

2016. JÚNIUS 17. - JÚLIUS 24.

A POLÓNYIZMUS DEBRECENBEN

TARTÓSZERKEZETEK MŰVÉSZETE

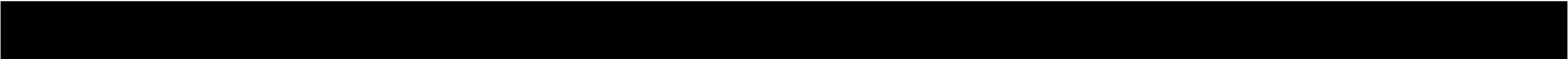


„A mérnöknek nem az a feladata,
hogy világossá tegye az építész
számára: valami nem megy.
Azt kell megmutatnia,
hogy miképpen menne.”

Polónyi István

A POLÓNYIZMUS DEBRECENBEN

TARTÓSZERKEZETEK MŰVÉSZETE | MODEM
2016. június 17. - július 24.



TARTALOM	04
----------	----

ELŐSZÓ	07
--------	----

KI AZ A POLÓNYI ISTVÁN?	09
-------------------------	----

» Polónyi István életrajza	09
Polgár László: Ki az a Polónyi István?	10
Polgár László: Értelem és érzelem	13

VONALAK ÉS FELÜLETEK	14
----------------------	----

» A kiállításról	14
Polgár László: A kezdetek	17
Lakner Lajos: Az egyszerűség dicsérete	18
Finta József: Európai üzenetek	20
Képekben	22
Gnädig Miklós	24
Kazinczy Gábor	26

TARTÓSZERKEZETEK MŰVÉSZETE	28
----------------------------	----

» A kiállításról	28
Albertfalva városközpont	30
Dagály úszóaréna	31
Fedett sportuszoda, Debrecen	32
Megyeri kastély, teniszcsarnok	33
Ingókő-kilátó – Bence-hegy	34
Gulyadombi parkerdő, Gizella királyné kilátója	35
Monopol antennatorony	36
Nagyerdei stadion, tetőszerkezet	38

Nagyerdei stadion, vasbeton szerkezet	39
Új ferencvárosi stadion	40
Újpest FC stadion	41
Háromszög alaprajzú parabolikus hiperboloidból alkotott templom	42
Kittenberger Állat- és Növénypark, madárröpdé	43
Budapest Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtér – Skycourt utasterminál	44
Kőröshegyi völgyhíd	45
Megyeri híd	46
Tiszavirág gyalogos-kerékpároshíd	47
Pentele-híd	48
Képekben	50

ÉPÍTÉSTUDOMÁNY – ÉPÍTŐMŰVÉSZET, KONFERENCIA	52
---	----

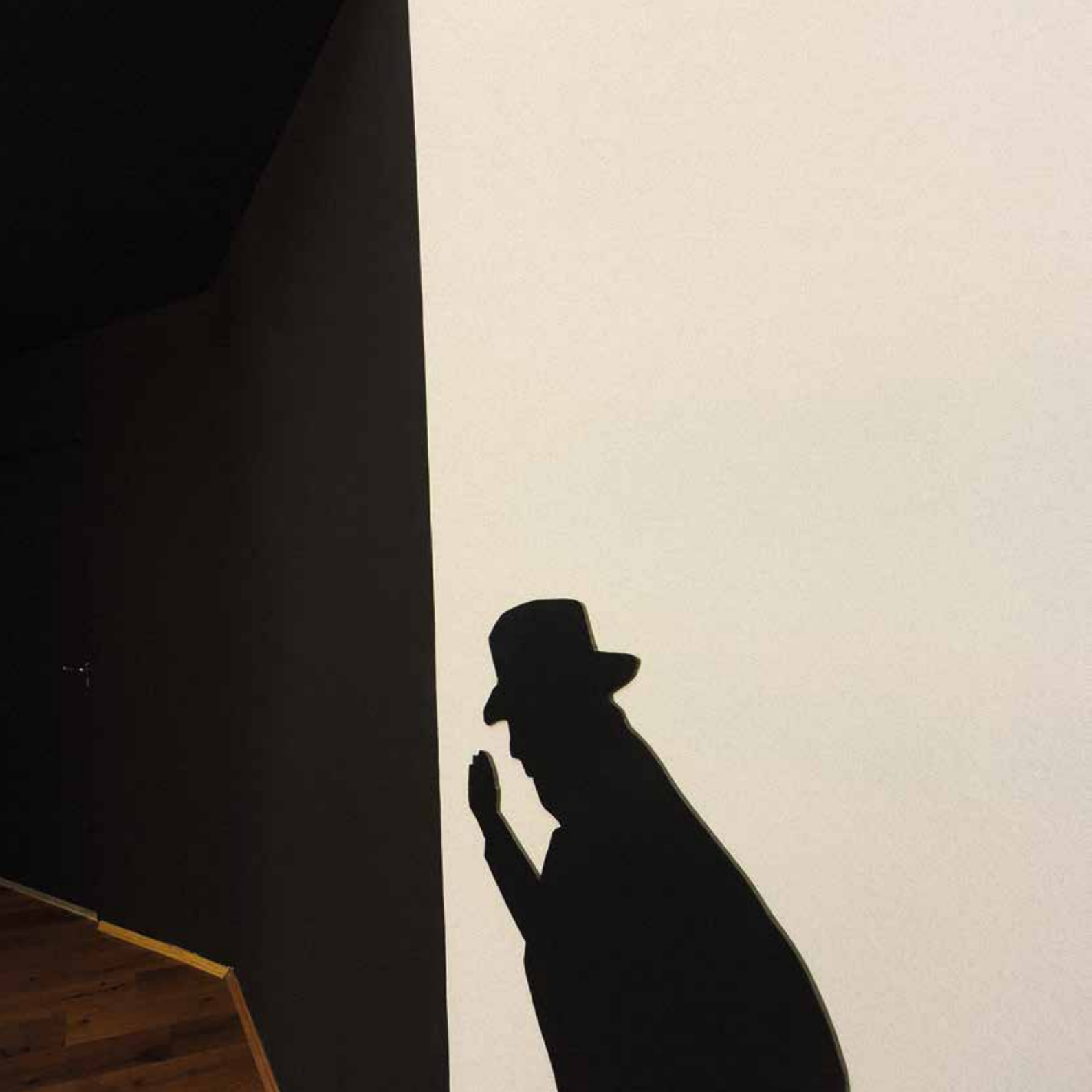
» A konferenciáról	52
Polónyi István: Hogyan tanítsunk?	54
Komplex geometria, kecses szerkezetek – Interjú Klaus Bollingerrel	56
A jövő téglája – Interjú Mathias Kuttererrel	62
Polgár László: Stadionépítések Magyarországon	68
Ritter Ádám: Magyar építkezés a világ élvonalában?	74
Dezső Zsigmond: Tervezett művészet	78
Képekben	82

GERENDATÖRÉS ÉS LEHAJLÁSVIZSGÁLAT	84
-----------------------------------	----

» A szakmai napról	84
A világrekorder híd – lehajlásvizsgálat	86
Feszített beton – gerendatörés	88

UTÓSZÓ	93
--------	----

» Impresszum	94
--------------	----



Liska András »
elnök,
Hajdú-Bihar Megyei
Mérnöki Kamara,
a kiállítás és a konferencia
főszervezője

ELŐSZÓ

Néhány évvel ezelőtt megkérdezték tőlem, mit jelent a POLÓNYIZMUS. Azt feleltem akkor: a polónyizmus az, amikor a tudomány és a művészet összeér. Azt gondolom, a 2016 nyarán Debrecenben nyílt kiállítás ennek a legszebb példája: a *Vonalak és felületek* című tárlaton tudomány és művészet találkozásának lehettünk szemtanúi. Németországban öt nagyvárosban láthatta a közönség a kiállítást. Csaknem kétéves előkészítő munka eredményeként jött Magyarországra, azon belül is Debrecenbe, ahol nemcsak a már többször megmutatott anyagot helyeztük új kontextusba az építés során, de a tárlathoz egy rendkívüli kísérőkiállítás is kapcsolódott, Polónyi követői, a fiatal mérnökgeneráció tagjainak munkáiból. A két, párhuzamos kiállítással szerettük volna megmutatni a közelmúltat és a jelent, hozzátéve a legfrissebb irányokat. A munka során azonban előkerültek a nagy elődök, s rájöttünk, az ősök és gyökerek megmutatása nélkül nem érthető a jelen, s – stílusosan kifejezve – nem tervezhető a jövő. Végül aztán visszatértünk egészen az alapokig: Kazinczy Gáborig, aki már a harmincas években leírta azokat az elveket, amelyek alapján ma is folytatjuk az épületek tervezését. Kazinczy rakta le a mérnöki képlékenység alapjait, az épületek biztonságát először kötötte össze a valószínűségelmélettel. Olyan elméletet dolgozott ki, amelyet a magyar szabványok – és az oroszok is – már az ötvenes években átvettek. Az európai uniós országokban ezt 2004-ben vezették be, míg az Egyesült Államokban csak most van folyamatban. Mi sem bizonyítja jobban azt, hogy a magyar építészet és mérnöki munka nemzetközi szinten is egyedülálló, és törekednünk kell arra, hogy ezt a világon minél több helyen megismertessék és megismerhessék. Többek között erre is kiváló alkalom volt a MODEM-ben nyílt két kiállítás. De a tárlatok alkalmat adtak arra is, hogy megnézzük, kipróbáljuk és megértsük, mire képes a tudomány a művészet határmezsgyéjén maradva, s ellenkezőleg: mire képes a művészet, a tudomány területét súrolva.

2016 nyarán a „polónyizmus” hat hétre Debrecenbe költözött. A mérnöki gondolkodás jelenlétét – ez idő alatt – a professzor szellemiségének megfelelő programok sokaságával biztosítottuk, a nemzetközi konferenciától a múzeumok éjszakájának tárlatvezetésein keresztül a feszített gerenda – köztéri – törési bemutatójáig. Freyssinet 75 évvel ezelőtti gerendatörési kísérletének megismétlésével nemcsak a kiváló mérnök – karcsúbb szerkezetek tervezését lehetővé tevő – korszakalkotó újításának kívántunk emléket állítani és előtte tisztelni, hanem a mindennapok emberének is bepillantást akartunk nyújtani a mérnöki tudományok hátterébe. Ez olyan jól sikerült, hogy nemcsak a kiállítás és a hozzá kapcsolt rendezvények magas számú látogatottsága igazolta törekvéseinket, hanem mindez azt is bizonyította, hogy jó szervezéssel, Polónyi szellemiségének megfelelő, „induktív” programkínálattal széles körben is eredményesen hirdethetők a mérnöki munka rejtelmei és szépségei. A sikerben bizonyára közrejátszott az is, hogy a Német Művészeti Akadémia 3 mérnök tagjából ketten, Polónyi István és Klaus Bollinger megtisztelték jelenlétükkel a kiállításmegnyitót és a konferenciát.

A hat hét alatt érdeklődők százai előtt sikerült valamit visszanyerni a mérnöki hivatás elveszni látszó presztízséből. Sok ilyenre lenne még szükség!



POLÓNYI ISTVÁN

▼

1930. július 6. Született Gyulán

1952 Oklevél | építőmérnöki szak, Budapesti Műszaki Egyetem

1952–1956 Asszisztens/tudományos munkatárs a Budapesti Műszaki Egyetemen

1957 óta Tanácsadó mérnök Kölnben

1965–1972 A teherhordó szerkezetek tudományának rendes professzora a Berlińi Műszaki Egyetemen; a Modellstatikai Intézet igazgatója

1966 óta mérnöki iroda Berlinben; az építési statika felülvizsgáló mérnöke (Prüfingenieur für Baustatik), az I.A.S.S. tagja (International Association for Shell and Spatial Structures / A héjszerkezet és a térbeli struktúrák nemzetközi szervezete)

1968–1969 A Berlińi Műszaki Egyetem választott szenátora

1970 Az építészeti kar dékánja

1973–1995 A tartószerkezettan rendes professzora a Dortmundi Egyetemen, az építéstudományi kar egyik alapítója, a „konstruktív mérnöki építés” szak felelőse

1977 Európai Acélszerkezet-építési Díj

1978 Európai Acélszerkezet-építési Díj

1977–1978 A Dortmundi Egyetem szenátora

1978 A Dortmundi Egyetem rektorhelyettese

1985 A Kasseli Egyetem díszdoktora (Dr.-Ing. E.h.)

1983–1987 A Dortmundi Egyetem Építéstudományi Karának dékánja

1987 Európai Acélszerkezet-építési Díj

1990 A Budapesti Műszaki Egyetem díszdoktora (Dr. h.c.)

1993 A Párizsi Építészeti Akadémia díja (A kutatás és a technika érme / Médaille de la Recherche et de la Technique)

1995 Emeritálás, a Dortmundi Egyetem érdemérme

1997 A Kölni Építészek és Mérnökök Egyesülete (AIV Köln) érme az épített környezetünkért végzett munka elismeréseként

1998 A Német Építészeti és Mérnöki Egyesületek Szövetsége (DAI) Nagydíja

1999 A Berlińi Művészeti Akadémia tagja, a Berlińi Műszaki Egyetem díszdoktora (Dr.-Ing. E.h.)

2000 A 2000. évi Állószerkezet Díja (Standing Structure Award) a Lipcsei Vásár üvegcsarnokáért, a Hidak és Szerkezeti Tervezés Nemzetközi Társasága (International Association for Bridge and Structural Engineering – IABSE)

2001 Renault Közlekedési Tervezés Díj (Renault Trafic Design Award) a Dortmund–Herne-csatorna hídjáért (Gelsenkirchen)

2003–2007 A Höpfner Alapítvány elnökségének elnöke

2004 Az Észak-rajna-vesztfáliai Mérnöki Kamara díja a dessau-i állatkerti hídért

2005–2009 A Berlińi Építészek és Mérnökök Egyesülete (AIV Berlin) kuratóriumának tagja

2007 A Magyar Tudományos Akadémia (MTA) külső tagja

2008 Palotás László-díj, a FIB (Fédération Internationale du Béton / Nemzetközi Betonszövetség) magyar szekciójától

2012 *Teherhordó vonalak – Teherhordó felületek / szerkezeti elvek Polónyi István alkotómunkájában.* Kiállítás a Dortmundi Egyetemen (2012. 05. 04. – 06. 24.)

2013 *Teherhordó vonalak – Teherhordó felületek / szerkezeti elvek Polónyi István alkotómunkájában.* Kiállítás a Szabad Művészetek Akadémiáján (Hamburg, 2013. 01. 15. – 02. 28.), a Brandenburgi Műszaki Egyetemen (Cottbus, 2013. 03. 15. – 04. 30.), majd a Berlińi Műszaki Egyetemen (2013. 05. 16. – 06. 30.)

2014 Oscar von Miller Forum, München (2014. 11. 26. – 12. 20.)

2016 *Vonalak és felületek – Polónyi István munkássága.* MODEM, Debrecen (2016. 06. 17. – 07. 24.)



Polgár László »

Polónyi István a legkiemelkedőbb építőmérnökök közé tartozik Németországban. A több mint hatvan évet átívelő alkotói pályája során számos jelentős német és nemzetközi építésszel dolgozott együtt a legkülönbébb projekteken. A közös munkák során nem pusztán statikai szolgáltatásokat végző mérnökként, de nem is szerkezetdiktátorként tekintett magára, hanem az építészhez hasonló elvek mentén gondolkodó partnerként értelmezte magát. Polónyi szerint a teherhordó szerkezetben szétbonthatatlan egységgé kell összeolvadnia az esztétikai megformálásnak és a funkciónak. Ahogy fogalmazott: „A megformálás szabadságát arra kellene használnunk, hogy ne csak a teherhordás funkciója valósuljon meg, hanem, hogy a teherhordó szerkezetek a művészetben is otthonra leljenek.”

Ritka, hogy egy építőmérnök ilyen magasra helyezi a mércét. Szakmájában ez nem csak elismerést váltott ki, de alkalmanként értetlenkedést is. Azok az építészek azonban, akik együtt dolgoztak Polónyival, mindig nagyra értékelték tervezési munkájuk során a felfogását. Hitvallása szerint „a mérnöknek nem az a feladata, hogy világossá tegye az építész számára: valami nem megy. Azt kell megmutatnia, hogy miképpen menne.”. Polónyi István alkotópályájának kezdetét merész hajtogatott lemezművek és héjszerkezetek fémjelzik, melyeket Josef Lehmbruck, illetve Fritz Schaller építészekkel közösen készített az építészek tervezte templomokhoz. Mindezmégabban akorszakban történt, amikor a statikai számításokat nem számítógépek segítségével végezték, hanem sok mindent csak modelleken lehetett lemérni és igazolni. Aztán következtek azok a projektek, amelyeket több híres építész mellett olyan nagy nevekkel együtt

jegyez, mint Rem Koolhaas, Claude Vasconi, Reichen et Robert, Dani Karavan, Gustav Peichl vagy Jean Nouvel. Az 1990-es évektől kezdődően jelentek meg az egykori iparvidéken, a Ruhrgebietben Polónyi hídjai, amelyek hajlított piros csöveikkel mára a terület szerkezeti és esztétikai védjegyeivé, landmarkjaivá váltak. Napjainkban Polónyi folyókon átívelő épülethidak, úgynevezett lakóhidak (living bridge) fejlesztésén dolgozik.

A kiemelkedő munkásságát bemutató tárlat lehetőséget adott arra, hogy a nagyközönség számára is érthetővé tegyünk bizonyos szerkezeti elveket. Minden egyes szerkezeti elvet egy interaktív modell szemléltet, amely megvilágítja a húzó- és nyomóerők, a teherviselés és teherhordás hatásmechanizmusait. A válogatás világossá teszi, miként támaszkodott az építőmérnök a különféle konstrukciós elvekre az éppen esedékes teherhordó szerkezeti megoldás kialakítása során. A projektek a teljes alkotópálya különböző szakaszaiból valók és a különböző építészmérnökökkel folytatott közös munka eredményei. Ezekkel kívánunk reprezentatív módon átfogó képet adni Polónyi István kiemelkedő építőmérnöki munkásságáról.

A kiállítás anyagát számos nyugat-európai nagyvárosban bemutatták már. Olyan helyeken, ahol az építészeti és a mérnöki művészet fontos témává válik. A debreceni tárlat rendkívüli válogatás nemcsak Polónyi István munkáiból – mindehhez *Tartószerkezetek művészete* címmel izgalmas kísérőkiállítás csatlakozott, amely Polónyi követői, a hazai és a környező országok statikus konstruktőreinek leglátványosabb munkáit mutatta be.



KI AZ A POLÓNYI ISTVÁN?

„Ahhoz, hogy nagyot
gondoljunk, el kell
tudnunk azt is ismerni,
hogy amit eddig
gondoltunk,
az bizony kicsi volt.”

Polgár László »

Ki az a Polónyi István?

1213

ÉRTELEM ÉS ÉRZELEM

Polónyi István talán legtöbbet idézett mondása szerint: „A mérnöknek nem az a feladata, hogy világossá tegye az építész számára: valami nem megy. Azt kell megmutatnia, hogy miképpen menne.”

Kasseli díszdoktori értekezésében Polónyi részletesen kifejti az ismeretszerzés két, alapvetően különböző útját, a deduktív és az induktív megközelítést. Polónyi értekezése a tudomány értelmezéséről, valamint a mérnöki és építészeti tervezés viszonyáról a hideg értelem (Lucifer), valamint az érző lelkiületű Ádám és Éva közötti állandó konfliktusokat kapcsolja össze. Polónyi a szabványok, a tudományosan megalapozott igazságok és számítógépes elemzések mögött megbúvó mérnök helyett a Zaha Hadid-féle építészekkel keresi az együttműködést, mint Ádám Évával a boldogságot. Amikor elolvastam Polónyi professzor értekezését, megértettem, miért voltak rám olyan nagy hatással Gnädig Miklós, Lőke Endre és a hasonló magyar mérnökök vagy a külföldiek közül Nervi, Niemeyer és társaik. A tartószerkezeteink nem matematikai műveletek sorozatának vagy újabb számítógépes futtatásoknak az eredményei. Napjainkban már hivatalosan is megjelentek az értékelések újabb szempontjai: az ökonómia; a fenntartható fejlődés szolgálata; a gazdaságosság; az emberi tényezők (az esztétika, az érzelmi viszonyulás a tartószerkezethez is); az emberi munka értékelése; természetesen a műszaki szempontok, az állékonyság, tartósság, használhatóság (teherbírás, lehajlás, korróziós ellenállás); a szervezetek működése, mint a létesítmény engedélyezése, a szükséges adminisztrációk. Ahogyan Csermely Péter fogalmaz: „Az innovációhoz a legtöbb esetben egymástól gyökeresen

különböző gondolatok találkozása szükséges. Az innovatív és tehetségtámogató viselkedési forma a piacot nem szükséges rossznak, hanem a saját maga fejlődését elősegítő mechanizmusnak tekinti.

Miért nem vagyunk képesek mégis mások számára is sokatmondóan nagyot gondolni? Közrejátszik ebben a kényszerű bezártságunk, a világlátottság és a tapasztalat gyakori hiánya, a befogadóképesség csekély mértéke, a rugalmatlanság. Hiányzik belőlünk az az alázat, amely a saját kis dolgainkat egy teljesen más perspektívában a helyére teszi. Vegyük észre azt az elemet a sikereinkben, amely egy teljesen más szemszögből is számottevő, és ezt hangsúlyozzuk. Ahhoz, hogy nagyot gondoljunk, el kell tudnunk azt is ismerni, hogy amit eddig gondoltunk, az bizony kicsi volt. Aki ebben az eljövendő élete kitérő köreit látja, az tényleg képessé vált a kiteljesedésre és belépett azon a kapun, amely az igazán nagy teljesítményekhez elvezet.”

Ne várjuk meg, hogy későn omoljanak le a falak az építés résztvevői között, szívleljük meg Polónyi professzor tanításait!





Az egyik legjelentősebb németországi építőmérnök, Polónyi István munkáiból, valamint a legjelentősebb hazai és külföldi konstruktőrök, Széchenyi-díjas mérnökök munkáiból, innovatív és izgalmas mérnöki szerkezetekből nyílt meg 2016 júniusában az elmúlt évtized legjelentősebb építészeti-mérnöki tárlata a debreceni Modern és Kortárs Művészeti Központban.

A MODEM-ben nemcsak a már többször megmutatott anyagot helyezték új kontextusba az építés során, de a tárlathoz egy rendkívüli kísérőkiállítás is kapcsolódott, Polónyi követőinek munkáiból.

