

A KÖZÉPKORI ÉPÍTÉSZET SZERKESZTÉSI MÓDSZEREI A HAZAI SZAKIRODALOM TÜKRÉBEN

FEHÉR KRISZTINA* – HALMOS BALÁZS**

*Tudományos segédmunkatárs. BME Építészettörténeti és Műemléki Tanszék. 1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3. K. II. 83. E-mail: fkristin66@gmail.com

**PhD, egyetemi adjunktus. BME Építészettörténeti és Műemléki Tanszék. 1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3. K. II. 83. Tel.: (+36-1) 463-2302. E-mail: halmos@eptort.bme.hu

A műemléki helyreállítások és az építészettörténeti kutatás komoly szakmai körültekintést, a téma több rész tudomány szempontjából történő vizsgálatát igényli. A tervezési és előkészítési folyamat nemcsak napjainkban, hanem a történeti korokban is az építészeti alkotás kulcskérdésének tekinthető, ezért ennek ismerete mind az építészettörténet, mind pedig a műemlékvédelmi tevékenység fontos adalékaként szolgál. Tanulmányunk a középkori épületek geometriai, arányossági rendszereinek, tervezési, szerkesztési módszereinek összefoglalására és kronologikus rendben történő bemutatására vállalkozik a hazai szakirodalom alapján.

Ennek a témának magyarországi kutatástörténete – a nemzetközi szakirodalommal összhangban – a 19. század közepére nyúlik vissza. Ez alatt a több mint másfél évszázad alatt az építészettörténeti kérdésekben releváns tudományok – építészet, művészettörténet, régészet, szobrászat – képviselői eltérő, de egytől egyig előremutató nézőpontokkal gazdagítva gyarapították ismereteinket a középkor tervezési, geometriai és arányossági elméletéről. E szerteágazó ismeretanyag összefoglalása és rendszerezése segít feltárni a még megválaszolatlan kérdéseket és világossá teszi a kutatás jövőbeli irányait. Tanulmányunk e tudománytörténeti hagyomány előtt tisztelegve gyűjti össze a középkori szerkesztőmódszerekről szóló kutatómunkákat nem kisebbitve a középkor más részterületeivel vagy akár egészével foglalkozó kutatások jelentőségét.

Kulcsszavak: középkor, geometria, arány, szerkesztés, tervezés, Villard de Honnecourt, Roriczer

Tanulmányunk a középkori építészet szerkesztési és méretmeghatározó módszereinek magyarországi kutatástörténetét tekinti át az 1850-es évekbeli kezdetektől napjainkig. Átfogóan szemlélve ezt a másfél évszázadot, megállapíthatjuk, hogy a téma irodalma egyre szempontgazdagabban és ezek szintézisével egyre komplexebben közelít a kérdéshez, ezért egyre árnyaltabb képet kapunk a középkori tervezési módszereiről. A szempontok gyarapodása egyre tágabb értelmezési síkra tereli az építést megelőző, előkészítő folyamat vizsgálatát, rámutatva arra, hogy a tervezéssel kapcsolatos elméleti kérdések a középkori építészet kutatásának csaknem minden rész tudományával összefüggésbe hozhatók. Kétségtelen azonban, hogy a módszertani változatossággal együtt megválaszolatlan kérdéseink száma is egyre nő. A 19. századi építészet gótizáló tendenciáinak megjelenésekor a kutatás még nélkülözte a körültekintő vizsgálati módszereket, pedig a középkori tervezéssel kapcsolatos hipotézisek ekkor egyben az alkotó építészet elméleti háttérét is jelentették. Ez a probléma hívta

életre a középkor építészetének tudományos igényű kutatását.¹ Mára a téma aktualitása a tervezői praxis szempontjából jelentősen csökkent, hasznosítása leginkább a műemlékvédelemre és a helyreállítási munkák megalapozására korlátozódik. Kutatástörténeti összefoglalónk azonban nemcsak az épületkutatásoknál elengedhetetlen hasznosságára hívja fel a figyelmet, hanem arra is, hogy ismeretével közelebb juthatunk a középkori építőkéltúra és gondolkodásmód megértéséhez.

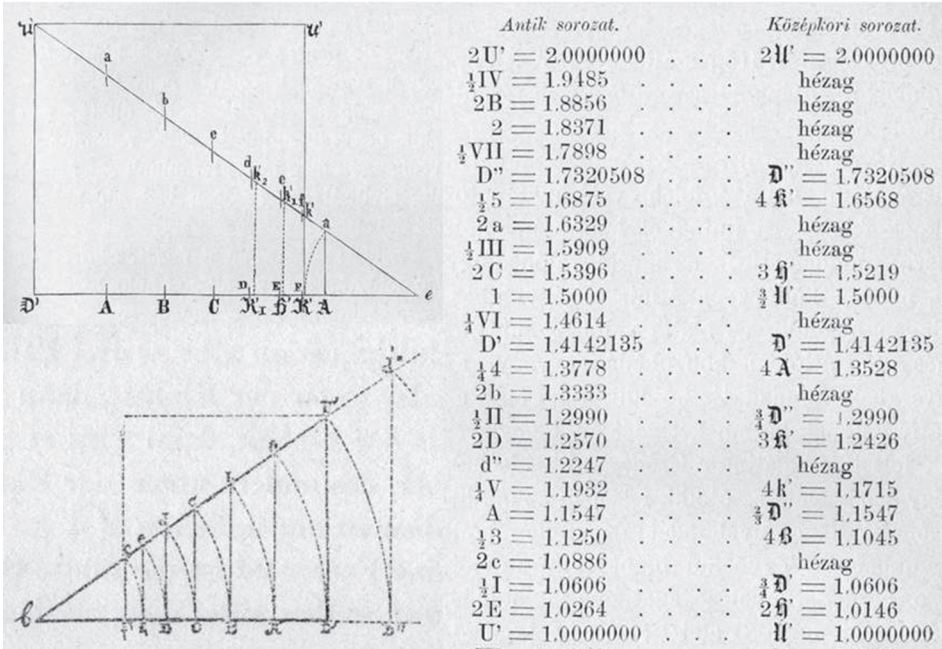
KUTATÁSTÖRTÉNETI ÖSSZEFOGLALÓ

Tanulmányunkban megkíséreljük összefoglalni azoknak a magyar kutatóknak a munkásságát, akiknek művei a téma hazai szakirodalmát meghatározzák. Bár összefoglalónkban törekszünk a teljességre, e tanulmány keretében nincs lehetőség valamennyi olyan tudományos kutatás bemutatására, mely egy-egy középkori építészeti emlék szerkesztési vagy méretezési módszerét és geometriai formáinak elemzését érintette. Figyelmünket elsősorban azokra a munkákra fordítottuk, melyek az alkalmazott eljárások elméleti háttérével is foglalkoztak, eredményeiket tágabb építészettörténeti összefüggések feltárására igyekeztek felhasználni, vagy akár egyfajta középkori tervezélméleti szerkesztőrendszer felvázolására tettek kísérletet.

A hazai kutatók közül a témában az első és rendszerében legteljesebb hipotézist *Henszlmann Imre* (1813–1888) állította fel, amely azonban vitathatósága miatt csekély visszhangra talált. Henszlmann nevét műemlékfeltárásai és helyreállításai kapcsán ismerjük, kevésbé köztudott, hogy szinte egész életművét történeti építészeti arányelmélete igazolásának szentelte, és számára még a helyreállítások is ennek bizonyítását szolgálták.² Részletesen kidolgozott elméletének alapja a köbháromszög volt, rendszere a kocka oldalának, lapátlójának és testátlójának egymáshoz viszonyított arányára épült ($1:\sqrt{2}:\sqrt{3}$). Az ezek felhasználásával képzett számsorozat elemeiben vélte felfedezni az építészeti tervezés aránybeli összefüggéseit az ókortól a középkor végéig. A köbháromszög egységnyi hosszúságú rövidebbik befogóját *unitas*-nak (U) nevezte el. Ebből a háromszögből hasonló háromszögeket képzett, majd ezek oldalhosszúságaiból számsorozatot alkotott. Ez jelentette rendszerének alapját. Antik templomok esetében a cella, középkoriak esetében a főhajó szélességét (oszloptengely-távolság) tekintette a méretrend kiindulásának, az *unitas*-nak, amellyel az egész alap számsorozatot beszorozta. Az épületek összes méretét az így kapott egyedi rendszer elemeivel azonosította, még akkor is, ha ez csak több tizedesjegynyi pontatlanság árán sikerült. Henszlmann hasonló, de az alap köbháromszögben eltérő rendszert dolgozott ki az antik és a középkori épületek arányaira vonatkozóan, ekképpen a két korszak tervezési módszereinek folytonosságát feltételezte (*I. ábra*).

¹ Zádor 1969. 210–214.

² Möller István kéziratoss jegyzeteiben rögzítette, mennyire elvakultan ragaszkodott Henszlmann a *systema* védelméhez, amelyről halálos ágyán is megemlékezett. Forster Gyula Nemzeti Örökségvédelmi és Vagyongazdálkodási Központ Kézirattára (a továbbiakban Forster Irrattár) K133/2.



1. ábra. Henszlmann Imre antik és középkori arányelméletének köbháromszög-sorozata illetve számsorozata (forrás: Henszlmann 1880. 5–7.)

Műveiben az emlékek régészeti és történeti leírása mellett minden esetben külön fejezetet szentelt annak, hogy azokat elméletébe beillessze.³ Möller István visszaemlékezései szerint erősebben törekedett az épületek segítségével elméletének igazolására, mint elméletének felhasználására az épületek elemzéséhez.⁴ Henszlmann számára a középkorra vonatkozó arányozási rendszer valóságos építészeti elmélet volt,⁵ ugyanis több alkalommal javasolta a helyreállítandó műemlékek átalakítását, hogy sorozatába jobban illeszkedjenek.⁶ Henszlmann eredményeit már kortársai is fenntartásokkal fogadták. Elsősorban azt észrevételezték, hogy a sorozat elemei között

³Henszlmann 1863, 1864, 1866a, 1866b, 1870, 1873, 1876, 1878, 1880.

⁴Möller István kéziratos jegyzeteiben emlékezett rá, hogy Henszlmann a műemlékeket már nem is művészi és történeti értékük alapján ítélte meg, hanem, hogy alkalmasak-e elméletének igazolására. Forster Irrattár K133/2.

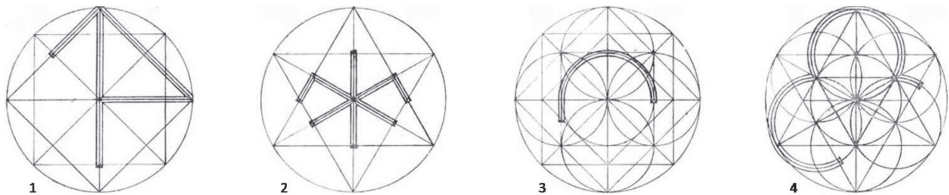
⁵A 19. század közepén Európa-szerte elterjedt a középkori építészeti *títká* elméleti kutatása. A 18. századi – főleg Angliában jelentős – preromanika ugyanis a gótika képi (pittoreszk) világát ragadta meg, amelynek eredményével a közönség és az építészek egyre kevésbé voltak elégedettek. A kutatók és a lelkes amatőrök a középkori épületek arányainak megtalálásában látták a gótizálás tökéletesítésének módját, amellyel összefüggésben nagyszabású műemlékfelmérési mozgalmak indultak. Zádor 1966. 210–214; Levárdy 1969. 197.

⁶Ilyen volt például a bélapátfalvai ciszterci apátság – meg nem valósult – helyreállítási terve. Henszlmann 1866a 77; Gergelyffy 1958. 208–210. Továbbá Möllernek a vajdahunyadi vár helyreállítása kapcsán a középkori terek belmagasságának módosítását javasolta. Forster Irrattár K133/2.

olyan csekély különbségek vannak, hogy abba bármilyen adat beilleszthető,⁷ továbbá azt, hogy az elmélet nem veszi figyelembe a középkori építészet idő- és térbeli eltéréseit, stílusrétegeit, műhelysajátosságait.⁸ Bár elmélete zsákutcának bizonyult, Henszlmann – még ha túl bonyolult úton is – olyan összefüggésekre jött rá, amelyekre később más kutatók középkori források alapján eljutottak, ilyen például az $1:\sqrt{2}$, $1:\sqrt{3}$ arány gyakori előfordulása vagy az épület méreteinek és arányainak kevésbé aritmetikai, mint inkább grafikus meghatározása.⁹

Henszlmann kortársa, *Myskovszky Viktor* (1838–1909) a bártfai Szent Egyed-templom szentségházának arányait vizsgálva az aranymetszés középkori alkalmazásának bizonyítékát kereste. Kimutatta, hogy a szentségház magassági osztópontjait az aranymetszés arányával jelölték ki. Tudomásunk szerint munkáját ebben a témában nem folytatta, ami talán annak köszönhető, hogy cikkére Henszlmann rögtön utóirattal válaszolt, amelyben az aranymetszés helyett saját elméletének működését hangsúlyozta.¹⁰ Myskovszky mindazonáltal arra hívta fel a figyelmet, hogy az aranymetszés nemcsak a teljes gótikus épületek, hanem a kisebb épületrészek és a legapróbb részletek (tornyok, ablakok, nyíláshevederek stb.) tervezésének is meghatározó szerkesztőmódszere lehetett.¹¹

Fröde Vilmos (1847–1920) építész, a kassai Szent Erzsébet-dóm és más felvidéki emlékek restaurátora a magyar szakirodalomban először méltatta Franz Ržiha kőfaragójel-elméletét, amely szerint a mesterjegyek geometrikus alapdomái a négy fő német építőpáholy szerkesztési anyakulcsát követték. Ržiha szerint a strasbourgi páholy anyakulcsa a négyzet (quadratura), a kölni páholyé a háromszög (triangulá-



2. ábra. Kőfaragójelek a négy fő szerkesztési kulcs szerint: 1. Strasbourg, 2. Köln, 3. Bécs, 4. Bern–Prága (forrás: Fröde 1900. 424.)

⁷Henszlmann 1880. 9. Mindazonáltal Henszlmann elmélete pozitív visszhangra talált, amikor 1852-ben Londonban először mutatta be eredményeit (Zádor 1966. 218–227, függelék), később pedig 1860-ban Párizsban publikálta az ókorra vonatkozó elméletet. Henszlmann 1860. Viollet le Duc – habár nem minden részletében tartotta elfogadhatónak – szintén üdvözölte a mű megjelenését. Forster Irattár K133; Max Hasak: *Die romanische und die gotische Baukunst*. Stuttgart 1902. 211 alapján.

⁸Forster Irattár K133.

⁹Henszlmann a középkori tervezést nem a számsorozat, hanem annak szerkesztett változata, a köbháromszög-ábra alkalmazásával képzelte el. Henszlmann 1864. 46.

¹⁰Myskovszky 1878. 108–111, utóirat.

¹¹Myskovszky 1878. 107. Az aranymetszésnek a gótikában általános érvényű használatát a bártfai szentségház részletes vizsgálatán és a sedleci monstancia említésén kívül más példákkal nem támasztotta alá.

ció), a bécsi négykaréjos (Vierpas), Berné pedig háromkaréjos (Dreipas) volt¹² (2. ábra). Fröde helyreállítási munkája során gyűjtötte össze a felvidéki kőfaragójeleket, amelyekben a páholyok anyakulcsait kereste, hogy ez alapján műhelykapcsolatokat állapítson meg.¹³ A Ržiha által meghatározott négy fő kulcs mellé egy ötödiket is bevezetett, amely a háromszög és a négyzet keverékéből állt, ezzel azonban nem oldotta fel Ržiha elméletének ellentmondásait, az ugyanis legtöbbször összeegyeztethetetlen a morfológiai és történeti megalapozottságú műhelykapcsolatokkal, a kőfaragójelek területi eloszlása pedig nem követi meggyőzően a négy anyakulcsnak megfelelő csoportosítást.¹⁴

Möller István (1860–1934) ugyan nem publikálta a témában elért eredményeit, de a BME Építészettörténeti és Műemléki Tanszék rajztárában és a Forster Gyula Nemzeti Örökségvédelmi és Vagyongazdálkodási Központ Kézirattárában őrzött hagyatéka alapján méltán sorolhatjuk a téma jelentős kutatói közé. Kéziratos visszaemlékezései alapján már 1888-tól érdeklődhetett a téma iránt, amikor a Műemlékek Országos Bizottságánál Henszmann mellett dolgozva megismerhette annak elméletét, és felismerte hibáit. Ez is inspirálhatta, hogy a geometriai szempontú elemzés műemlék-helyreállító munkáinak fontos kérdésévé vált.¹⁵ A BME Építészettörténeti és Műemléki Tanszék rajztárában nagy mennyiségű sablon és szerkesztési kísérlet található a gyulafehérvári székesegyház¹⁶ és a kolozsvári ferences templom profiljairól.¹⁷ Miután a világháború kitörésével legfontosabb műemléki helyreállítási félbeszakadtak, és ezeket a trianoni békeszerződés után elcsatolt területeken – így Gyulafehérváron és Kolozsváron – később nem folytathatta, érdeklődése mindinkább az összegyűjtött adatok elemzése felé fordulhatott. 1928 körül állíthatta össze azt a kéziratot, melyre a középkori mesterek által alkalmazott arányrendszerekről és szerkesztésekről alkotott elméletének összegzéseként tekinthetünk.¹⁸ Az emlékek vizsgálatában alaposág és körültekintés, a hipotézisek felállításában óvatosság jellemezte: a profilokról minden esetben sablonmintát, lenyomatot vett, majd a profilok metszetén szerkesztési módszerekkel (háromszöges és négyszöges hálókcal, érintőkörös szerkesztésekkel, körzős átforgatásokkal stb.) kísérletezett, míg többszöri próbálkozás után megelégedett a hipotézissel (3. ábra). A szerkesztésekhez bizonyítottan felhasználta Matthes Roriczer késő gótikus mintakönyveit,¹⁹ de ezenkívül más

¹² Franz Ržiha: *Studien über Steinmetzzeichen*. Bécs 1883. Fröde szerint a háromkaréjos kulccsal szerkeszthető kőfaragójelek a prágai páholyhoz is nagy számban köthetők. Fröde 1900. 422.

¹³ Fröde 1900.

¹⁴ Bővebben Csemegei 1936. 17.

