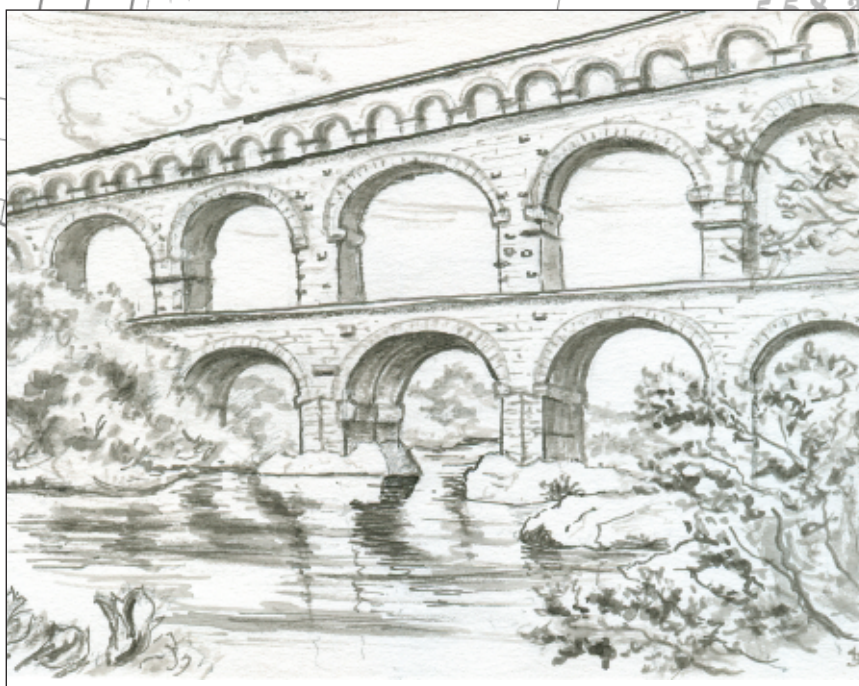
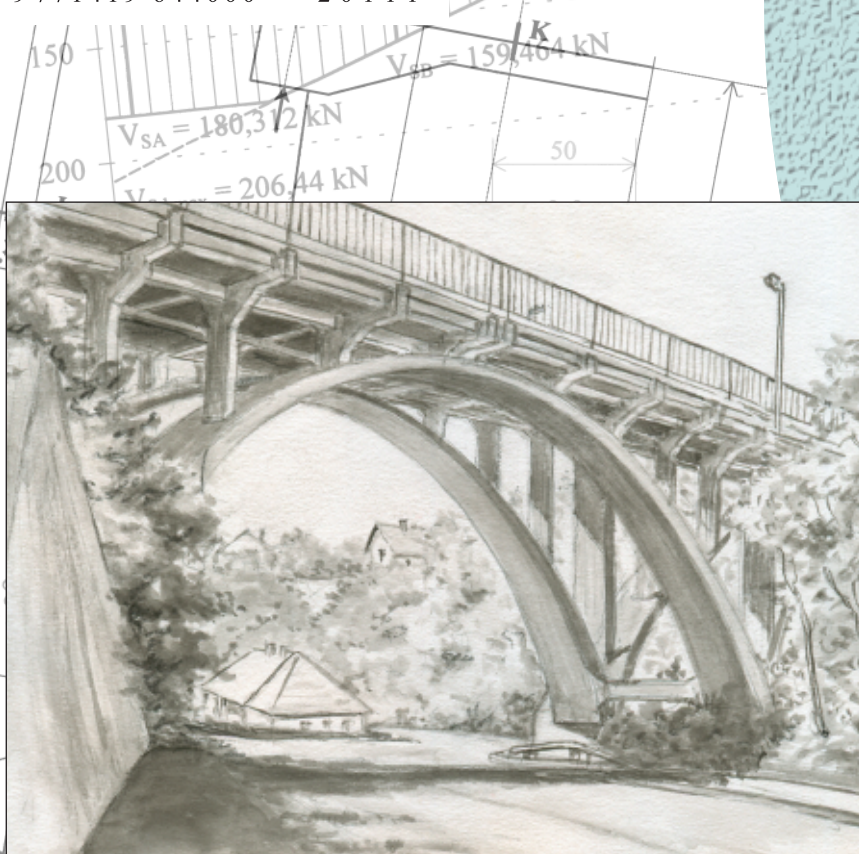


A **fib** MAGYAR TAGOZAT LAPJA

VASBETONÉPÍTÉS

CONCRETE STRUCTURES

JOURNAL OF THE HUNGARIAN GROUP OF **fib**



A 2010. évi Palotás László-díj átadása

1

Mátyássy László Palotás László-díjat kapott

2

Dr. Ratay Robert Palotás László-díjat kapott

Én és a tartószerkezeti
mérnökpatológia

8

Aarne Jutila Vasbeton hidak Finnországban

14

Személyi hírek

Kovács Zsolt 70 éves

25

Dr. Simon K. Tamás — Vass Viktória

A beton elektromos ellenállása és a vas- beton tartósságának összefüggése

26

Személyi hírek

In memoriam
prof. dr. Talabér József

30

Könyvajánló

31

2011/1

XIII. évfolyam, 1. szám

Főszerkesztő:

Dr. Balázs L. György

Szerkesztő:

Dr. Träger Herbert

Szerkesztőbizottság:

Beluzsár János

Dr. Bódi István

Csányi László

Dr. Csíki Béla

Dr. Erdélyi Attila

Dr. Farkas György

Kolozsi Gyula

Dr. Kovács Károly

Lakatos Ervin

Madaras Botond

Mátyássy László

Polgár László

Telekiné Királyföldi Antonia

Dr. Tóth László

Vörös József

Wellner Péter

Lektorai testület:

Dr. Deák György

Dr. Dulácska Endre

Dr. Janzó József

Királyföldi Lajosné

Dr. Knébel Jenő

Dr. Lenkei Péter

Dr. Loykó Miklós

Dr. Madaras Gábor

Dr. Orosz Árpád

Dr. Szalai Kálmán

Dr. Tassi Géza

Dr. Tóth Ernő

(Kéziratok lektorálására más
kollégák is felkérést kaphatnak.)

Alapító: a **fib** Magyar Tagozata

Kiadó: a **fib** Magyar Tagozata

(**fib** = Nemzetközi Betonszövetség)

Szerkesztőség: BME Építőanyagok és

Mérnökgeológia Tanszék

1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.

Tel: 463 4068 Fax: 463 3450

E-mail: fib@eik.bme.hu

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

Az internet verzió technikai

szerkesztője: Bene László

Tervezőszerkesztő: Halmai Csaba

Nyomdai kivitelezés: Navigar Kft.

Egy példány ára: 1275 Ft

Előfizetési díj egy évre: 5100 Ft

Megjelenik negyedévenként

1000 példányban.

© a **fib** Magyar Tagozata

ISSN 1419-6441

online ISSN: 1586-0361

Hirdetések:

Külső borító: 220 000 Ft+áfa

belső borító: 180 000 Ft+áfa

A hirdetések felvétele:

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

Címlapgrafika:

Dr. Imre Lajos

TARTALOMJEGYZÉK

1 A 2010. évi Palotás László-díj átadása

2 Mátyássy László Palotás László-díjat kapott 2010. december 6-án

8 Dr. Ratay Robert Palotás László-díjat kapott 2010. december 6-án

Én és a tartószerkezeti mérnökpatológia

14 Aarne Jutila Vasbeton hidak Finnországban

25 Személyi hírek Kovács Zsolt 70 éves

26 Dr. Simon K. Tamás – Vass Viktória A beton elektromos ellenállása és a vasbeton tartósságának összefüggése

30 Személyi hírek In memoriam prof. dr. Talabér József

31 Könyvajánló: Balázs-Borosnyói-Tóth: MŰEGYETEMEN VÉGZETT ÉPÍTŐMÉRNÖKÖK ÉS MUNKÁSSÁGUK IV.

Dr. Balázs György:
KÜLÖNLEGES BETONOK ÉS BETONTECHNOLÓGIÁK III.

32 Könyvajánló: A MAGYAR MÉRNÖKI KAMARA KIADVÁNYAI

A folyóirat támogatói:

Vasúti Hidak Alapítvány, Duna-Dráva Cement Kft., ÉMI Nonprofit Kft.,
Hídépítő Zrt., Holcim Hungária Zrt., MÁV Zrt., MSC Mérnöki Tervező és Taná-
csadó Kft., Lábatlani Vasbetonipari Zrt., Pont-Terv Zrt., Strabag Zrt., Swietelsky
Építő Kft., Uvaterv Zrt., Mélyépterv Komplex Mérnöki Zrt., Hídtechnika Kft.,
Betonmix Mérnökiroda Kft., BVM Épelem Kft., CAEC Kft., Pannon Freyssinet
Kft., Stabil Plan Kft., SW Umwelttechnik Magyarország Kft., Union Plan Kft.,
DCB Mérnöki Iroda Kft., BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszéke,
BME Hidak és Szerkezetek Tanszéke

A 2010. ÉVI PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJ ÁTADÁSA

2010. DECEMBER 6.

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

Nem kell hangsúlyoznom, hogy milyen nagy örömmel veszek részt a Palotás László-díj ünnepélyes átadásán. Ennek ellenére engedjék meg, hogy ezen a helyen legalább egy mondatban megemlékezzem szeretett Testvéremről, Pótáné Palotás Piroskáról. A kitüntetések ünnepélyes átadását 2000-től, a Palotás László-díj alapítási évétől folyamatosan, kilenc alkalommal – az elmúlt év decemberében bekövetkezett váratlan haláláig – Piroska testvérem személye fémjelezte. A magyar vasbetonépítés sikerei fölötti örömet tükröző kedves mosolya azt hiszem itt mindenkinek nagyon fog hiányozni.

Köszönetemet fejezem ki a **fib** Magyar Tagozatának, különösen a Nemzetközi Betonszövetség Magyar Tagozata elnökének, Balázs L. György professzornak és a Palotás László-díj Kuratórium elnökének, Zsomboly Sándornak, hogy megtiszteltek az édesapám nevét viselő díj átadásával, és így elsőnek gratulálhatok a díjazottaknak.

Nagy örömmel gratulálok **Mátyássy Lászlónak**, a Pont-Terv Zrt. vezérigazgatójának, a Magyar Mérnöki Kamara Hidász Szakosztály volt elnökének, aki 38-éves szakmai és vezetői munkakörében számos hazai folyami és autópálya híd tervezését végezte, és irányította.

Sok szeretettel köszöntöm **dr. Ratay Robert** tartószerkezeti tanácsadó mérnököt, a New Yorki Columbia University

professzorát, számos nemzetközi szervezet vezetőségi tagját, a mérnökpatológia nemzetközileg elismert szakértőjét az Egyesült Államokból. Ratay professzor több, mint négy évtizedes szakmai életműve az Egyesült Államokban egy csodálatos példája annak, hogyan lehet a szerkezettervezői munkát a felsőoktatási és tanácsadói tevékenységgel egyesíteni.

Tisztelt Mátyássy László! Tisztelt Ratay Robert! Engedjék meg, hogy a mérnöki, tudományos és műszaki problémák megoldásához, az oktatói és más szakmai, ill. tudományos egyesületekben végzett tevékenységükhöz a jövőben is sok sikert, alkotórérőt és jó egészséget kívánjak.

Befejezésül szeretnék egy gondolatot Szigethy Gábor „Miért álmodik a magyar” előszavából idézni, amit Széchenyi István „A Magyar Akadémia körül” című művéhez írt:

„Álmodni és teremteni képes férfiak, nők csinálnak történelmet. Álmodják, amit kell, teremtik, amit lehet. Álmodott és teremtett Széchenyi István.

Akadémiát alapított 1825-ben, mert realista volt, de már 1821-ben hídról álmodik, amelynek lenni kellene Pest és Buda között.”

Álmodtak és teremtettek a díjazottak.

A Lánchíd 1849. november 20-án került átadásra.

A híd – a megvalósult álom.

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



Prof. Ratay Robert (2010. évi díjazott), Prof. Palotas M. László, Mátyássy László (2010. évi díjazott)



Prof. Ratay Robert előadást tart



Prof. Balázs L. György, Prof. Ratay Robert, Prof. Palotas M. László, Mátyássy László, Zsomboly Sándor

Az a megtiszteltetés, hogy átvehettem a fib magyar tagozatának 2010. évi Palotás László díját ifjabb Palotás László professzor úrtól, egyben arra is ösztönzött, hogy átgondoljam eddigi szakmai pályafutásom eseményeit. Amikor azonban felkérést kaptam, hogy erről egy cikket is írjak, kétségek fogtak el, hiszen számomra merőben szokatlan, hogy munkáimról a személyemmel kapcsolatban fogalmaznak meg gondolatokat. A felkérést azonban úgy éreztem, nem lehet elutasítani, így az alábbiakban megpróbálom összefoglalni hídtervezői pályám legfontosabb állomásait.



1. A PÁLYAKEZDÉS ÉVEI

Mint annyi sok kollégámnak, szakmai pályafutásom a Budapesti Műszaki Egyetemen kezdődött. Igaz ugyan, hogy a felvételem idején ezt átmenetileg ÉKME-nek hívták, de mire végzős lettem már ismét a BME nevet viselte. Tanárait a harmadik tanulási évben kezdtek bevezetni a vasbetonépítés

rejtelseibe. Amikor választás elé kerültünk, a mélyépítő szakot választottam, hiszen számomra a kezdetektől a statikusi pálya hidak tervezését jelentette. Abban az időben a terveződalkodás körülményei között nem sok választási lehetősége volt egy fiatal pályakezdőnek ezzel az érdeklődéssel, így az Uvaterv volt az a hely, ahol a vágyott tervezési tevékenységet folytatni reméltem. Ebben az időben azonban az Uvaterv-be nem volt könnyű bejutni, és a helyzetet még a rendszeres létszám és felvételi záratok is nehezítették. Ezért jelentett nagy lehetőséget, hogy a negyedik egyetemi év után egy hónapot a HÍD-4 osztályon töltöttem el. Az itt szerzett ismeretek és tapasztalatok is segítettek, hogy a diploma megszerzése után 1972-ben ezen az osztályon kezdhettem el dr. Knebel Jenő irányítása alatt a szakma gyakorlását.

A kezdeti években mindjárt nagyon érdekes és szép feladatok kellős közepébe csöppentem. Ekkor folyt ugyanis Magyarországon Jugoszlávia számára több Duna és Száva híd gyártása. Az ortotrop acélszerkezetű hidakat ugyan belgrádi tervezők tervezték, a műhelytervek készítését azonban a gyártó Ganz-MÁVAG megbízásából a HÍD-4 osztály végezte. A sabaci Száva-híd, szendrői Duna-híd, majd az Újvidéki Duna-híd terveinek készítése jó lehetőséget teremtett arra, hogy a korszerű hegesztett acélhidak tervezésében gyakorlatot szerezzek. A folyami acélhidak sorát egészítette ki a szegedi Bertalan Tisza-híd tervezése, amely a 144 m-es középső nyílásával ma is az egyik legnagyobb fesztávolságú hazai

1. ábra: A cigándi Tisza-híd betolás közben



2. ábra: A szolnoki ártéri „százlábú” Tisza-híd

acél gerendahidunk. A sort a 70-es évek végén az Árpád-híd szélesítésének tervezésében való részvétel zárta, ennek során összesen tíz acélszerkezet terveit kellett elkészíteni. Ebben az időszakban, melyben az acélhidak tervezésében nyertem jártasságot dr. Knebel Jenő irányításával végeztem a feladataimat, akitől nem csak a tervezés szakmai fogásait lehetett megtanulni, hanem emberi hozzáállásával és vezetői stílusával is példát mutatott.

2. ÚTKERESÉS A SZAKMA STAGNALÓ ÉVEIBEN

A nyolcvanas évek elején lehetőségem nyílt arra, hogy az Uvaterv keretein belül, vendégmunkásként a linzi VÖEST-Alpine gyárban dolgozzak másfél évet, ahol generáltervezői tevékenységet végeztünk kollégáimmal. Ennek az időszaknak jelentőségét számomra nemcsak az adta, hogy a külföldi munkavégzéssel szélesebbre nyílt látószöggel tekinthettem a világra, hanem az is, hogy a visszatérésem utáni események megváltoztatták szakmai utamat. Hazatérésem után ugyanis áthelyeztek a HÍD-5 osztályra, ahol kisebb műtárgyak tervezése volt a feladatom. Ez nagyon hasznos gyakorlatnak bizonyult, hiszen pályám elején rögtön a nagy hidak világába kerültem, ahol hiányzott egy teljes munka végigvezetésének gyakorlata. A gond csak az volt, hogy ebben az időben a hazai út- és hídépítés súlyos válságon ment keresztül. Az akkori kormányzat nem szánt pénzt a fejlesztésekre, és úgy tűnt számomra, hogy a hídtervező szakma nem tud egy egész életen keresztül végigkísérni. Több ajánlat elutasítása után így elfogadtam a Kerti tervező vállalatnál egy statikus osztályvezetői állást, ezzel átmenetileg a hídtervezés területéről a magasépítési szerkezetek tervezésére tértem át.

A váltás nem volt könnyű, évekig tartott mire ezen a területen is otthon éreztem magam. Kereskedelmi létesítményeket terveztünk, átalakításokat és újakat, önálló építményeket nagy épületek részeit. Felelősségteljes munka volt, különösen amikor egy-egy bérház földszinti üzlethelyiségét kellett átalakítani úgy, hogy a fent lakók ebből semmit sem érezzenek.



3. ábra: Az esztergomi Mária Valéria Duna-híd



4. ábra: A Mária Valéria-híd átadásán

Mindeközben rá kellett jönnöm arra, hogy hiányoztak a híd-tervezési feladatok, visszavágytam erre a területre. Így esett, hogy amikor a nyolcvanas évek vége felé korábbi jóslataimmal ellentétben a hídépítés területén megszorodtak a feladatok, kiderült, hogy az időközben ugyancsak megcsappant tervezői létszám már nem elegendő ezek megoldására. Új szakemberek kinevelése hosszú éveket igénylő feladat, ezért a régi kollégákat keresték meg. Így találtak meg engem is és 1988-ban újra az Uvaterv-ben találtam magam, a HÍD-3 osztályon.

3. SZOROSABB BARÁTSÁGBA KERÜLÖK A VASBETONNAL

A HÍD-3 osztályon Varga József vezetésével feszített beton hidak tervezése folyt. Amikor ide érkeztem, már javában tartott az M0-ás autópálya Soroksári Dunaág-hídjának építése, és hamarosan elindultak a szolnoki Szent István-híd tervezési munkálatai. Nemsokára szakosztályvezetői beosztásba kerültem és a Szent István-híd ártéri szerkezeteinek tervezésével foglalkoztam. Az ártéri szerkezetek szakaszos előtolásos technológiával készültek, így a betolás számítását is én végeztem. Ez nagyon izgalmas feladat volt, tekintettel arra, hogy Magyarországon addig még csak egy ilyen szerkezet épült. A számítógépesítés ekkor még gyermekcipőben járt, nem rendelkeztünk semmilyen kész programmal, mindent magunknak kellett megoldani. Így azután a szakaszos betolás tervezése a szakirodalom tanulmányozásán keresztül a szoftverfejlesztésig mindent tartalmazott, amire a tervezőnek szüksége volt a feladat megoldásához. Ebben a munkában Kovács Zsolt volt a legközelebbi munkatársam. Még egy további érdekessége volt ennek a feladatnak: ennél a hídnál számoltuk először cölöp alapozások igénybevételeit rugal-

mas ágyazás feltételezésével. A talaj rugalmas modellel való figyelembevétele az alapozások statikai számításában számos tekintetben megváltoztatta az addig uralkodó tervezői nézeteket.

A HÍD-3 irodában eltöltött évek tervezői pályafutásom addig hiányzó szegmensét jelentették. A nagy acélszerkezetek, a magasépítési gyakorlat és a kis műtárgyak tervezése után lehetőségem nyílt a feszített vasbeton szerkezetek viselkedésével megismerkedni. Ezen a területen nagy jelentősége van a kiviteli technológiának, az építési állapotok megtervezése nem is lehetséges ezek nélkül. A Szent István híd tervei elkészítése után az osztály feladata volt az M1 autópálya épülő Rába-hídjának tervezése, ahol ugyancsak a betolás számítása volt az én feladatom. 1991-ben én vettem át az osztály vezetését, és nemsokára az első jelentősebb műtárgy önálló tervezését is megkezdhettem. Az M0 autópálya **Dulácska völgyhídja** 5 x 36 m-es fesztávolságával és két szekrényből álló keresztmetszeti kialakításával vezette át a völgyön az autópályát. A feszített híd építéstechnológiáját ugyancsak szakaszos betolással oldottuk meg. Szintén ebben az időszakban készült a **cigándi Tisza-híd** (1. ábra), melynek meder szerkezetét a régi polgári hídról emelték és úsztatták fel az új helyére. Az ártéri hidak feszített beton betolások technológiával épülő szerkezetének tervezését felelős tervezőként irányítottam. Ez volt az utolsó jelentős munkám az Uvaterv-ben.