A Polónyi István munkásságát, valamint az elmúlt hat évtized legkiemelkedőbb magyar mérnöki szerkezeteit bemutató interaktív tárlat több mint ezer négyzetméteren kapott helyet a művészeti központ két szintjén. A *Vonalak és felületek – Polónyi István munkássága című kiállítás* – melyet Németország öt nagyvárosában láthatott már a közönség, s amely csaknem kétéves előkészítő munka eredményeként érkezett Debrecenbe – 2016. június 17-től július 24-ig, a *Tartószerkezetek művészete* című tárlat pedig július 17-ig volt látogatható. A két kiállításon több tucat modell, makett, valamint tablók, mozgóképek és méretarányosan lekicsinyített szerkezetek szemléltették a hazai építészet legkiemelkedőbb mérnöki alkotásait, megmutatva olyan, művészileg is értékes elemeket, amelyek a valóságban sokszor nem láthatóak (pl. egy-egy tartószerkezet esetében). A két, párhuzamos kiállítással a szervezők megmutatták a közelmúltat és a jelent, illetve a legfrissebb irányokat is, jól reprezentálva a magyar építészet és mérnöki munka nemzetközi szinten is egyedülálló voltát.



VONALAK ÉS FELÜLETEK





Polgár László »

VONALAK ÉS FELÜLETEK

Polónyi István munkássága | MODEM, 2016. június 17. – július 24.

A kezdetek

2014 novemberében Balázs György professzor szinte kétségbeesve fordult hozzám: mit tegyünk? Polónyi István professzor – Németországban Stefan Polonyi – felajánlotta, hogy vándorkiállítás utolsó állomásaként az öt német nagyvárost megjárt, nagysikerű tárlat anyagát felajánlja a Budapesti Műszaki Egyetemnek. „Apró probléma”, hogy az anyagot három napon belül el kell szállítani Münchenből... Mit lehet ilyenkor tenni? Egy egyetemi adminisztráció túlságosan hosszú folyamat az ilyen gyors intézkedéshez. Miután a kiállítást már láttam Berlinben, s hosszú ideje lelkes híve és hirdetője vagyok a Polónyi nevéhez kötött dortmundi iskola modelljének, saját költségemre autót küldtem Münchenbe, és az elhozott anyagot a dabasi BAMTEC üzemünkben tároltuk. Ezután kezdődött a tárlat szervezése. Hamar kiderült: egy efféle

mérnökkiállítást hagyományosan megszervezni, megvalósítani rendkívül nehéz. A mérnöki alkotások művészete szinte ismeretlen fogalom. A Magyar Művészeti Akadémiának nincsenek mérnök tagjai. A hazai múzeumok, kiállítótermek a képzőművészek alkotásainak tárlatához és installálásához szoktak. Hosszú lenne leírni a próbálkozásokat, melyek sorra sikertelenségbe torkollottak. Az is problémát okozott, hogy a Magyarországról hatvan esztendeje távozott, Kölnben élő Polónyi professzor mérnöki és oktatói tevékenységét, életművét idehaza kevesen ismerték – dacára annak, hogy sok éve a Magyar Tudományos Akadémia külső tagja, 2008-ban Palotás László-díjat kapott, s a hazai szaklapok is figyelemmel követik tevékenységét. A kasseli egyetem díszdoktori cím adományozása kapcsán írt beszédét itthon is elérhetővé tettük, a deduktív és induktív ismeretszerzés összehasonlítása azonban nem ha-

tott eléggé a magyar oktatásra. Amikor 2015 májusában a Magyar Mérnöki Kamara küldöttgyűlésén elpanaszoltam „kálváriámat”, Liska András és Dezső Zsigmond szinte egyszerre mondták: ők elvállalják a kiállítás megszervezését Debrecenben. Valószínűleg akkor még maguk sem gondolták, hogy milyen nehéz feladatra vállalkoztak. Helyszínnek megnyerték a MODEM-et. De hogyan lehetne a mérnöki tevékenységet, a műszaki alkotásokat a laikus közönség számára is érthetően, érdekesítően közvetíteni? Akkor született az ötlet: a Polónyi-eszmeiség követőinek tevékenységét, a magyar szerkezettervezés színét is érdemes lenne megmutatni. Mindehhez sikerült támogatókat is megnyerni, s így – sokunk közös munkája, összefogása és segítségével – olyan kiállítás jöhetett létre Debrecenben, amely új korszakot nyithat meg, szorosan kapcsolódva a hazai építési reformokhoz.

(Az írás megjelent a Mérnök Újság 2016 júniusi számában.)



AZ EGYSZERŰSÉG DICSÉRETE

(Elhangzott: a *Vonalak és felületek*, valamint a *Tartószerkezetek művészete* című kiállítások megnyitóján, 2016. június 16-án a MODEM-ben)

Lakner Lajos »

tudományos igazgatóhelyettes,
Déri Múzeum

Az utóbbi fél évszázadban az építész a közbeszéd részévé vált. Köszönhetően a szimbolikus építészetnek, amikor az építések olyan épületeket terveznek meg, melyek különleges látványt és esztétikai élményt jelentenek. Hivatásomhoz közeli példákat említve, olyan múzeumépületekre gondolok, melyek arra készítik a látogatókat, hogy ne csak a múzeumban kiállított tárgyakra tekintsenek műalkotásként, hanem magára a múzeumépületre is, mintha ezek nem is épületek, hanem szobrok lennének. E folyamat kezdete ugyan a Frank Lloyd Wright által tervezett New York-i Guggenheim Múzeumhoz köthető, amely radikálisan szakított a korábbi múzeumépítészeti koncepciókkal, de az 1980-as évektől épültek meg azok az ikonikus múzeumok, melyek tömeglátványosságként szolgáltak: Bilbao-ban a Frank Gehry tervezte Guggenheim Múzeum, Berlinben a Daniel Libeskind Zsidó Múzeuma, Zaha Hadid Művészeti Központja Abu Dhabiban...

A szimbolikus építészet egyik legismertebb példája a bilbaói épület. A titánból készült, tekervényes formát alkotó épület látványa lenyű-

göző, arra biztat, hogy lépünk be, fedezzük fel. Ugyanakkor erősen kérdéses, hogy valóban ki tudja-e szolgálni egy kiállítás igényeit, képes-e a kurátori koncepció megvalósítását elősegíteni. Ugyanezek a kérdések vetődnek föl a berlini Zsidó Múzeum kapcsán is, ami már akkor nagy látogatottságnak örvendett, amikor még nem is volt benne kiállítás. A tervező azt a célt tűzte maga elé, hogy az épületet bejáró látogató átléhesse valamit a zsidók Holokauszt-tapasztalatából. A kiállítás két évvel később készült el, s úgy tűnik, hogy az építészeti vízió erősebb, mint a német zsidóság történetét bemutató múzeumi program.

Mindezek után talán nem véletlen, hogy e szimbolikus épületek kapcsán Babel tornya juthat az eszünkbe, ami a hírnévszerzésről szól, a dicsőségről. Babel tornyának építői nevet akartak maguknak szerezni: „.....Jertek, építsünk magunknak várost és tornyot, melynek teteje az eget érje és szerezzünk magunknak nevet, hogy el ne széledjünk a földnek egész színen”. (Mózes I. 11,4) Babel története nemcsak a népek szétszórattatásáról és a nyelvek létrejöttéről tudósít, hanem

az építészeti hírnév születéséről. Korunk sztárépítészei a bábéli építők utódai, örökösei. Babel tornyának építői képzeletben túlságosan előreszaladtak, a valóság azonban a torony romjai alá temette őket, s aztán ettől kezdve képtelenek voltak szót érteni egymással.

Tragédiájukat az okozta, hogy nem voltak tisztában azzal, amivel Camus: A gondolat mindig előre jár. Túlságosan is messzire lát, messzebb, mint a test, mely a jelenben van.

Polónyi István [...] nagyon is tisztában volt ezzel. Nekem, aki nem vagyok se mérnök, se építész, úgy tűnik, hogy számára az épület mindekelőtt test. Az a testet öltött valóság, ami térként, formaként és tömegként gondolható el és valósítható meg. A téren, a fizikai formán és a tömegen túl számára nincs olyan eszme, amit követni kellene. Az építőanyagok és a konstrukció nyelvét érti és beszéli. Ugyanakkor ez nem korlát, hanem egyrészt realitásérzék és kreativitás [...]. Másrészt művészeti tevékenység, mert a célja, hogy a funkció kiszolgálása egyben esztétikai minőséget is teremtsen: „A megformálás

„Polónyi István munkásságának egyszerre van építészeti és emberi üzenete. Csak szem és fül kell rá, hogy meglássuk és meghalljuk.”

szabadságát arra kellene használnunk, hogy ne csak a teherhordás funkciója valósuljon meg, hanem, hogy a teherhordó szerkezetek a művészetben is otthonra leljenek.” Statikai törvények és esztétikai hatás tehát meggyőződése szerint kéz a kézben járnak. Vagyis a mérnöknek statikai és esztétikai kérdésekkel egyszerre kell foglalkoznia.

S e felismerés révén minden egyszerűvé válik, mert minden építészeti probléma csak addig tűnik bonyolultnak, amíg statikai kérdés nem lesz belőle. Talán nem véletlen, hogy esszéi gyűjteményes kötetének a címe: Entmistifizierung. A kötet arra buzdít mindenkit, hogy szabaduljon meg a misztifikációktól. A mérnök és az

építész éppúgy álljon két lábbal a földön, mint az egyszerű ember, akinek élete során számos mindennapi és sorskérdésre kell válaszolnia. Mert minden építészeti és emberi kérdés valójában nagyon is egyszerű. S talán csak azért bonyolítjuk túl a dolgokat, hogy hírnevet szerezzünk vagy, hogy elodázzuk a szembenézést.



EURÓPAI ÜZENETEK

(Elhangzott: a *Vonalak és felületek*, valamint a *Tartószerkezetek művészete* című kiállítások megnyitóján, 2016. június 16-án a MODEM-ben)

Finta József »
építész,
az MTA és az MMA rendes tagja

Egy ilyen kiállítás megnyitásaként talán nem lenne elég csak néhány méltató szót kipróbálni magamból – például azt, hogy kitűnő ötlet volt Polónyi István professzor urat idecsábítani, előadásra felkérni, s hogy e kiállítás a statika, a szerkezettervezés mélységéig hatol, egy olyan létezésben, olyan korban, amikor a gondolatok és cselekedetek – a mi szakmánkban mindenképp – a mély helyett inkább a felszínt karcolják. Hogy milyen folyamatok verték szét az épülettervezés évezredes gyakorlatát – de akár csak Brunelleschitől számolva – a formaimádó máig, hogy miként csúszott a statikai tervezés egy altervezői szerződés kategóriájába (legalábbis nálunk), nos, nehéz lenne már kibogozni. Az egyetemen, még az 50-es években, nagyon fontos tárgy volt a statika az építész karon, talán Csonka professzor úr és tanszéke félelmetes híre, utóvizsga-szórásai hajlamai miatt, de Csonka Pál kiváló előadásai okán is. Aztán a Lakótervbe kerülve szembesültem a társ-tervezői struktúra valóságával, de azzal is, hogy micsoda harcokba került egy-egy konzolos szerkezet „elsütése” a minőségre nem sokat

adó szocialista tervgyári struktúrában. Nekem eleddig szerencsém volt, mert pályámat gondolkodó statikusok kísérték végig, szerződéses viszonyoktól függetlenül alkotótársak, akik nélkül házaim nem születtek volna olyanná, amilyenek lettek, de az idő, ahogyan vénségemre látom, nem a józan létezés és az alkotás segítségét szolgálja manapság, s nagy talány, hogy az építészet egésze – és nem elsősorban a kissé szegényházas hazai – milyen célokat tűz maga elé, milyen úton halad önnön jövőjébe például azon az úton, hogy jó programot találjon a megúszható számításokra. Jó pár éve voltunk kollégáimmal Valenciában, s első utunk a Calatrava-völgybe vezetett, megcsodálandó a formák és szerkezetek egyesülésének ott látható képleteit. A látvány megdöbbenett és megzavart. S eme zavaromból máig nem tudtam kiszabadulni, amikor ott megfogalmazott miértjeimre akarnék válaszokat kapni. „A forma követi a funkciót” sullivani gondolata persze sajnos már a múlté, de az ott látható brutális cáfolat letaglózott. S talán 2-3 éve, Párizsban, a „les Halles FORUMOT” körülölelő

kerítést mustrálva, előbb megnéztük az ott kirakott 3D-s képeket a jövődől, szédületes méretű építmény lenyűgözöl lebegéséről, majd bekukkantva a kerítés lyukán, elképedve konstatáltuk, hogy a világ éves acéltermése fogja ezt a transzparens lebegést tartani. Azóta persze itthon is láttam, főként pályázatokon és versenyterveken a 3D-s varázsokat, s etalonként csodálom Noxot, Prixet, Morphosist, Hadidot, Kolhaast – még saját stúdióm effajta álomkonstrukcióit is, s nem tudom eldönteni, hogy én öregedtem-e meg (ez persze evidens), vagy talán az építész szakma öröklött morális fundamentumú józansága vált végleg idejétmúlttá. Nem azonnal megválaszolható kérdőjelek ezek, lehet, hogy a természetes fejlődés útja lett homályos látvány előtttem, s nem emésztettem meg magamban a legújabb kori információs forradalom mennyi detonációját, a digitális világ törekvéseit, akcióit, lehetőségeit. Talán csak rövid átmeneti időben vergődünk – mint ahogyan például a posztmodern tette –, vagy már látható a cél, valamilyen állomás? Vajon az egyetemes térbe harcosan



belefűrödöl, többszörösen megcsavarodól formák, szárnyalások, szerkezeti attrakciók lenyűgözöl presztízs-valósága mögött csupán a számítógép prezentálta lehetőségek határtalanságai húzódnak meg, vagy a mindezeket használól EMBER kívánságaira, igényeire, vágyaira felel

ez az építészet – mint minden építészet önmaga korában? Persze hozzá kell tennem, hogy Calatravában még felfedezhetöl a szerkezeti szépségre való törekvés, s hogy hatalmas, lenyűgözöl formáit épp a szerkezetek átdimenzionálásából származtatja – míg például Gehri



házainál már a formálás szédületeben nem lelünk rá erre a konstukciós indíttatásra. Jómagam épp azért vagyok a gótika elszánt csodálója, mert számomra a szerkezet és a tér, az építészeti formák egy-matériájúsága, gondolati és materiális egysége vezethetne el az alkotás igazi minőségéhez, kortól függetlenül. De az is nyilvánvaló, hogy egy ilyen egyesülés eléréséhez azt is meg kellene szívlelni, amit Polónyi professzor úrtól idézhetek: „nem az a mérnök feladata, hogy megvilágítsa az építész előtt, hogy valami nem valósítható meg, hanem az, hogy megmondja, hogyan valósítható meg.” Persze Polónyi István ennél tovább megy, az ő álomszerű racionalizmusa, szerkezeti szépségének organikus evidenciája igazi művészetté emelkedik. Egy effajta tervezési felfogás elvezethetne a mérnöki és építészeti tervezés új gondolati és gyakorlati egyesüléséhez is, ahogyan ezt az oly vágyott jövőt ez a kiállítás is szolgálja, amikor az inspiratív szerkezetekről beszél, s mikor ide élénk idézi a Dortmundi Modell üzenetét. (...) nagyon fontos kiállítás ez a mai – elemző és eligazító cselekedet,

amelynek hitelessége megkérdőjelezhetetlen, igazságtartalma evidencia, mert hiteles személytől halljuk és látjuk. Jókor jönne egy tisztánlátás, mert a tervezőszakma – a maga komplexitásában – nagy bajban van: furcsa túlszabályozottságaiban széthullól, szerkezeti létezésében, belső és külső kapcsolatrendszerében, egyedül hagyottságában, igencsak alultáplált gazdasági-társadalmi-politikai pozíciójában, kulturális beágyazatlanságában, megvezethetőségében a pénz által, a megbízók által, a kivitelezés által. Érveink lassan elfogynak, amikor jó házakat, használható házakat, megépíthetöl házakat akarnánk tervezni. Optimizmusra ad okot persze a kiállítás társ-anyaga, a magyar „tárlat”. Kiváló szerkezetek, kitűnöl hidak mutatják magukat, s azt a tényt, hogy a hazai mérnököl számára egyáltalán nem idegen a dortmundi iskola, a dortmundi modell szelleme. Cselekedeteik európai üzenetek. És jó, hogy így együtt vagyunk – s ahogy József Attila mondaná – körünkben a fehérek közt egy európaival. Nézzünk és figyeljünk – okulással.





Barsiné Pataky Etelka,
a Magyar Mérnöki Kamara elnöke
a megnyitón

KÉPEKBEN





„Miért emlegetjük annyian Gnädig Miklóst? Lőke Endre, Polónyi István, Kollár Lajos és sok más mérnök nevezi Miklós bácsit a mesterének! Egyszer megkérdeztem Lőke Endrét, miben volt Gnädig Miklósnak a varázsa? Endre gondolkodott kicsit, majd azt mondta, talán abban, hogy hagyta a munkatársait alkotni. Minden mérnökben a kreativitást, az alkotó vágyat kereste és ebben segítette szinte atyai gondoskodással a munkatársait. Minden új ötletben kereste a jót, és igyekezett segíteni a megvalósítást. A ma újra divatossá vált partnerségi viszony Miklósnak a vérében volt, úgy a tervezők, mint a kivitelezők irányában. Sokan vagyunk, akik ma is mesterüknek tekintjük Gnädig Miklóst!”

Polgár László

GNÄDIG MIKLÓS

1908–1993

Hajmási Péter »

1969 és 1978 között

Gnädig Miklós osztályán

statikus tervező

A magyar szerkezettervezés egyik kimagasló alakja. 1908. március 23-án született, a Torda-Aranyos vármegyében lévő Tordán. 18 éves korában Erdélyből Magyarországra költözött és 1927-ben a Budapesti Műszaki Egyetem Általános Mérnöki Karán kezdte meg felsőfokú tanulmányait. Már egyetemi évei alatt is dolgozik, majd 1933-ban állást keres és azonnal kap is. Különböző, vasbetonnal foglalkozó építővállalatoknál dolgozik mint statikus mérnök.

Nem a tervezőasztalhoz kötött elméleti szakember, hanem olyan „igazi” mérnök, aki a pauszpapíron általa megálmodott szerkezet műszaki és gazdaságos megvalósítását végigkíséri, felügyeli és irányítja. A változó építési helyszínek és az eltérő körülmények között megszerzett sok-sok tapasztalat és gyakorlat egész életpályáján elkíséri és magasan kiemeli őt a tényleges építési-helyszíni gyakorlattal nem vagy alig rendelkező – bár még oly kiváló elméleti felkészültséggel is bíró – statikus kollégái közül.

Az évtized meghatározó tervezése Gnädig Miklós számára a kazincbarcikai „sóraktár”. A 46,15 m fesztávolságú és 23,85 m felső csuklómagasságú vasbeton rácsos ívszerkezetet 9 méterenkénti állástávolsággal, végleges állapotában kétcsuklós, vonóvas nélküli ívként alakította ki. A mű teljes sikerrel elkészül és meghozza az első nagy elismerést, a Kossuth-díjat 1953-ban. Gnädig Miklós pályafutása során eljutott az egyedi helyszíni előregyártásnak a kazincbarcikai sóraktárnál megvalósított kiemelkedő műszaki teljesítményétől annak a felismeréséig, hogy az akkori gazdasági és anyagellátási viszonyok között (!) a szerkezetépítés egyik lehetséges és eredményes útja a nagy sorozatú előregyártás és a szerkezeti elemek tipizálása lesz. 1978 nyarán az IPARTERV statikus szakági főmérnökévé nevezik ki. Szakmai tekintélye, általános elismertsége és személyes tulajdonságai folytán megkérdőjelezhetetlen az alkalmassága erre a pozícióra is, amelyet 1981 végén bekövetkezett nyugdíjazásáig tölt be.

A Németországban szédületes statikus tervezői és egyetemi oktatói pályát befutó Polónyi István mind a mai napig hálás szívvel gondol tanítómesterére és egy helyen a következőket írja: „Mennyi is az az 5 centiméter? – kérdezte egyszer Miklós hangosan önmagától és balkezeének mutató és hüvelykujja között imitálta a távolságot. Ekkor értetem meg, hogy mit is jelent mérnöknek lenni. Nem elég, ha tudom, hogy mennyi az 5 centiméter, azt érezni kell!”

Visszaemlékezései egy másik helyén a következőket írja:

„Gnädig Miklós az előstatika mestere volt. Tőle tanultam meg, hogy az előstatika minden fontos hatást quantifikáljon, minden méretet kontrolláljon, de olyan kevés számítással, hogy gátlás nélkül el tudjuk dobni, ha közben egy jobb szerkezeti ötletünk támad. (...) A statika egyszerű, ezt mindenki tudja. Az előstatika viszont művészet.”



KAZINCZY GÁBOR

1889–1964

Sajtos István »

1889-ben született Szegeden. Mérnöki diplomáját 1911-ben kapta a Műegyetemen, Budapesten. 1931-ben doktorrá avatták, 1939-ben magántanári képesítést nyert ugyanitt. Tanulmányai végeztével Budapest főváros szolgálatába lépett, először mint a szerkezetvizsgáló laboratórium vezetője, majd mint főmérnök, műszaki tanácsos, főtanácsos dolgozott egészen 1943-ig, nyugdíjba vonulásáig. 100 évvel ezelőtt, 1913-14-ben a 24 éves, fiatal Kazinczy Gábor mérnök tönkremenetelig terhelt, befalazott végű acélgerendákkal kísérletezett.