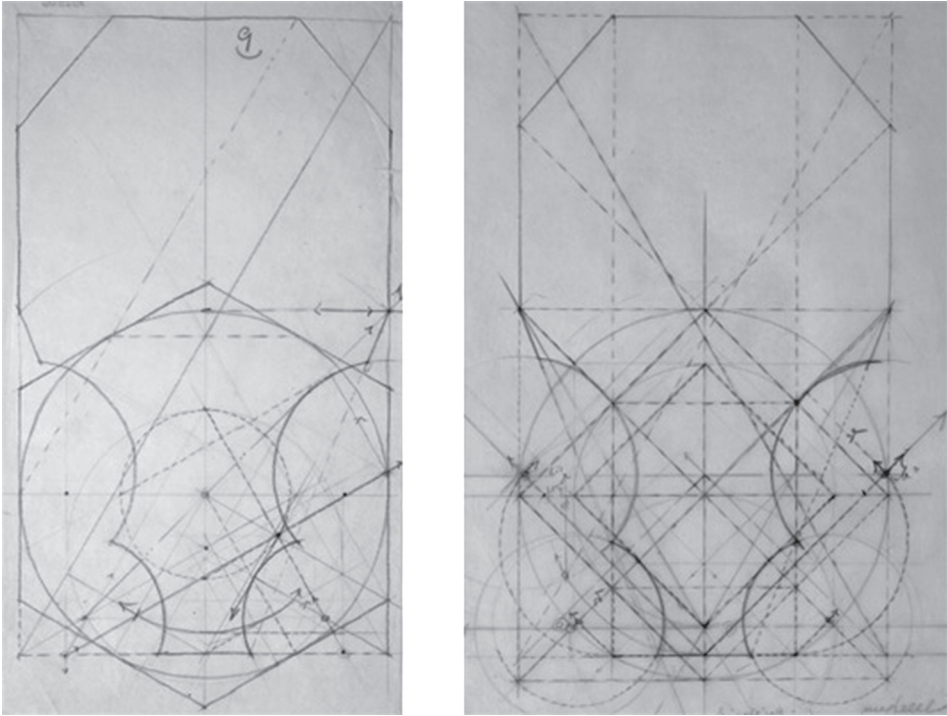
¹⁵ Kérdéses, hogy Möller az eredeti középkori szerkesztési módszereket kutatta, vagy csupán egzakot, követendő szerkesztési útmutatót kívánt-e a helyreállítási munkákat kivitelező kőfaragók rendelkezésére bocsátani. A lehetőségek közül az előbbi valószínű, mivel a BME Építészettörténeti és Műemléki Tanszék rajztárában (a továbbiakban BME Éptört Rajztár) rajzain (sablonok, profilszerkesztések) az 1916-os dátum szerepel, amikor mind a kolozsvári, mind pedig a gyulafehérvári munkálatok a végükhöz közeledtek.

¹⁶ BME Éptört Rajztár 102621–102803.

¹⁷ BME Éptört Rajztár 102439–102543.

¹⁸ Forster Irattár K133.

¹⁹ BME Éptört Rajztár 102478; 102482.



3. ábra. Möller István profilszerkesztései, 1916 (Kolozsvár, ferences templom)
(forrás: BME Éptört Rajztár 102506, 102508)

egykorú forrásokot is tanulmányozott, például a milánói dóm építészeti vitájának évkönyvét, továbbá jegyzeteiben a 19. századi szerzőket és eredményeiket is áttekintette.²⁰ Sajnálatos, hogy Möller István gondolatai nem kerültek a köztudatba, hiszen mérnöki szemlélettel elsőként ismerte fel a geometria tervezéstechnikai értékét. A szerkesztések háttérében szerkezeti és esztétikai megfontolásokat feltételezett, és felismerte, hogy ezek helytől, időtől, mestertől, iskolázottságtól függően változtak.²¹

Jeles művészettörténészünk, *Gerevich Tibor* (1882–1954) a 20. század elején egyik korai tanulmányában foglalkozott a középkori építészet geometriai kérdéseivel, amelyben Möllerhez hasonlóan bírálta a henszlmanni elmélet tévedéseit.²² Gerevich új – műtörténeti – szempontként az építészet iparszervezetével hozta összefüggésbe a középkori szerkesztőmódszereket. Összefoglalta a témában addig elért eredményeket, és első ízben rendszerezte Európa középkori építészetét a geometriai sajátosságok alapján. Elmélete szerint a német gótikát – amelyre az építőpáholyok voltak jellemzőek – az arányszámok halmozása és a geometria túlzottan

²⁰Forster Irattár K133/2.

²¹Forster Irattár K133/2.

²²Gerevich 1910.

bonyolult alkalmazása határozta meg. Ezzel szemben a francia, itáliai és magyar építészetben – amelyekre a céhrendszer volt jellemző – az arányokat és szerkesztéseket mértékkel használták, ami változatosabb formákat eredményezett.²³ Habár eredményei vitathatóak, Gerevich az építész szakma középkori szervezetének elemzésével új irányt nyitott a magyar kutatástörténetben, amely később többeket ösztönzött arra, hogy komplex módon vizsgálják a témát.

Horváth Henrik (1888–1941) művészettörténész Gerevichhez hasonlóan több szempontból közelítette meg a szerkesztésmódok kutatását. Ahogy Frőde Vilmos, úgy ő is elsősorban a kőfaragójelekkel foglalkozott Buda középkori építészetének tanulmányozása során, eredményei azonban nem csak e téren értékesek. Ismertette a páholyok működését, a trianguláció magyarországi példáit, a kőfaragójeleknek pedig – a rzhai elmélet bemutatása mellett – történeti és szimbolikus jelentőségét is kiemelte.²⁴ Horváth munkája leginkább azért jelentett előrelépést, mert Möllerhez hasonlóan felismerte a geometriai formák építészeti tervezésben játszott szerepét. A 19. századi kutatók legfőbb tévedésének azt tartotta, hogy helytelenül saját koruk matematikai és geometriai ismereteit használták ahelyett, hogy a középkori ember fejével gondolkodtak volna.²⁵ A műtörténeti szemléletnek megfelelően kutatásait elméleti úton, középkori esztétikai művek és más egykorú források – tervek, műhelyrajzok, a milánói dóm vitájának jegyzőkönyve, Villard de Honnecourt vázlatkönyve stb. – elemzésével is megalapozta. Horváth a szerkesztési módszerekben a középkor szellemiségét vélte felfedezni: a szabályok nem akadályozták a középkori mestereket művészi szabadságuk és kreatív alkotóképességük kibontakoztatásában, hanem megfelelő keretet és eszközöket biztosítottak hozzá.²⁶

Csemegi József (1909–1963) a 20. század derekán jelentős munkásságával tudatosította a magyar kutatókban és műemlékekkel foglalkozó szakemberekben a középkori szerkesztések ismeretének fontosságát. Möller tanítványaként gondolkodásmódjában, munkamódszerének szisztematikusságában és pontosságra való törekvésében találhatjuk meg a mestere által elkezdett, de be nem fejezett munka folytatását. Komplex látásmóddal, minden addiginál több szempontból – így az iparszervezet, a társadalmi folyamatok összefüggésében és az egykorú források tükrében – vizsgálta a témát. Mérnök-építészeti szemlélettel tudatosan elemezte a szerkesztési módszereket, mint a tervezés eszközeit, és ezek ismeretét fel is használta helyreállítási, épületkutatási munkái során.²⁷ A fennmaradt csekély mennyiségű forrás (tervrajz, mintakönyv, vázlatkönyv, vers stb.) ismertetése mellett elsőként publikált kutatástörténeti áttekintést a 19. századi szerzőktől kezdődően, továbbá példákkal illusztrálva ismertette a tervezéstechnikai módszerek alakulásának középkori történetét.²⁸ Munkássága nem érintette az egyetemes vagy a magyar középkori épületállomány

²³ Gerevich 1910. 59–60, 72–73.

²⁴ Horváth 1935.

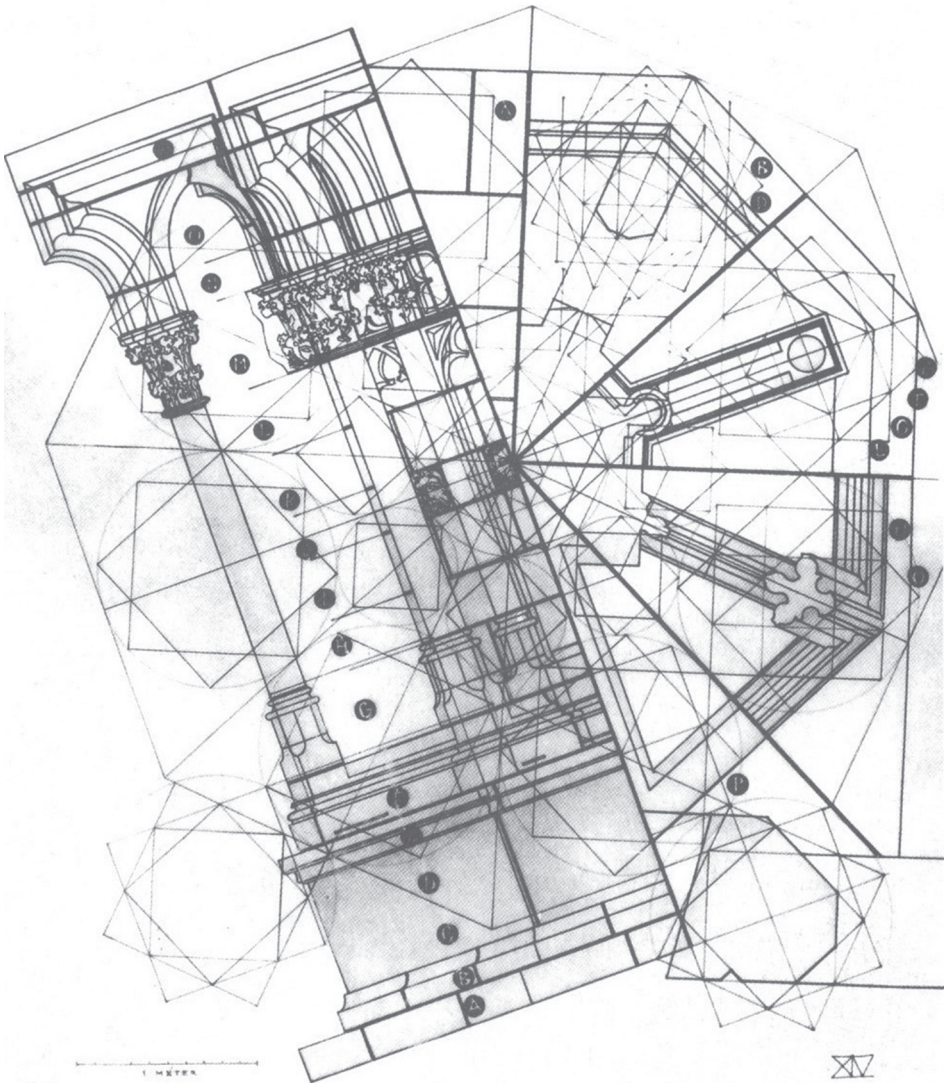
²⁵ Horváth 1935. 69.

²⁶ Horváth 1935. 25.

²⁷ Csemegi 1935, 1941.

²⁸ Csemegi 1936, 1953.

egészét, a részterületek elemzését azonban olyan körültekintéssel végezte, hogy eredményei a szakirodalom kiemelkedően fontos állomásának tekinthetők. A szerkesztési módszerek és a geometria elemzésével meghatározta a késő gótikus szentélykörüljárós csarnoktemplomok fejlődéstörténetét, melyben Hans Stethaimer



4. ábra. Szakál Ernő terve a visegrádi Anjou-kori kútház rekonstrukciójára, 1964
(forrás: Szakál 2007. 118.)

építészeti egyéniségének megnyilvánulását is kiemelte.²⁹ Hasonlóan átfogó tanulmányban foglalkozott Közép-Európa román kori centrális templomaival is, amelyben a geometriai formák szimbolikus jelentésére hívta fel a figyelmet.³⁰

Várnai Dezső (1910–1975) az esztergomi királyi palota kutatása kapcsán az épületek és a kőfaragójelek geometriai sajátosságait vizsgálta. Munkássága inkább a geometriai alapokon álló műhelykapcsolat-rendszer felállításának kísérlete miatt tanulságos. A rízhai mesterjegy-elméletből kiindulva – de azt sajátosan kezelve – mintegy 178 összegyűjtött kőfaragójel alapján állapította meg az építkezések periódusait.³¹ A megszkott trianguláción és quadraturán alapuló főpáholycsoportok helyett Várnai leginkább háromszöges (ill. hatszög, hatágú csillag) és ötszöges (ill. ötágú csillag) hálókat vélt felfedezni a kőfaragójelek és az épületek geometriájában. Az ötszög feltételezésével egy, a szakirodalomban és a középkori gyakorlatban is igen ritkán előforduló síkidom használatának vizsgálatát nyitotta meg a kutatás történetében. Várnai szerkesztéseinek helyessége – precizitásuk ellenére, vagy éppen túlzott precizitásuk miatt – első látásra is megkérdőjelezhető. A kőfaragójelek formáját igen bonyolult eljárásokkal igyekezett igazolni, nem véve tudomást arról, hogy maguknak a jeleknek a faragását a mesterek aligha végezték hasonló alaposással. A láthatóan szabálytalan jelek gyakran egyáltalán nem is illeszkednek a rájuk feszített hálókra.³² Várnai Dezső áldozatos munkája leginkább arra mutat rá, hogy a kőfaragójelek geometriai szerkesztettségét nem érdemes túlértékelni, és ezek téves eredményekre vezethetnek a páholy-és mesterkapcsolatok megállapításakor.

Szakál Ernő (1913–2002) kőszobrász-restaurátorként rekonstrukciós munkái (visegrádi Anjou-kori kútház, Mátyás oroszlanos kútja, siklósi vár zárterkélye stb.)³³ során fedezte fel a szerkesztések és geometria elengedhetetlen fontosságát és szépségét a középkori művészetben (4. ábra). Alkotó mesteremberként talán ő állt legközelebb a középkori kőfaragók gondolkodásmódjának megértéséhez, hiszen munkájában a tervezés (szerkesztés) és a kivitelezés elválaszthatatlanul összefonódott, ahogyan a középkorban is. Egykorú források – a Sankt Gallen-i kolostorterv, a Cesare Cesariano által közölt milánói dómalaprajz – ismeretével megcáfolta a kőfaragójel-elméletben gyökerező elterjedt nézetet, hogy a geometriai alapidom (trianguláció vagy quadratura) kizárólagosan egy-egy páholyra utal. Szerinte a középkori mesterek különböző szerkesztésmódokat egyaránt használták az építészeti feladatnak megfelelően.³⁴ Szakál meglátásai nem a tervezéstechnika kronológiájában vagy konkrét épületszempontok elemzésében, hanem az általános, de alapvető és elengedhetetlenül fontos jellemzők összefoglalásában hoztak értékes újdonságokat: a szerkesztésmódszereket – legyenek egyszerűek vagy bonyolultak – nem kötelező érvényű szabályokként kell értelmeznünk, hanem eszközökként, amelyek korántsem gátol-

²⁹ Csemegi 1937.

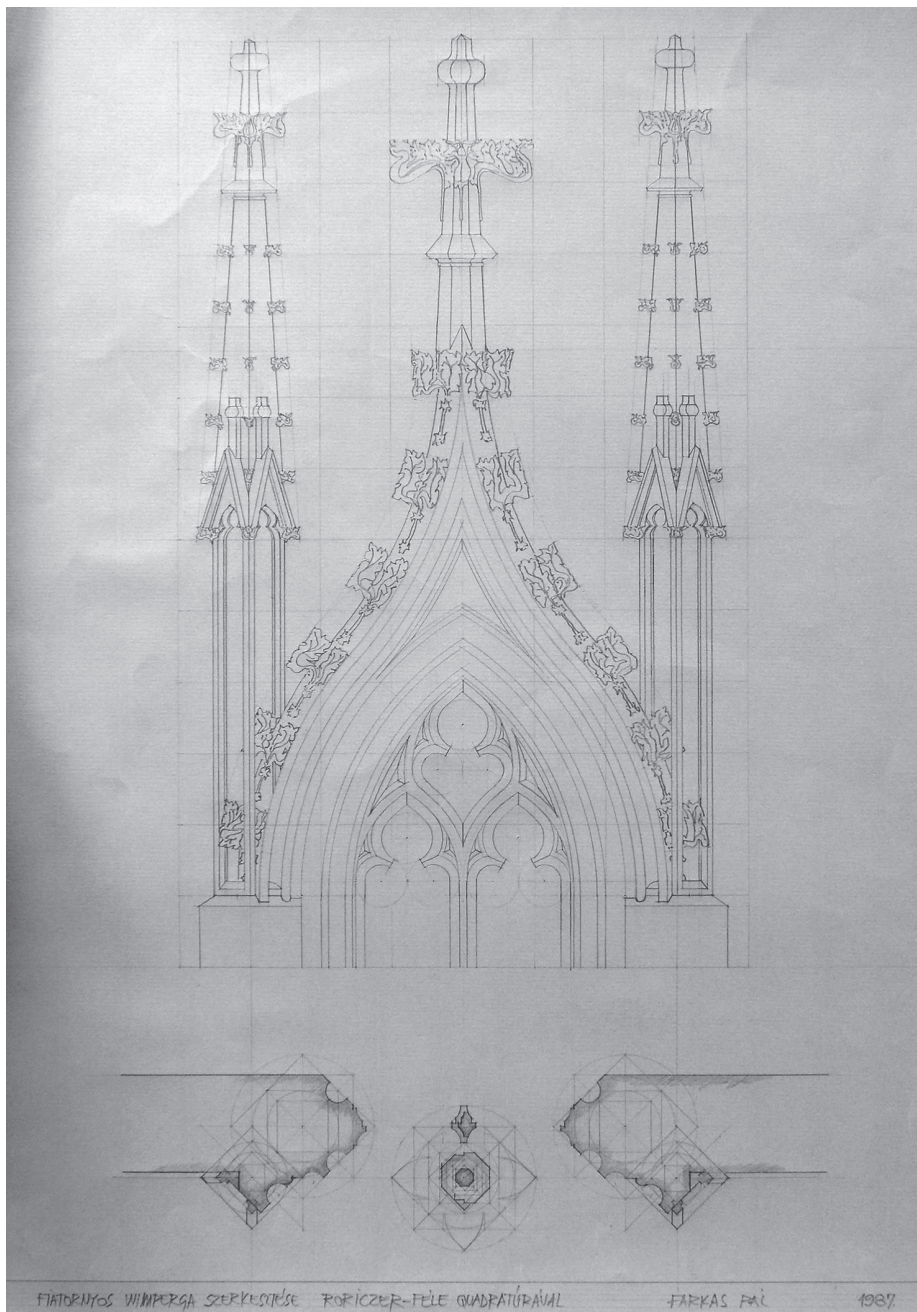
³⁰ Csemegi 1960.

³¹ Várnai 1974.

³² Várnai 1974. 88–96.

³³ Helyreállítási munkáinak jegyzékét lásd Szakál 2007. 130.

³⁴ Szakál 1978. 98.



5. ábra. Wimpergaszerkesztés Roriczer műhelykönyve szerint, szakmérnöki rajzfeladat, 1987
(forrás: BME Éptört Rajztár 100022)

ják, hanem inkább szabadjára engedik a művészi alkotás folyamatát. Szakál munkássága tehát azért fontos a kutatástörténetben, mert az addig képviselt művészetelméleti és mérnök-építészeti szemléletet a kőszobrász-mester sajátos gondolkodásával egészítette ki.³⁵

Sódor Alajos (1920–2008) kutatásaira – Csemegihez hasonlóan – igényesség, körültekintés és komplex látásmód volt jellemző. Meghatározta az építési folyamatot előkészítő módszerek teljes középkorra vonatkozó történetét, a legfontosabb egykorú forrásmunkák – Villard de Honnecourt, Matthes Roriczer, Hans Schmuttermayer – elemzésével pedig hiánypótló munkát végzett el.³⁶ Kandidátusi értekezésében elméleti úton, az építészeti forrásmunkák mellett a középkori esztétika és filozófia szempontjából is értelmezte a témát.³⁷ A középkort három fő szakaszra osztotta, amelyekhez példaértékű műveket határozott meg: az antiktól kezdve a romanika végéig Cluny III templomát; az érett gótikában Villard de Honnecourt vázlatkönyvét; a késő gótikában pedig, amikor a reneszánsz hajnalán a páholszervezetek felbomlása az ott felhalmozott tudás elveszésével fenyegetett, a német mintakönyveket.³⁸ A középkori szerzők mellett nagy jelentőséget tulajdonított Vitruviusnak és az antik hagyományok továbbélésének a középkori tervező tevékenységben. Sódor kutatási eredményei mellett igen jelentős, hogy a BME Építészettörténeti és Elméleti Intézet Műemlékvédelmi Szakmérnöki Képzésének keretei között a középkori tervezési módszerek ismertetését az oktatásba illesztette³⁹ (5. ábra). Ezzel a szakma szélesebb körében tudatosulhatott, hogy a helyreállítási tevékenység és az épületkutatás elengedhetetlen részterületéről van szó.

