

A **fib** MAGYAR TAGOZAT LAPJA

VASBETONÉPÍTÉS

CONCRETE STRUCTURES

JOURNAL OF THE HUNGARIAN GROUP OF **fib**



9 771419 644000



2009 1



Dr. Lichter Tamás

A budapesti négyes metróvonal építése

2. A Kálvin téri református templom szerkezet-megerősítése

2

Pusztai Pál — Skultéty Ádám

Az M0 körgyűrű északi Duna-hídja

3. Feszített vasbeton ártéri hidak

14

Pótáné Palotás Piroska —

Zsömböly Sándor

A 2008. évi Palotás László-díjak átadása

15

Palotás László-díjat kaptak:

Dr. Szerémi László

A Palotás László-díj alkalmából

16

Dr. Tóth László

Visszatekintés a kitüntetés kapcsán

19

Prof. Polónyi István

A mérnöki munka és az egyetemi oktatás

27

Személyi hírek

Dr. Gilyén Jenő 90 éves

34

2009/1

XI. évfolyam, 1. szám

Főszerkesztő:

Dr. Balázs L. György

Szerkesztő:

Dr. Träger Herbert

Szerkesztőbizottság:

Beluzsár János

Dr. Bódi István

Csányi László

Dr. Csiki 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

Lektori 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

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: 200 000 Ft+áfa

belső borító: 160 000 Ft+áfa

A hirdetések felvétele:

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

Címlap:

Szent Pál templom, Neuss Weckhoven.

Tartószerkezeti tervek: Polónyi István.

TARTALOMJEGYZÉK

- 2** Dr. Lichter Tamás
A budapesti négyes metróvonal építése
**2. A Kálvin téri református templom szerkezet-
megerősítése**

- 14** Pusztai Pál – Skultéty Ádám
Az M0 körgyűrű északi Duna-hídja
3. Feszített vasbeton ártéri hidak

- 15** Pótáné Palotás Piroska – Zsömböly Sándor
A 2008. évi Palotás László-díjak átadása

Palotás László-díjat kaptak:

- 16** Dr. Szerémi László
A Palotás László-díj alkalmából

- 19** Dr. Tóth László
Visszatekintés a kitüntetés kapcsán

- 27** Prof. Polónyi István
A mérnöki munka és az egyetemi oktatás

- 34 Személyi hírek**
Dr. Gilyén Jenő 90 éves

A folyóirat támogatói:

Vasúti Hidak Alapítvány, Swietelsky Építő Kft., DDC Kft., ÉMI Kht.,
Hídépítő Zrt., MÁV Zrt., MSC Mérnöki Tervező és Tanácsadó Kft.,
Lábatlani Vasbetonipari Zrt., Pont-Terv Zrt., Strabag Zrt., Uvaterv Zrt.,
Mélyépterv Komplex Mérnöki Zrt., Hidtechnika 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

2. A KÁLVIN TÉRI REFORMÁTUS TEMPLOM SZERKEZET-MEGERŐSÍTÉSE



Dr. Lichter Tamás

A tönkrement, esetleg életveszélyessé váló történeti, műemlék szerkezetek megerősítése igen összetett, rendkívül izgalmas mérnöki feladat. A munka során óriási jelentősége van a tapasztalatoknak, a kreativitásnak és váratlan helyzetekben az improvizációs képességnek. Az épületeket, szerkezeteket a legapróbb részletekig meg kell ismerni, soha semmit nem szabad elhinni az „előtünk járóktól”, ha azt nem alapozta meg részletes feltárás, anyagvizsgálat. A történeti anyagokat, technológiákat össze kell hangolni a modern kor jóval nagyobb szilárdságú és eltérő tulajdonságú anyagaival, technológiáival. A Kálvin téri református templom szerkezetének hiba- és problémafeltárása, az erre adott mérnöki megoldások és ezek végrehajtása jól példázzák a résztvevő mérnökök, szakmunkások elkötelezettségét a szakmájuk iránt.

Kulcsszavak: épületdiagnosztika, szerkezet-megerősítés, süllyedés, billenés, cölöpfüggöny, köpenyezés, abroncsozás, injektálás, falvarrás, feszítés, feszítőmű

1. ELŐZMÉNYEK

A budapesti M4 metró Kálvin téri állomásépítését elnyerő SWO Metro4 „Kálvin tér” Építő Kkt. konzorcium kereste meg vállalatunkat, az ICM Kft-t, hogy a részletes épületdiagnosztikai és statikai szakvéleményre támaszkodva tervezzük és építsük meg a Kálvin téri református templom szerkezet-megerősítéseit, igen rövid idő, kevesebb, mint 5 hónapon belül. A munkálatok idején biztosítani kellett a templom folyamatos működését. A közműkiváltásokat végzőkkel, illetve az állomásépítőkkel, is szinte napi egyeztetés, egyezkedés volt szükséges, miután a felvonulási területek „zsebkendőnyiek” voltak, de ezt a „zsebkendőt” – az aluljáró födémét – májustól fokozatosan elbontották.

2. A TEMPLOM ÉPÍTÉS-TÖRTÉNETÉNEK RÖVID ÁTTEKINTÉSE

A templom első levéltári kutatásokon alapuló építéstörténeti leírását Schön Arnold (1939) készítette. A református egyház 1801-ben kapta meg a telket a várostól. Az akkor még rendezetlen Széna piacra néző telekre a templom első tervét Balla Antal vármegyei mérnök készítette.

A végleges tervező, Hofrichter József lett, akinek tervei alapján 1816-ban kezdődött el az építkezés Hild Vince ellenőrzése mellett.

- A templom adományokból (anyag, pénz, munkaerő) épült nagy nehézségek között. A pénzhiány az egész építkezésre rányomta a bélyegét, ezért 1818-ban le is állt a munka.
- 1820-ban készültek el a falak teljes magasságban, Kardetter ácsmester ekkor szerződött a tető munkáira.
- 1824-ben fejeződött be a templomboltozat, a kupola és a tető.
- Az orgona építését 1829-ben Deutschmann Jakab bécsi organamíves kezdte el.
- Az első istentiszteletet 1830. augusztus 29-én tartották. (1. ábra.) Nem készült el a toronysisak, a portikusz, a karzatok stb. Hofrichter József 1835-ben a templomban elhunyt.



1. ábra: A templom 1837-ben

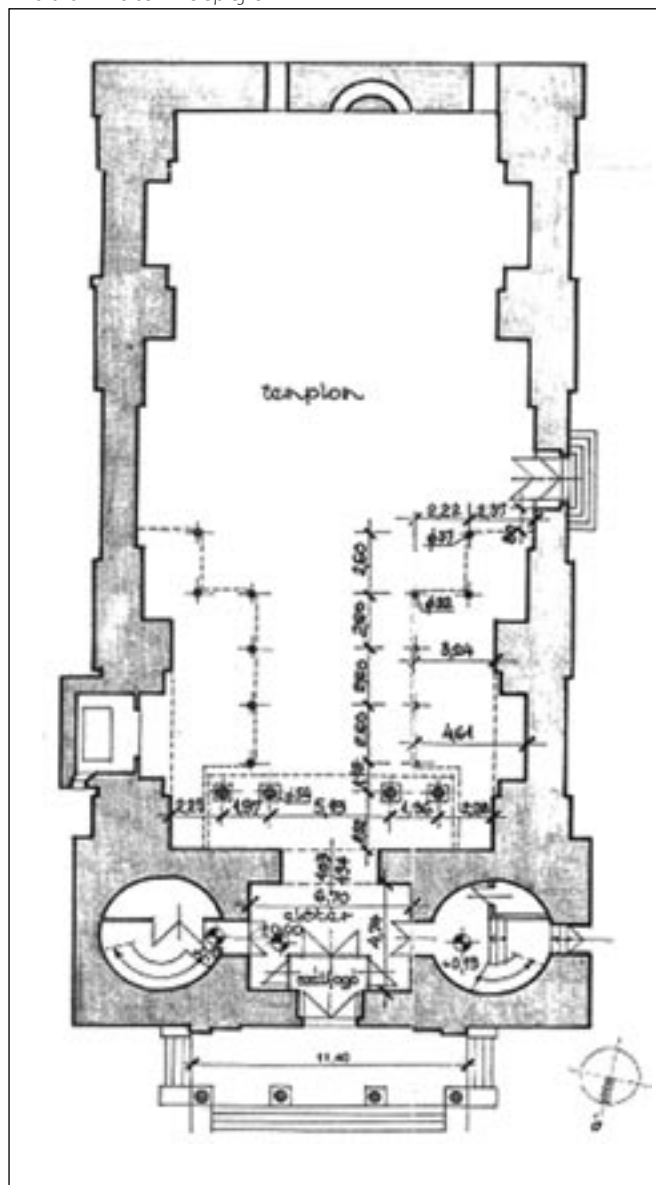
- Az 1838-as nagy árvízben megsérült a templom, a parókia összeomlott. Ez derül ki az Egyházközségnek, a Főváros Nemes Tanácsának írt leveléből (1840).
- A portikusz Hild József tervei alapján 1848-ban készült el Feszl József kőfaragó munkájával. Hild József tervezte a karzatokat, valamint a szószerk hangvetőjét is.
- A torony fazsindelyes gúla fedésének elbontására, helyébe ékes rézsisak építésére 1859-ben került sor Buchold János ácsmester tervei alapján.
- 1888-ban a szentély mögé csatlakoztatva megépült a sekrestye, valamint ekkor épülhetett a bejáratú tömb első csaposgerendás szintje az orgona bővítéséhez. A kivitelezést Máriássy Géza végezte. Érdekesség, hogy ez a Zeneakadémia építéstörténeti kutatásai során derült ki Bor Ferenc és Szilágyi Judit (2003) tudományos dokumentációjából.
- 1944-ben a kriptát óvóhelyé alakították át.
- 1966-ban, 1979-ben megerősítették a toronysisakot, illetve

- 2001-ben szakvélemények készültek Arató Anna és Matuscsák Tamás (1997, 1999) irányításával, valamint megépült a templomhajó vízszintes abroncsozása, illetve a tetőtérben a dongaboltozatokat tartó főfalak tetején a vasbeton koszorú.
- 2005-ben az ICM Kft. Arató Anna irányításával előzetes statikai szakvéleményt készített a BKV Rt. DBR Projektigazgatóság megbízására.

A templom egyhajós, melyet a két végén dongaboltozat, közepén csigolyás kupola fed le (2. ábra)

- A templomhajóhoz a Kálvin tér felől előcsarnok, első emeletén organakamrárt tartalmazó szimmetrikus lépcsőházi tömb csatlakozik. Az előcsarnok tengelyében emelkedik a mintegy 55 méteres, sisakkal fedett torony. A

2. ábra: A földszint alaprajza



- A templom alapozási síkja -4,1–4,50 m-en van, a portikuszé -1,55 m-en. A templom geológiailag exponált helyen épült, egykori leírás szerint szigeten, amely a Duna kavicszátonya lehetett. A templom alapjai alatt egységesen homok-homokliszt réteg van, amely folyósodásra hajlamos. Erre Farkas József (2006) mutatott rá szakértői dolgozatában
- Az épület szerkezetei az építés korában használt, főleg adományozott anyagokból épültek.
- Az alapozás két oldalt faragott kőből, a felmenő falazatok kő-tégla vegyes falazatúak, a torony a 14,5 m-es szinttől téglá, valamint a boltozatok, nyílásáthidalások szintén téglából épültek. Faanyagú csaposgerenda az orgonakamra alatti födém, fa-szerkezetűek a torony emeleti födémei, az összes karzat és a fedélszékek. Vasanyagot a különböző falkötésekhez, vonórendszerekhez, a toronysisak visszakötéséhez és a fedélszékek kapcsolóelemeihez használtak.
- Az 1970-es években vasbeton megerősítés készült a kupolára gyűrű bronce-gerendaként, valamint a toronysisak alá vasbeton födém épült.

- Az építéshez felhasznált *építőanyagok alacsony szilárdságúak*. Ötfajta követ azonosítottunk, amiből meghatározó mennyiségű a durva mészkő. Gálos Miklós [2007] hívta fel rá a figyelmet szakvéleményében, hogy a durva mészkő is legalább 3-4 különböző kőbányából került ki. A téglák különböző méretű, színű, kézi vetésű gyártmány. A téglabélyegek alapján 3-4 különböző helyről származhatnak, nyomószilárdságuk 3-5 N/mm².

- A vizsgálatok szerint az épület legmarkánsabb és egyben legproblematikusabb szerkezeti részei a hatalmas csevelyes kupola és a torony. A torony keleti és nyugati falát a toronynyaknál boltövekkel átváltották az északi és a déli falazatra, ami az alatta lévő pillérszerű faltestekben igen jelentős túlterhelést okozott.

A túlterhelést fokozták a különböző járulékos terhek – háború, 3-as metró építése, forgalomból származó sztochasztikus rezgések, nagy nyílások stb. A falazatokon függőleges repedések jelentek meg (3. ábra).

3. ábra: Előtéri fal függőleges repedésképe





4. ábra: Csegelyes kupola és donga-boltozat találkozása

A kupola terheiből származó vízszintes erőket semmi sem veszi fel, nem épült oldalhajó, illetve nem került be vonóvas sem (4. ábra).

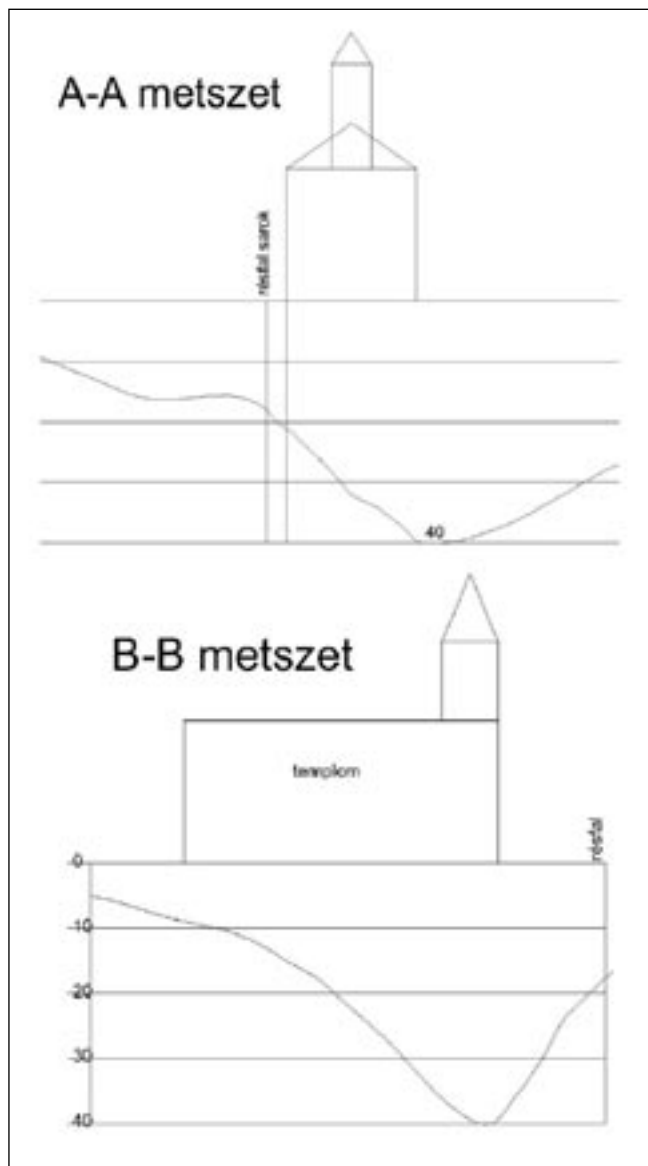
A problémát különböző korban próbálták kezelni, azonban jelentős mozgásoknál a hatékonyságuk kérdéses.

- A korábbi mozgások, egyéb járulékos terhek miatt keletkezett repedéseket, töréseket csak felületileg próbálták javítani.
- A portikusz alapozási síkja feljebb van a temploménál.

4. A METRÓVONAL ÉS -ÁLLOMÁS ÉPÍTÉSÉBŐL SZÁRMAZÓ MOZGÁSOK HATÁSA A TEMPLOM SZERKEZETEIRE, KÁRPROGNÓZIS

Az állomás közvetlenül a templom előtt épül, a nagy mélységű résfal külső síkja a templom északnyugati sarkától ~1,10 m-re van. Az állomás műtárgy hossza 90 m, szélessége 27,5 m. A peron felszín alatti mélysége 22,2 m. A réselési mélység 36,05 m!

- A süllyedés prognózist az Uvater Zrt. tervezői készítették, amely szerint a templom alatt mintegy 7-36 mm-es süllyedés várható (5. ábra). Az építési technológiák pontosítását követően a süllyedést 45 mm-ben maximálták több lépcsőben. Az aluljáró bontása, fejtető építés, réselés, a föld kiemelése a résfalak közül, valamint a fűtőpajzs megerősítése mind-mind különböző mértékű felszíni alakváltozást okoz. A templom és a műtárgy ráadásul egymáshoz képest ferde elhelyezkedésű, a süllyedési vonalak nem párhuzamosak a tengelyekkel, így hossz- és keresztirányú billenése is várható az épületnek.
- A bejárat tömb a süllyedési horpán teknő helyzetbe, – fő-



5. ábra: Süllyedés metszete

leg az alagútúrás következtében – a templomhajó nyereg helyzetbe kerül. Teknő helyzetben az alapoknál, illetve a templomépület alsó részén jelentkezhetnek óriási húzóerők. A hosszirányú billenésből, áthajlásból keletkező többlet húzófeszültségek a főfalak tetején és a nyílások körül keletkeznek Pethő Csaba (2007) számításai szerint.

5. A MEGERŐSÍTÉS STRATÉGIÁJA ÉS VÉGREHAJTÁSA

A munkálatok egyszerre több területen kezdődtek el egymással párhuzamosan: egyrészt az alapozás megerősítése, másrészt az 1,0 mm-nél vastagabb falazatrepedések feltárása, falvarrása, injektálása.

5.1 Alapozás megerősítések

A Bohn Mélyépítő Kft. kivitelezésében az állomás vonalával párhuzamosan Jet-grouting eljárással „cölöpfüggöny” készült mintegy 10 méteres mélységig. Az eljárás lényege, hogy a talajba lejuttatott fűtőrudazaton keresztül – forgó mozgás közben – nagy nyomású cementtejjel átkeverésre kerül a talaj egy tervezett ~60 cm-es hatósugáron belül, így egy szilárdított „talajbeton” cölöpszlop jön létre. Itt közvetlenül egymás mellé

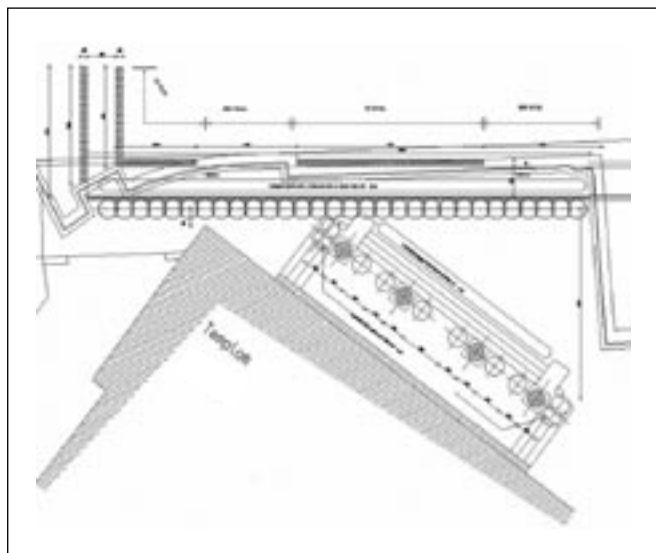
kerültek az oszlopok, így jött létre a cölöpfal, illetve „függöny”. A cölöpfal feladata a templom alatti föld megtámasztása a kivitelezés első műveleteinél – aluljáró bontás, részvezető építés stb. (6. ábra).

- A portikusz oszlopsor alapozásának síkja -2,5 m-rel feljebb volt, mint a templomé. Ide is Jet-grouting technológiával – a templom alapsíkjaig: -4,1 m-ig – lenyúló cölöp megerősítés készült (7. ábra).
- A bejárati tömb torony alatti előterébe a falak mellé szintén -4,1 m-ig lenyúló Jet cölöpök épültek a későbbiekben készülő vasbeton köpenyfal alapozására.
- A teknő helyzetben megjelenő többlet húzóerő felvételére „Γ” alakú, 1,40×1,40 m-es, 0,4 m vastag vasbeton gerenda készült a járdaszint alá (8. ábra), a bejárati tömb köré, a templomhajó kb. közepéig, „U” alakban (9. ábra). A gerenda hosszanti vasalása ~100 cm², ami 100%-os kihasználtság esetén kb. 4000 kN húzóerő felvételére képes.

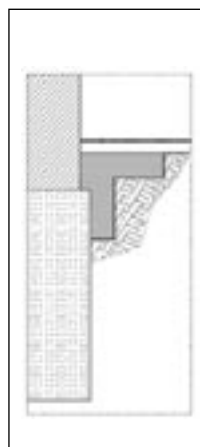
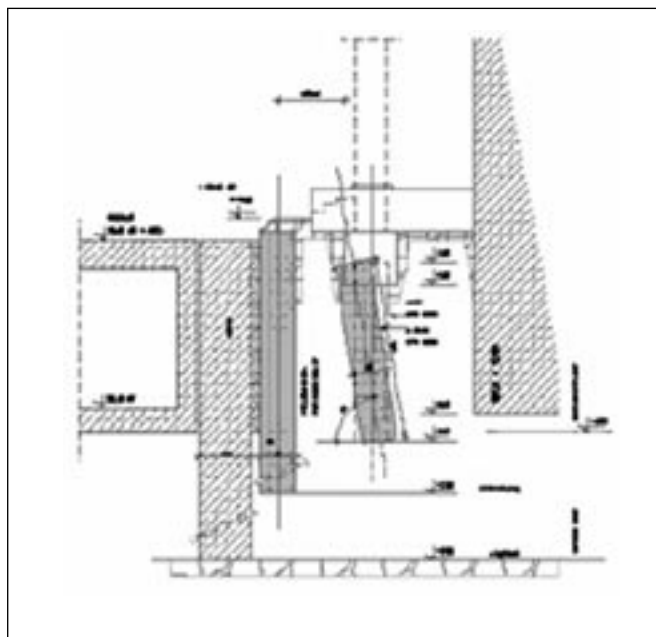
Az épület alapfalával való együttdolgozás érdekében 50×50 cm-es hálóban Ø20-as, B60.50-es betonacél tüskét ragasztottunk be ~50 cm mélyen, injektálásos technológiával (10. ábra).

Az „U” alakú abroncs két szárát a templom padlózata alatt

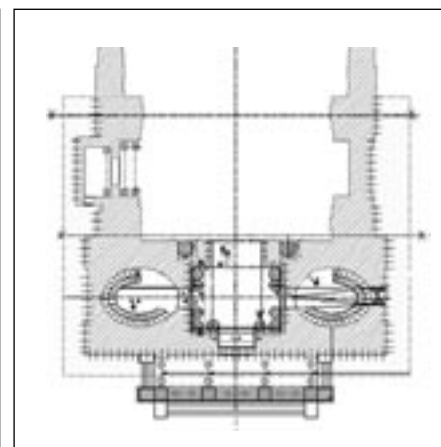
6. ábra: Cölöpfal a templom előtt



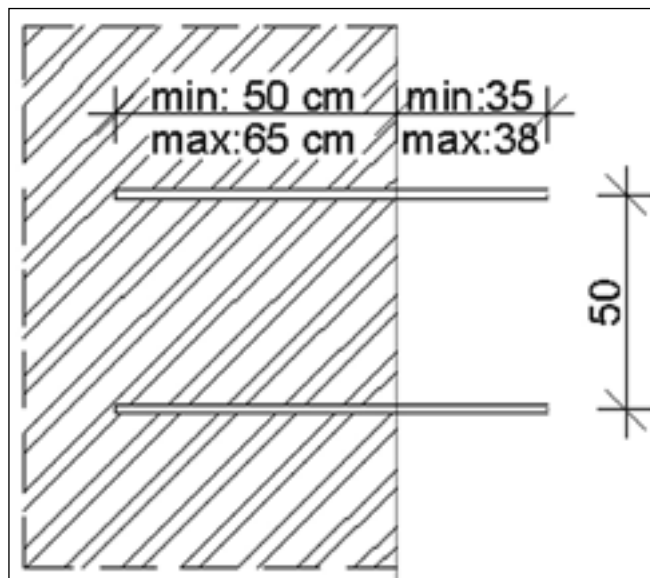
7. ábra: Portikusz alapmegerősítése



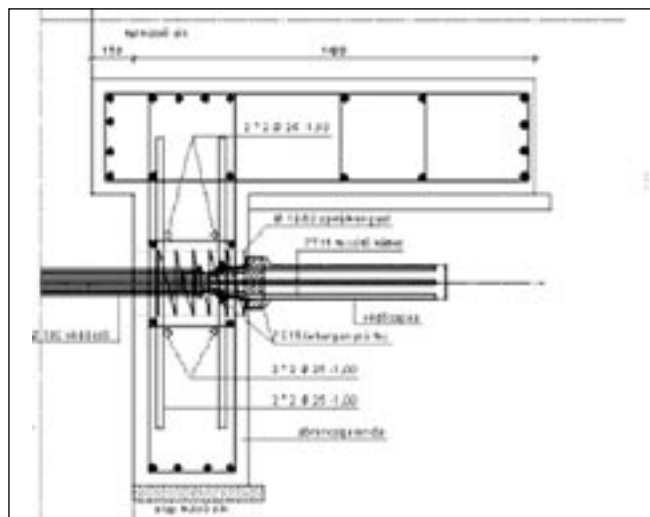
8. ábra: Abroncsgerenda metszet



9. ábra: Abroncsgerenda alaprajzi képe az összefeszítésekkel



10. ábra: Acéltüskék elhelyezése



11. ábra: Feszítőkábel lehorgonyzás metszete

két helyen összekötöttük. A bejárati tömb és a templomhajó csatlakozásánál, valamint az abroncs-gerenda végén átfűrtünk a templom járdaszintje alatt, majd 7-7 db zsírozott feszítőkábel lett befűzve a furatba behúzott Ø100-as KPM védő-csőbe (11. ábra). A kábelek határteherbírása ~1367 kN, amiből 315 kN az előfeszítéskor bevitt feszítőerő (12. ábra).