4. A PONT-TERV ZRT. IDŐSZAKA

Az 1994-es esztendő nagy változást hozott az életemben. A rendszerváltás utáni évek meghozták a lehetőséget, hogy elhagyva a tervgazdálkodás kereteit, a tervezők is saját vállalkozás útján valósíthassák meg elképzeléseiket. Hét Uvaterv-ben

5. ábra: A tiszauji Tisza-híd



6. ábra: A tiszauji Tisza-híd mederpillére





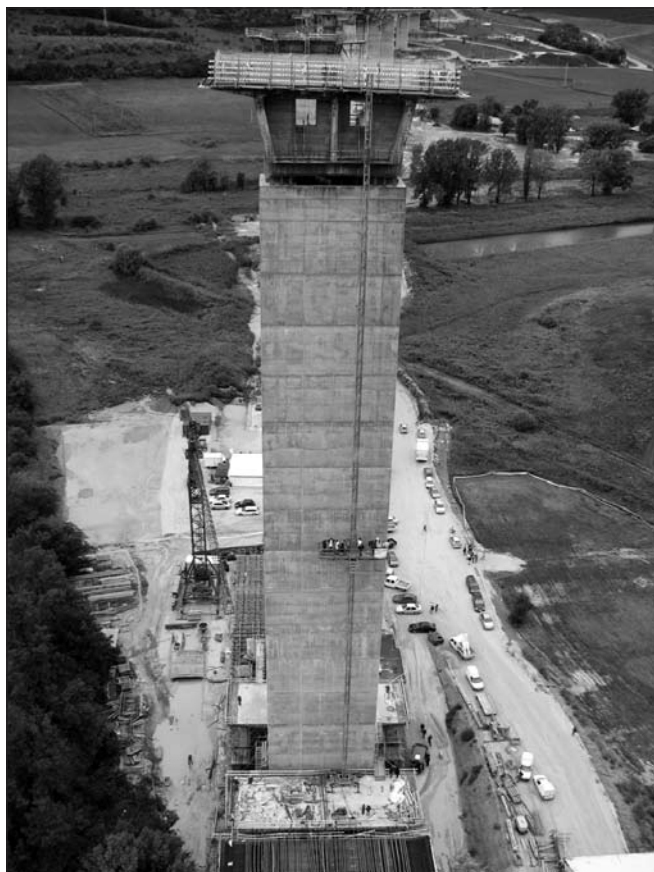
7. ábra: A szekszárdi Szent László-híd

dolgozó hídtervező társammal együtt mi is éltünk a lehetőséggel és megalakítottuk saját tervező cégünket, a Pont-TERV Kft-t. Itt először ügyvezetőként működtem, majd amikor a kft részvénytársasággá alakult annak vezérigazgatójaként és műszaki igazgatóként folytattam tervezői munkásságomat. A Pont-TERV-ben a munkaszerzés nehézségei és a tervezés felelősségének növekedése ugyan többlet terheket jelentett a

8. ábra: A Köröshegyi völgyhíd



9. ábra: A Köröshegyi völgyhíd 80 m magas pillére



10. ábra: Az M7 autópálya S16 völgyhídja



11. ábra: Az M6 autópálya Gyűrűsárok völgyhídja

korábbi alkalmazotti élet után, de ezért bőségesen kárpótolt bennünket az a lehetőség, hogy elképzeléseinket szabadabban tudtuk végrehajtani. A minden cégalapításnál jelentkező kezdeti nehézségek után a cég rohamos fejlődésnek indult és ez lehetőséget teremtett régi vágyunk megvalósítására, hogy a már kihalni látszó hídtervező szakma utánpótlását kinevelhessük. Új munkatársakat vettünk fel, nem csak a régi, ösztönszerű kollégák köréből, hanem kezdő mérnököket is alkalmaztunk, akik mára a szakma legjobbjai közé emelkedtek. Ebben az időszakban a korábbi monokultúras tervezés gyakorlata után megszűnt a feladatok acél vagy vasbeton anyag szerinti szétválasztása, az érdekesebbnél érdekesebb megbízások a felhasznált anyagtól függetlenül váltogatták egymást. Természetesen, mint a cég műszaki vezetője, az alább felsoroltakon kívül a nálunk készült minden jelentősebb tervezési feladat végrehajtásában többé vagy kevésbé részt vettem, hiszen a mi munkánk eredményes végrehajtása az egész csapat kreatív együttműködését igényli. Ugyanígy a továbbiakban említett műtárgyakat sem tudtam volna megtervezni munkatársaim aktív közreműködése nélkül.

A Pont-TERV első időszakában kisebb feladataink voltak, így került sor az FP feszített hídgerenda-család tervezésére, melynek fejlesztésében aktívan részt vettem. A tartófejlesztés mindig jelentős feladata volt a hídtervező szakmának, hiszen hídjaink jelentős része valósítható meg ezek segítségével. Hamarosan ezután érdekes feladatot kaptam, az akkori Hídépítő Vállalat ötlete nyomán terveztem a **szolnoki ártéri Tisza-hídnak** (2. ábra) az 1960-as években épített utófeszített gerendás, erősen leromlott szerkezete felújításának tervezé-



12. ábra: Az M43 autópálya Móra Ferenc hídja



13. ábra: A Móra Ferenc híd tervező csapata

sét. Az ötlet lényege hogy a külső kábeles erősítésen kívül a hosszfeszítés hatásának felhasználásával a kereszttartók meg erősítését is megoldjuk.

Ennek az időszaknak és egyben talán a 20. század végi hídépítésnek a legjelentősebb feladata kétségtelenül az esztergomi **Mária Valéria híd** (3-4. ábra) újjáépítése volt. A tervezési munkát a pozsonyi Dopravoprojekt-tel végeztük, magyar részről a felelős tervező az ekkor már a Pont-TERV-ben dolgozó dr. Knebel Jenő volt. A munka irányításával Pozsonyi Iván munkatársammal együtt tevékenyen részt vettünk. Mindannyiunk összefogása és a feladat iránti lelkesedésünk eredményeképpen a híd korszerű elemekből, de az eredeti építészeti kialakítás és a műemlék jelleg tiszteletben tartásával újulhatott meg. Az itt elért eredményekben a későbbi műemlék hídjaink felújításánál a tervezők követendő példára találtak. A híd tervezése alatt kialakított jó nemzetközi együttműködés a mai napig működő és élő kapcsolatot eredményezett. Erre a munkára mindig úgy fogok emlékezni, mint pályám egyik legjelentősebb és legérdekesebb feladataira.

A **tiszaugi Tisza-híd** (5-6. ábra) eredeti szerkezete közúti hídnak készült, később azonban a vasutat is átvezették rajta. A forgalom növekedésével szükségessé vált a közúti és a vasúti forgalom szétválasztása. Ezt a pillérek szélesítésével és egy új acélszerkezetű ortotróp pályás közúti felszerkezet építésével oldottuk meg. Ennél a hídnál alkalmaztunk folyóvízben először olyan technológiát, amely a Tiszán úsztatással mozgatja a helyére a parton összeszerelt acélszerkezetet. A tiszaugi hídnak azonban van vasbeton építésű érdekes része is, az új híd a régi aléptítményt kiegészítő új, - cölöpökre he-

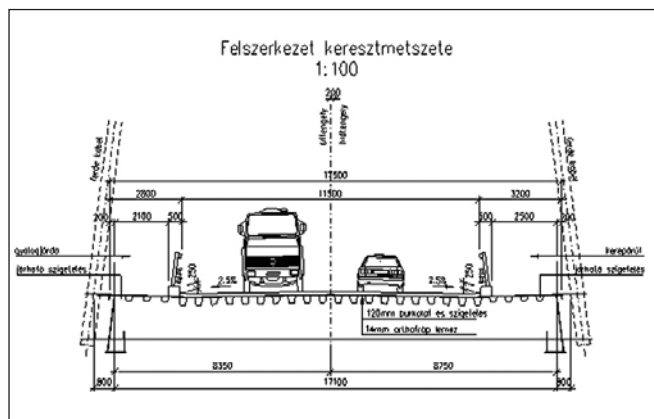
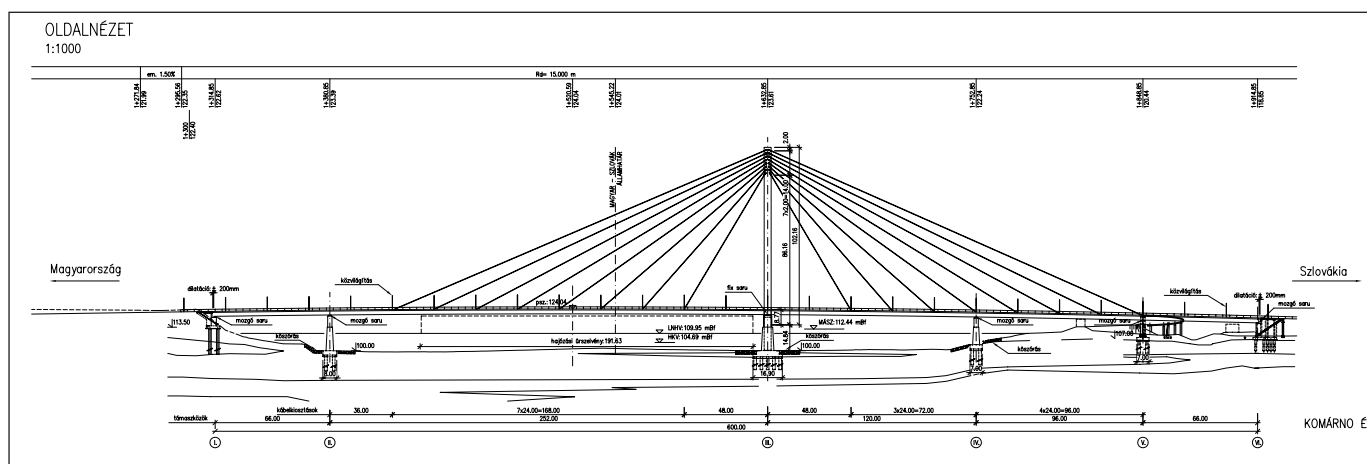
lyezett - pillérekre került. A szélesítés után a régi és az új pillért mintegy háromcsuklós tartóként összekapcsoló szerkezet a terheket gazdaságosan és egyben biztonsággal tudja elviselni.

A következő feladatom két szép acélszerkezet tervezése volt. Az egyik a **szekszárdi Szent László-híd** (7. ábra) meder szerkezetének tervezése, amely az úsztatásos technológia továbbfejlesztésének alkalmazása miatt érdemel külön említést. A másik a **Köröshegyi völgyhíd**, melynek acél felszerkezetű változatát 2002-ben terveztük meg. A tervek kiviteli fázisa is elkészült. A szekrényes keresztmetszetű acélhíd betolások technológiával került volna a helyére. A 120 m-es nyílásokon árbóc és betoló csőr segítségével haladt volna a hídfő mögött elhelyezett szerelótéren összeállított felszerkezet. A hídnak ez az első változata végül nem valósult meg, két év szünet után vasbeton változat megvalósítása mellett döntöttek.

A Köröshegyi völgyhíd feszítettbeton változatának engedélyezési tervét 2004-ben készítettük el. A kiviteli terveket a kivitelezést elnyerő Hídépítő Zrt megbízásából a Hídépítő Műszaki osztályával együtt társtervezőként készítettük. A konzolos szabadbetonozásos technológiával épülő felszerkezet a völgy közepén 80 m magas szekrényes szerkezetű vasbeton pillérekre áll. A leghosszabb magyarországi híd 1872 m hosszú, dilatációs megszakítás nélkül hidalja át a völgyet. Számos technikai érdekességet tartalmaz, mint például a hídvégi saruk egyedi elhelyezését, melyeket a híd nagy mozgása és a csaknem 3 %-os esése miatt a pályával párhuzamosan építették be. A vízelvezetési rendszere és a belső közlekedés megtervezése ugyancsak figyelmet érdemel. A híd tervezésénél a Balaton közelsége miatt a környezetvédelmi szempontokat különös jelentőséggel vettük figyelembe. A Köröshegyi völgyhíd európai kitekintésben is jelentős alkotás.

A völgyhíddal egyidőben az M7 autópályán még három kisebb völgyhíd tervezését vezettem, mindegyiket feszítettbeton szekrényes keresztmetszettel és szakaszos előretolások technológiával építették. Hosszuk 165 és 306 m között változott. Az **M7-es völgyhidak** (8-10. ábra) tervezésénél Knebel Jenő, Pozsonyi Iván, Nagy András, Pálóssy Miklós, Kiss Lajos[†], kollégáim közreműködését mindenképpen meg kell említenem.

Ezután ismét acélhíd következett, a **dunaújvárosi Duna-híd ártéri felszerkezeteinek** kiviteli tervezési munkáit irányítottam. A külön pályán futó acél pályalemezű, szekrényes hegesztett szerkezetű hidak közül különösen az 1000 m hosszúság is meghaladó jobbpartiak érdemelnek figyelmet. Szerelése a Dunában elhelyezett jármokon történt és a betolások technológiával juttatták a helyére. Ennél a hídnál a nyílásokon való átvezetéshez vendéghidat alkalmaztak. A Pentele-



hídnak csak az ártéri szerkezeteihez majdnem 15000 t acélt használtak fel.

Az M6 autópályán épült az ország leghosszabb szakaszos előtölással készített közúti feszítet beton hídj a Gyűrűsárok völgyhíd (11. ábra) hossza 650 m. Két önálló felszerkezete 50 m-es nyílásokkal hidalja át a völgyet. A betoláshoz a hazai gyakorlatban először emelő-toló sajtók alkalmazása helyett az alsó és felső lemez átlukasztásában elhelyezett acéltüskéket használtak.

Az M43 autopálya első változatát a Tisza híd térségében csak kétszer egy sáv szélességűre tervezték. Időközben kiderült, hogy a várható forgalom szükségessé teszi kétszer két forgalmi sáv megépítését. Az új Tisza-híd tervezésére (12. ábra) pályázatot írtak ki, melyben az híd esztétikai megjelenése alapján választották ki a nyertes változatot. Végül a Pont-TERV által ajánlott különleges szerkezet megvalósítása mellett döntöttek, mely a Tiszát 180 m fesztávolsággal hidalja át. A **Móra Ferenc híd** (13. ábra) kívül feszített (extradosed), hullámlemez gerincű, szabadbetonozásos technológiával épített szerkezete európai mércével mérve is egyedülálló, mivel hasonló szerkezetű hidak eddig csak Japánban épültek. Az ott épült hidaktól eltérően azonban mi a külső kábeleket a közép-ső elválasztó sávban helyeztük el. A hullámlemezes gerinc és külső ferde kábelek alkalmazása egy rendkívül karcsú, esztétikus megjelenésű híd tervezését tette lehetővé, mely megjelenésével bármilyen városi környezetben is kedvező hatást válthatna ki. A híd az előbbieken túl is számos technikai érdekességet és újdonságot tartalmaz, mint például a ferde kábelek pilonon történő átvezetése, mely a VSL legújabb fejlesztésének felhasználásával készült. A híd építése a szakmában szokatlanul nagy felkészültséget és precizitást igényelt mind a tervezőktől, mind a hidat építő A-HÍD Zrt. munkatársaitól az kivitelezés minden fázisában. Itt is látványosan beigazoló-dott a hídépítés régi igazsága, hogy eredményes munkát csak

a résztvevők szoros együttműködésével és közös gondolkodásával lehet elérni. Hálás vagyok ezért mindem tervező és kivitelező munkatársamnak, aki alkotó munkájával segítette ennek a különleges szerkezetű hídnak a megvalósulását. A tervezésben legfontosabb és közelibb munkatársaim Fornay Csaba, Nagy András és Szabó Gergely voltak.

A jövőbe mutató feladataim közül a legérdekesebb a komáromi új Duna-híd (14-15. ábrák) tervezése volt. A híd engedélyezési terveit a pozsonyi Dopravoprojekttel közösen készítettük, szlovák részről Nagy László volt a tervező partnerem. A híd acél merevítő tartóval és ferdekábeles szerkezettel készül, egyedi pilon megoldással. A kocsipálya kétszer egy forgalmi sávot vezet át, a legnagyobb nyílás fesztávolsága 252 m.

5. VISSZATEKINTÉS

Tervezői pályám áttekintése után azokat a megállapításokat tartom fontosnak kiemelni, melyeket már írásom korábbi szakaszában említettem. A tervezői munkában is, mint más területeken az együttműködés az egyik legfontosabb elem. Az együttműködés a tervező kollégák, a tervezők - kivitelezők és a megvalósítás egyéb résztvevői között. Ezért köszönettel tartozom minden tanáromnak, munkatársamnak és partneremnek, akiktől nagyon sokat tanultam, és akik munkáim elvégzését segítették. Pályafutásom során megtanultam, hogy a szakmánk nem osztható fel acél és vasbeton területekre, ezek a valóságban szerves egységet alkotnak. Különösen igaz ez a mai körülmények között, amikor számítógépes technikákkal a különböző anyagok együttműködését könnyen tudjuk követni.

Köszönöm egyúttal azt a megbecsülést is amelyet a Palotás László-díj elnyerésével kaptam és amely úgy érzem, egyben annak a tervező közösségnek elismerését is jelenti, melynek tagjaiként a fenti feladatokat megoldottuk.

Mátyássy László (1949), okleveles építőmérnök (1972 BME). A Pont-*TERV* Zrt. vezérigazgatója. 1972-84-ig az Uvaterv hidtervező mérnöke, majd irányító tervezője, 1981-82-ben a Voest-Alpine munkatársa Linz-ben, 1984-88 között a Kerti tervező vállalat osztályvezetője. 1998-tól szakosztályvezető az Uvaterv-ben, majd 1991-94 között a Hid-3 osztály vezetője. 1994 óta a Pont-*TERV* Zrt. egyik vezető munkatársa. Szakmai pályafutása alatt számos hazai és export híd tervezésében vett részt, mind a nagy acélhidak, mind a feszítettbeton szerkezetek tervezésében nagy jártasságra tett szert. Számos publikációja jelent meg szakmai folyóiratokban. 1998 és 2008 között a MMK Hidász Szakosztály elnöke, 2004-2008 között a Tartószerkezeti tagozat elnökségi tagja volt. Munkáját Feketeház János-díjjal (2007) és Arany Mérföldkő-díjjal (2008) ismerték el. A *fib* magyar tagozatának tagja.

ÉN ÉS A TARTÓSZERKEZETI MÉRNÖKPATHOLÓGIA (MÉRNÖKPATHOLÓGIA AZAZ: FORENSIC ENGINEERING)

A cikk átdolgozott formában ismerteti a szerző előadását, amelyet 2010. december 6-án tartott a 2010. évi Palotás-díj átvétele után a Budapesti Műszaki és Közgazdaságtudományi Egyetem Dísztermében. Az előadást PowerPoint vetítés kísérte, amiből a cikk csak néhányat tartalmaz.



1. KÖSZÖNETNYILVANÍTÁS

Büszkén, örömmel és megilletődve vettem át a **fib** (Fédération Internationale du Béton) Magyar Tagozatának 2010. évi Palotás László-díját a december 6-i ünnepségen a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Dísztermében.

Az összegyűjtet legalább annyira dr. Palotás László, a szakma iránt elkötelezett nagy tanítómester, megemlékezéséért mint a díjak kiosztásáért volt jelentős.

Köszönöm a **fib** Magyar Tagozata Kuratóriumának, hogy felfigyeltek munkásságomra, hogy időt és energiát fordítottak mérnöki, oktatói és írói tevékenységem megismerésére. Megtiszteltetés, hogy érdemesnek találtak e díjra, a szakmai elismerésnek e szimbólumára. Az, hogy ott állhattam, érzelmileg is megérintett, hiszen Magyarországon születtem, nevelkedtem és tizenkilenc éves koromig itt tanultam.

2. HONNAN IDE?

Hogyan jutottam idáig? Ahogy azt angolul mondanám: *well, it's a long story.*

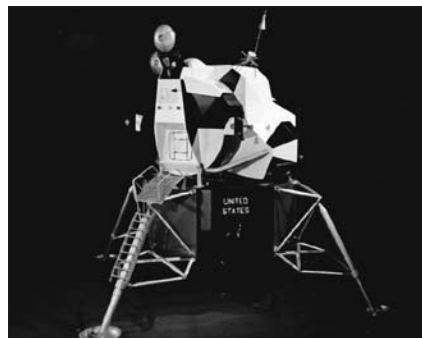
Én tulajdonképpen nem mérnök, hanem építész akartam lenni. Anyolcadik elemi után itt, Budapesten a Magasépítőipari Technikumba jelentkeztem, de valahogy a nevem lemaradt a listáról, és amikor a tanév első napján büszkén megjelentem a Thököly úton – mert ott volt a Magasépítőipari Technikum – azonnal kiderült a hiba és aránylag udvariasan felkértek a távozásra, mivel szerintük én nem léteztem. Megtudtam, hogy a Mélyépítőipari Technikumban volt még hely, tehát oda mentem, gondolván, hogy mély vagy magas mindegy, a lényeg az, hogy építő. Azt is gondoltam, hogy majd valamikor az egyetemen az építészeti karon jól fog jönni a mélyépítési tudásom.

Értelmiségi származásom miatt, persze, az Építészmérnöki Kar az ötvenes évek közepén Budapesten nekem szóba sem jöhetett, de a mérnök karra becsúsztam. Hat hét múlva eljött 1956. októbere. A Magyarországról való távozásom részleteit mellőzve, amiről mindenkinek meg van a maga hősi eposza, Amerikába érkezve azonnal ösztöndíjért folyamodtam több egyetemen. Az ajánlatok közül választásom a University of Massachusetts-ra esett. 1957. szeptemberben Amherst, Massachusetts-be érkezvén, hathónapos angol tudásommal fennen hirdetem, hogy én építészeti fogok tanulni – mire tudatták velem, hogy náluk nincs építész kar, de nagyszerű az építőmérnöki kar, és ha már ott vagyok, maradjak. Mivel nem volt pénzem, hogy leutazzak a University of Miami-ba, ahonnan szintén kaptam egy ösztöndíjat és ahol volt építészeti kar,

maradtam. Hangsúlyozom, hogy soha nem bántam meg. Sőt! Tíz évig laktam, tanultam, dolgoztam, megnősültem, családot alapítottam, doktoráltam Amherstben, vagyis a gólyától a PhD-ig jutottam.

Kíváncsiságom, érdeklődésem, nyugtalanságom – és nem kevésbé ambícióm – által hajtva, többször változott szakmai érdeklődésem a tartószerkezetek témáján belül, és többször változtattam munkahelyet.

Közel 50 éves mérnöki pályafutásom alatt az első években, mint tartószerkezet kutató és fejlesztő mérnök Grumman Aerospace Corporation-nél dolgoztam a holdkomp (Lunar Excursion Module) (1. ábra) tartószerkezetének tökéletesítésén, az első űrsikló (space shuttle) (2.a és b. ábrák) nyomás- és hőálló felületének kidolgozásán, valamint az F-14-es szuperszónikus katonai vadászpilóta (3. ábra) egy részletének tervezésén.



1. ábra: Holdkomp



2.a,b ábrák: Űrsikló



3. ábra: F-14-es mozgószárnnyú, szuperszónikus katonai vadászpilóta

A szívem azonban az épületszerkezetekhez húzott. Állást változtattam, elvégeztem a szükséges tervezőmérnöki gyakorlatot és lettem a szükséges vizsgákat a Professional Engineering licence-hez.

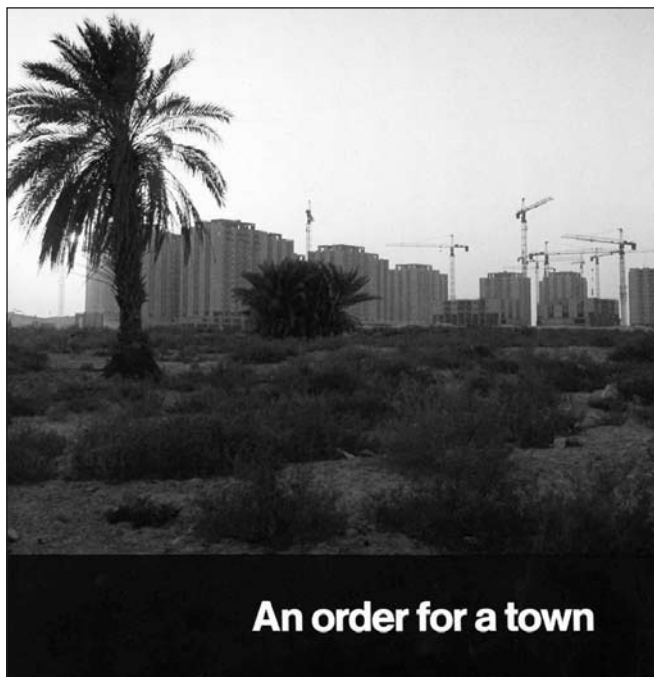
Attól kezdve részt vettem, és hamarosan vezető szerepet játszottam épületek tervezésében, kezdve Bostonban levő, akkoriban különleges tartószerkezetű New England Aquariummal (4. ábra), folytatva több nevezetes épület tartószerkezetének kidolgozásával (5. ábra), egy mega-projekt tervezésével és kivitelezésének felülvizsgálatával (6. ábra),



4. ábra: New England Aquarium, Boston, Mass., belső kép



5. ábra: 1999 Broadway, Denver, Colo



6. ábra: Dammam Towers, Saud Arabia



7. ábra: Semiramis Intercontinental Hotel, Cairo, Egypt



8. ábra: New York Post Printing Plant, NYC

meglévő épületek állapotfelmérésével és javításával az Egyesült Államokban valamint gyakran a Közel-Keleten (7. és 8. ábrák).

