

A TARTÓSZERKEZETI OKTATÁS ALAKULÁSA ÉS HATÁSA A MŰEGYETEMI ÉPÍTÉSZKÉPZÉS 1945 ELŐTTI RAJZFELADATAIRA



Fehér Krisztina – Dr. habil. Sajtos István – Dr. habil. Krähling János

DOI: 10.32969/VB.2019.2.4

A műegyetemi képzés évszázadokra visszanyúló történetében az építészek önálló tartószerkezeti oktatása csak a 19. század legvégétől valósult meg. A Graphostatika és a Műszaki mechanika tantárgyak az építészeti tervezésre eleinte csak közvetett hatást gyakoroltak. A Vas és vasbeton szerkezetek tantárgy 1915-ös bevezetése már az új építészeti irányzatokkal állt összhangban, majd az 1920-1930-as évekre kialakult a tervezés, a szerkezeti ismeretek és az épületszerkezettani konstruálás egysége. Erről a folyamatról tanúskodnak az Építészettörténelmi és Műemléki Tanszék Rajz- és Fotótárában található eredeti, oktatástörténelmi szempontból kiemelkedő fontosságú rajzok, amelyek a történelmi építészet, a kortárs tervezés és a szerkezeti ismeretek viszonyának időbeli változását mutatják. A gyűjtemény vizsgálata alapján leszűrhető, hogy a 19. századi historizáló építészek tervezésük során alkalmazott gótikus stílust, nem csak formakészletként, hanem szerkezeti rendszerként is értelmezték. Ekképpen a gótikus rendszer felfogható úgy is, mint a 20. század elején egyre inkább teret hódító vasbeton szerkezeti rendszerek egyike, amelyek szintén jellegzetes formai világgal, arányrendszerrel, méretrenddel és belső törvényszerűségekkel rendelkeztek.

Kulcsszavak: építészoktatás, tartószerkezet - tervezés, graphostatika, vasbeton-történet, historizmus

1. BEVEZETÉS

A műegyetemi építészképzés kialakulása szorosan összefonódik a magyarországi historizmus építészetének térhódításával, kiteljesedésével. Az első, tervezést oktató tanszékek aszerint tagozódtak, hogy professzorai melyik történelmi korszak (ókor, középkor, újkor) stílusában való tervezést oktatták. A historizmus építészetéről és a stílusban tervezés oktatásáról már a szóhasználat miatt is az az általánosan elfogadott képzetünk, hogy a történelmi korok stílusjegyei azok, amelyek meghatározzák a tervezést. A modern mozgalom éppen a felesleges külsőségek halmozása miatt hirdette (Komor, 1929) a történelmi formák elvetését az építészeti tervezésben és a műegyetemi oktatásban egyaránt. Az Építészettörténelmi és Műemléki Tanszék Rajz- és Fotótára (továbbiakban Éptört. Rajzt.) számos hallgatói rajzot tartalmaz, amelyek átfogó képet tudnak adni az intézményesült oktatás első szakaszától kezdődően zajló változási folyamatokról, amelyek nem csak az oktatásban, hanem azzal kölcsönhatásban a tervezésben is megmutatkoztak. A rajzokat szerkezeti szempontból vizsgálva kísérletet teszünk arra, hogy áttekintsük az építészeti tervezés és szerkezeti gondolkodás viszonyának változását a 19. századtól a második világháborúig terjedő időszakban.

2. A TARTÓSZERKEZET-OKTATÁS KEZDETEI

A Műegyetem szilárdságtan és tartószerkezettan oktatásának kezdeti fél évszázadában három egymást követő periódust figyelhetünk meg.

2.1. Első szakasz

A József Nádor Műegyetem Építészeti osztályának megalakulásától fogva a mechanika oktatása jelentette azt a tárgycsoportot, amelyből a szilárdságtan és a tartószerkezettan tárgyai kinőttek. Ez elsősorban elméleti jellegű előadásokat jelentett, a gyakorlati képzés ekkor még elenyészően kevés volt. Az építészeti szakosztály hallgatói 1885-ig a gépész- és építőmérnök hallgatókkal együtt vettek részt a mechanika előadásokon (Csonka, Deák, 1982). A *Grapho-Statikát* Kherndl Antal, a *Műszaki mechanikát* Szily Kálmán és Horváth Ignác, később pedig Nagy Dezső oktatta. A Királyi József Műegyetem Vezetőtestülete 1894-ben döntött a Mérnöki és Építészeti Szakosztály számára az önálló graphostatika-oktatásról (Batalka, 2007. 42-43.) Ehhez az elméleti háttérrel az építészeti szerkezetek vonatkozásában Carl Culmann könyve alapozta meg. (Culmann, 1880, továbbá lásd Andai, 1959. 308.) A graphostatika további szakirodalmi háttérét jelentették: Hausser, 1886; Bourlet, 1902. (Carlo Bourlet a párizsi École Nationale des Beaux-Arts professzora volt, 1902-ben kiadott műve pedig építészhallgatóknak és mérnököknek szólt.) Kherndl Antal, majd Czákó Adolf, akik Culmann-nál tanultak az Eidgenössische Technische Hochschulen Zürichben, lényegében ez alapján oktattak. Ritter Ágost *Műszaki mechanika* (Maurer Mór fordításában) című könyve, mint a szerkezettervezés egyik legkorábbi szakirodalmi forrása, megtalálható volt a Középkori Építészeti Tanszék könyvtárában. (Ritter, 1879) Az Építészettörténelmi és Műemléki Tanszéken található, „*A m. kir. József Műegyetem Középkori tanszékének czimjegyzéke*” című forrásban a 632. sorszám alatt szerepelt. A könyv jelenleg a Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék könyvtárában talál-

ható, benne „Steindl tanár tulajdona”, illetve az „Alkalmazott Szilárdságtan Tanszéke” pecséttel, kézzel írott száma: II/6a 1382. A könyvet nyilvánvalóan – más mechanika könyvekkel együtt – az 1898-ban alapított új tanszéknek adták át.) Ebből az időszakból maradt fenn Kherndl Antal graphostatika előadásainak sokszorosított, kézzel írt jegyzete hozzá tartozó ábragyűjteménnyel [Kherndl A. (Bernauer I., Tinkel R. szerk.) (1874?): Kherndl Antal előadásai után összeállította Bernauer Izidor és Tinkel Rezső]. A képzés elméleti hátterét jelentő *Handbuch der Architektur* könyvsorozat szerkezetani részei lényegében szintén a graphostatika elméleti alapjait követték. Kherndl Antal *A statikailag határozatlan reakciójú csuklós tartók grafikai elemzése* című művét a Magyar Tudományos Akadémia nagydíjjal tüntette ki, ezen kívül pedig megjelentek a magyar nyelvű graphostatika könyvek, például Maurer Mór 1882-es *Statique graphique appliquée aux constructions* (Maurer, 1882) című műve 1883-ban jelent meg magyar fordításban számos szövegek között ábrával és 20 könyvomatú lappal (Maurer, 1883). Mindezeket túl Monier 1867-es szabadalma vasalt beton virágédények készítésére, majd 1873-ban hidakra és 1875-ben lépcsőkre (Andai, 1959. 316.), Magyarországon pedig Wünsch Róbert vasbeton szerkezeteinek megépülése jelentett előrelépést 1886-tól. Az 1890-ben épült sárbogárdi vasbeton híd (18 m fesztáv) például Monier szabadalma alapján készült. (A hidról csak egy rajz maradt meg, ami feltehetően a *Beton und Eisen*-ben megjelent Wayss und Freytag cég hirdetésében levő fényképről készült.) További mintát jelentettek a korábbi német példák is, úgy mint a Wayss és Freytag cég húzott vas – nyomott beton rendszere. Az építészképzés keretében megvalósuló tartószerkezet-oktatás kezdeti szakasza Magyarországon összhangban volt azzal a kezdetleges állapottal, ahogy az a német építészképző helyek órarendjében is szerepelt: lényegében anyagtani és alapvető épületszerkezeti ismeretekre korlátozódott, ahogy azt Rudolf Redtenbacher tanulmánya (1879) is megerősíti (Redtenbacher, 1879).