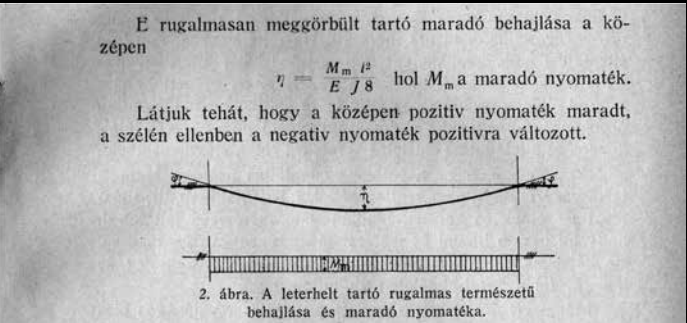
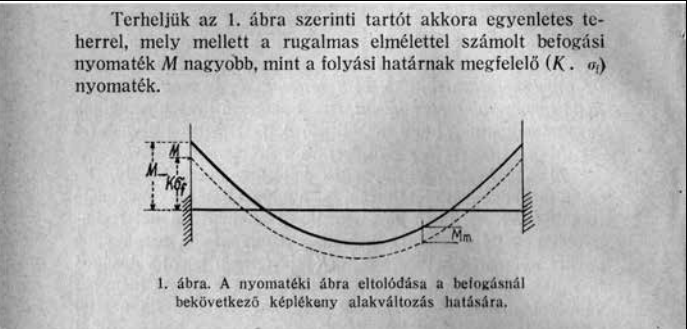
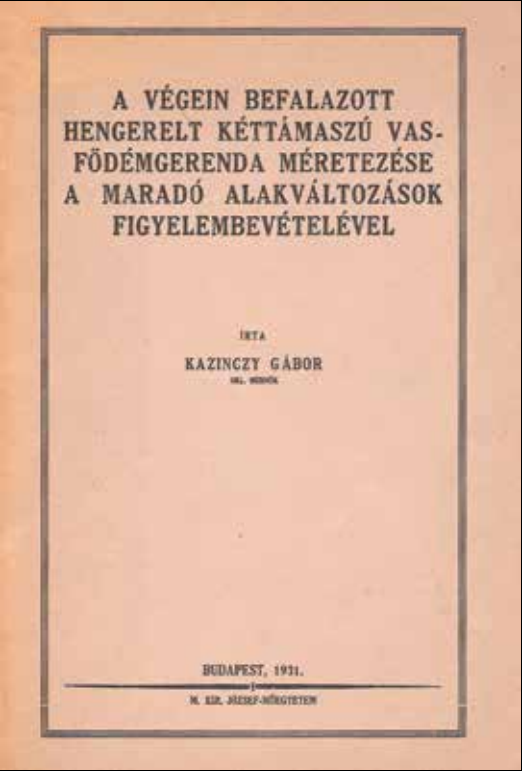


A kísérletek kiértékelésekor azt tapasztalta, hogy a befogási nyomatékok nem nőnek a teherrel arányosan, és mint egy csuklóban, folyamatos elfordulás jön létre a befogásnál. Amikor a befogásnál kialakul a két csukló, akkor a gerenda tovább terhelhető mindaddig, amíg a gerenda közepén meg nem jelenik a harmadik képlékeny csukló. Akkor, ahogyan ő nevezte, képlékeny mechanizmus alakul ki, és a gerenda összeomlik.

Kazinczy, 1914-ben, három magyar nyelvű cikkben írta le a kísérleti eredményeket és az elméleti alapokat. A cikkeket az I. világháború miatt csak később fordították le más nyelvekre. A képlékeny csukló ötletét sok képlékenységtani elmélet és tervezési módszer használja mindenütt a világon. Ezzel az ötlettel Kazinczy az elsők között volt, akik elméletileg és kísérletileg is megalapozták a tartószerkezetek mérnöki képlékenységtanát. Később Kazinczy kísérletekkel igazolta, hogy az elmélet vasbeton tartókra is alkalmazható. Az 1930-as években Kazinczy intenzív, elméleti és kísérleti, képlékenységtani kutatást folytatott például a keresztmetszetek képlékeny állapotának vizsgálatára, a maradó alakváltozásra és a feszültségkoncentrációra stb. vonatkozóan. A tartószerkezetek biztonságának kérdésével is alkotó módon foglalkozott. Véleménye szerint a tartószerkezetek tönkremeneteli biztonságát valószínűségelméleti alapon kell meghatározni.

Dr. Kazinczy egy könyvet és 92 cikket publikált, főként magyar nyelven. Ismert és aktív résztvevője, kitűnő előadója volt sok nemzetközi kongresszusnak. A II. világháború végén Dániába, majd Svédországba emigrált. Mérnöki munkáját, kutatásait tovább folytatta. 1964-ben halt meg Svédországban.

„.... egy befalazott vastartó rohamosan csak akkor hajolhat le, ha három helyén a feszültség legalább akkora, mint a folyáshatár. Ezeket a helyeket ugyanis úgy kell felfogni, mintha ott csukló lenne; márpedig ha csak egy vagy két csuklót iktatunk be egy végén befalazott tartóba, az még hordképes marad, mert két csukló közötti rész úgy működik, mint egy kéttámaszú szabadon felfekvő tartó. Ha azonban három csukló van beiktatva, akkor már mozgás következik be.”



TARTÓSZERKEZETEK MŰVÉSZETE

2016. június 17. – július 17.

Bánszky József | Klaus Bollinger | Demeter Nóra | Dezső Zsigmond | Falvai Balázs – Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Építészmérnöki Tanszék
Farkas György – Budapesti Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kar | Galaskó Gyula – Budapesti Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kar | Hegyi Dezső – Budapesti Műszaki Egyetem, Építészmérnöki Kar | Kegyes Csaba | Kiss Zoltán | Kovács D. Barna | Németh Árpád | Pálóssy Miklós | Polgár László
prof. Polónyi István | Sajtos István – Gáspár Orsolya: *Megfagyott Modern* című kiállítás | Budapesti Műszaki Egyetem, Építészmérnöki Kar | Szabó Lajos – Magyar János | Zalavári István | Market Építő Zrt. | KÉSZ Építő Zrt. | Pannon Freyssinet Kft. | FŐMTERV



A címválasztás joggal veti fel a kérdést: hogyan kerülhetnek egy kortárs kiállítótérbe mérnöki konstrukciók? Miként kapcsolható össze tudomány, konstruktóri látásmód és művészet? A debreceni kiállítás – rendezői szándék szerint – épp erre kereste a választ.

Polónyi István korunk egyik legkiemelkedőbb statikusa. Olyan mérnök, aki mindig támogatta az építészek gondolkodási szabadságát. Követői – hazai és külföldi konstruktőrök – olyan szerkezetek létrehozására törekednek, amelyek megfelelnek a hatékonyság, gazdaságosság és elegancia követelményeinek, ugyanakkor tudományos, társadalmi és szimbolikus jelentéssel is bírnak.

Calatrava megcsavart emberi testet megidéző tornya vagy Utzon sidneyi operaháza olyan képi jelentéseket hordoz, amelyek évtizedekre vagy akár évszázadokra az egyéni és kollektív emlékezetbe vésődnek. Polónyi István követői e kifejezésmód képviselői.

A Magyar Mérnöki Kamara és a Hajdú-Bihar Megyei Mérnöki Kamara 2016 elején pályázati felhívást tett közzé, a fenti szellemben alkotókat keresve itthon és a nemzetközi szintéren egyaránt. A beérkezett munkák a tudomány (a tartószerkezetek) és művészet (a kiállítás) kapcsolódásának, összekapcsolhatóságának lehetőségét tükrözik. A *Tartószerkezetek művészete* címmel létrejött kísézőkiállítás ezáltal csatlakozott a Polónyi munkásságát megmutató tárlathoz és igazolta tudomány és művészet összeférhetőségét, a kiállítás – a téma és a helyválasztás – létjogosultságát.



ALBERTFALVA VÁROSKÖZPONT

Albertfalva Dél-Budapest egyik legerősebben fejlődő Duna-parti területe. Irodánk a 77 hektáros terület vizsgálataival városrendezési koncepciótervet készített a meglévő infrastruktúra bővítésével, az ingatlanfejlesztés kereteinek meghatározásával és a vegyes funkciójú városrész 2020–25-re szóló jövőképevel. A tanulmány arra kereste a választ, hogy az adottságokra épített új városi együttes és a Csepel-sziget között hogyan hozható létre olyan valószínűs infrastrukturális kapcsolat, mely szimbolikus értékkel is bír. A Duna fölött átívelő hétemeletes lakóhíddal egyrészt példát mutatunk a városi ingatlanfejlesztések új fajtájára, a köz- és privát szféra együttműködésére, másrészt javaslatot tettünk Budapest új „landmark”-jára.



Szerkezettervezés:
Polónyi István
Építészet:
Zoboki Gábor, Demeter Nóra,
Zoboki-Demeter
és Társai Építésziroda

Funkció:
irodaház, városközpont,
Living Bridge
Tervezés éve: 2006–2008
Terület: 110 000 m²
Megbízó: GTC-Hungary

Szerkezettervezés:
Szántó László,
Patyi Gábor
Építészet:
Ferencz Marcel,
Détári György

Fővállalkozó:
Market Építő Zrt.
Acél tetőszerkezet kivitelezője:
KÉSZ Ipari Gyártó Kft.
Monolit vasbeton szerkezet
kivitelezője:
Moratus Szerkezetépítő Kft.
Előregyártott szerkezet
gyártója és kivitelezője:
Ferrobeton Zrt.



DAGÁLY ÚSZÓARÉNA – ACÉL TETŐSZERKEZET ÉS VASBETON TARTÓSZERKEZET

A Dagály Úszópalota tervezése során a Dagály fürdő északi területén egy olyan versenyuszoda megtervezése volt a feladat, mely alapkiépítésében (alapépület) a verseny- és tömegsporthasználat mellett alkalmas egy maximum ~6000 fő nézői befogadóképességet igénylő vizes sportrendezvény megrendezésére, valamint egy ideiglenes bővítéssel (ideiglenes lelátók) lehetőséget ad a FINA 2017. évi Úszó-, Vízilabda-, Műugró-, Műúszó- és Nyíltvízi Világajnokság megrendezésére, ~15 000 fő nézői befogadóképesség biztosításával. A tervezési feladatot nagyban nehezítette, hogy a projekt átfutási idejének szűkösségéből fakadóan az építési munkák gyakorlatilag a kiviteli tervezéssel párhuzamosan zajlottak.

A 2017-es vb-üzemmód biztosíthatósága érdekében a főépület hosszhomlokzatait első ütemben nem építették meg, hanem mindkét hosszhomlokzathoz kapcsolódóan egy-egy önálló kialakítású ideiglenes lelátó készült el. A vb megrendezését követően az ideiglenes lelátókat elbontják, és a főépület hosszhomlokzati szerkezeteinek beépítésével kerül sor a tervezett alapépület végleges kiépítésére. A hosszhomlokzati bonthatósági igény megoldásaként született a négy, csúszózsalsal technológiával épült monolit vasbeton merevítő magra támasztott acélszerkezetű fedés építészeti-tartószerkezeti kialakítása. Az alapépületet vegyesen monolit vasbeton pillérvázaz és falas szerkezeti rendszer, előregyártott vasbeton elemes lelátórendszer és acélszerkezetű fedés, illetve acélszerkezetű főhomlokzati építmény alkalmazásával tervezték meg. Az épületbe tervezett versenymedencék monolit vasbeton szerkezetűek. A főépület acélszerkezetű fedésének fesztávolsága a négy magra való egy-egy ponton történő letámasztás miatt hosszirányban 96 m, haránt irányban 72 m. A hosszirányú főtartókra támaszkodnak le az ideiglenes lelátók 27,5 m-es fesztávolságú acélszerkezetű keretei is.





Szerkezettervezés:

Dezső Zsigmond,
Kocsis Attila,
Hydrastat Mérnöki Iroda Kft.

Építéset:

Kiss Gy. Imre

FEDETT SPORTUSZODA, DEBRECEN

Az épület monolit vasbeton vázas szerkezettel, részlegesen pincézve, földszint + I-II. emelet beépítéssel, lapostetős lefedéssel készült. A teherhordási mezők és pillérek egységes elrendezésében, 6×6 méteres raszter-, illetve fesz-távolságokkal kialakított, alul-felül sík, monolit vasbeton szerkezetű födémek építését terveztük. A medenceterek fedése háromcsuklós, háromövíű, feszített acél, nyomott íves, acélcső ívekkel készült. A főtartók keretállásainak tengelytávolsága 6 m. A 45 m fesz-távolságú tartószerkezet kettőzött acélcső nyomott ívekből áll. Az 1,2 m-re széthúzott nyomott ívpárok egy a felső tető vonalát „S” alakban követő csőszelvénnel háromövíű tartót képeznek. A három övet 6 méterenként háromszög alakban beépített acél rácsoszlopok tartják össze. A szerkezetet a hosszirányban végigfutó rudak és tetősíkú rácsrudak merevítik. A főtartókra acél trapézhullámlemez-fedés került, mely a héjazati rétegrendet hordja. A hullámlemezek fogadását a főtartók felső csőszelvényű övére helyezett hidegen hajlított U szelvények biztosítják. A főtartók a fogadószervezetekhez és a csatlakozó vasbeton szerkezetekhez acélszerelvnyekkel csatlakoznak. A horizontális reakcióerők felvételére a tartót vonórudakkal láttuk el.



Szerkezettervezés:

Dezső Zsigmond,
Sztrepker Zoltán,
Hydrastat Mérnöki Iroda Kft.

Építéset:

Kőszeghy Attila

fesz-távolság: l = 35,500 m
ívsugár: r = 31,934 m
ívmagasság: f = 5,387 m
ív-hossz: li = 30x1,256 = 37,680 m
szélesség: B = 20x1,100 = 22,00 m
lamellahossz: L = 2,925 m
magasság: H = 0,360 m
szélesség: C = 0,054 m



MEGYERI KASTÉLY TENISZCSARNOK TARTÓSZERKEZET

A debreceni Megyeri Kastély Teniszcsarnok 120–150 fős nézőközönség befogadására alkalmas, 19x40 m alapterületű, 10 m belmagasságú lamellás boltozatú (oikosz) csarnok. Az íves tetőszerkezet tökéletesen megfelel a csarnok rendeltetésének: az előregyártott, formaazonos falamellák egy mozgatható szerelőállvány segítségével csavaros kötéssel a helyszínen összeszerelhetők. A csarnok kialakításánál elsőrendű szempont volt a teniszversenypálya-méret, a gyors kivitelezhetőség és a különleges látvány biztosítása. A tetőszerkezetet tartó támpillérek alaptestjeit az épület hosszirányában a terepsík alatt – vonórúdszerűen kialakított – monolit vasbeton talpgerendákkal kötötték össze az íves tartószerkezetből keletkező horizontális reakcióerő-többletek felvételére. A tetőszerkezet felső deszkázata a héjázat stabilitásában és merevítésében szervesen részt vesz, így annak kialakítása a tárcsaerők felvételére alkalmas, szorosan zárt, hajópadlóból készült nútozottan összeépített kapcsolataival homogén, összefüggő héjat alkot. A deszkázatot a lamellákhoz szegezéssel rögzítették.





Szerkezettervezés:

Polgár László

Építészet:

Kovács D. Barna

INGÓKŐ KILÁTÓ – BENCE-HEGY

A kilátó formálása, mérete, esztétikuma a Bence-hegy szellemiségének engedelmeskedik. A cél: megőrizni a Bence-hegy természetes állapotát, a természetközeli érzést és a közkedvelt közösségi elemeket. A kilátó elhelyezése a meglévő domborzati viszonyokat tiszteletben tartja, mérete, formai és szerkezeti kialakítása a hely sajátosságaival történő összhangra törekszik. A kilátó mint építmény olyan vizuális és gondolati inspirációk metszésében értelmezhető, amelyek kifejezetten a Velencei-hegységre jellemző karaktereket hordoznak. A gránit ingókövek paradox módon egyszerre szimbolizálják a szilárdságot, az örökkévalóságot és a sajátos kialakulásukból fakadó egyensúlyozó – ingó – formalitásukat.

Alkalmazott anyagok, szerkezetek, technológiák:

Egy kilátótorony építése kiváló alkalom az innovációra. A javasolt szerkezeti megoldás talán szokatlannak tűnik, de jelenleg a világban és Magyarországon is ilyen irányban haladnak a betonépítési fejlesztések. A javasolt újdonságok több építéstechnikai, logisztikai és építőanyag-minőségi fejlesztést tartalmaznak. A pillérek előregyártott elemekből összefeszítve: az íves pilléreket kedvezőbb kisebb elemekből legyártani és a helyszínen összefeszíteni. A nehéz szállítási lehetőségek is indokolják ezt a megoldást. Az egyes elemek szálbetonból készülnek, így elmaradhat a bonyolult kengyelezés, elmaradnak a hosszanti acélbetétek. A pillérelemekben 2 db acél gégecső van, a helyszíni összeépítéskor húzzák be a gégecsővekbe a feszítőpáasmákat, jelen esetben 2*3 db Fp93 pásmát, és feszítik össze a pilléreket, kontakt illesztéssel, azaz a pillérelemek közötti hézagban csak vékony epoxi habarcskenés van (SIKADUR például).

Héjelemek: Karbontextil „vasalású” 4 cm vastag héjelemek burkolják a tartószerkezeti vázat. A textil erősítésű kompozitok jól használhatók betonhéjak kialakításához, az íves formák leképezhetőek és az elemek meglehetősen könnyűek és tartósak. Jelenleg a világban kiterjedt kutatásokat végeznek ebben az irányban, különösen a drezdai és aacheni egyetemen értek el nagyon jó eredményeket. Legfőbb ideje, hogy Magyarországon is bekapcsolódjunk a textilbetonok korszerű alkalmazásába.



Szerkezettervezés:

Szabó Lajos

Molnár István,

Du-Plan Kft.

Építészet:

Magyar János,

Gombor János,

Magyartér Kft.

GULYADOMBI PARKERDŐ, GIZELLA KIRÁLYNÉ KILÁTÓJA TARTÓSZERKEZET

A megépült kilátó alapköre 8 m, a legkisebb közbenső pihenő („torokkör”) 5 m, a tető (fedőkör) 7 m átmérőjű. A 7 pihenőszint közötti magasság 2,5 m. A hetedik, kilátószint 17,5 m, a tető 20 m, a „korona” legmagasabb pontja 22 m magas van az induló szinttől. A földszinti padlóvonal Balti-tenger-szint szerinti magassága: 270,7 m. A kilátó középpontja: szélesség (lat): N 47° 5,701', hosszúság (lon): E 17° 53,201'. A lépcső tengelye észak-dél; és pontosan északról indul.

A kilátó teljes üzemi előregyártással, horganyzott acélból készült. Tervezése 12 hetet, felépítése, gyártással, szereléssel együtt 4 hónapot vett igénybe, 2015 szeptemberétől december végéig. Az 1615 db, összesen 51 tonna össztömegű, különböző méretű alkatrészt 7500 db csavar köti össze. A legkönnyebb elem (a toldó heveder) 3,9 kg, a legnehezebb alkatrész (a lépcső) 393,4 kg tömegű.

A kilátó érdekessége az alakja, amely algebrai értelemben egyköpenyű forgáshiperboloid, másodrendű forgásfelület, melyet az építészetben a vegyipari lepárlóknál, híradástechnikai tornyoknál gyakran alkalmaznak (lásd: Heller-Forgó hűtőtornyok). A hiperboloidot előállíthatjuk egy hiperbola virtuális tengely körüli megforgatásával vagy más esetben úgy, hogy az alapkörhöz és a fedőkörhöz (tetőhöz) a függőleges (90 fokok) tengelytől eltérő dőlésű, az alapkörön és a fedőkörön áthaladó egyeneseket húzunk. A szóban forgó kilátónál ez utóbbi szerkesztési módot alkalmaztuk, kihasználva a hiperboloid azon tulajdonságát, hogy bármely pontjához húzható két különböző egyenes. Ezzel kétszeresen vonalazott torz vonalfelület jött létre. A példánkon szereplő kilátón homogén forgási felületet nem, csak annak 32 egyenes alkotóját látjuk, a görbült tér 8 szintjén 16-16, összesen 168 pontját kijelölve. Távolabbról nézve a kilátót, szemünk becsap: töredék idő alatt megtanulja a hiperboloid szabályát, és elménk a szabályt alkalmazva a térben az egymás mögött lévő egyenesek és pontok sokaságából görbét képez, görbült síkot lát. Közelről és belülről azonban a kép egyenesekből és azok kereszteződéseiből áll, a görbület és káprázat eltűnt, marad a valóság.





Szerkezettervezés:

Németh Árpád

MONOPOL ANTENNATORONY



A rétegelt-ragasztott faszerkezetű torony az ECOPOL nevet kapta, hangsúlyozva az ökológia és a gazdaságosság kapcsolatának fontosságát, valamint utalva a monopol csőtornyok geometriai hasonlóságára. A fejlesztés során előnyben részesült a lágyabb, ívelt forma az egyenes, szögletes megoldásokkal szemben. A faanyagú, faformájú monopoltorony végső kialakításához a természet adta az ötletet: a torony támasztóbordái ugyanazt a feladatot látják el, mint a trópusi esőerdők óriásfáit támasztó, ún. palánkgyökök. Szerkezete egy háromszög alaprajzú belső toronyból és a támasztó bordákból áll. A belső tornyot rétegelt falemez határolja. A háromszög csúcsaiból induló bordák rétegelt-ragasztott faszerkezetűek, parabolaív mentén karcsúsodnak, közelítve a természetes fák exponenciális növekedési függvényéhez. A faszerkezet egységeinek illesztése belül elhelyezett – tűzihorganyzott – acélszerkezeti elemekkel és csavarozással van megoldva. Az alapozás monolit vasbeton tömbalappal történik, a betonozás előtt elhelyezett lehorgonyzó acélszerkezettel. Az antennakábelek rejtetten, a torony belsejében vannak felvezetve az antennákhoz. A belső torony külső oldalán zuhanásgátló rendszerrel ellátott létra található, amely biztosítja a feljutást az antennák megközelítésére szolgáló pódiumokhoz és a torony tetejéhez, a másik két oldalon a bebúvó- és kábelnyílások kapnak helyet. A szélsőséges időjárásnak is kitett faszerkezet hosszú távú védelméről megfelelő védőbevonat (lazúrfesték) gondoskodik, amelyet kétfévente kell megújítani. Ennek költsége minimális, tekintettel a torony monopol kialakítására. Utóbbiból következően a faszerkezet korróziós terhelése csekély (a madarak nem tudnak rajta megülni). A tornyot 10 méteres egységekben szállították és szerelték, a teljes felállítás egy napot vett igénybe. A prototípusokat intelligens mérési rendszerrel szereljük fel, folyamatosan mérve a szélesebbség/irány és nyúlás/alakváltozás összefüggéseit. Az első 40 m-es tornyot 2015 novemberében állítottuk fel az M7-es autópálya mellett az érdi pihenővel szemben.





Szerkezettervezés:

Dezső Zsigmond,
Kocsis Attila,
Hydrastat Mérnöki Iroda Kft.

Építész:

Bordás Péter,
Bord Stúdió Kft.