Vezető tervezőirodákban helyezkedtem el, így dolgoztam a LeMessurier Associates-nél Bostonban, a Severud Associates-nél (ahol hamarosan a cég egyik társtulajdonosa lettem) New York-ban, és az HNTB-nél New York-ban. Mindhárom cégnél együtt dolgoztam az amerikai tartószerkezet-tervezés egy-egy akkori „óriásával”: Bill LeMessurier, Hannskarl Bandel és Gerra Foxszal, akiktől rengeteget tanultam, különösen LeMessuriertől, aki máig példaképem a szakmai kiválóságával és etikai standardjával.

Az elmúlt huszonegynéhány évben mint önálló szakértő meghibásodott és tönkrement tartószerkezetek vizsgálatára specializálódtam, amit Amerikában úgy hívunk, hogy *Forensic Structural Engineering*, magyarul úgy mondhatjuk, hogy *Tartószerkezeti Mérnökpatológia*. Megbízóim építésszek, mérnökök, kivitelezők, beruházók, biztosítótársaságok, állami szervek. Önálló munkáim zöme természetesen az Egyesült Államokban volt és van, de többször végeztem szakértői munkát a Közel Keleten és Dél-Amerikában is.

2001. szeptember 11-ét követően, mint négyszáz más New York-i mérnök, én is belemerültem a World Trade Center-be (9.a. ábra): a Verizon Tower (9.b,c. ábrák) megsérülésének



9.a ábra: World Trade center 2001.9.11 után



9.b,c ábrák:
A Verizon épület

vizsgálatát végeztem és kidolgoztam annak az összeomlást megakadályozó ideiglenes stabilizálását. Egy jelenlegi szakértői munkám – a legnagyobb munkám, amely valaha volt – a tervezési és kivitelezési hibák vizsgálata Las Vegasban egy 47 emeletesre tervezett, de a 25-ik emeletnél leállított, acél- és utófeszített vasbeton szerkezetű épületben (10.a,b. ábrák). Ez a milliárd dolláros épület jelenleg egy ötszáz mil-



10.a,b. ábrák: Harmon Tower, Las Vegas, Nevada



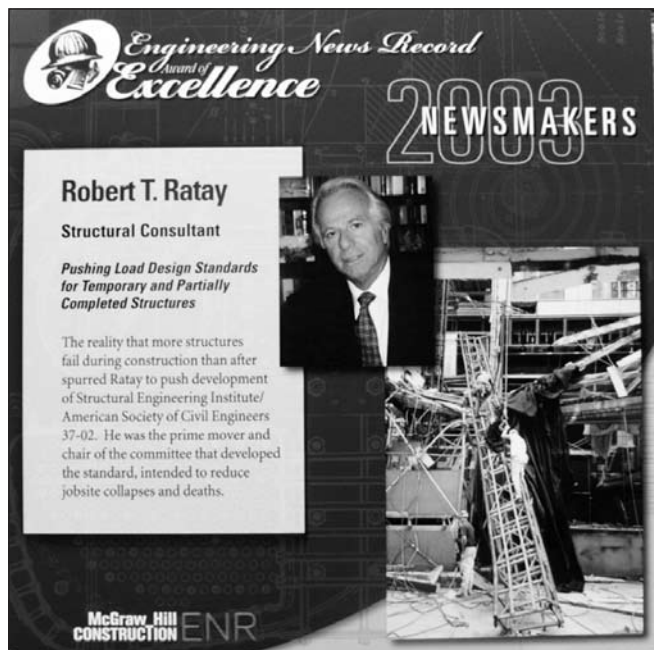
lió dolláros per tárgya. Tervezői, szakértői munkámat kétszer is megszakítva több évig voltam egyetemi tanár, tanszékvezető és dékán a City College of New York, Pratt Institute

és Polytechnic University egyetemeken. Kilenc éve címzetes professzor vagyok a New York-i Columbia Egyetemen, ahol kidolgoztam, bevezettem és tanítom a Tartószerkezeti Mérnökpatológia tantárgyat. Sok előadást, szemináriumot és workshopot tartottam Amerikában és az elmúlt két évben Cyprus, Dél-Afrikában, Törökországban, Olaszországban és Magyarországon is. Hitem és tapasztalatom azt mutatja, hogy a tervezési, a kivitelezési hibák és azok következményeinek elemzése, tanítása nem csak érdekes, de hasznos is mind a mérnök hallgatók oktatásában, mind a végzett mérnökök továbbképzésében.

Két kitüntetésemre különösen büszke vagyok: 1991-ben mint dékán elismerő oklevelet kaptam a hallgatóktól a tanításban való lelkesedésemért, s a nekik nyújtott segítségé-



11. ábra: Méltányolás diákoktól

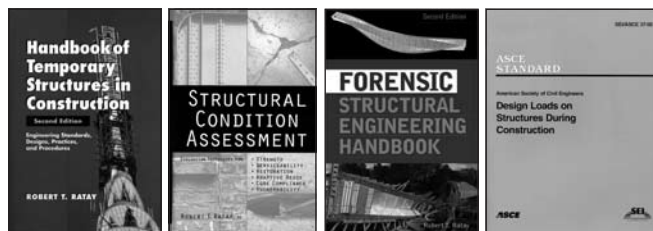


12. ábra: Méltányolás az építőipartól

mért, 2003-ban pedig az Award of Excellence-et nyertem el az ENR, Engineering News Record-tól mint egyike azoknak, akik kiemelkedő segítséget nyújtottak az építőiparnak (11. és 12. ábrák).

Három, a témáikban egyedülálló, szakmai könyvnek vagyok szerkesztője, (13.a,b,c ábrák) és több cikkem jelent meg amerikai és nemzetközi szaklapokban. Kezdeményezője és a bizottsági tanács elnöke vagyok a Segédszerkezetek és tartószerkezetek terhei kivitelezéskor című ASCE szabványnak (14. ábra).

Aktív tagja vagyok az ASCE-nek (American Society of Ci-



13.a,b,c ábrák: Szerkesztett könyveim

14. ábra: ASCE 37 szabvány

vil Engineers) és ezenbelül a TCFE-nek (Technical Council for Forensic Engineering), valamint az SEI-nak (Structural Engineering Institute), amely igazgatótanácsának öt évig voltam tagja, majd évtizedekig több bizottságának tagja és elnöke. Szintén aktív tagja vagyok az IABSE-nek (International Association for Bridge and Structural Engineering).

1971. nyarán egy a magyar és az amerikai Tudományos Akadémiák közötti csereprogram keretében Magyarországon voltam, amikor is alkalmam volt megismerni néhány tisztelt kollegát a magyar tartószerkezeti szakmában. Azóta többször előadtam Budapesten a Műszaki Egyetemen és Pécsen a Pollack Mihály Műszaki Karon, ahol 2002-ban tiszteletbeli tanár címet adományoztak nekem.

A következő néhány oldalt arra fordítom, hogy bepillantást adjak abba a tartószerkezeti mérnökpatológiába, azaz a Forensic Structural Engineeringbe, ami Amerikában elismert, különálló szakmai ágga fejlődött. Én ebben a szakágban közel 25 éve dolgozom mint szakértő és tanú, tanítom mint egyetemi tanár, könyveket szerkesztek, cikkeket írok, szemináriumokat és workshopokat tartok mind Amerikában, mind több más országban és közreműködöm amerikai és nemzetközi bizottságokban.

3. TARTÓSZERKEZETI MÉRNÖKPATOLÓGIA

A tartószerkezeti mérnökpatológia az Amerikai Egyesült Államokban az a tudományág, amely a szerkezetek tönkremenetelét tanulmányozza, véleményezi (nem meghatározza) a tönkremenetel okát és annak okozóját, műszaki szakértői támogatást nyújt és szakvéleményt ad a jogügyi eljárás folyamatában, és nem utolsó sorban elősegíti az eseményekből eredő tapasztalatok hasznosítását, hozzájárulva a szakma haladásához és tökéletesítéséhez. E szakág gyors fejlődését több tényező mozdította elő, köztük a tönkremenetek gyakorisága, a biztosítók alapos vizsgálata, az emberek pereskedésre való hajlama, valamint a műszaki szaktanács halaszthatatlan szükséglete jogügyi folyamatok alatt.

A meghibásodást követően a szakértő(k) vizsgálata főleg az ok véleményezésére és a helyreállítási módszer(ek)re terjed ki. Ha ezt követően jogügyi eljárás nincs, a szakértő szerepe véget ér.

Amikor egy tartószerkezet meghibásodik, akkor a veszteséget szenvedő kártérítést követel, az ebből keletkező viszály megoldásához szakmai szakértők szükségesek. Az amerikai jogügyi rendszer majdnem hogy lehetetlenné teszi azt, hogy egy mérnököt felelőségre lehessen vonni a hibáiért/mulasztásaiért egy elfogadott szakértő – azaz egy másik mérnök – tanúvallomása nélkül. Következésképpen, az USA-ban a vizságyban résztvevők mindegyike (sérült személy, beruházó, tulajdonos, mérnök, kivitelező) felvesz egy műszaki tanácsadót/szakértőt.

Lásd a „*Forensic Structural Engineering (Mérnökpatológia, azaz a statikus mérnöki szakértés az Egyesült Államokban)*” című cikkemet a Mérnök Újság 2009. márciusi számában.

4. A TARTÓSZERKEZET MEGHIBÁSODÁSA, ILL. TÖNKREMENTELE

Megjegyzem, hogy a „*failure*” szóra, ami a „*forensic engineering*”-nek a tárgya, nem találtam egy teljesen megfelelő magyar szót. „*Failure*” ugyanis magában foglalja a meghibásodást, tönkremenetelt, és több más, a szerkezet használhatóságát, funkcióját akadályozó tényezőt.

Ebben a cikkben a meghibásodást vagy tönkremenetelt – az angol „*failure*” szóból következtetve – úgy értelmezem, hogy „*eltérés a tervezettől*” (nem úgy viselkedik, mint ahogyan azt a tervező szerette volna). Így tehát ebbe a fogalomkörbe a következőket értem:

teljes összeomlás
részleges összeomlás
helyi tönkremenetel
repedezettség, anyagmegfolyás
túlzott deformáció
túlzott fenntartási szükségesség
elfogadhatatlan esztétikai megjelenés.

Úgy vélem, hogy a fenti felsorolás magától érthetődő. Né-



18.a,b ábrák: NY Post Nyomda Épület beton földem, New York, NY
 Repedés jele



19.a,b ábrák: Parkoló épület, Holyoke, Mass. Túlzott deformáció (lehajlás)



20. ábra: NewYork Post Nyomda Épület
 vasbeton földem, New York, NY
 Túlzott fenntartási szükségletek



15. ábra: L’Ambiance Plaza, Bridgeport, Conn. Teljes összeomlás



16.a,b ábrák: Verizon Épület, WTC, New York, NY Részleges összeomlás



17. ábra:
 180 Mulberry Street,
 New York, NY
 Helyi tönkremenetel



21. ábra: Seaport Hotel parkoló fal, Boston, Mass. Elfogadhatatlan esztétikai megjelenés

hány, szakértői munkából vett példát mutatok be a felsoroltak szemléltetésére. Hosszú szakértői pályafutásom során azt tapasztaltam, hogy mind a kivitelezés mind a használat alatt előforduló meghibásodások gyakrabban fordulnak elő vasbeton és feszített-beton szerkezetekben, mint acélszerkezetekben.

5. MEGHIBÁSODÁSOK, ILL. TÖNKREMENTELEK OKAI

Szerkezeti tönkrementelek oka nem csak baleset, vagy netán „Isten keze”, hanem legtöbbször emberi hiba, figyelmetlenség, hanyagság, tudatlanság vagy kapzsiság.

Röviden összefoglalom a legtöbbször előforduló meghibásodások/tönkrementelek okait amik a tervezéskor, kivitelezéskor, a szerkezet használati folyamán előfordulhatnak, és azonnali vagy végleges meghibásodást/tönkrememetelt eredményezhetnek.

Hanyagság: a részletek nem megfelelő kidolgozása, a szabványok előírásainak semmibe vétele, vagyis a kivitelezési munkák figyelmetlen végrehajtása.

Tudatlanság, hozzá nem értés: a mérnöki elvek hibás értelmezése, vagy a módszerek és anyagok technológiai kötöttségeinek nem ismerése.

Figyelmetlenség, tévedés: a hiányos tervdokumentáció, vagy a tervdokumentáció hibás elkészítése, a biztonsági előírások figyelmen kívül hagyása.

Kapzsiság, mohóság: az ipari követelmények és biztonsági előírások szándékos semmibe vétele, a tervezett, szükséges technológiai folyamatok okatlan lerövidítése magasabb profit érdekében.

Rendezetlenség, szervezetlenség: hiba a pontos ütemezésben, szervezésben, a résztvevők feladatainak, kötelezettségeinek helytelen meghatározása

Helytelen kommunikáció: a felek közti kommunikációs csatorna kialakításának és fenntartásának rendezetlensége (tervező-kivitelező, vezetők-beosztottak).

Nem rendeltetésszerű használat, visszaélés: a létesítmény tervezési céloktól eltérő használata, a megelőző karbantartás, fenntartás elmulasztása.

6. A HIBÁK FORRÁSAI: MIKOR, HOL, MIÉRT?

Hibák előfordulhatnak, és gyakran előfordulnak, bármikor, bárhol és bármilyen ok miatt, a szerkezet kigondolása, tervezése, építése, és üzemeltetése folyamán. Azaz:

Koncepció

Tervezés (számos eshetőség)

Részletrajz

Tervezés-kivitelezés kapcsolat

Jóváhagyás/felülvizsgálás

Kivitelezés (számos eshetőség)

Segédstruktúrák

Ellenőrzés

Hibás/alkalmatlan anyagok

Helytelen szabvány

Helytelen használat

Elhasználódás/leromlás

Hülyeség

Rosz szerencse

Isten keze(?)

Ezek közül bármelyik oka lehet a szerkezet tönkremenetelének, vagy nehezen helyreállítható hibájának, és az ezekből származó veszteségeknek, vitáknak, pereskedéseknek. Ez egy másik cikk témája lehetne.

7. A HIBÁK ÉS TÖNKREMENTELEK HASZNOS KÖVETKEZMÉNYEI

Szakértői tevékenységem során úgy találtam, hogy különösen az Egyesült Államokban a tervezési és kivitelezési hibák gyakran súlyos következményei néhány kedvező változást hoznak a tervezési előírásokban, csakúgy, mint a meglévő tervezési, kivitelezési és jogi gyakorlatban. Ennek eredményeként jobban tervezett és kivitelezett szerkezetek készülnek, és a vitás kérdések eldöntése is hatékonyabbá válik.

8. UTÓSZÓ

Örömmel válaszolok kérdésekre és készségesen szolgálak szakmai anyaggal az érdeklődőknek. A weboldalam www.RobertRatay.com, vagy az email címemen, structures@RobertRatay.com.

9. IRODALOMJEGYZÉK (RÉSZLEGES LISTA)

A szakirodalom szokásos rendjétől eltérően, tekintettel e cikk jellegére és tartalmára, a fentiekben nem utaltam szakirodalmi forrásokra, hanem könyveim és publikált cikkeim közül felsorolok néhányat, amelyek e cikk mondanivalóját kiegészítik. Megemlítem, hogy úgy érzem, hogy az említésre méltó szakmai eredményeim inkább a mérnöki munkáimban, valamint volt diákjaim sikeres pályakezdéseiben, mint a publikációimban vannak.

10. KÖNYVEIM

Handbook of Temporary Structures in Construction, Robert T. Ratay, Editor, McGraw-Hill, New York, 1984; 2nd edition 1996; 3rd edition to be published in 2011

Handbook of Forensic Structural Engineering, Robert T. Ratay, Editor, McGraw-Hill, New York, 2000; 2nd edition 2010

Structural Condition Assessment, Robert T. Ratay, Editor, John Wiley & Son, New York, 2006

11. LEXIKON BEJEGYZÉSEIM

“Columns”, *Encyclopedia of Science and Technology*, McGraw-Hill, 1995-1996, 2010 10th edition

“Beam-columns”, *Encyclopedia of Science and Technology*, McGraw-Hill, 1995-1996, 2010 10th edition

“Temporary Structures”, *Encyclopedia of Science and Technology*, McGraw-Hill, 1995-1996, 2010 10th edition

12. SZAKCIKKEIM

“Contributions to the Dynamics of Structures and Foundations: Part I - An Equivalent Linearization for Non-steady-state Vibration of Nonlinearly Damped Single Degree-of-Freedom Systems - Emphasis on Seismic Response. Part II - Coupled Translation and Rocking of a Harmonically Forced Mass on an Elastic Half-Space.” *Ph.D. Thesis, University of Massachusetts*, May 1969; under the direction of Dr. Merit P. White, Professor and Head, Civil Engineering Department.

“Investigation of Diagonal-Tension Beams with Very Thin Stiffened Webs for the Lunar Excursion Module,” (with A. G. Tsongas). *National Aeronautics and Space Administration*, CR-101854, July 1969.

“A Reusable Metallic Thermal Protection System for the Space Shuttle,” (with W. A. Wolter), *Proceedings, Second Aerospace Structures Design Conference*, Seattle, Wash., September 28-29, 1970.

“Sliding-Rocking Vibration of Body on Elastic Medium,” *Journal of Soil Mechanics and Foundations Division*, ASCE, Vol. 97, No. SM1, Proc. Paper 7849, January 1971.

“Internal and Foundation Forces in Multi-story Pierced Bearing Walls Under Gravity Loads,” (with I. S. Varga), presented at *ACI Symposium on Industrialized Concrete Building Construction*, San Francisco, Calif., April, 1974; published in *ACI publication Sp-48*, 1975.

“Dynamics of Low-Profile Ship Loading Container Cranes,” presented at the *ASCE Specialty Conference on Dynamic Response of Structures*, Atlanta, Georgia, January 16, 1981; published in *Dynamic Response of Structures*, ASCE, 1981.

“Comparison of U.S. Wind Design Codes” (with I. Steven Varga) *ASCE Structures '84 Congress*, San Francisco, Calif., October 1-3, 1984

“Structural Updating of Steel Television and Radio Broadcast Towers in the USA,” *Periodica*, International Association of Bridge and Structural Engineering (IABSE), May, 1985

“Wind Design Loads and Allowable Stresses During Construction,” *ASCE National Convention*, Seattle, Wash., April 7-10, 1986.

“Building Around a Building,” *CIVIL ENGINEERING*, ASCE, April 1987.

“Temporary Structures in Construction Operations - An Overview,” *Proceedings of the ASCE Symposium on Temporary Structures in Construction Operations*, Atlantic City, April 29, 1987.

“Assessment and Control of Wind Created Risk During Construction,” (with Bruce A. Suprenant), *Dynamics of Structures*, ASCE, August, 1987.

“Temporary structures in Construction Operations: Present State And Research Needs,” *Civil Engineering in the 21st Century*, A Collection of Papers, ASCE, November, 1987.

“Wind Design Problems with Building Structures During Construction,” *Journal of the Aerospace Division*, ASCE, Vol. 2, No.2, April 1989.

“Standards for Design Loads During Construction: An ASCE Effort,” *Proceedings, the ASCE Seventh Structures Congress*, San Francisco, CA, May 1-5, 1989.

“Temporary Structures in Construction Operations,” *Proceedings of the National Civil Engineering Research Needs Forum*, Washington, DC, January 28-30, 1991.

“Performance of Structures During Construction,” *Ninth ASCE Structures Congress*, Indianapolis, Ind., April 29 - May 1, 1991.

“Mitigation of Wind Damage to Structures During Construction,” *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, The Netherlands, Vol. 36, No. 1-3, October, 1990. Abstracted in *Applied Mechanics Reviews*, Abstract 803, May, 1991.)

“A Proposed Graduate Degree Program in Infrastructure Engineering,” (with Vincent Tirolo) *Proceedings of the ASCE International Convention*, New York, NY, September 14-17, 1992.

“Field Load Testing of a Drilled-in Anchor System for Blast Resistance,” *Proceedings of the ASCE Structures Congress XIII*, Boston, Mass., April 2-5, 1995.

“Purpose and Scope of the Proposed ASCE Standard for Design Loads on Structures During Construction,” (with Charles G. Culver) *ASCE Annual Convention*, Washington, DC, November 10-14, 1996.

“Review of Selected U.S. and Foreign Design Specifications for Temporary

Works - Part I,” (with John Duntemann) *Proceedings of the 15th Structures Congress, ASCE*, Portland, OR, April 13-16, 1997.

Construction Safety Affected by Codes and Standards, R. T. Ratay, Editor, ASCE, 1997.

“Living by the ‘Thirteen Commandments’ of The Forensic Engineer/Expert, *Proceedings of the First Forensic Engineering Congress, ASCE*, Minneapolis, MN, October 5-8, 1997.

13. UTÓBBI IDŐKBEN MEGJE- LENT CIKKEIM A TARTÓSZER- KEZETI MÉRNÖKPATOLÓGIA TÉMAKÖRÖBEN

“Temporary Structures in Construction”, IABSE *Structural Engineering International* 4/2004.

“A Course in Forensic Structural Engineering”, *Proceedings of the 2005 Structures Congress and the 2005 Forensic Engineering Symposium*, New York, NY, April 20-24, 2005.

“The Forensic Structural Expert Consultant/Witness – US Practices”, *Proceedings of the IABSE Symposium*, Budapest, Hungary, September, 2006.

“Structural Condition Assessment”, *STRUCTURE*, August, 2006.

“Preventive Medicine: Condition Assessment” (Editorial), *IABSE Structural Engineering International*, 12/2007.

“Forensic Structural Engineering – Focus on the United States”, *IABSE Structural Engineering International*, 12/2007.

“Temporary Structures Failures...Designers Beware!”, *STRUCTURE*, December, 2006.

“Professional Practice of Forensic Structural Engineering - What Every Engineer Should Know”, *STRUCTURE*, July, 2007.

“The Forensic Expert Consultant/Witness - Some Things to Know”, *STRUCTURE*, September, 2007.