Czagány István (1926–1988) Sódor tanítványaként (6. ábra) a középkori szerkesztéseket – tervezési módszerként értelmezve – a budavári emlékanyag csoportosítására, periodizálására használta. Először a budavári ülőfülkék alaktani tipológiáját egészítette ki geometriai megfigyelésekkel,⁴⁰ utóbb pedig az egész középkori Budavár anyagát vizsgálta.⁴¹ Hangsúlyozta, hogy a szerkesztések elemzése, rekonstruálása fontos munkamódszere kell, hogy legyen az épületek kutatásának és a helyreállítások előkészítésének. Felismerte, hogy a téma tudományággá nőtte ki magát, és szorgalmazta a mintegy 120 éves kutatás módszertani történetének megírását. Habár célkitűzései helyesek voltak, eredményei csak részben tekinthetők elfogadhatónak. Czagány elsődleges forrása a budai emlékanyagról saját felmérése volt (alaprajzok, épületrészek, profilrajzok), amelynek elsősorban morfológiai elemzését végezte el, ettől azonban szerkesztéstechnikai tipológiájának felállításakor érezhetően nem tudta függetleníteni magát. Eredményei leginkább azért kérdőjelezhetők meg,

³⁵ Szakál 2007; Császár 2001.

³⁶ Sódor 1978b, 1981, 1982.

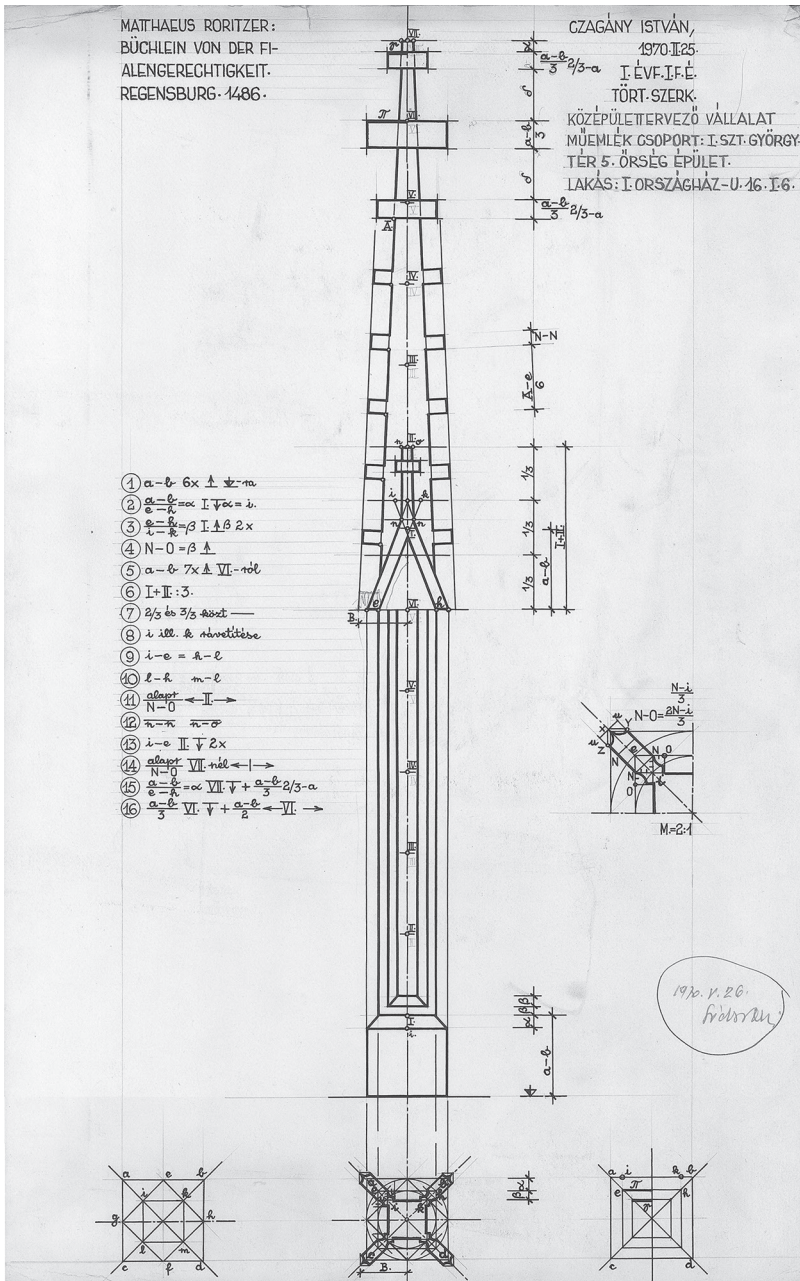
³⁷ Sódor 1974.

³⁸ Sódor 1978a.

³⁹ A BME Építészettörténeti és Műemléki Tanszékének Műemlékvédelmi Szakmérnöki Képzésén jelenleg is tananyag.

⁴⁰ Czagány 1978.

⁴¹ Czagány 1985.



6. ábra. Fiatoronyszerkesztés Roriczer műhelykönyve szerint, Czagány István szakmérnöki rajzfeladata, 1970 (forrás: BME Éptört Rajztár 103265)

mert szerkesztési hipotézisei láthatóan nem egy-egy rajz előállításának kizárólagos lehetőségét adják meg, mégis messzemenő műhelykapcsolati következtetéseket vont le belőlük.⁴² Ennek ellenére a szerkesztési módszerek időbeli változásáról alkotott nézetei – minél bonyolultabb a szerkesztés, annál később készült, illetve a 30–45–60°-os szerkesztővonalak időbeli sorrendje – figyelemre méltók és megfontolásra érdemesek.

Sedlmayr János (1932–2004) műemlékfelújító munkái során minden bizonnyal gyakran szembesült a középkori szerkesztések, tervezési módszerek problémájával. Szakirodalmi munkásságában ennek nyomát leginkább a soproni Szent Mihály-templom két mérműves ablaka kapcsán láthatjuk.⁴³ Ismertette a mérműves ablakon gyakran alkalmazott érintőkörös szerkesztések jellegzetességeit és az ötszög szerkesztésének Hans Hammer által javasolt módját. Sedlmayr tanulmánya fontos része a kutatástörténetnek, későbbi munkássága azonban a mérművek tipológiáját és kronológiáját inkább alaktani szempontból tartalmazta.

Sztanekné Apai Gabriella, Sódor Alajos szakmérnök-tanítványa doktori disszertációjában Magyarország késő gótikus kápolnáinak történeti vizsgálatán kívül a geometriai szerkesztéseket is elemezte. Apai kérdésfelvetése indokolt: az emlékeken Lorenz Lachernél és más középkori forrásokban lévő szentély- és profilszerkesztési szabályok középkori használatát próbálta bebizonyítani. Sajnálatos módon a vizsgált emlékek mintavétele megkérdőjelezi az eredmények általános érvényűségét, amit maga a szerző is elismert.⁴⁴ Apai disszertációja leginkább azért jelentős, mert összefoglalta egy konkrét középkori tervezési problémakörrel, a szentélyszerkesztéssel kapcsolatos egykorú feljegyzéseket.⁴⁵ Ezeknek a módszereknek a pontos alkalmazását nem tudta a vizsgált emléktanyagban teljes körűen kimutatni, a quadratura használatát azonban minden alaprajz és profil esetében következetesen bizonyította. Eredményei Szakál Ernő azon meglátásait támasztják alá, hogy a középkori szerkesztések nem szabályok, hanem lehetőségek, eszközök voltak, amelyek minden építőmesternek rendelkezésére álltak.

Guzsik Tamás (1947–2002) életművének fontos részét képezte a középkori örömeny szakrális építészet kutatása, amely során a szerkesztések elemzésével is foglalkozott.⁴⁶ Zvartnoc és Ani templomainak alaprajzi szerkesztését (7. ábra) egészen a

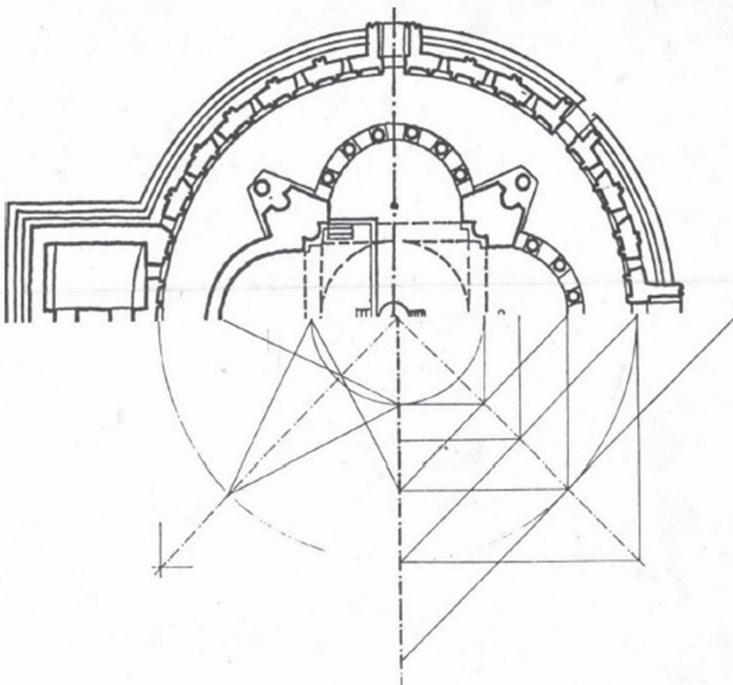
⁴²Pedig Czagány éppen azt emelte ki Steindl Imre és Schulek Frigyes megfigyelései közül, hogy Henszlmann-nal ellentétben felismerték, hogy a középkori részletek többféle módon kiszerkeszthetők, és egy-egy épületen belül több séma is jelen van. Czagány 1985. 399.

⁴³Sedlmayr 1992.

⁴⁴Apai 1980. Függelék 6. A geometriai vizsgálatokat az OMF Tervtárában fellelhető anyagon végezte el, amelyet csak esetenként tudott saját felmérésekkel kiegészíteni.

⁴⁵Források: Roriczer és Schmuttermayer (quadratura), Lorenz Lacher 1516-os Unterweisungen-je (12 szabály szentélyszerkesztésre), az ún. Bécsi mintakönyv (késő gótikus boltozatok rajzai), a *des Chores Mass* című kézirat a 17. század közepéről (gótikus szentélyalaprajz-szerkesztés). Apai 1980. Függelék 1–2. A szentélyszerkesztési szabályok gyűjtéséhez érdekes adalékul szolgálhatnak Villard de Honnecourt vázlatkönyvének szentélyrajzai is, bizonyítékaul annak, hogy a kérdés a 13. században a komplikáltabb építészeti feladatok közé tartozott.

⁴⁶Guzsik 1990.



7. ábra. A zvartnoci templom alaprajza és szerkesztőhálójá (forrás: Guzsik 1990. 149.)

jeruzsálemi Szent Sír Rotundáig vezette vissza a geometria szimbolikus tartalmának azonossága alapján. Ezzel a geometriai alapidomok fontos, de ritkán említett értelmezését fejtette ki, amivel előtte csak Csemegi József foglalkozott.⁴⁷ Guzsik munkája arra is rámutat, hogy a quadratik és trianguláris rendszerek már a gótikánál jóval korábbi építészetben is fontos szerepet játszottak, kevésbé szerkezeti, mint inkább szimbolikus megfontolásból. Szakított tehát azzal a korábbi nézettel, mely szerint a geometrikus szerkesztőháló elsősorban a gótika szerkezeti újításaival összefüggésben kerültek előtérbe, míg azt megelőzően egyszerű arányszámok, esetleg a négyzet sorolása volt a jellemző tervezési módszer.

Hoppe László az 1990-es években kezdte a középkori tervezélmélet és méretmeghatározás kérdéseinek kutatását részben saját helyreállítási munkái alapján (Csaroda, Vámosatya), részben pedig középkori források (Hans Hammer stb.) elemzésével. Az eddigiekhez képest új szempontokat vizsgált, ilyen a középkorban ritkán alkalmazott ötszög szerkesztési módszereinek összegyűjtése⁴⁸ és a mértékegy-

⁴⁷A szabályos sokszögek és más geometrikus idomok allegorikus értelmezésével szemben a számok szimbolikus jelentéseiről több kutató is írt (Gerevich Tibor, Sódor Alajos, Guzsik Tamás).

⁴⁸Hoppe 1995.

ség-használat.⁴⁹ Az utóbbi kérdés azért jelent újdonságot a kutatástörténetben, mert a fennmaradt csekély számú tervrajz kótázatlan volta arra enged következtetni, hogy a tervezési fázisban nem a konkrét méretek, hanem a különböző arányosságok játszottak fontos szerepet. Elemezte továbbá a 19. században született elméleteket, melyeknek két fő hibáját ismerte fel: önkényesen megalkotott rendszereket erőltettek rá a műemlékekre, illetve minden épület arányaiban harmóniát feltételeztek, amelyek jelenléte azonban Hoppe szerint a funkció függvénye.⁵⁰

Szekér György Sódor Alajos tanítványaként és a Műemléki Szakmérnöki Képzésben utódjaként oktatja a középkori szerkesztések tervezéstechnikai jelentőségét. Kutatómunkáit (pécsi székesegyház, pécsi domonkos templom, a diósgyőri vár fülkeboltozata, füzéri várkapolna) az egykorú források, mintakönyvek, szabálykönyvek ismeretével végzi.⁵¹ Épületrekonstrukciós helyreállítási tevékenysége során készség szinten használja a középkori tervezéstechnikai ismereteit, ekképpen munkássága a Szakál Ernő által megkezdett úton halad.⁵²

A magyarországi kutatástörténeti összefoglalóból látható, hogy az eddigi tanulmányok leginkább a műemlékvédelmi helyreállításokhoz vagy az épületek igényes történeti kutatásához kapcsolódtak. Mint ahogyan a műemléki vizsgálatok terén egyre nélkülözhetetlenebbé válik a számítógépes adatfeldolgozás és modellezés, úgy a középkori szerkesztőmódszerek tekintetében is kézenfekvőnek látszik a számítógépes technika előnyeinek kihasználása. E téren említhetjük *Strommer Lászlót*, aki doktori disszertációjában történeti boltozatok CAD programokkal történő szerkesztését, elemzését dolgozta ki.⁵³ *Szőke Balázs* több késő gótikus háló- és csillagboltozat számítógépes rekonstrukcióját végezte el a közelmúltban,⁵⁴ amelyek kapcsán néhány szerkesztési módszert is ismertetett.⁵⁵ Habár *Szőke* általánosságban a 15. század végi eljárásokra hivatkozott,⁵⁶ mégis szemmel látható, hogy sem ő, sem *Strommer* nem törekedett az ismert középkori forrásokban fellelhető szerkesztőmódszerek bizonyítására vagy használatára. A számítógépes technika a kutatás jövőjében leginkább a pontos⁵⁷ és nagy adatmennyiséggel dolgozó felmérésekben hasznosítható. A középkori emlékekanyag fotogrammetrikus feldolgozásában látta *Sztanekné Apai Gabriella*⁵⁸ is a vizsgálódás új alapokra helyezését.

⁴⁹ Hoppe 1994.

⁵⁰ Hoppe 1993. 355–358.

⁵¹ Szekér 1992. 19.

⁵² Szekér 2014. 31.

⁵³ Strommer 2008.

⁵⁴ Szőke 2009.

⁵⁵ Szőke 2005.

⁵⁶ Szőke 2009. 444.

⁵⁷ A felmérési pontosság a vizsgált emlékekanyag függvényében fontos. Egész épületalaprajzok, metszetek esetében a hibahatár jóval nagyobb, mint a kis épületrészek, profilok vizsgálatakor, mert a kítűzésből és alakváltozásokból komoly méretkülönbségek keletkezhetnek az eredeti tervhez képest. Guzsik 1975. 92. Részletek vizsgálatakor a kis eltérések (kopás, torzulás, faragási pontatlanság) miatt fokozottan ügyelni kell a mérési pontosságra, hogy biztosabban lehessen következtetni az eredetileg tervezett mintasablon geometriájára.

⁵⁸ Apai 1980. Függelék 12.

KÖZÉPKORI TERVEZÉSI (SZERKESZTÉSI) MÓDSZEREK

Az előző fejezetben tárgyalt kutatások során felhalmozott tudásanyag mennyisége és sokrétősége indokolja és megkívánja az eredmények tartalmi összefoglalását és rendszerezését. A középkori épülettervezés módszereinek feltárásához nemcsak a szerkesztési eljárások, hanem minden más méretmeghatározó eljárás megismerése is hozzátartozik. A feladatot megnehezíti, hogy a középkori építőmesterek gondolkodásmódja minden bizonnyal nagyon távol állt a mai építészekétől. Fogódzót jelent azonban, hogy az épülettervezést a hordozóra (papír, pergamen, gipszpadló⁵⁹ stb.) való előrajzoláson túl szerkezeti, esztétikai, használati és szimbolikus jelentésbeli szempontok minden korban együttesen befolyásolják. A középkori és a mai tervezés közötti talán legnagyobb különbség az, hogy míg ma az épület egyes méreteit – számos konkrét előírást is figyelembe véve – numerikusan, egymástól gyakran függetlenül adjuk meg, addig a középkor mesterei elsősorban a méretek egymáshoz való viszonyát határozták meg. Eddigi ismereteink szerint ennek eszközei a következők voltak: az antik hagyományokon alapuló modulrendszer; egyszerű számarányok, amelyek alapjai szimbolikus jelentésű számok;⁶⁰ és geometriai alapidomok, hálók szerkesztéséből adódó összefüggések. A következőkben e módszerek alkalmazását a középkori építészetben kronologikus rendszerben igyekszünk áttekinteni, elsősorban a hazai kutatások eredményeinek tükrében.

ÓKERESZTÉNY KORSZAK ÉS PREROMANIKA

Az ókori hagyomány és elmélet kétségtelenül komoly befolyással volt a korai középkor művészetére. Möller István szerint az ókeresztény építészet még őrizte az antik formanyelvet, de az oszloprendek arányai már nem követték a vitruviusi kánont.⁶¹ Mivel azonban különböző középkori tervezési módszerek az épületrészek egymáshoz való viszonyát határozták meg, közvetve mindegyiket az antik modulrendszerre vezethetjük vissza. A Vitruvius által meghatározott modulon alapuló szigorú méretrend középkori alkalmazásáról nem tudunk, de erre emlékeztető módszerekkel még a 15. század végén is találkozunk.⁶² A szerkesztések őséneke tekinthetjük az ókori Egyiptomból ránk maradt falképeken és a csekély számú tervrajzon látható

⁵⁹E ritka, 1:1 méretarányú, minden bizonnyal a kivitelezést közvetlenül előkészítő tervezési módszere az angliai Wellsben és Yorkban maradtak fenn példák. Szakál 2007. 88–90.

⁶⁰A számok mellett a betűk szimbolikáját is említik (betűk számokkal való azonosítása alapján), de ez a különféle ábécék használata miatt igen kérdéses. Guzsik 1990. 152–153; Ritz Sándor: *A templom*. Róma 1985. 51–65 alapján.

