-Orosz: Faltartók, lemezek, tárolók (1971)” és a „Héjak (1973)” című tankönyvekben arra törekedtünk, hogy az elméleti ismeretek mellett, ezek gyakorlati alkalmazását megépült létesítmények ismertetésével mutassuk be. A hazai, építőmérnöki tankönyvírásban először tértünk ki a létesítmények üzemeltetésével, a funkcióval kapcsolatos kérdésekre.

Az építőmérnök képzésben, a mérnöki tevékenységek (tervezés, kivitelezés, beruházás, kutatás, stb.) közül az oktatás középpontjába a tervezést kell beállítani. A tervezés keretében viszont a hármas követelmény „a szerkezet, a funkció és a forma” összhangját, egységét kell megteremteni. Az építőmérnöki ipari és mélyépítési létesítmények esetében az elsődleges és legfontosabb az üzemeltetés, a funkció követelményeinek teljes mértékű kielégítése, azaz mind a szerkezeti rendszer, mind a forma ennek van alárendelve. Így például egy szennyvíztisztító telep műtárgyait az üzemi követelményeknek vannak alávetve, az iszaprothasztó optimális alakja a tojás, és ez a szerkezetet és a formát is

meghatározza. A mélyépítési létesítmények jelentős része föld alá épül, így a forma közízlés nevelő szerepe nem érvényesül.

Más a helyzet a hidépítés területén, ahol a viszonylag egyszerű üzemeltetési, funkcionális követelmény lehetővé teszi a szerkezet és forma megválasztása során a fantázia szárnyalását. Hidászaink bebizonyították, hogy élni tudnak ezzel a lehetőséggel és elismerésre méltó alkotásokat valósítottak meg.

Az 1970-es évek elején megjelent tankönyvek az akkori jelentős hazai és nemzetközi létesítményeket ismertették. Ezt megelőző és követő időszakban indult el mezőgazdasági termékek korszerű tárolására szolgáló siló program, a vízellátás, tárolás, szennyvíztisztítás létesítményeinek kiépítésére.

Az ipari és mélyépítési létesítmények jelentős része síklemezekből összetett dobozszerű, vagy körlemezekből, körhengerekből, stb. kialakított térbeli szerkezet. Az ezekkel kapcsolatos elméleti ismeretek nélkülözhetetlenek. Ugyanakkor a megvalósítás módszereinek bemutatása is rendkívül fontos. Menyhárd István, a magyar „héjépítés atyja” bemutatta, hogy a héjszerkezet előnye a rendkívül alacsony anyagfelhasználás jól kihasználható, ha a hátrányok, azaz a munkaigényes állvánnyal való helyett egyetlen, a darupályán mozgatható állvánnyal valósul meg a létesítmény. Ezzel rámutatott az építési módszer, a technológia kiemelt szerepére.

Szeretném kiemelni, hogy a tankönyvben bemutatott példák is azt igazolják, hogy a héjépítést, a mélyépítést az iparban alkalmazták, és az oktatás a gyakorlati fejlődést követte. Az egyetemről kikerülő fiatal mérnök viszont felkészült a reál váró feladatokra, a mérnöki gondolkodás, az elmélet és a megvalósítás összhangjának megismerésével, elsajátításával.

## ELMÉLET ÉS MEGVALÓSÍTÁS

Az ókori és középkori létesítmények, mérnöki alkotások a tapasztalat alapján valósultak meg. A tartószerkezetek teherbírása vizsgálatának elméleti alapjai az utóbbi néhány száz évben alakultak ki. Ennek során előfordult, hogy az elmélet megelőzte a gyakorlati alkalmazást, ebben a matematikusoknak kiemelkedő szerepe volt, elég, ha a két irányban teherviselő lemezelméletet említjük, ahol a matematikai megoldás évtizedekkel korábban megszületett, mint a gyakorlati megvalósítás.