2.2. Második szakasz

A tartószerkezeti oktatás második szakaszának kezdetét az a fontos oktatástörténeti esemény jelzi, hogy 1898-ban Czakó Adolf vezetésével megalakult az Alkalmazott Szilárdságtani Tanszék. A tanszéknek és a tanszéken folyó oktatásnak, ahogyan azt Czakó Adolf megfogalmazta, az volt a célja, hogy „A tervező építész, mint az egész műnek az alkotója, ha a részletes számításokat nem is maga végzi, a kellő szakértelemmel vehessen részt a szoba jövő megoldások mérlegelésében és ne legyen pusztán szemlélője a mások által koncipiált szerkezeti megoldásnak.” Az elméleti oktatás mellett a számítások és labor-bemutatók is nagy szerepet kaptak. Erre a célra a tanszék a Múzeum körüli Műegyetem udvarán ideiglenes épületben működtetett labort. Ugyanebben az évben jelent meg Sobó Jenő *Építéstan* című kétkötetes műve, amely az első átfogó magyar nyelvű szerkezetani könyvnek tekinthető (Sobó, 1989). Ennek ábrái és szemlélete nagyban hozzájárult a századforduló szerkezetani oktatásának fejlődéséhez, Lechner Jenő és Warga László 1904-ben megjelent *Építők Zsebkönyve* is főleg erre épült (Lechner, Warga, 1904).

Az 1900-as évek elejétől az *építőipar évkönyveiben*, folyóirataiban egyre gyakrabban jelentek meg az új anyagokat és szerkezeteket propagáló cikkek, ismertetések, majd később számos fontos szakmai publikáció jelent meg a *Budapesti Építőmesterek Ipartestülete Évkönyveiben*.

Lechner és Warga 1905-ös zsebkönyve komoly szakirodalmi háttérre épült, továbbá az is kitűnik belőle, hogy a Petőfi híd túldalán a főváros kísérleti állomást működtetett, ahol kö-

téglá- és más szerkezetek mechanikai vizsgálatait végezték. Ennek a laboratóriumnak Kazinczy Gábor volt a vezetője (Lechner, Warga, 1904).

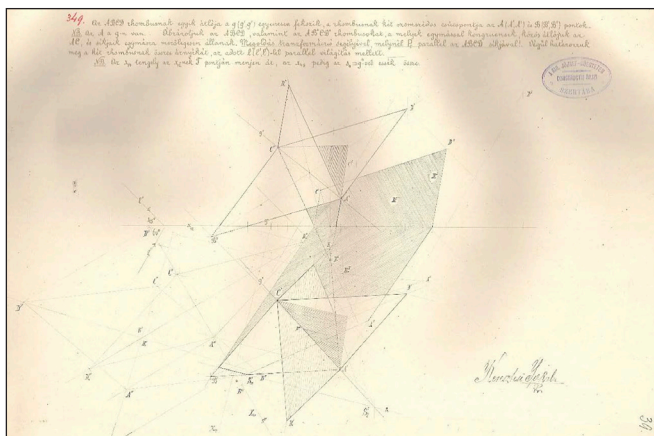
2.3. Harmadik szakasz

Az oktatás fejlődésének harmadik szakaszát a vasbeton építésének, tartószerkezeti működésének megjelenése jelentette. A legfontosabb változást Lampl Hugó és Sajó Elemér 1914-es vasbetonról szóló könyve hozta (Lampl, Sajó, 1914). Emellett rendkívüli jelentőségű volt a Hennebique-féle szabadalom magyar képviselője, Zielinski Szilárd munkássága (hídjairól lásd Andai, 1959. 318.), továbbá Mihailich Győző mérnöki szerkezeteinek megépülése, például a temesvári Liget úti közúti híd vagy a csepeli vámmentes kikötő gabonatarhása.

A vasbetonnak mint anyagnak és mint szerkezetnek az oktatása az építészmérnökök számára 1905-ben kezdődött meg először választható, utóbb kötelező tantárgyként.

A Műegyetemen 1910-ben indult a *Nagyobb fesztávú terek lefedése* című tantárgy, amelyre alapozva később Csonka Pál, majd Pelikán József vezetésével a modern tartószerkezet-oktatás kialakult. Czakó Adolf 1913-ban bemutatott falszerkezet-kísérletei egy újabb lépcsőfokot jelentettek az oktatás fejlődésében (Czakó, 1913; Czakó, 1909). 1915-ben az új tanterv életbe lépésével ifj. Szily Kálmán, majd Anderlik Előd előadásaival, *Mechanika* címmel új tantárgyat vezettek be, amelyhez a felsőbb félévekben az *Alkalmazott szilárdságtan*, majd később a *Vas- és vasbetonszerkezetek* tantárgy csatlakozott Czakó Adolf és Mihailich Győző vezetésével. Ebből az időszakból maradt fenn a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem központi könyvtárában egy nagyjából 1918-ból származó, Czakó előadásait összefoglaló kéziratos, sokszorosított jegyzet (Czakó, 1918). Czakó tevékenysége leginkább abban jelentett mérföldkövet az oktatás történetében, hogy előadásaiban összekötötte a szerkezetek statikáját és szilárdságtanát a gyakorlati, épületszerkezetani alkalmazással, vallva, hogy „a jó mérnökképzésnek elsősorban is a műegyetemi szakoktatásnak azon a gyakorlatias irányán kell alapulnia, mely az élet valódi szükségleteihez szabja a tanítás anyagát...” (Csonka, 1942. 173.).

A műegyetemi szerkezeti oktatás a későbbiek folyamán is magas színvonalon történt. A tanrend 1930-ban (Kotsis, 1930. 6-7.) az első évfolyamon a *Mechanika I.* tantárgycsoportot tartalmazta, amelyhez a második félévben társult az *Alkalmazott szilárdságtan I* és az *Épületszerkezetek I.* Ezek megalapozására a tanulmányok kezdetétől a *Matematika*, *Ábrázoló Geometria* és a *Chémia* szolgált. A második évfolyamon az *Alkalmazott szilárdságtan* és az *Épületszerkezetek* tárgycsoport folytatása történt, amik mellé a negyedik félévben már építészeti tervezés is társult. A harmadik évfolyam a megnövekedett tervezési óraszám mellett már az *Épületszerkezetek III.* és a *Vas és vasbeton szerkezetek I.* tárgyakat tanulta. Utóbbinak folytatását (*Vas és vasbeton szerkezetek II. és III.*) a következő félév tartalmazta. Az 1920-as években Mueller Félix előadásai alapján készült *Az épületszerkezetek statikája* című több kötetes jegyzet a szerkezetkonstruálás és a statikai, szilárdságtani ismeretek kölcsönhatását tükrözi (Mueller, 1927-1928). Mindezek mellett az ismereteket a különböző épületgépészeti rendszereket oktató tantárgyak egészítették ki. A tanrend felépítése is mutatja, hogy a tantárgyak egymásra épültek, logikusan és fokozatosan felépítve alapozták meg a tervezési ismereteket. A tartószerkezeti tárgyak szoros kölcsönhatásban voltak a graphostatikához szükséges ábrázoló geometriai, anyagtani és épületszerkezetani tárgyakkal (*1. ábra*).