“Forensic Structural Engineering (Mérnökpatológia, azaz a statikus mérnöki szakértés az Egyesült Államokban), *MÉRNÖK ÚJSÁG*, 2009. március.

“Forensic Structural Engineering Practice in the USA”, *CIVIL ENGINEERING*, UK Institution of civil Engineers, May, 2009.

“SEI/ASCE 37 Construction Load Standard” (with John F. Duntemann), *Joint IABSE-fib Conference On Codes In Structural Engineering – Developments and Needs For International Practice*, Dubrovnik, Croatia, May 3-5, 2010.

“Changes In Codes, Standards and Practices Following Structural Failures – Part 1, Bridges”, *STRUCTURE*, December, 2010.

“Changes In Codes, Standards and Practices Following Structural Failures – Part 2, Buildings”, scheduled for publication in *STRUCTURE*, April, 2011.



Arne Jutila

A cikk a finn vasbeton hidak fejlődését tárgyalja a kezdetektől napjainkig. Az évtizedek során épült, leginkább figyelemre méltó szerkezetek leírását tartalmazza. A legtöbb bemutatott híd most is szolgálja a forgalmat. Amit már lebontottak, szintén fontos szerepet játszott a további fejlődésben. Ezeket azért is tárgyaljuk, mert bizonyos időszakban kedveltek voltak e típusok, majd egy időre eltűntek, és később, továbbfejlesztett formában ismét megjelentek. Vasbeton és feszített vasbeton hidak valamennyi fő típusát ismertetjük: lemez-, gerenda hidak, keretek és ívek. E cikk tárgyát tekintve az elvárás az, hogy olyan hidakról legyen szó, amelyeknél a beton meghatározó szerepet tölt be a tartószerkezeti rendszerben. Ezért az öszvérhidakról csak említést teszünk. A fő szempont az egész hidra vonatkozik, és következésképpen az alépítményt és egyéb beton anyagú szerkezeti részeket külön nem tárgyaljuk. Ugyanez vonatkozik a szabványokra.

Kulcsszavak: híd, vasbeton, feszített vasbeton, Finnország

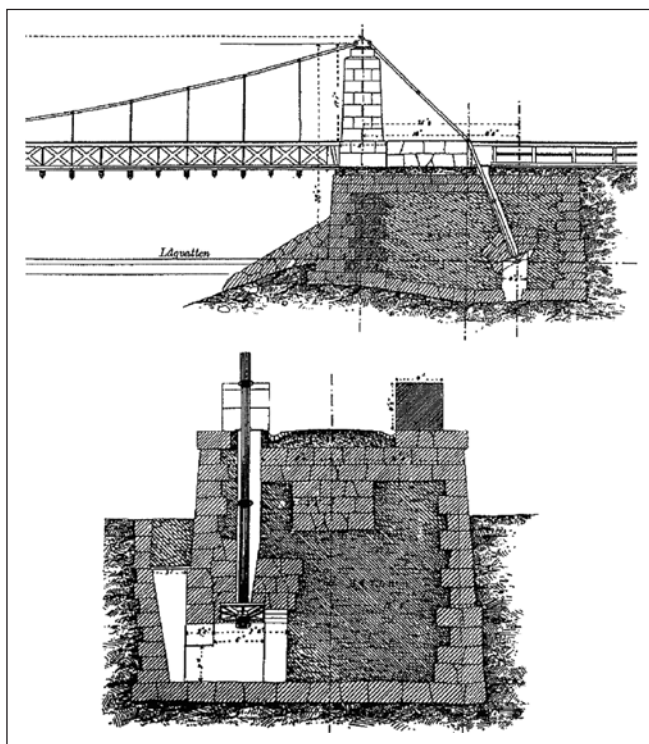
1. BEVEZETÉS

A betont Finnországban sok más országhoz képest nagyon korán alkalmazták, már az 1870-es évek elejétől. Figyelemre méltó, hogy az első alkalmazások a hidépítéshez fűződtek. Mégis három évtized telt el, míg a beton a hidépítések fő építőanyaga lett. Ma a hidak 75-80%-a vasbeton híd, azaz a beton vált a hidak fő tartószerkezeti anyagává. A vasbeton hidak számaránya nagy, de más a helyzet, ha a hidak átlagos méretét, ill. költségét tekintjük. Ebben az összehasonlításban a beton aránya kisebb. Ez sok országban így van, ahol a betont hidépítéshez használják.

A betonnak a hidépítésben sok előnye van. Egyebek mellett könnyen kezelhető, a szerkezet szabadon formálható, és általában nem igényel költséges felszerelést. Helyi munkásokat is lehet alkalmazni, akik mind valamely vállalatnál mind az államnál kedvezően állásban lehetnek dekonjunkcióra idején is. Legalábbis a finn történelemben voltak idők, amikor ezek a körülmények hasznosíthatók voltak. Ugyanezen okból a feszített vasbeton nem volt annyira kedvelt Finnországban mint több más országban, már csak azért sem, mert minden feszítőacél importból származik. Mindemellett feszített vasbetont is alkalmaztunk, amikor csak előnyös volt.

2. A VASBETON KORAI ALKALMAZÁSA HIDAKNÁL

A beton első vasúti hidépítési alkalmazása Finnországban az 1872-73-as évekre nyúlik vissza. Ekkor a Pohja öböl fölött Tammissaari-ban, a déli parton, mintegy 120 km-re Helsinkitől vasúti híd épült. Ennél betont a cölöpalapozású hídfőknél alkalmazták. A közbenső támaszok alapozását képző. Mitchell cölöpök is kibetonozott öntöttvas szerkezetűek voltak. 12 évvel később egy másik vasúti híd alapozása is beton felhasználásával készült hasonló rendszerben, Hameenlinnában, Helsinkitől 100 km-re északra. 1875-77-ben egy lánchíd épült a karéliai Sakkolában. Ennél a hídnál a betont a láncok lehorgonyzásánál ellensúlyként alkalmazták (1. ábra), a rajz

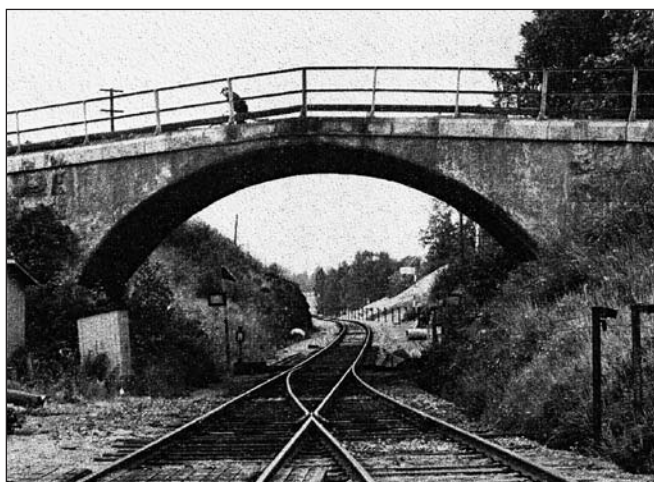


1. ábra: A Kiviniemi híd hídfőjének rajza

1889-ben készült. Ezt a hidat 74,8 m nyílással a norvég származású *Endre Lekve* mérnök tervezte. Ő a németországi Hannoverben tanult, és az első hidépítést oktató tanár lett Finnországban már 1860-ban. Rajta kívül a szlovéniai születésű *Michael Srukel* nevét kell említeni másik üttörőként. Ő 1874-ben Bécsben szerezte oklevelét, és 1879-ben kezdett tanítani a finn politechnikai intézetben. Ő lett a hidépítés első professzora, amikor 1908-ban az intézet a Helsinki Műszaki Egyetem (TKK) nevet vette fel. E két személynek a hidépítésre és a beton tartószerkezeti alkalmazására való hatása hatalmas volt. Mindketten Közép-Európából hozták a mérnöki tudást Finnországba, és ez a vasbetonépítésre is nagy hatással volt (RIL, 2004). *Srukel* tanítványa és követője, *Jalmar Castrén*



2. ábra: A Mannerheimintie felüljáró. Fotó A. Jutila

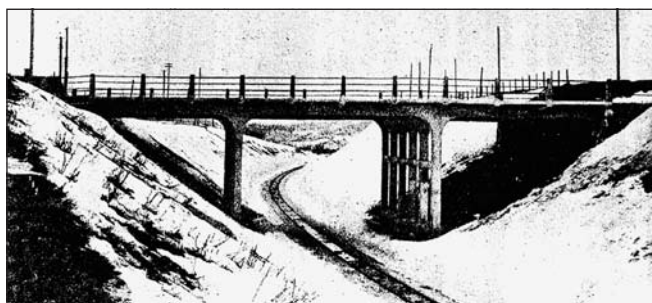


3. ábra: A Pohjankuru felüljáró

volt az első finn a vasbeton-tervezésben és elméleti kutatásban. Ez a XIX.-XX. századforduló körül volt. Ő Berlinben is tanult, ami még nyilvánvalóbbá tette a közép-európai hatást. Az 1900-as évek elején több, más-más típusú vasbeton hidat tervezett. Az 1890-es években a beton és a vasbeton alkalmazása fokozódott, mert ez volt a vasútépítések intenzív időszaka. Ennek jó példája a Mannerheimintie felüljáró Helsinkiben, amely bizonyára a legelső vasbeton híd Finnországban (2. ábra). E híd 1894-ben épült. A vasalatlan beton ív szabad nyílása 5,6 m, és a tartó magassága 0,5 és 0,6 m között változik. Sok úsztatott követ használtak a betonban. E híd ma is szolgálja az intenzív közúti forgalmat (vasúti forgalom már nincs). Vasalatlan beton boltozatok később is épültek, ezek közül a legnagyobb az Aurajoki híd az Aura vasútállomás közelében, Finnország délnyugati sarkában. Ennek szabad nyílása 26 m, a nyílmagasság pedig 6,74 m. Ezek szerény adatok, ha a franciaországi Pont Neuf-höz hasonlítjuk, amit Eugène Freyssinet tervezett, aminek támaszköze 90 m, a nyílmagassága 11,0 m.

Az első finnországi Melan-típusú híd Tamperében épült 1898-ban, a második pedig a Pohjankuru felüljáró a következő évben. Utóbbi (3. ábra) két végén befogott ív 12 m-es nyílással és 6 m szélességgel. A zsaluzat ill. a beton megtámasztására hét bebetonozott NP 20 jelű acél I-tartó szolgált. Csak néhány Melan típusú híd épült, és közülük csak egy van használatban, a Kirkkokatu felüljáró, amely Savonlinnában épült 1908-ban.

Az első vasbeton híd a Harjukatu felüljáró volt Lahtiban, Helsinkitől 100 km-re északi irányban. Az 1909-ben épült híd háromnyílású. (4. ábra). Ezt követően vasbeton keretek,



4. ábra: A Harjukatu felüljáró Lahtiban

több-bordás gerendahidak és lemezhidak képezték a leginkább alkalmazott híd típusokat alul- és felüljáróknál az egész országban.

3. VASBETON LEMEZHIDAK

Az 1900-as évek elején épült vasbeton hidakat követően az 1960-as évekig általános volt a lemezhidak alkalmazása mindenütt, ahol ez a nyílászviszonyok tekintetében megfelelő volt. Ha kisebb vízfolyás felett kellett hidat építeni, egynyílású lemezt választottak. A nyílás csökkentésére a támaszokat jelentős mértékben eltolták a vízfolyás felé, és ezáltal hosszabb lett a hídfő. Ugyanez volt az eljárás felüljáróknál, függetlenül a nyílások számától. Ez ahhoz vezetett, hogy nagy felületek voltak a hídfők és szárnyszalagok. Természetesen az ilyen megoldások nem mutatkoznak tetszetősnek. Sok esetben a megoldást jelentősen fejleszteni lehetett végkonzolok alkalmazásával, de a meghosszabbított hídpálya gyakran vezetett a költségek növelésére. Az általános gyakorlat nem alkalmazott konzolt vagy akár térdfalat vagy gerendát, ami további kedvezőtlen esztétikai érzést keltett, és kimosási gondokat is okozott.

Egy másik szabványos megoldás volt több négyszög keresztmetszetű oszlop tervezése a közbenső alátámasztások számára. Ilyen az 1966-ban épült Kauhajoki felüljáró, amely tipikus volt akkoriban (5. ábra). Rendszerint 400×400 mm² volt az oszlopméret, ami ugyancsak nem volt nagyon tetszetős. A teljesen új változatot az 1960-as években vezették be, amikor Helsinkiben az első két autópálya-keresztvezetőt tervezték ill. építették. Ilyen az 1969-ben Helsinkiben épült feljáró híd a Kivikko csomópontnál. Ez volt a nagy kör keresztmetszetű közbenső alátámasztások első alkalmazása (6. ábra). A Kivikko csomópont közeli képe látható néhány híddal a 7. ábrán. Ebben az időben ismét külföldi, svéd segítségre volt szükség.

5. ábra: A Kauhajoki felüljáró





6. ábra: A Kivikko csomópont feljáróhídja Helsinkiben



7. ábra: A Kivikko csomópont hídjai

A Kivikko csomópont Helsinkiben, akárcsak tíz szerkezet a Helsinkitől keletre és északra vezető autópályán a svéd Kjessler és Mannerstråte AB (KM) tervei szerint épült. E cikk szerzője az említett nemzetközi társaságnál dolgozott, és részt vett ezekben a munkákban, ami kiváló lehetőséget nyújtott egy fiatal mérnöknek a hídépítés megismerésére. Az új típusú, csupán egy nagy közbelső oszloppal épülő lemezhidak tervezése mellett, a KM bevezetett egy új módszert a lemez és a hídfő csatlakozására. Nagyon egyszerű módon egyetlen látható vízszintes csatlakozás elrejthető a térfal mögött, ami a lemez és a hídfő kapcsolatát esztétikussá teszi (8. a és b ábra).

A sok oszlop miatt a hagyományos lemezhidak keresztirányban folytonosan alátámasztott lemezként számíthatók. Az új típus a megoldás új módját igényelte. Egy, két vagy csak néhány oszlop esetén a közbelső alátámasztásnál a hosszirányú feszültségeloszlás már nem volt egyenletes, hanem egy oszlopnál nagyobb, az oszlopok között pedig kisebb. Jelentős hajlítási és nyírási feszültségek ébredtek keresztirányban, és megnőtt az átszűrődés kockázata. Mindez Kinnunen és Nylander (1977) kísérletei eredményei szerint alakult, melyeket $150 \times 150 \text{ mm}^2$ keresztmetszetű oszlopokkal végeztek. Az eredmények arra vezettek, hogy átgondoljuk az oszlop körüli vasalást. A fővasbetétek 45° -os felhajlítása helyett a nyírást betonnal és függőleges kengyelekkel vettük fel. Érdekes, hogy ez az elrendezés elég biztonságosnak mutatkozott átszűrődéssel szemben, és ezt a szabályt alkalmaztuk sok kör keresztmetszetű, nagy oszloppal alátámasztott lemez első generációjánál. Később, az 1970-es, majd '80-as években szigorúbb szabályokat vezettünk be ugyanazoknak a kutatóknak a kísérletei alapján, és $400 \times 400 \text{ mm}^2$ -es oszlopokat alkalmaztunk. Következésképpen hosszabb vasbetétek és vastagabb lemezek vagy éppen egy gombafej-oszlopfő vált szükségessé. Felmerülhet a kérdés, hogy ez szükséges volt-e.



8.a



8.b

8.a és 8.b ábra: A megjelenés szempontjából gyenge ill. jó megoldás a felszerkezet és a hídfő csatlakozására

Az 1960-as, '70-es években létesített lemezhidak ugyanolyan teherviszonyok között épültek, mint a '80-as években megvalósult szerkezetek, és később sokkal vastagabb pályalemezt alakítottak ki, de a régebben épülteknél se észleltek semmilyen károsodást sem.

30 m nyílásig épültek folytatólagos lemezhidak. A nagyobb nyílásoknál kör keresztmetszetű üregeket alkalmaztunk az önsúly csökkentése céljából. Az üregek természetesen többletet igényeltek a nyírási vasalásban, és bonyolultabb volt a betonozás. Ezért 1990-től mellőzték a hosszabb lemezhidákat, és egy- vagy több-bordás monolit lemezes gerendahidak váltak ismét népszerűvé.

A 9., 10. és 11. ábra néhány modern vasbeton lemezhidat szemléltet. A 9. ábra a Jalasjärvi felüljárót mutatja, a Nakkila felüljárót a 10. ábra, a Nortamo felüljárót pedig a 11. ábra.

4. VASBETON ÉS FESZÍTETT VASBETON GERENDAHIDAK

Nem ismeretes, hogy pontosan mikor épült az első vasbeton gerendahíd, de az egyik első a Juurikoski híd Ylivieskában, mintegy 400 km-re Helsinkitől északra. E hidat 1912-ben avatták fel, s ez a híd ma is forgalom alatt áll. Öt támaszköze 13,7 és 19,9 m között változik. Abban az időben nem volt tervezési szabályzat, de egy évvel később már közzétették Helsinkiben az első beton-vasbeton szabályzatot. Ez 15 éven át érvényben maradt. Ezekben az években, 1925-ben alapították a Finn Betonszövetséget, amely azóta is vezető szerepet játszik a vasbetonszabályzatok fejlesztésében.

Két végükön konzolos vasbeton gerendahidak népszerű



9. ábra: A Jalasjärvi felüljáró



10. ábra: A Nakkila felüljáró

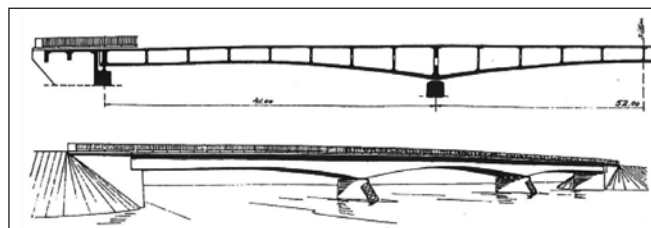


11. ábra: A Nortamo felüljáró

hídtípusok voltak az 1920-as években. Többnyire 12 és 18 m közöttiek voltak a nyílások, a konzolok hossza 4–6 m volt. Ennek megfelelően nem volt szükség megtámasztásra a hídfőnél, s ez csökkentette az építési költséget. A II. Világháború után e hidak vesztek népszerűségükből. Ennek fő oka három évtizedig a növekvő hasznos teher és a támasz környékén fellépő repedésektől való félelem volt. Abban az időben a számításban alkalmazott dinamikus tényező az egész hídra vonatkozóan 1,4 volt. Később, az 1980-as években a konzolvégen ható tengelysúlyra vonatkozó dinamikus tényező 2,0 lett, a híd többi részén megmaradt az 1,4-es érték. Fejlődés volt az is, hogy bevezették a kiegyenlítő lemez használatát. Ez növelte a konzolos gerendahidak alkalmazásának lehetőségét. A nyílások is hosszabbak lettek, éspedig 30 m-ig, 10

m-es konzollokkal vasbeton, 40 m-ig feszített vasbeton gerendahidaknál. Ilyen hosszú konzoloknál nagy függőleges mozgások lépnek fel a konzolvégen, s ez károkat okozhat a pálya felületén, és zavarhatja a forgalmat.

Az 1950-es években, a finn hidak felújításának időszakában a szekrényes hidak váltak népszerűvé. Ez ismét a helyi olcsó munkaerővel függött össze, ami abban az időben elérhető volt. Jelentős, 50 m-ig terjedő nyílásokat értek el. A huaukipudasi Kiiminkijoki-híd volt az első, ami 1954-ben készült el (12. ábra). Ez folytatólagos szekrényes gerendahíd, amelynek szélső nyílásai 41 m-esek, és hasznos szélessége 13,6 m. A további tíz évben hat hasonló gerendahíd épült ugyanilyen, 50 m-es maximális nyílással, noha ez a nyílás túl nagy volt vasbeton híd tekintetében. Ez abban mutatkozott, hogy viszonylag hamar meglehetősen nagy repedések és



12. ábra: A huaukipudasi Kiiminkijoki híd terve

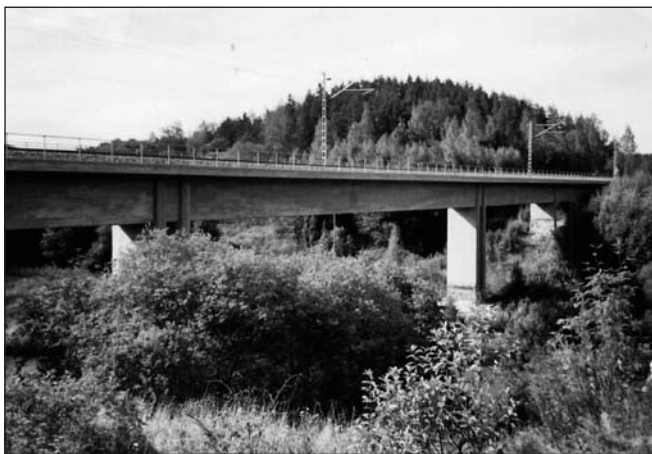
lehajlások jelentkeztek a kúszás, zsugorodás és más időben lejátszódó jelenségek következtében. A legsúlyosabb károk a Nokianvirta-hídnál mutatkoztak, amely 1960-ban épült, nyílásbeosztása $27+52+38=117$ m. Ennek legnagyobb lehajlása 0,16 m volt. Ezt a szekrényes tartóban elhelyezett feszítőkábeleik alkalmazásával lehetett kompenzálni az 1960-as években. Együttel kiinjektálták a repedéseket, és azóta a híd jól szolgál.

Az első feszített vasbeton híd, a haminai Mullinkoski híd 1949-ben épült. Ez kéttámaszú, hatbordás-lemezes híd, keskeny bordákkal. Nyílása 19 m. A feszítéshez a Magnel-rendszert alkalmazták. A feszítőelemeket vékonyfalú fém hüvelyben helyezték el. A kis méretek miatt nehéz volt a beton bedolgozása. A hüvelyek kiinjektálása nem sikerült jól, ezért kétséges volt a korrózió elleni védelem. Emiatt a hídepítésért felelős finn útgazgatóság nem épített kilenc évig feszített vasbeton hidakat. Mindazonáltal időközben megépült az első előregyártott feszített vasbeton gerendahíd, a Kuusankoski (Ekholm) híd. Ez három előregyártott gerendából és helyszínen betonozott lemezből áll. Öt 31 m-es és egy kisebb nyílása van. Az alkalmazott feszítési rendszer a Dywidag volt. Ez a Freyssinet-rendszerrel együtt a legáltalánosabb feszítési eljárás volt évtizedeken át.

A feszített vasbeton szerkezetekre vonatkozó első szabványt és műszaki előírást 1958-ban adták ki. Ennek kedvező hatása volt a feszítés iránti érdeklődésre, és következésképpen egyre gyorsabban nőtt a feszített vasbeton hídstruktúrák száma.