Ma is tapasztaljuk, hogy az építési módszer, a technológia határozza meg a fejlődést. Amikor a mélyépítésben megjelent a réseléses módszer, akkor neves tudósok elméleti úton bizonygatták, hogy a módszer nem működhet. A gyakorlat bizonyított, kikényszerítette az elmélet fejlesztését, így ma már a résállékonyság számítással való igazolása általánossá vált. Hasonló példákat lehetne sorolni, amelyek azt bizonyítják, hogy a megvalósítás módszereknek, a technológiának a fejlődésben kiemelt szerepe van.

A mérnökképzésben ezért a tervezés centrikus oktatási módszer mellett – néhány jól megválasztott példával – az építési technológiákat is be kell mutatni.

## FUNKCIONÁLIS ÖREGEDÉS

Az utóbbi évtizedekben tapasztaljuk, hogy tartószerkezetileg megfelelő létesítményeket lebontanak, mert a funkció az üzemeltetés igényeit nem elégíti ki. A Skála Áruház kb. 30 év után azért kellett lebontani, mert az új funkcióbba még átalakítással sem lehetett beilleszteni. Mistéth Bandi bácsi szomorúan mondta, hogy még életében lebontották az általa tervezett szolnoki vasút feletti hidat, mert keskeny volt és csak

20 tonnás gőzekére volt méretezve. Ez a probléma felveti a szerkezet és anyagválasztás, továbbá az élettartam alaposabb felülvizsgálatát, elemzését.

## AZ OKTATÁS

Végigjártam az egyetemi oktatói fokozat állomásait. Amikor Bölcskei Elemér korai és váratlan halála után megbíztak a Vasbetonszerkezetek Tanszék vezetésével, felmérve a kialakult helyzetet, örömet kevésnek éreztem ahhoz, hogy az elődeim által elért szakmai színvonalat megőrizzem. Ezért úgy döntöttem, hogy az előadási óráim egy részét átadom az iparban dolgozó kiváló kollégáknak. Így Thoma József, Söpkér Gusztáv, Márkus Gyula, Janzó József, Tóth László, stb. rendszeresen tartottak előadásokat. Céлом az volt, hogy szakmai munkájuk mellett, a hallgatók személyesen is megismerjék őket.

Előadásaim a felületszerkezetek elméletére és ezeknek az ipari és mélyépítési szerkezetekben való alkalmazására terjedtek ki. A mélyépítési vasbetonszerkezetek című választható tantárgyban egy újszerű módszert vezettem be, amelyben 4-5 hallgató kap egy nagyobb lélegzetű feladatot, amelyet közösen oldanak meg, mindenki egy részletet dolgoz ki, de együtt kell beadni. Minden hallgatónak ki kell dolgozni egy témát a szakirodalom feldolgozásával és erről egy 12-15 oldalas tanulmányt kell megírni, majd ezt egy 15 perces előadásban kell ismertetni. Céлом a végzés utáni mérnöki munkára való felkészítés volt. Azt reméltem, hogy a módszert mások is követik és legalább két tantárgyban alkalmazzák. Sajnos csalódtam, mert én is ugyanazt mondhatom, amit Mistéth Bandi bácsi a hídjáról.

Oktatási dékánhelyettesként irányítottam azt a tantervi reformot, melynek célja a túlzott szakosodás csökkentése, a szoros tantervi kötöttség feloldása, a választható tárgyak bevezetése és a számítástechnikai fejlesztés volt.

## SAKMAI TEVÉKENYSÉG

A több, mint 6 évtizedes mérnöki tevékenységem alatt több ezer műszaki szakértői vélemény összeállításában, ellenőrzésében vettem részt az egyetemi oktatás mellett.