⁶¹Möller István határozottan elvetette az antik tervezéstechnika középkori folytonosságát, szerinte a romanikában és a gótikában teljesen új, a korábbiaktól független szerkesztési rendszereket és formakincset fejlesztek ki. Forster Irattár K133/2.

⁶²A középkorban végig jelen lévő ókori hatást a mintegy 78 Vitruvius-másolat bizonyítja. Sódor 1978a 3.

négyszethálót, ami az arányok meghatározását és a rajzolást segítette.⁶³ Hasonló módon rajzolhatták 816 körül a Sankt Gallen-i kolostortervet, ami szintén négyszethálóra illeszkedik.⁶⁴ A középkori tervezés módszereit tehát nem függetleníthetjük az ókori hagyományoktól, a keresztény szellemiség azonban már új irányba terelte az építéset fejlődését.

Általános elfogadott nézet, hogy a bonyolultabb geometrián alapuló szerkesztések a gótikára voltak jellemzőek, az azt megelőző korszakokban az épületeket egyszerű arányszámokkal, esetleg négyzetek sorolásával határozták meg.⁶⁵ Guzsik Tamás az örmény Zvartnoc székesegyházat (643–652) és Ani Gaghik-templomát (1001–1013) elemezve hívta fel a figyelet arra, hogy a geometriai szerkesztések már az ókeresztény kortól fontos szerepet játszottak a szakrális épületek tervezésében.⁶⁶ E két centrális, quadratura hálóval meghatározható templomot ugyanis a geometria szimbolikus jelentésértalma alapján a római Santo Stefano Rotondóval (325–350) és a jeruzsálemi Szent Sír-templom Anasztázisz-terével (325–333) hozta összefüggésbe.⁶⁷ A rokonság alapja nem morfológiai kapcsolat, hanem a koncentrikus körök-ből, elforgatott, sorolt négyzetekből és az ezekre szerkesztett görögkereszt formából adódó alaprajzi kompozíció szimbolikus jelentése volt.⁶⁸ Guzsik szerint tehát az idomoknak örökérvényű jelentése, kommunikatív, asszociációs tartalma volt. A templomok négyoldali térbővületeit kijelölő görögkereszt Jézust, a feltámadást és az üdvösséget jelentette. A quadratura alkalmazását magyarázhatjuk számszimbolikával (pl. négy: a világ teljessége, égtájak, evangélisták stb.; vagy nyolc: a tökéletesség, nyolc boldogság stb.) vagy Agathangelosz legendájával, mely szerint Szent Gergely a két örmény vértanú, Szent Hripszime és Szent Gajané kivégzésének helyén négy felhőoszlopon nyugvó tüzes kupolát látott, benne sugárzó kereszttel.⁶⁹ A geometriai idomok ilyen mélységű többletjelentése arra mutat rá, hogy az épület a középkori emberek számára kommunikációs tartalommal bírt. A megrendelő egyházi személy az építész által üzenetet tudott közvetíteni, mert a templom a liturgikus közösség minden tagjából ugyanazokat az asszociációkat hívta elő. Az alaprajzokban megjelenő geometriai kompozíció az örmény épületplasztika apotropaiikus díszítőmotívumai-

⁶³ Szakál 2007. 42–44; Sódor 1978a 5; Hoppe 1993. 363–364. Az egyiptomi arányozási és geometriai módszerekről bővebben lásd: Istvánfi Gyula: Építészeti szerkesztőmódszerek az ókori Egyiptomban. *Építés-Építészettudomány* 42 (2014) 3–4. 159–171.

⁶⁴ Szakál 1978. 97; Hoppe 1993. 370.

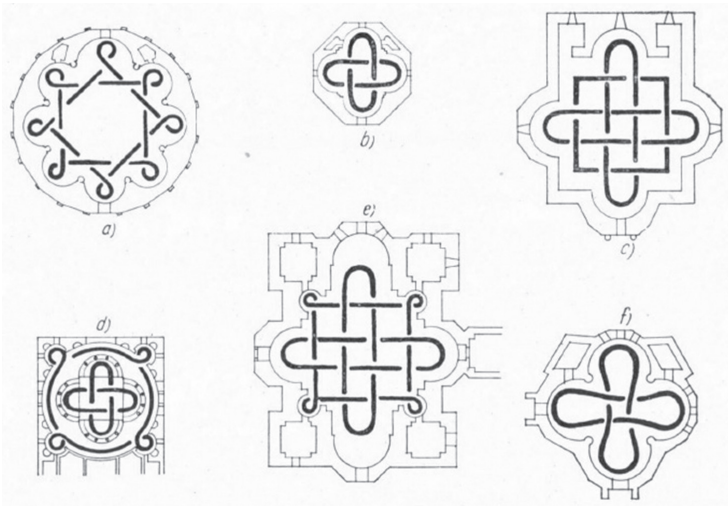
⁶⁵ Forster Irattár K133/2; Csemegi 1953. 14–15.

⁶⁶ Guzsik 1990.

⁶⁷ A jeruzsálemi Szent Sír rotundája más kutatóknál is a centrális szakrális terek közös előképeként jelenik meg. Christian Sapin például a dijoni Saint Bénigne egykori Mária-rotundáját vezeti vissza rá, tágabb értelemben pedig a Szent Sír a halotti rítus tereinek őseként is értelmezhető, pl. zarándoktemplom kriptája, nyugati szentély stb. Sapin 1996. A rotundák elemzéséről bővebben lásd: Gevers-Molnár 1972.

⁶⁸ A Szent Sír és a Santo Stefano Rotondo esetében Guzsik Ritz Sándor eredményeire hivatkozik, de lényegesen leegyszerűsíti Ritz szerkesztéseit. Ritz Sándor: *A templom*. Róma 1985.

⁶⁹ Guzsik 1990. 151. Nincs kizárva, hogy az örmény építészeten – vagy akár az egész középkorban – szó szerint értelmezték a legendákban szereplő látomásszerű térelemeket.



8. ábra. Apotropaikus motívumok és az örmény építészet viszonya (forrás: Csemegi 1960. 347.)

val (körbe, négyszögbe írt fonatos kereszt szimbólumok) is hasonlóságot mutat⁷⁰ (8. ábra). A templomok alaprajzi szerkesztése és geometrikus díszítése közötti szoros kapcsolat arra enged következtetni, hogy a teljes épület és a legapróbb részletek egylényegűek, egymásból kifejezhetők. Ez nagy valószínűséggel az egész középkor építészetére jellemző lehetett.⁷¹

A szimbolika mellett természetesen a szerkezeti és kivitelezési szempontok is érvényesültek. Szintén Guzsik Tamás említi a milánói San Lorenzo-templom (350 után) bonyolult téri kompozícióját, amelynek alaprajzi kitűzését valószínűleg csak a geometriai szabályosságok segítségével tudták megvalósítani.⁷² A geometria kivitelezésben játszott szerepéről a kutatók egybehangzó véleménye az, hogy a terv szerint megszerkesztett alaprajzi kompozíciót 1:1-es léptékben a helyszínen újra megrajzolással tüzték ki, amihez elegendő volt egyetlen kezdőméret megadása.⁷³ A középkori tervezés szoros kapcsolatban volt a kivitelezéssel, ezt mutatja, hogy a kitűzés és a rajzolás egyszerű eszközei (vonalzó, körzőszinór) lényegében megegyeztek egymással.⁷⁴

A geometria korai alkalmazását tehát több okra vezethetjük vissza, de tény, hogy a helyszíni kitűzéshez legalább egy valóságos kezdőméretre szükség volt, még akkor is,

⁷⁰ Guzsik 1990. 153. Ilyen szimbólum található a tarnaszentmáriai Árpád-kori templom hajójának déli homlokzatán is. Csemegi 1960. 345.

⁷¹ Czagány 1978. 150.

⁷² Guzsik 1990. 140.

⁷³ Horváth 1935. 69; Sódor 1978a 10; Hoppe 1993. 366.

⁷⁴ Hoppe 1994. 10; Marosi 1969. 102.

ha ebből akár az egész kompozíció kifejthető.⁷⁵ Mivel az egykorú tervrajzokon alig láthatunk kótázást, csak következtetni tudunk a méretmeghatározó elvekre. A középkori mérési módszerek és mértékegységhasználat feltárásával Hoppe László foglalkozott, de ilyen források csak a gótika korából maradtak fenn.⁷⁶ A korai időkre vonatkozóan a számok szimbolikájára hagyatkozhatunk, ahogyan azt Dhuoda grófné 843-ban fiához írt intelmei is tanúsítják.⁷⁷ Gerevich Tibor szerint a leggyakoribb számok jelentése: 1 az egy Isten; a 3 a Szentháromság; 4 a négy evangélista, a négy fő erény, a négy paradicsomi folyó, a négy évszak, a négy fő elem; 7 a hét fájdalmas szűz, a hét szentség az irgalmasság lelki kulcsa, a teremtés hét napja, a hét főbűn, a hét szabad művészet; 12 a tizenkét apostol, a tizenkét izraeli törzs, a tizenkét hónap, Jákob tizenkét fia.⁷⁸ Guzsiknál a keresztény szimbolikában a 4 a világ teljessége, az égtájak, az evangélisták, Ezékiel látomásának „lelkes állatai”, az Apokalipszis lovasai; a 6 a Dávid-csillag; a 8 a tökéletesség stb. A nagyobb számok ezeknek az alapszámoknak a sorozatából, kombinálásából jöhettek létre, amely a jelentéstartalom halmozását, hangsúlyozását fejezte ki.⁷⁹ A geometriához hasonlóan tehát a számok is asszociatív hatással voltak a hívők számára, ami rávilágít arra, hogy a középkorban a kommunikáció alapja valószínűleg sokkal inkább vizuális jellegű volt, mint manapság.

A számok jelentőségére utal az is, hogy a templomok méreteiben gyakran egyszerű arányosságok találhatók. A geometria mellett – akár önállóan, akár vele együtt – ez a módszer is a tervezés eszköztárába tartozott. Möller István és Csemegi József szerint az ókeresztény és román korra leginkább ez volt jellemző.⁸⁰ A számarányokat nem feltétlenül numerikusan adták meg, főleg a gyakran alkalmazott $1:\sqrt{2}$ és $1:\sqrt{3}$ aránypárok esetében, mert a középkorban valószínűleg nem ismerték a gyökvonást.⁸¹

⁷⁵ Az alapléméretből bizonyos szabályosság szerint létrehozott többi méret rendszere az antik modulus módszerből eredeztethető.

⁷⁶ Hoppe 1994.

⁷⁷ Hoppe 1995. 139. Dhouda/Dodana grófné 843-ban befejezett *Liber manualis* című műve, amelyben Vilmos nevű fiának a számokat úgy tanította, hogy mindegyikhez a jelentéstartalmát párosította: „Az egységénél gondolj az Egy Istenre... Kettő jelenti a két testamentomot, vagy az isteni és felebaráti szeretet két parancsát. A három jelenti a tökéletest és a háromságot; aki erősen hisz benne, üdvözülni fog. A 4-es számon a négy világtájt kell érteni és a négy evangéliumot, melyeket az egész föld kerekességén hirdetnek. Az 5 jelenti az öt okos szüzet vagy a test öt érzékét. Aki ezeket tisztán és ártatlanságban őrzi, kétszeres jutalomban részesül. A 6-os számnál emlékezzél a hat vizeskorsóra és a világ hat korszakára, amelyekben jók és gonoszok vegyest voltak együtt... A 7 a lámpák és gyertyák száma, melyek az Úr házát megvilágítják; 8-nál gondolj a nyolc lélekre, akik az özönvíz alkalmával a bárkában megmenekedtek. Jelképezik azokat, akik a kereszttség vizétől újjászületve méltók arra, hogy a nyolcadik üdvösséget elérjék a győzelem pálmájával. Kilencen vannak az angyalok karai, kik a megpróbáltatást szilárdul elviselték. Tíz jelenti a tizedet, melyről hisszük és valljuk, hogy az Atyák kijelentése szerint valamikor vissza fogjuk kapni (ti. a mennyekben).” Finánczy 1926. 198, 310.

⁷⁸ Gerevich 1910. 59, 53 szerint az építőműhelyeknek titkos nyelvük volt, amiben nagy szerepük volt a jelképeknek. A szimbolikus képi beszédet mint kommunikációs eszközt tehát készségi szinten használták a középkorban.

⁷⁹ Guzsik 1990. 137–138.

⁸⁰ Forster Irattár K133/2; Csemegi 1953. 14–15.

⁸¹ Hoppe 1993. 366, 368 szerint a középkori építészek és matematikusok nem ismerték az irracionális szám fogalmát.

Ezeket az arányokat elsősorban geometriai módszerrel tudták előállítani, például a négyzet átlójával és különféle háromszögek alkalmazásával.⁸² Ilyen például a Henszlmann Imre által előnyben részesített köbháromszög (oldalainak aránya: $1:\sqrt{2}:\sqrt{3}$), amelynek középkori alkalmazását semmiképp sem szabad elvetnünk.⁸³ Arányosító derékszögű háromszögeket és négyszögeket a rómaiak is alkalmaztak, ahogyan arra Vitruvius is utalt. A diagon $1:\sqrt{2}$ arányú, az auron⁸⁴ pedig $1:1,618$, vagyis aranymetszés arányú, amelyek nemcsak antik emlékek, hanem például a római San Pietro Vecchio alaprajzában is kimutathatók.⁸⁵

A számszimbolika mellett a középkori méretmeghatározásnak egy másik módja is ismeretes, ami az egész kereszténység számára kultikus jelentőséggel bíró épületek mintaadó szerepén alapszik. Salamon elpusztult Templomáról (állt i. e. 960–i. e. 587) és méreteiről több írásos feljegyzés maradt fenn,⁸⁶ amelyek az egész középkor folyamán mintaként szolgáltak. Ezt nem pusztán másolásként kell elképzelnünk, hanem a fontos szakralitással bíró ősi épület idézeteként, amely a méretek és számok (pl. oszlopok darabszáma) által szimbolikus jelentést közvetített a közösség számára. Guzsik szerint az előkép valamilyen részletének átvétele utalás volt a középkori templom legfőbb rendeltetésére, a mennyei Jeruzsálem földi megtestesülésére.⁸⁷ Ilyen mintaadó szerepe volt a jeruzsálemi Szent Sír-templomnak is, amelynek méreteit még a 12. században is átvették.⁸⁸ Ez arra enged következtetni, hogy az épületfelmérés gyakorlata már a korai középkorban is létezett, bár korántsem bírhatott olyan jelentőséggel, mint az antik építészetet feltámasztó reneszánsz idején.⁸⁹

⁸²A középkori gondolkodás kevésbé aritmetikai, mint inkább geometriai (vizuális) jellegét Henszlmann is felismerte. Elmélete egy bonyolult számsorozaton alapszik, aminek elemeit szerinte szerkesztéssel állították elő a középkorban. Henszlmann 1864. 46.

⁸³Henszlmann a köbháromszögből fejlesztett sorozat alapötletét Christian Ludwig Stieglitz elméletére alapozta. Henszlmann 1864. 47. (C. L. Stieglitz: *Geschichte der Baukunst der Alten*. Leipzig 1792.)

⁸⁴A *diagon*, *auron* és egy további arányozási mód, a *hemilion* a 20. században Milica Detoni és Tine Kurent által bevezetett kifejezések. Sódor 1978a 7.

⁸⁵Sódor 1978a 8.

⁸⁶Bibliai leírás a mózesi Szent Sátorról, amelynek mintájára a Templom épült: Mózes II. könyve 40:1–33. Bibliai leírások a jeruzsálemi Templomról: Krónikák II. könyve 3:1–17 (építés), 4:1–22 (díszítés), 5:1–14 (felszentelés); Királyok I. könyve 6:1–38 (építés), 7:13–51 (oszlopok és díszítőmunkák), 8:1–66 (felszentelés); Királyok II. könyve 12:4–16 (felújítás); Jeremiás 52:21–23.

⁸⁷Guzsik 1990. 132–135.

⁸⁸Marosi 1969. 66.

⁸⁹Hoppe László azzal magyarázta a középkori tervek kótázatlanságát, hogy a méretek és mértékegységek konkrét meghatározását a reneszánszban kezdődő épületfelmérő tevékenység hívta életre. (Hoppe 1993. 379.) A felmérési gyakorlat valóban ekkor válhatott olyan mértékűvé, hogy a műszaki rajzolást megteremtse. (Bővebben Hajnóczi 1956. 5–6.) Források igazolják (Marosi 1969), hogy a középkorban az egyházi méltóságok az építéssel megbízott mestert a Szent Földre küldték, hogy „elhozza” a Szent Sír rotunda méreteit az újonnan épülő templom számára. Ez azonban valószínűleg ritkán fordult elő, a méretek mennyisége pedig nem indokolta a maihoz hasonló részletezettségű felmérési rajzok készítését. Inkább elképzelhető, hogy a méretek szövegesen rögzítették, ahogyan a salomoni Templomról is bibliai részletek tudósítottak.

ROMANIKA

A világvégevárás hangulatából felocsúdó ezderforduló utáni művészet és építészet hatalmas lendülettel fejlődött tovább.⁹⁰ A tervezési és szerkesztési módszerek tekintetében a román korból is igen csekély számú forrás áll rendelkezésre, ezért továbbra is az épületekre és a segédtudományokra kell hagyatkoznunk. Az építőtevékenység már a középkor kezdetétől az egyház kezében volt, a kolostorok lettek a szakmai tudás és a műveltség központjai. A romanika korában ugrásszerűen megnövekedő építési igény hatására létrejöttek a bencés, majd a ciszterci építőiskolák.⁹¹ A szaktudás ritkaságát és értékét mutatja, hogy a kolostori műhelyekből gyakran kölcsönkérték az építés lebonyolításában jártas szerzeteseket más építkezésekre.⁹² A szaktudás és a formanyelv helyi jellegéhez hasonlóan feltételezhető, hogy a kolostori iskoláknak egyedi tervezési módszerei is lehettek, a kutatók okkal feltételezik tehát, hogy a szerkesztések elemzése segíthet az épületek periodizálásában vagy műhelyazonosságok megállapításában. Ezt azonban fenntartásokkal kell kezelni, hiszen a geometriai alapidomokat (háromszög, négyszög) és az egyszerű arányszámokat valószínűleg széles körben használták, ezért kormeghatározásra csak az igazán különleges szerkesztési módszerek megtalálása alkalmas. Az egyes tervezési sémák nehezen köthetők mesterekhez vagy műhelyekhez, fontos felismerés azonban, hogy az egy épületen belüli szerkesztésbeli eltérések segíthetnek a periódushatárok elkülönítésében, mint arra Csemegi József a jáki templom esetében rámutatott.⁹³

A kolostorok művelt szerzetesei ismerték a matematika és az azon alapuló számelmélet tudományát, aminek fontos szerepe volt az épületek tervezésekor.⁹⁴ Az előző fejezetben már esett szó arról, hogy az általános felfogás szerint a romanikában leginkább a szimbolikus tartalmú számarányok határozták meg az épületeket. Csemegi József ezt az eschaui Saint Trophime-apátság (991)⁹⁵ arányaival (1:1, 1:2:1,

⁹⁰ Raoul Glaber auxerre-i, majd dijoni, végül clunyi szerzetes 1002–1003-ban készített krónikájában írta: „Az említett ezredik éven túl (...) szerte az egész földkerekségen, főleg azonban Itáliában és Galliában, hozzákezdtek az egyházak építéséhez. (...) Ekkor tehát majdnem valamennyi püspöki székhely templomait és a különböző szentek többi monostorát, a kisebb falvak templomait a hívek jobbal cserélték fel.” Fordítás Marosi 1969. 63.