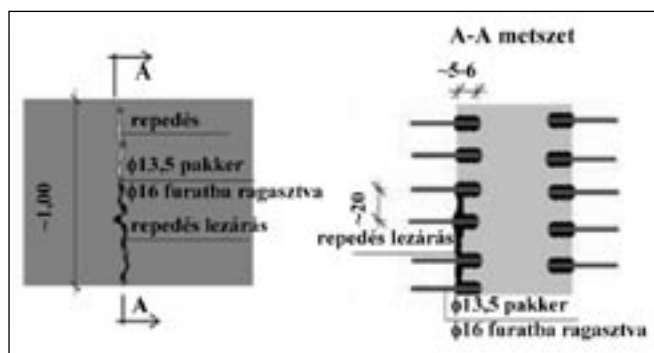
A feszítőkábelek nem lettek véglegesen visszavágva, meghagytuk a lehetőségét egy ráfeszítésre bármilyen havária, illetve a számítottnál nagyobb térszintmozgás esetére.



12. ábra: Kábelfeszítés

5.2 Repedt, törött falazatok, boltozatok falvarrása, injektálása

Az épület három szerkezeti elemén volt megfigyelhető jelentős, 10-15 mm-es megnyílású repedés, törés: a bejárati tömb nyugati oldalfalán, a torony alatti falpilléreken, illetve a csatlakozó falaknál, valamint a templomhajó közepén a keleti és a nyugati



13. ábra: Repedés lezárás



14. ábra: Injektálás

főfalán, az oldalbejárat felett. A repedések okai összetettek: egyrészt a már ismertetett járulékos többletterhek (3. metró építése, háború stb.), másrészt falazási, fal bekötési-csorbázási hiányosságok is megfigyelhetők. A repedéseket kitisztítottuk – nyomott szerkezeti elemeknél vasékes biztosítás mellett –, majd injektáló csomkokat (pakkereket) ragasztottunk be. A pakkerek között a repedést gyorskötő cementhabarccsal lezártuk (13. ábra). Ezt követően alacsony – ~6-10 bar – nyomáson a törést kiinjektáltuk (14. ábra).

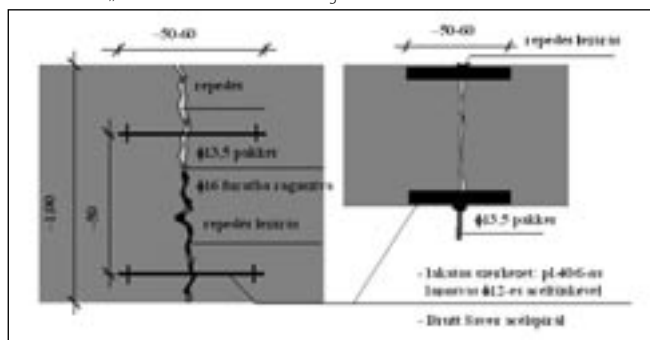
Az injektáló anyag cementbázisú, erősen viszkózus, zsugorodásmentes, kloridmentes, viszonylag alacsony nyomószilárdságú – 28 napos korban 25-35 N/mm² – anyag. Az anyag viszkozitása igen fontos tulajdonság, hogy a falazatban minél jobban „szétfusson” a habarcs, kitöltve a repedéseket, hézagokat, töréseket.

Falbekötés hiányánál, erősen megnyílt repedésnél falkötő vasakat is elhelyeztünk. A falkötő vasakhoz különböző méretű laposacélokat használtunk (60×12 mm, 60×10 mm stb.), melyek tengelyében készített furatokba, a tengelyre merőlegesen Ø12-Ø16-os betonacél tüskéket hegesztettünk. Ez lett bevésve, beragasztva a repedésre merőlegesen. (15-16. ábra)

15. ábra: „Falvarrás”



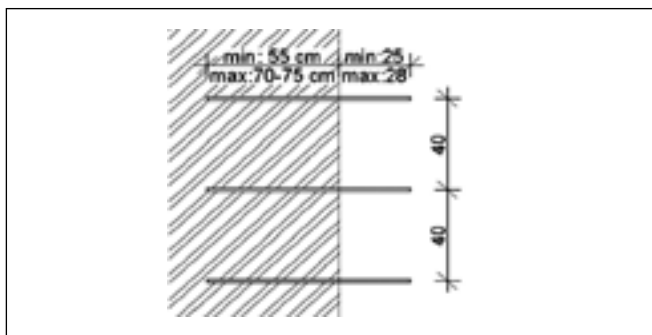
16. ábra: „Falvarrás” sematikus ábrája



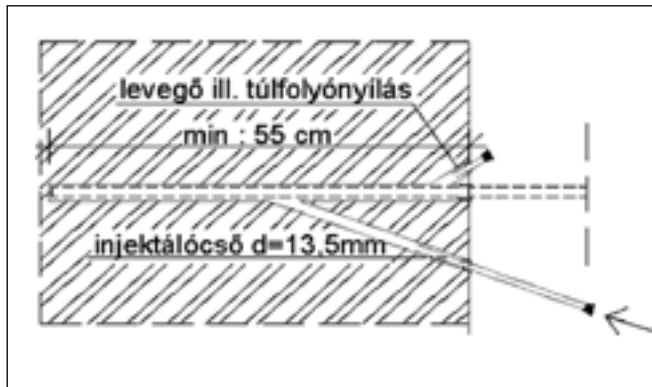
5.3 A torony megerősítése

A torony megerősítésére több alternatíva is felmerült, amelyek közül a legbiztonságosabbat – a vasbeton köpenyezést választottuk.

Az előtérben elkészült JET cölöpökre vasbeton gerenda, illetve alaplemez került. Az új köpenyfal és a torony falazata közötti együttműködés érdekében a vakolatot a teljes felületről levertük, és 40×40 cm-es hálóban Ø12-Ø16-os, B60.50-es betonacél „tüskéket” ragasztottunk ~50 cm-es furat-mélységben



17. ábra: Falazatba befűrt betonacélok kiosztása



18. ábra: „Tüskék” beragasztási módjai

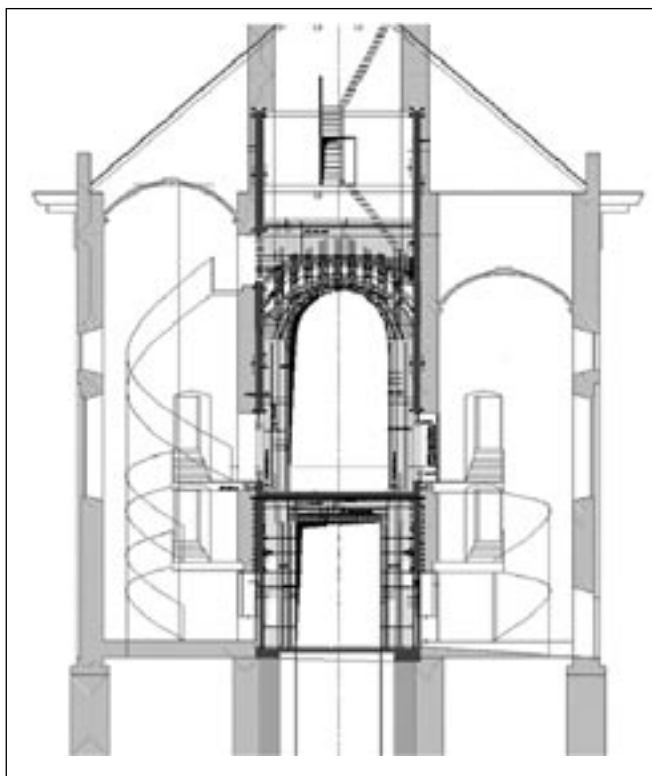
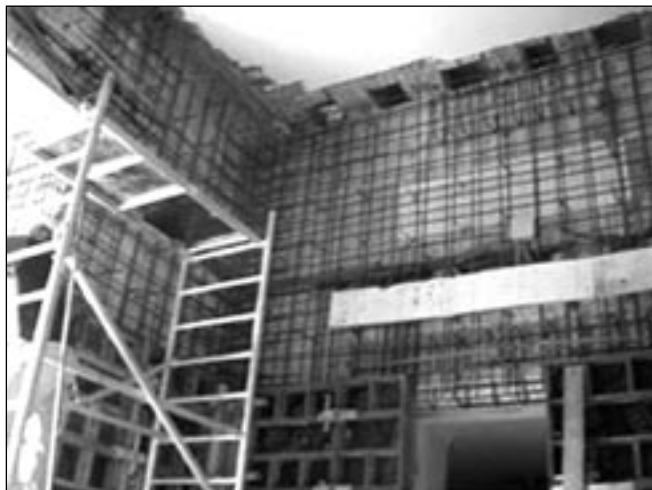
a köpenyezendő falazatba (17. ábra). Az alapozáshoz hasonlóan, azoknál a furatoknál, amelyek repedést metszettek, vagy fellazult falazatba kerültek, viszkózus anyagot használtunk a pakkeren keresztüli injektálásos rögzítésre. Egyéb esetben tixotróp anyaggal, kézi injektálóval ragasztottuk be az acél-tüskéket (18. ábra).

A köpenyfal vasszerelése kétoldali hálós vasalással, egy-egy szintnél teljes magasságig, zsaluzása kistáblás zsaluzattal ~3 m-es szakaszokban történt (19. ábra). A betonozás az alsó szinteknél az előtérből alulról, legfelül a toronyablakon keresztül lefelé vezetett pumpálással történt.

A vasbeton köpenyfalat (20. ábra) az orgonatér két födémén vezettük át. A padlófödém csapos-gerendázatából minden második gerendát ferdén befűrt Ø20-as acéltüskékkel felkötöttünk az ép szomszédos gerendához, majd ~30 cm mélységben kivágtunk (19. ábra). A födém „bennmaradó zsaluzatként” szolgált, miután rákerült egy új vasbeton födémlemez – kiszellőztető szerkezeti réteg közbeiktatásával.

Az orgonatér mennyezeti födém csehsüveg boltozatának áttörése, a felülszél „perforálása” már izgalmasabb műszaki feladat volt, amelyhez a statikai terven kívül technológiai műleírás is készült.

19. ábra: Előtér vasszerelése a „perforált” csaposgerendázattal



20. ábra: Torony vasbeton köpenyezése



21. ábra: Betonháj vasszerelése a kíresztésekkel

A közepén fekvő téglafalzatú, ~15 cm vastag boltozat téglái kézi vetésűek, a méreteik:

- hosszúság: 305-312 mm,
- szélesség: 145-152 mm,
- vastagság: 53-72 mm közöttiek.
- fugaszélesség: 4-12 mm.

A boltozat felett a később készítendő vasbeton lemez síkjában Ø200 mm átmérőjű, 50 cm mély furatokba HEA 140-es acélcsonkokat ragasztottunk be. Erre fűrészelt fából segédfödém készült, hogy az acélszerkezeti megerősítések során a csehsüveg födém ne terhelődjön. A téglaboltozat tetejéről ~16-20 m³ feltöltést le kellett szedni, a boltozat tetejét teljes egészében letisztítani, a téglák közötti fugákat 1,5-2 cm mélyen kikaparni, kiporszívózni. A feltárt boltozat-repedéseket a már korábban ismertetett módon, acélékes biztosítás mellett ki kellett injektálni.

A fugákba 40/40-as hálóban M12/160-as állványcsavart hajtottunk Ø8-as előfűrésbe. A csavar 10/100-as, 200 mm hosszú laposacélokkal rögzítette a boltozatra ráhajtott Ø8/100-as betonacél hálót (21. ábra).

A köpenyfal vasszerelése a fal-boltozat csatlakozásánál koronafűréssel későbbiekben kifűrt, 30 cm-es furatokon lett átvezetve. A furatok tengelytávolsága egymástól ~60 cm volt. A megmaradó téglalabor felett ~1 m-es Ø12-es betonacél tüské-

ket ragasztottunk a falzatba, és ehhez hegesztéssel rögzítettük a Ø8-as betonacél hálót. A betonozás nedves technológiájú lőtt betonozással készült két rétegben $d_{\max}=8$ mm, illetve $d_{\max}=4$ mm szemmagyságú betonhabarccsal (22. ábra). A 30 cm-es furatok helyét téglákkal rekesztettük ki (21. ábra).

Gyakorlatilag a fal melletti „perforálással” ideiglenesen legyengített csehsüveg boltozat fel lett kötve egy vékony vasbeton héjhoz.

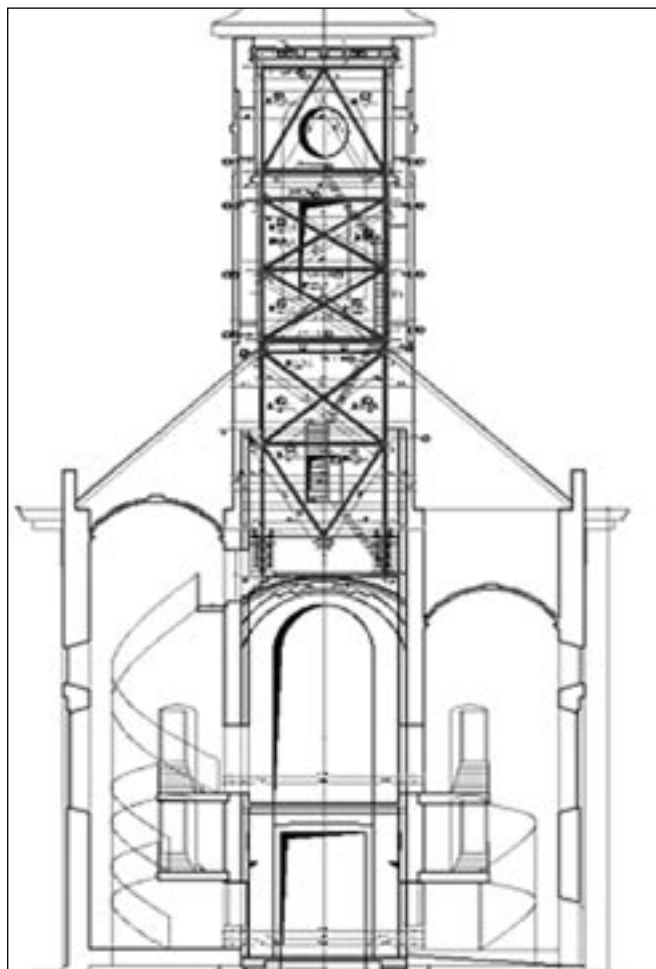
A betonhéjra Liapor feltöltés került, közvetlenül a szállító-járműből, sűrített levegővel.

A feltöltés tetejére 15 cm vastag vasbeton merevítő födémlemez készült, a köpenyfalakba bekötve.

A födémlemez, illetve a bebetonozott HEA 140-es tetejéről indult az acélszerkezetű merevítés.



22. ábra: Betonhéj lőtt betonozása

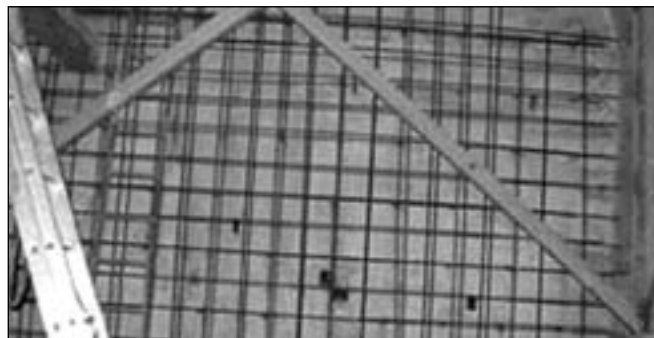


23. ábra: Torony acélszerkezetű megerősítése Schreiber József tervei alapján

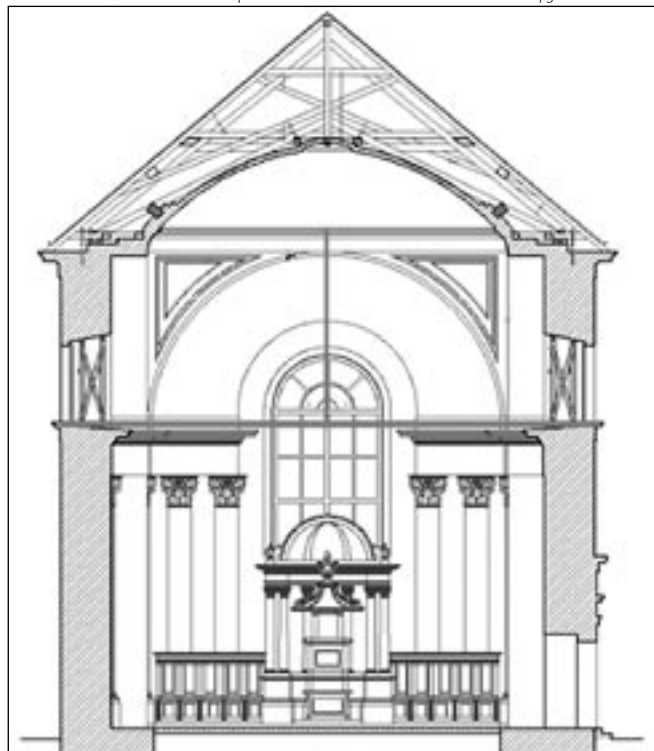
24. ábra: Acélszelvények beemelése az elbontott aluljáró alaplemézéről



25. ábra: Vasbeton fal vasszerelése a boltív alatt, a segédfüdém és a merevítő acélváz



26. ábra: „Vonóvas” a kupola alatt Schreiber József tervei alapján



5.4 A torony acélszerkezetű merevítése

A torony sarkaiban a földem tetejéről a sisak aljáig $120 \times 120 \times 10$ mm-es és $100 \times 100 \times 10$ mm-es szögacélokból függőleges merevítés épült hegesztett kapcsolatokkal. A merevséget a vízszintesen beépített keretek és andráskeresztek adják (23. ábra). A falazatokkal való együttműködést Ø20-as, a falazatba injektálási technológiával beragasztott, és az acélelemekhez hegesztéssel rögzített acéltüskékkel biztosítottuk.

Az elemeket a toronyablaknál létesített kidugóállványon át fűzték be (24. ábra), miközben a szerelés párhuzamos segédfödémről (25. ábra) folyt. Csúcsidőben a viszonylag kicsi, ~ 24 m² alapterületen 35-40 ember is dolgozott egymás fölött, a különböző szinteken.

A betonozásokat, szállításokat, daruzásokat az állomás-építőkkel is össze kellett hangolni, miután a templomot nehézárművel csak az ő munkaterületükön keresztül lehetett megközelíteni.

5.5 Egyéb megerősítések

A templomhajóba a csegyes kupola alátámasztásainál két „vonóvas” került elhelyezésre (26. ábra). A „vonóvasak” Ø57×2,9 mm-es védőcsőben elhelyezett 4-4 db Freyssinet zsírozott csúszó-kábellet lettek kiképezve. A kábelek határteherbírása ~ 781 kN. Ebből 160 kN az előfeszítéssel bevitt feszítőerő. Itt a nyugati oldalon lévő lehorgonyzó szerkezetknél a feszítőkábelek nem lettek véglegesen visszavágva, biztosítva a ráfeszítés lehetőségét.

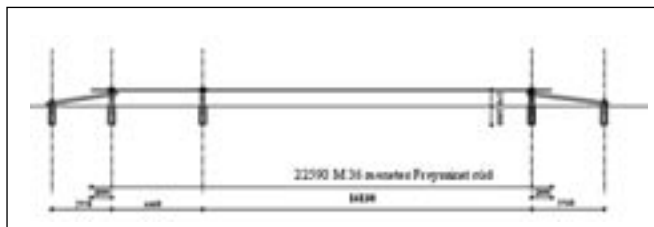
1) A templomhajó hosszfőfalainak felső részén jelentős, 600-800 kN húzóerők keletkezhetnek.

Korábbi megerősítések során a dongaboltozatok főfal-

27. ábra: Merev feszítőrúd bekötése



28. ábra: Feszítőmű metszete



29. ábra: Nyílás és portikusz dúcolatok készítése



szakaszaira vasbeton koszorút betonoztak, azonban egy-egy oldalon a kupolánál a koszorút nem tudták összekötni. Ø30 cm-es, felülről befűrt furatokba HEA 200-as tartókat betonoztunk, amelyeket felül összekötöttünk Ø36 mm-es menetes, merev Freyssibar feszítőrúddal, így kialakítva egy feszítőművet (27 és 28. ábra).

2) A templom nagyméretű ablakai jelentős keresztmetszeti gyengülést jelentenek az alacsony szilárdságú falazatokban. A korábbi járulékos terhek következtében jelentkező károsodások, repedések, törések is nyílások körül alakultak ki, ezért a nyílásokba, valamint az orgona-erkély, illetve a portikusz alá biztonsági fadúccokat építettünk be (29. ábra).

5.6 Tapasztalatok, tanulságok

A 4. Metró Kálvin téri állomása igen közel, $\sim 1,10$ m-re épül a Kálvin téri református templomhoz. A leggondosabb kivitelezés-technológiai tervezés ellenére jelentős mozgások alakulhatnak ki, ezért szükségessé vált az épület részletes diagnosztikájának, statikai szakvéleményének, és ez alapján a megerősítések megtervezése, elkészítése. A megerősítések célja a csaknem kétszáz évvel ezelőtti építési, tervezési anomáliák megszüntetése, a háborúk, a 3. Metró építése, forgalmi rezgések miatti károk kijavítása, valamint a 4. Metró építésének következtében jelentkező esetleges károk minimalizálására irányult. Kulturális építészeti örökségünket korszerű anyagok, technológiák alkalmazásával igyekeztünk megerősíteni úgy, hogy a lehető legkevesebb látható „nyomot” hagyjunk magunk után.

A megerősítési folyamat legfontosabb tapasztalatai, megállapításai:

- Történeti, műemlék épületeken végzendő tervezési, építési munkákat *mindig* meg kell előznie az építéstörténeti, technológiai, illetve anyagkutatásokon alapuló *részletes épületdiagnosztikai és statikai vizsgálatnak*.
- Az épületdiagnosztikát készítő mérnököknek levéltári, múzeumi kutatások mellett „bele kell élnie magát” az építés korába, építési szokásaiba. *Meg kell ismerni a beépített anyagok gyártási módját*, a gyártás korát, a gyártási technológiát, a korabeli minőségi vizsgálatok módját, esetleg eredményeit. A falazatokat, szerkezeteket fel kell tární, vizsgálni kell a beépített anyagok szilárdságát, rugalmassági modulusát, korrodáltságát, öregedését, károsodásait stb.
- Meg kell ismerni az épület „életét” a kezdetektől: fel kell tární *az épület konstrukciós hibáit*, szerkezeti gyengeségeit; szakszerűtlen átépítéseket, falazatátöréseket; háborúból, közeli mélyépítésből, közlekedésből, stb. származó károkat, sérüléseket.
- *A javításhoz használt anyagoknak a javított anyagokkal fizikai, mechanikai és kémiai követő tulajdonsággal kell rendelkeznie*. Különös tekintettel kell lenni a korabeli építőanyagok pórusszerkezetére, és a belőlük épült szerkezetek páraháztartására.
- Nem várt tanulság volt, hogy az egymás mellett készülő kivitelezési folyamatokból, közlekedési forgalomból különböző típusú rezgések érik a munka alá vett szerkezeteket. *A bontási munkáknál a verőfejes gépek által keltett, nagy kezdősebességű rezgések a friss beton kötési és kezdeti szilárdulási folyamatára kedvezőtlen hatással vannak, jelentős szilárdságcsökkenést eredményezhetnek*.

6. ZÁRÓ GONDOLATOK

A Kálvin téri református templom szerkezet- és anyagvizsgálata rádöbbentett arra, hogy milyen sokat és mégis milyen keveset

ismerünk elődeink munkáiból. A statika a mai módszereivel, számítási módjaival egyre nagyobb pontossággal modellezi a szerkezetet, de a történeti szerkezetek anyagvizsgálati módszerei, kiinduló adatai meghökkentően elnagyoltak, jórészt becsléseken alapulnak. A templom szerkezeti anyagai közül a téglát különböző módszerekkel (kis kocka, harmadtégla, illetve féltégla kocka stb.) még most is vizsgáljuk azzal a céllal, hogy megtaláljuk a legkedvezőbb, legegyszerűbb roncsolásos vizsgálati módszert, és egy ésszerű egyensúlyt a roncsolásos és roncsolásmentes vizsgálatok között, a lehető legpontosabb szilárdsági érték meghatározása érdekében.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton is megköszönöm az összes résztvevő magas színvonalú munkáját, és azt az örömet, hogy velük dolgozhattam.

A munkálatok generáltervezője, kivitelezője az ICM Kft. volt.

Tervezők, kivitelezés irányítói:

- dr. Mezős Tamás építőmérnök, építészeti tervezés; M&M Architektész Kft.
- Schreiber József építőmérnök, statikai tervezés; S-4 Mérnökiroda Kft.
- dr. Lichter Tamás építőmérnök, kiviteli technológiai tervezés, a kivitelezés felelős műszaki vezetője; ICM Kft.
- dr. Arany Piroska építőmérnök, betontechnológiai tervezés; ICM Kft.
- Harkai Balázs építőmérnök, kivitelezés, építésvezető; ICM Kft.
- Bogdán Péter építőmérnök, előkészítés, árelemzés; ICM Kft.