NAGYERDEI STADION – ACÉL TETŐSZERKEZET ÉS PONYVAFEDÉS

Az épület összefüggő tetőszerkezetének tartószerkezete a lelátó felső sora mögött elhelyezett belső pillérsorral gyámolított, a külső pillérsor vonalában lehorgonyzott, ortogonálisan anizotróp acél térrács. A radiálisan elhelyezett felső és alsó öveket a háromövű tartókkal analóg, ferde síkú aszimmetrikus rácszat fogja össze. Az egyes konzol-tartók felváltva kétféle rácszattal készülnek. A tetőszerkezet érdekessége, hogy az erdei környezetbe illő harmóniát az öveket összekötő rácsrudak geometriai kialakítását az épület tartószerkezeti rendszerének globális harmóniájába simuló, az erdei környezetbe illő, „biomorf” jellegű hálózattal terveztük. Nehézséget okozott azonban az öveket összekötő rácszat igénybevételekhez igazodó harmonikus kiosztásának megtalálása. Ehhez a megfelelő harmóniát a zeneirodalomból kölcsönöztük, olyan zenei részletet keresve, melynek spektrumgörbe kontúrjai fedik egy szerkezeti egység globális igénybevételi ábráit. A felhasznált zenei részletet számtalan könnyű- és komolyzenei darab részletes elemzését követően választottuk ki, amely Umberto Giordano: Andrea Chénier operájának emblematis áriája, a LA MAMMA MORTA lett. A transzformációhoz legalkalmasabb tempójú előadásnak Maria Callas 1957-es londoni stúdiófelvétele bizonyult. A tetőszerkezeti tartókat varrat nélküli acél csőszelvények alkotják, a szükséges és elégséges merevségeknek megfelelő falvastagságokkal. A térrács szerkezete összehegesztett, üzembn előre gyártott egységekből áll, melyeket helyszíni hegesztéssel és csavaros kötésekkel lehetett sorolásban elhelyezni. A fedést az enyhén ívelő felső övekre feszített, az egyenes közbenső felső öveknél lehorgonyzott, transzcendens felületű PTFE membrán biztosítja.



Szerkezettervezés:

Polgár László,
ASA Építőipari Kft.,
Dezső Zsigmond,
Hydrastat Mérnöki Iroda Kft.

Építész:

Bordás Péter,
Bord Stúdió Kft.

NAGYERDEI STADION – ELŐREGYÁRTOTT VASBETON SZERKEZET

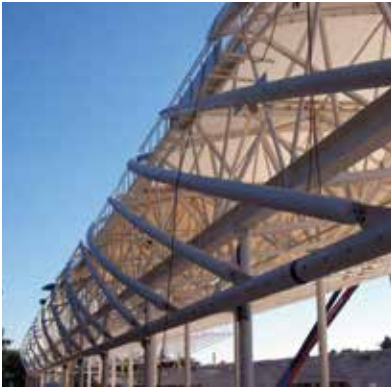
Az épület szerkezeti rendszerét 7,45 méterenként elhelyezett, előregyártott vasbeton csuklós „rúdláncú” keretekkel gyámolított vasbeton lemezek alkotják. A keretekre a lelátónál lépcsőzetes felső kialakítású, egymásra ülő, előre-gyártott vasbeton elemek ülnek, kialakítva ezzel a lelátó lépcsőzetes alakját, alul ferde síkú felülettel. Az épületré-szek közbenső födémei harántirányú gerendákra terhelő, feszített vasbeton bordás kéregpanelekre öntött monolit vasbeton felbetonnal együtt dolgozó, egybefüggő vasbeton lemezszerkezetek. A stadion előregyártott pilléreinek különlegessége a nagyszámú rejtett konzol. A sok rövid konzollal kialakított pillér gyártását a konzoltestek előzetes gyártása tette lehetővé. Az előregyártott vasbeton pillérek toldás nélkül egyben készültek, lehetővé téve a tetőszer-kezet „rejtett” lehorgonyzását a vasbeton pillérek előfeszítésével.

Homlokzati pillérek

Ezen pillérek funkciója újabb, kettős kihívást jelent a gyártónak. E két kihívás: a közbenső födémterhek hordása, valamint a tető acélszerkezetének lehorgonyzása. Utóbbi funkció miatt a pilléreket feszíteni kell, előre vagy utólag. Egy egészen különleges gyártási technológia kidolgozását követelte meg az építészeti elgondolás, melynek további lehetőségei most bontakoznak csak ki.

Lelátóelemek

Miután a magassági helyzetnek megfelelően növekednek az ívek sugarai, az egymás feletti elemek eltérőek, mind-egyik színhez más sablon tartozik. Az íves szakaszon a lemezek a csonka gúla alakzatot veszik fel, így a feszítő pászmák egyenes vezetése mellett a lemezen belüli magassági helyzetük változik, ezen elemeknél szükség van a kiegészítő vasalásra. A stadion lelátószerkezetét a harántirányú gerendákra fektetett alul sík felületű, előregyár-tott vasbeton elemek alkotják. Ezek mindössze 12 cm-es szerkezeti vastagságát az elemek előfeszítése tette lehe-tővé. További különlegessége a lelátórendszernek, hogy a sarkokon íves alaprajzú elemeket alkalmaztunk.





Szerkezettervezés:
Szántó László, Pataki Bottyán
Építészet:
Streit Ágnes

Generálkivitelező:
Market Építő Zrt.
Acél tetőszerkezet gyártója
és kivitelezője:
KÉSZ Ipari Gyártó Kft.
Monolit vasbeton
szerkezet kivitelezője:
Moratus Szerkezetépítő Kft.
Előregyártott szerkezet
gyártója és kivitelezője:
Ferrobeton Zrt.

ÚJ FERENCVÁROSI STADION ACÉL TETŐSZERKEZET ÉS VASBETON TARTÓSZERKEZET

Az Új Ferencvárosi Stadion szerkezettervezése során számos különleges elvárásnak kellett megfelelni. A stadion tartószerkezetének méltónak kellett lennie a klub hírnevéhez, ki kellett szolgálnia a megrendelői igényeket (stadionba integrált irodaház és rendezvényközpont), valamint tükröznie kellett az építészeti elképzelést is (egységes megjelenésű, ívesen körbeforduló épülettömeg). A sikert jól mutatja a The Stadium Business Awards újonnan épített stadionok kategóriájában elnyert első díja.

A tervezett stadion egy futballpálya köré szervezett ~22 000 férőhelyes, körbefutó fedett lelátókaréjjal rendelkező szerkezet, melynek nyugati hosszoldalához egy három pincszint + földszint + négy emelet + gépészeti szint kialakítású fejépület kapcsolódik. A körbefutó lelátókaréjt és a fejépületet egy egységes megjelenésű, acélszerkezetű lefedés fogja össze egy épülettömeggé.

Az épület alapgeometriáját a vegyes szerkezeti rendszerű lelátókeretek körbefordítása adja, mely geometriába a fejépület tömegének beillesztése jelentette a szerkezeti geometria szerkesztésének legnehezebb feladatát. Az alapkeret monolit vasbeton alapozási szerkezetekhez kapcsolódó, a talpgerendákkal merev háromszöget alkotó előregyártott vasbeton keretoszlopból és ferdén lefutó keretgerendából, valamint a keretoszlophoz kapcsolódó rácsos tartós acélkeretből áll. A rácsos keret lefut az előregyártott vasbeton keretoszlop külső oldalán, így ezen a szakaszon a rácsos keret belső övét maga az előregyártott vasbeton keretoszlop adja. A lelátókeretek acélszerkezetének vonalvezetését azonos középpontú ellipszisek és összetartó egyenes vonalú övirányok érintőben való csatlakozása adja. Az alapkeretek a lelátókaréj átfordulásánál köríves átfordulásúak, míg a fejépülethez való elliptikus átfordulás biztosítja a keretek harmonikus hosszváltozását. A keretek külső íves öve és belső lezáró rácszata azonos geometriával fordul át, amely megoldás biztosítani tudja az azonos megjelenést, elfedve az alaprajz kiszélesedését.



Szerkezettervezés:
KÉSZ Kft.,
Acélszerkezet-tervező Iroda
dr. Hegedűs Tamás vezetésével
Építészet:
7. Dimenzió Építésziroda Kft.,
Bozsódi Csaba, Pankotai Gyula,
Venczel Tamás

Szerkezetek gyártása,
szerkezetszerelés,
a stadion generálkivitelezője:
KÉSZ Építő Zrt.

ÚJPEST FC STADION

Újpest FC Stadion (Szusza Ferenc Stadion) generál kivitelezése, acélszerkezetű lelátófedése (statikai tervezés, gyártmánytervezés, gyártás, kivitelezés): KÉSZ Csoport, 2001

A KÉSZ Csoport kivitelezésében átépítették a stadion vasbeton szerkezetű lelátóját, valamint új kiszolgálóépület készült. A felújítás során a tervek között szerepelt a lelátók részbeni lefedése is. A kivitelezés során a távlati elképzelések, valamint a megrendelői igények változása következtében a stadion kialakítása, a lefedési megoldások is folyamatosan változtak, bővültek. A végső tervek szerint a lelátók kb. 90%-át fedték le. A lelátók lefedésének tervezése a kivitelezéssel párhuzamosan folyt, és fokozatosan fejlődött a létesítmény. A technológia, gyártási kultúra, az alkalmazott anyagok és a kor szellemének összhangját kellett megteremteni ebben a sportlétesítményben, figyelembe véve, hogy a látványban meghatározó jellege lesz a tartószerkezetnek. A 13 900 ülőhelyes stadion lelátófedésére 890 tonna acélszerkezetet építettek be a KÉSZ Csoport szerelői, létrehozva ezzel az akkori nemzetközi elvárásoknak megfelelő Szusza Ferenc Stadiont.

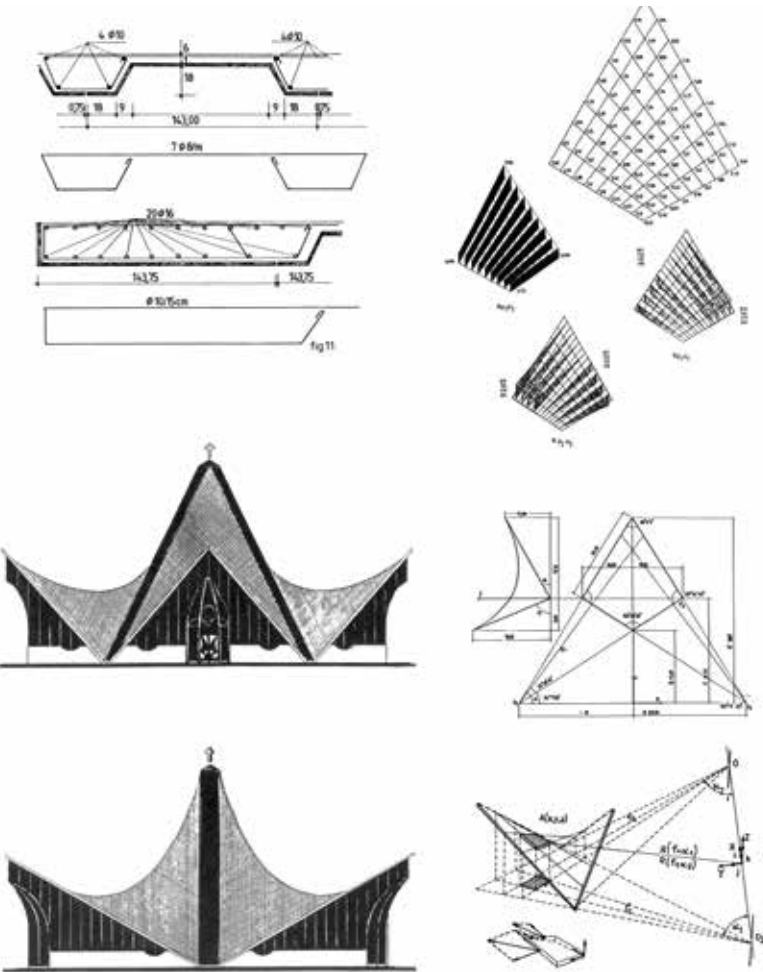




Szerkezettervezés:
dr. Kegyes Csaba

HÁROMSZÖG ALAPRAJZÚ PARABOLIKUS HIPERBOLOIDBÓL ALKOTOTT TEMPLOM

Az egyenlő oldalú háromszög alaprajzú templom három, egyenként azonos parabolikus hiperboloidból készült. A három perem mellett ferde üveglakokon keresztül megvilágított belsőben van az oltár és vele szemben a kórus. A héj előregyártott elemből és felbetonból készül. A parabolikus hiperboloid alkotó eleme a két ferde egyenes-család. Ez a szerkezet lényege.



Szerkezettervezés:

Zalavári István,
i-quadrat hungária Kft.

Építészet:

Gaschler Gábor
– Gaschler Építésziroda Kft.

3D tervek:

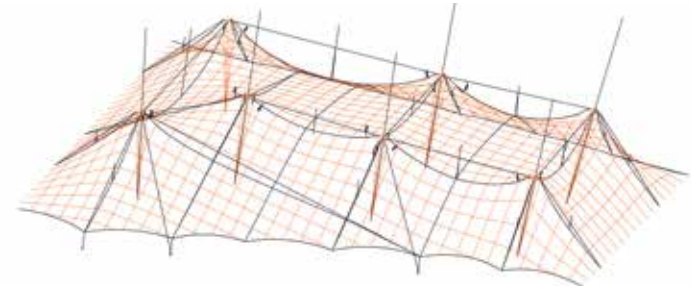
Baczovszki Roland

Háló- és kötélrendszer:

dr. Galaskó Gyula

KITTENBERGER ÁLLAT- ÉS NÖVÉNYPARK – MADÁRRÖPDE

A veszprémi Kittenberger Kálmán Növény- és Vadaspark Magyarország harmadikként alapított állatkertje. Veszprém zöldövezetében, a Fejlesztő völgyben jött létre 1958-ban, mindössze 5 hónap alatt. 50 év elteltével területének nagyjából koncepció mentén történő bővítését kezdték meg a XXI. század technikáját felhasználva. Két közel azonos méretű, 100 m²-es, vápatetős madárház épült, amelyek a madarak télen is látogatható szállását biztosítják. A köztük lévő teret kellett minimális alátámasztással hálósával lefedni. Ez az 5000 m² alapterületű, Magyarországon méretét tekintve az első ötszög alaprajzú kötélrendszerű térlefedés a madárröpdre.



A röpdre egy speciális sátorszerkezet, egyenes vonalú cső- és peremkábelekkel kialakított, pontonként megfogott szegélyek között elhelyezkedő ferde ingaoszlopokkal alátámasztott kábelrendszer, amelynek lefedését nemesacél hálószerkezet alkotja. A madárháló az ingaoszlopokként működő árbocok tetejéhez rögzített 1,8 m átmérőjű gyűrűk és a peremek közt feszül ki. A szerkezetet alaprajzilag befoglaló szabálytalan ötszög hosszabbik oldala 85 m, az erre merőleges két perem 45 /67,5 m. Az alátámasztó gyűrűs ingaoszlopok magassága 17,5–18,5 m közötti, a peremek alátámasztásai 3,3 m magasak.



A mérnöki létesítmény tömbalapokra támasztott, illetve azokhoz kifeszített kötélrendszer, melynek szerves része a teherhordó térelhatároló hálószerkezet. A lefedett területen 7 darab nagymagasságú ingaoszlop helyezkedik el, amelyekről a lefutó főkábelrendszer peremgerendához, illetve szabad peremoszlopokhoz kapcsolódik. A peremgerenda a létesítmény nyugati/keleti oldalán egyenes vonalban fut végig, amelyen túl találhatóak a madárházak. A szabad peremoszlopok között peremkábel létesít kapcsolatot, ívelt, térbeli alakkal. A peremgerendán és a peremkábelben is függőleges, illetve térbeli felületként folytatódik a hálószerkezet egészen a talpgerendán lévő rögzítésig.



Szerkezettervezés:

Tornai László

Szerkezettervezésben részt vett:

Dr. Papp Ferenc,

Dollák Jánosné,

Bagó Zoltán

Építészet:

Tima Zoltán

Fővállalkozó, kivitelező:

KÉSZ Építő Zrt.

Acélszerkezetek gyártása:

KÉSZ Ipari Gyártó Kft.



BUDAPEST LISZT FERENC NEMZETKÖZI REPÜLŐTÉR SKYCOURT UTASTERMINÁL ACÉL TETŐSZERKEZETE

Fontosabb műszaki adatok:

Alapterület: 70x114 m

Acélszerkezetű tető: 20 m belmagasság az indulószinttől számítva

Fesztáv: 68 m, keretállás: 8,40 m; 15 m előreugró légoldali konzolos tető

A rácsos főtartó szerkezeti magassága: 2,75 m, szélessége: 4,80 m

A SkyCourt (Égi Udvar) a ferihegyi repülőtér új utasforgalmi csarnoka, a 2A és 2B terminálok között összesen 24 000 m²-en épült fel 2009 és 2011 között. Az építész, Tima Zoltán egy tágas, a reptér felé nyitott, a fény által minden irányból átjáró, lüktető teret álmodott meg. Ezt az elképzelést a 70x114 m alapterületű SkyCourt tetőszerkezete segít megvalósítani. A 68 m fesztávú, különleges geometriai kialakítású tartószerkezet háromövé rácsos főtartókkal, szivar alakú döntött oszlopokkal hegesztett csőszerkezetként készült. A 14 db önálló főtartót csak az orr részben fogja össze a térbeli merevítő rendszer. Ez adta a feladat különlegességét és nehézségét a tervezés, gyártás, valamint a szerelés számára.

A szerkezettervezés az új Eurocode szabványok felhasználásával, korszerű méretezési eljárásokkal, ConSteel program segítségével történt. A nem szokványos tervezési munkában nemcsak statikusok vettek részt, hanem hegesztési, kohászati és gépész szakemberek is. Az acélszerkezet tervezése és kivitelezése számos magyar és nemzetközi díjban részesült.



Szerkezettervezés:

Pont-TERV Zrt.,

Wellner Péter – Hídépítő Zrt.

Feszítőkábelek:

Freyssinet rendszer



KŐRÖSHEGYI VÖLGYHÍD, M7 AUTÓPÁLYA

Építkezés kezdete: 2004. május 7.

Átadás ideje: 2007. augusztus 8.

Szerkezet típusa: autópálya, 2x2 forgalmi sávval és üzemi járda.

Pályaszerkezete: feszített vasbeton folytatólagos gerenda, melynek szélessége 23,8 m.

A híd teljes hossza 1872 m, a támaszközök 60 m és 120 m között változnak.

A legmagasabb pillér 80 m.

A Kőröshegyi völgyhíd az M7-es autópályán található, Magyarország leghosszabb hídja. A Balaton déli partjával párhuzamosan, a Somogy megyei Zamárdi és Balatonszárszó között fut, Kőröshegy déli szomszédságában. A híd felszerkezete 17 nyílású feszített vasbeton folytatólagos gerendahíd, amely 2 hídfőn és 16 pilléren támaszkodik. A legnagyobb pillér eléri a 80 m magasságot. A híd alaprajzilag R=4000 m sugarú ívben fekszik. A szabadkábelek a Freyssinet International and Cie és a Pannon Freyssinet Kft. bevonásával készültek. A kábelek Freyssinet A'D19C15 típusúak. Az összesen 210 db lehorgonyzás mindegyike 19 db pászmát horgonyoz le. A feszítő-pázmák teljes hossza 444 760 m, súlya 580 tonna.

A híd és a pálya szerkezetét mindkét végéről indítva, egyszerre építették. Különleges technikai érdekessége, hogy minden pillér kúszózsalsus technológiával, toronydarus kiszolgálással, a felszerkezet pedig két támaszon átívelő, hosszirányban mozgatható acél segédhíd szerkezeten függő zsaluzókocsikkal, szabadbetonozásos technológiával készült. A kivitelezés közben az építési idő lerövidítése érdekében technológiát váltottak: a szabadbetonozás helyett az egyes elemeket a helyszínen előregyártották, majd a meglévő szerelőhíd segítségével emelték végleges helyükre.



MEGYERI HÍD, M0 AUTÓÚT

Építkezés kezdete: 2006. február 1.
Átadás ideje: 2008. szeptember 30.
Szerkezet típusa: autópálya, 2x2 forgalmi sávval és egy-egy leállósávval, valamint kerékpárút és gyalogjárda.

A Megyeri híd egy közúti híd a Duna felett, mely Újpestet köti össze Budakalásszal a Szentendrei-szigeten keresztül. A híd a magyar fővárost elkerülő M0-s autótút 2-es számú főút és 11-es számú főút közti szakaszának része, mely áthalad a Szentendrei-sziget és a szentendrei Duna-ág felett is. Valójában 5 híd (9 hídszerkezet) együttese, melyek közül a legnevezetesebb a Nagy-Duna-ág felett átívelő 591 m hosszú hídszerkezet, amely az ország első igazi ferdekábeles hídja. Pályaszerkezete ortotróp acélpálya, melynek szélessége 36,16 m. Az 5 híd teljes hossza 1861,31 m, ebből a Nagy-Duna-ág híd 591 m hosszú. A középső, pilonok közötti nyílás 300 m hosszú. A pilonok magassága 99,68 m. A ferdekábelek a Freyssinet International and Cie és a Pannon Freyssinet Kft. bevonásával készültek. A kábelek Freyssinet H-2000 típusúak, melyek változó pázsmaszámmal (31, 37, 55, 61) készültek. Összesen 88 kábel tartja a híd pályaszerkezetét, melynek súlya 459 tonna. A híd több díjat is elnyert. Tervezéséért Széchenyi-díjat, a kivitelezésért pedig Építőipari Nívódíjat kapott.



Freyssinet lehorgonyzó elem

TISZAVIRÁG GYALOGOS-KERÉKPÁROSHÍD

A Tiszán 2010-ben épített új gyalogos- és kerékpároshíd Szolnok belvárosát köti össze a túlparti zöldterület szabad- idő- és sportlétesítményeivel. A teljes – közel 450 m hosszú – átvezetés egy 186 m hosszú acélszerkezetű meder- hídból, az ahhoz csatlakozó kétoldali vasbeton feljáróhidakból, valamint a csatlakozó tereken elhelyezett végpontok közlekedési kapcsolatokat (gyalogoslépcső, kerékpárosrámpa, akadálymentes lift) is magában foglaló épületeiből áll. A projekt része volt a csatlakozó terek rendezése, átépítése is. Maga a mederhíd két kifelé döntött, 120 m fesztávolságú csőívből és az azokra rudakkal felfüggesztett rácsos pályatartóból áll, 400 tonna szerkezeti acél fel- használásával. Megjelenése a folyó mentén évente rajzó kecses tiszavirág szárnyaira rímel, innen a híd neve is. A karcsú, elegáns szerkezet a közlekedési kapcsolat létesítésén túl már építése alatt a Tisza fővárosának is nevezett város megújulásának jelképévé vált, építését az Európai Unió is jelentős összeggel támogatta. A beruházás bruttó költsége 1,5 milliárd forint volt a csatlakozó terek átépítésével együtt. A híd modern anyagok és technológiák felhasználásával épült (pl. kezelésiigény-mentes fa-műanyag kompozit pályaburkolat, gazdaságos LED köz- és díszvilágítás). A pályába látványelemként üvegpaneleket is beépítettek. A híd tervezésében kulcsszerepük volt a gyalogos- és széldinamikai vizsgálatoknak (előbbit Szecsányi László, utób- bit dr. Szabó Gergely – mindketten a Pont-Terv Zrt. mérnökei – végezték el). A hídszerkezetbe – Magyarországon elő- ször – lengéscsillapítókat is beépítettek, melyek a próbaterhelés alkalmával extrém gyalogos gerjesztésekre is jól működtek. A széldinamikai vizsgálatokhoz a numerikus szimuláció mellett szélcsatorna-kísérleteket is végeztek. A szél gerjesztette rezgések vizsgálatáról és magukról az alapjelenségekről a mellékelt videófilm ad tájékoztatást. 2011 januári átadása óta a híd a város szerves részévé vált, a közlekedési igények kielégítése mellett közkedvelt sétalóhely és számos rendezvény helyszíne is. 2011-ben elnyerte a MAGÉSZ Acélszerkezeti Nívódíját, a Magyar Urbanisztikai Társaság Köztér-megújítási Nívódíját, a statikus és építész tervezők példás együttműködését pedig Csonka Pál-díjjal honorálták.