⁹¹ Ilyen bencés műhelyek: Hirsau, Szent Gallen, Corvey, Fleury, Rheims, Mainz, Köln, Strasbourg, Reichenau, Trier, Lüttich, Utrecht stb. Gerevich 1910. 44–46.

⁹² Sódor 1978a 6. Vándorló szerzetes építők már a 8. századtól ismertek. Ilyen volt Etho apát Bajorországban vagy Cluny második apátja, I. Szent Odo (926–942), akit a római San Paolo-koostor felújításához hívtak. Gerevich 1910. 45. Ez a gyakorlat olyan mértéket öltött a 12. századra, hogy szabályozások bevezetésére volt szükség, Angliából pedig ismeretes egy levélminta építeni tudó szerzetes kölcsönkérésére főúri építkezésekhez. Sódor 1978a 6.

⁹³ Csemegi József a jáki templomon végzett kutatásai alapján megállapította, hogy a hajót négyzetes hálólal először öt boltszakaszra tervezték (az északi hosszfal így is épült), de végül háromszöges arányosítással négy boltszakaszt építettek, és az épület metszetét is az utóbbi szerkesztés határozta meg. Csemegi 1953. 17–18.

⁹⁴ Sódor 1978a 4.

⁹⁵ Echau 8. században épült első apátságát 926-ban magyar támadás rombolta le.

3:4, 3:5, 2:3 stb.) indokolta.⁹⁶ Sódor Alajos szerint Cluny II (955–981) alaprajzában a hossz tengellyel párhuzamos méretek közös alapja a 7 (7, 14, 28, 35 stb. láb), míg a haránt irányúaké a 10, amiben az a középkori szemlélet tükröződik, hogy a világegyetem rendjét ún. tökéletes számokkal (1, 2, 3, 4, 7, 8, 10 stb.) lehet biztosítani. Cluny apátságának harmadik temploma (1088-tól) alaprajzának méretei között található a 496, 531, 532, 100, melyek ilyen tökéletes számok összegei.⁹⁷ Cluny III arányrendszerében a korábban már ismertetett auron (1: 1,618, aranymetszés) és diagon (1:√2) arányosság is megtalálható,⁹⁸ melyek eredete Vitruviusra vezethető vissza.⁹⁹ Möller és Csemegi szerint a számszimbolika mellett a romanika tervezési módszerei közé tartozott a négyzet sorolásából adódó háló alkalmazása is, mert a boltozási rendszer négyzetraszterbe kényszerítette az alaprajzi szerkesztést.¹⁰⁰ Ez azonban csak a kötött boltozási rendszerre vonatkozik, ahol a fő- és a mellékhajókat egyaránt keresztboltozat fedte, de még ebben az esetben sem valószínű, hogy a szerkesztési rendszert a térlefedés érdemben befolyásolta volna. A hajók szélességi mérete bármilyen más boltozati forma vagy síkmennyezet alkalmazása esetén független volt egymástól.

A kora középkorhoz hasonlóan a romanika tervezési módszerei között is megtaláljuk a geometriai szerkesztéseket. A tervezés geometriai alapidomai már a korai időkben is a szabályos háromszög és a négyzet voltak, amelyre szintén több példát említhetünk. Szakál Ernő szerint az ottmarsheimi Szent Péter és Pál-apátságot (11. század) quadraturával, míg Csemegi József szerint a bélapátfalvai ciszterci templom (1232) alaprajzát és főhomlokzatát triangulációval lehet megszerkeszteni.¹⁰¹ Csemegi a szabályos síkidomok fontosságát a Kárpát-medence centrális templomainak elemzésével is alátámasztotta. A centrális templomok és kápolnák leggyakoribb formája a nyolcszög (vagy annak karéjos változata) volt, de ezek helyett inkább a ritkább alakzatokkal, a páratlan oldalszámú idomokkal, illetve a három- és a hatszög alaprajzú épületekkel foglalkozott. Ezek ritkaságát térelméleti kedvezőtlenységükre vezette vissza: az ideálisnak érzékelt tér határai a középpontból előre-hátra és jobbra-balra is azonos távolságra vannak. Hatszög alaprajzú térben ez nem lehetséges, míg a nyolcszögűben (és természetesen a körben) igen. Az ettől eltérő geometriai idomok alkalmazását tehát más tényezők indokolhatták, ez pedig az ókeresztény és preromán korszakban is fontos szerepet játszó szimbolikus tartalom.

⁹⁶Csemegi 1953. 15. Pl. az eschauri bencés apátság arányai a teljesség igénye nélkül: 1:1, 1:2:1, 3:4, 3:5, 2:3. Csemegi 1953. 20–21. A kapuk méretei: 1:√2, 1:√5.

⁹⁷Sódor 1978a 9–10. Sódor Kenneth J. Conant elemzéseire hivatkozik, aki a clunyi apátság régészeti feltárását végezte a 20. század első felében. Az apátság jelenkori kutatása részben meghaladta Conant eredményeit, de ezek legnagyobb részt nem a második és harmadik templomra vonatkoznak.

⁹⁸Sódor 1978a 8. A diagon Bradford-on-Avon, Romanmotier és Anzy-le-Duc templomán is kimutatható.

⁹⁹Vitruvius műve 11. századi felhasználásának további példája a hildesheimi Szent Mihály-templom (1010–1122), amelynek építésénél Bernhard püspök bizonyítottan használta a Goderammus-féle Vitruvius-másolatot, a Harleinaus kódexet. Hajnóczy 1996. 247.

¹⁰⁰Forster Irattár K133/2; Csemegi 1953. 14–15.

¹⁰¹Szakál 1977. 101; Csemegi 1953. 17. Csemeginél további magyar példák a triangulációra: Börzsöny, Ócsa, Felsőörs, Egregy, Lébény, Deáki, Harina, Kerc.

Csemegi szerint a hexagramm ősi asztrálszimbólum jelentése a világosság és az örök élet, ami védelmet nyújt az elmúlás és a gonosz ellen.¹⁰² Bajelhárító szerepe miatt lehetett a különböző keresztény és pogány népek (kopt, örmény, grúz, avar, gót) kedvelt motívuma, nemcsak az épületalaprajzok, hanem az ornamentika eszköztárában is.¹⁰³ Ezt a hagyományt őrizhették a nyugat-európai 12–13. századi hatszög alaprajzú keresztelőkápolnák és medencék is, például a poitieri Szent János-templom keresztelőkápolnája vagy a Rajna-vidék keresztelőmedencéi.¹⁰⁴ Az építészeti szimbolikus tartalmának fontosságát a romanikában a 12. századi teoretikusok írásai is bizonyítják.¹⁰⁵

A tervezési elvek további érdekessége a középkori épületeken alkalmazott optikai korrekciók kérdése, amelyet Gerevich Tibor¹⁰⁶ és Szakál Ernő¹⁰⁷ vetett fel. Szakál szerint a jeruzsálemi Szent Anna-templom (1130-as évek) szentély felé szűkülő hajófalai és oszlopközei a tér perspektivikus hatását hivatottak növelni. Feltételezése szerint a vértesszentkereszt apátsági templom oszlopközei hasonló okokból tágulnak a szentély irányába. Gerevich szerint az optikai korrekciók – pl. a hajóboltozatok magasságának csökkenése a szentély felé – inkább a francia és olasz középkori építészetre voltak jellemzők, szemben a német területen tapasztalható túlszabályozott szerkesztettséggel. Gerevich és Szakál meglátásai csupán felvetik annak a kérdésnek, hogy a középkori építészetnek voltak-e illuzionisztikus eszközei, ahogyan az ókorban, vagy később a reneszánszban és barokkban. A kérdés kutatása a jövő feladata lehet, ekképpen nemcsak az említett példák, hanem továbbiak elemzésével. Az alaprajzi korrekciókkal szemben valószínűbbek a homlokzaton alkalmazottak. Szakál Ernő saját kutatásaiból a bélapátfalvai apátsági templom északi homlokzatának körablakát említi, mely a felmérés tanúsága szerint valójában függőlegesen nyújtott ellipszis alakú. A jelenséget Szakál a magasság miatti perspektivikus torzulás kiküszöbölésével magyarázta.

¹⁰² A Mezopotámiából átvett hatszögmotívum Jahve szimbóluma volt a zsidók körében, akiknek köszönhetően egész Európában elterjedt. A középkorban bajelhárító szerepe miatt lehetett népszerű. Csemegi 1960. 332.

¹⁰³ Csemegi Közép-Európa viszonylag nagyszámú hatszögű épületét Kaukázus-vidéki kapcsolatokra vezette vissza. Erről tanúskodik a tarnaszentmáriai templom déli homlokzatán lévő apotropaikus relief is. Csemegi 1960. 345.

¹⁰⁴ Csemegi 1960. 336. 26. lábjegyzet.

¹⁰⁵ „Ezt a házat köre alapozzák; az egyház is Krisztusra, mint erős kősziklára alapul. Négy fallal szökik magasba, az Egyház is a négy evangélium által nő az erények magasába. A ház szilárd kövekből épül, az egyház is a hitben és tetteben erősekből áll. A köveket habarcs tartja össze, a hívőket is a szeretet köteléke fűzi egybe. (...) Az átlátszó ablakok, amelyek a vihart kizárják, és a fényt beengedik, az egyházatyák, akik ellenállnak az eretnység zavarának, és az egyházba árasztják a tanítás világosságát. Az üveg az ablakokban, melyen keresztül a fény sugar bevetődik, az egyházatyák elméje, amely a mennyei dolgokat rejtélyként, mintegy tükrön át szemléli. Az oszlopok, melyek a házat tartják, a püspökök, akik az egyház épületét igaz életükkel magasba emelik. A házat összefogó gerendák a világ fejedelmei, akik összetartván az egyházat, erősítik azt. A tető csepei a harcosok, akik védik az egyházat a pogányoktól és ellenségeitől.” (Honorius Augustodunensis: *A lélek ékköve* 2. könyv, 129–131. fejezet, 1130 körül) fordítás Marosi 1969. 33. Hajnóczy 1996. 253.

¹⁰⁶ Gerevich 1910. 60.

¹⁰⁷ Szakál 1977. 101.

Ahogy az ókeresztény építészetben, úgy a romanikában is fontos volt egyes kultikus épületek mintaadó szerepe. A 11. században a cambrai bazilika¹⁰⁸ és a paderborni apátság¹⁰⁹ a középkori források bizonyossága szerint méreteivel a jeruzsálemi Szent Sír-templomot követte.

GÓTIKA

A gótika építészetével kapcsolatban a szakirodalom egyöntetűen hangsúlyozza a geometriai alapidomokra épülő szerkesztőháló alkalmazásának fontosságát. Ezekre vonatkozóan immár korabeli rajzi és írásos források alapján is képet alkothatunk. A kutatók véleménye elsősorban abban tér el, hogy melyek voltak a legmeghatározóbb rendszerek, illetve kimutatható-e valamely rendszer elsődlegessége egyes korszakokra, földrajzi területekre, illetve műhelyekre vonatkozóan.

A gótikus építészet forradalmát és elterjedését a szerkezeti és alaktani újítások mellett gazdasági és társadalmi változások együttes hatása eredményezte. A 11–12. századra kialakuló városiasodással párhuzamosan megélné a kelettel folytatott kereskedelem, amelynek következtében az arab és antik tudomány széles körben terjedt el Nyugat-Európában.¹¹⁰ Ez nagy hatással volt az építészet elméletére és segédtudományaira is. A geometria Eukleidész módszereivel gazdagodott, a matematika fejlődésének pedig ékes példája Leonardo Bonacci (Fibonacci) *Liber Abaci* című műve (1202), amelyben létrehozta az aranymetszéssel jellemezhető Fibonacci-sort. Az építészeti tervezés szempontjából is fontos, hogy a számarányokat a zene arányaival feleltették meg (1:1 unisono, 1:2 oktáv, 2:3 kvint, 3:4 kvart stb.).¹¹¹ Az antik tudományok hatása a megismerés módjának szemléletbeli változását eredményezte: a *hiszem, mert lehetetlen* elvét megingatta az empirizmus, a tapasztalás általi új tudás megszerzése.¹¹² Az új ismeretek és a keresztény dogmák között feszülő ellentét felismerése miatt a tudományok művelése egyre inkább kikerült a kolostorok fennhatósága alól, s ez végső soron az építés iparszervezetének átalakulásához is vezetett. A városok fejlődésével szükségessé váló – továbbra is elsősorban egyházi – építkezések száma megnövekedett, mind a polgárság erejét is reprezentáló katedrálisok alapítása, mind a városi szerzetesrendek tevékenysége folytán.

¹⁰⁸ „Ezért a cambrai-i sír fölé helyezett márvány is 7 láb hosszú, mivel ugyanilyen hosszúságú az a hely, ahová az Úr testét helyezték.” (12. századi feljegyzés) fordítás Marosi 1969. 66.

¹⁰⁹ „a püspök (Meinwerk) tehát (...) kívánván templomot építeni, Wino helmarshausenai apátot, akit városa szerzeteseinek élére állított, magához hívatta, és Jeruzsálembé küldvén őt, megbizta, hogy hozza el neki a Szent Sír-templomának mértékeit.” (12. századi feljegyzés) fordítás Marosi 1969. 66.

¹¹⁰ Az ókori műveltség iránti érdeklődés olyan mértéket öltött, hogy ezt az időszakot „12. századi reneszánsznak” is nevezzük Sódor 1974. 48; továbbá Charles Homer Haskins: *The Renaissance of the Twelfth Century*. Harvard University Press, Cambridge 1927.

¹¹¹ Sódor 1974. 49. Szent Ágoston a zenét és az építészetet együttesen a „számok testvéreinek” nevezte. A zene és az építészet viszonya Henszlmann arányelméletében is fontos szerepet játszott. Henszlmann 1864. 46; Henszlmann 1860. 18–20.

¹¹² Sódor 1978a 12.

A szerzetesi műhelyek sem a nagyszámú megrendeléseknek, sem az új építészeti problémáknak nem tudtak megfelelni.¹¹³ A szakmai tudás a laikus mesterek körében hódított teret, megszerzésének új intézménye pedig az egyetem lett.¹¹⁴ A szakmagyakorlás elvilágiasodása következtében a valóban minőségi építőtudás felértékelődött, védelmére létrejöttek az építőpáholyok és a céhek.¹¹⁵ Ezek a szervezetek szigorú szabályozással és titoktartással védték a tagok érdekeit.¹¹⁶ A páholyok által felhalmozott tudás az empirikus úton kifejlesztett szerkezeti és formai ismereteketből állt, ami elsősorban a tervezési módszerekben mutatkozott meg.

A téregységesítés és a reprezentáció igénye a katedrálisok egyre merészebb méreteiben nyilvánult meg, ezért a gótikus építészet legfontosabb újítása a szerkezeti forradalom (csúcsíves, bordás boltozatok és a támívek rendszere) és a vázasság volt.¹¹⁷ A kora középkori és romanikus építészetet többféle tervezési módszer határozta meg, de említettük, hogy a geometrikus (háromszöges vagy négyzetes) szerkesztőháló alkalmazását több kutató is kifejezetten a gótika jellegzetességének tartotta.¹¹⁸ Ennek oka az lehetett, hogy a geometrikus szerkesztések szerepe a 12. században valóban megnőtt. A szerkezet összetettségéből fakadó, alapvetően empirikus statikai, szilárdságtani megfontolások a tervezési folyamat új szempontjai lettek, ez az építőpáholyok gyakorlatában a szerkesztőmódszerek ökölszabályaiban öltött testet.¹¹⁹ A geometria szerepének megnövekedését mutatja az is, hogy a tervezésről fennmaradt csekély számú írott és rajzos középkori forrás legnagyobb része a gótika korából származik, és főként szerkesztési módszerekről tudósít. A fennmaradt ábrák közös sajátossága, hogy sem kótákat, sem a tervezésre utaló segédvonalakat nem tartalmaznak, ami részben a műhelyek fent leírt titoktartásával magyarázható.¹²⁰ A másik lehetséges ok a tervezésnek és kivitelezésnek a romanika vizsgálatánál már

¹¹³ Sódor 1978a 13; Gerevich 1910. 47.

¹¹⁴ Bologna 1088, Oxford 1096, Párizs 1150, Modena 1175, Cambridge 1208, Salamanca 1222, Padova 1222, Nápoly 1224, Siena 1240 stb.

¹¹⁵ A céhek Olaszországra, Franciaországra, Angliára és Magyarországra jellemzőek, míg a páholyok Németországra. Gerevich 1910. 48, 73. E két iparszervezeti forma területi eloszlása azonban bizonyosan árnyaltabb volt, sőt valószínű, hogy a céhek párhuzamosan működtek a nagyobb templomok építésére szerveződő építőpáholyokkal. Ezt támasztja alá az *építőpáholy* szó megfelelője az idegen nyelvű terminológiában: *loge de maçonnerie*, *freemasons lodge*, *Bauhütte*. Csemegi 1953. 28.

¹¹⁶ A műhely szakmai titkainak fontosságát több formáság is mutatja: jelbeszéd, a felszabaduló legények titoktartási esküje vagy a munkaterembe való belépés titkos kopogáshoz és jelszóhoz kötése. Gerevich 1910. 53; Szakál 2007. 83.

¹¹⁷ Gerevich 1910. 55.

¹¹⁸ Forster Irattár K133/2; Csemegi 1953. 14–15.

¹¹⁹ Csemegi 1953. 26. Horváth 1935. 25 szerint a páholyok geometriai eljárásaiban a statikai és esztétikai tudás leképeződése érhető tetten.

¹²⁰ Csemegi 1953. 27. Matthes Roriczer könyveiben többször javasolta a szerkesztővonalak kitorlését rajzolás közben, például „Ha azokat a vonalakat, amelyekre nincsen szükségünk, és melyeket csak a szerkesztéshez használtunk, eltávolítod, akkor annak olyan lesz az alakja, mint az alábbi ábra.” (*Geometria deutsch* 1486–1490) fordítás Sódor 1982. 383. Ez a gyakran ismételt mozzanat a műhelyt jellemző diszkrécióra is visszavezethető, de valószínű, hogy a szerkesztővonalak törlésével csupán a rajzok tisztázása volt a cél.

ismertetett összefüggése, hogy a tervezett alaprajzi kompozíciót a valóságban néhány helyszíni méret segítségével újraserkesztették.

A hazai szakirodalom természetesen komoly figyelmet szentelt e korabeli források elemzésének, és többen kutatták a bennük megjelenő szerkesztési módszerek alkalmazásának lehetőségét a vizsgálódásuk tárgyát képező hazai emlékek esetében. Érdeemes ezért röviden áttekinteni a leggyakrabban idézett műveknek a tervezési módszerek szempontjából fontos tanulságait.