8. HIVATKOZÁSOK

- Arató A. (1997): „Szakértői tanulmány állagmegóvással kapcsolatban”, I. kötet (Budapest, 1997. 06.); II. kötet (Budapest, 1997. 11.)
- Arató A. (2005): Szakértői vélemény a Kálvin téri református templom műszaki állapotáról (Budapest, Mélyépterv Kultúrmérnöki Kft. – ICM Kft, 2005.)
- Bakondi J. (1997): Tájékoztató szakvélemény egyes szerkezetek állapotáról (Budapest, 1997. 04. 05.)
- Bor F. - Szilágyi J. (2002): Zeneakadémia Tudományos dokumentáció (Hild-Ybl Alapítvány, Budapest, 2002.)

- Farkas J. (2006): Geotechnikai szakértői vélemény a Kálvin téri templom metróépítés alatti védelme érdekében (Budapest, GeoPannon Kft, 2006.)
- Gálos M.- Kertész P. (1979): Portikusz köoszlopainak szakértése (BME 1979; Fővárosi Levéltár)
- Gálos M. (2007): Szakértői vélemény a budapesti Kálvin téri református templom kőszerkezetein végzett állapotvizsgálat eredményeiről (Budapest, BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék, 2007. 02. 04.)
- Levél a Fővárosi Nemes Tanácsnak 1840. március 7-én (Fővárosi Levéltár)
- Matuscsák T. (1997): Tartószerkezeti tanulmány (Budapest, BME-ÉSZK, 1997. 12.)
- Matuscsák T. (1999): „Megerősítési terfvázlatok” (Budapest, BME-ÉSZK, 1999. 04.)
- Matuscsák T. (1999): „Tartószerkezetek megerősítése, Engedélyezési tervdokumentáció” (Budapest, BME-ÉSZK, 1999.)
- Pethő Cs. – UVATERV (2007): „Süllyedésszámítás a Kálvin téri állomás építések” – előadás (Budapest, Kálvin téri református templom, 2007. 08. 28.)
- Schöen A. (1939): „A pesti Kálvin téri református templom” (Kálvin Könyvtár, Budapest, 1939.)
- Schreiber J. (2007): „A szerkezet-megerősítés statikai tervezésének bemutatása” – előadás (Budapest, Kálvin téri református templom, 2007. 08. 28.)
- Városépítési Tervező Vállalat: Toronysisak tervei (Budapest, 1966, 1979; Fővárosi Levéltár) Városépítési Tervező Vállalat: Portikusz oszlopok megerősítése (Budapest, 1980; Fővárosi Levéltár)

Dr. Lichter Tamás (1950) okl. építőmérnök, építéskivitelezési szakmérnök

Végzést követően ács-vasszerelő építésvezető a KÉV-METRÓ-nál, az M3-as metró szinte összes állomás beépítésében részt vesz 1982-ig. 1978-80 között Algériában kenyérgyár mélyépítési munkáinak az építés-vezetője. 1982-től egy fővállalkozással foglalkozó magasépítő céget irányít, amely könnyűszerkezettel iskolákat, gimnáziumokat, üzleteket épít. 1990-től Ukrajnában, Oroszországban dolgozik olasz cégekkel együttműködve faipari kombinátok rekonstrukciójának tervezésében, kivitelezésében. A 90-es évek közepétől épületdiagnosztikával, károsodott szerkezetek megerősítésének technológiai tervezésével, kivitelezésével foglalkozik.

Fő érdeklődési területe: falazott szerkezetek szilárdságvizsgálata, történeti építéstechnológiák, károsodott szerkezetek helyreállítása.

CONSTRUCTION OF BUDAPEST METRO LINE 4

2. The structural strengthening of the Calvinist church at Calvin square in Budapest

Dr. Tamás Lichter

Reinforcing of the ruined, sometimes dangerous structures of historical, monumental buildings is quite a complex, exciting architectural challenge. What counts most in such a project is experience, creativity and improvisation in unexpected situations. Buildings and structures must be discovered to the smallest details, it's better not to believe what predecessors say unless examinations proof them. Historical technology and materials must be harmonized with modern technology and new materials of much greater solidity. The diagnoses of the structure of the Calvinist church at Calvin square, the architectural solutions and the execution of these solutions prominently show the vocation of the participating architects and workers.

fib BULLETIN 45: PRACTITIONERS' GUIDE TO FINITE ELEMENT MODELLING OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

Non-linear computer analysis methods have seen remarkable advancement in the last half-century. The state-of-the-art in non-linear finite element analysis of reinforced concrete has progressed to the point where such procedures are close to being practical, every-day tools for design office engineers. Non-linear computer analysis procedures can be used to provide reliable assessments of the strength and integrity of damaged or deteriorated structures, structures built to previous codes, and of standards or practices deemed to be deficient today. They can serve as valuable tools in evaluating the expected behaviour from retrofitted structures, or in investigating and rationally selecting amongst various repair alternatives.

fib Bulletin 45 provides an overview of current concepts and techniques relating to computer-based finite element modelling of structural concrete. It summarises the basic knowledge required for use of nonlinear analysis methods as applied to practical design, construction and maintenance of concrete structures, and attempts to provide a diverse and balanced portrayal of the current technical knowledge, recognising that there are often competing and conflicting viewpoints.

This report does not give advice on picking one model over another, but rather provides guidance to designers on how to use existing and future models as tools in design practice, in benchmarking of their

models against established and reliable test data and in selecting an appropriate safety factor as well as recognising various pitfalls.

fib Bulletin 45 is intended for practicing engineers, and therefore focuses more on practical application and less on the subtleties of constitutive modelling.

Pages: 344

Price: CHF 180 (non-member price), including surface mail

ISBN 978-2-88394-085-7

To order this Bulletin, use the order form at www.fib-international.org/publications/order/.

fédération internationale du béton (fib)

International federation

for structural concrete

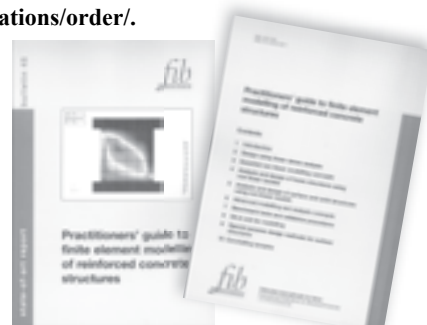
Case Postale 88, 1015

Lausanne, Switzerland

Phone +41 21 693 2747

* Fax +41 21 693 6245

fib@epfl.ch * www.fib-international.org



3. FESZÍTETT VASBETON ÁRTÉRI HIDAK



Pusztai Pál



Skultéry Ádám

A cikkben az ártéri szakaszokat átívelő feszített vasbeton szekrény keresztmetszetű hidakkal foglalkozunk. Ismertetjük a hídfőket, az alépítményeket. Bemutatjuk a hidak építéstechnológiai sajátosságait, az építés segédszerkezeteit, a gyártás menetét. Ismertetjük az alkalmazott feszítési rendszert és a statikai számítás rendszerét, tekintettel az építési- és végállapot sajátosságaira. Bemutatjuk a speciális, egyedi tervezésű hídtartozékokat.

Kulcsszavak: előretolós technológia, feszítés, gyártás

1. BEVEZETÉS

Az M0 körgyűrű északi Duna-hídjának hossza 1862 méter, amely öt, egymáshoz kapcsolódó különböző hídszerkezetből áll. Jelen cikk tárgya az ártereken készült monolit vasbeton szekrényes keresztmetszetű hidak ismertetése. A hidak előretolós technológia felhasználásával, gyártópadban, előregyártással készültek.

2. ÁLTALÁNOS MŰSZAKI ADATOK

Az ártéri hidak a pesti oldalról a budai oldalra haladva sorrendben a következők: bal parti ártéri, Szentendrei-sziget feletti és jobb parti ártéri híd.

A hidak azonos pályabeosztással, szerkezeti kialakítással készültek, a jobb és bal pályaszerkezet légréssel elválasztott külön hídszerkezetként. Teljes szélességük 34,60 m, szerkezeti magasságuk 3,29 m. A hidak 2x2 forgalmi sáv és leállósáv részére készültek. A külső oldalon gyalogos és kerékpáros közlekedésre alkalmas járda található.

3. ALÉPÍTMÉNYEK

3.1 Hídfők

A bal-, illetve jobb parti ártéri hidak végei az árvédelmi töltés mentett oldalán elhelyezkedő hídfőkre támaszkodnak. A két nagyméretű, 44x9 m alapterületű, járható hídfő a csatlakozó magas töltés miatt a bal parton három-, a jobb parton kétszintes kialakítású. Az egyes szintekre különböző célú, a híd

üzemeltetéséhez szükséges helyiségek kerültek: trafóhelyiség, elektromos elosztó- és kapcsolóhelyiség, távközlési helyiség, tároló helyiségek. A bal parti hídfőben található továbbá a hidmesteri tartózkodó öltözővel, zuhanyozóval és mosdó helyiséggel. A hídfőkön keresztül lehet bejutni a hídszerkezet belsejébe.

A hidak felszerkezetének szakaszos előretolós építési technológiája miatt a hídfők két ütemben készültek. Az első ütemben a szerkezeti gerenda felső síkjáig épültek, az ezen a szinten lévő saruzsámolyokkal együtt. Ezzel egy időben elkészültek a hídfők mögött a hidak gyártópadjainak gerendarács alapozásai és ezek bekötése a hídfőkhöz. Ez a kapcsolat végleges állapotban is megmaradt, jótékonyan befolyásolva a hídfők erőjátékát, mintegy hátrahorgonyozva azokat. A betolási segédszerkezet másik része, az ideiglenes tolátámasz oszlopai a hídfők előtt a cölöpöket összefogó alaplemezre támaszkodtak, illetve azokat a hídfők felmenő falához feszítőrudakkal rögzítették.

A hidak betolása után készülhetett el a második ütem, amelynek részei voltak a felmenő falak valamint a pályalemez.

3.2 Pillérek

A bal parti és jobb parti pillérek alépítményeinek tervezését a Nefer Kft., Németh Ferenc vezetésével, míg a Szentendrei sziget feletti ártéri hidakét a Speciálterv Kft. végezte.

Az általános pilléreknek hat 1,20 m átmérőjű fűrt cölöp két sorban, helyezkedik el. A cölöpösszefogó gerendák alaprajzi mérete a híd tengely irányában 6,0 m, keresztirányban 9,60 m. A felmenőfal tömör kialakítású. A szerkezeti gerenda méretének

1. táblázat: Hidak támaszkiosztása

Műtárgy neve	Támaszköz kiosztás	Hossz
Bal parti ártéri híd	37,15 + 2 x 33,00 + 44,00	149,55 m
Szentendrei sziget feletti ártéri híd	41,00 + 10 x 47,00 + 46,25	560,25 m
Jobb parti ártéri híd	39,86 + 3 x 44,00 + 43,50	217,00 m

megválasztásánál az építési állapotban szükséges technológiai segédberendezéseket is figyelembe vettük.

3.3 Közös pillérek

A Duna-híd 5. és 8. jelű és a Szentendrei Duna-híd 20. és 23. jelű támaszait közös pillérnek neveztük el, mivel ezeken a pontokon két egymástól eltérő híd szerkezet vége közös alépitményre támaszkodik. Alapozásukhoz Ø1,50 m fűrt cölöpöket alkalmaztunk. A pillérek felmenő falát gránit orrkövel látták el.

4. FELSZERKEZET

A hidak felszerkezete feszített vasbeton szekrény keresztmetszet kialakítású, amely szakaszos előretolások technológia alkalmazásával épült. A három műtárgy azonos műszaki megoldású, egyedül a jobb parti ártéri hídnál található eltérés a szerkezetben, ahol is a szekrény tengelyének külpontossága, valamint a keresztesítés átmenet miatt a konzolok méretei, a konzoltó vastagsága eltérnek a másik két hídtól (1. ábra).

4.1 Keresztmetszet

A felszerkezet keresztmetszeti kialakítása a betolás építési technológia sajátosságainak figyelembe vételével történt. A szekrény alsó síkja keresztirányban vízszintes, felső síkja 2,5%-os oldalesésű, magassága a szerkezet tengelyében 3,00 m.

A szekrény szélessége alul 7,00 m. A kifelé dőlő gerincek vastagsága 50 cm. A szekrény felső lemeze középen 30 cm vastag, a gerincek felé 60 cm-re kiékelte. A felső lemez a szekrény mindkét oldalán konzolosan folytatódik, teljes szélessége 16,21 m. A konzol vastagsága a befogásnál 55 cm, a külső szélén 25 cm-re vékonyodik. Az általános keresztmetszet bruttó területe 10,64 m².

A jobb parti ártéri hidaknál az átmeneti ív és a betolási ív eltérése miatt a konzolok szélessége változik. A pálya keresztirányú esésváltozásának megfelelő átforgatás miatt a keresztmetszetek felső része változik, a fenékmező síkja változatlan marad. Ennek következtében a híd tengelyében a



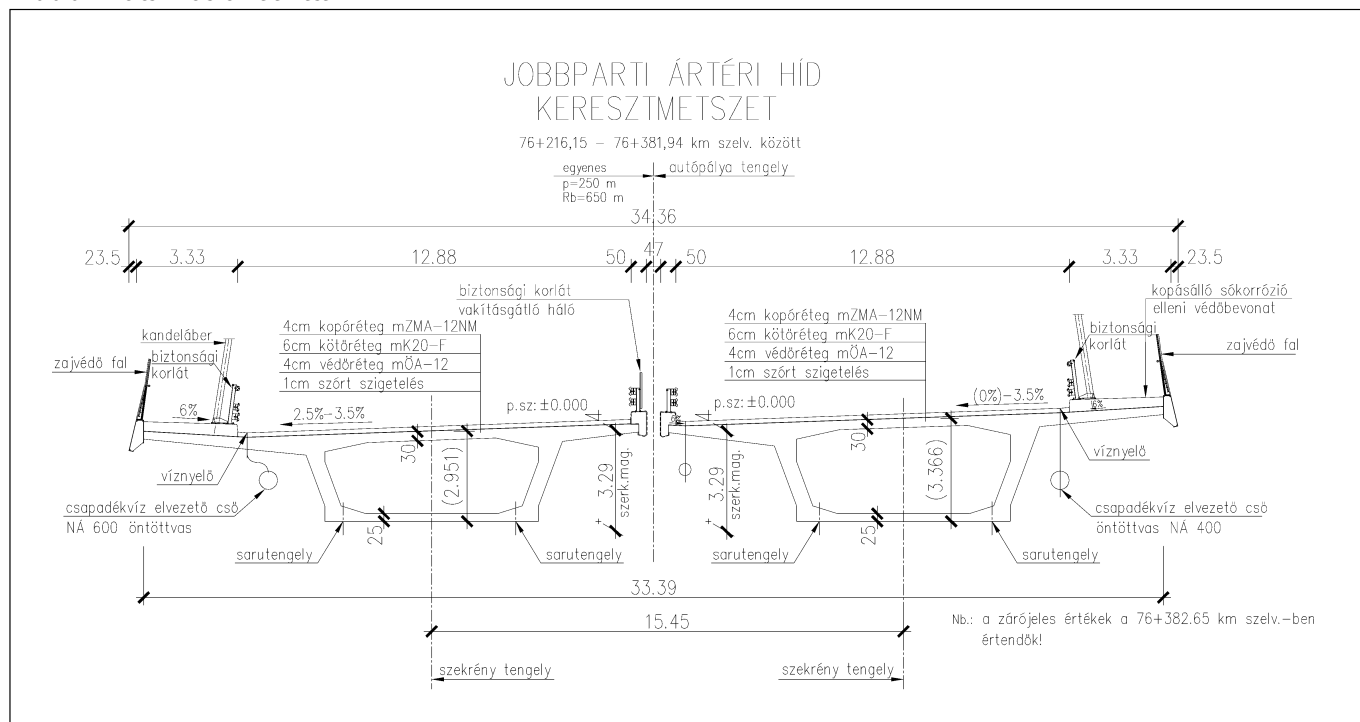
1. ábra: Jobb parti híd

szerkezeti magasság a hídfőnél 3,00 m-ről a jobb pálya hídján 3,36 m-re növekszik (2. ábra).

4.2 Építési rendszer

A híd szerkezet fix állványon betonozva és hosszirányban előretolva jutott a végleges helyzetébe. A felszerkezet építése a híd hosszához viszonyítva rövid szakaszok, ún. zömök előregyártásával a gyártópadban történt. Egy vasbeton szakasz megszilárdulása után egy előző szakasszal összefeszítve mozgattuk a már elkészült hídrészt. A gyártandó építési egységek méretei a híd támaszkiosztásától függően változóak, általában 1/2 támaszköz hosszúságúak. A leghosszabb egység 23,50 m (3. ábra).

2. ábra: A keresztmetszet kialakítása





3. ábra: Építési egység keresztmetszete



4. ábra: Csőr, mint építési segédszerkezet

A zömök vasszerelése, betonozása, feszítése és előretolása egy hetes ciklusokban készült. A förtartó építési állapotban keletkező igénybevételeinek csökkentése a híd elejére rögzített, 32 m hosszú acélszerkezetű betolócsőr segédszerkezettel történt (4. ábra).

A betolás az alépítményekre helyezett ideiglenes támaszokon történt, a folyamatos oldalirányú vezetést a pillérekre helyezett ideiglenes vízszintes támaszok biztosították.

4.3 Feszítőkábelek

4.3.1 Építési állapot

Az építési állapotban a szakaszos előretolás során keletkező húzófeszültségek csökkentése tapadóbetétes kábelek alkalmazásával történt.

Az alsó- és felső lemezben vezetett kábelek két zömöt fognak össze, egyenes vonalvezetésűek. Egy kábel a konzolban 12 db, egyéb más helyen 15 db 0,6" átmérőjű, 150 mm² felületű pászmából áll. A pászmák anyagminősége Fp150/1770. Beépítésük a zsaluzatba, vasalásba előre elhelyezett burkolócsőbe történt.

Egy általános helyet vizsgálva 18 db kábel közel 45000 kN feszítőerőt ad át a keresztmetszetnek. A kábelek lehorgonyzása a zöm végén kialakított, keresztirányú lehorgonyzó gerendában történt. A kábeleket egy oldalról feszítették. A feszítések végrehajtását feszítési utasításban szabályozták.

4.3.2 Végleges állapot

A végleges hídszerkezetben a használati terhek felvételére a szerény belsejében szabadon vezetett Vorspann Technik gyártmányú csúszóbetétes kábeleket helyeztek el. A csúszó kábelek statikailag szükséges vonalvezetése irányváltoztató támaszok kialakításával történik, az acélszerelvények a

támasznál felül, mezőben alul helyezkednek el. A kábelek hossza a bal és jobb parti hidaknál a híd hosszával megegyező. A sziget feletti műtárgynál a kábelek több szakaszra való bontását a veszteségek indokolták. A kábelek egyenként 16 db 0,6" átmérőjű, 150 mm² felületű pászmából állnak. Anyagminőségük Fp150/1860. A leghosszabb kábel 249 m, amelynek kétoldali, egyszerre történő feszítése esetén a teljes megnyúlása 1632 mm-re adódott.

4.4 Gyártás

A helyszíni adottságok, organizáció miatt a bal- és jobb parti hídnál a hídfő mögött, míg a szigeti műtárgynál az utolsó nyílásba helyeztük el a gyártópadot, melynek alépítménye merev, cölöpökkel alátámasztott gerendarács. Az acél kitámasztású zsaluzatok menetes alátámasztó rudakkal állíthatók voltak. A borda és a konzolok alsó síkjának ferdesége a teljes híd mentén azonos. A gyártás szigorú ütemezés mellett, 7 napos ciklusidővel történt (5. ábra).

Az elkészült zömök gyártópadból való kitolását emelő-toló sajtó végezte. A két rövidebb híd esetében elegendő volt a hídfőn elhelyezett, bordánkénti 1-1 db sajtó. A sziget feletti hídnál a műtárgy hossza miatt, két alépítménynél helyeztünk el 1-1 pár, egymással szinkronizált emelő-toló sajtót (6. ábra).



5. ábra: Gyártópad a 19. és 20. jelű pillérek között

4.5 Statikai számítás

A felszerkezet statikai vizsgálata négy részre bontható:

- förtartó vizsgálata építési állapotban
- förtartó vizsgálata végleges állapotban
- keresztirányú méretezés
- egyéb kiegészítő vizsgálatok.

A förtartó számítását a TDV program segítségével, térbeli rúdmodellben végeztük el. A program speciális, hídépítésre kifejlesztett végelem program. A program többek között kezeli:

- szakaszos előretolás technológia modellezését
- változó keresztmetszet függvényrel történő követését
- feszítőkábelek geometriai megadását
- feszítőkábelek technológia szerinti feszítését
- veszteségek számítását
- kúszás, zsugorodás számítását Út 2-3.414 szerint
- teherkombinációk, mértékadó leterhelések automatizálását.

A változó keresztmetszet követése nagy segítség volt a jobb parti híd jobb pályánál, ahol a keresztelés átforgatása illetve a betolás helyettesítő köríve miatt a híd teljes hossza mentén változtak a keresztmetszet paraméterei. A pályalemez keresztirányú vizsgálatához, a feszítőkábelek lehorgonyzásához, a szabad kábel iránytörési helyeinek



6. ábra: Balparti híd

vizsgálatához az AxisVM végeselem programot használtunk. A műtárgyak építési technológiájából következett, hogy a híd hosszát folyamatosan ellenőrizni kellett. A feszítésből származó összenyomódást és a lassú alakváltozás hatását a mérési utasítás segítségével és az építési egységenként történő helyszíni hídhossz mérések felhasználásával az építés teljes ideje alatt figyelemmel kísértük.

5. HÍDTARTOZÉKOK

5.1 Szegély

Esztétikai megfontolásokból a híd teljes hosszán egységes külső acélszegély készült. A gyalogjárda széléhez kapcsolódó elem acéllemezből készült, külső síkjának dőlése összhangban van a ferdekábeles Duna-híd pilonszár dőlésével. A hídhoz való rögzítése az acélhidakon hegesztéssel, a betonhidakon ráhegesztett bekötőkampók és betonacélok segítségével történt. A tömör betonszerkezet és a jelentősen vékonyabb acélszegély eltérő hőmérsékletváltozásából jelentős belső feszültségek ébrednek, ezért az acélszegély a belső oldalán bordákkal hossz- és keresztirányban van merevítve. A díszvilágítási rendszer részét képező szegély-díszvilágítás elektromos gerincvezetékekét és a szükséges transzformátor egységeket ezekhez a merevítőbordákhoz rögzítették.

5.2 Gyalogoskorlát

Az acélszegély felső síkjához csavarokkal kapcsolódik az egyedi kialakítású gyalogoskorlát. A pilon és a szegély dőlésével megegyező ferdeségű korlát a kézléc-cső kivételével tömör szelvényekből készült, a korlátpálcák vízszintesek. A szerelési egységek 8 m hosszúak, amelyek csapokkal

kapcsolódnak egymáshoz, így a dilatációs mozgások kényszererő nélkül lejátszódhatnak. A korlát duplex bevonattal (tűzhorganyzás és festés együtt) készült, ennek megfelelő a kapcsolatok kialakítása is, a szerelési egységek csatlakozásai csak csavarozottan, helyszíni hegesztés nélkül készülhettek.

A Szentendrei-szigeti ártéri hídon illetve a jobb parti ártéri hídon a korlátra erősítve 2 m magas, igényes kivitelű zajvédő fal készült.

5.3 Közvilágítás

A hídon a közvilágítást 12 m magas, átlagosan 24 m-enként elhelyezett kandelláberek biztosítják, amelyek ferdesége szintén megegyezik a pilon dőlésével. Az egyedi tervezésű kandelláberek alul tömör, három méteres magasság fölött osztott szelvényes kialakításúak, a felmenő 180/80-as acél zártszelvények a világítótestet keretszerűen körülölelik.

6. MEGÁLLAPÍTÁSOK

A hidak kivitelezését a Hidépítő Zrt. végezte. A szigorú építési, technológiai fegyelemnek köszönhetően a zömök gyártása 7 napos ciklusidő alatt történt. Az szigeti híd Magyarország leghosszabb, betolt közúti hídja lett. Az ártéri hidak felszerkezeti beton mennyisége 20.000 m³. A szigeti műtárgy esetében az utolsó fázisban már közel 15.000 t súlyú szerkezet került mozgatásra.

Az ártéri hidak szerkezeti kialakításukkal, a formatervezett közvilágítással és az esztétikus zajvédelmi falakkal méltó rávezetést biztosítanak a ferdekábeles Duna-hídhöz.

Pusztai Pál (1974), okl. szerkezetépítő mérnök (BME 1998)

Hídtervezői pályafutását a Hidépítő Zrt.-nél kezdte, ahol részt vett a Zalalövő-Bajánsegyháza feszített vasbeton vasúti híd tervezésében. 2000-től a CÉH Zrt. munkatársaként részt vett az M0 Keleti szektor autópálya hidjainak tervezésében, az M31 autópálya hidjainak szakaszvezetőként való tervezésében, és az M0 északi Duna-híd (Megyeri híd) engedélyezési és kiviteli terveinek készítésében.

Skultéty Ádám (1979), okl. szerkezetépítő mérnök (BME 2003)

Okleveles építőmérnöki diplomáját a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen szerezte 2003-ban. Azóta a CÉH Zrt. munkatársaként részt vett az M0 keleti szektor autópálya, az M31 autópálya hidjainak tervezésében, az M0 északi Duna-híd (Megyeri híd) engedélyezési és kiviteli terveinek készítésében.

BRIDGES ON THE M0 MOTORWAY OVER THE RIVER DANUBE NORTH OF BUDAPEST

3. Prestressed concrete bridges over the flood area

Pál Pusztai – Ádám Skultéty

The article informing on three structures spanning the flood area is published as the third part of the series of articles on the planning of the M0 ring northern Danube bridge.