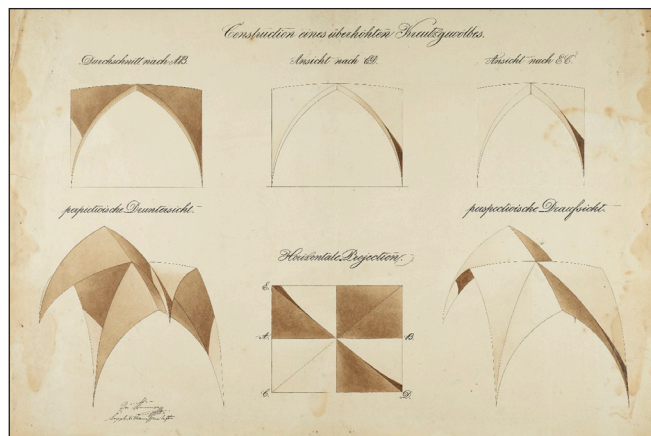
1. ábra: Keresztesi Jakab I. évfolyamos hallgató rajza ábrázoló geometria feladat megoldására az 1900/1901-es tanévből, a „Kir. József – Műegyetem Constructiv Rajzi Szertára” pecsétjével (forrás: BME Építészettörténeli és Műemléki Tanszék)

3. TARTÓSZERKEZETI ISMERETEK HATÁSAI A RAJZTÁRI RAJZOKON

A tartószerkezeti oktatás 1894-es kezdetei valójában nem jelentettek azonnali változást a gyakorlati tervezésben. A tartószerkezettervezés mai gyakorlata nagyjából az 1920-as évekre alakult ki. Az építészet a századfordulótól kezdődően komoly átalakuláson ment keresztül, ami az oktatásban is gyakori változásokat, reformokat generált. A legszembetűnőbb változást természetesen a történelmi stílusokban való tervezési feladatok csökkenése, az új, korszerű építészeti irányzatok megjelenése jelentette, habár a tervezésoktatást még 1929-ben is érték kritikák a tervező építészek irányából (Komor, 1929). Az Építészettörténeli és Műemléki Tanszék Rajz- és Fotótára számos dokumentumot tartalmaz az építészképzés teljes spektrumára vonatkozóan, de leginkább az építésztörténeli vonatkozású feladatok rajzait őrizte meg, ekképpen a 19. század második felétől a 20. század első néhány évtizedéig terjedő időszak tervezési gyakorlatáról, majd az átalakuló oktatás korából az építészettörténet szerepének változásáról nyújt átfogó képet. A szerkezettervezés szemszögéből vizsgálva ezt a kérdést, a hallgatói rajzok és oktatási segédanyagok fontos adalékként szolgálnak a historizáló tervezés megítéléséhez, annak árnyalásához.

A rajztárban megőrzött rajzok nem elsősorban konkrét műszaki tartalmukkal, hanem sokkal inkább építészeti formálásukkal, a történelmi formák alkalmazásának követelményével teszik teljessé a Műegyetem oktatásának koncepcióját. Demonstrálják, hogy már a kezdetektől az építészet és mérnöki szemlélet egysége, a természeti formálás és a tartószerkezeti tervezés összefonódása határozta meg az oktatást.

A legkorábbi rajzok, amelyek a szerkezeti ismereteket tükrözik, a 19. század második feléből származhatnak. Ebből az időszakból két, igen korai, német nyelven feliratozott rajz maradt fenn, amelyek talán egyben a Rajztár legrégebbi rajzai is lehetnek. Mindkettő boltozatok szerkezeti rajzait ábrázolja. Keltezésük nem ismert, rajztechnikájuk, feliratozásuk azonban korai keletkezésükre utal. A 103143-as jelzetű rajz egyenes záradékú csúcsíves keresztboltozat különböző sík- és térbeli vetületeit ábrázolja, a hangsúlyt a geometriára fektetve. (2. ábra) A lap bal alsó részén található szignó azonosítása eddig sikertelen maradt. A 105862-es jelzetű rajz csehsüveg boltozat szerkezeti kialakítását ábrázolja. (3. ábra) Ez a szintén német nyelven feliratozott rajz az előzőnél részletesebben mutatja a szerkezeti ismeretek korai alkalmazását. Az ismeretlen szerző



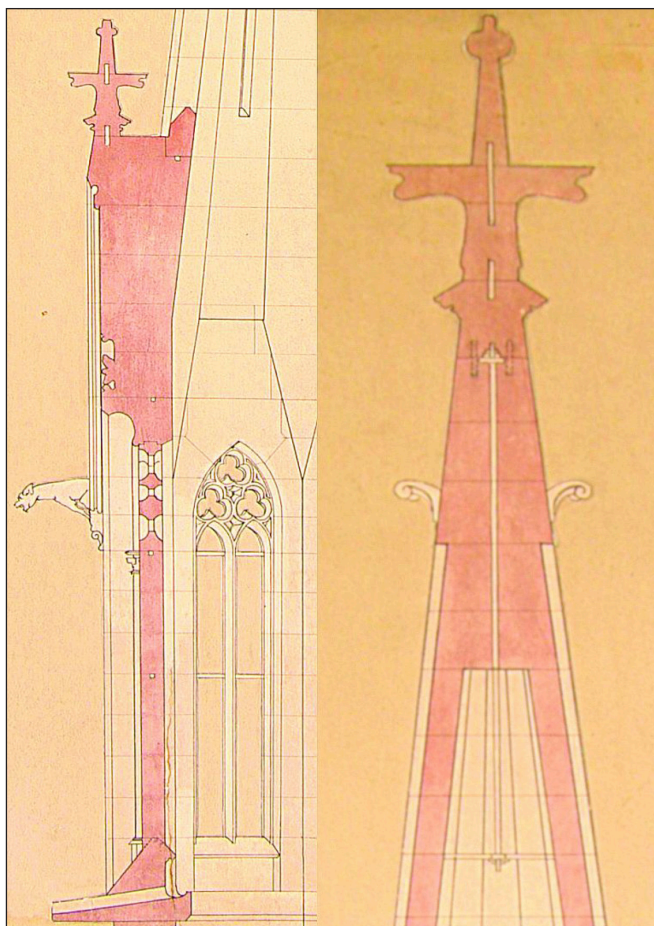
2. ábra: Csúcsíves keresztboltozat rajzai axonometriában, metszetekben, alaprajzban. Felirat: “Construction eines überhöhten Kreuzgewölbes”, keltezés: s.a. (forrás: Éptört. Rajzt. 103143)

a boltozat rajzánál utalt az anyagokra, az építés technológiájára és a téglakiosztásra is. Ez a részletbe menő ábrázolásmód a Rajztár hasonló korú emlékeinek körében nagy ritkaságnak számít.

Az építészképzés első szakaszára a már említett stílusban tervezés és a történelmi építészet beható tanulmányozása volt jellemző. A tananyaghoz szervesen kapcsolódott a különböző külföldi és magyarországi középkori emlékek nyári felmérése, tanulmányozása. Ezt az oktatási gyakorlatot Friedrich von Schmidt bécsi mester tanítványai, a Wiener Bauhütte csoport tagjai, Steindl Imre és Schulek Frigyes honosították meg a Műegyetemen. A Wiener Bauhütte mozgalom és kiadványok (*Publikationen des Vereines Wiener Bauhütte*, 1862) mintájára Steindl magyar középkori emlékek nyári felmérését szervezte