A középkori műhelyekben folyó munkáról tudósító legkorábbi fennmaradt forrás Villard de Honnecourt picardiai építőmester 1230-as években készült rajzgyűjteményes könyve. Rendeltetésének kérdése a magyar kutatókat is foglalkoztatta, mert ez a mű egyedülként tájékoztat bennünket századának tervezési technikáiról. Sódor Alajos és Szakál Ernő szerint a mester műhelye számára készítette a könyvet,¹²¹ ami lehet, hogy útnaplónak indult, mivel szerzője a kor szokásának megfelelően több város templomának építésén dolgozott (Vaucelles, Cambrai, Reims, Laon, Chartres, Lausanne, Kassa), és az ott látott újdonságokat füzetében rajzosan és szövegesen is megörökítette.¹²² A könyv bevezetője azonban már arra utal, hogy az összegyűjtött ábrák útmutatóként közhasználatra, akár oktatási célt szolgáltak: „Villard de Honnecourt üdvözlö benneteket, és kéri mindazokat, akik azokkal az eszközökkel fognak dolgozni, melyek ebben a könyvben található, hogy imádkozzanak lelkéért, és emlékezzenek meg róla. Mert ebben a könyvben nagy útmutatás található a kőművesség nagy mesterségéről és az ácsmesterség szerkezetéről. És megtaláljátok a rajzolás mesterségét, a vonalakat, ahogyan ezt a geometria művészete megköveteli és tanítja” (2. lap).¹²³ Erre enged következtetni az is, hogy a lapokon további ismeretlen mesterek rajzai különböztethetők meg Villard de Honnecourtéitól, a bejegyzések tanúsága szerint pedig még a 15. században is használták.¹²⁴ Sódor Alajos szerint az ilyen műhelykönyvek a középkor második felében általánosak voltak.¹²⁵ Marosi Ernő szerint feltételezhető, hogy a két későbbi (de még 13. századi) mester, akik az eredeti rajzok egy részét (39–41. lap) kikaparva geometriai receptekkel¹²⁶ egészítették ki a művet, Villard páholytestvérei lehettek.¹²⁷ A hét fejezetre osztható 66 lapból álló vázlatkönyv valóban betekintést nyújt abba, hogy a középkori építőműhelyek milyen típusú feladatokkal foglalkoztak. Az építészeti vonatkozású példákon és szerkesztéseken kívül számos figurális ábrázolást, kisplasztika vázlatát, szobrászati kompozíciót, különböző ácsszerkezeteket, állványzatokat, gépeket láthatunk. Villard

¹²¹ Sódor 1978a 14; Szakál 2007. 91.

¹²² „Sok vidéken voltam, mint ebben a könyvben láthatjátok...” (18. lap) fordítás Marosi 1969. 203.

¹²³ Fordítás Marosi 1969. 203.

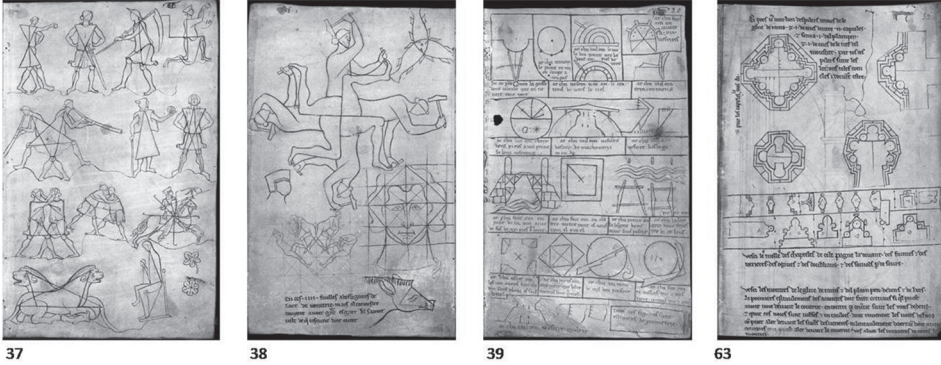
¹²⁴ Sódor 1978a 15–16; Marosi 1969. 203.

¹²⁵ Sódor 1978a 14.

¹²⁶ Az elméleti bizonyításokat nélkülöző, pusztán szerkesztési lépéseket felsoroló útmutatásokat a szakirodalomban elterjedt *receptnek* nevezhetjük. Strommer 2008. 11.

¹²⁷ Marosi 1969. 203. Hans R. Hahnloser M2 és M3 nevekkel különböztette meg a későbbi bejegyzések szerzőit. (Hans R. Hahnloser: Villard de Honnecourt: *Kritische Gesamtausgabe des Bauhüttenbuches ms. fr. 19093 der Pariser Nationalbibliothek*. Bécs 1935.)

az ember- és állatrajzok egy részébe háromszögeket, négyszögeket és ótágú csillagokat rajzolt. Lehetséges, hogy csupán a nehezebben megrajzolható ábrák készítésére kínált útmutatást (35–36. lap, a 38. lapon négyzethálót alkalmazott), figyelemre méltó azonban, hogy párhuzamot vont az organikus formák és az absztraktabb síkidomok között, sőt néhány szimmetrikus kompozíciót kifejezetten a geometriára épített (37–38. lap) (9. ábra).



9. ábra. Villard de Honnecourt vázlatkönyvének 37., 38., 39. és 63. lapja
forrás: <http://classes.bnf.fr/villard/feuille1/>

A vázlatkönyvben található több épületszerkezeti rajz (saját munkák alapján vagy meglévő épületekről) rámutat, hogy mik voltak a 13. század építészetének nagy körültekintést és tapasztalatot igénylő tervezési feladatai.¹²⁸ Ilyen például a kápolnako-szorús francia szentély (félköríves és egyenes záródású kápolnák váltakozásával), amely több helyen szerepel alaprajzi és homlokzati vetületben (28–29., 33., 60–61. lap), a rózsablak és más mérműves ablakok (20., 30. lap), pillérkötegek, bordaprofi-lok (63. lap, 8. ábra) vagy a trifórium (62. lap). A 13. század folyamán a páholytársak a műhelykönyvet a tervezéshez és kivitelezéshez szükséges megoldásokkal egészít-tették ki, amelyek között szerepelt például a kolostorkerengő kitűzése, amelyhez derékszög rajzolása szükséges,¹²⁹ egy körszelet középpontjának és átmérőjének megrajzolása¹³⁰ és a jó arányú kerengő folyosóinak megszerkesztése, amihez a négy-zetbe fele akkora négyzetet kell rajzolni¹³¹ (8. ábra). Sódor rámutatott, hogy Villard

¹²⁸ Sódor 1978a 15.

¹²⁹ „Ekképpen helyezzük el egy kerengő négy sarkát ólom és vízmérték nélkül” (39. lap) fordítás Marosi 1969. 207.

¹³⁰ „Ekképpen vesszük fel a vastagságát egy oszlopnak, amelyet nem látunk egészen. (...) Ekképpen talál-ható meg egy körszelet középpontja” (39. lap) fordítás Marosi 1969. 206.

¹³¹ „Ekképpen csinálunk egy kerengőt, melynek ugyanakkorak a folyosói, mint a kertje” (39. lap) fordítás Marosi 1969. 206. Hasonló geometriai eljárás továbbá: „Ekképpen osztunk fel egy követ úgy, hogy mindkét fele négyzet” (39. lap) fordítás Marosi 1969. 208. A két feladat közös szerkesztése, a négyzet felezése a későbbi, 15. századi forrásokban is különös jelentőséggel bírt. A négyzet oldalfelezésén alapuló eljárás az körből eredeztethető, Vitruvius a földmérés eszközeként írta le. A 10. században II. Szilveszter pápa is említette *Geometria incertis auctoris* című művében. Sódor 1978a 19.

de Honnecourt vázlatkönyve annak is bizonyítéka, hogy a 13. századi műhelyekben dolgozó mesterek a geometriai tételek elméleti belátása nélkül alkalmazták a szerkesztéseket. Habár Eukleidész műveiről ekkorra már széles körben tudtak (ennek nyomai látszanak a későbbi mesterek útmutatójának logikai felépítésében), ezekből az építőiparba csak a gyakorlatban szükséges szerkesztések lépései, mint receptek származtak át.¹³²

Villard de Honnecourt 1235 körüli magyarországi látogatása – amit a vázlatkönyv bejegyzései bizonyítanak¹³³ – több kutató szerint is hatással volt a magyar kora gótika kialakulására. A 30. lapon látható padlómotívum alapján Horváth Henrik azt feltételezte, hogy a pikárdiai mester megismerte a dunántúli régiót, a kassai Szent Erzsébet-templom építésében való közreműködése pedig stíluskritikai alapon is feltételezhető.¹³⁴ Marosi Ernő és Szakál Ernő szerint a műhelykönyv egyik rajzával hozható összefüggésbe a pilisi ciszterci apátságának és Merániai Gertrúd síremlékének francia stílusrokonsága is.¹³⁵ Villard de Honnecourt magyarországi útja mindenestre hatással lehetett hazánk 13. századi építészetére és tervezési módszereire is.

Villard műhelykönyvéből is látható, hogy a középkori szerkesztések legfontosabb alapidomai a szabályos háromszög és a négyzet voltak, amelyekből a legkülönbözőbb módon (sokszorozással, elforgatással stb.) készíthettek szerkesztési hálókat vagy akár kész kompozíciókat, de számos példa mutatja, hogy az idomok egyedül is lehetnek a rajzok alapjai. A háromszög és a négyszög fontosságát szimbolikus értelmezésük is mutatja, ahogyan azt a 12. századi teológus, Thierry de Chartres felfogása is mutatja: az egyenlő oldalú háromszög a Szentháromságot, a négyzet pedig az Atya és a Fiú kapcsolatát testesítette meg.¹³⁶ Ahogyan Villard de Honnecourt is egyaránt használta a háromszöges és a négyszöges rajzolást, úgy valószínűleg ezek a középkor minden építésének eszköztárában szerepelhettek, sőt gyakran egy épület szerkesztésében több idom együttes használata fedezhető fel.¹³⁷ Franz Ržiha kőfaragójelekre vonatkozó elmélete¹³⁸ ezzel szemben arra utal, hogy az alapidomok műhelyekhez rendelhetők. Eszerint a négy német főpáholyhoz egy-egy geometriai idom tartozik, ami a kőfaragójelekben is megmutatkozik: a strasbourgi páholy anyakulcsa a négyzet (quadratura), a kölni páholyé a háromszög (trianguláció), a bécsié négykaréjos (Vierpas), Berné pedig háromkaréjos (Dreipas) forma (2. ábra). Ennek az el-

¹³² Sódor 1978a 15–16.

¹³³ „Amikor ezt lerajzoltam [reimsi ablak], mert ezt szerettem leginkább, Magyarország földjére küldtek.” (20. lap) fordítás Marosi 1969. 203.

¹³⁴ Horváth 1935. 70–72.

¹³⁵ Szakál 2007. 91; Marosi 2008. 14; Entz 1973. 58. Villard de Honnecourt valószínűleg a szülőfalujaához közeli vaucelles-i ciszterci apátsági műhely tagja volt, és magyarországi útja is a rend – magyarországi első és legjelentősebb képviselője, a pilisi apátság – közvetítésével történhetett, amelyre a számos alaktani stíluskapcsolat mellett Meráni Gertrúd szarkofágja is utal. Bővebben Gerevich 1971.

¹³⁶ Hajnóczy 1996. 254.

¹³⁷ Forster Irattár K133; Gerevich 1910. 60. szerint előfordult, hogy a mértékegység sem volt egységes a teljes épületen, ami főleg Franciaországra és Olaszországra jellemző

¹³⁸ Franz Ržiha: *Studien über Steinmetzzeichen*. Bécs 1883. A magyar szakirodalomban: Fröde 1900; Horváth 1935; Várnai 1974.

méletnek több vitatható pontja is van, amire már a magyar kutatás is felhívta a figyelmet.¹³⁹ Ržiha elméletének is köszönhető azonban, hogy legtöbb kutató szerint a középkori épületekben felfedezhető geometriai szabályosságok az építők származására, műhelykötődésére utalhatnak.¹⁴⁰ Ez azonban csak abban az esetben igaz, ha valamilyen konkrét, különleges szerkesztés azonosságát mutatjuk ki, a négyzetes és háromszöges szerkesztés önmagában nem tekinthető műhelysajátosságnak.

Csemegi József a szentélykörüljárós csarnoktemplomok fejlődési vonalában Hans Stethaimer, burghauseni, 15. századi építész munkásságához kötötte a templomhájó teljes szélességének és a főhajó pillérközeinek hatszög általi meghatározását.¹⁴¹ Hoppe László saját helyreállítási munkái során állapította meg, hogy a csarodai és vámosatyai, 13. század végi – 14. század eleji templomok alaprajzi szerkesztése csaknem minden részlet tekintetében megegyezik (Hajó és szentély kitűzése, falvasztagság megállapítása stb.).¹⁴² Ezek a geometria alapján történő műhelyazonosítás jó példái, mert a tervezési módszerek a felsorolt példák mindegyikében több lényeges ponton azonosak. Ezzel szemben nem tekinthetők helytállóknak Czagány István eredményei, aki a budavári emlékmű geometriai vizsgálatából vont le messzemenő következtetéseket a mesterekre vonatkozóan. Az általa kimutatott szerkesztések egyszerű triangulációs vagy quadraturás alapeljárások, amelyeket valószínűleg széles körben alkalmaztak a középkorban.¹⁴³ Mindazonáltal Czagány egyes észrevételei figyelemre méltóak, ilyen például a Mária Magdolna-torony egyértelműen quadraturás szerkesztőhálója, amelyet a ržihai elmélet alapján a strasbourgi páholyhoz kötött.¹⁴⁴ Ez az alaprajzi séma azonban feltűnően hasonlít a bécsi Szent István-dóm északi tornyának Csemegi által bemutatott egykorú rajzára is.¹⁴⁵ A bécsi kapcsolatot támasztja alá, hogy Czagány szerint a Mária Magdolna-torony 1588-ban készült délkeleti vendégtámpillére a Szent István-dóm hosszszáztámpillérevel mutat rokonságot.¹⁴⁶ A bécsi támpillér szintén egykorú rajzát Csemegi József a csütörtökhegyi Zápolya-kápolna (1473) támpilléreivel és a *bázeli mintalap* hasonló quadraturás támpillerrajzával állította párhuzamba.¹⁴⁷

¹³⁹ Az elmélet alapján besorolt kőfaragójelek a legtöbb esetben nem állnak összhangban a stíluskritikai alapon megállapított műhelykapcsolatokkal. További problémát jelentenek a prágai páholy mesterjegyei, amelyekben szintén a bern–zürichi háromkaréjos idom a leggyakoribb. Az is megkérdőjelezhető, hogy a kőfaragójeleket valóban előszerkesztés után vették a kövekre. Horváth Henrik megkérdőjelezte a karéjos anyakulcsok önállóságát is, hiszen ezek a háromszög és négyzet íves változatai, és igen csekély számban fordultak elő. Horváth 1935. 23. Csemegi József többek között kifogásolta, hogy az anyakulcsok gyakran nem egyeznek meg az adott páholyban tulajdonított épületek geometriájával. Azt is megkérdőjelezte, hogy a nagyszámú középkori műhely kőfaragójeleit összesen négy alapidommal meg lehetne határozni. Csemegi 1936. 17.

¹⁴⁰ Forster Irattár K133/2; Csemegi 1935, 1937, 1953; Várnai 1974; Czagány 1978, 1985; Hoppe 1993.

¹⁴¹ Csemegi 1935, 1937.

¹⁴² Hoppe 1993. 369.

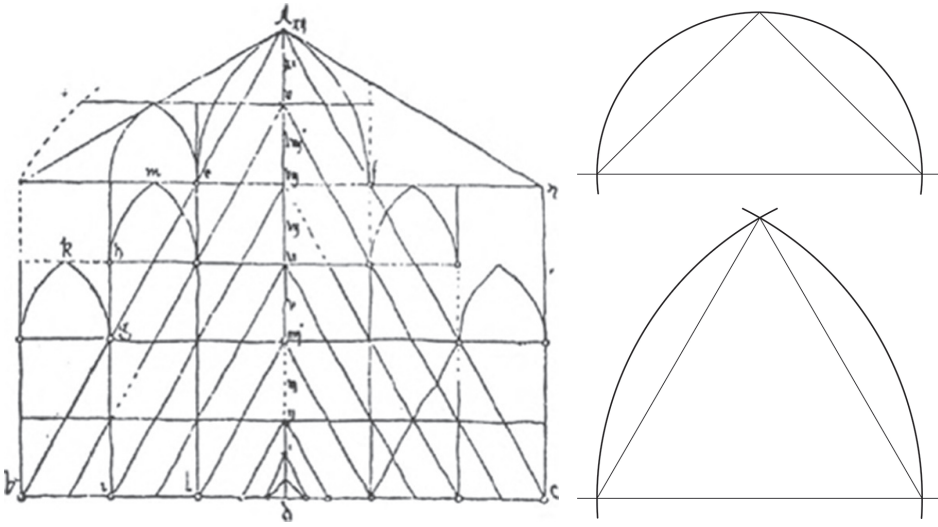
¹⁴³ Czagány 1978, 1985.

¹⁴⁴ Czagány 1985. 409, 412 szerint a 15. századi strasbourgi 45°-os szerkesztés Regensburgon és Bécsen át vándorolt Budára.

¹⁴⁵ Csemegi 1936. 4–7.

¹⁴⁶ Czagány 1985. 412.

¹⁴⁷ Csemegi 1953. 19, 46–47.



10. ábra. Stornalocco vázлата a milánói dóm keresztmetszetére, 1391 (forrás: Guzik 1994c 56.)

11. ábra. Félköríves és csúcsíves szerkesztés sémája (forrás: szerzők rajza)

A középkori építészetben állandóan jelenlévő háromszög és négyszög általános, műhelytől független használatát tanúsítják a milánói dóm 1386-ban megkezdett építkezésének évkönyvei. A templom tervezési kérdéseit érintő 1388 és 1401 között lezajlott vita több napirendi pontjából fontos következtetéseket vonhatunk le a tervezést meghatározó tényezőkről. A templom méretezési hibái már 1388-ban szakértők bevonását tették szükségessé, akik közül az olasz Gabriele Stornalocco és a francia Jean Mignot képviselték a legmarkánsabb véleményt.¹⁴⁸ Az első vitás kérdés az volt, hogy a templomhajó magasságát a négyzet vagy a háromszög alapján határozzák meg,¹⁴⁹ ami e két eljárás párhuzamosságára, bizonyos szempontok szerinti felcserélhetőségére vall. A milánói dóm esetében a döntést statikai megfontolásoktól tették függővé, de később a gazdasági szempontok alapján módosították a terveket.¹⁵⁰ Stornalocco a keresztmetszet megszerkesztéséhez a szabályos háromszöget javasolta, ahogyan azt vázлата is mutatja¹⁵¹ (10. ábra). Mignot 1400-ban élesen bírálta

¹⁴⁸A vitában részt vett 1391-ben egy kölni mester, majd 1392-ben a gmündi Heinrich Parler. 1394–95-ben Ulrich von Ensingen, ulmi dómépítő mester, 1399-ben pedig a Párizsból érkező Jean Mignot készített szakvéleményt, de a milánóiak a gyakorlatban egyikük javaslatait sem fogadták el. Egyedül a piacenzai Gabriele Stornalocco (matematikus) véleménye érvényesült 1392-ben, akire Jean Mignot mint „valamely tudatlanok”-ra utalt az épület hibáinak számbavételénél. Marosi 1969. 209.

¹⁴⁹Forster Irattár K133; „Vajon a templomnak magának, nem számítva mértékébe a felépítendő kupolát, a négyzetig vagy a háromszögig kell-e emelkednie?” (1392) fordítás Marosi 1969. 210.

¹⁵⁰Forster Irattár K133 szerint a milánói dómot először a háromszögnél is magasabbra tervezték, de később a költségek miatt még annak csúcsánál is alacsonyabb lett.

¹⁵¹A legmerészebb javaslat Antonio di Vicenzóé volt, aki a négyzetes befoglaló formát ajánlotta. Marosi 1997a 173.