PENTELE-HÍD, DUNAÚJVÁROSI DUNA-HÍD

Jellemző méretek, mennyiségek:

híd hossza: 1682,55 m, mederhíd támaszköze: 307,90 m

szerkezeti acél: mederhíd: 7699 t, ártéri híd: 14 000 t

vasbeton: 51 200 m³

cölöpök: ø150: 7100 m, ø80: 700 m

festett felület, mederhíd: 99 300 m², kb. 140 t

szigetelt felület: 57 000 m²

kiadott tervek felülete: 1500 m² (mederhíd acélszerkezete)



A dunaújvárosi Duna-híd az M8-as autópályát Dunaújvárostól délre, Apostag és Dunavecse magasságában vezeti át a Duna és annak ártere fölött. Az ártéri hidak folytatólagos töbtámaszú, ortotrop pályalemezes, acél szekrénytartós gerendahidak, szerkezeti magasságuk a mederhíd merevítőtartójával közel azonos, vagyis kb. 3,56 m. A jobb parti ártéri hidak 13 nyílású, a bal ártériek 4 nyílású acél gerendahidak. Az ártéri hidakon az autópálya két különböző irányú pályája két egymástól független, egymással párhuzamos hídszerkezeten, 7000 m sugarú ívben van vezetve. A kéttámaszú mederhíd kábelekkal függesztett merevítőgerendás, kosárfül elrendezésű ívhíd gyártott feszítávolsága 307,8 m, a sarutengelyek távolsága hídtengely irányban ennél 10 cm-rel több az önsúlyterhelés hatására létrejövő megnyúlás után. Az ívek dőlése 73,5°, tengelyük magassága hídközépen 48 m, a pálya fölött. Az ívet a merevítőtartóval függesztőkábelek kötik össze. A merevítőtartók az ívekkel közös síkban vannak, így a paralelogramma keresztmetszetű tartók merőleges gerinctávolsága az ívtartók gerinctávolságának felel meg. A merevítőtartókat 11 400 mm-ként azokkal azonos szerkezeti magasságú függesztett keresztartók kötik össze. Az ortotrop pályaszerkezetet a függesztett keresztartók között 3800 mm-ként lévő közbenső keresztartók támasztják alá. Az ívek és a végkeresztartók S460 ML, a többi acélszerkezet S355 minőségű acélból készült.

A Freyssinet rendszerű függesztő pászmák egymással párhuzamosak az egyes ívsíkokban. A feszítőkábelek bekötése a diafragmába hegesztett fogadócsövekbe történik. A függesztőkábelek a Freyssinet International and Cie és a Pannon Freyssinet Kft. bevonásával készültek. A kábelek Freyssinet H-2000 típusúak, melyek változó pászmaszámmal (19, 24) készültek. Összesen 48 kábel tartja a híd pályaszerkezetét, melyek súlya 53,90 tonna. Az 5 híd teljes hossza 1682,55 m, melyből a középső ívtartós medernyílás 307,9 m. Az ívmagasság 51,25 m. A mederpilléreken egyszerre támaszkodik az ártéri hidak két felszerkezete, egymáshoz viszonylag közel, a pillér közepétől jobbra és balra 4,95 m, illetve 10,45 m távolságra, illetve a mederhíd a pillér tengelyétől 17,10 m-17,10 m távolságra. Tehát a pillér alátámasztó szerepe a mederhíd alatt a híd szélén, az ártéri hidak alatt pedig a szekrénytartók gerincei alatt, a híd hossz tengelyéhez sokkal közelebb szükséges. Ezt a funkciót legjobban közelítő a Kertész Építész Stúdió Kft. találta meg, a kosárivekből szerkesztett, hidraulikailag is rendkívül kedvező szilvamag keresztmetszetben. A mederpillérek szilvamag alakját vittük át az ártéri pillérekre is. A mederpillérek oldalfelülete kb. 18:1 dőlésű kúppalást, amelybe a 100,00 mBf. szinttől felfelé mindkét oldalról egy-egy csúcsával lefelé fordított, függőleges tengelyű kúp metsz bele. Az ártéri hidak sarui a pillér metszett felületéből kinyúló rövidkonzolon állnak. A konzol úgy alakul ki, hogy az előbbieken leírt csomóló kúpot a 109,15 mBf. szinten egy, a 14 jelű támasznál kb. 1:2,1, a 15 jelű pillérnél kb. 1:1,4 palástdőlésű újabb kúppal visszametszük. A két kúp tengelye egybeesik. A kúpmetszések nem csupán esztétikai célt szolgálnak, hanem jelentős betontömeget is megtakarítanak. A pillérek alsó vonala a – csomókítatlan – felső peremmel koncentrikus körívekből áll. A pillérek két – befolyási és kifolyási oldali – élét a 100,00 mB.f. szintig egy sor szélességű, kötésben rakott, kopás- és fagyálló, gránit anyagú orrkő falazat védi. A hazai gyakorlatban eddig nem alkalmazott, ráadásul a világon eddig legnagyobb feszítávolságú alsópályás kosárfülves szerkezetnél mintegy 60 m-rel nagyobb támaszközü híd megtervezéséhez a legfejlettebb technikát jelentő statikai és acélszerkezeti konstrukciós számítógépes programok szükségesek. Mintegy tízezer (ebből közel három-ezer különböző) lemezből, több mint háromszáz különböző gyártmányt állítottak össze a tervek alapján!

KÉPEKBEN



«
Építéstudomány – Építőművészet címmel nemzetközi építési konferenciát rendezett 2016. június 17-én a Hajdú-Bihar Megyei Mérnöki Kamara, a tartószerkezetek művészetéről. A szerkesztépitőknek és építészeknek tartott előadás-sorozatot méltó keretbe helyezte a Polónyi István munkásságának szentelt „Vonalak és felületek” című kiállítás, amelyre Európa nyugati feléből is érkeztek látogatók a debreceni MODEM-be. A konferenciának a Déri Múzeum adott otthont.

A konferencián Liska András, a Hajdú-Bihar Megyei Mérnöki Kamara elnökének köszöntője után előadást tartott:

Polónyi István (Németország):

A vasbetétes beton;

Klaus Bollinger (Németország):

Tartószerkezetek tervezésének fejlődése;

Mathias Kutterer (Freyssinet):

Rácsos és kábeles gyűrűs szerkezetek;

Ritter Ádám (Market Építő Zrt.):

Dagály Úszóaréna. Magyar építkezés a világ élvonalában?;

Polgár László:

Mit tanultam tőlük, és mit kell megtanulni tőlük a jövő nemzedékének?

Gnädig Miklós, Lőke Endre, Polónyi István;

Dezső Zsigmond (Hydrastat Kft.):

Tervezett művészet;

Bordás Péter (BORD Építész Stúdió Kft.):

Építészet, szerkezet, dekor.;

Polónyi István (Németország):

Hogyan tanítsunk?

címmel.

ÉPÍTÉSTUDOMÁNY – ÉPÍTŐMŰVÉSZET KONFERENCIA



HOGYAN TANÍTSUNK?



Polónyi István »

A szerkezettervező mérnöknek nem az a feladata, hogy a statikában tanult szerkezeteket az építész tervében megvalósítsa. Az első lépés az alakzat megalkotása, ezt követi a teherviselés bebizonyítása. Ebből logikusan következik, hogy a mérnökképzésnek a gyakorlati alapokból kell kiindulnia.

Az oktatásban ma először elméleti alapot adunk a hallgatóknak, amivel aztán hozzá lehet látni a gyakorlati feladatokhoz. Később aztán kiderül: a valóság, a természet csak részben azonos az elmélettel. Manapság tehát előbb tanítjuk a „hogyan-t” és csak később a „mi-t”. A „miért-et” pedig csak ritkán. Fordítva azonban jobb lenne: ne az elméletből közelítsünk a gyakorlat

felé, hanem a gyakorlati ismeretekből kiindulva keressük az elméleti összefüggéseket! A természettudomány sajátossága az indukció, nem pedig a dedukció. Az indukcióval nyert ismeretekkel felépült tételekből lehet dedukcióval további ismereteket levezetni, ahol ezek igazságát kísérletekkel is be kell bizonyítani.

Egyetemeinken sajnos ritkán tanítanak mérnöki gondolkodást. Előírásokat annál inkább. Tovább nehezíti a helyzetet, hogy az előírásokhoz számtalan magyarázat jelenik meg – indoklás azonban csak elvétve. A tartószerkezetek tervezését, a mérnöki alkotómunka teljes folyamatát nem mutatják be a hallgatóknak, az elengedhetetlen gyakorlásról már nem is beszélve.

Az épületek tervezésében, technikai felszerelésében egyre meghatározóbb szerepet kap az épületgépészet, miközben a szakág oktatási szükségletét nem elégíti ki egyetlen tantárgy, de négy sem. Az épületgépészetet a tervezési gyakorlatba kellene integrálni, szorosan összekapcsolva az építész- és építőmérnöki képzéssel. Ha az oktatás a mérnöki projektek tanulmányozását állítaná a középpontba, ha a diákok látnák, miért is van szükség matematikai tanulmányaikra, a téma iránti motivációjuk is nagyobb lenne, az ilyen szemléletű oktatás eredményeképpen pedig alighanem kevesebb pályaelhagyó lenne, s csökkenne a mérnökhány.

Nem kétséges, hogy a szabályok és előírások ropant fontosak a mérnökök mindennapi munkájában, ugyanakkor ezek határok közé is szorítják a gondolkodást és az alkotófolyamatot. Az előírások szerepét csökkenteni szükséges, illetve kritikusan kell interpretálni. A diákoknak a tervezési folyamatot kell bemutatni és velük gyakorolni. A tanulmányi időben a hallgatóknak legalább három építmény tervét kellene

elkészíteniük – a feladatok növekvő nehézségével. A tervező csoportokban együttműködnek az építészek, a tartószerkezet-tervezők, az épületgépészek és a mérnökpalánták, mégpedig kivitelezési súlyponttal. Nagyon fontos: a gépészeti elemek koordinálva legyenek, ne ütközzenek egymással, mert a mai építkezéseknél épp ez az egyik leggyakoribb hiba, ami a költségvetési és az időhatár átlépését okozza.

Az oktatásnak a gyakorlati valósághoz kell igazodnia. Ehhez persze az is szükséges, hogy a mérnökképzésbe olyan személyeket is be tudjunk kapcsolni, akik a praxist minden nap gyakorolják. A mérnökképző intézményeknek együtt kell működniük a tervezőirodákcal és a kivitelező vállalatokkal.

Az újonnan alapított Dortmundi Egyetemen 1974-ben berendeztünk egy építéstudományi kart három képzési irányzattal: épület- és városépítészet, tartószerkezet-tervezés, kivitelezés és építőgazdaság. A minisztérium a negyedik, az épületgépészeti irányzatot azonban nem volt hajlandó finanszírozni. A különböző irányzatok diákjai több tantárgyat hallgatnak közösen, és együtt három projektet készítenek el, hasonlóan a gyakorlati valósághoz: például egy többszintes lakóházat, sportcsarnokot, hidat vagy stadiont. Sajnos a vizsgáztatási keretszabályzat gátat szabott a további reformok megvalósításának. A szabályzat előírja a matematika és a mechanika oktatását – az alapszigorlat előtt – olyan fokon, amire csak később vagy talán sosem lesz szükségük a hallgatóknak. A képzések egysége-

sítése helytelen. Az intézményeknek igenis versenyezniük kell – mind minőségben, mind hatékonyságban. A tanárnak nem az a feladata, hogy a hallgatók fejét ismeretekkel tömjé tele. Sokkal inkább az, hogy a diákokban felkeltse az érdeklődést, a kíváncsiságot, illetve segítse őket abban, hogy felkeltett kíváncsiságukat kielégíthessék. A vizsga célja sem a kiszűrés, hanem a diák tudásának elismerése, a leendő mérnök bátorítása és lelkesítése.

A szükséges reformok megvalósítása a mérnökképző intézményekben persze nem egyszerű, hiszen mindenki védi az álláspontját és pozícióját. S noha műszaki terveinkben nagyon fontos tényező a költség, az egyetemi képzésnél a dolgok ára ritkán fordul elő. A munkaerő-szükséglet pedig még ritkábban...

S még valami. A társadalom elvárja tőlünk, hogy építményeink építőművészi igényvel készüljenek. Kant szerint a művészeteknek nincsenek fogalmaik, sem szabályaik. Létesítményeinknek azonban céljaik vannak, amelyek fogalmakkal vannak definiálva, és kielégítésüket szabályok biztosítják. Ennek ellenére építményeinknek műalkotásoknak kell lenniük. Ez csak az építészek és mérnökök szoros együttműködésével érhető el. Fontos, hogy a leendő mérnökök már egyetemi tanulmányaik idején megismerkedjenek a modern építészet történetével és mai törekvéseivel. Lehetetlenség, hogy a mérnök lehetővé tegye az építőművészetet történeti ismeretek nélkül.

„A társadalom elvárja tőlünk, hogy építményeink építőművészi igényvel készüljenek.”

„A kiállítás azt mutatja meg, hogy az építészek és szerkezetépítő mérnökök közötti nyitott szellemű és kreatív együttműködés milyen csodálatos épületekhez vezethet. Ez a tárlat arra is jó, hogy elgondolkoztasson; Polónyi munkássága arra inspirál, hogy megvizsgáljuk a viszonyunkat a saját munkánkhoz is.”



INTERJÚ KLAUS BOLLINGERREL

Klaus Bollinger egyike azoknak, akik együtt dolgoztak Polónyival, és ma Európa egyik legelismertebb szaktekintélye a szerkezetépítés terén. 2016 nyarán meghívott előadóként a tartószerkezetek tervezésének fejlődéséről tartott előadást a debreceni konferencián a magyar kollégáknak, s egyúttal a tárlatot is végigjárta a MODEM-ben.

Rozsnyai Gábor »

» Mi az, amire konkrétan azt mondaná: „ezt Polónyitól tanultam”?

A legfontosabb talán az, hogy ne maradjunk a kitaposott ösvényen, hanem merjük a bebetonozottnak tűnő dolgokat is újragondolni, újratervezni. Azt tanultam tőle: legyünk naivak a szó legjobb értelmében, amikor egy új feladattal állunk szemben.

» A Dortmundi Iskola mint oktatási metódus egyebek mellett arról vált ismertté, hogy az építészek és

a statikusok együtt tanulnak. Miért olyan jelentős ez?

Az építészhallgatók és a statikusok azt követően, hogy néhány tárgyat együtt tanulnak, elég messze kerülnek egymástól. A dortmundi modell azt mutatta meg, hogy ez nem szükségszerű. Együtt és egymástól is lehet tanulni, ha másképpen nem, akkor közösen látogatott tanfolyamok, továbbképzések keretében, amiből aztán közös projektek születhetnek. A lényeg az, hogy egy nyelvet beszéljünk annak érdekében, hogy olyan szakmai platform jöjjön létre, amelyből nem csak az együtt



KOMPLEX GEOMETRIA, KECSES SZERKEZETEK



dolgozó szakemberek, de a megrendelő, így végső soron a város, sőt, az egész társadalom profitál.

» Amikor leül a tervezőasztalhoz, van valamilyen tervezői „alapfilozófia” a fejében? Honnan szerzi az inspirációt a munkáihoz?

Az építész filozófiájának alapja a nyitottság kell, hogy legyen, egyrészt az újdonságok – a szellemi irányzatok vagy éppen az új anyagok, technológiák iránt –, másrészt a saját belső tartásunk felé. Az inspiráció – nevezhetjük ihletnek is – a tervezői megbeszéléseken, az első skiccek felvázolásakor születik. Ilyenkor arra érdemes figyelni, hogy valamennyi elhangzó ötletet továbbgörgessük, még azokat is, amelyek első hallásra nem tűnnek ígéretesnek.

» Előadásában a teherhordó szerkezetek fontosságára is kitért. Itt is tetten érhető valamilyen alapgondolat?

A hitvallásom szerint a tartószerkezet jelenti valamennyi szerkezet gerincét. Ez felel a stabilitásért, miközben jelentős mértékben befolyásolja a használhatóságot is. A mi munkánk során ez az alapja minden egyéb munkának. Amikor tervezünk, az első feladat annak megértése, hogy mit akart az építész. Ha ez megvan, akkor következhet annak a struktúrának a kialakítása, amely ezt az eredeti elgondolást felerősíti és továbbfejleszti. Mindig azt a megoldást keressük, amely magától értődik, de úgy, hogy elkerüljük a dogmákat, megkérdőjelezzük a status quo-t, és minden feladról vitatkozunk. A célunk mindig az, hogy a tervezői elképzelések esztétikai, funkcionális és gazdasági szempontból is sikeresek legyenek akkor, amikor valósággá válnak. Ehhez az kell, hogy a tervezési folyamat lehető legkorábbi szakaszában tudjunk bekapcsolódni a munkába, és lehetőséget kapjunk végigkísérni a projektet az első rajztól a kivitelezésig.



» A szerkezettervezést nem feltétlenül kapcsolják össze a homlokzattervezéssel, de az előadásából az is kiderült, hogy egy jó homlokzat összetett és dinamikusan működő rendszer, és Önöknek, szerkezetépítőknek is van teendőjük ezen a téren.

Így van, egy jó homlokzatnak számos követelménynek kell megfelelni: ide sorolom az esztétika, a kommunikáció, a klíma, a biztonság, sőt még a belső kényelmi igények listáját is. Mindig az adott projekt határozza meg a hő-, hang-, tűzvédelem, illetve a szellőztetési követelmények kombinációját. A mi célunk az, hogy ezeket az elvárásokat közös nevezőre hozzuk az építészeti elképzelésekkel. Ehhez nem csupán a homlokzati típusok ismerete szükséges, de a hajlandóság is, hogy olyan új koncepciókat hozzunk létre, amelyek túlmutatnak a klasszikus homlokzatterveken.

» Ezt értem, de hogyan kapcsolódik ez a tartószerkezetek tervezéséhez?

Olyan innovatív szerkezetépítési koncepciókat dolgozunk ki, amelyek (műszakilag) támogatják az úttörő építészeti terveket. A bonyolult geometriájú terveknel olyan racionalizálásra van szükség, amely megkönnyíti a tervezést, egyszersmind költséghatékonyá teszi az építkezést, de megőrzi az építészeti gondolatot. A megtervezett felületeket, struktúrákat digitálisan jelenítjük meg – figyelembe véve az anyagválasztást, a szerkezetek viselkedését és a projekttel kapcsolatos egyéb tényezőket. Van annyi tervezési tapasztalatunk alternatív anyagból készült, illetve üveghomlokzatokról is, hogy ezekben az esetekben is képesek vagyunk optimalizálni az anyagfelhasználást és a méretezést.





» **Mennyire kap szabad kezet tervezéskor? Mennyire erős korlát a tervezett költségvetés?**

A legerősebb kíváncsi természetesen a gazdaságosság, amit a megrendelő felé teljesítenünk kell. Ez persze nem azt jelenti, hogy a legolcsóbb megoldást tervezzük be. A gazdaságosság kapcsán az adott módszert, az anyag tartósságát és az épület fenntarthatóságát is nézzük.

» **Mikor válik az építészet művészetté? Az ön értelmezésében az építészet milyen mértékben szól a technológiáról, illetve a szépségről?**

Az építőmérnök tudományát nyilván nem lehet összehasonlítani egy festő munkájával, de talán még egy építészével sem, hiszen ezen utóbbiakat sokféleképpen lehet értelmezni. De a reneszánszig nem vált ketté a kézműves tudás és a művészet. A művészethez kézművességre, a szakmai fogások ismeretére is szükség volt, és a kézműves termékek művészeti alkotások is voltak a maguk kategóriájában. Ezt a megközelítést tartom helyesnek, ha az építőmérnöki tudományról beszélünk.

» **Mennyire változtatta meg a számítógép a tervezés határait? Egyáltalán, hol van ma a tervezői fantázia határa?**

A munkánk középpontjában a komplex geometria alkalmazása és a kecses szerkezetek megalkotása áll. Ezen a téren úttörőnek számítunk a korszerű tervezési eszközök alkalmazása terén, de számunkra ez nem valamiféle öncélú dolog. Sokkal inkább arról van szó, hogy ezek a programok segítenek megcsinálni egy „lehetetlen” feladatot. Így válik a fantázia a kliens és a tervező csapat számára is tervezhető, kiszámítható és persze megvalósítható munkává. A számítógépeknek köszönhetően a nagyon összetett struktúrák is kezelhetővé váltak mind a tervezés, mind a számítási feladatok végzése során. Úgy tűnhet, hogy a legváltozatosabb formai játékok is megvalósíthatóak, a fantáziának nincs határa. Amire figyelniünk kell: szabálytalan geometriát sokkal könnyebb a monitoron előállítani, mint a valóságban megépíteni. Sokat segít a háromdimenziós modellezés is, amelyet már azelőtt alkalmaztunk, mielőtt a BIM (Building Information Modelling) elterjedt volna. A 3D modellezés a tervezés része, legyen szó többszintes vasbeton épületről vagy szabad geometriájú acél- és üvegszerkezetéről. Ahol még komoly előrelépést látok, az az új anyagok bevonása a tervezésbe és a kivitelezésbe, illetve a CNC-vezérlésű kivitelezés.

» **Mi alapján dönt az anyaghasználatról?**

Mindent használunk, a lehetséges anyagok és formák teljes skáláján játszunk, sőt, amikor szükséges, új megoldásokat kísérletezünk ki az ipar és a tudomány szakembereivel. Arra mindig vigyázunk, hogy közben nekünk, szakmérnököknek ne sérüljön a gazdasági függetlenségünk. A spektrum az ultrakönnnyű üvegszár-

» **Klaus Bollinger**

A Darmstadti Műegyetemen tanult, 1981-től 1984-ig Polónyi István tudományos munkatársa volt a Dortmundi Egyetemen. 1983-ban Manfred Grohmann-nal közösen alapította meg saját tervezőcégét, amely azóta Frankfurtban, Bécsben, Párizsban, Oslóban, Rómában és Melbourne-ben is saját irodával rendelkezik, munkatársainak száma 100. Büszke az építészekkel kialakított sikeres együttműködésükre, amelynek két vezércsillaga van: kreativitás és műszaki kiválóság. Bollinger tervezőirodája olyan ikonikus épületek létrehozásában kapott szerepet, mint a müncheni BMW-Welt, a dessaui Bauhaus Múzeum és Ausztria pavilonja az idei Velencei Biennáléra.

las kompozittól a membrános ipari textilen át a fa- és fémszerkezetekig terjed. Dolgozunk teherhordó üveggel és feszített szerkezetekkel is.