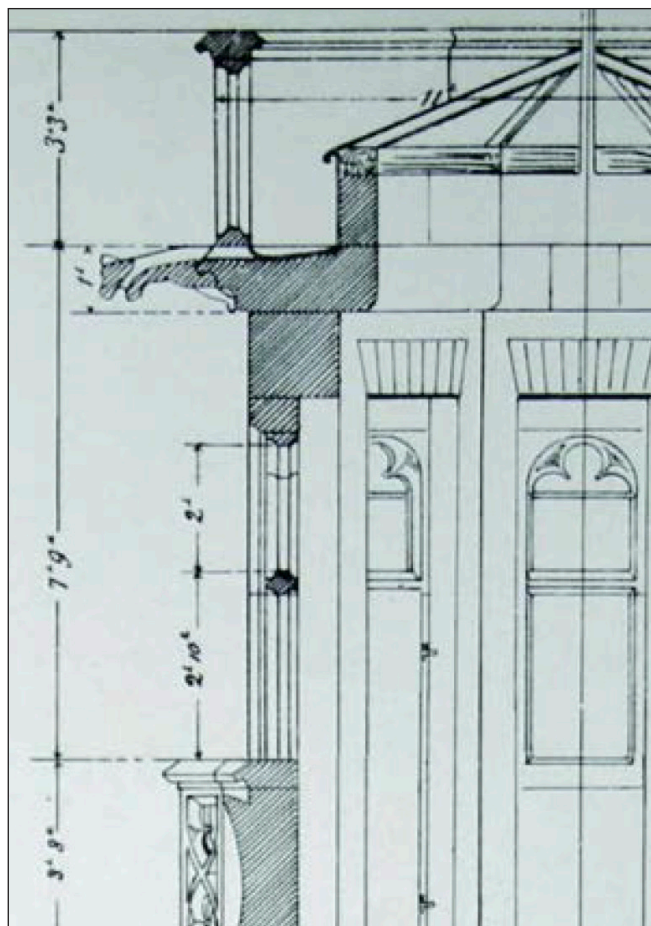
3. ábra: Csehsüveg boltozat részletes szerkezeti rajzai perspektívában, metszetekkel és alaprajzban ábrázolva. Felirat: “Detail-Construction eines böhmischen Platzel-Gewölbes”, keltezés: s.a. (forrás: Éptört. Rajzt. 105862)





4. ábra: Épületszerkezettani részletek egy gótikus torony metszetrajzáról, keltezés: s.a. (forrás: Éptört. Rajzt. 104040)

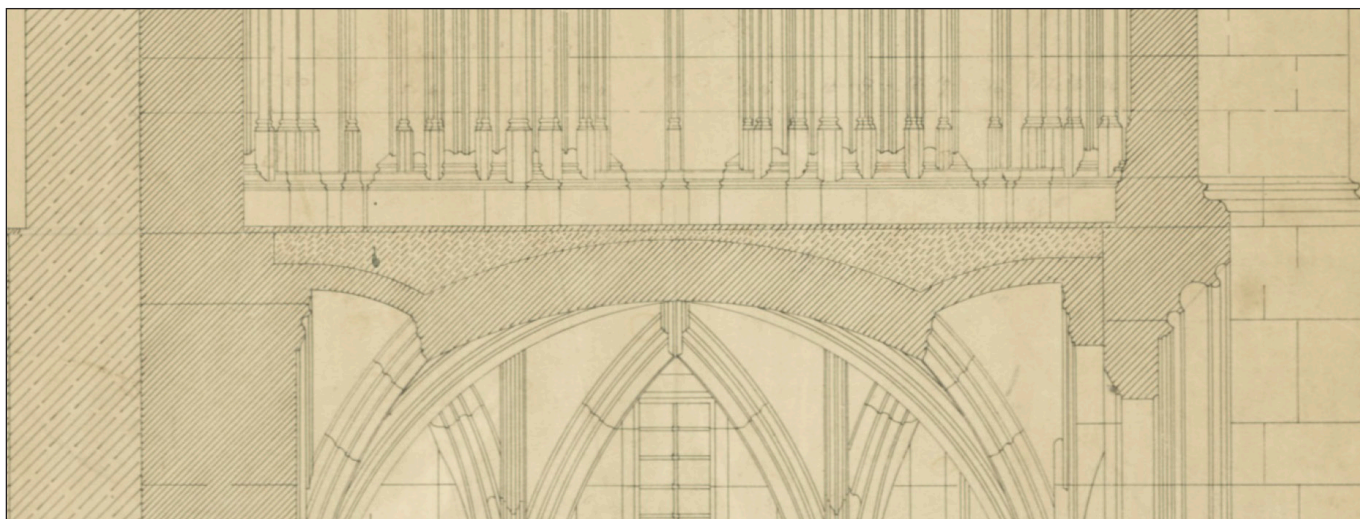
hallgatóival, amelyekből *Magyarországi műemlékek* (1878) címmel gyűjteményes kötetet szerkesztett. Ezek az oktatásban mintalapokként, tananyagként szerepeltek a tervezési gyakorlatokhoz, rajzfeladatokhoz. Azon kívül, hogy ezeket a lapokat művészi színvonalon rajzolták meg, szellemiségük műszaki beállítottságot is tükrözött. Steindl tanszékvezetése alatt a hallgatói rajzokhoz segédleteként használt mintalapok szerkezethelyesen ábrázolták az épületeket, utalva a középkori építéstechnológiára is. Példaképpen említhetők azok a Steindl tanári pecsétjével („*Steindl tanár tulajdona*”) ellátott eredeti rajzok (Éptört. Rajzt. 104040-104041), amelyekből később sokszorosított mintalapok készültek. (4. ábra) A rajzokon olyan épületszerkezettani és tartószerkezeti vonatkozású információt

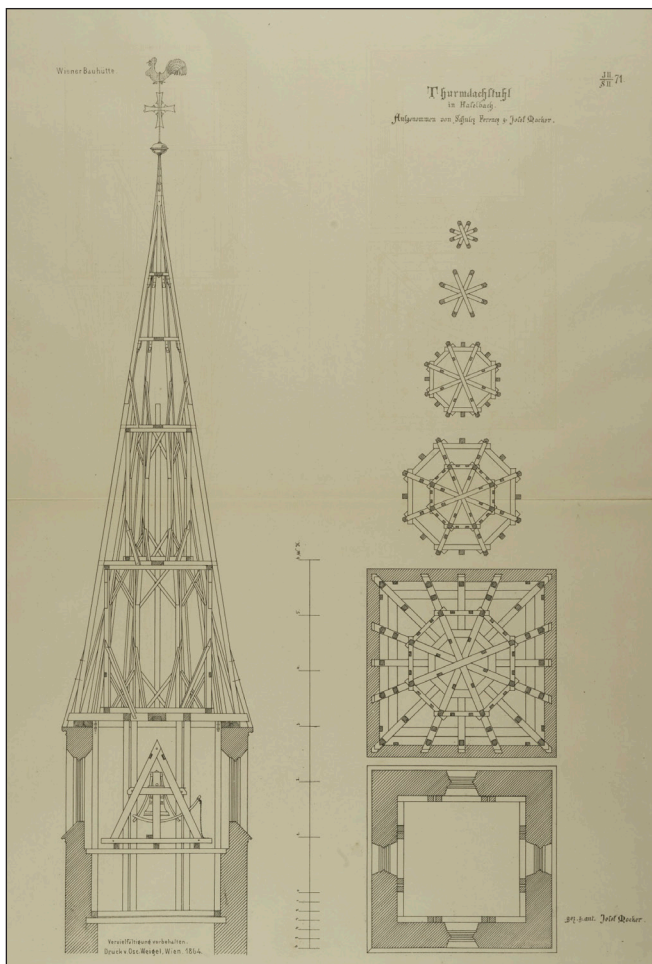


6. ábra: Épületszerkezettani részletek gótikus épületábrázolásokról. A pozsonyi vár kaputornya és egy kölni lakóház tornya, keltezés: 1863, 1864 (forrás: Éptört. Rajzt. 102942, 102856)

is ábrázoltak, mint a fiatornyok tetején lévő kereszttrózsák ölmkapcsos rögzítése, a vízvezetés vagy a kő toronysisak felső lezárásának vasszerkezetű lehorgonyzása. Hasonló szerkezeti értelmezés látszik a *Magyarországi műemlékek* kiadvány rajzain, és a mintalapok alapján készült hallgatói rajzokon is. A csütörtökhelyi Zápolya-kápolna keresztmetszeti rajzán (Éptört. Rajzt. 103164) például a mai 1:50-es léptékű részletezettségnek megfelelően szerkezet- és anyaghelyesen rajzolták ki a csomóponti részleteket. Jelölték a falazat szerkezeti kialakítását, a fugákat, a boltozat támaszhoz való csatlakozását, a feltöltést és a padlólemezt is. (5. ábra) Hasonló részletezettséget és szerkezeti ismereteket tükröznek a minta-