Stornalocco döntését, mert a templom tartószerkezeti rendszerét nem találta megfelelőnek a boltozatok fogadására. A négyzet (ad quadratum) és a háromszög (ad triangulum)¹⁵² közötti dilemma valószínűleg nem csak a főhajó magasságának meghatározására vonatkozott. A két idom (a négyzet fele, a 45°-os háromszög és a 60°-os háromszög) ugyanis a félkörív és csúcsív szerkesztési alapsémáinak is tekinthető, tehát lehetséges, hogy a magasságra vonatkozó ködösen megfogalmazott kérdés egyúttal a boltozatok formájára is irányult (11. ábra). Ezt támasztja alá Mignot kijelentése: „Ezekről pedig annyit, hogy bizonyára kedvtelésből csinálták valamely tudatlanok, akik azt bizonygatják, hogy a csúcsívek erősebbek, és kisebb nyomásúak, mint a kerek boltozatok, és más dolgok felől is többet hivatkoztak az akaratra, mint a lehetőségre. (...) Az említett János mester azt mondja, hogy (...) a boltozatok akár csúcsívesek, akár kerek, semmivel sem kevésbé nagy a nyomásuk és a súlyuk.”¹⁵³

A milánói dómépítkezés évkönyvei arra is felhívják a figyelmünket, hogy a gótikus építészeti tervezés eszköztárához a geometriai szerkesztések mellett továbbra is hozzá tartoztak az egyszerű számarányok is. Lehetséges, hogy ezeknek egykor erős szimbolikus jelentése nem veszett el teljesen, de valószínű, hogy szerepükben a statikai megfontolások kerültek előtérbe. Mignot szakvéleményében a dóm támpilléreit túl kicsinek találta a szerkezeti terhek fogadására, mert szerinte azoknak háromszor akkorának kellett volna lenniük, mint a belső pilléreknek.¹⁵⁴ A párizsi mester itt egy olyan ökölszabály 14. század végi létezését bizonyította, amit valószínűleg saját építészeti munkái során, tapasztalati úton tanult, vagy mestereitől örökölt.¹⁵⁵ Az olaszok a tartószerkezeti kritikára kimerítő szilárdságtani választ adtak: a támpillérek megfelelőek, mert márványból és gránitból készültek, amelyek teherbírása kétszer akkora, mint a francia köveké.¹⁵⁶ A gótika tervezési elvei között tehát bizonyítottan szerepeltek a statika szempontjai, amelyeket Mignot rendkívül fontosnak tartott. A matematikus Stornalocco kijelentésére, amely szerint „a geometria tudományának nem kell, hogy helye legyen ezekben [a boltozati formákban], mivel a tudomány egy valami, és a művészet egy másik” Mignot híressé vált mondatával válaszolt: „ars sine scientia nihil est”.¹⁵⁷ Horváth Henrik szerint ebben a két véleményben Stornalocco haladó gondolkodása és önállósága, míg Mignot konzervatív páholyhagyományokat tisztelő magatartása mutatkozik meg,¹⁵⁸ de felfogható úgy is, mint a gótikában egyre fontosabbá váló szerkezeti gondolkodás létjogosultságának vitája.

¹⁵²A szakirodalomban használatos *trianguláció* és *quadratura* elnevezések a milánói vita szóhasználata alapján terjedtek el. Sódor 1978a 18.

¹⁵³Fordítás Marosi 1969. 212.

¹⁵⁴„...az egyház körül körös-körül valamennyi támpillér nem erős, és nem alkalmasak, hogy fenntartsák azt a terhet, amely rájuk nehezedik, mivel egyenként háromszor olyan vastagoknak kell lenniük, mint amilyen vastag egy pillér a templom belsejében” fordítás Marosi 1969. 211.

¹⁵⁵Csemegi szerint az ilyen ökölszabályok általánosak lehettek. Csemegi 1936. 14.

¹⁵⁶„...mivel a mi márványunkból és gránitunkból készített, minden oldalán egy ölnyi darab oly erős, mint két ölnyi a franciaországi kövekből...” fordítás Marosi 1969. 211.

¹⁵⁷Marosi 1969. 212.

¹⁵⁸Horváth 1935. 67.

Ahogy a milánói évkönyvek kapcsán is láthattuk, a négyzetes szerkesztést a 45°-os egyenlőszárú háromszög alkalmazásával is azonosíthatjuk. Több magyar kutató is úgy vélte, hogy a különböző háromszögek középkori alkalmazásában időrendi fejlődés mutatható ki. Az elméletek közös ihletője Georg Dehio véleménye, aki a szabályos háromszöget tekintette a középkori tervezés alapjának.¹⁵⁹ Horváth Henrik szerint, míg a szabályos háromszög az érett gótikához köthető, a négyzet felét, a 45°-os háromszöget inkább a romanikában használták.¹⁶⁰ Czagány István a budavári emlékek relatív kronológiájának felállítása során a 30°-os háromszög és szerkesztővonalak alkalmazását a 13. században, a 45, 60°-os rendszerét pedig a 14–15. században feltételezte, illetve a szerkesztések bonyolódását és az alapháromszögek keverését a késő gótikához kötötte.¹⁶¹ Az eddig bemutatott középkori források azonban arra engednek következtetni, hogy nem lehet egyes geometriai idomokat kizárólagosan korszakokhoz vagy páholyokhoz kötni.

A trianguláción és quadraturán kívül a középkori tervezők használtak ötszöget és további sokszögeket is, bár Hoppe László szerint problémás szerkesztésük miatt ritkán fordultak elő.¹⁶² Ezeket az idomokat Csemegi József már a román kori centrális templomok elemzésénél is említette, alkalmazásuk okát szimbolikus jelentésükben látta.¹⁶³ Hoppe szerint a középkori mesterek nem ismerték az ötszög szabályos szerkesztését, csupán közelítő módszereket, de ezek a kitűzési pontatlanság hibahatárán belül maradtak.¹⁶⁴ Az ötszög szerkesztésében a Villard de Honnecourt vázlatkönyvében is felsejlő elv tükröződik: a geometriai eljárások gyakorlati céljukon túl nélkülözték az elméleti megalapozottságot. Hoppe szerint az ötszöget ritkán választották alaprajzok tervezésekor, mert kedvezőtlen, bizonytalan térérzetet okoz, de gyakran fordult elő a mérműves ablakok kompozícióiban, ahogyan azt a soproni Szent Mihály-templom Sedlmayr János által elemzett két hajóablaka (14. század első fele) is mutatja. Sedlmayr szerint a pentagramma alkalmazása a szimbolikával magyarázható, mert ez a forma a démonok elriasztását, az üdvösséget jelentette, de az is elképzelhető, hogy a 14. századi kőfaragó csupán ritka geometriai tudását akarta csillogtatni.¹⁶⁵ Sedlmayr az allegorikus tartalmat az ötszöggel szorosan összefüggő aranymetszésre is kiterjesztette, amelynek alkalmazására szintén találunk példát a gótikus építészetben: Myskovszky Viktor a bártfai Szent Egyed-templom szentségházának (1470 körül) főbb méretei között mutatta ki.¹⁶⁶ Az aranymetszéshez közelítő 5:8 arány gyakran felbukkan a gótikus építészet tervezési módszereiben. Henszlmann

¹⁵⁹ Georg Dehio: *Ein Proportionsgesetz der antiken Baukunst und sein Nachleben im Mittelalter und in der Renaissance*. Strasbourg 1895.

¹⁶⁰ Horváth 1935. 69.

¹⁶¹ Czagány 1978, 1985.

¹⁶² Hoppe 1995.

¹⁶³ Csemegi 1960. 332.

¹⁶⁴ Hoppe 1995. 143. Középkori ötszögszerkesztési módszerek forrásai: Villard de Honnecourt vázlatkönyve, a második mester; Matthes Roriczer: *Geometria deutsch*; két Bécsben őrzött rajz; Frankfurti mintakönyv; Hans Hammer vázlatkönyve.

¹⁶⁵ Sedlmayr 1992. 22.

¹⁶⁶ Myskovszky 1878.

Imre és Möller István szerint a középkorban használták az ún. egyiptomi háromszöget, amelynek alap-magasság aránya 8:5.¹⁶⁷ Czagány István a budavári anyag elemzésekor szintén az 5:8-as arányt találta az Úri utca 38. számú ház kapualjának déli ülőfülkéiben.¹⁶⁸ Az arany metszés mellett más aránypárok is megtalálhatók a gótikus épületekben, amelyek háttérben lehetnek a már említett statikai ökölszabályok, vagy az építészeti és a zene arányainak azonosságai, de valószínű, hogy a számok a középkor második felére sem veszítették el szimbolikus jelentésüket. Csemegi József tanulmánya alapján a romanikára jellemző számarányos tervezési mód a százsországi késő gótikus templomok fejlődési vonalában is kimutatható, amelybe az egri várszékesegyház 3:4:6 arányú alaprajzi rendszere is beleilleszkedik.¹⁶⁹ Gerevich Tibor a késő középkori számszimbolikát szintén a német templomok sajátosságának tartotta.¹⁷⁰

A magyar kutatástörténetben egyébként is gyakran találkozunk olyan meglátásokkal, hogy bizonyos tervezési módszerek főleg a kései gótikában kifejezetten német sajátosságoknak tekinthetők, amit az egykorú forrásokban előforduló utalások is alátámasztani látszanak. Cesare Cesariano (*12. ábra*), itáliai teoretikus 1521-ből származó Vitruvius-fordításában a milánói dómról azt írta, hogy „német szimmetriában” készült.¹⁷¹ A bolognai San Petronio-templomban, ahol a 16. század végén a milánói vitához hasonlóan a hosszhoz magasságának meghatározása volt problémás kérdés, a kortársak (Francesco Terribilia vezető építész ellenében) „német szabályokra” hivatkozva a szabályos háromszöget javasolták.¹⁷² Czagány István ezzel szemben a négyszöges szerkesztést tartotta német eredetűnek a budavári emlékek vizsgálata során.¹⁷³ Látható tehát, hogy a német tervezőgyakorlatra egyaránt jellemző lehetett a trianguláció, a quadratura és az arányszámok alkalmazása is, ami megerősíti, hogy a nemzetekhez, területekhez köthető szerkesztési módok egyértelmű megállapítása igen nehéz. (A két alapidomra a francia építészetből is könnyedén említhetünk példákat: a párizsi Notre Dame főhomlokzata négyzetek és arányszámok segítségével,¹⁷⁴ a Sainte Chapelle tervei pedig szabályos háromszöggel szerkeszthetők meg.¹⁷⁵)

¹⁶⁷Forster Irattár K123/6; Henszlmann 1880. 4 szerint 8:5 az aránya a gízai piramisoknak és a Clunyben alkalmazott csúcsívnek is.

¹⁶⁸Czagány 1978. 165.

¹⁶⁹Csemegi 1935. 15–17; Csemegi 1953. 17. Például München, Frauenkirche; Nürnberg, Szent Lőrinc-templom; Weissenburg, Szent András-templom; Schneeberg, Szent Farkas-templom.

¹⁷⁰Gerevich 1910. 58. Például a regensburgi domonkos templom méreteit a 3, a 8 és ezek kombinációi, pl. $3+8/2=7$; a marburgi Szent Erzsébet-templomét a 3, a 4, a $3 \times 4=12$, stb.; az altenstadti plébániatemplomét pedig a 3 és a 10.

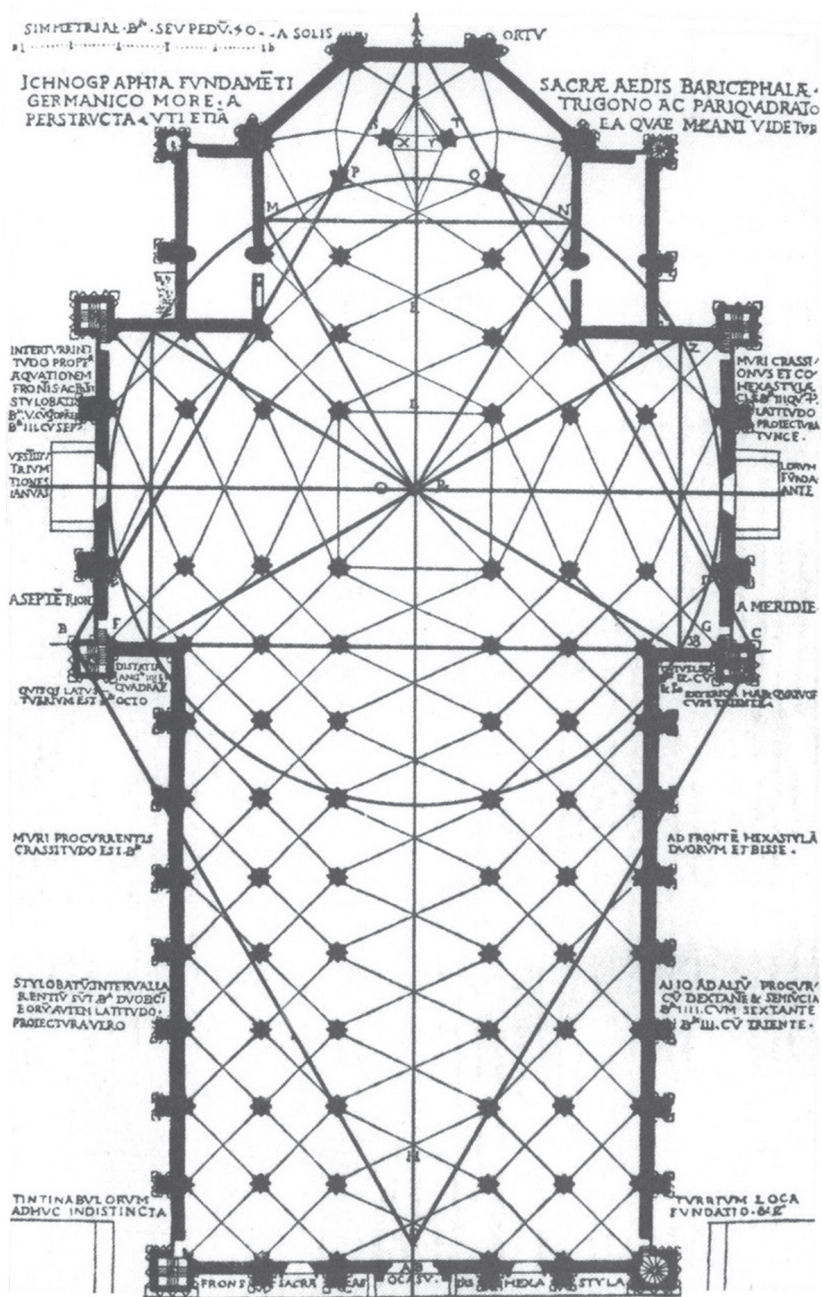
¹⁷¹Csemegi 1935. 9.

¹⁷²Csemegi 1953. 24; a keresztmetszet triangulációs szerkesztését igazolja Guzsik 1994c 58. LIV. tábla 2. e. ábrája is.

¹⁷³Czagány 1985. 407–410.

¹⁷⁴Sódor 1974. 46.

¹⁷⁵Csemegi 1953. 16.



12. ábra. Cesare Cesariano rajza a milánói dómról, 1521 (forrás: Szakál 2007. 103.)

A quadratura német eredetének hipotézisét valószínűleg az erősítette, hogy a 15. század végétől több geometriai témájú német műhelykönyvet is ismerünk, amelyek minden addiginál több információt árulnak el a középkori tervezésről. Matthes Roriczer fiatoronykönyvecskéje (*Büchlein von der Fialen Gerechtigkeit*, 1486), wimpergakönyve (*Wimpergbüchlein*, 1486–1490) és *Geometria deutsch* című műve (1486–1490), Hans Schmuttermayer fiatorony- és wimpergakönyve (1487–1488), Lorenz Lacher fiához írt 1516-os intelmei (*Unterweysungen und Lehrungen für seinen Sohn Moritz*) és Hans Hammer von Werde 15. század végi – 16. század eleji műhelykönyve minden bizonnyal a gótika delelőjén még féltve őrzött páholytitkokat tártak a nyilvánosság elé. A reneszánsz kibontakozása idején, a 15–16. század fordulóján a felbomlóban lévő gótikus műhelyekben felhalmozott építőtudást a feledés veszélye fenyegethette. Sódor szerint ezzel magyarázható a felsorolt könyvek megjelenése, amelyek azonban csak töredékét rögzítették a gótikus mesterek geometriai és tervezési módszereinek.¹⁷⁶ A páholytitoktartás fellazulását támasztja alá, hogy Villard de Honnecourt 13. századi vázlatkönyvével ellentétben a német szerzők műveinek több kiadása és másolata maradt fenn.¹⁷⁷ A tudást, amit egykor csak a műhely tagjainak szántak, a 15. század végére szélesebb közönség elé tárták. Hoppe László ezenkívül a reneszánszban teret hódító építészeti traktátusok hatását is felfedezni vélte a késő középkori műhelykönyvek megjelenésében.¹⁷⁸ Azonban, míg Alberti, Filarete vagy Dürer az építészet elméletének megfogalmazására törekedtek, Roriczer, Schmuttermayer, Lacher és Hammer nem általános tervezési alapelveket fektettek le, hanem az általuk fontosnak tartott szerkesztési megoldásokat és arányosságokat gyűjtötték össze.¹⁷⁹ Villard könyvéhez hasonlóan a német művek sem utaltak a szerkesztések elméleti hátterére, csupán recepteket közöltek a tervezés segítésére. Ez tehát nagy valószínűséggel az egész gótikus építészet szakirodalmára jellemző volt, ugyanis Sódor szerint a 15. század végi művekre a korábbi műhelykönyvek lehetnek hatással, ahogyan maga Roriczer és Schmuttermayer is elődeikre, Konrad Roriczer regensburgi és nürnbergi dómépítő mesterre és a 14. századi „prágai junkerekre” hivatkoztak.¹⁸⁰ Roriczer *Geometria deutsch*ának közvetett forrása lehetett a *De*

¹⁷⁶ Sódor 1978a 21.

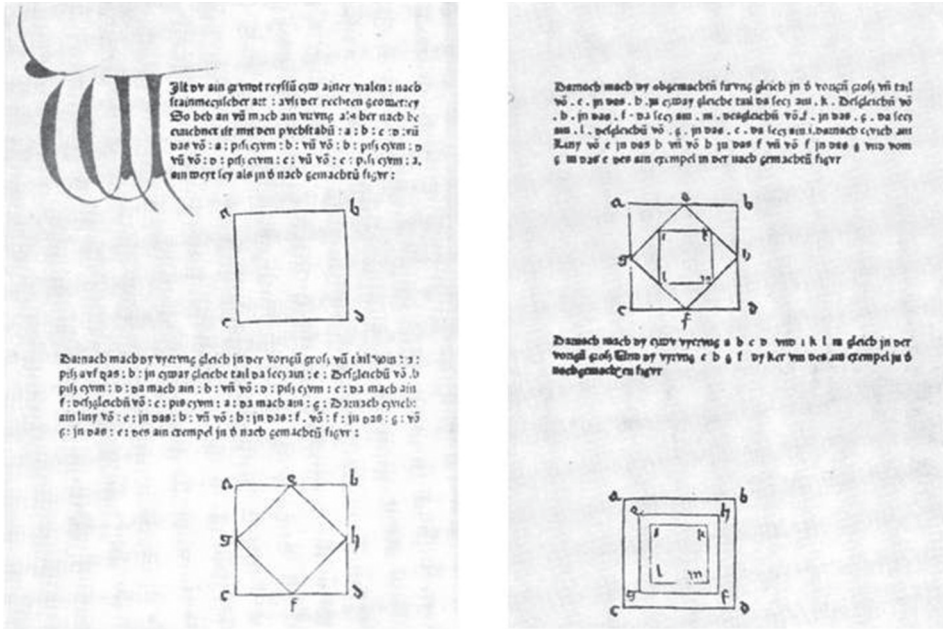
¹⁷⁷ Lorenz Lacher eredeti kézírata elveszett, de Jakob Feucht von Andernach másolatot készített róla 1593–1596-os mintakönyvében, amely tartalmazta Roriczer fiatoronykönyvét is. Roriczer fiatorony- és wimpergakönyvének nürnbergi, regensburgi és két würtzburgi (az eredeti 1486-os és egy későbbi, 1487–1488-as kiadás egybekötve) változata maradt fenn, ahogyan a *Geometria deutsch* is több kiadást ért meg (pl. a második kiadást P. Wagner 1498-ban Nürnbergben rendezte sajtó alá). Sódor 1982. 374–376.