Pursuing the sections, the bridges follow: the left-side-, then the bridge over the Szentendre Island and on the Buda side, the right-side flood area bridge.

The bridges have been built with box girder section, as prestressed reinforced concrete structure, by the incremental launching method. The longest span is 47 m long. The box girder is 3.29 m high at all the three sections. Because of the local circumstances and the road track lay of line, the right-side bridge had to be designed and executed with an individual geometry. The load-bearing capacity of the bridges is assured in the construction phase by adhesive deposit prestressed cables in the bottom and top slab, in the final state inside the box girder, by free laid sliding cables.

Because of the uniform view of the Danube bridges, these bridges had to meet high aesthetic expectations, too. The design of the curb, railing and public lighting have meant an individual task for the architect and the structural engineer as well.

A 2008. ÉVI PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJAK ÁTADÁSA

2008. DECEMBER 8.

Kilencedik éve, hogy részese lehetek a Palotás-díj átadásának. Köszönöm a **fib** Kuratóriumának, hogy ismét megtiszteltek azzal, hogy most is én gratulálhatok elsőként az ünnepeltnek. Külön öröm számomra, hogy Apámra emlékezve a díjat azok kapják, akik annak idején nekem is tanárim voltak – mint *Szerémi* és *Polonyi* tanár urak – akik az én mérnökké válásomat is segítették.

Külön gratulálok *Tóth* igazgató úrnak, aki a tudomány művelésén és oktatásán kívül a mai nehéz időkben egy komplex mérnöki szemléletet megvalósító tervezői közösséget is vezet.

A díjazottak életükkel, munkásságukkal alátámasztják Márai szavait:

„Csak az számít, amire te szerződöttél önmagaddal és ebben a szerződésben nincsen alku.”

További sikeres munkát kívánok, és szívből gratulálok az ünnepeltnek.

Pótáné Palotás Piroska

**Elnök úr! Kedves Palotás Piroska!
Tisztelt Hölgyeim és Uraim!**

A **fib** Magyar Tagozata azért hozta létre ezt a díjat, hogy a hétköznapiak mindent összemosó szűrkeségéből kiemelje

azokat a közöttünk élő, és alkotó szakembereket, akik hivatásuknak tekintik a mérnöki szerkezetek magalkotását, az ehhez szükséges anyagok, a beton, a vasbeton, a feszített beton tulajdonságainak kutatását-fejlesztését.

Ilyen szakember volt a díj névadója dr. Palotás László professzor úr is. Életét a mérnöki tudománynak szentelte. Az anyagtudományban és a vasbetonépítésben elért eredményei nemcsak Magyarországon, hanem külföldön is ismertté tették nevét. Bárhová, bármilyen posztra állította is sorsa megfelelt az elvárásoknak.

Ilyen mérnökök a Palotás László-díj ez évi kitüntetettjei is. Kitűnő szakemberek, akik e falak közül indultak el pályájukon, itt fertőződtek meg a szerkezetek szeretetével:

**Dr. Szerémi László
Dr. Tóth László és
Prof. Polónyi István.**

Engedjék meg, hogy elsőként gratuláljak a díjazottaknak. Munkáikból ízelített kaphatunk a következő cikkekből.

Zsömböly Sándor
A Palotás László-díj Kuratórium elnöke



Dr. Szerémi László



Dr. Tóth László



Prof. Polónyi István



Pótáné Palotás Piroska
dr. Tóth László, dr. Szerémi László és dr. Polónyi István
társaságában





A díjazott beszédének rövidített változata

1. KÖSZÖNET-NYILVÁNÍTÁS

Meglepetésként ért a **fib** Magyar Tagozata elnökének levele a Palotás László-díj kuratóriumának döntéséről, miszerint egyike lehetek a 2008. évi díjazottaknak. Nem

voltam felkészülve erre a megtiszteltetésre. Számomra különös értékű ez az elismerés, minthogy ez a díj a magyar vasbetonépítés kiemelkedő személyiségének, tanítómesteremnek nevét viseli, akit még egyetemi hallgató koromban ismertem meg, majd a II. sz. Hídepítéstani Tanszéken éveken át együtt munkálkodtunk az építőmérnökök eredményes képzésében.

Örömmel tölt el, hogy az oktatás terén kifejtett szerény munkásságomat érdemesnek ítélték a vasbetonos szakma által adományozható legnagyobb díjra.

Ezért hálás köszönetemet fejezem ki a **fib** Magyar Tagozata kuratóriumának és elnökének. Köszönettel tartozom továbbá mindazon munkatársaimnak, akik segítettek az oktatói munkám során.

A következőkben megpróbálom bemutatni azt az utat, amelyet bejártam a díj átadásáig.

2. ÉLETUTAM A PALOTÁS LÁSZLÓ-DÍJIG

1927. január 27-én születtem Rozsnyón, az akkori Csehszlovákiában, ami az életem során még sok gondot és nehézséget okozott.

2. 1. Tanuló évek (1933-1951)

Elemi iskola

Az alapvető tudományokkal a Vashegy elnevezésű bányatelep elemi iskolájában ismerkedtem meg, ahol 5 osztályt végeztem szlovák nyelven.

Középiskola

1938. őszén, amikor a határváltozás következtében Rozsnyó Magyarországhoz került, beiratkoztam a Rozsnyói Premontrei Gimnáziumba, ahol 6 osztályt végeztem magyar nyelven. 1944. őszén és telén a harci cselekmények miatt szünetelt az oktatás, majd 1945. tavaszán arra ébredtünk, hogy ismét Csehszlovákiában vagyunk. Ennek következtében a tanulmányaimat kénytelen voltam a szlovák tannyelvű rozsnyói állami gimnáziumban folytatni. A 7. és 8. osztály elvégzése után 1946. őszén került sor az érettségi vizsgára.

Ez a késői időpont már nem tette lehetővé a folyó iskolai évben a tanulmányok folytatását, így maradt idő arra, hogy áttekintsem a továbbtanulás lehetőségeit. Az egyik lehetőség Csehszlovákián belül Pozsonyban szlovák nyelven, vagy Prágában cseh nyelven tanulni, a másik lehetőség Magyar-

országon, Budapesten magyar nyelven szerezni diplomát. A családi tanács hosszas töprengés után végül a magyarországi megoldás mellett döntött.

Terveimben az szerepelt, hogy gépészmérnöki oklevelet szerzek, mivel kora ifjúságomtól fogva a repüléshez vonzódtam (repülőmodellezés, vitorlázó repülés), ennek következtében repülőgép tervező mérnök szerettem volna lenni. Ennek megfelelően megkezdtem a tájékozódást a BME Gépészmérnöki Karán, ahol elutasítottak azzal az indokkal, hogy erre a karra túl sok a jelentkező, próbálkozzam meg a Mérnöki Karral, ahol a kisebb létszámú jelentkező miatt nagyobb az esély a felvételre. Megfogadtam a jó tanácsot, a Mérnöki Karra jelentkeztem, ahol közölték, hogy ez évben először felvételi vizsgát tartanak, melyre a jelentkezésemet elfogadták. A júniusban tartott felvételi vizsgára illegális határátlépés után került sor, majd augusztus végén értesítettek, hogy a sikeres felvételi vizsga alapján felvételt nyertem a BME Mérnöki Karára.

Egyetem

1947. szeptemberében végleg elhagytam Csehszlovákiát, és menekültként új életet kezdtem Magyarországon.

Egyetemi tanulmányaimat tehát úgy kezdtem, hogy semmit nem tudtam arról, hogy mit fogok tanulni, és mi lesz belőlem a végén. Kiváló oktatóimnak köszönhettem, hogy négy év alatt megismertettek a statikus mérnöki tudományokkal, és felkeltették érdeklődésemet a szakma iránt. A következőkben a teljesség igénye nélkül megemlítem azoknak a tanároknak a nevét, akik döntően meghatározták az utat, amelyen pályafutásom elindult.

1. évfolyam

Mechanika Tanszék:

Dr. Cholnoky Tibor professzor úrtól megtanultam, hogy mi a statikus mérnök munkája:

- a szerkezetek erőjátékának meghatározása számítással és szerkesztéssel. A mérnöki számítások eszköze pedig – a logarléc. (Az egész későbbi pályafutásom során ezt tartottam fontosnak: olyan statikai számítási módszerek kidolgozását, melyek logarléc segítségével elvégezhetők.) A szerkesztéssel kapott eredmény a számítások kontrolljául szolgál, s ez kizárja a tévedés lehetőségét. Ekkor határoztam el, hogy statikus mérnök leszek.

Matematika tanszék:

Dr. Egerváry Jenő professzor úr Analízis és geometria tantárgyból nagyon jó előadásokat tartott, élmény volt hallgatni.

Dr. Rózsa Pál, tanársegéd úr készségesen, szabadidejében zárthelyi előkészítőket tartott a hallgatók számára az Üllői úti Nékosz kollégiumban. Köszönet érte.

2. évfolyam

Mechanika Tanszék:

Dr. Barta József professzor úr világosan felépített előadásai a táblára felírt, pontokba rendezett témavázlattal nagy segítséget jelentettek a vizsgára készüléskor. Átvettem a módszert, és mindvégig alkalmaztam saját előadásaimon.

Építőanyagok Tanszéke:

Dr. Mihailich Győző professzor úr megismertetett a laboratóriumi anyagvizsgálatokkal, később hosszú évekig magam is ezzel foglalkoztam. A 2. évfolyam alapszigorlattal zárult.

3. évfolyam

Szakválasztás: a Hídszerkezet szakot választottam.

I. sz. Hídepítéstan Tanszék:

Dr. Korányi Imre professzor úr a tartók statikájában a statikailag határozott tartók megoldásánál ugyancsak alkalmazta a grafostatikai módszereket a számítás ellenőrzésére. A statikailag határozatlan tartók esetében a klasszikus, egyenletrendszerrel történő számítási módot oktatta. Előadta továbbá a Vas- és hídszerkezetek tárgyat, amiben az tetszett, hogy az acélszerkezetek a statikai modellhez közel álló, tiszta erőjátékúak.

II. sz. Hídepítéstan Tanszék:

Dr. Mihailich Győző professzor úr Vasbetonépítéstan, ill. Vasbeton- és köhidak oktatásában megjelent ismét a számítás és szerkesztés együttes alkalmazása a boltozott- ill. ívhidak méretezésében (nyomatéktmentes ív). A két végén befogott ívek számítása során ismertette a Kherndl Antal professzor által kidolgozott ún. „szigma-ponti” módszert, ahol a háromismeretlenes egyenletrendszer felbomlik 3 db. egyismeretlenes egyenletre. Többször tartóknál pedig a fixponti módszert alkalmazta, amely egyenletrendszer megoldása nélkül szolgáltatja az eredményeket.

4. évfolyam

Demonstrátori felkéréseket kaptam: dr. Cholnoky Tibor professzor úrtól a Mechanika Tanszékre, és dr. Szabó János professzor úrtól az Állami Műszaki Főiskola Matematika Tanszékére. Ez volt oktatói pályafutásom első állomása, annak ellenére, hogy nem vonzott az oktatói pálya, akkor még tervező mérnöknek készültem.

Mechanika Tanszék:

Ekkor volt az első találkozásom dr. Palotás László professzor úrral, aki az egyenes tengelyű rudakból álló keretszerkezetek számításában akkor forradalmian új módszert oktatott, mely egyenletrendszerek nélkül, fokozatos közelítéssel (iteráció, ill. relaxáció) táblázatos formában, logarléc segítségével elvégezhető. Ez volt az ún. Cross-módszer. Előadásait mindig a mérnöki praxisából vett érdekes és tanulságos történetekkel színesítette.

II. sz. Hídepítéstan Tanszék:

Dr. Schwertner Antal docens úr választható tantárgyként „Kapcsolt keretek” címen meghirdetett előadásában görbe- és törttengelyű rudakból álló keretszerkezetek számítását ismertette. Az eljárás lényege abból állt, hogy a Kherndl-féle „szigma-ponti” módszert fejlesztette tovább, s ezáltal keretszerkezeteknél is elérte az egyenletrendszer redukálását egyismeretlenes egyenletekre. Diplomafeladatot is tőle kaptam: egy négy görbetengelyű rúdból (ívtartókból) álló kapcsolt keret szerkezetű felsőpályás híd tervezését (1. ábra).

A végzővizsgán ez a terv újszerűségével nagyon felkeltette az érdeklődését Dr. Mihailich professzor úrnak, aki jeles osztályzattal jutalmazta munkámat.

A diplomaosztás után néhány nappal levelet kaptam a Tanulmányi Osztály vezetőjétől, melyben az állt, hogy „Dr. Mihailich professzor úr kérésére beosztom Önt a II. sz. Hídepítéstan Tanszékre, mint munkahelyre. Tanársegédi kinevezéséről intézkedtem.”

Így lett belőlem egyetemi oktató.

2. OKTATÓI ÉVEK (1951-1993)

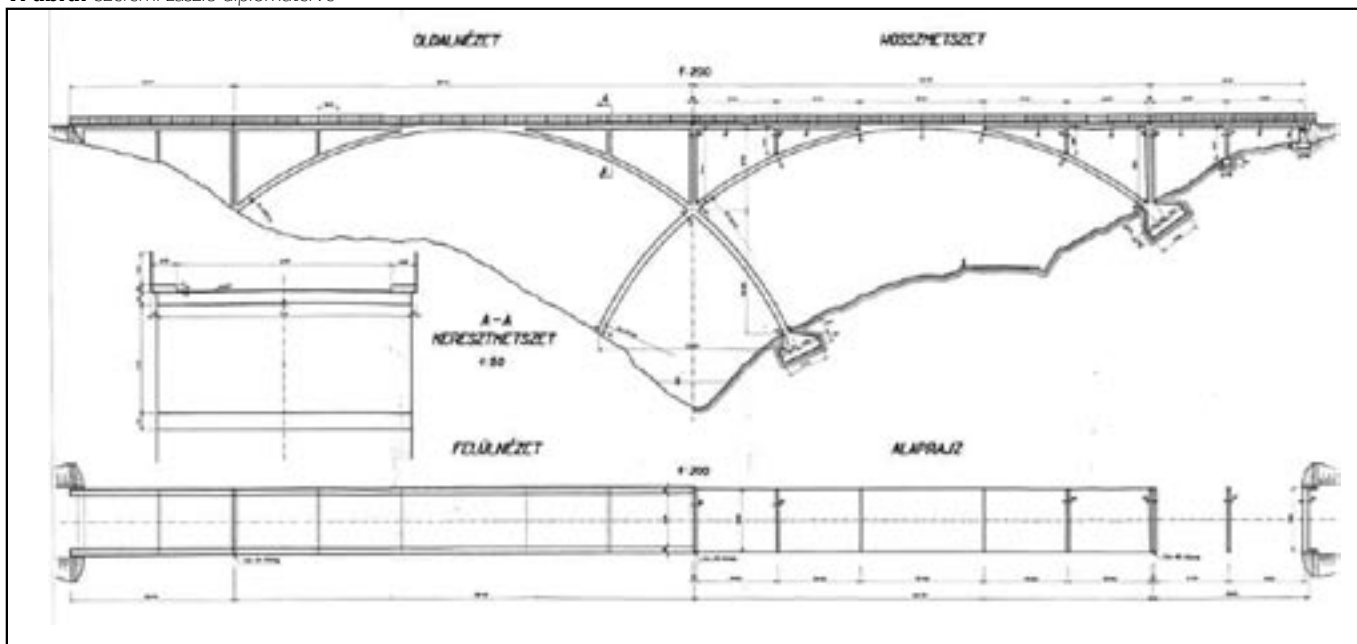
2.1 A II. sz. Hídepítéstan Tanszék (1951-1963)

Dr. Mihailich Győző professzor úr tanszékvezetése alatt 1951-ben tanársegédként kezdtem el a gyakorlatok vezetését tanulni, eleinte egy idősebb oktató mellett, majd később önállósodtam. Emellett ismerkedtem az anyagvizsgáló laboratórium gépeivel és munkájával.

Közben kutattam, hogy a szakmában hol vannak fehér foltok, amik publikációk készítéséhez adnak témát. Ezt a lehetőséget a Schwertner-féle síkbeli keretszerkezetek számítási módszerének térbeli szerkezetekre való kifejlesztésében találtam meg. (e témából készítettem később, 1966-ban doktori disszertációm).

1954-ben dr. Palotás László professzor urat a Mechanika Tanszékről áthelyezték a II. sz. Hídepítéstan Tanszékre, és ő magával hozta a Keretszerkezetek c. tantárgyat is, melynek én lettem a tárgyfelelőse. Feladatom volt többek között, hogy bejárjak az előadásokra és jegyzeteljek. Professzor úr később bevont a Mérnöki Továbbképző Intézet előadásaiba is, ott

1. ábra: Szerémi László diplomaterve



ugyancsak jegyzetelnem kellett. E jegyzetek alapján kellett összeállítanom az itt tartott előadásokat, melyek anyaga három kötetben jelent meg az MTI kiadásában. Ennek első két kötetét a nappali oktatásban a hallgatók évekig használták.

2.2 Vasbetonszerkezetek Tanszéke (1963-93)

Az oktatási reform következményeként 1963-ban megszűnt a II.sz.Hídépítéstani Tanszék, és helyette megalakult az Építőanyagok Tanszéke dr. Palotás László professzor úr vezetésével, és a Vasbetonszerkezetek Tanszéke dr. Bölcskei Elemér prof. úr irányításával. Én a Vasbetonszerkezetek Tanszékre kerültem adjunktusként. Eleinte a Hídszerkezetek és a Keretszerkezetek c. tantárgyakat adtam elő az esti és a levelező tagozatokon. Ekkor készítettem el a három kötet összevonásával a 4. kötetet a keretszerkezetek számítása témaköréből.

Később egy újabb oktatási reform során a Szerkezetépítő Szak kettévált Magasépítő és Mélyépítő ágazatra. Akkor én docensként megkaptam a magasépítési ágazat tantárgyainak előadási lehetőségét. Ebben az időszakban előadásokat tartottam a lakó-, a közösségi és az ipari épületek teherhordó és merevítő szerkezeteinek erőtanai számításairól. Ide tartoztak a helyszíni és ipari előregyártással készült vázas, ill. paneles épületek is. E témakörben publikációkat, jegyzeteket, tervezési segédleteket készítettem.

Fentiekén kívül részt vettem a szakmérnökképzésben is, itt a magasházak merevítőrendszerének statikai, dinamikai (földrengés) és stabilitási kérdéseivel foglalkoztam.

Az oktatói munkámban segítségemre voltak tárgyfelelősként dr. Simurda László és dr. Pintyőke Gábor adjunktus urak, valamint külső gyakorlatvezetői minőségben dr. Gilyén Jenő, Polgár László és Szubi Tamás mérnök urak. Áldozatos munkájukat hálásan köszönöm.

Az oktatás mellett részt vettem a tanszék MTA által finanszírozott tudományos kutatói témáiban. Ide sorolhatók a körív alaprajzú többtámaszú tartók számítása, továbbá a tartórácsok, üreges lemezek és szekrényes keresztmetszetű tartók kereszteloszlási hatásábráinak előállítás, valamint a kör keresztmetszetű vasbeton silók igénybevételeinek meghatározása. E témákból tervezési és számítási segédletek készültek, melyekben a logarléccel nem számítható részleteket az ekkor megjelenő számítógépek segítségével készített táblázatokkal egészítettem ki.

A számítástechnikai eszközök rohamos fejlődésével, a

megjelenő újabb és újabb zsebszámológépek használatával fokozatosan kiszorult a logarléc a statikai számításokból. A programozható, ill. kész programcsomagok beépítésére alkalmas zsebszámológépek segítségével nem jelentett már problémát a sok ismeretlenes egyenletrendszerek megoldása. Így a fokozatosan közelítő számítási módszerek korszaka, mely Palotás professzor úrral 1949-ben kezdődött, az én oktatói működésem befejezésével 1993-ban lezárult.

Ugyanakkor sajnálatosnak tartom azt a kialakult gyakorlatot, hogy a számítógépek használatával egyidejűleg teljesen megszűnt a statikai számításokat kontrolláló grafosztatikai eljárások alkalmazása.

A tanszék az oktatási tevékenység mellett ipari megbízásra tervezési és szakértési feladatokat is vállalt. Ezekben a munkákban is részt vettem munkatársaimmal (dr. Juhász Bertalan, Baksa István, dr. Halász István) eredményes, jó munkacsapatot alkotva számos műtárgy szakértését végeztük el.

Ezek között említtem meg a csepeli erőmű 100 m magas vb. kéménye elferdülésének vizsgálatát, a MOL-székház épületének építés közbeni részleges omlását előidéző okok feltárását, majd későbbi teljes körű megerősítését, a Lágymányosi Duna-híd vasbeton aléptítmény-terveinek statikai ellenőrzését, a Soproni Tűztorony állékonysági vizsgálatát és a Kecskeméti Katona József Színház rekonstrukciójával kapcsolatos szakértői tevékenységet.

3. NYUGDÍJAS ÉVEK (1993-)

Nyugdíjazásommal vége szakadt a 42 évig tartó oktatói pályámnak, s ez természetesen magával hozta azt, hogy a számítási eljárások folyamatos fejlesztéséből álló tudományos munkám is abbamaradt. Ugyanis ezt a mindenkori oktatási problémák megoldása inspirálta, publikációim is e témakörből készültek.

Mivel szakértői jogosultságom még érvényben volt, így egy átmeneti időre a tanszéki munkatársakkal közösen részt vettem néhány érdekes műszaki probléma megoldásában. Amikor a jogosultságom lejárt, már nem hosszabbítottam meg, így végleg befejeztem a műszaki tevékenységemet.

A médiából azonban továbbra is figyelemmel kísérem a vasbetonos szakma építő tevékenységét, és örömmel tölt el, ha arról értesülök, hogy volt tanítványaim milyen nagyszerű létesítményeket alkotnak. Ilyenkor úgy érzem, hogy ezekben a műtárgyakban valahol az én oktatói munkám is benne van.



VISSZATEKINTÉS A KITÜNTETÉS KAPCSÁN

1. BEVEZETÉS

A *fib* (Nemzetközi Betonszövetség) Magyar Tagozata által alapított, dr. Palotás László professzor úrról

elnevezett díj kuratóriumának döntése rendkívül meglepett. Az Elnök úr értesítő levelét meghatódva olvastam, s csak meglehetősen hosszú idő után dolgoztam fel magamban a rendkívül megtisztelő kitüntetés adományozásának tényét. A 2008. december 8-i ünnepségre is némi szorongással készültem, de az, annak keretei, forgatókönyve, hangulata és a jelenlévők magas száma miatt örökre emlékezetes marad.

Középiskolai tanulmányaimat a győri Révai Miklós Gimnázium reál tagozatán folytattam, 1962-ben kitűnő eredménnyel érettségiztem, majd felvételt nyertem az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Mérnöki Karára. Az akkori oktatási rend szerint nyolc féléven keresztül az egész évfolyam minden szakterületen egyforma képzést kapott, s csak a diplomafeladat megválasztása jelentett bizonyos szakosodást. Vasbeton hid diplomamunkám alapján szerkesztettként végeztem 1967-ben. Utólag visszatekintve rendkívül szerencsés voltam a sokoldalú szakmai képzés miatt, amelynek sokszor élveztem előnyét tervezői pályafutásom során.

A fenti időszak egyik legkiemelkedőbb oktatói egyénisége volt dr. Palotás László professzor úr, amit személyes tapasztalataim alapján is állíthatok. Hallgattam kitűnő előadásait Építőanyagok és Vasbetonépítés című tantárgyakban, s meggyőződésem szerint ez a tény is hozzájárult ahhoz, hogy a vasbetonszerkezetek területén diplomáztam, majd végeztem tervezői munkámat.

Friss diplomásként 1967. augusztus 1-én kerültem a Mélyépítési Tervező Vállalat (*Mélyépterv*) II. Irodájára, a dr. Márkus Gyula, európai híré szakember vezette szerkesztettként osztályra, egy „szakmai műhely” kitűnő szakemberei közé. A tervezési feladatok rendkívül változatosak, sok esetben különlegesek voltak.

Az évek múlásával elsősorban a vízellátási valamint a víz- és szennyvíz-technológiai műtárgyak tervezésében szereztem tapasztalatokat különböző beosztásokban. Ugyanakkor az építésmérnök és az érintett szaktervező kollégáimmal együttműködve a különböző funkciójú épületek (pl. szivattyúgépházak, üzemviteli, elektromos és technológiai) szerkesztettként is végeztem. 1987-től a *Mélyépterv* felszámolásáig, irodavezetői beosztásban tevékenykedtem. Az általam vezetett iroda 1992. évi pozitív eredménye ellenére, a vállalat olyan veszteséget „halmozott fel”, amely egyéb okok mellett, elkerülhetetlenné tette a jogutód nélküli felszámolást. Nyolcvan kollégámmal együtt a nulláról indultunk azzal a céllal, hogy komplex, rendszerszerű tervezési tevékenységünket folytathassuk, kezdetben a *Mélyépterv* Komplex Mérnöki Kft., majd 1995. február 1-től részvénytársaság keretein belül. A haza nem vitt fizetésünkből – saját vállalkozás keretében – egy év alatt felépítettük a Várfoke utcai székhelyünkön – közös

tulajdonban lévő – tetőtéri irodát, ahol azóta is dolgozunk. Szerénytelenség nélkül állíthatom, hogy társaságunk az átalakulás (újra talpra állás) egyedi, talán páratlan útját járta.

Elnök-vezérigazgatói beosztásom mellett is folyamatosan végzek szakmai munkát. Többnyire csak a koncepció alkotásból és az irányításból veszem ki a részemet. A 60-70 fős társaságon belül az építészeti-szerkesztettkénti tevékenységet 15 fős osztály gyakorolja.