5. ábra: épületszerkezettani részlet a csütörtökhelyi Zápolya-kápolna metszetrajzáról, Rátkovics Mihály hallgatói rajza 1863-as felmérési rajz alapján (forrás: Éptört. Rajzt. 103164)

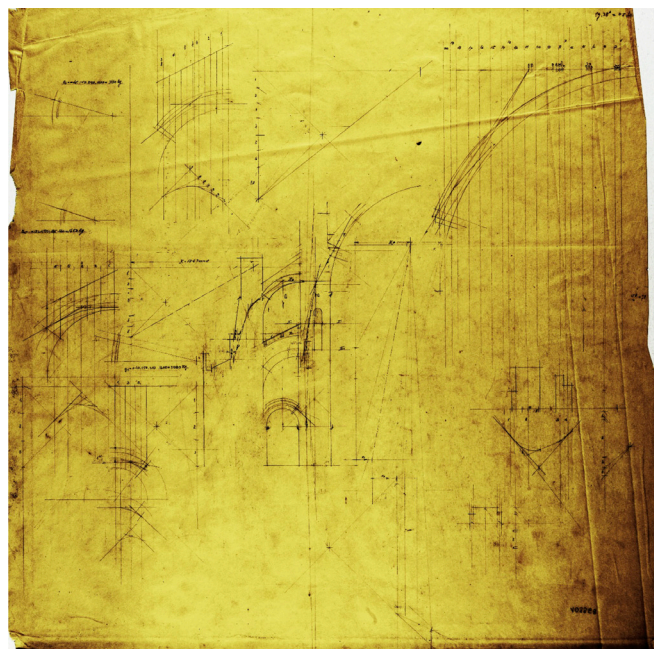




7. ábra: A hasselbacher templom toronysisakjának fedélszerkezeti rajza, keltezés: 1863 (forrás: Éptört. Rajzt. 102974)

lapok is (6. ábra), amelyek között gyakoriak a tetőszerkezetek ábrázolásai is (Például az Éptört. Rajzt. 102856, 102870, 102878, 102942, 102957, 102974-102976, 102980-102982, stb.). (7. ábra) Az 1890-es évekből fennmaradt hallgatói rajzok híven tükrözik a professzorok és az oktatási segédanyag szerkezeti beállítottságát. Csányi Károly 1895-ös harmadéves rajza a bécsi Szent István Székesegyház fiatornyairól (Éptört. Rajzt. 102345) és egy Foerk Ernő tanári szignójával ellátott hallgatói rajz a heiligenkreuzi bencés apátsági kerengő részletéről (Éptört. Rajzt. 103178) arról tanúskodik, hogy szerzőik értették és jól ismerték a középkori szerkezetek geometriáját, felépítését. Utóbbi rajzon Lipták Pál harmadéves hallgató különböző anyagjelöléseket használva ábrázolta a kolostor-kerengő pillérinek kialakítását, a boltozati bordákat pedig szerkezeti vastagságukkal, profiljukkal együtt rajzolta meg.

Steindl Imrét 1903-ban Schulek Frigyes követte a Középkori Építéstan Tanszék vezetőjeként, aki szintén Friedrich von Schmidt-tanítványként a középkori építészeti szerkezeti mélységében ismert és oktatta. A rajztárban fennmaradt saját tervein is látható erős szerkezeti beállítottsága, amiben talán még Steindl is meghaladta. A szegedi református templom terveihez készített skiccei talán még a felszerkesztett tervlapoknál is jobban mutatják, hogy egészen a legapróbb részletekig, az egyes faragott köelemekig és kerámia tetőcserepekig kitalálta, megtervezte az épületet (Éptört. Rajzt. 105211-105245). A boltozatok, támpillérek, vagy az említett cserépelemek geometriájához rendkívül pontos számításokat végzett, gyakran kilenc tizedesjegyű logaritmus táblázat segítségével. A rajztárban fennmaradtak a szegedi Fogadalmi Templom terveihez végzett graphostatikai szerkesztései is (Éptört. Rajzt. 103365-103369). (8. ábra) Ezekben a főhajó hevederívének,



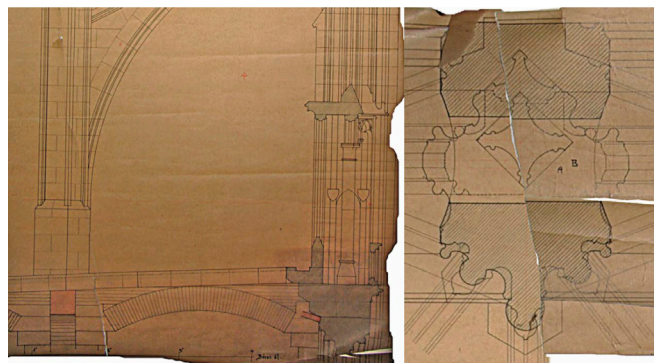
8. ábra: Schulek Frigyes graphostatikai szerkesztései a Szegedi Fogadalmi Templom terveihez, keltezés: s. a. [1910-1911] (forrás: Éptört. Rajzt. 103368)

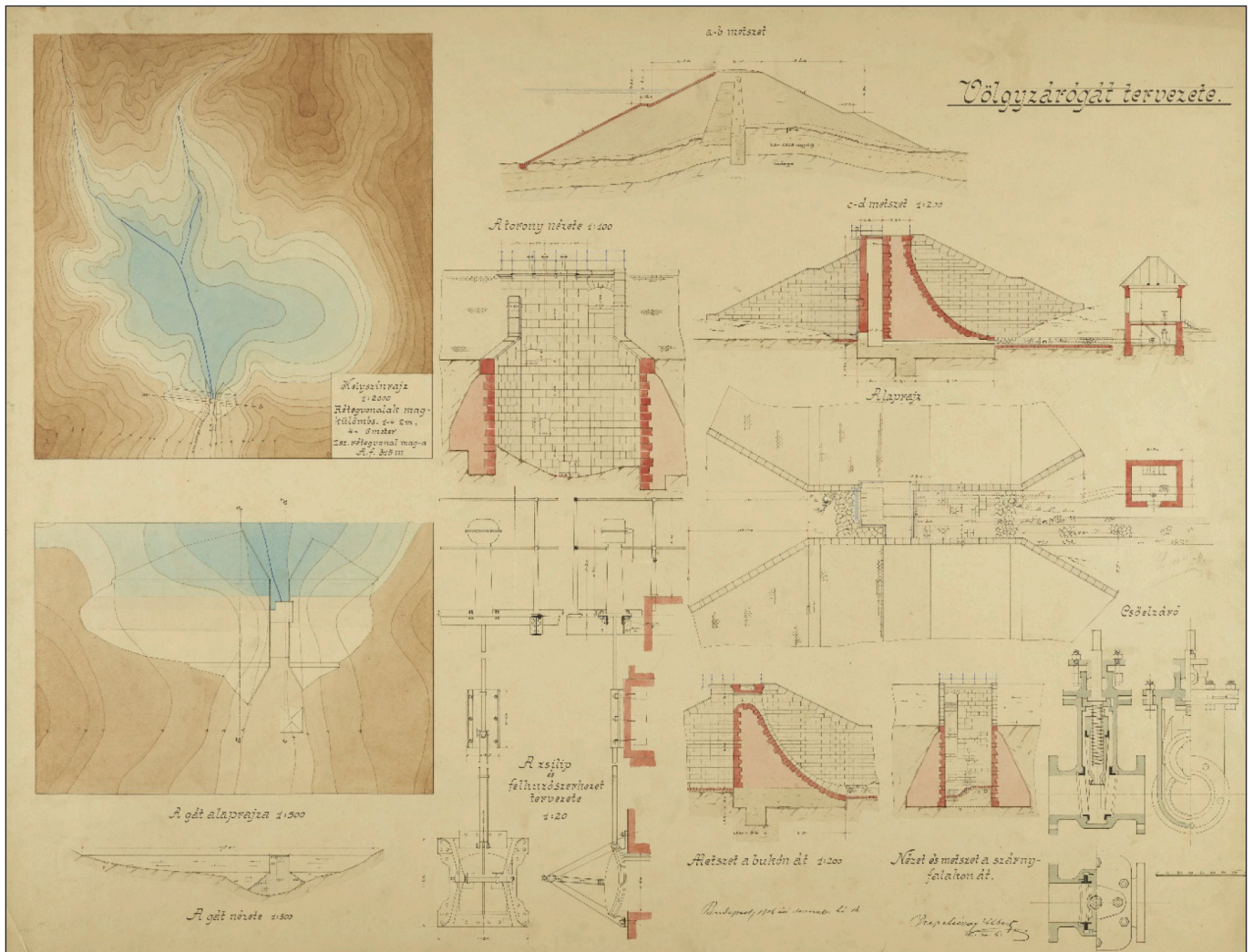
támíveinek és szerkezeti elemeinek szilárdsági vizsgálatait végezte el a graphostatika módszereivel.