» **Mi az, ami nem változott a szerkezetépítés terén?**

Valamennyi szerkezet szilárd alapot követel meg. A hagyományos alapok mellett mi is tervezünk speciális mélyalapokat, kombinált réteges lemezalapokat, vízzáró betonkonstrukciókat, alátámasztásokat és cölöpfalakat. Ha a megbízó kéri, a műszaki felügyeletet is biztosítjuk.

» **Hogyan optimalizálják a tartószerkezeteket?**

Parametrikus szerkezeti modellekkel egy objektum több különböző alternatív megoldását vizsgálhatjuk meg néhány pillanat alatt. [A parametrikus modellezés egyre fontosabb tervezési eszköz az építészetben. A parametrikus modellek a geometriát és az architektúrát nem

statikus, hanem dinamikus módon írják le, azaz egy elképzelést változó paraméterekkel definiálnak, amely így könnyen módosítható. A szerk.] A modern optimalizálási módszerek és szűrő algoritmusok segítségével olyan hatékony és intelligens megoldásokat találunk, amelyeket a hagyományos „manuális” folyamat során nem lennének képesek előállítani. Amikor hatékonyságról beszélünk, nem csak a tartószerkezetre gondolok, hanem az épület egyéb funkcionális és építészeti paramétereire is. Például egy többcélú optimalizálási folyamat során a tartószerkezet tervezésekor a klíma- és a homlokzat-tervezés szempontjait is figyelembe tudjuk venni. Ki tudunk alakítani olyan tartószerkezeteket, amelyek lejjebb viszik az anyagköltséget. Mindez azt eredményezi, hogy az építészekkel együtt hatékony és intelligens szerkezeteket tervezünk, amelyek „ráadásul” még az építészeti elgondolásokat is támogatják.



(Az interjú a Mérnök Újság 2016. július-augusztusi számában jelent meg.)



Mi szab határt
a képzeletnek,
mire jó a fahab,
és hol tart majd
a szerkezetépítés
20 év múlva?
Mathias Kutterer
„*Rácsos és kábeles gyűrűs
szerkezetek*” címmel
tartott teltházas előadást
a debreceni konferencián.

INTERJÚ MATHIAS KUTTERERREL

Rozsnyai Gábor »

» Előadásában olyan épületeket mutatott be, amelyek szinte forradalmian merészek. Ezekhez új módszerekre, anyagokra és gondolkodásra van szükség. Ugyanakkor az idősebb mérnök generáció szívesebben dolgozik a már megismert és bevált módszerekkel. Mi a tapasztalata, mi kell ahhoz, hogy az új gondolatok teret nyerjenek a szerkezetépítők körében?

A (szerkezetépítő) mérnököknek különös gondossággal kell eljárniuk például egy épület kivitelezése közben – ellentétben mondjuk a politikusokkal, tervezőkkel, építészekkel és számos más társadalmi csoporttal, amelyek számára az innováció egy „nyersanyag”, amely a munkájuk alapvető összetevője. A mérnökök innovatív-

A fenntarthatóság az egész társadalom projektje, talán egy életforma is, de semmi-képpen sem csak egy bizonyos termék, anyag vagy épület tulajdonsága.

vak, de nem látnokok. Nap mint nap találkoznak az innovációval, de számukra ez csupán egy szükséges eszköz a cél eléréséhez, nem pedig a cél maga. Másrészt az is elég nyilvánvaló, hogy a „felfedezés és az innováció kulcsfontosságú” – ahogy azt Peter Rice frappánsan megjegyezte. (Az 1992-ben elhunyt Rice korának egyik legjelentősebb szerkezetépítő mérnöke volt. Olyan munkák fűződnek a nevéhez, mint a Sidney Operaház, a Louvre piramisa, az ugyancsak párizsi Pompidou központ vagy a londoni Lloyd's székház. M. Kutterer kezdő mérnökként együtt dolgozott vele. *A szerk.*) Az innováció és a kutatás segít abban, hogy jobban megértsük az anyagok természetét és fizikai törvényeit. Lehetővé teszi számunkra, hogy mi, mérnökök is hozzátehezzünk valamit az épített környezetünkhöz. Mindezt nem közömbös vagy éppen semleges módon, hanem úgy, hogy különleges minőséget állítunk elő. Vagyis az innováció a minőség kulcsa az építészek és az építőmérnök számára, de önmagában még nem garancia a kvalitásra. Talán emiatt tűnhet úgy, hogy a kivitelezéssel foglalkozó mérnökök néha kicsit lassúak és közömbösek az innovatív megoldásokkal szemben.

» Melyek a legfontosabb trendek a szerkezetépítés terén?

A geometria új határainak meghódítása sok éven keresztül kiemelt figyelmet kapott. A számítógépek

segítségével a megjelenítés, a térmértan manipulációja új dimenziókat nyitott. Ezeket a fejlesztéseket nem a szerkezetépítő mérnökök kezdeményezték, ám jelentős mértékben bevonták őket a kutatásba, mert az úgynevezett szabad geometria szerkezeti rendszere eltér a klasszikus – gerendákra, rácsos tartószerkezetekre és keretekre alapozó – struktúráktól, illetve eltér a „formakereső” – minimál felületekkel, kábelhálókkal, héjszerkezetekkel és hasonlókkal – dolgozó gondolatiságtól is.

» Mit akarunk a szabad geometriától?

A szabad geometriát óvatosan kell értelmezni, „lefordítani” és esetleg beilleszteni egy már meglévő szerkezeti rendszerbe – feltételezve, hogy többet akarunk belőle kihozni, mint egy szabad formájú burkolat tartószerkezete. A szabad geometria fontos szerepe a mérnökök számára abban rejlik, hogy megtalálják a szabad formájú építészet és az építőipar kapcsolódási pontjait egy-egy projekt kapcsán. Azaz segíthet a megvalósítás mikéntjének meghatározásában. Az építőipar gyakran nem mutat különösebb elkötelezettséget a szokatlan alkalmazások és a szabad geometria irányába, de alapjában véve képes alkalmazkodni az új dolgokhoz – feltéve, ha rendesen megértette azok lényegét. A burkolóanyagok hidegen történő hajlítása – lásd hőszigetelő üvegszerkezetek – kiváló példa arra, hogyan élnek vissza



egy ipari termékkel. Az ilyen esetekben a műszaki kérdéseket sokkal könnyebben lehet megoldani, mint a garanciális ügyeket. Ám mindezzel együtt is azt gondolom, hogy az ipar képes követni a megrendelői/kivitelezői igényeket.

» Térjünk még vissza a trendekhez! Az előadásában a fenntarthatóságot említette.

Igen, így van. A fenntarthatóság olyan, hosszú távon érvényesülő követelmény, amely gyökeresen és nyilvánvalóan

átalakítja az összes építési tevékenységet. Jó lenne kevesebbet építeni és visszamenni abba az egyensúlyi állapotba, amely valaha megvolt az emberi tevékenység és a természeti erőforrások között, de biztosan nem ez a megoldás. A jövőben is egy sor dolgot kell építenünk: házakat, üzemeket, közműveket. Ehhez hatalmas mennyiségű anyagot és energiát fogunk felhasználni. Ám ez csak úgy lehetséges, ha a minőség növelésével párhuzamosan valamennyi, a környezetet erő negatív hatást nullára csökkentünk.

Mathias Kutterer szerint az egyszerűség jelenthet egyrétegű falfalakat (www.holz100.com), könnyűbetonból emelt szerkezeteket (www.mbas.de, www.tech-nopor.com) vagy éppen kőházakat (www.perraudinarchitecture.com). Ami közös bennük: az egyszerűségeen keresztül valamennyien a fenntarthatóság irányába indultak el. Egy szép példa a műszaki rendszerek radikális egyszerűsítésére az ausztriai Lustenauban található irodaház. Nagyon masszív falakból áll, mindenféle szellőztetés, fűtés vagy hűtés nélkül (www.baumschlager-eberle.com).



» Nullára?

Igen, jól hallotta, nullára! Ez nem lehetetlen, csak most még egy kicsit nehéz elképzelnünk. Valamennyien képesek vagyunk előre jelezni a jövőbeli következményeit annak, amit csinálunk; és annak, amit a mérnökök tesznek, különösen nagy súlya van. Két mikrotrend: lokalitás és egyszerűség. Az előbbi azt jelenti, hogy azokat az anyagokat és technológiákat használjuk, amelyeket a „szomszédban” is elérünk. Ez az elv kedvez az újrahasznosított és megújuló anyagoknak, valamint a helyi munkaerőnek. Emellett csökkenti a szállítási távolságot, növeli a felelősségérzetet, bevonja a helyi közösséget és növeli a leendő épülettel történő azonosulás esélyét. Az egyszerűség kritériumát nem kell magyarázni, de ezt sem árt újra és újra felidézni. [Bővebben lásd keretes anyag.]

» Mondana példát a fentiekre?

Az én cégem nagy fesztávú, könnyűszerkezetes tetőszerkezetek létrehozásán tevékenykedik, ahol nagy-

szilárdságú anyagokból, például acélkábelekből építkezünk. Ezek a hatalmas szerkezetek nagyon hálás és érdekes témát jelentenek egy szerkezetépítő mérnöknek, mert már egy kis erőfeszítés is hozzátesz valamit az egész építmény optimalizálásához. Minden egyes kiló/m² számít, hiszen esetenként több hektárnyi összfelületről beszélünk. Egy nagy futballstadion gyakran a „világítótorony” szerepét is betölti egy város vagy akár egy egész ország életében, példaképpül szolgálhat az új technológiák és az építészeti tervezés terén – a nélkül, hogy igazán releváns lenne a „tömeggyártó” építőipar számára. A pekingi olimpiai stadionra úgy is lehet tekinteni, mint az acélpazarlás műemlékére, de nyilvánvalóan többről van szó, és a hulladék meghatározása sem egyértelmű. Az itt felhasznált 50 ezer tonna acél kevesebb, mint egy százezred része Kína éves acéltermelésének. Ráadásul mindannyian tudjuk, hogy az acél tökéletesen újrahasznosítható. Másik példaként felhozhatom, hogy a hőszigetelésekben rejlő szürke energiát sem feltétlenül kell a nem megújuló energiaforrások közé sorolnunk a jövőben. A fenntarthatóság az egész társadalom projektje, talán egy életforma is, de semmiképpen sem csak egy bizonyos termék, anyag vagy épület tulajdonsága.

» Mi hajtja ma a technikai fejlődést?

Az igények és a képességek. Ha szeretné megtudni, hogy mi fog történni a jövőben, próbálja meg elképzelni, mi az, amire a társadalomnak valóban szüksége van. Ma már kényszerítő szükség, hogy a különböző építési tevékenységeinket fenntartható módon szervezzük meg, így egyáltalán nem kétséges, hogy valóban ezt fogjuk tenni. A képességeket már nehezebb elképzelni,

» Dr. Mathias Kutterer

Szerkezetépítő mérnök, Stuttgartban született 1960-ban. Tanulmányainak befejezése után belépett a párizsi RFR mérnöki csoportba, ahol olyan szakemberekkel dolgozott együtt, mint Peter Rice, Henry Bardsley, Jean-Francois Blassel és Hugh Dutton. 1999-ben megalapította az RFR leányvállalatát Stuttgartban, 2015-ben az EFA mérnökirodát. Doktori értekezését a szendvics-elméletről és a laminált üvegről írta. Egyebek mellett számos németországi gyalogoshíd [a leghíresebb a hannoveri Skywalk], az ugyancsak hannoveri AWD stadion és a salvadori Fonte Nova stadion megvalósítása fűződik a nevéhez. Mérnöki bravúr a Drezda melletti Königsteinban megépített panorámaliftje is.

mert a technika olyan gyorsan fejlődik, hogy nem tudjuk, mire leszünk képesek 10 vagy 20 év múlva a nanotechnológia és a mesterséges intelligencia segítségével. Ami ennél aktuálisabb: már megvan a képességünk az új geometriához, el is kezdtük használni, és meglátjuk, hogy mit tudunk belőle kihozni.

» Mi a helyzet az új anyagok terén?

Arra számítok, hogy a közeljövőben óriási fejlődésnek lehetünk szemtanúi a gazdaságosság és a fenntarthatóság terén az építőiparban. A jövő téglája egy könnyű, monolitikus, újrahasznosítható, előregyártott elem, integrált szerkezeti szilárdsággal és hőszigeteléssel. Olyan adottságokkal, amelyek (ma még) kizárják egymást. Ezt a konfliktust az anyagsűrűség és az erős, szivacszerű geometria feletti kontrollal lehet feloldani, amelyet 3D nyomtatással vagy hab alapú technológiákkal valósíthatunk meg. A természetes fa is egy remek anyag: egyaránt jellemzi az alacsony anyagsűrűség és a nagy szilárdság, és mint sok más anyagot, ezt is át lehet alakítani habbá. [www.fraunhofer.de] Más expandált vagy habosított anyagok előtt is fényes jövő áll: ilyen lehet például a könnyű téglá, a gázbeton vagy a könnyűbeton.

» Ha az anyagok nem, akkor mi szab határt a képzeletnek? A büdzsé, a szabályzók vagy az ügyfél elvárásai?

Nyilvánvaló, hogy mindig az építési előírások és a szabályzók szoros keretei között dolgozunk. Tesszük mindezt az ügyfeleink elvárásai szerint. Semmi másért sem jár fizetés. De a „kötött” fantáziát érdemes más aspektusból is megvalósítani: megfelelni a fizika, a megvalósíthatóság, egyáltalán a létező világ követelményeinek, sokkal izgalmasabb bármilyen virtuális valóságnál. Például egy



tájba illeszkedő gyalogoshíd megtervezése, az odaillő geometria és a megfelelő anyagok megtalálása a koncentrált képzelet kiváló gyakorlata. Apropos, Peter Rice önéletrajzána címe: *Egy mérnök elképzelései*. Néha úgy érzem, tudom, mire gondolt.

» Úgy hallottam, Budapestre is elképzeltek valamit...

Igen, formálódik egy kábelgyűrűs szerkezet – kábelgyűrű nélkül. Meglátjuk, hogy mi lesz belőle.

[Az interjú a Mérnök Újság 2016. július-augusztusi számában jelent meg.]

ÚJ MÉRNÖKI KIHÍVÁS

Polgár László »

Két évtized alatt mintegy négyszeresére növekedett a beépíthető beton szilárdsága, ami alapjaiban véve is megváltoztatja az optimális szerkezeti megoldásokat. Az ilyen megoldások természetesen csak a tervezők, gyártók és kivitelezők szoros együttműködésével valósíthatók meg.

A debreceni Polónyi-kiállítás során a Nagyerdei Stadionban tett látogatás, a konferencián a stadionnal kapcsolatos előadások, majd Ritter Ádám parádés, a Dagály uszoda építéséről szóló prezentációja, valamint a kiállított anyag bemutatta: sokkal többet produkál a mai magyar mérnöktársadalom, mint amiről tud a közvélemény. Miért nem hallat rólunk többet a média, s miért a sok panasz?

Új világ küszöbén

Nagyerdei Stadion, MTK-stadion, Haladás-stadion, Puskás Ferenc Stadion – ezen létesítményekre volt és van rálátásom, ugyanakkor mindenütt titoktartást írnak elő. Az építés azonban csapatmunka, ha a kezdetektől minél nagyobb az átláthatóság, annál biztosabb a jó eredmény. A stadionok és sportlétesítmények általában közpénzből valósulnak meg Magyarországon. Az EU közbeszerzési gyakorlatát nagyon sok kritika éri. A közelmúltban a Magyar Menedzser Szövetség által belső használatra kiadott 130 oldalas kiadvány, a „kék könyv” nagyon jól mutatja be a problémákat és a tennivalókat (a német

reformbizottság jelentése az állami nagyberuházások megvalósításának a reformjáról). Az építési tevékenység jelenlegi szerveződése nagyon nem felel meg a technikai fejlődés miatti változásoknak. A tervezés és kivitelezés szétválasztása, a kivitelezők versenyeztetése eleve rendkívüli többlettráfordításokat okoz, lehetetlené teszi az innovációt, az élen járókat lehúzzák az elmaradottak. Ma az európai építési gyakorlat nyalogatja a sebeit, Amerika, Japán, Kína sokkal gyorsabban épít, sokkal nagyobb a termelékenység.

Ezek a problémák jelentkeznek a magyar stadionok és sportlétesítmények megvalósításánál is. Legyen minél több monolit vasbeton szerkezet, mert az olcsóbb – mondják azok, akik sem tervezni, sem építeni nem tudnak, csak „jó tanácsokat” adni. Az eredmény jól látszik az oroszországi stadionoknál. Fenntartható fejlődés követelményei? A legújabb minősítések, értékelések követelményeiben (DGNB) már 22,5% az ökonomia, 22,5% az ökológia, azaz a gazdaságossági mérlegelés, 22,5% a műszaki feltételek teljesülése és 22,5%

STADIONÉPÍTÉSEK MAGYARORSZÁGON





a szociológiai szempontok (esztétika, közérzet, funkcionális követelmények) sora, 10% pedig a szervezet (nyitottság, átláthatóság, szervezethezesség) szempontjai szerinti értékelés. Egészen más, mint ami szerepelt az oktatásban, a közbeszerzéseknél. Egészen új világ van kialakulóban az építmények megvalósításánál is? Jól lehet követni a változó tendenciákat, ha összehasonlítjuk a szentpétervári stadion megvalósulását a magyar, az osztrák vagy német stadionokkal. A jelenlegi internetes világunkban már a világ minden stadionjának építési folyamatát követni tudjuk anélkül, hogy a helyszínre kellene mennünk. A stadionok lelátórészének lefedése a jellemző, a teljes tető nyitható lefedésére tett próbálkozások nem hoztak sikert, miután a természetes fű jobban szereti a nyitottsá-

got. A lelátólefedések többnyire acélból készülnek. A két lehetséges megoldás, a konzolosan kinyúló tető és a membrántető között nehéz lenne állást foglalni, rendszerint az építészeti meggondolások döntenek. Magam a stadionok kapcsán mindig csak a vasbeton szerkezetekkel kapcsolatosan tevékenykedtem. Úgy a ferencvárosi Grupama Aréna, mint a debreceni Nagyerdei Stadion esetében sikerült az üzemben gyártott elemek és a monolitikus vasbeton szerkezetek között megtalálni a kedvező egyensúlyt. A mérlegelés mindig nagyon nehéz, egy-egy szekciót érdemes több megoldással részletesen megtervezni ahhoz, hogy dönteni lehessen. Nincs egységes szabály, aki az egyik vagy a másik szerkezeti megoldásra „esküszik”, biztosan semmit nem ért az építéshez!



Általános tendencia a „betonból könnyűt”, azaz maximálisan takarékoskodni Földünk javaival, minél kevesebb anyagot beépíteni úgy, hogy az előállítás a legkisebb CO₂-kibocsátással járjon és a szerkezet legalább 50 éven át tartós maradjon. Meg kell tervezni az élettartam alatti üzemelést, a karbantartást, újabban még az elbontást is. Az építési idő is jelentős súllyal esik számításba: úgy kell építeni, hogy az a legkevesébb zavarja a környezetet.

A betonépítés területén az újabb anyagok feltűnése éppen a mai időkben jelentősen átalakítja vasbeton szerkezeteinket, újabban már a vasbeton elnevezés sem mindig helytálló, hiszen a betonacél helyett egyre gyakrabban műanyag betétek veszik fel a húzóerőket (mint a Nagyerdei Stadion lelátó elemeiben a BarChip szálak). A legnagyobb változást a beépíthető betonok szilárdságának a növekedése jelenti. Főleg üzemi gyártások esetén ma már a C100 beton alkalmazása is szóba jöhet.

Egy kis kitekintés

Az egyik legtöbbet látogatott honlap, a Skyscrapercity adatai alapján nézzük meg például a szentpétervári, a budapesti és a bécsi stadion építését.

Szentpétervár, Krestovky stadion (www.skyscraper-city.com/showthread.php?t=459203&page=111). Magam immár 10 éve követem a 2018-as labdarúgó-világbajnokságra épülő, 68 ezer néző befogadására alkalmas létesítmény megvalósítását. A szentpétervári a világ legdrágább és leglassabban épülő stadionja (a szerkezet szerelésének időtartama: 8 év). A lelátók és a kiszolgáló épületek monolitikusan készülnek, előre gyártott vasbeton elemeket nem alkalmaznak.

A Spiegel német hetilap szerint a jellemző stadionépítési (egy nézőhelyre vetített) költségek:

- Dél-Korea/Japán, 2002: **6000 dollár**
- Németország, 2006: **3200 dollár**
- Dél-Afrika, 2010: **5000 dollár**
- Brazília, 2014: **6500 dollár**
- Oroszország, 2018: **11 500 dollár**



A költségek természetesen közelítő értékek, jelentősen változnak a stadion nagysága, funkcionális kiterjesztése, a helyi adottságok, megközelítési lehetőségek függvényében. Érdekes például megfigyelni: minél magasabb fokú az iparosított előállítás – például az előre gyártott vasbeton elemek alkalmazása –, annál olcsóbb a stadion egy férőhelye. E téren a német és osztrák stadionok vezetnek.



A közelmúltban épített magyar stadionok közelítőleg a német létesítményekkel vetekednek, nagyon alacsony volt a megvalósítási költségük.

Az MTK Hidegkúti stadion építése (a bontás is) 2015. januártól követhető a világhálón (http://stadiumdb.com/constructions/hun/nandor_hidegkuti_stadion). Itt az iparosított építési módszerek alkalmazása 50%-osra mondható, egy nézőhely költsége mintegy 3500 dollár, az építési idő gyorsnak mondható. Az Allianz Wien stadion (http://stadiumdb.com/constructions/aut/allianz_stadion) lehetne leginkább példakép: 28 ezer nézőhely, maximális iparosítottság az építésben, a legrövidebb építési idő, mintegy 2300 dollár/nézőhely. Komoly figyelmeztetés: a Puskás-stadion tervezésénél a „jó tanácsadók” a tervezőknek azt az utasítást adták, hogy lehetőleg kerüljék az előre gyártott vasbeton szerkezeteket, legyen minél több monolitikus szerkezet. Előre megjósolható, a tervezett módon nem építhető meg a stadion, ha el akarjuk kerülni a szentpétervári kudarcot. A bécsi stadion építése is jól követhető 2014 októberétől, akkor kezdtek hozzá a régi stadion bontásához. A létesítményt 2016. július 16-án nyitották meg,

megvalósítása szinte észrevétlenül történt, Bécs beépített területén. Természetesen amit csak lehetett, üzemben gyártották. Érdemes lenne az építést alaposabban tanulmányozni.