A fentiekből kitűnik, hogy több, mint 41 éves tervezői múltam kizárólag csak a *Mélyépterv*-hez kötődik, így visszatekintésemben a továbbiakban néhány rész-szakterületet, illetve említésre érdemes létesítményt, megoldást emelek ki.

2. ÉRDEKESEBB FELADATOK

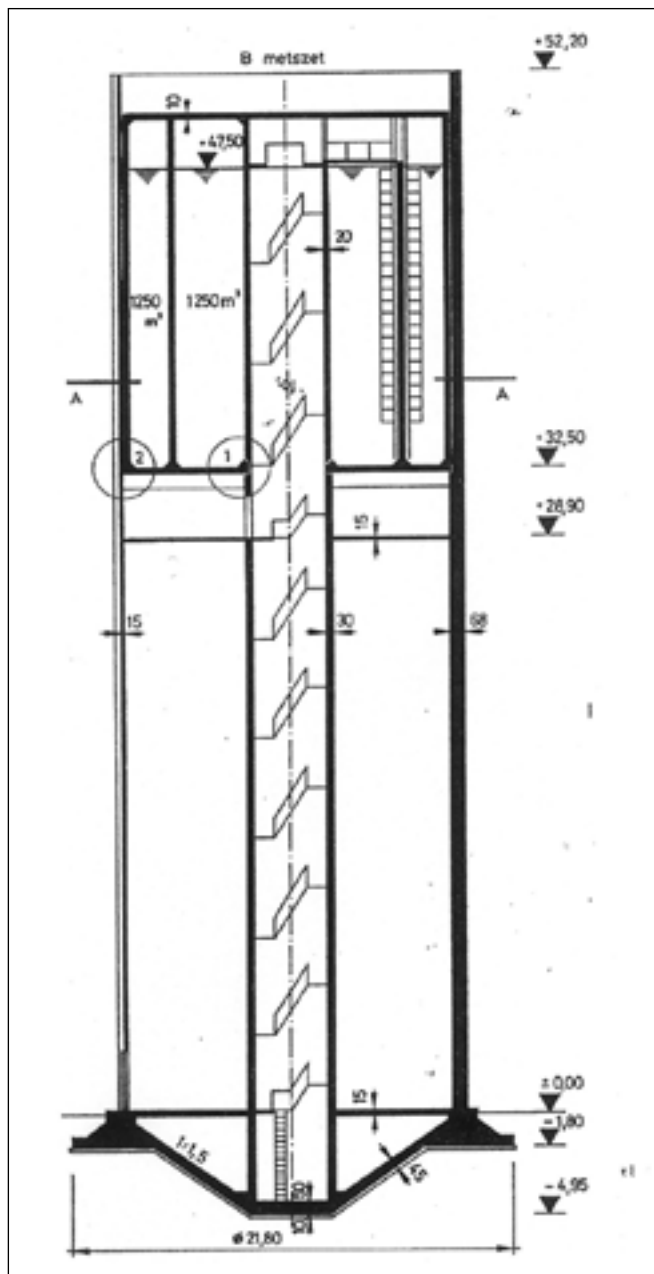
2.1 Víztornyok tervezése

A síkvidéki települések vízellátási rendszereibe illesztett víztornyok jelentős számban épültek az 1960-as években. A hazai víztornyépítés kezdetén (1900-as évek eleje) megvalósult, s különös gonddal formált építészeti-szerkesztettkénti megoldások helyett, a II. világháború után, de különösen az 1960-1970-es években az építéstechnológia racionális egyszerűsítése miatt egyre inkább csak a csúszószaluzatos megoldásokat alkalmazták. A munka- és zsáluanyag-igényes megoldások elmaradtak, s a tartálykialakítások leegyszerűsödtek. Előtérbe kerültek a sík – hajlított – tartályfenék megoldások, s a határoló – rendszerint egyszer görbült – oldalfalak erőjátéka is egyre távolabb került a membránszerű viselkedéstől. A víztartó edények erőjátékát befolyásolták a meteorológiai hatásokból származó igénybevételek is.

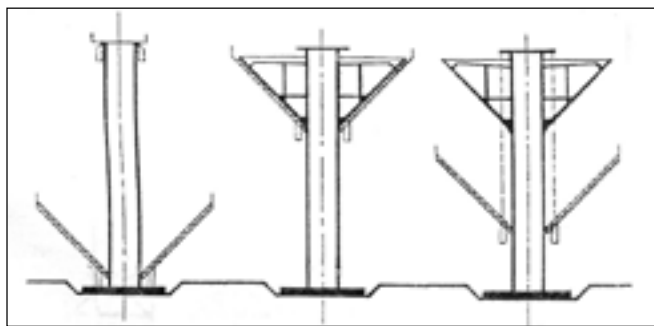
A hengeres víztornyok sorozatban épültek a *Mélyépterv* fenti osztályán készített típustervek alapján. Munkába állásomat követően adaptációs tervezési feladatokba kapcsolódtam be, majd részlettervezője lettem – az előző bekezdésben vázolt előnytelen megoldás – nagykanizsai 2500 m³-es, kétrekeszes, 15 m-es vízoszlop-magasságú hengeres víztornynak (*1. ábra*). Ugyanazt a megoldást később Komáromban is megépítették tervezői közreműködéssel. Ebben az időben a szakkivitelezők csak ezt a megoldást vállalták megépíteni az általunk vázlattervi szinten kidolgozott öt változat közül.

A kelyhes víztornyok erőjáték szempontjából kedvezőbbek voltak, de a nagy magasságban való munkavégzés, az állványok és munkaszintek megépítése, majd bontása balesetveszélyes, idő- és anyagigényes volt. Ezek csökkentésére, vagy kiküszöbölésére kidolgoztunk egy segédszerkezetet, melynek részlettervezése az első munkáim közé tartozott. A szerkezet egy acélsövekből hegesztett, szállítható méretű tagokból csavarozott kötésű, csontkakúp geometriájú állványzat, melyet a terepszinten állítottak össze, majd a zsáluval és betonacél-szereléssel együtt 3 db 5 tonnás csörlővel emelték fel és csöcsontkokkal a csúszószaluzatos törzs ideiglenes nyílásaiba támasztották. A jellemző építési fázisokat a *2. ábra* szemlélteti.

A víztornyok tervezésében szerzett tapasztalataim alapján 1974-ben a „Nagylakótelepek ivóvíz magastárolói” témában kiírt országos tervpályázaton egyedül elindultam, s a hivatalos munkavégzés után – a kollégiumi rajzfeladatok készítését idéző módon – otthon összeállított pályamunkámmal, megosztott



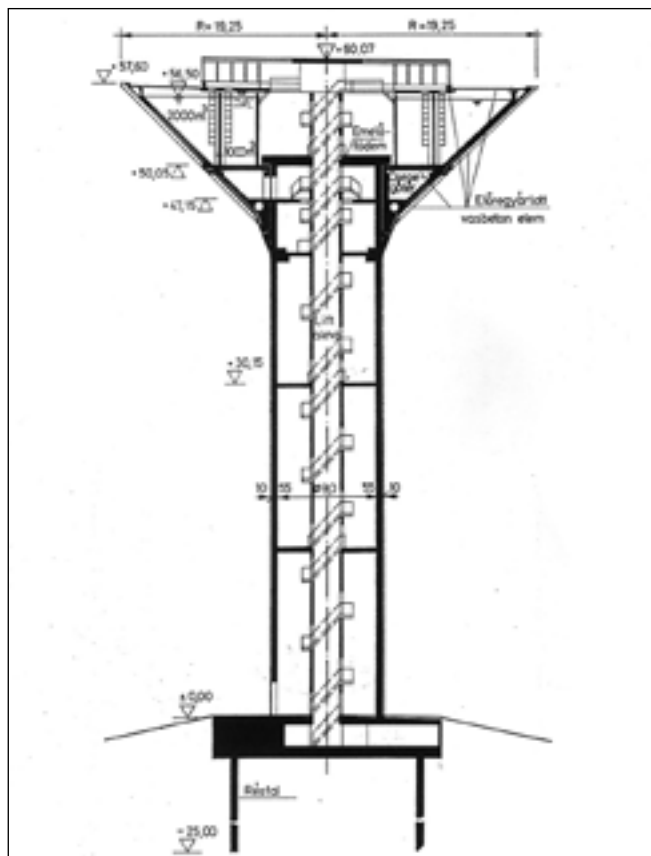
1. ábra: A nagykanizsai víztorny metszete



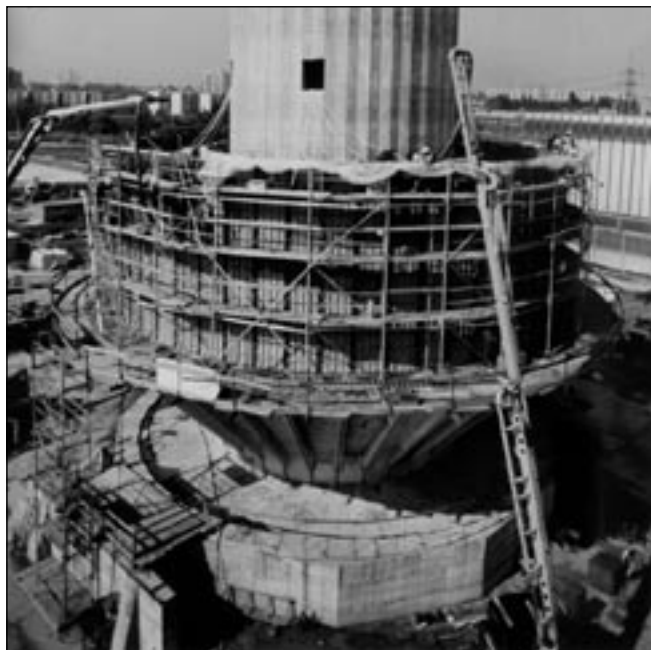
2. ábra: Az emelt zsaluzatos víztornyépítés jellemző fázisai

második díjat nyertem. A pályázatban a jellemzően 60 m magas műtárgyakat három vasbeton lábbal, s a kelyhes kialakítású tartályokat hidraulikus emelő berendezéssel terveztem a terepszintről a végleges magasságba emelni.

A víztornyokkal kapcsolatos szerkezetépítési és vízzárósági tapasztalataim vegyesek voltak. Az anyagában vízzáró tartályszerkezetek nagy magasságban való megépítése – az állványozási, zsaluzási nehézségeken túlmenően – különösen nehéz volt betonozás szempontjából. Az adott kor eszközadottságai fejletlenek voltak, s a betonozás számos



3. ábra: A Lakatos utcai víztorny metszete



4. ábra: A rekeszfal betonozása

nehézsége, a friss beton akkori minősége, a betontechnológiai hiányosságok miatt, gyakori volt a szerkezetek elégtelen vízzárósága. Áttörésként értékelhető az akkori Vízépítőipari Tröszt azon fejlesztési szándéka, hogy a korábban előirányzott húsz, majd a későbbi kilen 3000 m³ hasznos térfogatú víztorny megvalósítására körültekintő műszaki előkészítés után kerüljön sor. A tervezés jogát *Mélyépterv*-en belüli pályázaton megszereztük, s így lettem végül is a megépített négy víztorny (Budapest, Lakatos utcai (3. ábra), csepeli, kecskeméti és szolnoki) felelős tervezője az 1980-as évek elején.

A sorozatépítésre szánt víztorny megoldás leglényegesebb koncepcionális alapgondolata az volt, hogy a 60-70 m magasságú víztornyok kétrekeszes kehelyszerkezete az alaplmezre állítva – terepközelen – épüljön meg, majd

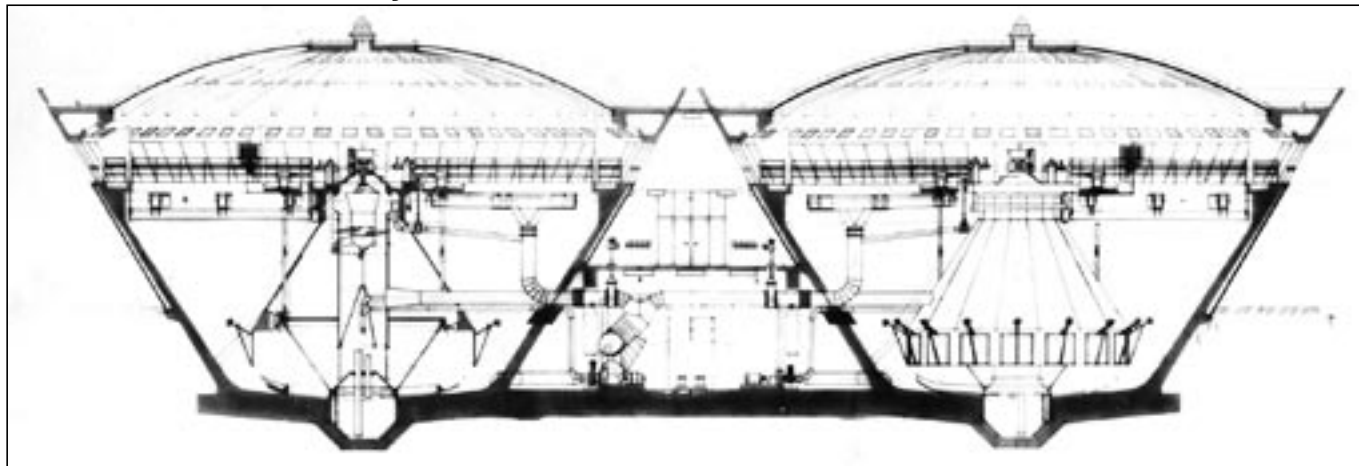


5. ábra: A kehely emelése

szerkezetkész állapotban kerüljön felemelésre és a törzsre való rátámasztásra. Ez a megoldás azt eredményezte, hogy az összetett héjszerkezetű kehely anyagában vízzáró szerkezeti megoldása reálisan megvalósítható volt, különösen betontechnológiai szempontból. Szükséges feltétele volt ennek, a kivitelező Vízügyi Építő Vállalat által kifejlesztett acél zsalurendszer, mely lehetővé tette, hogy a henger-, illetve kúpfalak betonozása közben, kiépíthető legyen a „ellen” zsaluzat, amely lehetővé tette a réteges betonbedolgozást és a megfelelő tömörítést. Így volt biztosítható a megfelelően tömör szerkezeti beton, illetve a véletlenszerű munkahézagok kialakulásának elkerülése (7 m magas, 24 cm-es falvastagságú hengerhéj abban az időben más zsaluzási megoldásokkal nem épülhetett volna meg a kívánt minőségben).

A kehely külső kúpfelületének előregyártott vasbeton zsalukéreglemeit elsősorban építéstechnológiai megfontolásokból alkalmazták, de az üzemi körülmények között készített elemek – az esztétikai szempontokon túlmenően – az élettartamot is

6. ábra: A KFCS vízmű első két derítője metszetben



kedvezően befolyásolták. A szerelés közbeni megtámasztó szerkezetek biztonságossá tették a kivitelezést, s az elemek közötti gyűrűirányú hegesztett kapcsolatok a friss beton nyomásából adódó gyűrűirányú húzóerőket fel tudták venni. Ebből adódóan a kehely erőjátékában tartósan is szerepet kaptak. Betonozás közben az összekapcsolt kéregelem rendszer membránhéj szerkezetként viselkedett. A 4. ábrán a rekeszfal betonozása látható.

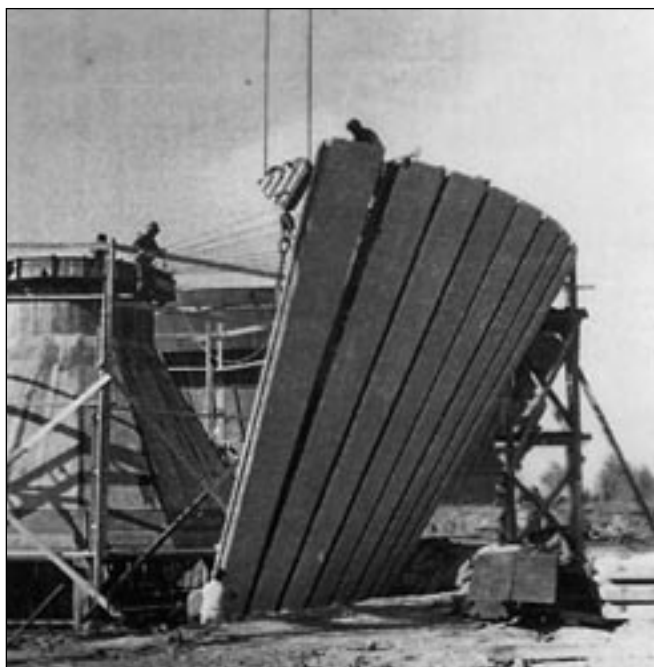
Az elkészült kehelyszerkezetet egy hidraulikus emelőberendezéssel emelték fel a német Dywidag cég rendszerének alkalmazásával (5. ábra). A kereken 3400 tonna tömegű kehelyszerkezetet 72 db, egyenként 100 tonnás hidraulikus sajtóval, s azokhoz tartozóan 72 db Ø36 mm-es, St 85/105 minőségű menetes emelőrudakkal, napi 4-5 méteres előrehaladási sebességgel emelték. A végleges magasságban a kehelyszerkezetet a vasbeton törzsre támasztották gyűrűszerű tartószerkezettel. Ennek megépítéséhez acélszerkezetű csörlőkkel mozgatható úgynevezett csüngő állványt alkalmaztak, mely a biztonságos munkavégzésen túlmenően, azt is lehetővé tette, hogy leeresztés közben a törzs külső felülete – a kehely kúpfelületéhez hasonlóan – mázszerű felületképzést kaphasson.

A fenti módszerekkel megépített négy víztorony mindegyike kifogástalanul megfelelt az anyagában vízzáróság követelményének. A korábbi – sok esetben – kedvezőtlen tapasztalatok nem jelentkeztek, a tornyok azóta is gond nélkül üzemelnek. Meggyőződésem, hogy az emelőgépek, zsaluzatok és betontechnológiai gépláncok 1980-as évek idején tapasztalt fejlődése tette lehetővé a különleges vízépítési műtárgyak igényes megvalósítását.

2.2 Derítő medencék tervezése

Az 1960-as években épülő vízellátási rendszerek fontos műtárgyai voltak a derítő medencék, melyek a felszíni vizekből történő ivóvíz-előállítás technológiai rendszerébe illeszkedtek. A lebegő anyagok pelyhesítéssel történő eltávolítására szolgált az a technológiai megoldás, melyet a *Mélyépterv*-ben fejlesztettek ki. Ennek részeként a sorozatépítés elősegítése érdekében „típustervek” kidolgozására került sor, öt különböző nagyságrendben. Ezen fejlesztés keretében lettem a műtárgyak szerkezettervezője, s dolgoztuk ki a közel 60° hajlásszögű, kúpos szerkezetű műtárgyak szerkezeti és építéstechnológiai megoldásait.

A Debrecen város vízellátását szolgáló, a Keleti Főcsatorna partján megépített úgynevezett KFCS víztisztító-műben négy 20 méter átmérőjű derítőmedence épült, három ütemben. Az első két derítő (6. ábra) építési tapasztalatai után, a fejlesztés eredményeként a 3. és 4. derítőmedence kúpos falszerkezeteit előregyártott vasbeton hőszigetelő panelek alkotta – erőtanilag



7. ábra: A zsalupanelek szerelése



8. ábra: A gömbsüveg héj alulról

membránhéjként viselkedő – bennmaradó zsaluzatban betonozták. A paneleket a már elkészített belső kúpszerkezethez vonórudakkal kötötték ki (7. ábra). A kúpfal betonozása a belső oldali egyedi fazsaluzatban hagyott betonozó nyílásokon át történt. A legutolsó műtárgynál már a víztoronyépítésben ismertett Vízép típusú zsaluzatot alkalmazták.

Egy másik említésre méltó szerkezeti megoldás a derítők lefedésével kapcsolatos. A párás terek miatt célszerű volt a vasbeton anyagú lefedés alkalmazása, az első műtárgynál előregyártott gömbszelet elemekkel, majd a későbbiekben 8 cm vastag monolit héjszerkezetű megoldással (8. ábra). Lapos héjak állékonyságának fontos feltétele volt a megfelelő húzó- és csavaró merevségű takarékküreges szegélytartó. Az utófeszítést ebben az időszakban hazánkban még ritkán alkalmazták.

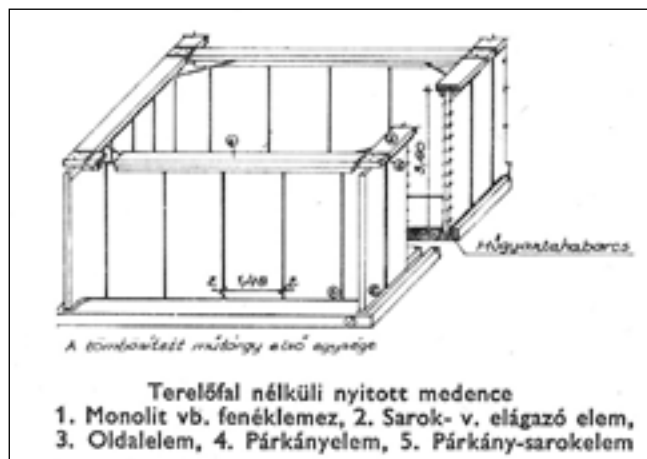
2.3 Mélyépítési műtárgyak előre-gyártott vasbeton elemekből

Az 1970-es években a magasépítési ágazatban erőteljesen kiszélesedett a házgyári panelekből történő lakásépítés. Ezzel szinte párhuzamosan a mélyépítési ágazatban is előtérbe került az előregyártás gondolata. A helyszínen betonozott monolit

szerkezetű, medenceszerű műtárgyak gyakori kedvezőtlen vízzárósági tapasztalatai arra késztették az ágazat kivitelezőit, hogy a lehető legszélesebb körben törekedjenek az üzemi feltételek mellett előállított vasbeton elemek alkalmazására, medenceszerű és tipizálható műtárgyak esetében.

Az előregyártott elemekből történő medenceépítés kulcskérdése volt, hogy milyen módon érhető el a vízzáróság igényével, az előregyártott elemek közötti kapcsolat kialakítása. A *Mélyépterv*-en belüli, kezdetben csak tömbösített szennyvíztisztító műtárgyak építésére szolgáló panelrendszer kapcsolatát, Pálffy Imre és Bozó Kis Ákos szabadalma szerint, epoxi gyanta habarcs kötéssel oldottuk meg. A panelrendszer gyártmánytervezését – rendszerfelelősként – irányításom mellett végeztük.

A kisebb szennyvíztisztító telepek különböző kapacitását 1,50×1,50 m-es alaprajzi mérethálóban tervezett, különböző méretű tömbösített műtárgyak biztosították. Kezdetben a 4,50×4,50 m-es alaprajzi modultól a 9,00×9,00 m-es modulig terjedő tartományban épültek a nyitott szennyvíztisztító műtárgyak, azonos 3,00 m-es vízoszlop magassággal. A műtárgyak szerkezeti rendszerét a 9. ábra szemlélteti. A szerkezeti megoldás tömören úgy jellemezhető, hogy egy monolit vasbeton szerkezetű alaplemez felső síkján kialakított horonyrendszerbe állított panelek alkotják az oldalfalakat. A sarkokon T keresztmetszetű elem biztosította a rekeszek



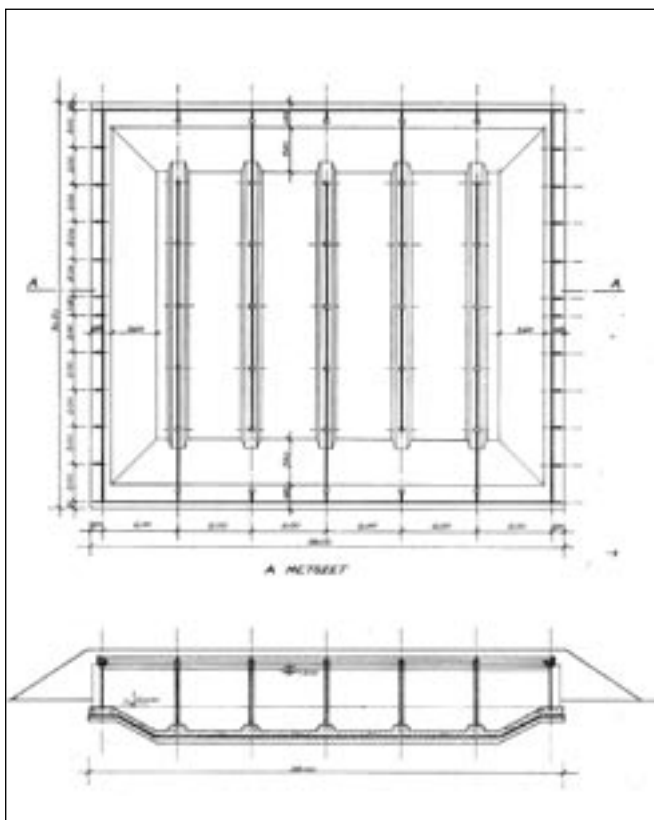
9. ábra: A tömbösített műtárgy első egysége

egymáshoz sorolását, s ugyanilyen elemek képezték egy-egy műtárgy négy sarokkialakítását is. A falpanelek 1,50 m-es szélessége, 3,60 m-es magassága és 15 cm-es falvastagsága viszonylag könnyű elemeket eredményezett, s ezek helyszíni szerelését autódaruval lehetett végezni. Az elemek közötti függőleges hézagokat 30 cm-es osztásban becsavarható betonacél tüskékkel alakították ki, melyek az epoxigyanta habarccsal történt kitöltést követően a panelek közötti kapcsolatot hajlításmerevvé tették. Az előregyártott elemek és a fenéklemez között – a horonyba állítást követően – epoxi beton kitöltéssel ugyancsak hajlításmerev kapcsolat jött létre. Az alul befogott oldalfal elemek felső peremének megtámasztását előregyártott vasbeton párkányelemekből épített vízszintes síkú keretszerkezet biztosította. Az előregyártott elemeket a Közép-magyarországi Közmű- és Mélyépítő Vállalat (KKMV) gyártotta gödöllői üzemében, s szerelte az adott feladatra kiképzett brigádokkal az egész országban. A 10. ábra a paksi műtárgyakat tünteti fel.