Schulek tanári tevékenységének idejéből szintén maradtak fenn hallgatói rajzok, amelyek továbbra is tükrözték a történeti építészet szerkezeti mélység ismereteinek megkövetelését az oktatásban. A tanári pecsétjével („Láttá Schulek Frigyes tanár”) ellátott hallgatói rajzok gótikus baldachint ábrázolnak a prágai városházáról, illetve egy összefüggő rajzsorozat maradt fenn 1905-ből a prágai székesegyház támpilléreiről, belső kötegpilléreiről, hosszház-travéjáról és támívrendszeréről, amelyeken a megfelelő szerkezeti fugák mellett különböző színezéssel jelölték a tartószerkezeti rendszer elemeit (Éptört. Rajzt. 103169, 105984-105987). (9. ábra)

Szintén Schulek Frigyes professzori időszakából maradtak fenn Prepeliczay Albert rajzai, melyek az építészettörténet témakörén túlmutatva demonstrálják, hogy az oktatásban még milyen jellegű tervezési, konstruálási feladatok fordultak elő (Éptört. Rajzt. 100001-100008, 100010-100012). Prepeliczay 1905-ös oszloprendeket ábrázoló, harmadéves hallgatói rajzain az Ókori Építési Tanszék pecsétje („A Kir. József Műegyetem Ókori Építési Tanszéke”) látható, ezeken szintén megjelenik a szerkezeti elemek kirajzolása. Ezek mellett fennmaradtak másodéves, nyílászárókat ábrázoló 1:1-es léptékű és ennek megfelelő részletettségű rajzai is, amelyeken a „Nagy” tanári szignó talán Nagy Virgilt jelöli. Prepeliczay magas színvonalú szerkezeti tanultságát jellemzik azok a kisebb mérnöki

9. ábra: Szerkezeti részletek a prágai székesegyház támívét és kötegpillérét ábrázoló rajzokról, keltezés: 1905 (forrás: Éptört. Rajzt. 105987, 105985)





10. ábra: Prepeliczay Albert völgyzárógát terve, negyedéves hallgatói rajz, keltezés: 1906 [forrás: Éptört. Rajzt. 100008]

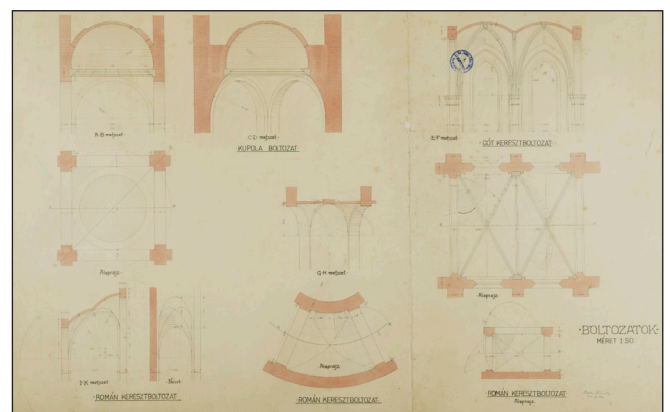
létesítmények terveit ábrázoló rajzai, amelyeket harmad- és negyedéves korában, 1905-1906-ban készített és csaknem minden korszerű tartószerkezeti rendszerből tartalmaznak egy-egy példát. Kaputerve vasszerkezetű. Völgyzáró gát tervében vegyes falazatú bukó-, rézsűburkolást és vasszerkezetű zsilipet tervezett, csatornakikötő tervében vasbetont, kamrazsilip tervében pedig kőszerkezeteket alkalmazott. (10. ábra)

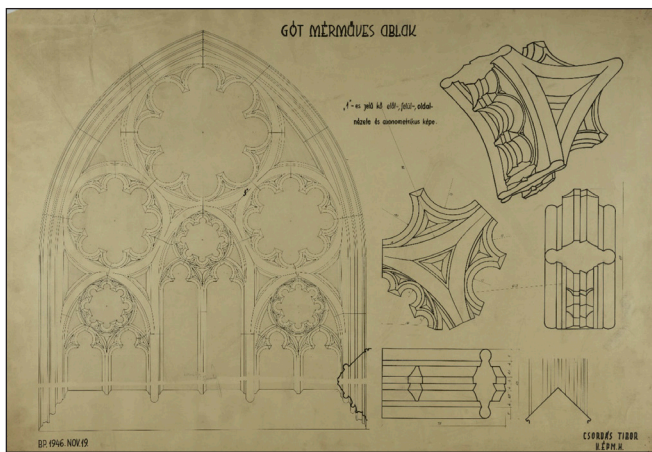
Schulek Frigyes 1915-ben Möller István váltotta fel a tanszékvezetői tisztségben. Möller a középkori építészet oktatását elődeihez hasonlóan felmérési és szakmai tapasztalataira, ezen kívül pedig szakirodalmi ismereteire, sőt saját kutatásaira építette. Ennek ellenére az ebből az időszakból fennmaradt építészettörténeti hallgatói rajzok már nem tükrözik a forma és a szerkezet olyan egységét, amely a korábbi időszakban volt tapasztalható. Ez leginkább az építészettörténet és a tervezés oktatásának elválására vezethető vissza, de korántsem jelenti azt, hogy a történeti témájú rajzok teljesen nélkülözni kezdték volna a szerkezeti ismereteket. Ifj. Möller István és Möller Károly kifejezetten szerkezeti gondolkodásról tanúskodó hallgatói rajzai átmenetet jelentenek a 19. századi hagyományok és a korszerű tervezéssel járó hangsúlyváltás között (Éptört. Rajzt. 102327-102328). Mindkét rajz boltozatokat ábrázol, és a „Kir. József Műegyetem I. Középitéstani Tanszéke” látta el pecsétjével. Jellegzetességük, hogy a boltozatokat nem építészeti kontextusukból kiragadva ábrázolták, mint például a korábban említett csúcsíves keresztboltozat vagy csehsüveg boltozat esetében, hanem különböző, középkorra jellemző alaprajzi rendszerben, mint például poligonális tér vagy szentély lefedése, négyzetes tér lefedése sarokátmeneteken nyugvó, nyolcszögre szerkesztett kolostorboltozattal, csegyeles kupola,

íves szentélykörüljáró lefedése román keresztboltozattal, gótikus tér lefedése emelt záródású csúcsíves keresztboltozattal. A térlefedéseket arányhelyes szerkezeti vastagsággal ábrázolták, Möller Károly pedig az erőtájakban részt vevő különböző anyagú elemeket is megkülönböztette. Ez a két rajz azért is rendkívül értékes, mert a példaként választott térlefedések kifejezetten bonyolultnak mondhatóak, például mindkét lapon a román keresztboltozatokat aszimmetrikus záradékmagasságú hevederekkel és süvegekkel szerkesztették meg. Ez összetett szerkezeti és geometriai ismeretekről és térlátásról tanúskodik. (11. ábra)

A boltozati rajzokhoz hasonlóan a korábbi szerkezeti beállítottságot tükrözik még ifj. Kismarthy-Lechner Jenő 1926-1927-ből származó hallgatói rajzai is (Éptört. Rajzt. 102235-102236).