- Irányítottam és részt vettem a vasbeton hűtőtornyok tervezésével és kivitelezésével kapcsolatos kutatómunkában, összeállítottuk az erre vonatkozó számítási módszereket, irányelveket, előírásokat (Orosz Á. – Hegedűs I., 1981).
- A vasbeton gabonasilókkal kapcsolatos kutatás keretében a természetes nagyságban végzett silónyomás mérésekkel igazoltuk, hogy ezek lényegesen meghaladják a korábbi elméleti értékeket. Ennek alapján javaslatot dolgoztam ki a silónyomás gyakorlati meghatározására (Orosz Á., 1975; Orosz Á. – Simurda L., 1986-1990).
- A meghibásodott vasbeton silók javítására és megerősítésére javaslatot dolgoztam ki a lövellt betonnal készített külső vasbeton köpenyes módszerre, amelyet több vasbeton silónál sikerrel alkalmaztak (Orosz Á. – Csató Gy., 1999; Almási J. – Orosz Á., 2002).
- A CAEC Kft-vel együttműködve kidolgoztuk a Paksi Atomerőmű szellőzőkéményeinek kétoldali vasalással összekötött lövellt vasbeton köpennyel való megerősítésére alkalmazott eljárást. Meghatároztuk a lövellt betonkéreggel történő erősítésre a szervezett minőség-ellenőrzés gyakorlati módszerét (Almási J. – Orosz Á., 2000, 2001), amely a beépített anyagok helyszíni vizsgálatára irányul.

- Műszaki tanácsadó, ill. szakértőként részt vettem a Vízép, ill. később Swietelsky-Vízép vállalat jelentősebb munkáiban. A Mélyéptervben Tóth László által tervezett 3000 m<sup>3</sup>-es emeltfejű sorozatgyártásra alkalmas víztorony tervezésében és kivitelezésében.
- Bekapcsolódtam a bajai és a mohácsi – a Vízép által kidolgozott – kihorgonyozott résfalas megoldású partfalainak tervezési és kivitelezési munkáiba. Elsőként alkalmaztuk hazánkban a feszített résfalakat a csepeli és gönyői erőműveknél, Bencsik Csaba, Juhász Bertalan, Nagy János, Zábrádi Ernő kollégák közreműködésével.
- A lágy vasalású vasbetonszerkezetek repedésével kapcsolatban rámutattam arra, hogy a repedések megjelenése természetes, tudatosan elfogadott fizikai jelenség, továbbá a számított repedésérzékenység az acélbetétek súlyvonalára érvényes és nem azonos a beton felületén megjelenő értékkel, azaz a felületi repedés a szabvány előírásával nem hasonlítható össze (Orosz Á., 2006, 2013).
- Részt vettem a 4. Metró Swietelsky Kft. által épített 4 metróállomás kiviteli terveinek és megvalósításának ellenőrzésében. Ennek keretében méréseket végeztünk a metróállomások munkagödreit kitámasztó csőrudakon a keletkező erő nagyságának és időbeli változásának meghatározására, az építés közbeni biztonság pontosabb ismerete érdekében. Megállapítottuk, hogy egy ill. két csőtámasz esetében az erők egyenletesen növekednek és legnagyobb értéküket 30-40 nap alatt érik el. Több csőtámasz alkalmazása során az alsó támaszokban keletkező erők nagysága és időbeli változása szabálytalan és számíttással nem követhető (Halász I. – Orosz Á. – Zábrádi E., 2009). A vizsgálat rámutatott arra is, hogy ilyen típusú szerkezetek esetében az időtényező figyelembe vétele a biztonságot szolgálja.
- Az utóbbi évtizedekben a síklemezek és mélyalapok mellett sikerrel alkalmazzák hazánkban a mélyalappal, nevezetesen a résalapokkal gyámolított alaplemezes rendszert. Ennek lényege, hogy a síklemez és a mélyalap együtt viseli a terheket. Ezt a gondolatot először Kézdi Árpád vetette fel, és megvalósította a Kaposvári Gabonasíló alapozásának megerősítésére (1963). A módszert a Vízép főmérnöke, Nagy János alkalmazta a mélygarázsok alapozási rendszerének fejlesztésére. Elméleti vizsgálati módszerek hiányában természetes nagyságban végzett mérésekkel határozták meg a tehermegosztás arányát, ami 0,3 és 0,7 közötti gyakorlati értékeket szolgáltatott a talajviszonyoktól függően. Az alaplemez igénybevételeit kezdetben a síklemez födémekekre kidolgozott módszerekkel határozták meg, amelyek repedésmentes szerkezetekre érvényesek. A részletes elemzés alapján később kiderült, hogy a megrepedt állapot és a talajfeszültségek időbeli változása, kiegyenlítődése miatt az oszlopok alatti nyomatékok lényegesen csökkenek, az erőnyomatékok pedig növekednek, mind a táblázatos, mind a gépi számítás eredményeihez képest. Ezért szükségessé vált egy olyan egyszerűsített számítási módszer kidolgozása, amely az említett hatásokat figyelembe veszi (Orosz Á. – Nagy J., 2016). Az erőtani számítás mellett kialakult egy újszerű, jól szerelhető vasalási rendszer, amely figyelembe veszi az oszlopok környezetében a közel körszimmetrikus erőjátékot, mind hajlító nyomatékra, mind az átszúródásra alkalmazott speciális tórusz vasalás esetében. A gyámolított alaplemez előnye, hogy a réspillérek számával, méretével a terhekhez alkalmazkodni lehet, így az egyenlőtlen süllyedések kiküszöbölhetők. Ennél a rendszernél a mért abszolút és relatív süllyedéskülönbségek 1 cm-t nem haladják meg. A gyámolított alaplemez és a szivárgós