Az első vasúti feszített vasbeton hidakat 1959-ben építették. A nyílások csupán 16 és 20 m-esek voltak, de megnyitották az utat az ilyen vasúti hidak számára. Az 1970-es évek elején 33 m-es nyílást értek el, de folytatólagos több támaszú gerendahidak formájában. Vasúti hidak esetén a részleges feszítést az 1980-as években alkalmazták, valamivel később mint a közúti hidaknál. A leghosszabb folytatólagos feszített vasbeton vasúti híd nagy nyílása 50 m. Ez a Helsinkitől nyugatra 100 km-es távolságban levő Halikonjoki-híd, amelynek nyílásbeosztása $25+30+50+30+25=160$ m (13. ábra), épült 1993-ban.

Egy különleges vasúti feszített vasbeton hídról is említést



13. ábra: A Halikonjoki vasúti híd, Halikko, © J. Wuorenjuuri



14. ábra: A Markkula vasúti híd Korpilahtiban

kell tenni. Ez a Helsinkitől 200 km-re található korpilahti Markkula-híd, amely 1975-ben épült (14. ábra).

Ennek 13, egyenként 32 m-es támaszköze van, pontosabban 31,1 m, ha figyelembe vesszük, hogy a gerendák nem folytatódóak. A helyszín jellemzője, hogy a finnországi terepviszonyokat tekintve mély völgy felett 15,23 m magasságban vezet a vasúti pálya. Nehézséget az alapozási körülmények jelentettek. A híd hosszában 15 m vastag puha talaj és szálban álló szikla váltotta egymást. (Havukainen, Jutila, Myllymäki 1984).

A pályázati kiírásban a vasúti igazgatóság elkészítette a híd előzetes tervét, mely a tömegszámításokat, az egységáramokat és a részletek leírását, a műszaki és környezeti igényeket tartalmazta. Feltételezték, hogy a vállalkozók az ajánlatukat annak alapján teszik. Ha a tömegek megváltoztak, a pályázati összeg megfelelően kell hogy változzon. Összesen 11 vállalkozó pályázott a kivitelezésre. Kitűnt, hogy két ajánlat olcsóbb volt a többinél. Az egyik az előzetes terven alapult, a másik egy egyedi terven. Az utóbbi volt a legolcsóbb, de tartalmazott néhány új dolgot, amelyre nem volt semmilyen tapasztalat Finnországban. Ilyen volt a dilatáció új típusa és az egyik végen a nagy, 5,4 MN fékezőerő kompenzálására szolgáló energia-elnyelő sajtó, a 320 m hosszú folytatódó szerkezet egyik hídfőjénél. Ez új, igényes terv volt, és e cikk szerzőjének szerencséje volt, hogy részt vett a tervezésben. Mégis, a másik ajánlatot fogadták el, és a szerint épült meg a híd. Ez az ajánlat is tartalmazott új műszaki megoldásokat. Noha a szerkezet nem folytatódó, a sínek és védősínek folyamatosak, így ezek a fékezőerő jelentős részét továbbítják a hídfőnek. Így a közbenső alátámasztásra háruló erő csökken. A hosszirányban feszített vasbeton gerendák magassága 2,6 m ($l/h=12$), és a teljes szerkezeti magasság 3,16 m. Az egyvágányú híd hasznos szélessége 5,2 m. A BBRV feszíté-

si rendszert alkalmazták. Mindegyik feszítőelem 44 db. St 1500/1700 N/mm² $\varnothing$ 6 mm huzalt tartalmazott. Mindegyik nyílásban összesen 22 kábel van. A tervezéskor ± 30 °C hőmérséklet-különbséget vettek számításba normális, 40 °C-ot rendkívüli esetekre. A híd 1975-ben készült el, azóta is használatban van.

Új, kétvágányú vasútvonal épült Kerava és Lahti között (Helsinkitől 30 km-re észak felé), amit 2006. szeptember 1-jén adtak át a forgalomnak. Ennek hossza 74 km, amelyen 63 km hosszban teljesen új a pálya. Az összes híd teljes hossza 4,8 km, ezek közül vasúti híd 2,8 km, ebből kettő több, mint 500 m, (az egyik 540 m, a másik 556,7 m), utóbbi a Kytömaa vasúti csomóponti híd. Ez Finnország leghosszabb vasúti hídja, amelynek szerkezete 2005-ben készült el. A folytatódó vasbeton gerendahidnak a sajátossága, hogy nagyon ferde vasúti csomópontban van, és ennek következtében 58 m nyílásra is szükség volt (15. ábra).

A Kytömaa vasúti hídnak 12 nyílása van, ívben fekszik mind vízszintes, mind függőleges tekintetben. A keresztmetszet teknő alakú, magassága 3,3 m, de a szerkezeti magasság (vagyis a pályaszint alatti méret csak 1,36 m (16. ábra). Ennek megfelelően a pályaszint lehetett volna 2,7 m-rel alacsonyabban, azaz kisebb hídfőket lehetett volna építeni. A másik előny, hogy hatásos zajvédő falat lehetett létrehozni. A híd

15. ábra: A Kytömaa vasúti csomóponti híd



16. ábra: A Kytömaa vasúti csomópont teknőhídja, © R. Kanervo, YIT Corp.



17. ábra: A Kytömaa csomóponti teknőhíd vasbetétei és feszítőelemei, © R. Kanervo, YIT Corp.



hasznos szélessége 7,05 m. A Dywidag feszítési rendszert alkalmazták. A feszítőelemek a bordákban helyezkednek el (17. ábra). A híd építési költsége 6,8 M € volt, azaz nettó, adó nélkül 1770 €/m².

Feszített vasbeton szerkezetek speciális változata a szabad szereléssel/betonozással épülő híd. Finnországban csak három ilyen híd van: Rovaniemiben az Ounasjoki-híd 1967-ben épült, Poriban a Linnansilta és Nauvoban a Norrströmmen-híd, amely 1986-ban készült el. Ezek mind szekrényes keresztmetszetű gerendahidak. A két elsőnek említett Dywidag-rendszerben feszítették. A fő nyílások 70, 80 ill. 135 m-esek. A Norrströmmen-híd fő nyílása a legnagyobb Finnországban (18. ábra).



18. ábra: A Norrströmmen híd Nauvoban

Van néhány oka annak, hogy a szabad szereléssel/betonozással épült hidakat nem alkalmazták gyakrabban. Az egyik az, hogy csak kevés hely van, ahol nagy magasságban nagy nyílás szükséges, és ahol a talajviszonyok kedvezőek. Mint-hogy az építési mód különleges, képzett munkaerőt kíván, és ez gondot jelent, ha hasonló hidakat nem építünk folyamatosan. A szükséges felszerelés is elég költséges, így csak gyakori használat mellett gazdaságos. Végül is hasonló nyílásokra a versenyben más módszerek fejlődtek ki az 1980-as évektől. Az utóbbi időszakban nagynyílású feszített vasbeton hidak visszanyerték korábbi pozíciójukat, de ezeket nem szabad szereléssel hozták létre.

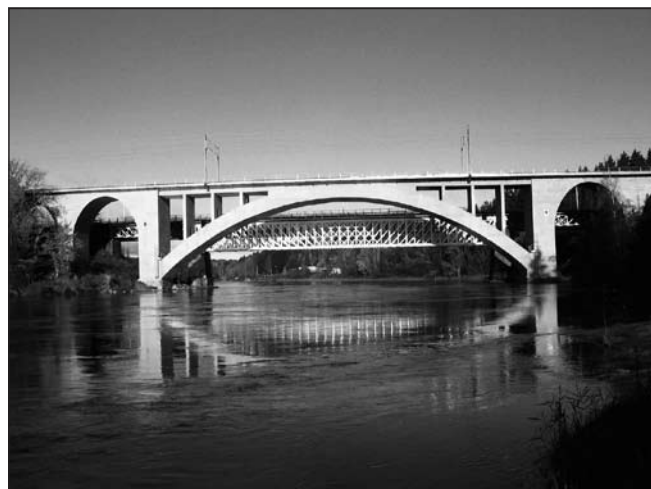
A szakaszos előretolást is alkalmazták folytatódó gerendahidaknál, de csak kevés alkalommal. A behúzásos módszert gyakran használják acélgerendával együttműködő vasbeton lemez esetén. A legnagyobb ilyen vasbeton híd a Helsinkitől 150 km-re levő Norssalmi-híd Kotkában. E híd öt azonos, 45 m-es nyílásból áll. A Leoba feszítési rendszert alkalmazták. Részleges feszítés volt. Ez a 225 m hosszú híd 1985-ben készült el.

5. ÍVHIDAK

Hidaknak sok helyszíne van Finnországban, ahol a partok magasak, meredek, és szilárd talajt nyújtanak ívszerkezetek számára. Ezt már az 1920-as években is figyelembe vették, amikor a vasbeton ívhidak építése elkezdődött. Az állam is előnyben részesítette ezeket a hidakat, mert nem kívántak külföldről importált acélt használni. Sok vezető tervező érdeklődését keltette fel ívhidak építése és erőtanai viselkedése, amikor a svájci *W. Ritter* és *M. Roß* felfedezései és *R. Maillart* hídjai ismertté váltak. *Christiani* és *Nielsen* dán vállalkozók is bővítették az ismereteket, amikor 1927-ben egy nagyon

karcsú ívhidat építettek, a Savukoski hidat Pyhtäában. Mindemellett, a karcsú ívek betonozása nem sikerült nagyon jól, ezeket már az 1930-as években javítani kellett. 1981-ben az említett hidat teljesen felújították, és e szerkezet azóta múzeum-hídként szolgál.

A leginkább figyelemre méltó vasbeton ívhidak egyike az 1924-ben épült Koria vasúti híd (19. ábra). Ez az egyik legnagyobb finnországi folyót hidalja át Helsinkitől 140 km-re



19. ábra: A Koria vasúti híd Kouvolában

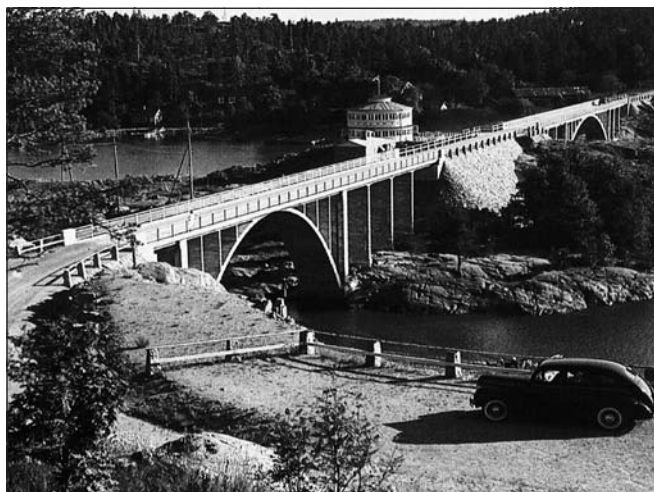
észak-keletre. Ez ma is fontos vasúti összeköttetés az ország keleti és nyugati része között. A híd fő nyílása 67,6 m, háromcsuklós szerkezet. A Koria vasúti híd építése igényes munka volt. A folyó mélysége 8 és 9 m között változik, és a vízfolyás sebessége nagy. Nehéz volt a 450 mm átmérőjű facölöpök leverése a sziklás talajba. A folyó közepén 18 m széles nyílást hagytak a fa úsztatására. 1923 augusztusában az állvány és a zsaluzat kész volt, és elkezdték a betonozást. Minden jól haladt az utolsó pillanatig, október 11-ig, amikor mintegy 1 m³ beton hiányzott az ív válla közelében. Az állvány összeroskadott, és az egész híd megsüllyedt, de nem omlott össze. Javasolták, hogy a hidat bontsák le, de *E. Mörsch* német professzor javítási terve alapján a vasúti hatóság elhatározta a károsodás kijavítását. A végleges tervet *H. Kreüger* stockholmi professzor készítette, és eszerint végezték el a javítást. A tervnek nagyon jónak kellett lennie, mert a híd ma is áll, és viseli a nehéz vasúti forgalom terheit.

A Koria vasúti híd fontos szerepet játszott a Finn Téli Háborúban 1939-40-ben, és az azt követő 1941-44 évi háborúban is. A híd ugyanis jelentős szállítási vonalon volt nyugat-keleti irányban, személyek és terhek számára egyaránt. Az oroszok több bombatámadást intéztek a híd ellen. Ennek tudatában hatáskor légvédelmi rendszer épült ki, és ez megvédte a hidat a háborús károktól.

Egy másik figyelemre méltó híd a máig álló, 1920-as évekből való Hämeensilta-híd Tampere belterületén, Finnország egyik legnagyobb városában, kb. 170 km-re Helsinkitől észak-nyugatra. Ez a híd (20. ábra) 1929-ben készült el, tervpályázat eredményeként, s ma is használatban van. A 40 m nyílású, 29,2 m széles híd statikai váza sajátos, egycsuklós szerkezet. A csukló a záradékban van. Az ilyen statikai vázak nagyon ritkán fordulnak elő vasbeton ívhidaknál. A nyílás felében 22 hossz- és öt keresztartóból álló tartórács van. A tartómagasság a záradékban 0,75 m, vállban 1,6 m. Noha a híd vasbetonból épült, úgy tűnik, mintha kőhíd lenne, a vöröses gránit burkolat miatt. E cikk szerzője számára a Hämeensilta-hídnak különös jelentősége, hogy annakidején diplomatervében (*Jutila*, 1965) elvégezte a szerkezet ismételt erőtanai számítását, és felmérte a hídon észlelhető repedéseket.



20. ábra: A Hämeensilta híd Tampere központjában



21. ábra: Az Ukko-Pekka és a Naantalinsalmi híd, Naantalinan

Erre szükség volt, mert Tampere városa nem rendelkezett a híd erőteni számításával, miközben a hídon átmenő forgalom egyre növekedett. Az erőteni számításban *Holmberg* tartórács-elméletét alkalmaztam. Kiegészítésképpen a támaszoknál képlékeny csuklókat tételeztem fel. A vizsgálat fő megállapítása az volt, hogy az egycsuklós ív rendkívül érzékeny a zsugorodásra és hőmérsékletváltozásra. Mindemellett azt állapíthattam meg, hogy a híd szilárdsága megfelelő.

Naantali városában, 160 km-re Helsinkitől nyugatra az Ukko-Pekka és a Naantalinsalmi híd egy párt képez, amely egyedeit egy sziklasziget választja el egymástól (21. ábra). Az előbbi egy hajózható csatorna 11 m magasságú nyitva tartandó tere felett helyezkedik el. E híd nyílása 30 m, az ívtartó magassága záradékban 340 mm, vállban 540 mm. Az utóbbi híd támaszköze 45 m, a tartómagasság 500 ill. 800 mm. Az ívekben nincs csukló. Igényes volt az állvány építése, mivel 6 és 11 m közötti mélységű vízbe kellett lehorgonyzó tüskével ellátott fa cölöpöket elhelyezni. A beton vízcement-tényezője 0,58 volt, és 350 kg cementet használtak köbméterenként. Mindkét hidat 1934-ben avatták fel, most is használatban vannak, de csak gyalogos forgalom céljára, mivel szükség szerint 1985-ben az addigi szerkezeteknél nagyobb szélességű feszített vasbeton hidak épültek a helyszínen.

Az 1930-as évek alkalmat nyújtottak ívhidak építésére. Akkor sok említésre méltó ilyen híd épült. Legyen szabad csak egyet említeni, ez a Färgsund-híd Ahvenanmaaban, Finnország délnyugati irányban a fővárostól legtávolibbi részén. Ez a 130 m-es támaszközével a legnagyobb vasbeton ívhíd. Egyúttal ez a második legnagyobb nyílású vasbeton szerkezet, ami az országban épült (22. ábra). A híd meredek partok közötti szorosban áll, ahol a vízmélység 20~30 m. Továbbá,

a sziklás altalajon 10~20 m vastag lágy agyagréteg van, ami akadályozta az építést. Eredetileg az 1934. évi terv szerint függőhíd épült volna, és 16 vállalkozó pályázott ilyen híd megvalósítására. Két további ajánlat is érkezett: egy acél és egy vasbeton ívhíd. Kiderült, hogy a vasbeton ív volt a legolcsóbb, és azt is választották. A kivitelező a Monberg & Thorsen Ab (Stockholm) az ugyancsak stockholmi Hjalmar Granholm-nál rendelték meg a végleges tervet. E terv szerint a 130 m-es híd nyílmagassága 17,85 m, a viszonyított nyílmagasság 7,3, és a tengerszint feletti hajózási ürszelvény 19,5 m. Az ív két, 0,2 m vastag fallal elválasztott szekrényes tartóból áll. Az ív magassága ill. szélessége záradékban 0,9 m ill. 4,5 m, a vállaknál pedig 2,6 ill. 5,6 m. Csuklót nem alkalmaztak, de a folytatólagos, 9,5 m nyílásokból álló, oszlopokon nyugvó pályatartó mindkét végén csuklós. A hidépítés 1937 júniusában fejeződött be.

Később, az 1950-es években a hídpályát 6,4 m-ről 14 m-re szélesítették. Ez igényes munka volt. A szélesítést rövid idő alatt, téli viszonyok között kellett elvégezni. Ezért 5,7~8,5 m-es, 18~41 t tömegű előregyártott elemeket emeltek a pálya két oldalára, úgyhogy a teljes nyílás pályája elkészült. Az

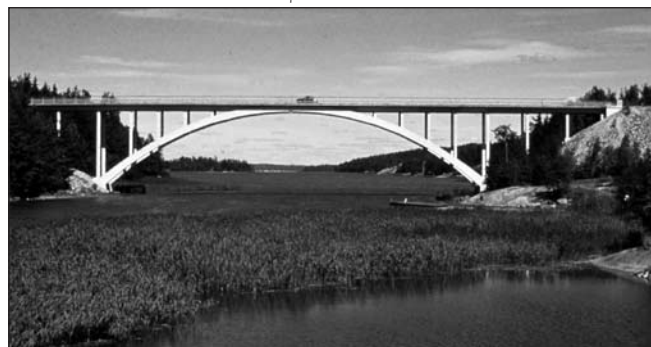
22. ábra: A Färgsund híd Ahvenenmaaban



23. ábra: Az Ohtaansalmi híd



24. ábra: A Sattmark híd a déli parton





25. ábra: A Kaitavesi híd Teiskoban



26. ábra: A Syvinki híd Ruovesenben

elemek közötti 2 m széles nyílásokat helyszíni betonozással készülő tartókkal hidalták át. Ezután új oldalsó íveket feszítettek hozzá a meglevőkhöz a záradékban elhelyezett sajtókkal, hogy feloldják azokat a zsuzuzattól és az állványtól. Az építés alatt ellenőrizték a feszültségállapotot, és végül bizonyos terhek átadódtak az eredeti ívekről az új ívekre. Végül az összes ívet keresztirányban összefeszítették, ezáltal monolit ív jött létre. Új oszlopokat betonoztak a régiek mellett, és a pályaszerkezetet átalakították a jobb megjelenés érdekében. A szélesítési és erősítési munkát a Jouni Hyvärinen & Heikki Rautakorpi iroda végezte az Y-Suunnittelu Oy vállalatnál, a kivitelezést Mynämäen Maarakennus Oy cég hajtotta végre. Sok elismerést nyert e figyelemre méltó eredmény.

Amikor az 1950-es években elkezdődött az ország valódi helyreállítása, sok új ívhíd épült az azt követő két évtizedben, pl. az ország keleti részén az Ohtaansalmi híd (23. ábra), amelynek fő támaszköze 60 m. Ez 1952-ben valósult meg. Ezen kívül létesült a déli tengerparton a Sattmark-híd 70 m-es nagy nyílással, amely 1960-ban készült el (24. ábra) más szerkezetek mellett. Az utóbb említett híd külföldi érdeklődésre is számot tartott, mert jó arányú méretei és képe megjelentek egy nagy nemzetközi hídszimposium kiadványának a címlapján az Egyesült Államokban (ACI, 1969). Ezután a vasbeton ívhidak építésének üteme gyorsan csökkent amiatt, hogy más híd típusok, így feszített vasbeton gerendahidak, az öszvérhidak és később ferdekábeles hidak felé fordult a figyelem. Mégis érdemes megemlíteni három ívhidat: A Kaitavesi híd Teiskoban, amely 1983-ban épült 73 m-es nagy nyílással (25. ábra), a Syvinki-híd (26. ábra) Ruovesiben 1995-ben 90 m nagy nyílással, és az Inkula-híd Viljakkala területén az

1990-es években. Azóta nem épült érdeklődésre számot tartó ívhíd. Az Y-Kaitavesi-hidat a Pontek Ky mérnöki iroda tervezte, a másik kettőt Jutila & Simonsen Oy ill. utóda.

6. ELŐREGYÁRTOTT VASBETON HIDAK

Az első előregyártott vasbeton híd 1956-ban épült. Az 1960-as években e hidak kedveltebbek lettek, de az előregyártott elemek választéka nem volt kielégítő. Akkor a svéd TOBI-rendszer volt használatban, amikor gyalogos és kerékpáros aluljárók épültek. Az összes hídelem, azaz a talplemezek, pályalemezek, merevítő keretek, szárnyfalak és végkeresztartók előregyártva készültek. Ez a módszer viszonylag bonyolult, és mivel a szabad nyílás is nagyon kicsi, csak 4 m, nem részesült előnyben hosszú időre. Később az ilyen hidak helyét elfoglalták a lemezhidak, amelyek 1,5 m széles, egymás mellé helyezett, cementhabarccsal illesztett előregyártott lemezekből készültek. E módszerrel hosszabb, 10 m-ig terjedő nyílások voltak elérhetők.

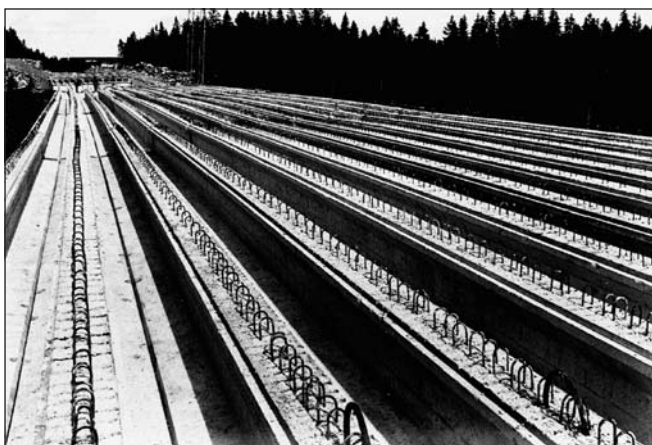
Az előregyártott hidak új korszaka kezdődött, amikor a feszített vasbeton elemek előregyártása elkezdődött. Az ily módon épült első felüljáró, mondhatnánk kísérleti egyedként, 1968-ban épült. Ez a háromnyílású híd T-gerendákból áll, amelyek elemgyárban előfeszítéssel készültek, és hosszirányban a közbenő alátámasztásoknál utófeszítéssel vannak összekötve. Végül keresztartókat betonoztak, ezáltal tartórács jött létre. Kitűnt, hogy az eljárás költséges volt, főként, mivel sok helyszíni pótlólagos munkát igényelt, és ezért több évig szünetelt az előregyártott vasbeton hidak építése.