A mérnökök a jövőt tervezik

Stadion- vagy híddépítés, a téma ugyanaz: tarthatatlan az építés jelenlegi vertikális szerveződése: tervezés – versenyeztetés – gyártás, kivitelezés. A német építési reform is erről szól:

„Egységes tervezés és építés – egy módszertani elv a tervezési és építési folyamatok optimalizálása”.

A tervezés és építés menete folyamatosan fejlődik. A fejlődéssel párhuzamosan az alkalmazott technikáknak és folyamatoknak is fejlődniük kell, hogy a minőség biztosítható legyen, és a hazai és nemzetközi versenyképesség megmaradjon. Az új technikai eredmények az egymással egymásért tevékenységhez új formákat követelnek. A tervezés és építés csapatmunka, a részterületek ismerőinek, specialistáinak az összedolgozása. A múltban még lehetőség volt ezen résztvevők teljesítéseinek az összegzésére. Ma már egyre nehezebb ezen részteljesítések optimális összekapcsolása, különösen akkor, ha hiányoznak a megítélések rögzített kritériumai. Fontos, hogy a tervezés és építés jövőbe mutató szabványosításokra és folyamatszabályozásokra épüljön. A mérnökök a jövőt tervezik. A múlt eszközeivel ez nem lehetséges. Ma azért kell aggódnunk, hogy a ma folytatott tervezési és építési teljesítmények a jövőben is hatékonyan legyenek hasznosíthatók. Az egységes komplex tervezés és építés hasznosítja az adatcserét és a kapcsolattartások korszerű formáit.



A ma még gyakran használt kétdimenziós tervek, melyek segítségével az adatcserék zajlanak, már nem tekinthetők korszerűnek. A rendelkezésre álló technika (digitális épületmodellek, a BIM) új lehetőségeket nyújt. A mérnököknek, akik nem utolsósorban saját önbecsülésük miatt is innovatív vezetői a technológiai fejlesztéseknek, fel kell karolniuk ezen új módszereket.

Figyelembe kell venni az összes résztvevő érdekelttségét. A tervezés és építés nem légüres térben zajlik. A különböző érdekcsoportok ma – az új kommunikációs lehetőségeket kihasználva – olyan helyzetben vannak, hogy jól tudják a dolgokat szervezni és artikulálni. Az egységes komplex folyamatok figyelembe veszik az összes résztvevő lehetőségét és ennek megfelelően kínálják fel az átfogó információ lehetőségét, a kommunikáció jó működését biztosítva.

Hogy mennyi még a tennivaló, azt éppen a most építés alatt lévő szombathelyi Haladás-stadion gondoljai mutatják. Az engedélyezési tervben szereplő acélszerkezet túl drágának, a fenntartható fejlődés követelményeit messze nem teljesítő szerkezetnek bizonyult. A fesztített, előre gyártott szerkezetre áttérést a bürokrácia olyan sikeresen akadályozza, hogy hónapokra szüneteltetni kell az építést. Ha így indulunk a Puskás-stadion építéséhez és az olimpiarendezés előkészítéséhez, akkor még álmodni sem szabad nagyobb sportesemények magyarországi rendezéséről!

(Forrás: Mérnök Újság, 2016. július-augusztus)

Magyarország 2015 márciusában a mexikói Guadalajara városától átvállalta a 2017-es vizes-világ bajnokság rendezését, és egyúttal azt is, hogy a versenyre felépíti az új, 15 000 fő befogadására alkalmas Dagály Úszóarénát. A létesítmény megvalósítására a nemzetközi gyakorlattól eltérően kevesebb mint két év állt, áll rendelkezésre.

A DAGÁLY ÚSZÓARÉNA TARTÓSZERKEZETÉNEK ÉPÍTÉSE

MAGYAR ÉPÍTKEZÉS A VILÁG ELVONALÁBAN?

Ritter Ádám »

ügyvezető helyettes, műszaki igazgató,
Moratus Szerkezetépítő Kft., Market Csoport

2015 februárjában a világ úszósportjában váratlan esemény történt, a 2017-es vizes-világ bajnokság rendezője, a mexikói Guadalajara város visszaadta a rendezés jogát. A visszalépést követően szűk egy hónappal Magyarország átvállalta a 2017-es úszó-világ bajnokság lebonyolítását. A vállalás értelmében a versenyre új uszodát kellett építeni, melynek kivitelezésére két év állt rendelkezésre. Tekintettel arra, hogy egy ekkora és ilyen jellegű sportlétesítmény felépítése a nemzetközi példákat vizsgálva legalább három évet vesz igénybe, a tervezett átfutási idő extrém rövidnek nevezhető. Amennyiben az úszóaréna a tervezett határidőre elkészül, akkor az építők nevéhez fog kötődni a 2017. évi

Főhomlokzati épületrész látványterve



vizes-világ bajnokság első világcsúcsa, és ezt az építési teljesítményt már nemzetközi szinten is jegyezni fogják.

Az uszodakomplexum (főépület, fejépület, főhomlokzati épületrész, É-i és D-i oldali ideiglenes lelátók) és a kapcsolódó projektelemek (2000 és 4000 mm átmérőjű csapadécsatornák védelme, árvízvédelmi rendszer) magvalósítására a Magyar Nemzeti Vagyonkezelő Zrt. közbeszerzési eljárás keretében olyan vállalkozót keresett tehát, aki 23 hónap alatt (2015. május – 2017. március) a koncepciótervek alapján elkészíti az uszoda engedélyezési és kiviteli tervdokumentációját, továbbá fel is építi a teljes létesítményt. A tendert és ezzel a rendszerváltás utáni legnagyobb sportberuházást – mely egyben az egyik legnagyobb magasépítési beruházás is – a Market Építő Zrt. nyerte el.

Az uszodakomplexum tervezését, így tartószerkezeti kialakítását és szerkezeti részleteit is alapvetően meghatározta, hogy két, egymástól jól elkülönülő „üzemmódra” tervezték. Az aréna normál üzemmódban verseny- és tömegsporthasználatra, illetve 6000 fős nézői befogadóképességet igénylő vizes sportrendezvények lebonyolítására alkalmas. Ettől jelentősen eltér a vb-üzemmód, amikor az uszoda a két ideiglenes (északi és déli) lelátóval kibővítve alkalmassá válik a 2017-es világ bajnokság megrendezésére 15 000 néző befogadása mellett.

Az épület méretei magukért beszélnek. A normál üzemmódra tervezett 238,25 x 94,20 x 44,10 m befoglaló méretű alapépület három dilatációs egységből áll. Az építési terület centrumában helyezkedik el a cölöpökkel gyámolított, monolit vasbeton főépület, melyet a négy sarkán alátámasztott acélszerkezetű tetőfelépítmény fed le. A főépülethez a keleti oldalon – a Népfürdő utca felől – a szintén cölöpökkel gyámolított monolit vasbeton fejépület csatlakozik, részben acélszerkezetű fedéssel. A harmadik dilatáció a Duna felé eső főhomlokzati épületrész. A főhomlokzat alaprajzilag hullámvonalat követő, szerkezeti kialakítását tekintve cölöpökkel gyámolított

monolit vasbeton pillérvázas konstrukció, acélszerkezetű felépítménnyel. A főépülethez vb-üzemmódban a hosszhomlokzatok mentén kapcsolódnak az északi és a déli ideiglenes lelátók.

A két különböző üzemmódból következően a kivitelezés is két ütemben zajlik. Első ütemben a vb-üzemmódra tervezett létesítmény készül el az ideiglenes lelátókkal kiegészítve, melynek eredményeként a főépület hosszhomlokzatai még nem épülnek meg. A világ bajnokságot követően a második fázisban elbontják az ideiglenes lelátókat, a hosszhomlokzati szerkezet beépítésével pedig kialakul a normál üzemmódnak megfelelő épület.

Az uszodakomplexum kivitelezési munkái 2015 májusában kezdődtek. A munkaterület átvételét követően azonnal megindultak a bontási munkálatok, valamint a földmunkák, ezzel párhuzamosan nagy ütemben megkezdődött az épület tervezése is. A következő lépés a mélyalapozási munkálatok indulása volt 2015 júliusában. Az építési területen az altalajviszonyok a teljes szerkezet cölöpökkel történő gyámolítását tették szükségessé. Összesen 2101 db Ø600-800-1000 mm-es CFA cölöpöt fúrtak le összesen ~27.000 fm hosszban. A cölöpözési munkák az alapépület esetében 2015. július-szeptember között, az ideiglenes lelátók esetében 2016 márciusában zajlottak. Csúcsidőben három géplánc dolgozott a területen, melyek együttes termelése meghaladta a napi 300 m³-t. A mélyépítési munkák során beépített teljes anyagmennyiség ~13.800 m³ beton és ~760 t betonacél volt.

A vasbeton szerkezetépítési munkák 2015 augusztusa és 2016 júniusa között – az acél tetőszerkezetek szerelésével történő összehangolások következtében – több különálló ütemben zajlottak. A legnagyobb kihívást a rendkívül szoros határidő, a beépített anyagok nagy volumene (~35 000 m³ beton, 5000 t betonacél, 100 000 m² zsaluzott felület, 3400 m³ előregyártott szerkezet), a szűkös felvonulási terület, valamint a technológiailag alapos felkészülést, illetve tervezést igénylő szerkezeti elemek (vízzáró alaplemez, „vízhatlan” medencék, látszóbeton ugrótorony, acélszerkezetet gyámolító



merevítő magok, tornyok) építése jelentette. Csúcsidőben a naponta bedolgozott anyagmennyiség meghaladta az 1000 m³ betont, illetve az 50 t betonacélt, az ehhez tartozó fizikai létszám pedig 225 fő volt. A szerkezetépítési munkákat, melyeket a Moratus Szerkezetépítő Kft. irányított, 6 db toronydaru, 2 db autódaru és 2 db betonpumpa szolgálta ki. A monolit vasbeton szerkezetépítési feladatok közül az acél tetőszerkezetet gyámolító 27 m magas merevítő magok, illetve a „vízhatlan” medencék kivitelezését érdemes kiemelni. A 10 x 10 m-es befoglaló méretű merevítő magok függőleges szerkezetei csúszózszaluzattal készültek. Egy-egy torony 24 órás munkavégzés mellett 9 nap alatt készült el. A magok tetejére 27 m magasságban 75 cm vastag C50/60 szilárdságú monolit födémlemez került, mely az acélszerkezetről leadódó 30.000 kN nagyságú függőleges és 7.000 kN nagyságú vízszintes erő átadására szolgál. Az uszodakomplexumban elhelyezett medencék (két db versenymedence és egy db műugró medence) vasbeton szerkezetei speciális betonkeverékből, 10 mm-es síkpontossággal, vízhatlan kivitelben készültek, így szigetelés nélkül is biztosítják a vízzáróságra vonatkozó FINA követelményeket. Az úszóaréna tartószerkezetének leglátványosabb eleme a főépület fedését biztosító 2550 tonnás acél tetőszerkezet, mely szerkezeti rendszerét tekintve belső öveknél alátámasztott négyövé hosszirányú rácsos tartós főtartókból (96,00 m-es fesztáv), szintén négyövé peremtartókból (72,00 m-es

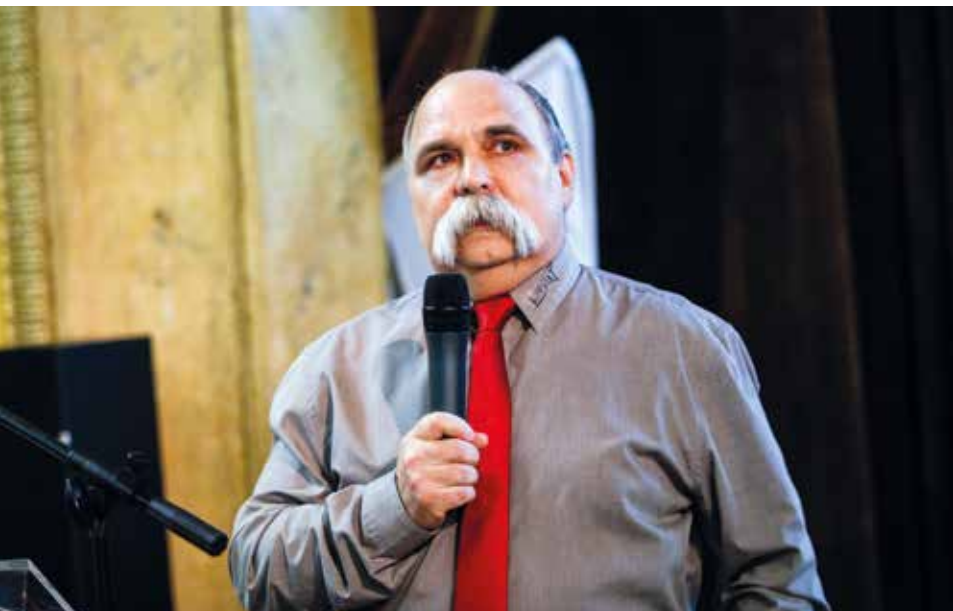
[A 2016. június 17-én Debrecenben „Építéstudomány – Építőművészet” címmel megrendezett nemzetközi konferencián elhangzott előadás rövidített kivonata, az uszoda tartószerkezetének rekordidő – 11 hónap – alatti kivitelezéséről és építéstechnológiai, -szervezési megoldásairól.]

fesztáv), kétövé keresztartókból (72,00 m-es fesztáv) és a keresztartókra támaszkodó rácsos szelemenekből álló konstrukció. A fő- és peremtartók övtávolsága 13,00 m, a keresztartóké 6,50 m, míg a változó magasságú szelemeneké 1,44 m. Az acélszerkezet magokhoz képest vett szabad elmozdulását a négy letámasztó ponton alkalmazott hídsaruk biztosítják. A szerkezet szerelésének különlegessége a Magyarországon először alkalmazott „heavy lifting” technológia, melynek során a +10,80 m-es szinten összeszerelt tetőszerkezetet a merevítő magok tetejéhez 27 m-es magasságban rögzített emelési segédszerkezetek, valamint speciális sajtók és pászmák segítségével emelték fel a tervezett magasságra.

Zárásként, ha röviden is, de mindenképpen érdemes megemlíteni az uszoda építéséhez tartozó, az építési terület adottságaiból következő kiegészítő projektelemeket, melyek önmagukban is komoly építési feladatot jelentettek. Ide tartozik a ~1 km hosszúságú vízzáró vasbeton gátszerkezet, mely árvíz esetén a fejlesztés előtt ártérhez tartozó terület védelmét szolgálja. Szintén a kiegészítő projektelemekhez tartoznak az épület északi oldalán futó 2000 és 4000 mm átmérőjű csapadécsatornák védelmét biztosító, hézagos cölöpfalra támaszkodó, 150 fm hosszúságú monolit vasbeton lemezek is.



TERVEZETT MŰVÉSZET



Dezső Zsigmond »

Mézői alkotások intellektuális esztétikája

A római építész-teoretikus, Vitruvius Augustus már több ezer éve hármast tűzött az építészek elé: „firmitas, utilitas, venustas”. Azaz: tartósság-hasznosság-szépesség vagy szerkezet-funkció-esztétika. A középkor reneszánsz mestereinek az építészeti alkotás ezen hármast egységét még egy személyben kellett megteremteniük. Így például Brunelleschi a firenzei dóm kupoláját statikus nélkül tervezte és építette. Azaz, mai értelemben ő maga volt egy személyben az építész és a tartószerkezetet tervező mérnök. Aztán a napóleoni korszakban kettévált a képzés, majd a XIX. század során megjelenő két új építőanyag: a vas-acél és a vasbeton elterjedé-

se végleg forradalmasította az építőipart és szükségessé tette a szerkezetek méretezését végző mérnöki foglalkozás kialakulását. A kettéválasztott feladatkör eredményeként az építész mintegy felöltöztette a mérnök által tervezett tartószerkezetet. Így a mérnök volt felelős az utilitásért (funkció) és főleg a firmitásért (állékonyág), az építésznek „csak” a venustas (esztétika) maradt. Igaz, ez volt látható, csodálható. Így a kettéválasztást követő foglalkozási ágak közül – már kimondottan is – az építésznél az érzelem, míg a mérnöknél az értelem lett a domináns.

Mézői alkotások művészete

Azt keressük, hogy hol a határa a művészetnek, az építőművészetnek, illetve, hogy létezik-e mérnöki alkotások művészete?

Tényként vehetjük, hogy például az Eiffel-torony vagy a Millau viadukt elismert műalkotások. Ez esetben nyilvánvaló az is, hogy létezik a mérnöki alkotások művészete, azaz vannak olyan mérnöki alkotások, melyek tartószerkezetei – a kiemelkedő konstruktóri munka eredményeként – művészi kivitelben megfogalmazottak. Ezekkel kapcsolatosan vezette be David P. Billington, a Princeton Egyetem professzora a „Structural art”, azaz a „szerkezeti művészet” vagy a „tartószerkezetek művészete” kifejezést, aminek ismert gyakorlói között az építészek mellett kiváló mérnökök is vannak. Néhány ilyen szerkezetépítő művész és művészi mérnöki alkotása pl.: Gustav Eiffel (Eiffel Tower), John Roebling (Brooklyn Bridge), Pier Luigi Nervi (Little Sports Palace) vagy Santiago Calatrava (Auditorio de Tenerife).

A „művészi” mérnöki alkotások létrehozásának legfontosabb feltétele, hogy már a koncepciónak magában

kell hordoznia a szerkezet művészi megfogalmazásának lehetőségét, azaz a statikus a tervezés során építse be saját kreativitását és játékosságát, hogy – a műszaki követelményeknek is megfelelő – elegáns szerkezetet hozzon létre. Robert Maillart az első között volt, aki, ahogy írta: „tudatosan próbált létrehozni esztétikus, ötletes és elegáns szerkezeteket, miközben megfelelnek a biztonság és használhatóság követelményeinek”.

Mivel a mérnökök gyakran együttműködnek építészekkel, így sok esetben a szerkezet eleganciája vagy művészi megfogalmazása a mérnöki helyett az építészeti tervezésnek köszönhető, de még ekkor is igen fontos eleme az ilyen tervezésnek: a mérnöki fantázia, valamint az innováció. Mindig van kapcsolat a szerkezet morfológiája és a tervezési folyamat, illetve a szerkezettervező között. Ki ne ismerné fel például Isler szabad peremű héjait vagy Gaudí neogótikus, erővonalakot formázó kő- és betoncsipkéit?

A mérnöki alkotások művészete jelentősen elkülönül az építészek gyakorlatától, mivel a mérnöki alkotások esetében a feltételrendszerek betartása sokkal szigorúbb követelmény, mint az építészeti tervezést meghatározó feltételek esetében. Miközben a szerkezettervező mérnök elegáns szerkezet kialakítására törekszik, nem hagyhatja figyelmen kívül, hogy szerkezetének minden körülmények között meg kell felelnie a biztonsági, a használhatósági és a gazdaságossági követelményeknek! Az építész ennél sokkal szabadabban tervezhet, mivel őt – ugyan korlátozzák a felhasználási igények, mégis – igazából oly mereven semmi sem köti, s a cél érdekében még a feltételrendszerén is lazíthat.

„....az esztétikai igényesség és folyamatos innovatív útkeresés a kreatív mérnöki alkotó tevékenység alapja, s a jelentősebb mérnöki alkotások terén – mint például egy stadion esetében is – képesnek kell lennünk újszerű, egyedülálló csúcstechnológiák alkalmazására.”

Az intellektuális művészet

A mérnök által megfogalmazott – mondjuk – művészi alkotáshoz kiterjedt intellektuális háttér, tudományok sorának mélyreható gyakorlati ismerete is szükséges. De igazán, leginkább ezen ismeretek tudáshálózatának komplex, a hálózati elemek összefüggéseinek ismerete, összekapcsolásának képessége az, ami a legszükségesebb elem az alkotó mérnöki munka művészi szintű kibontakozásához. Csakis ez biztosítja, hogy a mérnöki alkotás akár művészi elemként is szerves részesévé váljon környezetének. A művészi intellektualitás tehát nem csak egy pozitív eleme, hanem szükséges feltétele a mérnöki alkotó folyamatnak. Még akkor is, ha a tervezési folyamatban ma már a számítógépek és numerikus modellek a mérnökök lenyűgöző eszközkészletének szerves részévé váltak. De a mérnöki, különösen a művészi megjelenéshez szükséges konstruktóri munka legfontosabb eleme továbbra is – mint ember – a mérnök maradt. Mert csak ő képes a gyakorlatban – saját kultúrájának, kreativitásának felhasználásával – a mérnöki gondolkodást művészetté formálni.



Belső késztetés

Az alkotó munka motorja az alkotás utáni vágy, egyfajta belső késztetés megléte. Ezt a belső késztetést pontosan definiálni nem lehet, hisz erősen személyiségfüggő, így mindenkinél más és más áll a háttérben. Ahogy maga a művészet minden megnyilvánulása is személyes jellegű.

A különböző belső kényszerek és adottságok kialakulása erősen függ a környezettől, a családi háttértől. Így például felvidékről származó festőművész édesanyámtól ivódott belém képeim keresztül a természet, a formai gazdagság és a harmónia utáni vágy. És talán neki köszönhetem, hogy a rajzolás sosem okozott gondot. Édesapám erdélyi ősöktől származó építész volt. Neki is része volt abban, hogy életem meghatározó eleme lett a természet és a harmónia keresése. De mindezekén túl, neki köszönhetem, hogy a matematika gyerekkoromtól szenvedélyemmé vált. Iskolás éveimben édesanyám könyveiből Henry Moore és művészete ragadt meg bennem leginkább, míg édesapám könyveit forgatva Le Corbusier és az ő építészete volt rám nagy hatással. Később aztán már csak azért is nagy érdeklődéssel ismertem meg munkásságukat, mert mindketten stílust teremtettek, korszakot zártak és nyitottak egyszerre.

Ugrásszerűen megváltoztatták a fejlődés menetét, vagy legalábbis nekik sikerült az új irányt, a változást, a letisztult formák művészetét végleg elfogadtatni a világgal. Jóval később aztán – mindezekre alapozva – mérnöki gondolkodásom, illetve filozófiám kialakulásában meghatározó szerepet játszott dr. Kollár Lajos professzor, aki megtisztelt barátságával. Így közös beszélgetéseink során tapasztalhattam meg igazán,

mit is jelent a mérnöki gondolkodás. Nos, miért is tértem ki erre részletesebben? Mert az esztétikai igényesség és folyamatos innovatív útkeresés a kreatív mérnöki alkotó tevékenység alapja, s mert a jelentősebb mérnöki alkotások terén – mint például egy stadion esetében is – képesnek kell lennünk újszerű, egyedülálló csúcstechnológiák alkalmazására.