Az előregyártott panelrendszer alkalmazása sikeres volt. Több mint 100 műtárgy épült az országban. Az eredetileg tömbösített szennyvíztisztító műtárgy építésére kifejlesztett rendszert ivó-, ipari- és tűzvíz medencék esetében is alkalmazták, mivel a vízzárósággal kapcsolatosan



10. ábra: Az épülő paksi műtárgyak



11. ábra: A medence alaprajza és metszete

a tapasztalatok nagyon kedvezőek voltak. A más funkciójú medencék lefedése is előregyártott födémpanelekkel történt, melyek kifejlesztése ugyancsak a rendszerfelelős feladatát képezte. Ezzel a rendszerrel épült meg Debrecenben két – egyenként 5000 m³ hasznos térfogatú – ivóvíztároló medence is, belső terelőfalakkal és lencseszerűen lemélyített monolit vasbeton fenéklemezzel (11. ábra).

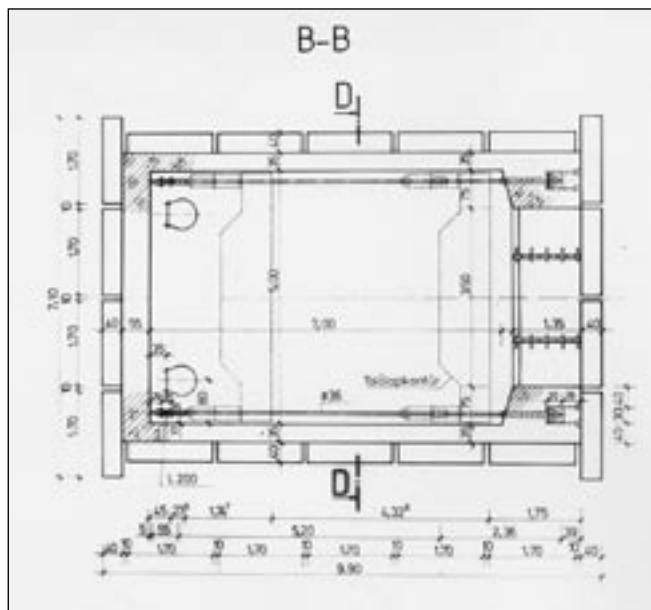
A mélyépítési előregyártás röviden bemutatott megoldása mellett, a *Mélyépterv*-ben dr. Janzó József irányításával kidolgoztak egy gumitömlős hézagzárású, utófeszített panelrendszert is, mely nagyobb vízoszlop magasságú és térfogatú műtárgyak építését tette lehetővé.

Összességében megállapítható, hogy az adott időszakban mindkét előregyártási rendszer jól szolgálta a tömeges műtárgyépítés igényeit. Ugyanakkor a szerelő jellegű, helyszíni munka hatékonysága is megnövekedett. Az üzemi előregyártás kedvező feltételei párosultak a speciális feladatokra képzett helyszíni szerelőbrigádok jó munkájának hatékonyságával. Mindezek eredményeként jó minőségben épültek vízepítési műtárgyak, a rendszergazdák által meghatározott árszinten.

2.4 Különleges csősajtolás

A kitakarás nélküli közműépítés régóta ismert egyik módja a sajtolásos eljárás. Szakcégek specializálódtak Magyarországon is az ilyen feladatokra. A sajtoláshoz szükséges eszközök rendszerint hidraulikus sajtók voltak, melyek egy indítóaknából, alkalmas háttámasz közbeiktatásával, nyomták előre a sajtolandó elemeket. Ezen eljárásnak számos előnye van, s különösen városi környezetben gyakran alkalmazzák.

Az 1980-as évek közepén egyedi csősajtolási megoldást terveztem a Határ út vonalában megépítendő közműalagút esetében. A Soroksári út és a Dunaharaszti HÉV vágányok alatt kerekén 100 m hosszú közműalagút épült, előregyártott vasbeton Rocla csövekből, 2,80 m belső átmérővel. Az indító aknát monolit vasbeton műtárgyként alakítottuk ki, melynek a végleges funkcióhoz igazodóan, technológiai rendeltetése is volt. Ebbe az aknába helyeztük a víztoronyépítésnél alkalmazott, egyenként 100 tonna teherbírású hidraulikus sajtókat szimmetrikus elrendezésben, a vízszintes elhelyezésű menetes Dywidag rudakra. Egyedi acél tolólap nyomta az előregyártott vasbeton elemeket a talajba. Az egyedileg tervezett vágóél előrehaladásával, a kitermelt anyagot kerek konténerekbe rakták. Ezeket tölték ki az indító aknába, ahonnan autódaruval emelték ki. Az indító akna kialakítását a 12. és 13. ábra mutatja. A vízszintes „húrokon” mozgó hidraulikus sajtók kiválóan betöltötték a szerepüket.

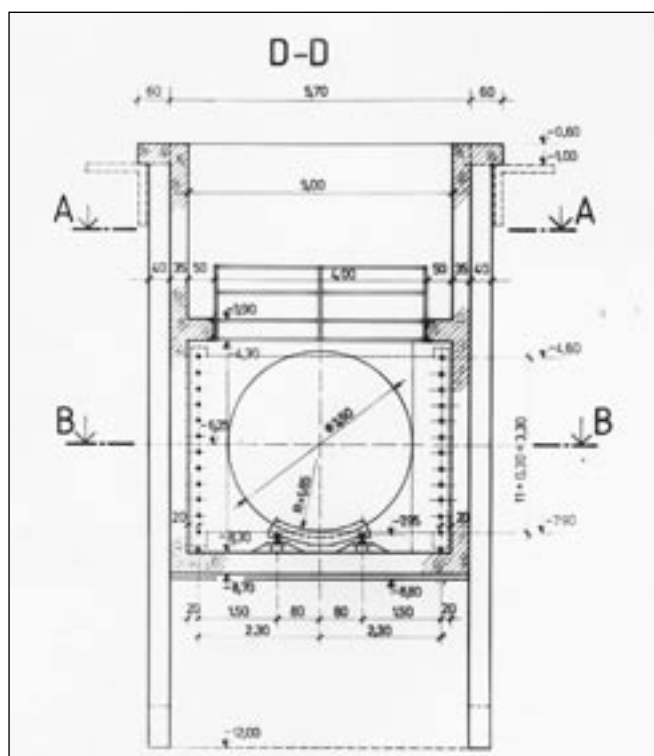


12. ábra: Az indító akna alaprajzi metszete

2.5 Vasbeton iszaprohasztók tervezése

A szennyvíztisztítás során keletkező szennyvíziszapok ártalmatlanítása, illetve hasznosítása elengedhetetlen követelmény. Ennek egyik megoldása a szennyvíziszapok rohasztásos kezelése, melynek eredménye képpen biogáz termelődik. A rohasztás útján kezelt szennyvíziszapok stabilizálódnak és mennyiségileg körülbelül a felére csökkennek. Az így stabilizált iszapok mezőgazdasági elhelyezése, vagy hasznosítása már lehetséges. A biogáz ugyanakkor egy másodlagos energiaforrás.

A *Mélyépterv*-en belül már az 1960-as években is terveztek nagyobb szennyvíztisztító telepeken rohasztókat, amelyek részben meg is épültek, de ezt követően – kb. két évtizeden keresztül – újabbak nem valósultak meg. Ennek egyik oka lehetett a bonyolult technológiai rendszer üzemeltetésével



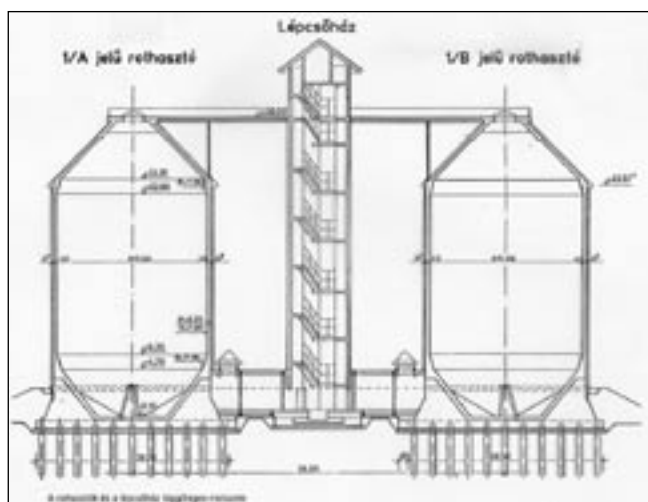
13. ábra: Az indító akna függőleges metszete

kapcsolatos nehézségek, de inkább az az építőipari tendencia, hogy monolit vasbeton, anyagában vízzáró szerkezetek építésére a kivitelezők nem vállalkoztak.

Az 1990-es évek közepén adódott az a lehetőség, hogy a Debrecen város szennyvíztisztító telepén keletkező iszapok rothasztásos technológiáját komplexen megtervezhették. Ekkor már a másodlagos energia hasznosítás gondolata előtérbe került, s az építőiparban is elkezdődtek a kedvező folyamatok. Két, egyenként 4500 m³ hasznos térfogatú monolit vasbeton iszaprothasztót terveztünk, melynek műszaki megoldását a 14. ábra mutatja be. A rothasztók térfogata, illetve a kb. 28 méter vízoszlop nyomásból adódó gyűrűirányú húzóerők egyensúlyozására utófeszített megoldást terveztünk a hengerfalak esetében. Az összetett héjszerkezetű, egyedi vasbeton víztartó edényekkel szemben további követelmény volt a gázzáróság kielégítése is. Ez értelemszerűen a felső kúphej esetében jelentkezett.

A rothasztók nagyterhelésű mérnöki műtárgyak, melyeknél az altalaj összenyomódásából adódó elmozdulásokat is vizsgálni kellett. A debreceni talajadottságok rendkívül kedvezőtlenek voltak, mivel három különböző mélységben szerves talajrétegek is elhelyezkednek, s emiatt csak egy „mélyített sicalapozásos” megoldás volt a leggazdaságosabban alkalmazható. A nagyterhelésű műtárgyak kölcsönhatását, különösen a két műtárgy közé telepített karcsú lépcsőház és annak alépítménye miatt gondosan elemezni kellett.

Az anyagában vízzáróság követelményét a rothasztók esetében – részben a magas vízoszlop nyomásból, másrészt a hőmérsékleti hatásokból adódóan – gyűrűirányú utófeszítéssel kellett kielégíteni. Alkotó irányban a hengerfalban csak normál vasalás szolgál az igénybevételek felvételére. A héjszerkezeti elemek csatlakozásainál, azaz a jellemző csomópontoknál megválasztott falvastagság-méret, illetve alkalmazott vasalások alapján igazolhatók voltak a 0,2 mm-es korlátozott repedéstágasság, azaz az anyagában vízzáróság feltételei. A szerkezeti megoldás kialakításánál természetesen vállalkozói érdekekre is tekintettel kellett lenni. A gyűrűirányú feszítés zsírozott pászmák alkalmazásával történt, melyek a csúszózsálasztos építéstechnológiával épített hengerfalba - a



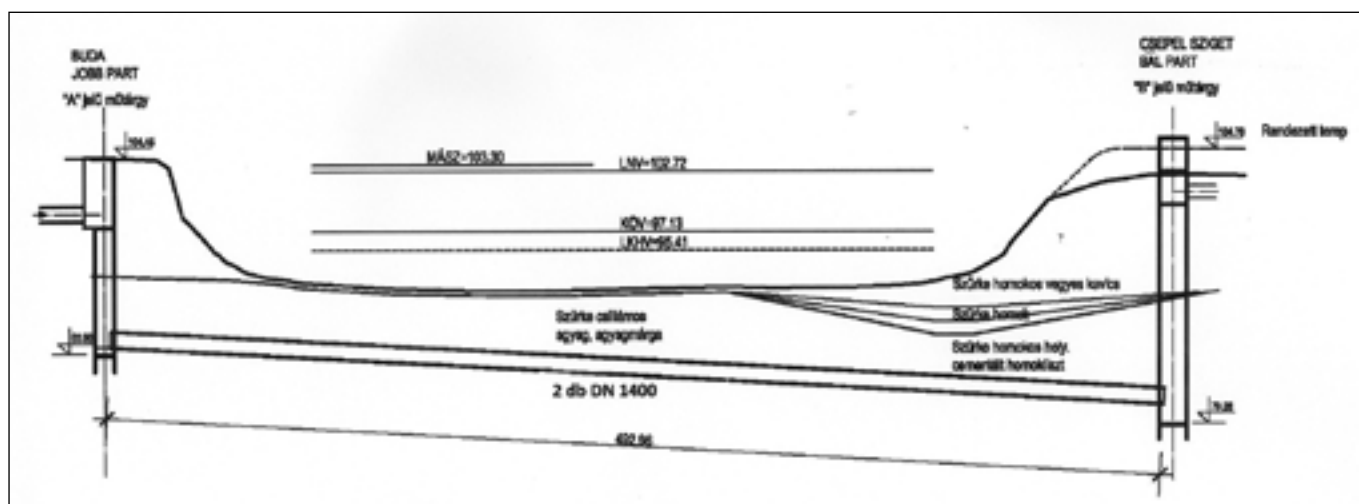
14. ábra: A rothasztók és a lépcsőház függőleges metszete



15. ábra: A felső kúp építés közben

vasalás közé - tájoló szerelvényekkel épültek be. A feszítés utólagosan a két függőleges alkotó mentén kialakított bordáknál (lizénáknál) történt a két sajtó szinkronizált működtetésével. Éveken keresztül ezek a műtárgyak voltak Magyarország legnagyobb utófeszített iszaprothasztói.

Kiemelésre érdemes megoldási részlet a felső kúp bennmaradó zsálasztattal való kialakítása (15. ábra). A nagy magasság, illetve az üres tér miatt ideiglenes segédszerkezetre előregyártott vasbeton kéregelemeket helyeztek, amelyek a hegesztett kapcsolatokból és a hézagok kitöltéséből adódóan, betonozás közben membránhéj-szerűen viselkedtek. Az agresszív hatások, a biogáz miatti gázzárósági követelmény és a víz felszínén keletkező „úszó kéreg” rendszeres törése miatt indokolt volt a kúp legfelső részén rozsdamentes acél anyagú bennmaradó zsálasztat alkalmazása, mely a betonozás



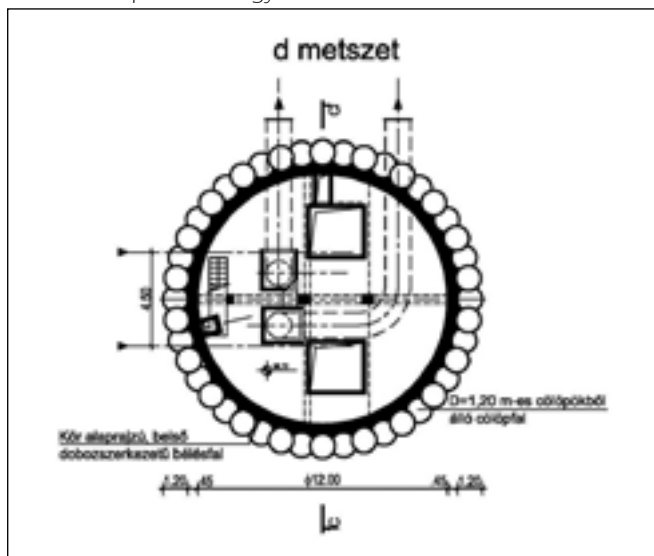
16. ábra: A Duna alatti átvezetés metszete

idejére ideiglenes merevítést kapott. A debreceni rothasztók sikeres építési, technológiai és üzemeltetési tapasztalatai alapján hasonló rothasztókat rendszeresen tervezünk az utóbbi években történt szennyvíztisztító telepek fejlesztése során. Különleges mérnöki műtárgyak esetében szükséges a mindenkor tapasztalatok folyamatos értékelése és azoknak a további tervezési feladatokban való hasznosítása.

2.6 Mélyépítési (vízépítési) egyedi műtárgyak

A Központi (Csepeli) Szennyvíztisztító Telep kapcsolódó létesítményeként meg kellett oldani a budai oldalon összegyűjtött szennyvizek Csepel-szigetre való átvezetését (16. ábra). Erre a célra szolgál az épülő Kelenföldi Szivattyútelep, valamint a Dunát keresztező 2 db DN 1400 mm méretű nyomócső. Hasonló műszaki megoldással kellett eljuttatni a szennyvizet a Ferencvárosi Szivattyútelepről is mintegy 2 km hosszú nyomócső párral a soroksári Duna alatti átvezetéssel. A szóban forgó nyomócsövek Duna alatti szakaszai mélyvezetésűek, azaz a szivattyútelepek terepszintjéhez képest jellemzően 18-20 méter mélyen húzódnak. Ezek megvalósítása úgynevezett mikrotuneling sajtolásos eljárással történt (18. ábra), értelemszerűen a partokon kialakított indító és fogadóaknak között (17. ábra). Ezen műtárgyak mélysége 20-25 méter. Mindkét műtárgynak természetesen a véglegesen kiépített állapotban, vízgépészeti funkciója is van.

17. ábra: A parti műtárgy vízszintes metszete



18. ábra: A sajtolás közbeni állapot

A Duna alatti nyomócső szakaszok egyedileg tervezett előregyártott vasbeton csövekből épültek, az ismert gumigyűrűs tömítésekkel, a belső oldalon 2 cm-rel megnövelt betontakarással és az üzemi körülmények között felhordott belső felületi epoxigyanta bevonattal. Kommunális alaplétesítményről lévén szó, fontos követelmény volt a lehető leghosszabb élettartam biztosítása.

A Duna parton megépítendő, jellemzően 20-25 méter mély műtárgyak ugyancsak különleges létesítmények, melyeknél a környezeti víz kizárása már az építés során is szükséges volt. A munkagödör körülhatárolását egymásba metsződő fűrt vasbeton cölöpök alkotta szerkezettel oldották meg, melyek mélyen benyúltak a kiscelli agyagrétegbe. A sajtolás időszakában a víz kizárását ez az ideiglenes szerkezet szavatolta. A nyomócsövek megépítését követően elkészültek a monolit vasbeton belfalak is, a végleges funkcionális követelményeknek megfelelően. Említésre érdemes, hogy a nagymélységű műtárgyak monolit vasbeton belfalai csúszózszaluzatos építési technológiával készültek.

3. MŰSZAKI KÖZÉLETI TEVÉKENYSÉGEM

A korábban már említett szakmai műhelyben gyakorlat volt a szakirodalom figyelemmel kísérése, illetve szakmai rendezvényeken való részvétel. A víztörny témában írt egyetemi doktori disszertációm 1985-ben védtem meg a Vasbetonszerkezetek Tanszékén. Ezt követően szigorló hallgatók diplomatervezésénél gyakran voltam külső konzulens, illetve bíráló. Az utóbbi években rendkívül

megtisztelő volt számomra, hogy a víztornyok témakörben egy órában előadást tarthatok a nappali tagozatos hallgatónak.

A Magyar Hidrológiai Társaság Vízépítési Szakosztályának, valamint az Építéstudományi Egyesület Tartószerkezeti Szakosztályának a vezetőségi tagjaként tevékenykedem, leggyakrabban előadások formájában, vagy munkahelyi látogatások megszervezésével.

Nagyon megtisztelő számomra a Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki Karán végzős hallgatók záróvizsga bizottságának elnökeként való közreműködés. Hasonló megtisztelésnek tekintem dr. Balázs L. György tanár úr szervezésében folytatott szakmérnök-képzésben való részvételemet – a betontechnológiai szakterületen belül – a vízépítési és mélyépítési létesítmények tárgykörében.

Említésre érdemes a **fib VASBETONÉPÍTÉS** szakfolyóiratának szerkesztőbizottságában betöltött szerepem, miszerint a feladatom a mélyépítési ágazatban tevékenykedő szakemberek kiemelkedő tevékenységének figyelemmel kísérése.

4. KÖVETKEZTETÉSEK

A szakmai életutamra való visszatekintés értelemszerűen tervezői szemléletű. A több mint négy évtizedes mélyépítési és vízépítési létesítmények tervezésében végzett tevékenységem, a kiemelésre leginkább érdemes műtárgyak és azok újszerű szerkezeti- és építéstechnológiai megoldásai szerepelnek a 2. fejezetben. Az érintett részsakterületek ismertetéséből kiderül, hogy a szerkezettervező mérnöknek a munkáját, a műszaki megoldásait döntően befolyásolják az adott korszak építőipari adottságai, mind a rendelkezésre álló anyagok, mind az eszközadottságok vonatkozásában. A vízépítési- és mélyépítési létesítmények megvalósítása, azok környezetbe illesztése általában ideiglenes megoldások, vagy segédszerkezetek alkalmazását kívánja. Az anyagában vízzáró vasbetonszerkezetek szükséges, de nem elégséges feltétele a tervező lehető legkörültekintőbb munkája. Rendkívül fontos az is, hogy a létesítmény kivitelezője is magas színvonalú munkát végezzen (pl. zsaluzási, vagy betontechnológiai szakterületeken).

Az anyagában vízzáró vasbetonszerkezetek tervezőjének utófesztítés hiányában, vagy azzal kombinálva korlátozott repedéstágassági feltételeket kell igazolnia, ehhez pedig

elengedhetetlenül szükséges a térbeli szerkezetek erőjátékának pontos elemzése a legkülönbözőbb terhelések esetére, valamint az úgynevezett másodlagos hatásokra is. Ez utóbbiak közé sorolhatók a hőmérsékletváltozások, a szerkezeti elemeket terhelő Δt hőmérsékletkülönbségek, a beton zsugorodása és a kötésző kérdése. A különböző környezeti hatások miatt nagyon gondosan kell megválasztani a beton minőségét a szilárdsági jellemzőkön túlmenően is.

A röviden bemutatott és kiemelt néhány műtárgytípus alapján megállapítható, hogy a különleges mérnöki műtárgyak építése során az építés közbeni állapotok igényes segédszerkezeteket kívánnak, egyrészt munkavédelmi és biztonságtechnikai, másrészt legfőképpen a betontechnológiai okokból. Ezek rendszerint egyedi megoldások, több esetben „bent maradó” szerkezetek, melyek a végleges erőjátékra is kihatással vannak.

5. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A vízépítési és mélyépítési szerkezeteket annak tudatában kell tervezni, hogy a funkcionális cél, a rendeltetés feltételrendszerét össze kell hangolni a technológus tervezőkkel. Már a koncepcióalkotás kezdetén elemezni kell a környezetbe illesztés építéstechnológiai lehetőségeit. Az ilyen szerkezetek tervezését „csapatmunkának” kell tekinteni.

Szerencsés voltam a fentiek korai felismerése miatt, de ebben óriási szerepe volt a már név szerint is említett kollégáimnak. Tevékenységük példaértékű volt számomra, s meghatározta szakmai életutamat. Jelen időszakban kevés a „szakmai műhely”, a szellemi töke koncentrációját számos körülmény akadályozza. Meggyőződésem, hogy a név szerint nem említett, ma is velem együtt dolgozó kollégáim munkája nélkül nem lehetett volna sikeres és eredményes a munkám. Ezúton szeretnék az ő munkájukért is köszönetet mondani. Végül, de nem utolsósorban köszönettel tartozom a családomnak, különösen feleségemnek, aki minden segítséget megadott munkám végzéséhez.

Dr. Tóth Lászlót tisztelettel köszöntjük 65. születésnapja alkalmából.

A fib Magyar Tagozata

fib BULLETIN 46: FIRE DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES – STRUCTURAL BEHAVIOUR AND ASSESSMENT

Concrete is well known to behave efficiently in fire conditions, as it is incombustible, does not emit smoke, and provides good thermal insulation. Furthermore, in reinforced concrete structures, the concrete cover gives a natural protection to the reinforcement, and the size of the sections often delays the heating of the core, thus favouring the fire resistance of the structural members. In addition, concrete structures are often robust and therefore able to accommodate local damage without major consequences to the overall structural integrity. However, past experience with real fires shows that a thorough understanding of concrete behaviour and structural mechanics is still needed to improve the design of reinforced concrete structures with respect to fire.

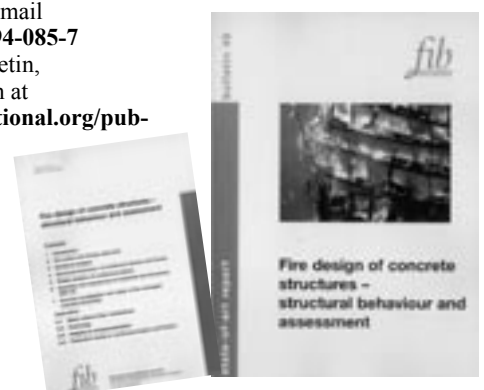
The objective of **fib Bulletin 46** is to augment the current knowledge about concrete and concrete structures under fire, not only for the design of new structures, but also for the analysis and repair of existing fire-damaged structures. Both structural and materials issues are examined, and the results of the most recent research activities on the structural performance of concrete subjected to fire are reported. Special attention is paid to the indirect actions caused by the restrained thermal deformations and several basic examples show how a local

fire influences global structural behaviour. **fib Bulletin 46** is intended for use by practicing engineers to improve their understanding of the behaviour of concrete structures in fire and thereby produce better and safer design standards.

Pages: 209

Price: CHF 150 (non-member price), including surface mail
ISBN 978-2-88394-085-7

To order this Bulletin, use the order form at www.fib-international.org/publications/order/.