vízmentes módszer együttes alkalmazása egy egységes rendszert alkot, mind a tehermegosztásra utaló gondolat felvetése, mind a gyakorlati alkalmazás részleteinek kidolgozása magyar mérnökök munkája, ezért ezt magyar építési módszernek lehet tekinteni. A sors ajándéka, hogy ebben személyesen is részt vehettem, Nagy János, Bencsik Csaba és Zábrádi Ernő munkatársakkal együtt.

## VEZETÉSI ELVEIM

Tanszékvezetőként – elődeim módszereit áttekintve – arra törekedtem, hogy

- olyan munkahelyi légkört alakítsak ki, ahová a munkatársak szívesen jönnek be,
- teljesítem azt, a minden vezetőre érvényes követelményt, hogy magamnál tehetségesebb utódok számára biztosítsam a fejlődés lehetőségét,
- munkatársaimat támogassam a minél hosszabb tanulmányutak révén a külföldi tapasztalatok megszerzésében.

## A JÖVŐRŐL

Víz nélkül nincs emberi élet, ezért a víz nyerésével, gazdálkodásával, tárolásával, tisztításával kapcsolatos mérnöki feladatok, műtárgyak építése kiemelt fontosságú. Az oktatásban ezeket szerepeltetni kell. A doktorképzést a jelenlegi rendszer mellett ki kell szélesíteni, és az iparban dolgozókat nagyobb mértékben kell bevonni. Ennek legjobb módszere a szervezett, két éves szakmérnöki tanfolyamok erősítése, ennek végén a záródolgozatok egy része további doktori értekezésre is alkalmas lehet. A doktorképzés célja ugyanis az, hogy az ipar rendszeresen kapjon az átlagosnál jobban képzett mérnököket. A tudományos fokozat megszerzése lehetővé teszi továbbá azt is, hogy az oktatásba bekapcsolódjanak az ipari tapasztalatokkal rendelkező mérnökök.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Elsősorban mérnöknek tartom magam, és az oktatásban is arra törekedtem, hogy Palotás László tanácsát követve, az ipari és a mélyépítési szerkezetek a jelentőségüknek megfelelően szerepeljenek. Örömmel töltött el a létesítmények megvalósításában való közreműködés. Három kitüntetés áll közel a szívemhez, a BME Kiváló Oktatója, a Menyhárd István- és a Palotás László-díjak.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton is köszönetemet fejezem ki mindazoknak a kollégáknak, munkatársaknak, akikkel együttműködve kerestük és találtuk meg a megoldást egy adott problémára, baráti hangulatban, egymás véleményét meghallgatva és tiszteletben tartva. Minden, amit elértem, a közös munkánk eredménye. Köszönet családomnak, akik segítettek és sikereikkel örömet szereztek.