1972-ben a közúti hatóság új előregyártott híd típus fejlesztésébe kezdett, amely megfelelt a felüljárók követelményeinek. Két hídgerenda-típust vizsgáltak: I, ill. U-gerendákat. Az összehasonlító tanulmányok és költség számítások után az előbbi választották. Amikor a fejlesztési tevékenység folyt, és fordított T-tartók bizonyultak a legelőnyösebbnek, ez vált szabványossá. Ekkortájt ilyen gerendákat használtak már Hollandiában és az Egyesült Királyságban. Így megnyílt az út a fordított, tapadóbetétes előfeszített T-tartók tömeggyártása előtt. Azóta csupán ezt a típust használják felüljárók hosszabb elemeiként. A pályalemezt a helyszínen betonozzák 22 mm vastag pallókból készült könnyű zsuzuzaton, amelyet méterenként gerenda támaszt alá. A fordított T-gerenda alsó övének szélessége kezdetben 980 mm, később 960 mm volt. A pallók szekrényes alakot alkottak. Az egyedi feszítőhuzalok átmérője 5 mm, ezek nagy része fel van vezetve a tartóvégen a nyírás csökkentése és a feszítés okozta húzófeszültségek elhárítása céljából. A gerendák és a lemez kapcsolatát a tartókból kinyúló kengyelek biztosítják. Minthogy a gerendák kéttámaszúak, a kengyelek főként a tartóvégen sűrűsödnek a hosszirányú repedések kiküszöbölésére. A pályalemezt korábban megtámasztották a támasz vonalában, de később többtámaszúsították vízzáró illesztésekkel. Ennek a rendszernek előnye, hogy a híd állvány nélkül építhető. A gerendamagasságot 1/20-ra szabványosították. (Havukainen, Jutila, Myllymäki, 1984).

Az első, fordított T-tartókkal kialakított híd Kangasalában 1974-ben készült el. Ez a Rääkkölä-felüljáró. Kevéssel ennek forgalomba helyezése után a háromnyílású hídnak ütközött egy földmunkagép, amelynek a markolóját nem eresztették le. A híd jelentős sérülést szenvedett. Ez jó tanulságot nyújtott a jövő számára. Azóta azokat a hidakat, amelyekhez hasonló járművek ütközhetnek, magasabb híd alatti ürszelvénnel alakítják ki, és monolit védő hidak épülnek a híd két oldalán.



27. ábra: A tamperei Vihioja híd pályalemez-elemeinek szerelése, © P. Janhunnen



28. ábra: A tamperei Canyon-híd előregyártott gerendái, © P. Janhunnen

A tamperei Vihioja és Canyon-híd volt a következő, ahol fordított T-gerendákat alkalmaztak. A hidak teljes hossza 121 ill. 140 m, hasznos szélességük 12 m. A gerendák hossza mindkét hídnál 20 m. Az előbbi esetben a támaszok monolit szerkezetek, az utóbbinál a közbenső támasz előregyártott elemekből áll, amelyeket utófeszítéssel szereltek össze. Ezek a hidak 1975-ben készültek el (27. és 28. ábra).

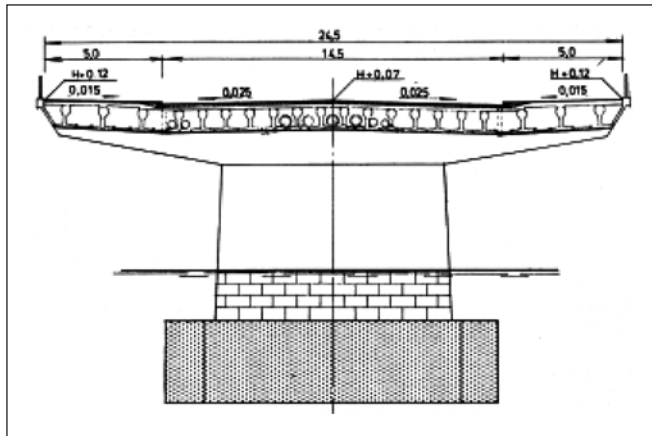
A negyedik alkalmazás, a Valkeakoski Isosilta, 1976-ban volt, amikor egy 36 éves, 78 m hosszú folyatatólagos gerendahidat szélesíteni kellett a régi támaszok megtartásával. A régi híd két 4 m-es forgalmi sávval és két 1,5 m széles

járdával 11 m teljes szélességű volt. A felújított híd teljes szélessége 24,5 m, azaz 2,2-szerese az eredetinek. Ez a régi támaszokon való szélesítés rekordja. Különös nehézsége volt az építésnek, hogy a híd az egyetlen kapcsolat Valkeakoski városban a városközépen levő folyón át (29. ábra). Következésképpen a hídnak az egész építés alatt biztosítania kellett a forgalmat. Ezt a programot a következő építési folyamattal lehetett teljesíteni.

Könnyű acélszerkezetű állványt építettek ideiglenesen a híd befolyási oldalán a támaszok megerősítésére. Ezután a régi felszerkezetet egy darabban oldalirányban elmozdították ezen az állványon hidraulikus sajtók segítségével. Az elmozdított tömeg mintegy 700 t volt. A hídhoz kapcsolódó valamennyi csővezeték, villamos vezeték és egyéb szerelvény a felszerkezettel együtt mozdult el. Csak két egymást követő napon, este 10 és reggel 8 óra között állították le a forgalmat a hídon. A művelet jól sikerült, még a közvilágítás is működött a mozgás alatt. Ezután a támaszok felső felületét meg lehetett tisztítani, és 7 m hosszú konzol-résszel létrehozott, fordított T keresztmetszetű keresztartókat alakítottak ki helyszíni betonozással a kifolyási oldalon. Ekkor az előregyártott feszi-



29. ábra: Valkeakoski városa madártávlatból, közepén a Valkeakoski Isosilta híddal

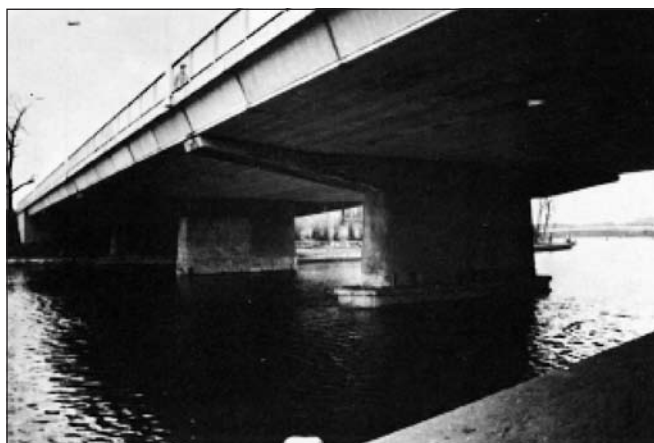


30. ábra: A Valkeakoski Isosilta híd keresztmetszete

tett vasbeton hídgerendák szerelése lehetővé vált. A gerendák a keresztartó alsó övéen elhelyezett vékony gumilemezre feküdtek fel. Amikor a szerelés elérte a keresztartó konzolos részét, elkezdődött a keresztartó feszítése. A feszítést a tehernek megfelelő ütemben lehetett végezni. Amikor a szélső tartó kivételével az összes gerenda a helyére került, e részen be lehetett betonozni a pályalemezt. A kengyelek révén a gerendák és a pályalemez együttműködő tartóként szilárd szerkezetet alkottak. A szigetelés és az aszfaltrétegek elkészülte után a forgalmat az új pályalemezre lehetett terelni, és a régi hidat lebontották. Ekkor a befolyási oldalon ugyanúgy elkészült a felszerkezet, és ezzel befejeződött az átépítés. Végül külön e híd számára készült vékony, dölt szegélygerenda-elemeket építették be (30. ábra). Az új híd támaszközei $19,6+23,5+23,5+17,4=84$ m.

Az előregyártott elemekkel készült hidaknak volt egy komoly esztétikai gondja, mivel a látható keresztartók megszakították a vízfolyás felőli látványt. A Valkeakoski Isosilta hídnál ezt a problémát úgy oldották meg, hogy a keresztartót elrejtették a szerkezetben, legalábbis nagy részben. Egy másik különleges megoldás volt, hogy eltakarták egy egyedi elemmel a zugot, amelyet a szélső gerenda alsó öve képez. Itt az esztétikai megjelenés javítása és madarak fészekrakásának elhárítása volt a cél. Ez a két műszaki és esztétikai újítás, amit más hidaknál nem alkalmaztak. Az újonnan kialakított tartókkal együtt a kis építési költség jó helyzetet teremtett „Az év építőmérnöki alkotása” cím 1976. évi elnyerésére. A híd mégse nyerte meg a versenyt, de az utolsó lépésig versenyben volt a győztesrel, a Loviisai Atomerőművel, amelynek építési költsége a hídnak 500-szorosa volt. Végül is e cikk szerzője büszke lehet arra, hogy a Valkeakoski Isosilta híd fő tervezője volt (31. ábra).

Az előregyártott elemekkel épülő vasbeton hidak fejlődése folytatódott az 1970-es években, és bizonyos mértékben azu-



31. ábra: A Valkeakoski Isosilta híd oldalnézete

tán is. Ennek eredményeként néhány új elemtípust fejlesztettek ki mind közúti mind gyalogos hidak számára. Utóbbira példa a TT-gerenda, azaz olyan tartó, amely pályalemezből és két függőleges bordából áll. A típustervek sorozatát dolgozták ki. A nyílástartomány 12 és 24 m között volt, a teljes szélesség 3 m, a legnagyobb tartómagasság 0,85 m és a maximális tömeg 52 t. Mindemellett, az 1990-es évek táján az elemekből álló hidak veszítettek az irántuk tanúsított érdeklődésből, éspedig több okból:

- az előregyártás magas árai
- az ütköző járművek nagyobb kárt okozhatnak
- sok költséges helyszíni munka volt szükséges
- az esztétikai megjelenés nem volt tökéletes
- megjelent a betonszivattyú ami egyszerűsítette a monolit szerkezet építését

Egy nagyon különleges ferdekábeles hídról kell még említést tenni. Ennek minden alkotóeleméről érdemes szólni. Ez az 1976-ban, Helsinkitől 50 km-re északra épült Porvoo gyalogos híd (32. ábra). Támaszköze 77 m, hasznos széles-



32. ábra: Ferdekábeles gyalogos híd Porvooban, Fotó A. Jutila

sége 3,5 m. A híd a várost átszelő Porvoo folyót hidalja át, és szimmetrikus a folyó középvezetési vonalára. Mindkét oldalon van egy dőlt pylon, amely a ferde kábeleket viseli. Ezek tartanak egy 30 m hosszú, kissé dőlt gerendát, amely a hídfők felé konzolosan folytatódik. Középen van egy 18 m hosszú gerenda, amelyet a többi gerenda támaszt alá. A hidat a Paloheimo és Ollila mérnöki iroda tervezte.

7. EGYÉB HÍDTÍPUSOK

Az eddigi fejezetek vasbeton és feszített vasbeton lemez-, gerenda- és ívhidakat, továbbá előregyártott elemekből készült hidakat tárgyaltak. Ezek mellett a betonanyagú hidak más tí-

pusai, változatai is megvannak, és ezek közül egyeseket itt bemutatunk.

Sok esetben oly módon tervezik és építik a hidat, hogy a szerkezeti rendszer nem tisztán lemez vagy gerenda, hanem lényegében keret. Ez annak felel meg, hogy az alépítmény egybe van építve a felszerkezettel, és deformálódik, ha a híd teher alatt van. Gyakran oly kicsi a kerethatás, hogy a felszerkezetet az alépítménnyel való együttműködés figyelmen kívül hagyásával lehet számítani. Más esetben a szerkezet úgy van kialakítva, hogy a kerethatás uralkodó jellegűvé válik, és a teherviselő szerkezet részeként használható. Ennek világos képét mutatja a 33. ábrán feltüntetett híd, amelynél a ferde, nagy felületű lábak és merev sarkok erős kerethatást biztosítanak. Az ilyen hidak nem nagyon terjedtek el, de alkalmasak mind vízfolyások áthidalására, mind felüljáróként.

Kis aluljárókat majdnem mindig keretként alakítanak ki. Szabványos esetben az ilyen híd egyszerűen talplemezből, falakból és pályalemezből áll, s ezek mereven vagy csuklósan

33. ábra: A Kirkonsalmi híd Viipulában



34. ábra: A Bell aluljáró Espooban



35. ábra: A turkui Myllysilta híd oldalnézete 1986. júniusában





36. ábra: A Myllysilta híd súlyos lehajlással 2010. márciusában
© J. Edberg/Ano Underrättelser

kapcsolódnak egymáshoz. Ha széles út alatt megy át az aluljáró, hosszú, alagútszerű szerkezetet nyerünk. Ha a falak függőlegesek, és az aluljáró szélessége kicsi, 6 m vagy kevesebb, ez nem nyújt vonzó képet a gyalogosoknak. Jobb megoldás nagyobb tér és kedvezőbb hatás elérésére, ha a támaszközt megnöveljük, és a lábak ferdék, mint a 34. ábra mutatja. A támaszköz 10,6 m, a hossz pedig 16 m. A szerkezet 1989-ben épült meg.

Az egyéb hídajták egy másik formája egy nagyon különleges szerkezet, a Myllysilta híd Turkuban, Helsinkitől 170 km-nyire nyugatra. Ez is kerethíd, de jelentős ívhatással. A híd nem csak az egyedi szerkezeti rendszere miatt különleges, hanem a rövid élettartama és ennek politikai háttere miatt is.

A késő 1960-as években Turku városi tanácsa hídtervezési pályázatot hirdetett, hogy a városon keresztül folyó Aura folyót áthidalják. A győztes javaslat háromnyílású gerendahíd volt. A pályaművek között voltak nagyon igényes hídtervek, és ez lelkesítette különféle pártok fiatal politikusait. A tervezők nagyarányú propagandát is folytattak terveikért. Az összes városi mérnök és kiváló hídszakértők intettek arra, hogy a nagyon propagált híd ne építsék meg, mert igen jelentős volt a nyilvánvaló műszaki kockázat. A politikusok azonban nem hallgattak ezekre az intelmekre, és elkezdődött a kockázatokkal járó hídépítés. Végül 1975-ben a híd átadták a forgalomnak.

Nagyon karcsú, ívszerű kerethíd volt az eredmény 71,2 m fő nyílással. A tartómagasság nyílásközépen csupán 0,86 m, és 2,7 m a lábszerkezetek kezdeténél. A nyíláshoz viszonyítva 1/83 ill. 1/25. Ez a karcsúság egy hosszú szerkezet viszonylag nagy merevségével vált lehetővé, mivel a híd magába foglalja a part menti gyalogos aluljárókat. A 20 m széles lemezt két 5,3 m széles szekrényes tartó és 3,14 m széles oldalsó konzolok viselik.

A híd esztétikusan áramvonalas és nagyon tetszetős. Róla írja F. Leonhardt (1990) a könyvében, hogy „*meg se próbáljuk mímelni, mert ahhoz olyan mesternek kell lenni, akinek teljesen tudatában van minden lehetséges következmény, mint pl. a beton kúszása stb.*”

A megjelenés azonban nem az egyetlen szempont, amit hídépítésnél figyelembe kell venni; ne felejtjük el a többi: a teherbírást, a használhatóságot és a gazdaságosságot.

Nem sokkal a hídépítés befejezése után megállapították, hogy a lehajlás nyílásközépen túllépte a 300 mm-t, szemben a becsült 140 mm-rel. Ennek több oka volt, az egyik az alábecsült kúszás. A számításokban hiba volt az is, ami abban nyilvánult, hogy a láb saruja, felfelé mozdult a ferde alátámasztó gerendán, ahelyett, hogy lefelé mozdult volna, ahogy tervezték. A harmadik jelenség a támasz környezetében kialakult repedés volt. Mindenképpen, az építető bizonyos intéz-



37. ábra: A Myllysilta híd bontása 2010. májusában
© J. Edberg/Ano Underrättelser

kedéseket várt el, és a tervezők saját költségükre pótlólagos feszítést írtak elő. Az ügy bíróságra került, ahol nem csak a tervezőket, hanem a munka ellenőrt és a számítást ellenőrző külső szakértőt is vádolták. Az utóbbi, egy svéd tervezőiroda, amelyet egy nagytekintélyű szakember vezetett. A per néhány évig húzódott, de végül Turku városa feladta a keresetet, amikor rájött arra, hogy gazdaságilag nagyon keveset érhet el, ha meg is nyeri a pert.

A híd lehajlása folytatódott, de csak lassan. 2010 márciusában azonban drámai változás következett be, amikor a lehajlás néhány nap alatt 0,94 m-re nőtt, és e növekedés folytatódott. Az ok nem vált világossá, de sejthető volt. A jégnyomás, a KA feszítőelemek korróziója és a cölöpalap mozgása merült fel.

Következésképpen, a hidat, amely fontos folyami átkelést képezett a városközpontban, lezárták, és vita indult a híd jövőjéről. Amikor a lehajlás 1,265 m volt, a városi tanács elhatározta, hogy a hidat lebontják, és háromnyílású gerendahidat építenek – azaz gyakorlatilag olyan szerkezet épül, amelyet kezdetben javasoltak. A bontás 2010 májusában kezdődött, és augusztusban fejeződött be (37. ábra). Így a Myllysilta híd élettartama 35 év volt, ami a követelmény harmada.

A kevésbé sikeres hídtervek pozitívuma a mérnökök számára az, hogy mindig van tanulnivaló. A Myllysilta híd esetén ez különösen igaz, mivel ez tartószerkezeti szempontból nagyon igényes műtárgy volt. Mindemellett jelenleg túl korai lenne annak megállapítása, hogy összességükben milyen okok vezettek az ismert végkifejletre. Ezt majd remélhetőleg megvilágítja egy gondos vizsgálat, ha elkészül.

8. MEGÁLLAPÍTÁSOK

A beton Finnországban a legfőbb hídszerkezeti anyag. Együtt ez a legújabb a négy legjelentősebb anyag – a kő, acél, fa és beton – közül. Aránya – ha a hidak számát tekintjük – több mint 80%. Ez mind a kis, közepes és nagy hidak anyaga, noha a legnagyobbak acélból épültek. Még ezek között is jelentős szerepet játszik a beton az öszvérhidak pályalemeze, valamint az alépitmények révén.

Bizonyos híd típusoknál a beton az egyetlen használatos anyag. Így a lemezhidaknál, vasbeton és feszített vasbeton gerendahidaknál, a legtöbb ívhídnál, az előregyártott hidaknál és aluljáróknál. Sok magyarázata van e tényeknek: Helyi anyag, jó betonminőség, jól képzett szakemberek, egyenletes terep, az állványzat számára jól elérhető fa, és a gazdaságosság. Mindezt figyelembe véve is, bizonyos esetekben problematikus a tartósság. Különösen a térdfalak vagy gerendák esetén van gond, ha sózást alkalmaznak a jégmentesítésre,

ami általános. A vasúti hidaknál a beton lett a legnépszerűbb anyag. Néhány évtizede vasúti hidak számára csak feszített vasbetont alkalmaztak, ha a nyílás meghaladta az 50 m-t. Rendszerint teknőhid épült. A feszítés növeli a beton alkalmaságát, és környezetvédelmi előnyöket is nyújt. Várható, hogy a jövőben is az ilyen hidak lesznek többségben a vasútnál.

9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerző kifejezi őszinte háláját Dipl.-Ing., (MSc. Civ. Eng.) *Seppo Aittának* (Finn Közlekedési Hivatal) és *Jaana Henell* asszonynak a Finn Építőmérnökök Egyesületétől (RIL) származó számos ábra rendelkezésére bocsátásáért e cikk céljára, és az itt tárgyalt hidakról szóló sok információért. Külön köszönet illeti e cikk megírását kezdeményező dr. *Tassi Géza* egyetemi tanárt, aki az angolul megírt cikket magyarra fordította. Hálával tartozom *Királyföldi Lajosné* MSc. t. egyetemi docensnek és *Csuka Bálint* okl. építőmérnöknek a cikk ellenőrzéséért, ill. az ábrák rendezéséért.

10. HIVATKOZÁSOK

- ACI (1969): „Concrete Bridge Design. First International Symposium” ACI Publication SP-23. Detroit.
 Havukainen, Y., Jutila, A., Myllymäki, H., (1984): „Review of Recent Finnish Bridge Construction”. *Rakennustekniikka* 40/2, pp. 83-93.
 Jutila, A., (1965): „A tamperei Hämeensilta híd károsodása és szilárdsági vizsgálata” (finnül). Diplomaterv, Helsinki Műszaki Egyetem (TKK) Építőmérnöki Kar, Espoo.

- Nylander, H., Kinnunen, S., Nylander, S., Ingvarsson, H. (1977): „*Oszloppal alátámasztott, feszített és nem feszített vasalású vasbeton lemezhid át-szűrődása*”, (svédül) Svéd Királyi Egyetem, Építési mechanikai intézet, Stockholm. 123. sz. közlemény
 Leonhardt, F. (1990): „*Brücken / Bridges*”. 3. kiadás, Stuttgart.
 RIL (2004): „*History of Finnish Bridges*”. Finnish Association of Civil Engineering, RIL, Keuruu.

Aarne Jutila, a hidépítéstan ny. professzora, Dr. tech., Dr. h. c. (Budapest), az Extraplan Oy ügyvezető igazgatója, (Tapiola, Espoo, Finnország), 1940-ben született Helsinkiben. 1966-ban okl. mérnök, M.Sc. építőmérnök (Helsinki Műszaki Egyetem, TKK). 1966-67-ben svájci szövetségi ösztöndíjjal az ETH Zürich munkatársa, 1967-69, 1970-72 és 1974-76 években tervező mérnök és a hídosztály vezetője a Kjessler és Mannerstråle (KM), tervező irodában (Stockholm és Tapiola). 1969-70 a belfasti Queen's University (QUB), Észak Írországban. 1972-74 tervező mérnök és a hídosztály vezetője a finn ügyvi hivatalban (TVH). 1976-90-ig három tervező vállalat alapítója és másodállású hídtervezője: Sito Oy, Extraplan Oy és Siltatekniikka Oy, Finnországban. 1976-84 tanársegéd és laboratóriumi mérnök, 1984-2008-ig a hidépítéstan professzora a Helsinki Műszaki Egyetemen (TKK), Otaniemi, Espoo. 2008. augusztus óta az Extraplan Oy mérnöki iroda ügyvezető igazgatója. 1999-2007-ig a IABSE elnökhelyettese, 2010 óta tiszteletbeli tagja.