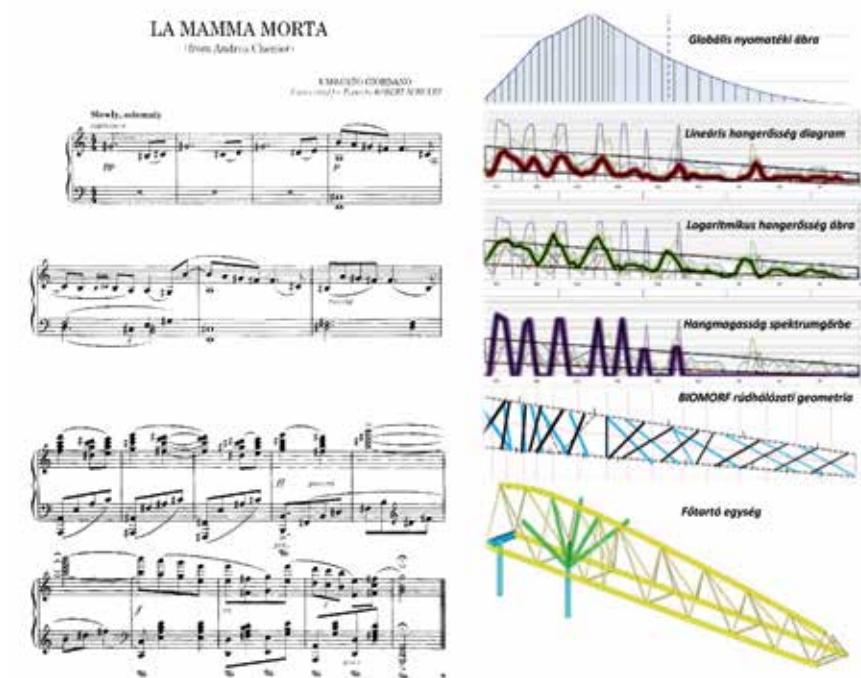
A debreceni Nagyerdei Stadion tetőszerkezete

Innovatív és különleges szerkezet a debreceni Nagyerdei Stadion tetőszerkezete, mely egy olyan ortogonálisan anizotróp acél térrács, ahol a radiálisan elhelyezett felső és alsó öveket – a háromöví tartókkal analóg – ferde síkú aszimmetrikus – az előbbiekkal analóg jellegű biomorf – rácsokat fogja össze. A biomorf kapcsolatot itt, a rácsrudak első ránézésre nem szabályos, a fák ágaihoz hasonló elrendezése adta. Mivel a rácsrudak kiosztása egy tartón belül aszimmetrikus, ezért ha a szerkezet egészét nézzük, akkor azt látjuk, mintha a rácszat „össze-vissza” menne, nem követve semmilyen rendszert. Ezzel elérve azt a látványt, mintha egy sűrű, fákkal teli erdő lombkoronájára néznénk fel. A tartó rúdhalozatának kiosztásához a megfelelő harmóniát a zeneirodalomtól kölcsönöztük, olyan zenei részletet keresve, melynek spektrumgörbe kontúrjai fedik egy szerkezeti egység globális igénybevételi ábráit. Számtalan darab elemzését követően Umberto Giordano: Andrea Chénier operájának emblemikus áriájára, a „LA MAMA MORTA”-ra esett a választás. E zenei betét matematikai analízisével meghatározott hullámformák és spektrumgörbék elemzését követően, speciális transzformációval – a spektrumgörbék határozott integráljaival – határoztuk meg a rácsrúdkiosztási algo-

ritmust. A fenti példából tapasztalhatjuk, hogy bár a rácsrudak nem egy pontban csatlakoznak az övekhez, mégis – az állandó keresztmetszetű övekben a végek felé növekvő teherbírás tartalék miatt is – a rácsrudak megfelelő variálásával az övek kihasználtsága jelentősen csökkenthető. Így már nemhogy nagyobb, hanem kisebb keresztmetszetű szelvény is megfelel a felső övre, mint egy hagyományos rácszatú tartónál. Mivel az alsó és felső öv a tartó tömegének 70%-át adja, ezért, ha csökkenteni tudjuk az övek keresztmetszetét, akkor anyagot takarítunk meg. Ezért az így létrehozott harmónia és esztétikus megjelenés mellett a kész szerkezet költségei is kedvezően alakultak.

Tudomány vagy művészet?

Ma jóval több és részletesebb statikai számítást készítenek, miközben a konstruálás iránti vágy egyre inkább visszaszorul. A statikai számítás ugyan egy fontos eleme a mérnöki munkának, hogy a tartószerkezet a megfelelő biztonságot nyújtsa, de a legjobb statikai számítás is kevés, ha nem párosul megfelelő konstruktóri munkával. A forma és funkció összetartoznak, akár az ütem és a dal, a zenében, de a formát meghatározzák a tartószerkezetek viselkedései, az erővonalak elrendezkedései is. Összefoglalva az elhangzottakat, adódhat a kérdés: az alkotó mérnöki munka tudomány vagy esetleg művészet? Önállóan egyik sem. Ugyanis a magas szintű mérnöki alkotó tevékenység a művészet egy olyan ága, mely szigorú korlátok közé szorított, s e korlátokat a természeti, a fizikai és a matematikai törvények egymásra épülő szigorú strukturális rendje alkotja. De fordítva is igaz! Azaz a magas szintű mérnöki alkotás az alkalmazott fizikai tudományok szűk területén végzett, művészien ki-munkált tudományos munka eredménye.





KÉPEKBEN

A konferenciát követően a Hajdú-Bihar Megyei Mérnöki Kamara elnöke, a kiállítás és a konferencia főszervezője, dr. Liska András átadta Polónyi Istvánnak a területi kamara életmű-elismerését, a Pekár Imre-díjat.



GERENDATÖRÉS ÉS HÍDLEHAJLÁS

2016. július 8.



Hétméteres betongerendával és mintegy ezer liter vízzel megismételtük Freyssinet 75 évvel ezelőtti gerendatörési kísérletét, igazolva a feszítőerő működési elvét. Mindezzel párhuzamosan – mérnökök és statikusok részvételével – szakemberek tesztelték a Pentele-híd lehajlását a Baltazár téren. A látványos terheléses vizsgálatot több százan kísérték figyelemmel, sőt, a kísérletben gyerekek is részt vehettek, védősisakban. A kísérleteket élőben a ledfalra is kivetítettük.



A VILÁGREKORDER HÍD

Dr. Joó Attila László »
egyetemi docens,
BME Hidak és
Szerkezetek Tanszéke

A debreceni MODEM Modern és Kortárs Művészeti Központ adott otthont Polónyi István „Vonalak és felületek” című tárlatának. Ennek keretén belül kiállították a Pentele-híd közel 9 méteres modelljét, melyet a Budapesti Műszaki Egyetem Hidak és Szerkezetek Tanszéke tervezett.

A kiállításához kapcsolódva 2016. július 8-án tartottunk egy bemutató előadást a tanszék több kollégájával és hallgatójával, s elmeséltük a hídmodell megalkotásának történetét és a nagy híd tervezésében játszott szerepét. A bemutató során egy-egy lehajlásmérő, gyorsulásmérő és nyúlásmérő bélyeg (feszültség-, illetve abból számítottan erőmérés) segítségével bemutattuk a terhelés folyamatát, sőt az érdeklődő közönség terhelhette is a hídmodellt, elsősorban gyerekek ugráltak a hídon, miközben a szülők nyomon követhették a híd viselkedését a számítógép kijelzőjén.

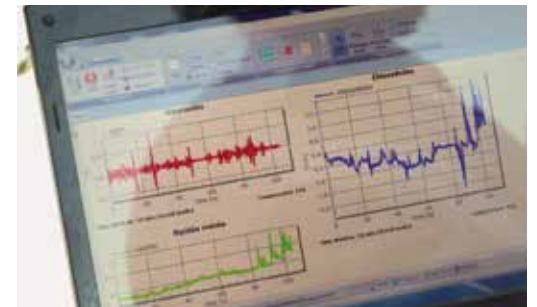
A hídmodell megalkotását és egy laborkörülmények közötti kísérlet végrehajtását a híd tervezői – Horváth Adrián és Nagy Zsolt a Főmterv Zrt. részéről – közösen döntötték el dr. Dunai Lászlóval, a BME Hidak és Szerkezetek Tanszék oktatójával, aki a tanszéki kollégákkal közösen tanácsadói szerepet játszott a munka során. Azért döntöttek a kísérlet végrehajtása mellett, mert a híd akkor világrekordernek számított a Nielsen típusú ívhidak kategóriájában a maga 307,6 méteres támaszközével, így meg kellett győződni az ívek stabilitásához tartozó méretezési eljárás biztonságosságáról. Ehhez egy olyan hidat terveztünk, amelynek a geometria-fügetlen stabilitási jellemzője, az ívek karcsúsága ugyanakkora, mint a megvalósult nagy hídé. A végrehajtott

kísérlet igazolta a méretezési eljárás megfelelő biztonságát, így ezt az eljárást alkalmazták a híd tervezésekor is. A híd megépülte után a próbaterhelést is a tanszék végezte, erről szintén beszámoltunk az előadás során. Érdekesség, hogy a próbaterhelés éjszaka történt, hogy a hőmérsékleti hatásból (a nap vándorlása az égbolton) származó deformációkat kiküszöböljük és közel állandó hőmérséklet alatt mérjük meg a híd lehajlásait az arra felálló teherautók hatására.

Reméljük, hogy az egész kiállítás és különösen a hídmodell felkeltette a laikus érdeklődők figyelmét is, sőt esetleg a jövő generáció számára kicsit ismertebb tette az építőmérnöki szakma szépségeit is.



A hídmodell bemutatása a kiállításon, előtérben a BME Hidak és Szerkezetek csapata (fotó: Nyakó Ágnes)



FESZÍTETT BETON

Freyssinet gerendatörési kísérlet (1941–2016)

Polgár László »



A két debreceni kiállítás megnyitójának napján, 2016. június 16-án bemutattuk Freyssinet 1941-es feszített gerenda modelljét, egy 20 m támaszközű gerenda tervezett megoldásának a kicsinyített 1:5 mását, melynek 12×16 cm keresztmetszetű gerendája vasalatlan betonelemekből állt. Az öt részt 10 db, 5 mm átmérőjű huzalból álló feszítővasalás tartotta össze. Freyssinet gerendájában az önsúly és a ráhelyezett teher hatására 1056 kgm nyomaték keletkezett. Ez mintegy háromszorosa volt a feszített vasalás nélkül kialakított tartók nyomatéki teherbírásának. Freyssinet ezzel a vizsgálattal igazolta a feszítettbeton-építés egyik nagy szerkezeti előnyét.

20 évvel később, 1960-ban nagy szenzációnak számítottak a Tiszaszederkényben gyártott vasbeton elemekből a helyszínen összefeszített gerendák a TVK csarnokaihoz. Ezek közül is kiemelkedtek a Lőke Endre által tervezett 30 m fesztávolságú, 5 db 6 m hosszú elemekből összefeszített gerendák. A 60-as években sok ipari csarnok épült ilyen, több elemből a helyszínen összefeszített gerendákkal. A 70-es években a hazai hídépítéseknel is gyakori volt ez a technológia. Majd mintegy 50 év szünet után egy sportcsarnok építésénél, ahol a szűk utak miatt nem lehetett fordulni 40 m hosszú vasbeton gerendákkal, megvalósult a 3 elemből összefeszített 40 m fesztávolságú tartó.

Ezért is nagy jelentőségű, hogy a MODEM előtti Baltazár téren a Polónyi-kiállítás kapcsán – 2016. június 16-án, a megnyitó után – felelevenítettük a 75 évvel ezelőtti Freyssinet gerendabemutatót.

Első ütemben a Freyssinet terhelést követtük, azaz 5 db 80 cm hosszú elemet feszítettünk össze, és erre akasz-

tottunk fel egy 1 m^3 űrtartalmú műanyag tartályt. Így a terhelést a Hajdú-Bihar Megyei Mérnöki Kamara egyszerűbben oldotta meg a tartály vízzel való feltöltésével, mely 1 tonna tömegig tudott terhet átadni a gerendára. Ilyen hossz mellett a gerenda a terhelés hatására valamelyest lehajlott, de a közönség által várt szenzáció, a törés elmaradt. Vízzel teli tartálynál, azaz 1000 kg tömegű terhelésnél pedig már szépen le is hajlott a gerenda. Itt a feszítő feszültség még csak 500 N/mm^2 volt. Másnap még rátettünk 200 kg tömegű betonelemeket, s a lehajlás növekedett, de a gerenda továbbra sem tört el. A tárlatot kísérő szakmai napon a Freyssinet gerendatörési kísérletet megismételtük, de ahhoz, hogy a gerenda ezúttal el is törjön, 3 újabb tag beépítésével 6,40 m-re növeltük a gerenda hosszát. Ekkor a feszítő feszültség 800 N/mm^2 volt. A feszítő pászmákat műanyag csőbe fűztük, tehát nincs kapcsolat a pászmák és a beton között, csak a tartóvégen a lehorgonyzásnál. Emiatt a repedés a gerenda közepe környékén, egy helyen kezdődik, és itt nyílik egyre erősebben. A repedés megnyílásával, illetve hosszával a nyomott öv egyre kisebb magasságú lesz, és a gerenda a nyomott beton összemorzsolódásával eltörik.

A kísérletet több mint kétszázan követték végig a Baltazár téren, nagy érdeklődés mellett. Mindez igazolja, hogy a mérnöki tevékenységet is el lehet vinni az utcára.



FREYSSINET GERENDATÖRÉSI KÍSÉRLET





Lakner Lajos »

tudományos igazgatóhelyettes,
Déri Múzeum

Utószó

9293

UTÓSZÓ

A Hajdú-Bihar Megyei Mérnöki Kamara a törvényben előírt közfeladatain túl a mérnöki szakma mind szélesebb körű megismertetésére törekszik, valamint arra, hogy minél több információt gyűjtsön be a mérnöki munka társadalmi megítéléséről, csak így tud ugyanis a közönség igényeire reagálni. E két célt is szolgálta Polónyi István magyar származású mérnök életművének bemutatása a *Vonalak és felületek* című kiállításon, mely korábban sikert aratott Németország több nagyvárosában (Dortmund, Hamburg, Cottbus, Berlin, München). A látványos, számos statikai problémát szemléletesen bemutató, interaktív tárlat népszerű volt Debrecenben is, köszönhetően a kreatív megoldásoknak és a Baltazár téri látványos és tanulságos statikai bemutatóknak. Külön érdem, hogy a kamara nem elégedett meg azzal, hogy a magyar közönség számára is befogadhatóvá tegye a Polónyi-kiállítást, hanem pályázatot hirdetett mérnökök és egyetemi oktatók számára. A kortárs magyar mérnökök színe-java küldött munkákat, ami egyértelműen jelzi az esemény rangját. E kiállítási egység egyszerre szolgálta a szórakozást, hiszen látványosnál látványosabb tervek és makettek láthatott a közönség, és egyszerre a mérnöki munka megismertetését. A kamara rendkívül fontosnak tartotta, hogy a kiállítási anyag a laikus látogatók figyelmét is lekötő látványos, továbbá a tárlat színvonalának megfelelően igényes, esztétikus is legyen. Hogy ez sikerült, köszönhető a MODEM szakértő csapatának a kurátortól kezdve a kivitelező munkatársakig. A kiállítás népszerűsítésének és a laikusok számára befogadhatóvá tételének fontos eszközei voltak a rendkívüli tárlatvezetések, ahol szakmai és személyes megközelítés találkozott, a múzeumok éjszakáján pedig több ezren látták mind a két emeletnyi anyagot. A másfél hónapig álló kiállítások azzal a kérdéssel is szembesítették a látogatókat, hogy az épületek tervezése egyszerre statikai és esztétikai probléma, s egyáltalán nem mindegy, hogy milyen épített környezet vesz bennünket körül.

modem



modem



A kiállítás magyarországi
szervezője:



MAGYAR MÉRNÖKI
KAMARA



Hajdú-Bihar Megyei
Mérnöki Kamara

Főtámogató:



Kiemelt támogatók:



KESZ



FREYSSINET
SUSTAINABLE TECHNOLOGY



TÁRS-95 KFT.

Támogatók:

FOMTERV



MAI
MAGYAR ÉPÍTÉSI
MÉRNÖKSÉG



BAUVIV Kft.



IMPRESSZUM

A POLÓNYIZMUS DEBRECENBEN. TARTÓSZERKEZETEK MŰVÉSZETE
2016. június 17. – július 24.

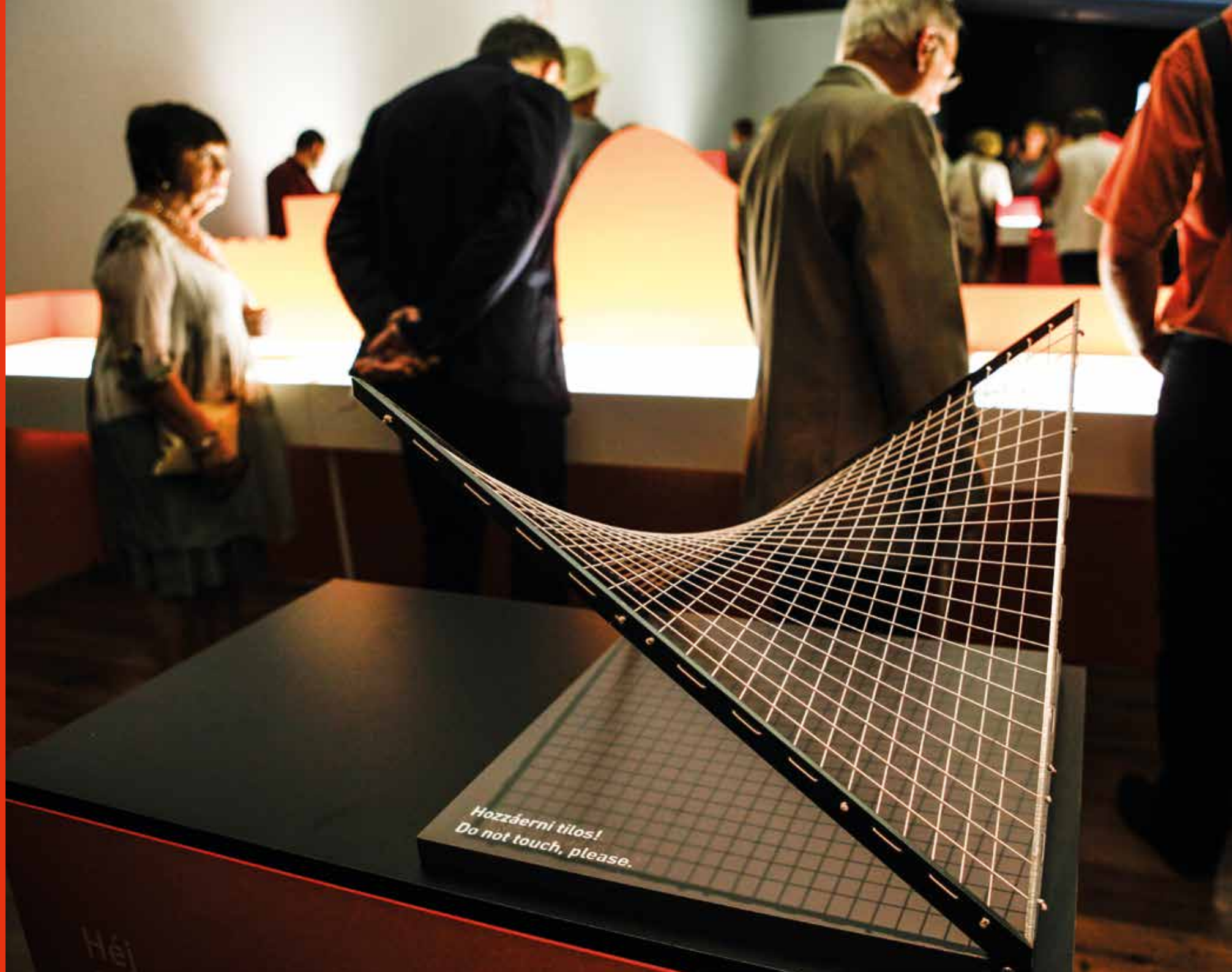
szerkesztő: **Liska András, Koroknai Edit**
szakmai tanácsadó: **Dezső Zsigmond**
grafikus: **Vizvárdi András**
fotó: **Debrecen Televízió, Dubniczky Miklós, Fürjes Viktória,**
Hajdú-Bihari Napló, Lukács Tihamér, Máthé András,
MTI, Nyakó Ágnes, Sajtos István
szöveggondozás: **Koroknai Edit**
kiadja: a **Hajdú-Bihar Megyei Mérnöki Kamara,**
4025 Debrecen, Arany János u. 45.
felelős kiadó: **Liska András**
nyomdai munkálatok: **Center-print Nyomda Kft.,**
4027 Debrecen, Füredi út 76., ügyvezető: **Szabó Sándor**

Külön köszönet:

Papp Lászlónak, Debrecen polgármesterének;
Barsiné Pataky Etelkának, a Magyar Mérnöki Kamara elnökének;
Dalmi Dénesnek, a kamara tartószerkezeti tagozata elnökségi tagjának;
Lakner Lajosnak, a Déri Múzeum tudományos igazgatóhelyettesének,
Kónya Ábelnek, a MODEM vezető kurátorának; a kiállítástervezésért
Kovács D. Barnának (Barna Architects); a tervezési tanácsadásért
Demeter Nórának (Demeter Design Studio); de mindenekelőtt
köszönet **Polónyi Istvánnak,** aki két évvel ezelőtt a Budapesti Műszaki
Egyetemnek ajándékozta az életművét bemutató anyagot.
Köszönet mindenkinek, aki segítette a kiállítás létrejöttét.

A Hajdú-Bihar Megyei Mérnöki Kamara jelen kötet bármely részének másolásával, terjesztésével, a benne megjelent adatok elektronikus tárolásával és feldolgozásával kapcsolatos minden jogot fenntart. A kötetben megjelent minden szerzői mű csak a kiadó előzetes írásos vagy elektronikus dokumentumban foglalt engedélyével tehető hozzáférhetővé, illetve másolható a nyilvánosság számára a sajtóban. Ez a nyilatkozat a szerzői jogról szóló 1990. évi LXXVI. törvény 36. bekezdésében foglaltak szerint tiltó nyilatkozatnak számít.

ISBN 978-963-12-6782-2





modem[®]