## HIVATKOZÁSOK

- Almási J. – Orosz Á.: Egy 100 m magas szellőzőkémény csoport javítása, Vasbetonépítés, 2000/1  
 Almási J. – Orosz Á.: Environmentally compatible rehabilitation of nuclear power plant chimneys, IASS Working Group 18, Proceedings, Prague, 2001  
 Almási J. – Orosz Á. – társaik: A törökszentmiklósi 800 vagonos gabonasíló megerősítése pp. műszál adagolású lövelt betonnal, Vasbetonépítés, 2002/2

Bölskei E. – Orosz Á.: Vasbetonszerkezetek. Faltartók, lemezek, tárolók. Egyetemi tankönyv, Tankönyvkiadó, Bp. 1971

Bölskei E. – Orosz Á.: Vasbetonszerkezetek. Héjak. Egyetemi tankönyv, Tankönyvkiadó, Bp. 1973

Halász I. – Orosz Á. – Zábrádi E.: Metróállomások munkagödreit kitámasztó csőrudakon végzett mérések, BME Tudományos Közleményei, Építőmérnöki Kar, Hidak és Szerkezetek Tanszék, 2009

Nagy J.: Vízmentes gyámlított alaplemezzel épített munkagödrök. BME Hidak és Szerkezetek Tanszék, Tudományos Közleményei. Tassi Géza és Orosz Árpád 90 éves, 2016, 315-322

Orosz Á.: Megjegyzések a silónyomás számításához, BME Tudományos Közlemények, Budapest, 1975

Orosz, Á.: Thermal effects in reinforced concrete silos, Periodica Politechnica, Budapest, No. 3-4, 1978

Orosz, Á. – Hegedűs, I.: Research and development of reinforced concrete cooling towers, Periodica Politechnica, Budapest, 1981

Orosz, Á.: Effect of temperature upon reinforced cooling towers, Periodica Politechnica, Budapest, 1981

Orosz Á. – Simurda L.: A silónyomásokkal kapcsolatos kutatások legújabb eredményei, Mélyépítéstudományi Szemle, Budapest, 1986

Orosz Á. – Csató Gy.: A marcali 2000 vagonos gabonasiló megerősítése, Vasbetonépítés, 1999

Orosz, Á. – Simurda, L. – Varga, J.: The design problems of R.C. silo walls, Proceedings of the University of Adelaide, Special Symposium on the Occasion of George Sved's 80<sup>th</sup> Birthday. Univ. of Adelaide Australia, 1990

Orosz Á.: Megjegyzések a vasbetonszerkezetek repedéskorlátozásához. BME Tudományos Közleményei. Építőmérnöki Kar, Hidak és Szerkezetek Tanszék, 2006

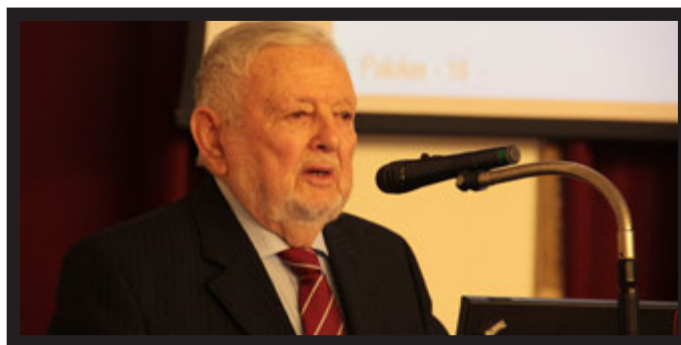
Orosz Á.: Vasbeton síklemezek repedései és alakváltozása. Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, Konferencia, Csíksomlyó, 2013, 281-287

Orosz Á.: Mélyalappal gyámlított alaplemezek. BME Hidak és Szerkezetek Tanszék Tudományos Közleményei. Tassi Géza és Orosz Árpád 90 éves, 2016, 331-347

Orosz Á.: Részalra befogott alaplemezek és földlemezek – az alapozási mód megválasztásának következményei, Geotechnikai Konferencia, Ráckeve, 2005

Orosz Á.: Gondolatok a kockázatelemzésről és a kockázatvállalásról a metróállomások munkagödreinek kitámasztó rúdjaiban végzett erőmérések alapján. BME Hidak és Szerkezetek Tanszék Tudományos Közleményei. Tassi Géza és Orosz Árpád 90 éves, 2016, 323-330

**Dr. Orosz Árpád** okl. mérnök (1953), műszaki tudományok kandidátusa (1959), BME Vasbetonszerkezetek Tanszék vezetője (1971-95), professor emeritus. Fő érdeklődési, kutatási területei: mérnökképzés, oktatás, felületszerkezetek, ipari és mélyépítési vasbetonszerkezetek, silók, medencék, víztornyok. Mélygarázsok alapozása, réspillérrel gyámlított alaplemezek. Vasbetonszerkezetek javítása, erősítése. Szakértői, tanácsadói közreműködés vasbetonszerkezetek tervezésében, megvalósításában. Kitüntetései: BME Kiváló oktatója, Menyhárd István- és Palotás László-díjak.