11. ábra: Möller Károly hallgatói rajza középkori boltozatok szerkezeti kialakításáról, keltezés: s. a. [1916 körül] [forrás: Éptört. Rajzt. 102328]



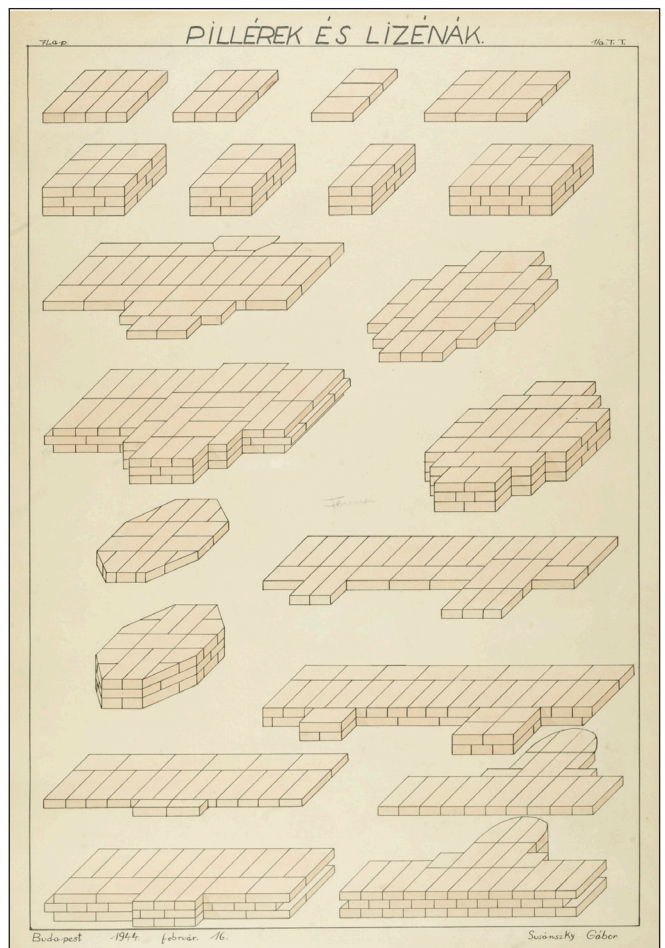


12. ábra: Csordás Tibor másodéves hallgató rajza mérműelemek szerkesztéséről, keltezés: 1946 (forrás: Éptört. Rajzt. 103322)

Elsőéves rajza a görög ion oszloprendről Prepeliczay 20 évvel korábbi, hasonló kompozíciójú rajzát idézi, míg középkori parkányokat ábrázoló rajzának a köelemek kirajzolása ad szerkezeti jelleget. Az 1910-1920-as évekből fennmaradt többi rajz inkább az építészettörténeti és a szerkezeti oktatás eltávolodásáról tanúskodnak. A mintalapok továbbra is a rajzfeladatok segédanyagaiként szolgáltak, másolásukból azonban már sematikusabb, kevésbé részletezett rajzok születtek (Éptört. Rajzt. 105980, 105982-105983, 105995). A későbbi évtizedekben már igazán elvélve találhatunk az építészettörténeti formák mögötti szerkezetekre fogékonyságot mutató rajzot. 1946-ból két másodéves hallgatói rajz maradt fenn, amelyek gótikus mérműves ablakok faragott köelemeit nagyobb léptékben, síkvetületekben és axonometriában rajzolták ki (Éptört. Rajzt. 103117, 103322). Egyiken a „József Nádor Műegyetem II. Építészettörténeti Tanszék” pecsétje látható. (12. ábra) Egyedülállóan tekinthető Susánszky Gábor rajza, amely pillérek és lizénák téglakiosztását ábrázolja 1944-ből (Éptört. Rajzt. 103133). (13. ábra)

4. KÖVETKEZTETÉSEK

A hallgatói rajzok, oktatási segédanyagok szerkezeti szempontú áttekintése nyomán megállapíthatjuk, hogy a tartószerkezeti tervezés és az építészeti formálás viszonya jelentősen megváltozott az építészoktatás 19. századi kezdeteihez képest. A legkorábbi dokumentumok megmutatták, hogy a historizmus tervezési kultúrája nem csak a történeti korok formai jegyeit, hanem azok tartószerkezeti és épületszerkezeti jellegét is integrálták. A statika és a vasbeton oktatásban való megjelenése összhangban állt az építészetben lezajló reformokkal. A századfordulón megjelenő új anyagok, szerkezeti rendszerek más tervezési módszertant kívántak. A speciális tartószerkezeti rendszereket leginkább az arra szakosodott mérnökök és kivitelezők ismerték, az építésznek pedig olyan ismeretei voltak, amik a terek megfelelő tervezéséhez, formálásához elengedhetetlenül szükségesek. A tartószerkezetekkel foglalkozó tantárgyak száma megnőtt, hiszen az ismeretek is bővültek. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a szerkezettervezés a 20. század elejétől kezdett volna nagyobb szerepet játszani az építészeti formálásban, a historizmusban betöltött szerepét meghaladva. A 19. századból fennmaradt hallgatói rajzok és mintalapok ugyanis megmutatják, hogy az oktatás – és az ahhoz kapcsolódó nyári felmérési gyakorlatok – kifejezetten elmélyült szerkezeti ismeretekkel alapozták meg a historizáló tervezést. Ahogyan például a vasbeton vagy az acél megjelenésével új tartószerkezeti rendszerek jelentek meg, amikben



13. ábra: Susánszky Gábor rajza pillérek és lizénák téglakiosztásáról, keltezés: 1944 (forrás: Éptört. Rajzt. 103133)

minden elemnek megvan a maga szerepe, úgy felvethető, hogy a historizáló építészet szintén ilyen rendszert alkotó eszköztárral dolgozott. Számos utólagos kutatás és szakirodalmi munka tette napjainkra közzismertté, hogy például a gótikus építészetben a támvégeknek és pilléreknek, boltozati elemeknek, fiatornyoknak, sőt még a karsú mérműveknek is megvan a maga tartószerkezeti szerepe. Ezeknek az elemeknek az együttműködése tehát egy tartószerkezeti rendszert határoz meg. Ahogyan manapság például az előregyártott vasbeton csarnok is meghatározott elemcsaláddal rendelkezik, az elemek összeépítése pedig szintén rendszersajátosság, úgy a gótikus építészetben is minden kőből faragott elemnek, azok kölcsönhatásának, erőjátékának megvan a maga szerepe. Ahogyan az előregyártott vasbeton csarnoknak is az anyag teherbírása, csomóponti összeépítések stb. miatt jellegzetes arányrendszere, esztétikai megjelenése van, ugyanígy a gótikus építészet formai jellegzetessége (stílusjegyei) sem öncélúak. A 19. század és a századelő mesterei, Steindl Imre, majd Schulek Frigyes, Möller István mind tanulóéveikben, mind pedig oktatóként komoly hangsúlyt fektettek a középkori építészet szerkezeti vonatkozásainak megismerésére, tanítására. Ennek leghatékonyabb módszere az eredeti épületek tanulmányozása, felmérése volt. Feltételezzük tehát, hogy a historizáló tervezés, a stílusban tervezés valójában szerkezeti rendszerben való gondolkodást jelentett, nem pedig a külső stílusjegyekkel való komponálást. Ez a feltételezés természetesen pontosítandó, hiszen a 19. században egészen más téri és funkcionális igények voltak, mint a történeti stílus saját korában. A historizmus mesterei mégis értő szemmel tekintettek a régi építészetre, és annak szerkezeti működését jól ismerve adaptálták korszerű igényeikre.

5. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány megjelenését a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal 112906-os számú (OTKA) pályázata támogatta.

6. IRODALOMJEGYZÉK

- Andai P. (1959), „A mérnöki alkotás története – a mélyépítés 5000 éve.”, Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- Batalka K. (2007), „A Királyi József Műegyetem Vezetőtestületi ülései napirendi pontjainak jegyzéke I. (1871-1907) Fejezetek a Műegyetem múltjából. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Levéltárának kiadványai 2.”, BME OMKK, Budapest
- Bourlet, C. (1902), „Cours de statique, comprenant les éléments de la statique graphique et du calcul des moments d'inertie”, Naud, Paris
- Csonka P., Deák Gy. (1982) „Adatok az Építész-mérnök-kari mechanika oktatás történetéhez”, *Műszaki Tudomány*, LXII. pp. 446-448.
- Csonka P. (1942) „Dr. Csonka Pál ny. r. tanár búcsúbeszéde Czákó Adolf ravatalánál.”, *M. kir. József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem 1941/42. tanévi Évkönyve*, Budapest
- Culmann, C. (1880), „Traité de statique graphique”, Dunod, Paris
- Czakó A. (1909), „Táblázatok vaszerkezetek méretezéséhez és súlyszámításához”, Franklin, Budapest
- Czakó A. (1913), „Téglafalazatok szilárdsága. Különlenyomat A budapesti építő mesterek, kőmíves-, és kőfaragó- és ács mesterek ipartestületének IX. Évkönyvéből.”, Stephaneum Nyomda, Budapest
- Czakó A. (1918), „Fejezetek az Alkalmazott-szilárdságtanból. Hajlított tartó. Inercianyomatékok tana. (Katonai szolgálatot teljesített építészhallgatók számára.) Kézirat gyanánt.” Czákó Adolf [előadása után], Műszaki Könyvkiadó és Sokszorosító Intézet sokszorosítása, Budapest
- Hausser, A. E. (1886), „Statique graphique appliquée traité élémentaire de résistance des matériaux”, Dunod, Paris
- Kherndl A. (Bernauer I., Tinkel R. szerk.) (1874?), „Graphostatika. Ngys. Kherndl Antal előadásai után.” József Műegyetem Segélyező Egylet, [Budapest]
- Kherndl A. (1883), „A statikailag határozatlan reakciójú csuklós tartók grafikai elemzése I.”, *A Magyar Mérnök és Építész Egylet közlönye* XVII. 6. pp. 248-270.
- Kherndl A. (1884), „A statikailag határozatlan reakciójú csuklós tartók grafikai elemzése II.”, *A Magyar Mérnök és Építész Egylet közlönye* XVIII. 2. pp. 65-79.
- Kherndl A. (1895), „A függőhidak többnyílású merevítő gerendáinak grafikai elméletéről”, *A Magyar Mérnök és Építész Egylet közlönye* XXIX. 1. pp. 9-15.
- Komor M. (1929), „Az építésztanárok hivatásáról”, *Tér és Forma* II. 3. pp. 92-98.
- Kotsis I. szerk. (1930), „A budapesti M. Kir. József Műegyetem építészhallgatóinak tervekiallítása 1930.”, *Kny. Technika* XI. 7.
- Lampl H., Sajó E. (1914), „A beton”, Budapest
- Lechner J., Warga L. szerk. (1904) „Építők zsebkönyve”, Singer és Wolfner kiadása, Budapest
- Maurer, M. (1882), „Statique graphique appliquée aux constructions”, Librairie Polytechnique Baudry, Paris - Liege
- Maurer, M. (1883), „Graphostatika”, Kilián Frigyes Kiadó, Budapest
- Mueller F. (1927-1928), „Az épületszerkezetek statikája I-VI. Vezérfonal Dr. Ing. Mueller Félix építész-tanár előadásaihoz”, Budapest

- „Publikationen des Vereines Wiener Bauhütte” Selbstverlag der „Wiener Bauhütte”, K. K. Akademie der Bild. Künste, Bécs 1862
- Redtenbacher, R. (1879), „Wie lernt und wie lehrt man die Baukunst?”, *Deutsche Bauzeitung* XIII. 39. pp. 197-199; 41. pp. 207-201; 43. pp. 217-220. (utánnomás: Johannes, R. szerk. (2009), „Entwerfen. Architektur- und Bauwesen in Europa von Vitruv bis Mitte des 20. Jahrhunderts – Geschichte Theorie Praxis”, Junius Verlag, Hamburg, pp. 526-543.)
- Ritter Á. (ford. Maurer, M.) (1879), „Műszaki mechanika”, Budapest
- Sobó J. (1898-1899), „Középitésstan. I-II.”, Országos Erdészeti Egyesület, Selmecbánya
- Steindl I. (1878), „Magyarországi Műemlékek. I. évfolyam”, Kiadja a Műemlékek Országos Bizottságának hozzájárultával a Budapesti M. K. József Műegyetem Építész Hallgatóinak Egyesülete Steindl Imre, ny. r. tanár vezetése alatt, Budapest

INFLUENCE OF STRUCTURAL TEACHING IN ARCHITECTURAL UNIVERSITY EDUCATION PREVIOUS TO 1945 IN VIEW OF DRAWING EXERCISES

Krisztina Fehér - Dr. habil István Sajtos - Dr. habil János Krähling

The education of load bearing structures of architects within the history of the Technical University has only become independent at the end of the 19th century. While initially, the subjects of *Graphostatics* and *Technical mechanics* have just had indirect impact on design, the introduction of *Iron and reinforced concrete structures* has already been in accordance with the new architectural tendencies, and later the unity of design, structural knowledge and construction has taken place. Several original drawings of the Plan Collection of the Department of History of Architecture and Monument Preservation represent the changing relation of architectural history, design and structural education through time. By the research of the collection, the architects of the Historicism seem to have interpreted Gothic style as a structural system besides an assortment of forms. From this aspect, Gothic system is similar to the reinforced concrete constructional systems of the 20th century of typical forms, proportions and internal logic.

Fehér Krisztina (1989) doktorjelölt, okl. építész-mérnök (2014), műeml. szak-mérnök. A BME Építészettörténeti és Műemléki Tanszékének tanársegédje. PhD kutatási témája: gótikus építészeti szerkezetek geometriája, középkori építészettörténet, történeti épületek felmérése Építészettörténeti és Műemléki Tanszék, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, H-1111, Műegyetem rkp. 3. K. II. 82. Budapest, feher.krisztina@eptort.bme.hu

Dr. habil. Sajtos István (1961) egyetemi docens, tanszékvezető; okl. építő-mérnök (1985), PhD, Dr. habil. Munkahelyek: 1985-90 Tervezésfejlesztési és Technikai Építészeti Intézet (TTI), 1990-95 Ybl Miklós Műszaki Főiskola, 1996- BME, Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék. Tagság: főb Magyar Tagozata, ACI (American Concrete Institute), MTA Köztudományi Intézet tagja. Tevékenység: vasbeton és falazott szerkezetű épületek tervezése. Érdeklődési terület: beton és vasbetonszerkezetek viselkedése, új méretezési elvek; héjszerkezetek viselkedése; új és történeti falazott szerkezetek tervezése és viselkedése; épületek tervezése földrengésre. Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, H-1111, Műegyetem rkp. 3. K. II. 61. Budapest, sajtos@sz.t.bme.hu

Dr. habil. Krähling János (1962) okl. építész-mérnök (1988), építészettörténet-szak, habilitált doktor, a BME Építészettörténeti és Műemléki Tanszékének egyetemi tanára. Kutatási területe: az újkor építészete és elmélete, történeti épületkutatás, magyar építészettörténet. Építészettörténeti és Műemléki Tanszék, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, H-1111, Műegyetem rkp. 3. K. II. 82. Budapest, kraehling@eptort.bme.hu