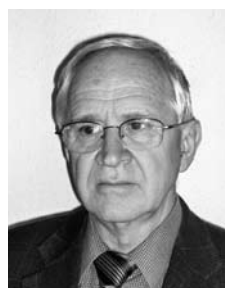
CONCRETE BRIDGES IN FINLAND

Aarne Jutila

Development of concrete bridges in Finland from the early days up today is described. This is done by introducing the most remarkable concrete bridges built in different decades. Most of the bridges discussed are still in use, but those demolished have also played an important role as a basis for later achievements. It is also discussed, why certain types of bridges are in favour at a certain time, why they may disappear for a while, and then come into use again slightly improved. All main types of concrete and prestressed concrete bridges are discussed: slabs, girder bridges, frames and arches. The criteria are that concrete as material shall play the main role in the load-carrying system. That is why concrete-based composite bridge, among others, is not dealt with. The main concern lies in the bridge as a whole and consequently foundation structures, substructures or other parts of a bridge are not particularly tackled. The same applies to standards.

SZEMÉLYI HÍREK

KOVÁCS ZSOLT 70 ÉVES



Kovács Zsolt 1941. március 28-án született Budapesten. Diplomáját 1964-ben szerezte az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Mérnöki Karán. Vasbetonépítési szakmérnöki oklevelet kapott a Budapesti Műszaki Egyetemen 1969-ben. Mérnöki tevékenységét 1964-ben kezdte az Út-, Vasúttervező Vállalatnál. Kezdetben tervezőmérnökként és 1976-tól irányítótervezőként dolgozott a hídirodán. 1986-1987 között szakosztályvezető, 1987-1997 között

a beosztása osztályvezető-helyettes. Jelenlegi beosztása az Uvaterv Zrt.-nél hídszakági igazgató.

Pályafutása során a hidtervezés különböző területein szerzett tapasztalatokat. Tevékenysége gerinceként kezdetben elsősorban vasbeton és feszített beton szerkezetek tervezése volt a fő feladata. A hídírodán végzett több mint negyven éves szakmai munkája során az újszerű megoldások és szerkezetek kidolgozásában vett részt, illetve azok egyik kezdeményezője volt.

Tevékenyen közreműködött a korszerű hidépítési technológiák bevezetésében. Egyik irányító tervezője volt több hazai, konzolosan, csúszó zsaluzattal épített feszített vasbeton hídnak: győri Kis Duna-híd, csongrádi Tisza-híd. Részt vett a statikai számítások kidolgozásában és az építéshez szükséges berendezések beszerzésének előkészítésében is.

Másik nagy szakterülete a szakaszos előretolással épülő feszített vasbeton hidak. Felelős tervezője volt az M1 autópálya ilyen technológiával épült Rába-hídjának és a szolnoki Holt Tisza-hídnak. A szabadbetonozás és a szakaszos előretolási technológia egy műtárgyon belüli együttes alkalmazásában vezető szerepet töltött be a szolnoki Szent István híd tervezésénél. Közreműködött az M0 autópálya So-

roksári Duna-híd, a cigándi Tisza-híd és számos autópálya műtárgy tervezésében.

Felelős tervezője volt az Árpád-híd középső szerkezet felújításának. Két nagy folyami híd főtervezését végezte. Az M3 autópálya Tisza-híd öszvér felszerkezetének háromnyílású, folytatólagos acél főtartói a parton teljesen összeszerelve készültek. Javaslatára a két főtartó acélszerkezetet úszó-szerelő állványok segítségével egyből a pillérekre lehetett helyezni. Ezt a megoldást először alkalmazták többtámaszú szerkezetnél a magyar hidépítésben. A szerkezet szokatlan konstrukciós kialakítása a korábban épült hidakhoz képest számos új feladat megoldását igényelte a tervezés és a statikai számítás terén.

Szakmai kihívást jelentett számára az M9 autótű szekszárdi Duna-híd tervezésének előkészítő munkája, tendertervnek elkészítése, a főtervezői tevékenység és a helyszíni műveletek. Főtervezésében készültek az alapozás, pillérek, ártéri hidak.

Generál tervezője volt az M43 autópálya Tisza-híd ajánlati tervének, amely híd ártéri szerkezetének kiviteli tervezését is irányította.

Önálló munkája volt az M7 autópálya Mura-híd engedélyezési és kiviteli terve, majd az M44 autótű Körös-hídjának engedélyezési és kiviteli terve.

Több éves munkája volt a közreműködés az M7 autópálya határ-híd megvalósításának előkészítésében. Jelentős szerepet töltött be a horvát-magyar szakmai együttműködés kiépítésében.

Munkája során több szolgálati szabadalom társszerzője volt. A Mérnöki Kamara Hidász szakosztály elnökségében tevékenyen részt vett. Tagja a KTE-nek és a **fb** Magyar Tagozatának. Előadásokat tartott hidmérnöki konferenciákon, publikált a Mélyépítéstudományi Szemlében és a Műszaki tervezés ETK kiadványban.

40 éves szakmai munkássága elismeréseként 2004-ben a Magyar Köztársasági Érdemrend Lovagkeresztje kitüntetést kapta.

A BETON ELEKTROMOS ELLENÁLLÁSA ÉS A VASBETON TARTÓSSÁGÁNAK ÖSSZEFÜGGÉSE



Dr. Simon K. Tamás – Vass Viktória

A vasbeton szerkezetek állapotfelmérésekor sokszor jelentkező igény annak roncsolásmentes módon való meghatározása, hogy a beágyazott acélbetétek milyen mértékben vannak kitéve a korrózió veszélyének. A korróziós veszélyeztetettség jelentősen függ a különböző, káros anyagok bejutásának lehetőségétől, illetve maguktól a bejutó anyagoktól. Minél nagyobb a beton porozitása, annál könnyebben juthatnak a korrózív anyagok a betonacélok közelébe, így a szerkezet tartóssága időben korlátozottabbá válik. A beton látszólagos porozitás becslésének egyik módja lehet, ha a nedvességtartalom függvényében vizsgáljuk az elektromos vezetőképességet, vagy ennek ellentettjét, az ellenállást.

Kulcsszavak: vasbeton tartósság, látszólagos porozitás, beton elektromos ellenállás

1. BEVEZETÉS

Budapest folyamatos terjeszkedése, a hasznosítatlan területek beépítése, illetve a közterek átrendezése, mélygarázsok kialakítása során szükségessé vált a különféle felszín alatt húzódó közművezetékek feltárása, és állapotuk felülvizsgálata, diagnosztizálása.

A városban évtizedek során jelentős mennyiségű, cement kötésű ivóvíz nyomóvezetéseket alkalmaznak, melyek egy része feszített vasbetonból készült, állapotuk felméréséhez merült fel a lehetősége a roncsolásmentes betonvizsgálati módszerek alkalmazásának. Ezen csövek állapota pillanatnyilag ismeretlen, meghibásodásuk a bennük lévő 6-8 bar nyomás miatt robbanásszerű jelenséggel következik be.

A vezetékek állapotfelmérésének szükségessége hozta magával azt az igényt, hogy egy adott korban lefektetett, egy tételből származó, viszonylag kis (1-2 m hosszú) csődarab vizsgálatával következtetéseket vonjunk le a teljes, egy tételbe tartozó vezetékszakasz állapotát illetően. Ennek becslését irányozza elő egy hazánkban a korábbiakban még ritkán

alkalmazott roncsolásmentes vizsgálat, a beton elektromos ellenállásának mérése. A vizsgálat során csak egy néhány méter hosszú csőszakaszt kell feltárni, és ami nagyon fontos, a mérést üzem alatt lehet végezni. A beton ellenállásának mérése egy, a talajmechanikában alkalmazott módszer adaptálásával történik.

Jelen cikk célja a beton elektromos ellenállásmérésének ismertetése, a módszer elvének, alkalmazhatóságának és annak korlátainak bemutatása.

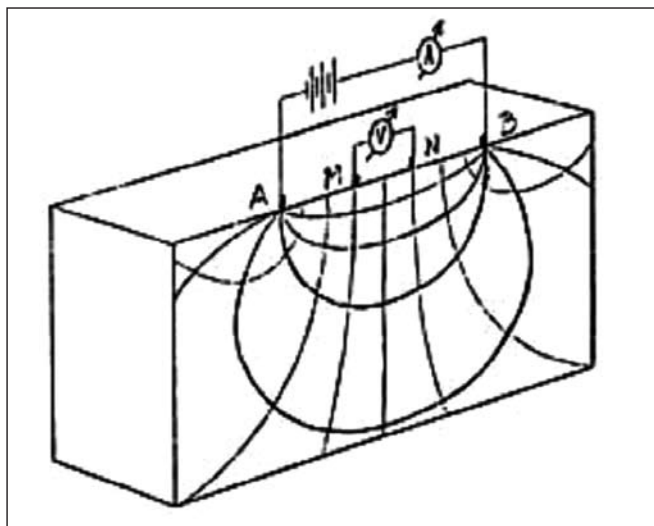
2. A BETON ELEKTROMOS ELLENÁLLÁSMÉRÉSÉNEK ISMERTETÉSE

2.1 A TALAJMECHANIKÁBÓL SZÁRMAZÓ FORRÁS

Bizonyos mértékig minden anyag, így a talaj és a kőzetek is vezetnek az elektromos áramot, így először a talajmechanikusok dolgoztak ki egy elektromos ellenállásmérésen alapuló módszert ennek mérésére, és a kapott eredmények hasznosítására. A vezetőképesség, vagy annak reciproka, az elektromos ellenállás jelentősen függ a talaj szerkezetétől, a benne lévő pórusok méretétől és eloszlásától, az esetleges víztartalomtól és az abban oldott sók mennyiségétől (Meskó, 1998). A vezetőképesség mérésével következtetni lehet a talajban lévő inhomogenitások helyzetére a kimérhető anomáliák elemzésének útján, például az egykori árkok, pincék helyére is, ha a beléjük kerülő anyagok, törmelékek más szerkezetűek, mint az eredeti, termett talaj.

Az egyenáramú szondázást az 1. ábrán vázolt módon végzik: az A és B áramelektrodákkal egyenáramú jelet bocsátanak a talajba, míg az M és N potenciálelektrodák között mérik az ennek hatására kialakuló feszültséget. Az Ohm-törvény alkalmazásával határozható meg a fajlagos ellenállás értéke:

1. ábra: Egyenáramú szondázás elvi elrendezése



$$\rho = \frac{2\pi aU}{I},$$

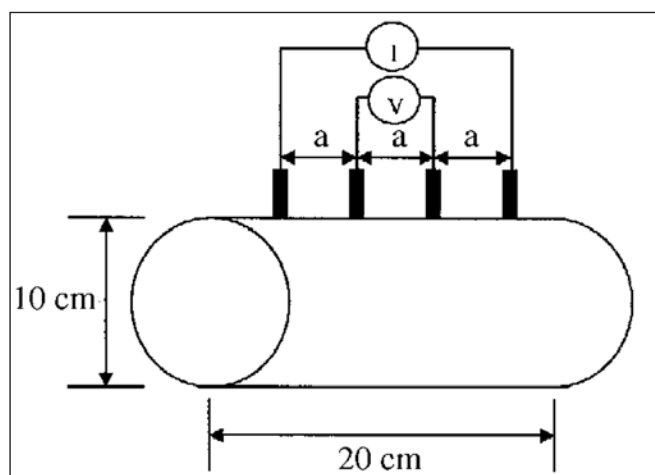
ahol: ρ a talaj elektromos ellenállása,
 a az elektródák távolsága,
 U a potenciálektródák közötti feszültség,
 I az egyenáramú jel mértéke,
 π Ludolf féle szám (3,14).

Jól látszik, hogy az áram nagy térfogatban folyik, emiatt az áramerősségből és a feszültségből csak egy nagyobb térfogatra jellemző fajlagos ellenállás értékét lehet kiszámítani.

Amikor az áramot bevezető elektródák távolsága kicsiny, az áram lényegében csak a felső rétegben folyik, és a kapott látszólagos fajlagos ellenállás közelítőleg megegyezik a felső réteg fajlagos ellenállásával. Amikor az áramot bevezető elektródák távolsága nagy, az áram mélyebb rétegben is folyik, a mérésből levezetett látszólagos fajlagos ellenállás ekkor az alsó réteg fajlagos ellenállásával vethető össze.

2.2 ADAPTÁLÁS A BETONVIZSGÁLATOK TERÜLETÉRE

A beton felületi ellenállását vizsgáló módszerek a vázolt, talajmechanikából származó elven születtek meg. A beton helyszínen való vizsgálatához az úgynevezett négyszondás ellenállásmérőt alkalmazzuk, mely a talajmechanikában alkalmazott ellenállásmérőnek betonra átalakított, jóval kisebb méretű változata.



2. ábra: Az úgynevezett Wenner elrendezésű ellenállásmérő vázlata

A gyakorlati használat során célszerű egy ma már könnyedén beszerezhető négy pontos, Wenner elrendezésű ellenállásmérőt használni. Ezeken a mérőeszközökön négy darab, egy sorba rendezett csatlakozó pont található, a távolságyira egymástól (2. ábra). A két szélső pont szolgál az elektromos áram továbbítására, míg a két belső ponton keresztül mérjük az elektromos feszültséget. Ha az eszközt a betonfelületre helyezzük, egy elektromos vezérlési egység biztosítja az egyenáramú jel áramlását, valamint végzi az ennek hatására kialakuló feszültség mérését a két közbenső érintkezési pont között. Az elektromos csatlakoztatás úgy van kialakítva, hogy az érintkezők szivacsból készülnek, melyeket előzetesen vízzel kell átitatni.

Ma már több gyártó is készít műszert erre a célra, részünkre a Proceq márkanévű RESI típusú ellenállásmérő berendezés állt rendelkezésre (3. ábra).

A műszer $k\Omega\text{cm}$ – ben adja meg a fajlagos ellenállás (ρ_c) értékeit. Méri továbbá, hogy hány %-os a mért eredmény megbízhatósága.



3. ábra: A RESI típusú, Wenner elrendezésű ellenállásmérő

3. A BETON ELEKTROMOS ELLENÁLLÁSA

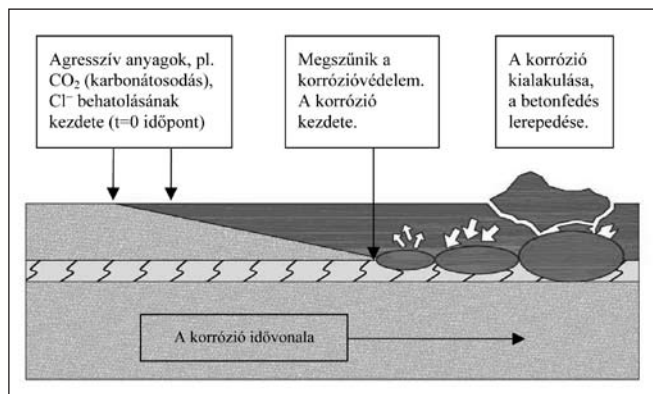
3.1 A POROZITÁS FÜGGVÉNYÉBEN

A portlandcement alapú beton egy több komponensből álló, mikroporózus, mikrostruktúra-érzékeny építőanyag. A porózus anyagok vizet vesznek fel a levegőből. A porózus anyag és a levegő víztartalmának (relatív páratartalmának) egyensúlyát az adszorpciós izoterma adja meg. 40%-os relatív páratartalomig a vízfelvétel „tisztá” adszorpciós folyamat során történik. Az így felvett víz nem mozog, nem szabad, a cementkő belső felületéhez erősen kötött. 40% feletti relatív páratartalomnál további vizet vesz fel az anyag a kapillárosokon, nyílt pórusokon keresztül. A porozitásnak ezt a részét látszólagos porozitásnak nevezzük.

A betonban található pórusok véletlenszerű elrendezésűek, különböző méretűek, rendszertelenül kapcsolódnak egymáshoz. A víz és különféle ionok áramlását ezeken a tekervényes csatornákon keresztül a vízáteresztő képesség, adszorpció és különféle diffúziós mechanizmusok vezérlik. A cementbázisú anyagok levegővel teli üregeket, mikrorepedéseket és a CSH gél közötti, belső felületi hézagokat tartalmaznak. A pórusoknak több fajtája ismert. A *légpórusok* keletkezése elkerülhetetlen a frissbeton keverése és bedolgozása közben. *Kapilláripórusnak* az eredetileg keverővízzel töltött, egymással és a beton felszínével összeköttetésben lévő csatornákat nevezik. A *gél pórusok* túl kicsik ahhoz, hogy a hidratáció során telítődjenek, jelenlétük a környezet páratartalmának, a beton porozitásának és víztartalmának a függvénye.

A pórusok egy része nincs kapcsolatban a beton felületével, ezek az úgynevezett zárt pórusok. A pórusok másik része és a felület között a kapillárisokon keresztül van kapcsolat, tehát ezek nyitottak. A nyitott pórusok mennyiségének meghatározásából származó porozitás a látszólagos porozitás.

A habarcs és a beton elektromos ellenállóképessége a cementpép mikroszerkezetének (pórustérfogat, a pórusok sugárának eloszlása), a nedvesség- és sótartalomnak, valamint a hőmérsékletnek függvénye. A mikrostruktúrát számos tényező befolyásolja, úgymint a víz/cement tényező, a kötőanyag, a hidratáció foka, az adalékszerek minősége és mennyisége. Egy átfogó tanulmány során különféle hagyományos és előre elkészített, katódos védelemre használt habarcsok ellenállóképességét vizsgálták két éven keresztül (Hunkeler, 1993). Az eredmények kiértékelésénél arra jutottak, hogy az anyagok vezetőképessége drasztikusan csökken a relatív páratartalom csökkenésével. Ennek hátterében az állhat, hogy magas nedvességtartalom



4. ábra: A korróziós folyamat

esetén gyakorlatilag leáll a karbonátosodási folyamat. Az alacsonyabb relatív nedvességtartalom esetén zajló karbonátosodás során csökken az OH⁻ koncentráció, mely növeli a pórusvíz vezetőképességét.

A beton elektromos ellenállása tehát szoros összefüggésben áll a porozitással, a nedvességtartalommal, és a pórusoldat (pórusokban lévő, oldott sókat tartalmazó víz) ellenállásával.

3.2 A PÓRUSOLDATBAN OLDOTT SÓ MÍLYENSÉGE ÉS TÖMÉNSÉGE FÜGGVÉNYÉBEN

A pórusoldat minőségét jelentősen befolyásolja a beton kora, típusa, a cement származási helye, valamint a víz/cement tényező. A pórusvíz legfőbb összetevői a K⁺, Na⁺ és az OH⁻, kisebb mértékben a Ca²⁺ és az SO₄²⁻ ionok. A kloridion jelenlétének hatását ezidáig kevesen vizsgálták. A pórusvíz vezetőképességének a növekvő kloridion tartalom miatti növekedését ellensúlyozza az OH⁻ koncentráció egyidejű csökkenése.

4. A BETON ELLENÁLLÁSÁNAK ÉS A BETONACÉL KORRÓZIÓJÁNAK ÖSSZEFÜGGÉSE

Az ellenállás egy közvetítő eszköz relatív áramvezető képességét mutatja. A beton pórusai vizet tartalmazhatnak, melyben

oldott sók vannak, így a beton elektromosan vezetőképessé válik. A beton elektromos ellenállásának ismeretéből igen fontos következtetéseket vonhatunk le arról, hogy a betonba ágyazott betonacélok milyen mértékben vannak kitéve korróziós veszélynek.

A korróziós folyamat (4. ábra) sebessége több paraméter függvénye, ezek közül talán a legfontosabb a beton porozitása és pórusszerkezete.

A beton fajlagos ellenállása a korróziós terjeszkedés megállításának egyik legfőbb tényezője (5.a és b ábra).

Alacsonyabb relatív páratartalom, illetve a beton alacsony nedvességtartalma esetén a korrózió foka megközelítőleg fordítottan arányos az elektromos ellenállóképességgel és a fajlagos ellenállással, vagyis egyenes arányban áll a vezetőképességgel, az alábbi képlet értelmében:

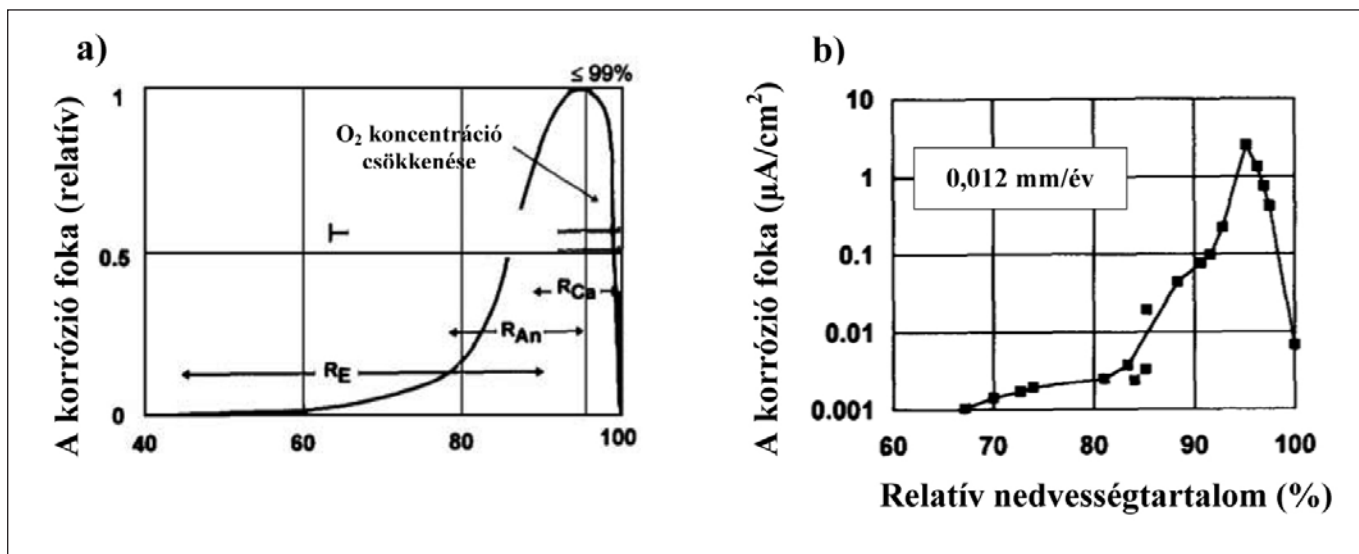
$$I_{corr} \approx \frac{1}{R_E} \sim \frac{1}{\rho_c} = \sigma_c.$$

ahol: I_{corr} a korrózió foka,
 R_E az elektromos ellenállóképesség,
 ρ_c fajlagos ellenállás,
 σ_c vezetőképesség.

Az 6. ábrán különböző tanulmányok eredményei is alátámasztják ezt az összefüggést. Bár a szórás igen nagy, megfigyelhető ugyanaz a tendencia: a vezetőképesség növekedésével nő a korrózió foka. Ez az információ igen fontos, amikor meg kell állapítanunk a korróziós veszélyt, illetve a javítási módszerek hatásáról és eredményességéről kell nyilatkoznunk. Bár az elektromos ellenállás ismeretének fontossága elfogadott, mégis kevés rendszeres, hosszútávú kutatást végeztek a témában.