Dr. Orosz Árpád előadása

## SZEMÉLYI HÍREK

### DR. KOVÁCS KÁROLY 75. SZÜLETÉSNAPIJÁRA



1942. január 12-én született Rákospalotán. Általános és középiskoláit Budapesten végezte. Vegyipari technikusként dolgozott a Csepeli Papírgyárban, majd a Budapesti Műszaki Egyetem, Vegyészmérnöki Karát nappali tagozaton abszolválta 1966. évben.

Öt évig dolgozott a Csepeli Papírgyár Cellulóz üzemében beosztott mérnökként, majd üzemvezetőként. Emellett a vegyipari technikum esti tagozatán tanított.

1971-től az MTA Mechanikai Technológia Kutatócsoportjában kutatóként dolgozott, ahol a szilikátok és polimerek kapcsolati problémáival foglalkozott. Bekapcsolódott az Építőanyagok Tanszék kutatásaiba, különféle korróziós vizsgálatok megoldásait tanulmányozta. Részt vett az építőmérnök hallgatók oktatásában.

1974-től a BME kutatója lett, ahol elsősorban a beton-műanyag kombinációk tulajdonságait vizsgálta. Dr. Balázs György vezetésével széles spektrumban tanulmányozta a különféle adalékanyagú, kötőanyagú, adalékszerekkel kombinált, polimerekkel módosított betonok és vasbetonok technológiáit, tulajdonságait. A tanszéki kutató és ipari tevékenységei mindvégig Balázs professzor úr szakmai elképzelései és valamilyen fokú közrehatásával valósultak meg.

Az ipari vasbeton műtárgyak, ill. ezek laboratóriumi modelljeinek vizsgálatával kirajzolódott az a később szabványosított metodika, amivel a szerkezetek szilárdsági, kémiai állapota hűen jellemezhető. Ezeket az eljárásokat a különféle építőipari szektorok építői és üzemeltetői azóta is alkalmazzák (közlekedésépítés, vízépítés stb.).

1980-ban egyetemi doktori címet szerzett. 1980-85 között tanszéki laborvezető, 1985-1995 között tanszékvezető helyettes volt.

1996-2005 között az ÉMI Kht. Vegyészeti és Alkalmazástechnikai Tudományos Osztályának vezetője, 2005-2011 években Vegyészeti, Tűzvédelmi és Nukleáris létesítmények Divíziójának nyugdíjazásáig a vezetője volt.

Az (MVM) Paksi Atomerőmű műtárgyainak ún. öregedéskezelésével 1996 óta foglalkozik, részt vett az öregedéskezelés szabályainak kidolgozásában és inspicálásában.

Jelenleg is oktat a Betontechnológia és a Paks II. szakirányú továbbképzésekben a BME Építőmérnök Karán. 1987-től tagja az MTA Építésügyi Munkabizottságnak.

2003-ban Várhelyi Pál emléklapoktet, 2012-ben Palotás László-díjat kapott.

A BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék valamint **fib** Magyar Tagozat nevében kívánunk neki további sok sikert és jó egészséget.

Balázs L. György



HUNGÁRIA

Colas Hungária Zrt. – 1113 Budapest, Bocskai út 73.  
Tel.: +36 1 883 1180 • Fax: +36 1 883 1137  
hungaria@colas.hu • www.colas.hu

# A JÖVŐT ÉPÍTJÜK



A-HÍD ZRt.  
H-1138 BUDAPEST  
KARIKÁS FRIGYES U. 20.

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



A-HÍD