A MÉRNÖKI MUNKA ÉS AZ EGYETEMI OKTATÁS

A cikk átdolgozott formában ismerteti azt az előadást, amelyet a szerző a 2008. évi Palotás László-díjak átadásakor a BME dísztermében tartott. Feleleveníti azokat az ismereteket, amelyeket

Budapesten, az egyetemen és egy neves tervezőirodában szerzett. Bemutatja a szerző által Németországban bevezetett oktatási rendszert, amely a mérnökképzést a gyakorlati építéstervezési munkára építi. Taglalja az ezzel összefüggő elveket, összefüggéseket, így kitér az alap- és szaktárgyak kapcsolatára, az építész- és építőmérnök hallgatók együttes munkájára. A cikk foglalkozik vasbetonszerkezeti kutatási kérdésekkel is. Bemutat néhányat saját tervei közül, amelyek tanulságosak az egyetemi hallgatók számára.

Kulcsszavak: tartószerkezeti tervezés-oktatás, az építész- és építőmérnök együttműködése, vasbeton-kutatás, példaként szolgáló építmények

1. BEVEZETÉS

Nagyon köszönöm a **fib** Magyar Tagozatának, hogy engem méltónak találtak a Palotás László-díjra. Megtisztelő, hogy a díjat Palotás Piroskától vehettem át a Balázs L. György professzor, a **fib** Magyar Tagozata elnöke, a **fib** alelnöke által vezetett ünnepi ülésen. Ez alkalommal köszönetet mondok alma materemnek is mindazért, amit a batyumba rakott. **Zigány Ferenc** professzor fejlesztette a térszemléletemet, **Egervári Jenő** akadémikus adta számomra a matematikai alapot, **Kollár Lajos** bevezetett a statikába, **Balázs György** korrigálta a vasbeton tervemet, **Kalischky Sándor** választható előadásában megéreztettem velem, hogy a tartószerkezetek teherviselését másképpen és találébban meg lehet ítélni, mint ahogy azt a rugalmasságtani elmélet alapján tanultuk, és **Menyhárd István** magántanári előadásain „megförtözt a héjbacilussal”.

Úgy láttam nem sokkal később, hogy ezeknek a stúdiumoknak a megalapozásában – így például a keretszerkezetek elméletében – meghatározó szerepe volt Palotás professzornak. Korai születésem megfosztott attól, hogy Palotás László a vasbeton szerkezetek képlékenységtani elveken nyugvó számításának legendás előadásait élvezhettem volna.

22 éves koromban a diplomám a zsebemben volt. Az Ábrázoló Mértan Tanszéken végzett tanársegédi munka mellett fél-, illetve háromnegyednapos tervező mérnök voltam az Ipartervben Gnädig Miklós mellett, ahol megtapasztaltam, hogy mit jelent mérnöknek lenni. Meg kell említenem bátyám, **Polónyi Károly** építésmérnök hatását, aki bennem az építészethez való affinitást élesztette.

2. AZ ELSŐ LÉPÉSEK A GYAKORLATI TERVEZÉS ÉS AZ OKTATÁS TERÉN

1956-57-ben tíz hónapot dolgoztam egy kölni építési vállalat tervező irodájában, ahol néhány feszített vasbeton hidat számoltam. Kevés német mérnök volt erre felkészülve. 1957-ben nyitottam meg kölni irodámat. Első munkáimat közúzalék-síllók tervezése képezte. Ezt én már a diplomamunkámban **Balázs György** istápolásával gyakoroltam. Az építészek, főleg **Candela** és **Nervi** hatása alatt szerettek volna héjakat tervezni, de ehhez hiányzott a mérnök partner. Hála **Menyhárd Istvánnak**, tudtam néhány érdekes héjat tervezni, amiért doktorátus és habilitáció nélkül, 35 éves koromban a Berliini Műegyetem Építész Karán a Tartószerkezetek Tanszék vezető tanára lettem.

3. TÖREKVÉSEK A TARTÓSZERKEZETI OKTATÁS MEGREFORMÁLÁSÁRA

A Statika és Szilárdságtan Tanszéket átneveztem Tartószerkezeti Tanszéknek. Nem kínoztam az építész diákokat valamilyen „lefogyasztott” mérnök-statikával, hanem megéreztettem velük a tartószerkezetek teherviselési módját – természetesen a legfontosabb erők és méretek számszerűsítésével – és bevezettem őket a tartószerkezetek tervezésébe. Ezt vonakodva az összes német nyelvű egyetem, illetve főiskola átvette. Ez főleg úgy történt, hogy 21 „doktorfiam”, illetve munkatársam lett egyetemi, illetve főiskolai tanár.

4. AZ ÉPÍTÉSZ- ÉS ÉPÍTŐMÉRNÖK-OKTATÁS SZINTÉZISE

1973-ban meghívtak arra a feladatra, hogy **Harald Deilmann** építésszel együtt megalapítsuk az új Dortmundi Egyetem Építéstudományi karát. A „dortmundi építéstudományi modell” szerint az építésmérnökök és építőmérnökök képzése össze van vonva: több előadást hallgatnak a diákok közösen, és a stúdium folyamán három tervet készítenek el együtt dolgozva, akár csak a praxisban. Néhány német egyetem most többé-kevésbé hasonló irányba törekszik.

1973-ban a tartományi Düsseldorf-i Minisztériumban, a kinevezési tárgyaláson megkérdezték tőlem: „Van-e mellékfoglalkozása?” Mondtam: „Van”. „Mi az?” – volt az újabb kérdés. „Egyetemi tanár” – feleltem. „Hogy-hogy?” – kérdezték ezután. Erre így feleltem: „A főfoglalkozásom mérnök. Mivel én minden nap gyakorolom ezt a mesterséget, ezért tudom tanítani, úgy, mint a csizmadia mester az inasát”.

A fő területem a vasbeton volt, de az építésszel együttműködő tartószerkezet-tervező mérnöknek nagyon fontos, hogy minden építőanyagban járatos legyen, hogy képes legyen a különféle feladatokhoz a megfelelő anyagot választani. Utam a vasbeton héjszerkezetektől kiindulva természetesen a többemeletes házakon át a hidakig terjedt. Jelentős építményeket terveztünk emellett acél- és faszervezetekkel is. A kontinuum héjból

fejlődtek az üvegezett rácshéjak, mint például a kölni vasúti pályaudvar kiegészítő csarnoka és a lipcei Új Vásár nagy üvegcsarnoka. A vasbeton szerkezeteknél meg kell említenem, hogy én vezettem be a porgetett vasbeton oszlopok alkalmazását több emeletes épületeknél, mint például a Willy Brandt SPD-székháznál Berlinben.

5. VASBETONSZERKEZETI-VASBETONELMÉLETI KUTATÁSOK

Kutatási munkánknak három vonala volt. Az első az építményeknél adódó problémák direkt megoldása, mint például a lyuk peremén megtámasztott lemez, előregyártott oszlopok befogása az alap kelyhében.

A második vonal volt a szerkezetek költségének elemzése, az árak függése különböző paraméterektől, pl. az oszlopállástól. Különböző szerkezetek összehasonlítása; tervezési elvek fejlesztése.

A harmadik vonal az új vasbeton koncepció. A mérnökök ortogonális síkokban gondolkodnak. Ennek következtében a vasbeton szerkezeteket is ortogonális síkokban vasaljuk. Az első szempont, hogy minden szerkezet térbeli, még a gerenda és a síkbeli keret is. Ezért a vasalást térben görbített vasbetétekkel lehet elképzelni. Ehhez kapcsolódik a második szempont, hogy a vasalást a húzó főfeszültségi trajektóriák irányában kell vezetni. Kétségtelen, hogy a hosszbetétes-kengyeles rendszerű vasalás egyszerűbben gyártható-szerelhető. Napjaink automatizált betonacél-hajlító és szerelő eszközei azonban áthidalják a húzó főfeszültségek szerint tervezett vasalás szerelési nehézségeit.

Ma sokat beszélünk a tartósságról. Miért tartós a római beton, az opus cementitium? Azért, mert nincs benne vas. Ha azt akarjuk, hogy a mi vasbetonunk is ilyen tartós legyen, akkor ne tegyünk bele vasat. Ez persze nem lehetséges, de ha a vasalást a húzó főfeszültségi trajektóriák irányában vezetjük, akkor nincs repedés a vasbetét mentén, mint például a kengyeleknel. A vasalás befolyásolja a belső erőjátékot, és ha nem a húzó feszültség irányában fekszik, akkor zavarja a beton struktúráját. A trajektória irányú vasalással sok esetben 50%-ig lehet a vasalást megtakarítani.

A vasalással való takarékoság nem érdeke sem a vasgyártónak, sem a kivitelező cégnek. A tervezőknek sem, mert a honorárium az építmény költségétől függ. A hatóságot sem érdekli, mert új szabványok lennének szükségesek, és ez gondolkodást igényel. A német kutatókat csak azok a témák érdeklik, amelyek a meglévő szabályzatokat tökéletesítik. Ez az új vasbetonelmélet csak az építetőnek lenne érdeke, de erről ő nem tud. Talán itt a budapesti Műegyetemen lehetne néhány doktorandusznak kedve disszertációjában ennek az elméletnek a gyakorlatba való fejlesztésére. Ilyen munkákat én nagyon szívesen tanácsolnék.

6. AZ ÉPÍTÉS- ÉS ÉPÍTŐ-MÉRNÖK GYAKORLATI EGYÜTTMŰKÖDÉSÉNEK MEGALAPOZÁSA AZ OKTATÁSBAN

Az építész és a mérnök együttműködésében az ellentétes gondolatmenet a probléma. Az építész induktívan keresi a feladat megoldását. A mérnök képzése következtében deduktívan gondolkodik, és a feladatát abban látja, hogy a tanult statikai szisztémákat adaptálja az építményben.

Nagyon jól emlékszem, az első Mechanika órán bevillant Barta József professzor. Meghajolt, felírta a táblára „Barta József: Mechanika I”, újra meghajolt és mondta: „§1 A síkbeli erők egyensúlya.” „A síkbeli erők egyensúlyának axiómája” „Nagyon szép, logikusan felépített előadásokat tartott: §1, §2, §3 és így tovább. Én tőle megtanultam a mechanikát, de azt is, hogy ez a módszer nem optimális a mérnökképzés számára. Az első négy szemeszterben nem találkoztunk épülettel, de ennek elemeivel sem. Feladatokat, amiért mi a mérnöki foglalkozást választottunk, az első két évben nem láttunk. Az első szigorlat után méreteztünk különböző épületelemeket, de egy egész épület szerkezetét nem terveztük meg. Dortmundban a szerkezetépítő mérnököknek a fő tárgya a tartószerkezet, amihez a többi tárgyak csatlakoznak: a mechanika, az épületfizika, az építőanyagok és így tovább. Az első félévben bemutatunk a diákoknak – építészeknek és mérnököknek együtt - egy egyszerű házat, amit analizálunk. Hogy hívják az egyes elemeket, mi a feladatuk, milyen erők hatnak rájuk, mikor vannak egyensúlyban, mekkora a támaszerő, milyen feszültségek lépnek fel bennük, milyen igénybevételt engedhetünk meg, milyen szabályzatok könnyítik meg a munkánkat. Ilyen induktív módon felismerünk összefüggéseket, és tudunk feltételeket fogalmazni, amelyek axiómaként használhatók. A harmadik és negyedik szemeszterben az építész és építőmérnök diákok terveznek együtt egy egyszerű lakóépületet, a mérnökök elvégzik a statikai számítást és kidolgozzák egy résznek a vasalási tervét. Ők tudnak táblázatok segítségével vasbeton lemezt számolni, noha még nem hallottak lemezelméletről. Ez a hatodik szemeszter anyaga. A parciális differenciálegyenleteket nem kell előre megtanulni, hanem csak akkor, amikor alkalmazásukra van szükség. Mivel a számítógépi szoftverek nem infinitezimális, hanem finit módszerrel dolgoznak, elég a diákoknak a differenciaegyenlet-rendszert ismertetni. Diákjaink tudtak az első szigorlat után egyszerű statikai számítást végezni, többen már a felső szemeszterekben mérnöki irodákban dolgoztak, s ezzel finanszírozták tanulmányaikat.

A német egyetemeken a matematikai kar látja el a többi kart a matematika oktatásával. Budapesten ez szerencsésebb volt, mert a karoknak volt saját matematika tanszékük. Ez állandó harc volt számomra Németországban, mert a matematika a mérnöknek olyan fontos, hogy ezt nem lehet csupán a matematikusra bízni. A probléma: a matematikusnak a matematika cél, a mérnöknek eszköz. Minekünk teljesen közömbös, hogy van-e az egyenletrendszernek megoldása vagy nincs, minket az eredmény érdekel.

7. A SZÁMÍTÁSTECHNIKA ALKALMAZÁSA A TERVEZÉSBEN

A komputerkorszakban az egész oktatást meg kell fordítani. Mi megtanulunk autót vezetni, anélkül hogy tudnánk, mi van a motorfedél alatt. Mi megtaníthatnók a diákokat már az első szemeszterekben egyszerű szoftverekkel dolgozni, és mindjárt arra is, hogyan lehet az eredményt kontrollálni, és mit csinálunk az eredménnyel. Mi általában úgy dolgozunk, hogy a kigondolt szerkezetet a becsült méretekkel (csuklók nélkül) betesszük a komputerbe, és számítjuk a különböző terhelési eseteket, a hőmérsékletváltozás hatását stb. Az eredményt elemezzük: hol túl nagy a feszültség, melyik terhelési esetből, hol kell a méretet növelni, hol lehet csökkenteni, hol kell a befogást lazítani, mert a kényszererő túl nagy, elfogadhatók-e az elmozdulások? Megfelelő változtatásokkal a számítás újabb menetét kezdjük el. Néhány számítási menettel elérünk egy

kielégítő megoldást. Itt egy mellékes megjegyzés: dilatációs hézagot a hőmérsékletváltozás hatásainak figyelembe vételére már nagyon régóta csak különleges esetekben iktatunk be.

8. A TARTÓSZERKEZET ÉS AZ ÉPÜLETGÉPÉSZET KÖLCSON-HATÁSA

A tartószerkezet és az épületgépészet egy egység, amit együttesen kell tervezni. Nálunk nagyon gyakori a betonelemek (födémeket és falakat) vízcsőhálózattal temperálni. A csöveket a vasalással együtt rakják be. Ha mi a hűtést már a betonozáskor megindítjuk, akkor a hidratációs hő csökkenti tudjuk, amivel a beton zsugorodását minimumra redukálhatjuk. A szerkezet hőmérsékletét állandónak kell tartani, hogy ne lépjenek fel repedések. Az épületet mielőbb be kell burkolni. Egy mellékes megjegyzés: az épületgépész-képzés súlypontjának az építéstudományi karon kell lennie, és a szaktárgyakat a különböző fakultások szállítják. Sajnos ezt nem sikerült a Dortmundi Egyetemen realizálnunk, mert az országnak erre nem volt pénze.

9. ELVI MEGFONTOLÁSOK A TARTÓSZERKEZETI OKTATÁS NÉHÁNY KÉRDÉSÉRŐL

A művészek törekvése a feltűnés, a határok áttörése. Az avantgárd építészek elhagyják a geometriai szabályokat, és kilépnek a statika keretéből. A véges elemek módszere megenged nekünk minden formát. A szerkezetek karcsúsági igénye konfrontál bennünket a rezgés és a rezgéscsillapítás problémájával, helyesebben az alakváltozás hidraulikus berendezések útján való kompenzálásával.

A vallás alapja a hit. A tudomány alapja a kétely. Ismereteinket állandóan kétségbe kell vonnunk, és az oktatóknak állandóan felül kell vizsgálniuk a metodust és a tartalmat. Az oktató legfontosabb kérdése, hogy mit nem kell tudnia a diáknak. Amit mi annak idején fontosnak tartottunk, az ma már fölösleges lehet.

Az egyetemi oktatás legfontosabb feladata, a tárgyak és azok tartalmának összeegyeztetése. Talán a filozófiai fakultáson megengedhetik maguknak a tanárok, hogy arról beszélnek, amihez éppen kedvük van, és a diák építse ezekből össze a maga világképét. Az építőmérnök és építész szakmája egy mesterség, és pedig komplex mesterség, ezt a gyakorlatnak megfelelően kell tanítani. Az oktatás felosztása alapstúdiumra és főstúdiumra helytelen. Ez nem motivál és nem hatékony. Ez éppen olyan, mintha a nyelvtanításnál az első két évben csak nyelvtant tanítanának.

A mérnöknek nem az a feladata, hogy mondja az építésznek, mi nem megy, hanem hogy hogyan megy. A mi feladatunk az építést egy szerkezetileg, statikailag optimális megoldáshoz irányítani.

Az építészet nem résztege a művészetnek, hanem a művészet és a használhatóság szintézise. Nekünk, mérnököknek arra kell törekednünk, hogy célszerű műtárgyaink művészeti alkotások legyenek. A használhatóságot, az állékonyságot, tartósságot törekszünk a tudomány segítségével biztosítani. A tudomány nem dönt, csak észlel. Hogy mit csinálunk a tudomány által szolgáltatott ismeretekkel, az etikai döntés. A szabályzatok tudományosan nyert ismeretekre alapozott etikai határozatok. Hogy milyen valószínűséget engedünk meg szerkezeteink

tönkremenetelére, az etikai kérdés, amire a várható kár és a gazdaságosság mérlegeléséből vonunk le következtetést. Itt mi természetesen a társadalom érzékenységén orientálódunk. Általános ismeret, hogy a társadalom a halálos közlekedési balesetet inkább akceptálja, mint egy építmény beomlásából eredő tragédiát.

A tudományt illető etikai döntésekhez tartozik, a kutatás témájának kiválasztása is: Mire pazarlom a pénzt, mit hanyagolok el? Ez a mérnöktudósok felelőssége.

8. ZÁRSZÓ

Ha nyitott kapukat döngtettem, annál jobb, mert ez megerősítés. Ha néhány csukott ajtón kopogtam, ez akkor talán ösztönzés.

2008-ban szülőházam két nagy megtiszteltetésben részesített. Tavasszal megtarthattam székfoglalómat a Magyar Tudományos Akadémián. Akkor elsősorban építőmérnöki tervező munkámra és az ahhoz kapcsolódó gondolataimra fektettem súlyt. A Nemzetközi Betonszövetség nagy tekintélyt érdemlő Magyar Tagozata a 2008. december 8-án tartott ünnepi ülést a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem falai közé hívta össze. Ez arra ösztönzött, hogy az ott tartott előadásnak a súlypontjába a tartószerkezeti oktatásban végzett tevékenységemet helyezzem, s csak keveset szóltam tartószerkezeti terveimről. Ezúttal tervezési munkáimat kiragadott vasbeton-példákkal az ott megrendezett kiállításon szándékoztam szemléltetni.

Ebben a cikkben néhány olyan megvalósult építményt kívánok bemutatni, amelyet építész kollégáimmal együtt terveztem. Úgy érzem, ezek – sok más szerkezet mellett – illusztrálják azokat a gondolatokat, amelyeket rövid előadásomban, ill. e cikkben felvillantottam. A bibliográfiában bemutatott publikációim egy részét is. Az irodalomjegyzékben utalok olyan könyvekre, cikkekre, amelyek tervezői-kutatási eredményeimről szólnak.

11. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ismételten kifejezem köszönetemet azért, hogy a **fib** Magyar Tagozata a nagy tekintélyű Palotás László professzor nevét viselő díjra érdemesnek tartott. Megköszönöm a Palotás László-díj kuratóriuma elnökének és tagjainak, hogy tanulmányozták munkásságomat, és a Magyarország határain kívül dolgozó építőmérnökök közül engem jelöltek a 2008. évi díjra. Köszönöm a **fib** Magyar Tagozata tagjainak, hogy a díj átadásakor tartott előadásomat és a kiállítást figyelemmel hallgatták, ill. tekintették meg.

12. IRODALOMJEGYZÉK

A **VASBETONÉPÍTÉS** szokásos rendjétől eltérően, tekintettel e cikk jellegére, nem hivatkoztam a szövegben irodalmi forrásokra, hanem az alábbi felsorolásban nyolc könyvem és több mint 200 cikkem közül felsorolok néhányat, amelyek e cikk mondanivalóját alátámaszthatják, tartalmát kiegészíthetik.

Polónyi, S., Bauer, H. (1977): „Studiengänge 'Konstruktiver Ingenieurbau' sowie 'Bauproduktion – Bauwirtschaft' an der Universität Dortmund” (A 'Szerkezetépítő mérnöki' valamint az 'Építéskivitelezési és Építésgazdasági' tanmenet a Dortmundi Egyetemen). *Die Bautechnik* 11.

Polónyi S. (1980): „A tartószerkezetek tervezési elvei az elmúlt húsz évben kivitelezett néhány munkával szemléltetve”. *Magyar Építőipar* 8.

- Polónyi, S., Bollinger K., Block, K. (1984): „Bewehren nach der neuen Stahlbeton-Konzeption - Der Balken, die Kreisplatte, die innere Steifigkeiten“ (Vasalás az új vasbetonkoncepció alapján – a gerenda, a körlemez, a belső merevség). *Die Bautechnik*, 12. pp. 753-765.
- Polónyi, S. (1986): „Revision des Wissenschaftsverständnisses“, (A tudomány értelmezésének felülvizsgálata). *Festschrift des Fachbereiches der Architektur Gesamthochschule/ Universität Kassel*.
- Polónyi, S. (1987): „... mit zaghafter Konsequenz“ (... bizonytalan következetességgel). *Aufsätze und Vorträge zum Tragwerksentwurf 1961-1987* (176 p. Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig/ Wiesbaden).
- Polónyi, S. (1995): „Die Ausbildung von Architekten und Ingenieuren nach dem ‚Dortmunder Modell Bauwesen‘“ (Az építészek és építőmérnökök képzése a ‚Dortmundi Építéstudományi Modell’ szerint). *Deutsches Architektenblatt* 6.
- Polónyi, S., Austermann, C. (1995): „Entwerfen mit Stahlbeton im Hochbau“ (Magasépítési vasbeton szerkezetek tervezése). *Betonatlas – (3. rész.)*, Beton-Verlag, Düsseldorf, pp. 106-175. [Megjelent még olaszul, franciául, angolul és kínaiul.]
- Polónyi, S. (1996): „Die neue Stahlbetonkonzeption“ (Az új vasbetonkoncepció), *Bautechnik* 73, 11. pp. 753-765)
- Polónyi, S. (1998): „Stefan Polónyi“ [Beszámoló a munkásságról] *Beton und Stahlbetonbau* 4. pp. 109-115.
- Polónyi, S. (2003): „Über die Ästhetik der Tragkonstruktionen“ (A tartószerkezetek esztétikája), *Ingenieurbaupraktik in Deutschland, Jahrbuch 2003/2004*, június, Verlag GmbH, pp. 172-183.
- Polónyi, S., Walochnik, W. (2003): „Architektur und Tragwerk“ (Építészet és tartószerkezet) Ernst & Sohn, Berlin.

E munkáim mellett hivatkozom a következő ismertetésekre:

- Balázs, Gy. (2008): „Polónyi István professor emeritus“, *Beton és vasbeton VII. Mit alkottak a magyarok külföldön*. Akadémiai Kiadó, pp. 281-308.
- Picon, A. et al. (1997): „L’Art de l’ingénieur“ (A mérnök művészete) „Polónyi, Stefan“. Edition du Centre Pompidou, Paris. p. 370.
- Stiglat, K. (2004): *Bauingenieure und ihr Werk, Stefan Polónyi* (Építőmérnökök és műveik, Polónyi István, beszámoló). Ernst & Sohn, Berlin, pp. 309-317.

13. ÁBRAJEGYZÉK

Hasonlóan ahhoz, amit a könyvekről és cikkekről írtam, a képekre se hivatkoztam a szövegben. Építész kollégáim és általam tervezett építmények közül egy csokorba gyűjtve

mellékelek példákat az építmény megnevezését és főbb jellemzőit a jegyzékben összeállítva.

Prof. Dr.-Ing. E. H. mult., Dr. h. c. Polónyi István

Polónyi István Gyulán született 1930-ban. A BME Mérnöki Karán szerzett oklevelet, 1952-ben. 1952-56-ig a BME Ábrázoló geometria tanszékén tanársegéd, tudományos munkatárs, az Iparterv statikus tervezője. 1956-57-ben a kölni Bauwens Bauunternehmung statikusa. 1957-ben, Kölnben, 1966-ban Berlinben saját mérnöki irodát nyitott. 1966-tól felülvizsgáló mérnök, 1965 és 73 között a Berliini Műszaki Egyetem Építő Karán a Tartószerkezetek tanszék tanszékvezető egyetemi tanára, 1968-69-ig egyetemi szenátor, 1970-ben dékán, 1973-95-ig a Dortmundi Egyetem. Építőmérnöki Kara Tartószerkezetek tanszéke vezető egyetemi tanára, az Építéstudományi kar alapítója. 1977-78-ban az egyetem szenátora, 1978-ban rektorhelyettes, 1980-83-ig dékánhelyettes, 1983-87-ig dékán. 1995 óta nyugalmazott professzor. 1985-től a Kasseli Egyetem, 1990-től a BME, 1999. óta a Berliini Műegyetem díszdoktora. 1987-1995-ig az *Arcus* könyvsorozat tudományos tanácsadója. 1999-től a Német Művészeti Akadémia tagja, 2007-ben az MTA választotta külső tagjává. Nagyszámú elismerésben részesült, ezek között van az Európai Acélszerkezet-építési-díj (1977, 1978, 1987), a párizsi Építészeti Akadémia díja, AIV Érem (1997), DAI-díj (1998), The Outstanding Structure Award (IABSE, 2000), Traffic Design Award (2001), NRW Mérnöki Kamara díja (2004), Palotás László-díj (2008). Publikációiról, igen nagy számú tartószerkezeti terveiről e cikk ad képet.