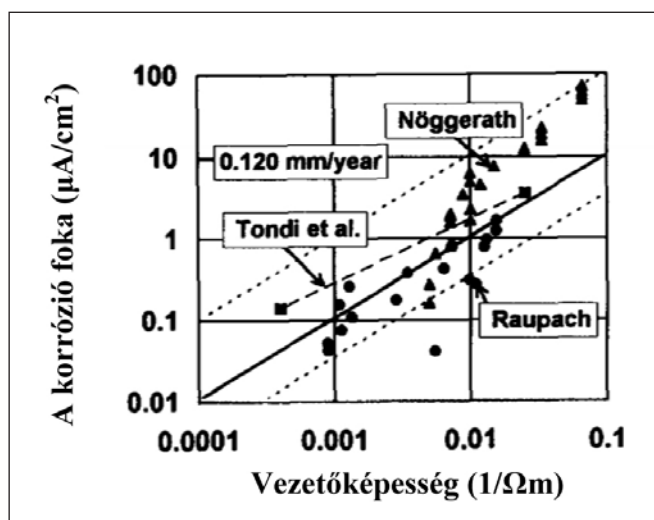
5. A MÉRÉSI EREDMÉNYEK KIÉRTÉKELÉSE

A beton elektromos ellenállásának ismeretében meghatározhatjuk a beágyazott betonacélok korróziós veszélyeztetettségének mértékét. A betonacélok korróziója egy elektrokémiai folyamat, mely során lokális elemek jönnek létre. Ezek elektromos ereje ugyan nagyon kicsi, és igen gyenge áramot termelnek,



5. ábra: a) A korrózió foka a víztelítettség függvényében, illetve a különféle ellenállások hatása (R_{An} : az anód elektrokémiai ellenállása, R_{Ca} : a katód elektrokémiai ellenállása, R_E : a beton/habarc elektromos ellenállása, A_{An} : az anód területe, A_{Ca} : a katód területe)

b) Az acél korróziója karbonátosodott habarcsban (Parrott, 1990)



6. ábra: A korrózió foka a beton vezetőképességének függvényében, különböző kutatók által végzett vizsgálatok eredményei (Hunkeler, 1993)

de folyamatosan működve nagy kárt okoznak (Balázs, 2002). Minél kisebb a beton elektromos ellenállása, annál nagyobb a korrózió kialakulásának veszélye. Az idő függvényében a fém fogyása, azaz a korrózió foka szintén nő. Az RESI ellenállásmérő használati útmutatójában az alábbi határértékeket találhatjuk a korróziós veszélyeztetettség valószínűségére a fajlagos ellenállás (ρ_c) függvényében:

$\rho_c \geq 12 \text{ k}\Omega\text{cm}$	nincs korróziós veszély,
$\rho_c = 8\text{-}12 \text{ k}\Omega\text{cm}$	a korrózió veszélye fennáll,
$\rho_c \leq 8 \text{ k}\Omega\text{cm}$	a korrózió valószínűsége nagy.

Dr. J. P. Broomfield angol kutató tapasztalati eredményei alapján:

$\rho_c > 20 \text{ k}\Omega\text{cm}$	a korróziós veszély foka alacsony,
$\rho_c = 10\text{-}20 \text{ k}\Omega\text{cm}$	elfogadható korróziós veszély,
$\rho_c = 5\text{-}10 \text{ k}\Omega\text{cm}$	a korróziós veszély foka magas,
$\rho_c < 5 \text{ k}\Omega\text{cm}$	a korrózió veszélyének foka nagyon magas.

Logikai úton is következtethetünk arra, hogy a beton elektromos ellenállóképessége nagymértékben függ a vízzel való telítettség fokától, azaz a nedvességtartalomtól, illetve az eredményeket befolyásolják a környezeti hatások is. Ezért nem szabad elfogadni kritikátlanul csupán önmagukban a korábban említett határértékeket.

Lényeges elem, hogy az eredmények gyártó szerinti elfogadhatósága valószínűleg csak a beton víztelített (100%-os nedvességtartalom) állapotában érvényes. Ez a körülmény az általunk vizsgált SENTAB nyomócsövek *használat alatti* körülményeinek megfelel, mivel belülről víznyomásnak van a beton kitéve.

6. MEGÁLLAPÍTÁSOK

A vasbeton szerkezeteknek a korrózió által okozott károsodásai világviszonylatban igen jelentősek, nagymértékben befolyásolják azok élettartamát, tartósságát.

A folyamat sok paraméteres, de leginkább a beton porozitásának és pórusszerkezetének függvénye. A beton pórusai vizet tartalmazhatnak, melyben oldott sók vannak, így a beton elektromosan vezetőképessé válik.

A beton ellenállásának mérése egy hazánkban a korábbiakban még ritkán alkalmazott roncsolásmentes vizsgálat, mellyel üzem alatt vizsgálhatjuk a különféle betonszerkezetekbe ágyazott betonacélok korróziós veszélyeztetettségét.

A mért eredmények kiértékelésénél azonban különös tekintettel kell lennünk:

- a beton nedvességtartalmára,
- a környezeti körülményekre,
- az esetleges telítő oldat vezetőképességére,
- klorid, vagy más korrózív anyag jelenlétére.

7. FELHASZNÁLT IRODALOM

- Balázs, Gy. (2002): „Építőanyagok és kémia”, Műegyetemi Kiadó, 479-481. o.
- Broomfield, J. P.: http://www.jpbroomfield.co.uk/html/corrosion_topics-condition_surveys.htm
- Hunkeler, F. (1993): „Elektrischer Widerstand von Mörteln und Beton”, Schweizer Ingenieur und Architekt, No. 43., pp. 767-772.
- Meskó, A. (1998): „Geofizikai módszerek a régészetben”, Természet világa: természettudományi közlöny, 129. évf., 10. sz., 440-442. o.
- Parrott, L. J. (1990): „Damage caused by carbonation of reinforced concrete”, Material Structures, No. 23, pp. 230-234.

Dr. Simon Tamás okleveles építőmérnök, Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki kar, Szerkezetépítő szak; 1983-tól a VIZITERV nagyműtárgy osztályán statikus tervező; 1990-92 „kas” Szigeteléstéchnikai Rt. fejlesztő mérnöke; 2002-től a BME Építőanyagok Tanszéke (ma: BME Építőanyagok és Mérnökeológia Tanszék) adjunktusa. Tevékenységek/szakterületek: vasbeton mélyépítési műtárgyak tervezése és művezetése; lapostető-szigetelések tervezése, kivitelezése; betontechnológia; minőségügy; építőipari szakértés tartószerkezetek és szakipari munkák tekintetében; „független mérnöki” tevékenység; megszilárdult beton vizsgálata. A Magyar Mérnöki Kamara, a *fib* magyar tagozat tagja.

Vass Viktória (1987) építőmérnök hallgató. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőmérnöki Karán a magasépítési, híd-műtárgy és geotechnikai szakirányt végzi. A *fib* magyar tagozat tagja.

THE ELECTRICAL RESISTIVITY OF CONCRETE

Tamás Simon – Viktória Vass

The demand for determination of the risk of corrosion of embedded steel in concrete by a non-destructive technology is increasing. The corrosion risk significantly depends on the different harmful materials which may penetrate into concrete through capillaries into the pores. The higher the porosity, the easier for these corrosive materials to get near to the embedded steel, as a consequence, the durability of the structure becomes limited in time. The apparent porosity measurements of concrete can be carried out by analyzing the conductivity in a function of moisture content, or its opposite: the electrical resistivity.

IN MEMORIAM PROF. DR. TALABÉR JÓZSEF

KERESZTÉNY, 1918. OKTÓBER 6. – BUDAPEST, 2011. MÁRCIUS 2.



Március első napjaiban döbbenet, szomorú szívvel értesültünk dr. Talabér József professzor úr, okl. kohómérnök, a kémiai tudományok doktora, egyetemi tanár hirtelen haláláról.

Meghatározó egyéniség, szakterületünk egyik nagy öregje, a szilikátipar máig fiatalosan gondolkodó doyenje távozott az élők sorából. Ötvözte magában az ipari szervezőkészséget, a szervezeti irányítóképességet, a kutatói elmét és érdeklődést; vallotta a gyártásban, tervezésben, fejlesztésben a tudományos megközelítés elengedhetetlen voltát, a tudomány művelésének és a tudományos eredmények terjesztésének, oktatásának rendkívüli fontosságát.

Fő kutatási területe a cementtechnológia és kémia, azon belül a technológia és a környezet kölcsönhatása; az alkáliák, a kén és a klór szerepe a cementben; az alumínátcement-betonok tartóssága volt. Tudományos publikációinak száma mintegy 90. Főszerkesztője és társszerzője a „Cementipari kézikönyv”-nek (1966), társszerzője Szabó Jánossal a „Nagyipari létesítmények 1945-75” című könyvnek (1975), Sebestyén Gyulával az „Építőipar II. Építőanyagok” című műszaki értelmező szótárnak (1977) és T. V. Kunetzovával a „Glinozemiszti cement” című, Moszkvában kiadott könyvnek (1988).

Talabér professzor a kémiai tudomány kandidátusa címet az építésügyben elsőként szerezte meg 1956-ban („Az alumínátcementek és azok kötésénél és szilárdulásánál lejátszódó fiziko-kémiai folyamatok” című értekezésével), akadémiai doktor 1992-ben („Az alumínátcementek tartóssága”) lett.

Egyetemi tanárként 1964-től 1969-ig oktatott a Veszprémi Vegyipari Egyetem Szilikátkémiai Tanszékén, 1969 és 1973 között tanszékvezető, majd egyetemi tanár volt a Budapesti Műszaki Egyetem Építőanyagok Tanszékén.

Birtokosa volt a MTESZ-díjnak, a Munka Érdemrend arany fokozatának (1953, 1964, 1984), az Eötvös-díjnak (1974), az Állami Díjnak (1978).

Gyakorlati eredményeit magas színvonalon termelő építőanyagipari gyárak, üzemek, tervező műhelyek, kutató laboratóriumok; szellemi hagyatékát könyvei, folyóiratcikkei, a vezetésével szervezett, a nehéz időkben is a személyes nemzetközi kapcsolatokat lehetővé tevő szilikátipari konferenciák (Siliconf) felejtethetetlen sorának kötetei, a szilikátipar egészének bel- és külföldi kutatási és termelési eredményeiről évtizedeken át hírt adó, tudományos igényű Építőanyag folyóirat publikációi, a vezetése alatt napvilágot látott egyetemi tudományos közlemények alkotják.

Egyetemi tanulmányait 1938-ban kezdte, diplomáját 1942-

ben a József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Bánya- és Kohómérnöki Karán, Sopronban szerezte. Az oklevél megszerzése után tanársegéd, majd ezt követő első munkahelye az 1942-1945 években a Magyar Általános Köszénbánya volt, ezután a Tatabányai Cementgyár, a Karbid- és Ferroszilíciumgyár, a Szénlepárló Üzemek, majd a Tatabányai Cement- és Mészművek főmérnöke lett. Szakmai életútja 1949 után fokozatosan kiteljesedett: 1949-1952-ben az Ipari Minisztérium Mész-, üveg és finomkerámiai főosztálya Termelési és műszaki osztályának a vezetője, majd 1952 és 1958 között az Építésügyi Minisztérium Cementipari Igazgatóságán iparági főmérnök volt. 1959-ben nevezték ki a Dunai Cement- és Mészművek igazgatójává, és ezt a feladatkört 1963-ig látta el. Ezalatt az időszak alatt, a váci cementgyár építésén szerzett tapasztalatait kamatoztatta később a beremendi, hejőcsabai és bélapátfalvi cementgyárak, az Orosházi Síkúveggyár, az Eternit Művek tervezésének és beruházásának irányításában.

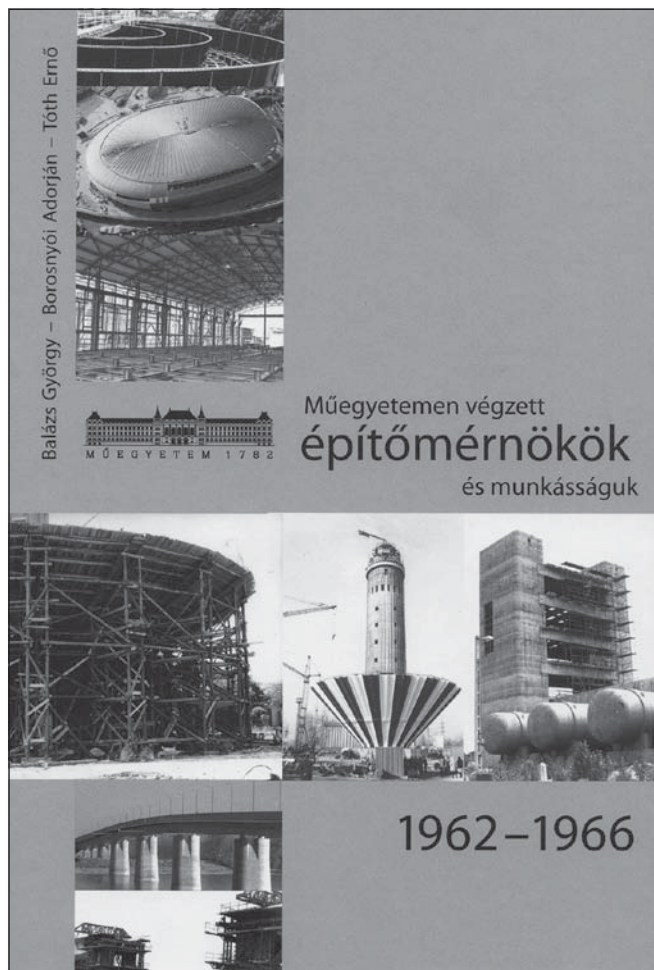
Talabér professzor 1963 után a kutatás-fejlesztés, tervezés, beruházás művelésének és irányításának szentelte életét. 1964-től az Építőipari Központi Kutató Intézet (ÉaKKI), majd a Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet (SZIKKTI) igazgatója, amelyet korszerűen felszerelt laboratóriumokkal, gazdag könyvtárral rendelkező, több, mint európai hírű kutatóintézeté fejlesztett. Az intézet létszáma a szilikátipari nagyberuházások idején mintegy 1200 főre emelkedett. A SZIKKTI 1980-ig tartó 15 éves „aranykorszaka” meghatározó volt a szilikátipar fejlődésére, és harminc év múltán még ma is érezteti hatását.

Életművének része társadalmi felelősség vállalása és tevékenysége: a Szilikátipari Tudományos Egyesületnek az 1957-1982 években főtákará, 1982 és 1990 között elnöke, majd örökös tiszteletbeli tagja, az Építőanyag című folyóirat szerkesztőbizottságának több évtizeden át elnöke, 2005 óta örökös tiszteletbeli elnöke volt. 1970-1986 között az OMFB Kutatásokat Koordináló Tanácsának tagja volt, szerepet vállalt a KGST munkákban, az MTA Kémiai Tudományok Osztálya Műszaki Kémiai Bizottságában, az ÉVM Műszaki Fejlesztési Tanácsában. 1970-1986 között a BME Építőmérnöki Karának Tudományos Tanácsának és Doktori Bizottságának munkájában vett részt.

Dr. Talabér József professzor urat a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem saját halottjának tekintette.

Emlékét és tudományos munkásságának eredményeit tisztelettel megőrizzük.

*A BME Építőanyagok és Mérnökgeológiai Tanszék
kollektívája
(Fotó: Sircz János)*



Megjelent a

BALÁZS-BOROSNYÓI-TÓTH: MŰEGYETEMEN VÉGZETT ÉPÍTŐMÉRNÖKÖK ÉS MUNKÁSSÁGUK IV.

c. könyv, amelyben az 1962-1966 között végzett építőmérnökök munkásságát mutatjuk be.

Ezt a könyvsorozatot az a gondolat szülte, hogy az építőmérnökök felelősek az infrastruktúra építéséért és fenntartásáért, amely nélkül nem létezne emberhez méltó élet ezen a Földön. A könyvekben szereplő építőmérnökök munkásságának bemutatásával szemléltetni szeretnénk e munka sokféleségét és a társadalomban fontos, nélkülözhetetlen szerepét.

A könyv 5.000,- Ft áron megvásárolható a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékén, munkanapokon 9.00-12.00 óra között.

**Cím: 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3., K. I. 58a.
Tel: 463-2043.**

Megjelent

DR. BALÁZS GYÖRGY: KÜLÖNLEGES BETONOK ÉS BETONTECHNOLÓGIÁK III.

A kötet hat különleges betont ismerteti. Ezek:

- **Ferrocement;**
- **Dermesztett beton (szövetszerkezetes építés);**
- **Sugárvédő beton;**
- **Vízzáró beton;**
- **Könnnyűbeton;**
- **Kopásálló beton.**

A könyv tartalmaz a beton tartósságával kapcsolatos fejezeteket is. Ezek:

- **A tartósság követelményei és növelésének módszere**
- **A légköri szennyeződés hatása a betonra**
- **A téli jégtelenítő sózás hatása az acélbetét korróziójára.**

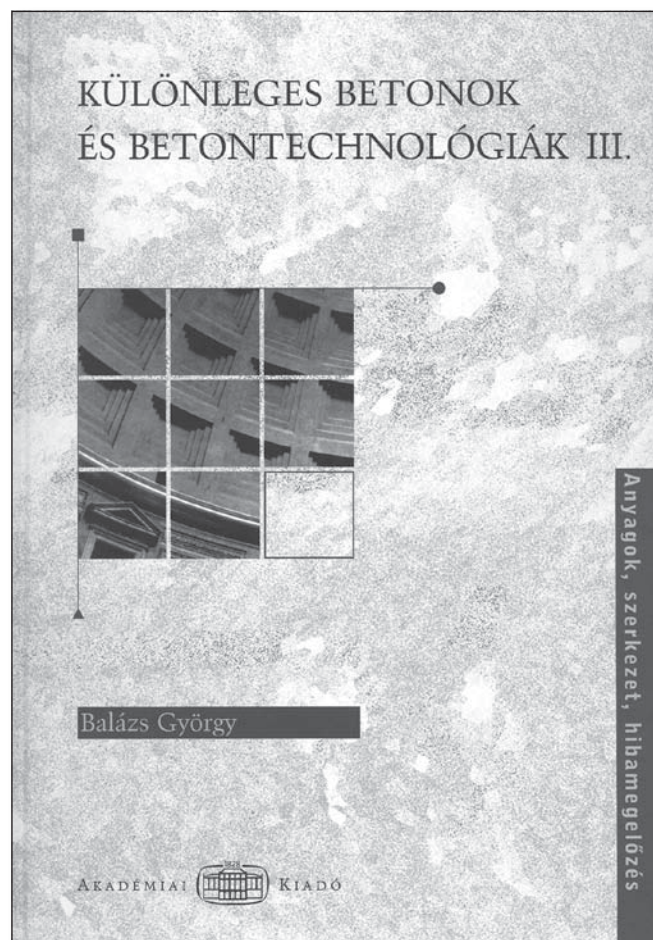
E kötet segítséget szeretne nyújtani betontechnológusoknak és szakmérnököknek a különleges betonok és betontechnológiák tudatos alkalmazásához.

A könyvet az Akadémiai Kiadó adta ki. A könyv ára: 5.250,- Ft.

Megvásárolható a www.akademiaikiado.hu oldalról, árendeménnyel.

Megrendelhető az Akadémiai Kiadó Vevőszolgálatán.

Telefon: 4648-201.



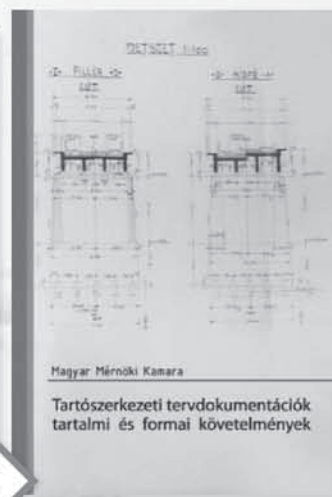
MEGJELENT!



Az MSZ 15 000-es tervezési szabályok 2010. december 31-i visszavonásával az MI 15011-86 a „Megépült teherhordó szerkezetek erőtanai vizsgálata” is hatályát veszti. A Tartószerkezeti Tagozat a műszaki irányelvet korszerűsítve adja ki, kamarai Műszaki Szabályzatként. A kiadvány ára: 1500 Ft



A „Tartószerkezeti tervdokumentációk tartalmi és formai követelményei”-t összefoglaló könyv a tervezők, az ellenőrök, az építési hatóságok számára készült. A Tartószerkezeti Tagozat elvárja a statikus tervezőtől, hogy az itt lefektetett követelmények alapján tervezzenek, ezáltal a tervek minősége legalább újra olyan színvonalú legyen, mint a könyv borítóján látható jó 100 éves Zielinski Szilárd tervek. A könyvben nyomon lehet követni a különböző szakágak (hid-, magas-, vízépítés) tervfajtáinak tartalmi követelményeit, a tervek kiállításának, dokumentálásának módját, külön fejezet foglalkozik a tervellenőrzéssel. Úgy véljük, a szerződésminták vállalkozásainkban jól használhatók. Leköszöljük az MMK Etikai Fegyelmi Szabályzatát is, hogy segítségünkre legyen a minőségi, feddhetetlen mérnöki munkánkban.



A kiadvány ára: 3500 Ft



A Tartószerkezeti Tagozat Eurocode-okat ismertető könyvsorozata két új könyvvel gyarapodott, így már nyolc könyv segíti a tartószerkezeti tervezők munkáját a régi szabványokról az európai szabványokra való áttérésben. Az Eurocode 5, tehát a faserkezeti szabvány alapján történő méretezés alapjait bemutató könyv szerzői több nagy faserkezeti épület tervezői. A könyvben található számpéldák a tervezéshez szükséges táblázatok, alapvető új szabványelőírások, az elméleti részek közérthető módon segítik még a faserkezetet csak ritkán tervező statikusok munkáit.

A kiadvány ára: 5250 Ft

A beton, vasbeton, acél és faserkezeti európai szabványok alapján történő tartószerkezeti tervezése egy új feladattal a tűzterherre való méretezéssel bővült. Három, Eurocode-ban (EC2, EC3, EC5) előírt méretezési eljárást foglal össze ez az egyedülálló könyv. A könyv szerzői egy húsztagú, Magyarország legismertebb tűzvédelemmel foglalkozó szakembereit összefogó Tartószerkezeti Bizottság munkáját összefoglaló könyvet írtak. A kötet a tűz okozta hatásokat, a tűzvédelemre történő méretezést, az európai szabványok legfontosabb előírásait foglalja össze. A számpéldák a négy anyagfajtából készült szerkezet tűzvédelmi méretezésének megértését segítik. Ilyen könyv, amely az új európai tűzvédelmi szabványok megértését segíti elő, Európában még nem jelent meg.

A kiadvány ára: 6300 Ft



A szabályzatot és a könyveket a Magyar Mérnöki Kamara székhelyén (Bp., IX., Angyal utca 1-3. földszintjén) lehet beszerezni.