WORK OF THE ENGINEER AND THE UNIVERSITY EDUCATION

Prof. István Polónyi

The paper is based on the lecture held by the author on the occasion that he was awarded the Palotás László Prize. The mutual effect of structural engineering work and the education at the universities is explained. The cooperation between the consulting engineer and the architect is also discussed and shown how it can be realised in the curricula. Research works in the field of concrete construction are mentioned, too.

POLÓNYI ISTVÁN TARTÓSZERKEZETI TERVEI



St. Suitbert templom
Essen-über-Ruhr, Építész:
J. Lehmbrock.



Gyászcsarnok, Obertiefenbach,
Építész: W. Neuhäusser



Keramion Frechen,
Építész: P. Neufert



Szent Pál templom, Neuss-
Weckhoven, Építész: F. Schaller



Glyco-Féművek, Wiesbaden



A hamburgi Lübecker-Strasse metróállomás,
Építésszek: Sandmann & Grundmann



St. Remigius templom, Wuppertal-
Sonnborn, Építész: F. Schaller



A 1. FC Köln lelátója



Szent Hedvig templom Oberursel, Építész: H. Günther

POLÓNYI ISTVÁN TARTÓSZERKEZETI TERVEI



A Hageni Távoktatási Egyetem,
Építész: B. Lambart



Kertbarátok iskolája Berlin-Reinickendorf, Építészek: D. & P. Haupt



Lakó- és üzletházak, Berlin-Tempelhof,
Építész: Bartels & Schmidt-OTT



Az Alexander Humboldt alapítvány vendégháza,
Építész: E. Schneider-Wessling



Forum-Steglitz, Berlin, Építész: G. Heinrichs



Schering, Berlin, Építészek: B+HLM



Művészeti Múzeum, Bonn, Építész: A. Schultes



Szövetségi Köztársaság Művészeti és
Kiállítási Csarnoka, Bonn, Építész: G. Peichl



Friedrichstadt passzázsok, Berlin,
Építész: O. M. Ungers



Szövetségi kancellária-hivatal, Berlin, Építészek: A. Schultes & S. Frank



Willy-Brandt-ház, Berlin,
Építész: H. Bofinger



Zenegimnázium, Weimar,
Építész: T. w. Valentyn

POLÓNYI ISTVÁN TARTÓSZERKEZETI TERVEI



A berlini köztisztasági készenléti csarnok Építész: J. P. Kleihues



Napoleon-híd, Wulfen



A Via Mobile vásárpépület.
Építész O. M. Ungers



Híradástechnikai torony. Dortmund-Scharnhorst, Építész: H. Bofinger



Berlin-Tegel repülőtér épület és gurulóúti
híd. Építészek: Von Gerkan & Marg



Bonn EM-PUK csomóponti autópálya-híd. Képzőművész: Dani Karavan



Berlin-Tegel, Borsig parkolóház. Építész: Claude Vasconi



Oberhausen, Ripshorster úti híd
(építés közben)



SZEMÉLYI HÍREK

DR. GILYÉN JENŐ 90 ÉVES

Rév-Komáromban született, a világháború sújtotta 1918. évben, december 29-én, katona-tisztviselő család negyedik gyermekeként. A családot 1920. június 4-i hatállyal, szinte minden ingóságuktól megfosztva kiutasították a Magyarországtól frissen elszakított szülőföldről, és keserves, lakásproblémákkal súlyosbított évek következtek rájuk Budapesten. A kiváló középiskola (Kemény Zsigmond reáliskola) biztos alapot nyújtott műegyetemi tanulmányaihoz, melyeket végig kitűnő minősítésű félévek után 1943-ban szerzett építészmérnöki oklevéllel fejezett be. (Később született öccsével együtt végül mind a négy fiútestvér a mérnöki hivatást választotta, s azóta a kiterjedtebb család újabb generációiban több, mint tucat mérnök öregbíti ezt a hagyományt.)

Már az első év elvégzése után építész-szerkesztőként dolgozhatott, ennek jövedelme nélkülözhetetlen is volt tanulmányainak folytatásához. A hatodik félév után dr. Csonka Pál professzor meghívta irodájába segédtervezőnek, és igényes munkája révén itt állandósult is alkalmazása, egészen sorkatonai behívásáig. Gyárak, malom, óvóhelyek átépítési, megerősítési terveit készítette. Építészeti tervezési végszigorlat-feladatát (szervizállomás parkolóházzal, alkatrész-áruházzal) a Magyar Mérnökök és Építészek Egylete Alpár-díjjal és plakettel jutalmazta. Ő azonban már akkor a statikus szakterület mellett döntött, és 1943 szeptemberétől 1947 februárjáig tanársegédként dolgozott az Alkalmazott Szilárdságtani Tanszéken. Ebbe az időszakba persze beletartozik a 15 hónap sorkatonai szolgálat, a világháború borzalmaival és zűrzavarával. A szovjet hadsereg által körülvárt Budapesten szüleinek és testvéreinek egyetlen eltartója volt. Később is családját segítve, a hadifogságot szerencsésen elkerülve helyreállítási munkákat tervezett, ellenőrzött és vezetett egy építőmesternél. Maga is megszerezte az építőmesteri jogosítást is.

A sokféle háborús épületkárosodással közelről és a kivitelezés oldaláról ismerkedhetett meg, mindez kitágította mérnöki szemléletét is. Az egyetemi éveitől fokozatosan megszerzett jó híre, tanszéki tanársegédi évei és kivitelezői tapasztalatai jó ajánlólevélként biztosították, hogy elnyerhesse a Jászai Mari térnél lévő négy romosodott épület nagystílusú és bonyolult újjáépítési, egyúttal egyesítési munkáinál a megpályázott vezető építési ellenőri megbízást. (Ma ez az épület ad otthont a Képviselői irodaháznak.) Több más különleges, nagynyílású falkiváltást, átépítést is tervezett és levezetett, például a MÁV Andrássy úti székházában a színpadi nyílás kialakítását egy teherhordó főfal földszinti részén.

A reprezentatív Duna-parti épület átépítésének sikeres befejezése után átkérték az akkor kiemelt rangú Mezőterv Vállalathoz, a tipizált, sok példányban megépülő mezőgazdasági épületek statikus tervezésére. Azonban innen igen rövid idő után, 1950. januárjában, minisztériumi rendelettel áthelyezték a VÁTI-hoz, és a Népstadion tervezésének vezető statikusa lett. Ez „kirakat-projekt” volt, melyet a vezető politika nagy ambícióval erőltetett, és a kezdetektől fogva a politikusok által diktált lehetetlen határidők jellemezték. Az akkor járatos „ötéves terv”-ben előírták az építés teljes befejezését 1951. december 31-re. Ha valahogy, hát csak az előregyártás széleskörű segítségével hívásával volt esélye a határidő betartásának. Áthelyezésekor még jóváhagyott általános terv sem volt, ez már az ő közreműködésével készült el 1950. májusára. A 30 méter magas pilon-falak szerkezetét 50×50 cm



alaprajzi méretű, belül 40×40 cm-es kürtös üregeket tartalmazó előre gyártott beton óriás falazó-elemekkel tervezték meg. Az így adódó üregrendszert megfelelő vasalási rendszerrel és utólagos szakaszos kibetonozással megtöltve becsülhető volt a hatalmas terhelésű és igen magas tartószerkezet megfelelő teherbírása. Azonban a politikai terrortól megfélemlített, gazdaságában tönkretett országban nem akadt ajánlkozó vállalkozó a megtervezett elemeket gyártó (egyébként egyszerű) berendezésnek még a gyártmánytervezésére sem, nemhogy elkészítésére, illetve a 200 000 db elem legyártására. Mindenki attól tartott, hogy a könnyen előadódható határidő-csúszás, vagy bármely egyéb bonyodalom esetén bűnbak lesz, és a „szocializmus diadalát hirdető nagyszabású terv szabotázsával” megvádolva pillanatok alatt a recski internáló táborban, vagy még rosszabb helyzetben végezheti. Az ijesztő kényszerhelyzetben nem volt más választás, mint áttervezni a falazatot az építőiparban fellelhető „Rosacometta” fantázianevű födém-bélelést gyártó berendezés által előállított 20×20×40 cm-es elemek felhasználására. Ebből a berendezésből ötöt lehetett az eredetileg nem éppen falelemnek szánt (ilyen méretben mintegy félmillió darab) „építőkocka” gyártására beállítani. Az így előálló pilonfal valójában két egymás melletti 20-20 cm-es falazat volt, melyeket a kellemetlenül szűkös, 12×13 cm kürtös üregek hálózatába behelyezett vasalással (kengyelezéssel) és ezt követő kibetonozással lehetett kapcsolni. A kényszerűségből lecsökkent falvastagság és a párhuzamos falrétegek egymástól való elválásának problémája elegendő indok volt arra, hogy törökísérletekkel kívánják alátámasztani a szokatlan szerkezet megfelelőségét. Azonban egy megfelelő méretű falazati próbatesthez alkalmas törőerejű gép sem állt rendelkezésre az egész országban, csak 1951. áprilisára volt várható a Műegyetemen egy ilyen üzembeállítása. Addigra viszont már az igen nagy terjedelmű építésnek a java kész kellett volna legyen. Külön súlyos aggályok merültek fel a közben jelentősen leromlott építési minőség kapcsán. Ugyanis 1950. augusztusi hatállyal minden



Dr. Gilyén Jenő 90 évesen előadást tart

valós műszaki háttér nélkül az összes építőipari normát 42%-kal felemelték egy központi utasítással. Ez azt jelentette, hogy ugyanazért az elvégzett munkamennyiségért attól kezdve mindenki csupán a korábbi bér 70%-át kapta. Az egyébként is eléggé nyomorúságos fizetések lecsökkenése ellen a dolgozók hajszolt teljesítménnyel, összecsapott munkával védekeztek, hiszen a minőség nem volt igazán vizsgált kategória, csak a hozzá nem értő, pártvezérelt főnökök által is átlátható mennyiség. Esetünkben ez a kitöltőbeton fáradtságos és időt rabló csömöszölésének aggasztó elmaradását, és a folyásig túlvizezett betonkeverék elterjedését hozta. (Abban az időben még a fejlett technikájú országokban sem voltak járatosak a mára általánossá vált folyósító, kötőszabályzó és egyéb adalékszerek.)

Szerencsére ki lehetett erőszakolni egy korábbi törökísérletet: a rendelkezésre álló kisebb törőgép, és a hozzá készített csak mintegy 80 cm falazatot reprezentáló próbatest ugyan várhatóan a valóságosnál kedvezőbb eredményeket ígért. Ezzel szemben a mért eredmények riasztóan elmaradtak a feltételezett/szükséges teherbírás szintjétől. A tört próbatestek részletes vizsgálatakor megmutatkozott, hogy kivétel nélkül akkor kezdődött meg bennük a törési folyamat (és a teherbírás leépülése), amikor a falrendszert kitöltő belső beton mag még be sem lépett a közös teherviselésbe. Azaz a jobb betonminőségű előregyártott kéreg-elemek már törésig túlterhelődtek, mikorra a túlvizezett, nagy zsugorodást mutató kitöltő-beton egyáltalán a valóságos terhelő alakváltozást – és ezzel a teherviselésbe való részvételt – egyáltalán megkezdte volna!

Mindez már akkor meggyőzte Gilyén Jenőt, hogy az akkoriban nagy lelkesedéssel frissen bevezetett képlékenységi alapon álló vasbeton-elmélet a valósággal nincs összhangban. (A politika lelkesen erőltette az akkortájt kipattanó képlékeny méretezés ötletét, hiszen ettől magasabb teherbírású értékek igazolását, és így nagyon komoly anyagmegtakarítást reméltek. Mindez az anyagihiánnyal, gazdasági nehézségekkel jellemezhető korszakban, az egyúttal nagy építési feladattömeggel terhelt építőipar vezetése számára nagyon kíváncs volt.) Az e gondolatmenetbe illeszkedő, frissen érvénybe léptetett MSz 15022-51Á ellen nem lehetett hivatalosan fellépni. Viszont a folyó építés állapotában lévő hatalmas pilonok szükséges teherbírását mégis csak valahogyan biztosítani kellett. Az ő ötletére rejtett vasbeton kereteket alakítottak ki a pilonok kontúrjainak megtartásával, melyek egy síkban mérhető összkeresztmetszete az 1 m²-et is meghaladta. Az átalakítás csekély bontást is követelt néhány jobb készülségben álló pilonnál, így „természetesen” az építő vállalat pártbizottsága feljelentette Gilyén Jenőt, hogy az építés sikeres tervszerinti befejezését akadályozó „szabotőr”. Szerencsére az Építésügyi Minisztériumban voltak józan és hozzáértő, némi politikai kockázatot is bátran vállaló emberek is, akik átlátták, hogy az átervezés/megerősítés nélkül a Népstadion építménye

esetleg tömegkatasztrófa okozója lehetne. Ilyen volt Szíjjártó Lajos miniszter, és az általa a vizsgáló bizottság élére kinevezett, statikus gyakorlattal bíró dr. Trautmann Rezső miniszterhelyettes is. A Bizottság végül igazolta az átervezés/megerősítés szükségességét, és a javasolt megoldás optimális voltát is. Így a munkálatok viszonylag békességes légkörben folytatódhattak, „csak” Dávid Károlyt, a projekt főépítészt távolították el, a „Sztálini szocialista realista építési stílus” szabotálásának vádjával. 1953. tavaszán aztán az építés felelős vezetőit behívták a Pártközpontba, és közölték utasításait, mi szerint a Népstadiont 1953. augusztus 20-án mindenképpen ünnepélyesen, nagy külsőségek közepette át kell adni. A szinte lehetetlen gyorsítás sikere érdekében az eredetileg 11 szintesre tervezett öltöző-irodaház 5-szintes lett, és a korábbi 3-400 fős építési létszámot azonnal 3000-re emelték. A bizonytalan anyag utánpótlás is rendbe jött. Az építményt végül sikerrel átadták az eltervezett ünnepélyességgel, az ország sportsikerei is megfeleltek a politikai vezetés elvárásainak, így a korábban meghurcolt felelős szakemberek is „megbocsátásban” részesültek, 1954-ben Nagy Imre kormányától Dávid Károly a Kossuth-díj I., Gilyén Jenő pedig a II. fokozatát kapta meg, az építészeti, illetve a statikai tervezésért.

A Stadion végső (meg nem valósult) 100 000 nézőt befogadó kiépítési szintjének megtervezése és egy 25 000 nézős sportcsarnok tanulmányterveinek elkészítése után Gilyén Jenő a Közti (Középület-tervező Vállalat) statikus osztályvezetője lett. A Köztinél aztán 1956. tavaszán egy új „Típustervező Műtermet” állítottak fel, hogy az országosan hiányzó mintegy 20 000 (!) tanterem, óvodák, bölcsődék egységesített terveit, az ezekhez szükséges előregyártott elemkészleteket itt készítsék el. Ennek vezetésével őt bízták meg. '56 októberében a Vállalati Forradalmi Bizottság őt nevezte ki vállalati főmérnöké, mint köztisztviselőben álló, és a háborús rombolás utáni újjáépítésben is járatos szakembert. Ez a tisztesség utóbb súlyos váddá lett, de mivel a „legkövetkezetesebb” vizsgálat is csak azt állapíthatta meg, hogy rövid felső vezetői tevékenysége során mindig csupán a vállalat belső békéjét, és a tervezői munka minél zavartalanabb lehetőségét igyekezett előmozdítani, megúszhatta egy beosztott tervezővé való lefokozással, amit két év múlva Skoda Lajos igazgató kezdeményezésére rehabilitálás zárt le. 1960. legelején aztán az ország egészét nyomasztó lakáshiány megoldására létrehozták a „Típustervezési Központot”, mely '61-ben önálló vállalattá nőtte ki magát. E szervezetekben ő volt a lakó- és kommunális épületek tartószerkezeti rendszereit fejlesztő, országos hatáskörrel rendelkező tervfőmérnök. Ez a megbízatása 1962-ben kiegészült a házgári nagypaneles épületek szerkezeti honosítási és fejlesztési hatáskörével.

Munkája keretében tanulmányozta a különböző, Európában már bevezetett házgári rendszereket, szerkezeti megoldásokat, és kiemelten foglalkozott az újszerű szerkezeteket alkalmasan leíró statikai modell kialakításával. Mindez igencsak időszerű volt, hiszen akkortájt már valahol megszületendőben volt a politikai döntés a Szovjetunióból származó házgári gyártóberendezés megvásárolására. Ott a paneles építés ugyan folyt már, de a kényes technológia fontos részletei megoldatlanok, vagy csak nem európai szinten kialakítottak voltak, és viszonylag kis építési tapasztalattal, kizárólag ötszintes épületek építésére alkalmassá tett rendszerrel dolgoztak. Budapest akkori (1963-as) városvezetése viszont azonnal tízszintes „igazi csillogó nagyvárosias” – és mellesleg a megkésett területelőkészítés bajait valamelyest elhárító – beépítést követelt. A tízszintes épületek statikai megfelelőségét biztosítani nem volt egyszerű feladat. Nem volt erre alkalmas, a világon bevezetést nyert, általánosan elfogadott számítási eljárás sem. Csupán Rico Rosman zágrábi professzor (1960-

ban publikált) munkaegyenleteket használó eljárása jöhetett szóba, de ez is alapvetően monolit szerkezetű irodaházakhoz lett kifejlesztve. Kiváló munkatársakkal összefogva alakította ki a panelek összeillesztési/kapcsolási hézagainak országosan egységesített rendszerét, melynek jóvoltából ma több mint félmillió lakás lakói, közel az ország lakosságának egyhatoda élhet az átlagosnál biztonságosabb tartószerkezettel megépített, tartós lakásban. Ez a panelkapcsolati rendszer a gyártástechnológia lehetőségeivel és igényeivel összefüggésben alapvető meghatározója a végső soron sok elemből összeszerelt épület valóságos szerkezeti működésének. A statikai tervezés és ellenőrzés rengeteg fáradságos hétvégi többletmunkája során ismerte meg és elemezte a sok önálló falpanelből utóbb a helyszínen összekapcsolt falszerkezetek igazi erőjátékát, mely alapvetően eltér a monolit faltárcsáknál levezetett esettől. Az állékonyság biztonságának legkényesebb eleme a vízszintes terhekkel (szél, stb.) szembeni megfelelő teherbírás. Az ebben kulcsszerephez jutó harántfalak paneljei nagy teherbírásúak, másként „túl sem élnék” a gyártást és a szállítást. Viszont mire egyáltalán „megfeszülnek”, megterhelődnek, addigra már a fal egésze jelentős alakváltozáson, elmozduláson jutott túl, ami a panelek közötti laza, gyenge, kissé elzsugorodott réskitöltő-betonok ellenállást alig mutató deformációiból, a hézagok záródásából adódik. Tovább bonyolítja a helyzetet, hogy a harántfalat alkotó panelek komoly hányada nem egyszerű „tömör fal”, hanem bennük kisebb-nagyobb ajtó-, ablak-, illetve átjáró-nyílások vannak. Ezek a panelek viszont ugyanúgy a sarkaikon kapcsolódnak a többihez, viszont az előzőek miatt egy, vagy két sarkuk sokkal kevésbé merev, mint egy tömör tárcsa lenne. (Csak egy sokkal „lágyabban deformálódó”, gerenda-szerű felső vízszintes nyúlvány, és alatta a kihagyás jellemez például egy panelt, mely előszobazónát, vagy lépcsőházat érint.) De egy végfali, ablakos panel, mely ugyan a kerülete mentén mindenütt tömör falból áll, az is sokkal nagyobb nyírási alakváltozást mutat azonos terhelés mellett, mint a nyílástalan elem, mert a közepe táján lévő ablaknyílás ezt az elemet könnyen deformálódó, kisebb magasságú tárcsa/gerenda elemekből álló keretté teszi. Mindezekhez hozzá jön az a hatás, hogy a fentebb említett nyílásos elemek azon falrészei, melyek kis szerkezeti magasságú határolói magának a nyílásnak, azok némi repedéshálózat kialakulása után az eredeti (tömör betonkeresztmetszethez számított) merevségi paraméterük helyett csak jóval kisebb merevséggel jellemezhetők – mind hajlításra, mind nyírásra. Az itt felsorolt három nagyon fontos jelenségcsoport számítási rendszerbe illesztése és kezelése egyáltalán nem volt feltárva a szakirodalomban, amikor 1967-68-ban a paneles rendszerből építendő 16-szintes magasházak szerkezeti tervezését kellett elvégezze. Értetlenségbe és az építész tervezők ellenállásába ütközött a kompromisszum-keresés a szükséges merevség biztosítása és az építészeti, ablak-kiosztási szempontok között. Az általa kidolgozott újszerű számítási modell megmutatta, hogy a monolit testként tekintett harántfalhoz képest e panel-falak vízszintes eltolódásai, és helyenkénti belső alakváltozásai bizonyos (kiterjedt!) zónákban akár 4-5-szöröse is lesznek. Természetesen minderről nem eshetne most itt szó, ha a valóság, az épületeken utóbb nagy nehezen megfinanszírozott, végrehajtott kontroll-mérések nem igazolták volna az ő számításait és elemzéseit.

Talán egy szomorú londoni épületkatasztrófa is segített abban, hogy az általa feltárt újszerű statikai modellalkotást elfogadják. E nélkül – meglehet – ma csekélyebb földrengés elleni és egyéb katasztrófák elleni biztonsággal rendelkező házakban laknának sok tízezer magyar háztartás, család tagjai. Ugyanis sokszintes panelházak addigra már épültek másutt

is a világban. És ott nem támadt gondolat, igény e speciális teherbírési kérdések feszegetésére. Viszont 1968 májusában egy 22-szintes londoni (Larsen-Nielsen típusú) panelház 18. emeletén egy konyhában kisebb gázrobbanás történt. A „kisebb” jelzőt igazolja, hogy a robbanást okozó háziasszony kisebb sérülésekkel megúsza az egészet. Viszont az épület sarki zónája, alaprajzilag több helyiségnyi kiterjedéssel egészen a földszintig leomlott, maga alá temetve négy halálos áldozatot. (Jelentősen csökkentette a tragédia súlyát, hogy az épület zöme még lakatlan volt, különben az áldozatok száma ötven fölött lehetett volna.) Mindez óvatosságra intett, és az általa javasolt szerkezeti megfontolásokat végül is keresztül lehetett vinni. Mellékesen megemlíthető, hogy a helyszíni mérésekkel is igazoltan az ő modellje szerint viselkedő épületmerevítő harántfal-rendszerek szerkezeti kialakítása – amellet, hogy nagyobb teherbírást és biztonságot ad – a megfelelő helyekre koncentrált vasalással azt eredményezte, hogy az érintett épületek hatalmas száma jóvoltából összesen mintegy három Duna-híd anyagának megfelelő mennyiségű acélanyagot takarítottak meg. Az előregyártott, paneles épületszerkezetek építésére és méretezésére vonatkozó, vezetésével kidolgozott ME95-72/74 műszaki előírás mindezt szabályokban is rögzítette.

Azonban az építőanyag-paraméterek bizonytalanságait kissé sterilen matematikai valószínűségi problémaként kezelők, és a frissen berobbanó számítástechnikai eszközöktől túl sokat remélők a szabványosított biztonság lecsökkenthetőségét kezdték hirdetni a 70-es évek végén. Az ezt a mozgalmat tükröző új műszaki előírást (ME95-80T) sem elfogadni nem akarta, sem kiadását meggátolni nem tudta. Így 1980-ban (mellesleg az izgalmtól és az épületek lakóit védő szabályozás lerontása miatti elkeseredése okán, szinte a közvetlen életveszélyig leromlott egészségére is hivatkozva) nyugdíjazását kérte. Egészsége aztán rendbe jött, és az azóta eltelt 28 évben eleinte több vállalatnál volt vezető tervező, szaktanácsadó, szakmai publikációs munkája pedig fellendült, sőt mindmáig tart. Azóta is rendíthetetlenül figyelmeztet arra, hogy a betont valóságosan képlékeny anyagnak tekinteni nem szabad, mert ez alapvetően téves, és a megkívánható szerkezeti biztonság elvesztését okozza. Szakirodalmi munkásságának másik alapvető üzenete, hogy az elemekből összeépített szerkezeteinket monolit tartóval helyettesítő statikai modell szintén veszélyesen elrugaszkodik a valóságtól.

1979-ben elnyerte a műszaki tudományok kandidátusa címet az előregyártott szerkezetekből készített épületek körében elvégzett tudományos értékű munkájáért, 1982-ben pedig a posztgraduális mérnökképzés keretében kifejtett sok évtizedes eredményes munkája elismeréseként – két általa korábban oktatott építész professzor kezdeményezésére – címzetes docensi besorolását a minisztérium címzetes egyetemi tanári rangra emelte. Az Építéstudományi Egyesületben, a Mérnöktovábbképző Intézetben, a Tartószerkezet-tervezők Mesteriskolájában, és egyéb fórumokon sok évtizeden át fáradozott tudásának, tapasztalatainak továbbadásán a fiatalabb generációknak. 1982-ben jelent meg a témát egyszerre a gyakorlat és az elmélet terén is iránymutatóan tárgyaló könyve a paneles épületek szerkezetéről, azóta több szakkönyvben társszerző, s csak nyugdíjba vonulása óta több mint 100 szakmai cikke jelent meg. Életműve alapján örökös tagjává választotta a **fib** (Nemzetközi Betonszövetség) Magyar Tagozata, a Mérnöki Kamara és az Építéstudományi Egyesület is. Annak idején diplomatervére kapta az első Alpár-díjat, és nagy tisztességének tekinti, hogy ezt a díjat a közelmúltban újólág elnyerhette.

Gilyén Péter