¹⁷⁸ Hoppe 1994. 5.

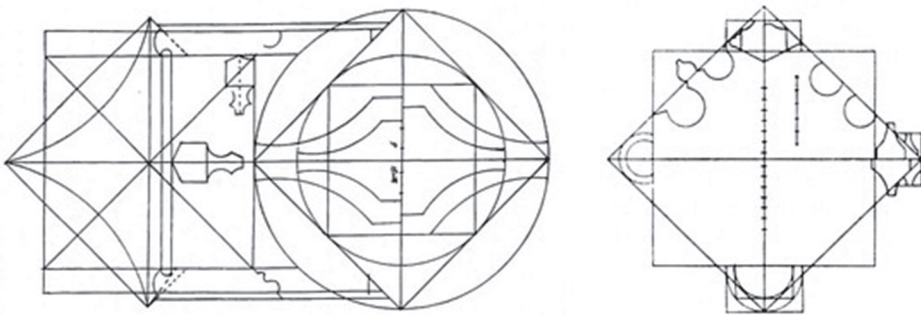
¹⁷⁹ Sódor 1982. 376.

¹⁸⁰ Matthes Roriczer és Hans Schmuttermayer közös mestere Konrad Roriczer (Matthes apja) volt, akinek irányítása alatt mindketten (?) a nürnbergi Szent Lőrinc-templom szentélyén dolgoztak. Konrad apja, Wenzel Roriczer valószínűleg a csehországi Parler-műhelyben tanulta a geometria mesterségét, amikor 1411–1419-ig a prágai dóm építésén dolgozott. Erre utalhat, hogy mindkét fiatoronykönyv bevezetőjében a szerzők a szerkesztéseket nem saját találmányukként, hanem a prágai junkerekre hivatkozva mutatják be. Sódor 1978b 383. Schmuttermayer további forrásként említ bizonyos Rugert (talán a francia Roger) és Niclas von Straspurkot is. Sódor 1981. 194–195.

*inquisicione capacitatis figurarum*¹⁸¹ című, az 1440-es évek előtt ismeretlen szerző által írt geometriai tárgyú kézirat, amely hasonló feladatokat tartalmazott, de Roriczer ezekből csak az egyszerű, körzős-vonalzós szerkesztéseket vette át, elméleti bizonyításokat nem.¹⁸² Sódor szerint ezenkívül a francia építészet és bizonyosan a tervezéstechnika is nagy hatással volt a német gótika kialakulására és további fej-



13. ábra. Matthes Roriczer fiatoronykönyvének részlete (forrás: Sódor 1978. 392, 394.)



14. ábra. Lorenz Lacher profilszerkesztési mintái (forrás: Bork 2011. 8; Marosi 1997b 152.)

¹⁸¹ Reinhard de Vurm 1440-es években összeállított gyűjteményes kötetében található.

¹⁸² Sódor 1982. 377–378.

lődésére, ezért a kései német szakirodalom tartalmi előképeit a Villardéhoz hasonló műhelykönyvek jelenthették.¹⁸³

A német források közös vonása, hogy mindegyikben különösen fontos a quadratura szerepe. Roriczer és Schmuttermayer fiatoronyszerkesztése egyaránt a négyzet felezésének eljárására épült, amely során az oldalak felezőpontjával egy újabb, fele akkora négyzetet rajzolunk és ezt kellő számban megismételjük (13. ábra). Ugyanezzel a módszerrel találkozunk Villard de Honnecourt vázlatkönyvében, mind a kváderkő felezésében, mind pedig a jó arányú kolostorudvar készítésében, de még a laoni torony alaprajzában és a figurális alakokban is.

A quadratura alapszerkesztésének tekinthető eljárás tehát a gótika teljes korszakában és talán még korábban is jelen volt, nem hiába nevezte Villard a művészet igazi forrásának.¹⁸⁴ A négyzet Lorenz Lacher könyvében is fontos szerepet játszik, ugyanis szerinte a templomfal vastagságára szerkesztett két elforgatott négyzetbe (nyolcszög) kell berajzolni az ablakmérnök profilját¹⁸⁵ (14. ábra). Sztanekné Apai Gabriella kimutatta, hogy a quadratura minden esetben, a Lacher által közölt szabályok pedig többnyire jelen vannak a késő gótikus magyar kápolnák alaprajzában és részleteik profiljaiban.¹⁸⁶ Roriczer szerkesztéseit bizonyítottan használták a regensburgi dóm tervezése során, amelynek mestere a szerző (Matthes Roriczer) apja, Konrad Roriczer volt.¹⁸⁷ Mivel Wenzel Roriczer, Matthes nagyapja bizonyosan a fiatoronykönyvben említett „prágai junkerek” tagja volt, a quadraturás szerkesztést nemcsak a francia és német mesterek, hanem a csehországi Parler-műhely eszköztárában is okkal feltételezhetjük.

Lorenz Lacher könyvéből a gótikus tervezés egyik legérdekesebb módszerét ismerhetjük meg, a toronyalaprajzok síkból történő kiemelését, amely a vízszintes és függőleges méretek közti kapcsolatot határozza meg. Lacher ugyanis a fiatoronykönyvekben is szereplő, a négyzet sorozatos felezésével előálló alaprajzi ábrához a függőleges vetületet a négyzeteknek megfelelő kockák egymásra szerkesztésével javasolta elkészíteni.¹⁸⁸ (15. ábra) Ez a módszer a bécsi Szent István-dóm már említett torony- és támpilléralaprajzában egykorú terve tükrében válik igazán érdekessé, ezek a tervek ugyanis az épületrészek különböző emeleti alaprajzait összerajzolva tartalmazzák¹⁸⁹ (16. ábra). Kérdéses, hogy ez az alaprajzi ábrázolástechnika az egész középkorra jellemző volt-e, vagy csak a bécsi műhely sajátosságai közé tartozott, illetve hogy Lacher „síkból kiemeléses” módszerét mennyire széles körben ismerték.

¹⁸³ Ezt támasztja alá a fiatorony- és wimpergákönyvekben használt szakkifejezések francia eredete és a szerkesztési azonosságok is, pl. a négyzet felezése. Sódor 1981. 196.

¹⁸⁴ Sódor 1981. 196; Tompos–Zádor–Sódor 1975. 487–489.

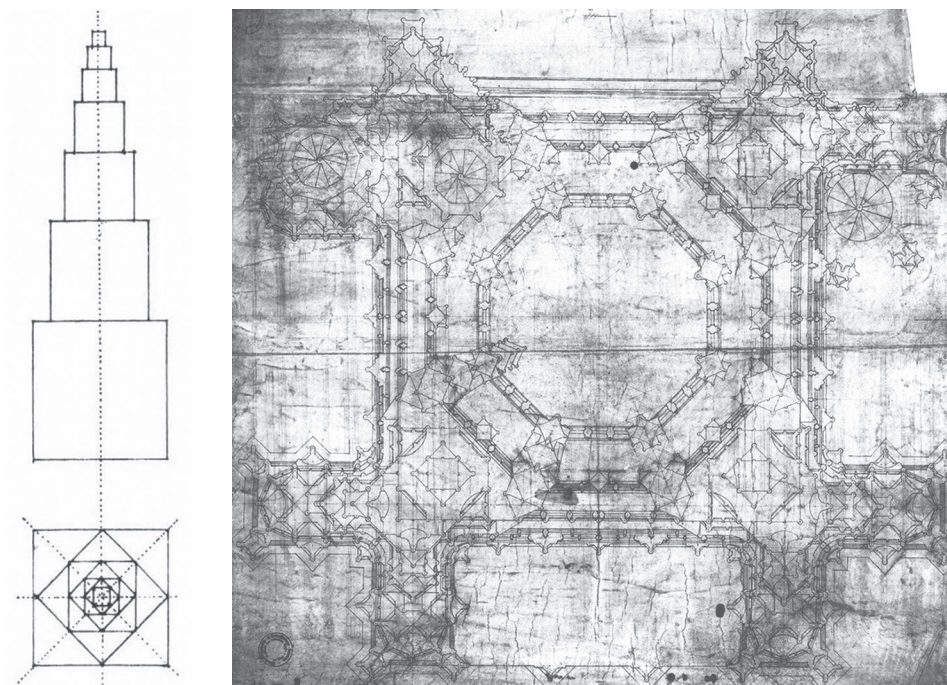
¹⁸⁵ „Továbbá, vedd a szentély falvastagságát, legyen az kicsi vagy nagy, rajzolj egymáson keresztül két négyzetet, s ebben megtalálász minden deszkát, amint ebben a könyvben lerajzolva látod egy nagy négyzetben, amit, hogy könnyebben megérthessed, lerajzoltam neked, ebbe a könyvbe az írás mellé.” (*Unterweisung*) fordítás Marosi 1969. 219.

¹⁸⁶ Apai 1980. Függelék.

¹⁸⁷ Sódor 1978b 386.

¹⁸⁸ Szakál 2007. 94; Sódor 1981. 197.

¹⁸⁹ Csemegi 1953.19.



15. ábra. Lorenz Lacher eljárása az alaprajz síkból történő kiemelésére (forrás: Sódor 1981. 197.)

16. ábra. A bécsi Szent István dóm északi tornyának egykorú alaprajza (forrás: Bork 2011. 259.)

A késő gótikus német források is alátámasztják, hogy a középkorra a kóták nélküli tervezés, majd néhány helyszíni méret alapján történő újraserkesztés, mint kitűzés, lehetett jellemző. Schmuttermayer fiatornykönyvében így írt: „Ha egy fiatornyot és egy wimpergát akarsz rajzolni akkor először is csinálj egy négyzetet, mégpedig olyan nagyra, amilyenre akarod.”¹⁹⁰ A szerkesztések tehát bármilyen kiinduló mérettel elvégezhetőek voltak. Hoppe László ugyanerre a következtetésre jutott saját helyreállítási munkái során, amikor megállapította, hogy a csarodai és vámosatyai templom (13. század vége, 14. század eleje) alaprajzi szerkesztése minden lényeges ponton megegyezik, a rendszer alapját jelentő méret azonban eltérő.¹⁹¹ Hoppe szerint a két templomot valószínűleg azonos műhely építette, amely a már bevált tervezési sémát két épületen is felhasználta.¹⁹² Az eltérő alpméretek oka valószínűleg a helyi adottságokra és igényekre vezethető vissza.

¹⁹⁰ Fordítás Sódor 1981. 202.

¹⁹¹ Hoppe 1993. 368–369. A hajók szélességének és hosszának, a szentélyek és a diadalívek és a szentély falvastagságának szerkesztése megegyezik.

¹⁹² Hoppe 1994. 8.

Ahogy Villard vázlatkönyvéből, úgy a kései német irodalomból is láthatjuk, hogy milyen tervezési és építészeti kérdések foglalkoztatták az adott kor mestereit, illetve hogy melyek voltak az igazán problémás épületrészek. A fiatornyon és a wimpergán kívül Roriczer leírta a derékszög, az ötszög és a hétszög szerkesztését, továbbá egy kör területének grafikus meghatározását. Ilyen és ezekhez hasonló eljárások lehettek a tervezés alapfeladatai, de az is elképzelhető, hogy Roriczer éppen a nehezebb, és ennél fogva ritkábban választott megoldásokat gyűjtötte össze. Az ötszög esetében felmerül, ahogyan a Sedlmayr által vizsgált soproni mérműves ablakok kapcsán már említettük, hogy alkalmazásával a tervező ritka geometriai tudását akarta bemutatni.¹⁹³ Lorenz Lacher *Unterweisung*ja kivételesen sok arányossági előírást tartalmaz, amelyeket a szerző valószínűleg saját építészeti praxisa során tanult meg vagy tapasztalt ki, főleg a szentélyek tervezésével kapcsolatban¹⁹⁴ – ez a probléma tehát Villardhoz hasonlóan a 15–16. századi építészeket is módfelett érdekelhette. Sztanekné Apai Gabriella több késő gótikus kápolna terveiben a szentélyszerkesztés Lacher által lefektetett elveit kereste, amelyeket nem tudott minden esetben maradéktalanul kimutatni.¹⁹⁵ Ez nem jelenti azt, hogy Lacher tervezési elvei, vagy azokhoz hasonlók ne lettek volna használatosak, csupán arra világít rá, hogy a középkori szakirodalom nem kötelező érvényű szabályokat rögzített, hanem lehetőségeket, recepteket, amelyeket a különböző generációk saját tapasztalataik alapján módosítottak, kiegészítettek. Csemegi József sajátos fejlődési vonalat határozott meg a Hans Stethaimerhez és köréhez köthető szentélykörüljárós csarnoktemplomok elemzése alapján.¹⁹⁶ Eszerint a mester hatszöges alaprajzi szerkesztésmódját a gmündi Heinrich Parler-től vehette,¹⁹⁷ amit később a landshuti, dingolfingi és wasserburgi templomoknál (15. század második fele) módosítva, 90°-kal elforgatva alkalmazott.

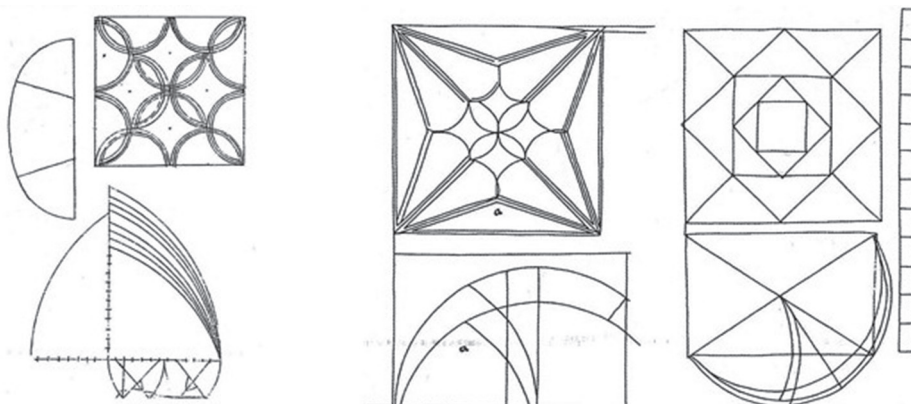
¹⁹³ Sedlmayr 1992. 22.

¹⁹⁴ „Ézért először azzal akarom kezdeni, és meg akarom mutatni, hogyan tudsz a sokféle épületnél kezdettől végig helyes mértéket tartani, ismervé alapjukat és mértéküket, és más épületekről is mintákat akarok neked mutatni. Továbbá a kőfaragó munkák szerkesztéséről, hogyan kell azt csinálni a legművészebb falazókövel, nagy és kis épületeknél. (...) És ezért, ha tudni akarsz, hogyan vagy képes nyerni valamennyi deszkát, tudnod kell a falak magasságát és szélességét, aszerint, hogy az épület kicsi vagy nagy, a kő kemény vagy lágy, hogy mihez tartsd magadat, és hogy a pillért kőrácsokkal törd át, minden szükséges dolgot tudni kell a vastagságról és szélességről és a párkány formájáról is. (...) Továbbá, ha egy szentély belülről 20 láb széles, másfélszer olyan magasnak kell lennie, mint amilyen széles, ez a helyes magassága. (...) És akár szűk, akár széles a kórus, a főpárkánynak olyan magasnak kell lennie, amilyen távolságra a pillérek egymástól állnak, a lábazati párkánytól a főpárkányig négyzetet alkotva. Továbbá, a lábazati párkánynak olyan magasnak kell lennie, amilyen vastag a pillér, és ahol a talaj szintje egyenetlen, ott a lábazati párkány is lefelé halad. (...) Továbbá, ha egy szentély belül 20 láb széles, és a kő jó, csináld a falakat két láb vastagra, ha azonban a szentély nemes faragott kőmunkából áll, végy el belőle 3 hüvelyket, ha pedig gyengébb a kő, a falak és a pillérek vastagságához adj hozzá 3 hüvelyket.” (*Unterweisung*) fordítás Marosi 1969. 217–219.

¹⁹⁵ Apai 1980.

¹⁹⁶ Csemegi 1935, 1937.

¹⁹⁷ Csemegi szerint a gmündi Heiliggeistkirche (Parler Henrik) és a staubingi Szent Jakab-templom (Hans Stethaimer) fő- és mellékhajóinak szélességét azonos módon szabályos hatszög segítségével tűzték ki. Csemegi 1935. 9–10. Parler Henrik már a milánói dómépítkezés vitája kapcsán is a háromszöget javasolta a hajó magasságának meghatározására. Marosi 1969. 210.



17. ábra. Boltozatszerkesztési részletek a Bécsi mintakönyvből és a Frankfurti mintakönyvből (forrás: Marosi 2008. 10, 12.)

Ezzel a szerkesztéssel a fő- és mellékhajók szélessége függetlenedett egymástól, amit Csemegi Stethaimer tervezői egyéniségének a geometriai szerkesztések kötött-ségei alóli felszabadulásaként értelmezett a 15. század végén.¹⁹⁸

A szentélyekhez hasonló összetett tervezési feladatot jelenthettek a térlefedő szerkezetek, amelyek a gótika utolsó szakaszában megjelenő háló- és csillagboltozatokkal egyre bonyolultabbá váltak. A térlefedések tervezési nehézségéről tanúskodik az úgynevezett *Bécsi mintakönyv*¹⁹⁹ és *Frankfurti mintakönyv*²⁰⁰ (15. század vége), amelyeknek több rajza szentélyek fölé szerkesztett hálóboltozatokat ábrázol (17. ábra). Horváth Henrik leírta, hogy mesterremekként két magyar céhszabályzat, a brassói (1570) és a kassai (1573) egy keresztboltozat helyes szerkesztését követe-
lte meg, amelyknél fontos szerepe volt a szemmértéknek, mert ezeket a szokásos műszerek nélkül kellett elkészíteni.²⁰¹ Ez arra enged következtetni, hogy a gótikus műhelyekben egyes részleteket, például profilokat tervezhettek akár szabad kézzel is.

¹⁹⁸ Csemegi 1935. 11.

¹⁹⁹ Szakál 2007. 97; Szőke 2005. 885. Forrása Hans Koepf. *Die gotischen Plenrisse der wiener Sammlungen*. Bécs 1969. „Ha valaki kórust akar csinálni, és helyes magasságát meg akarja adni, tudnia kell, hogy az első fajtanál a kórus szélességének másfélszerese kell legyen a tetejéig, a másik fajta kórusnak háromszor olyan magasnak kell lennie a tetejéig, mint amekkora a szélessége. És ha a kórusoknak mellékhajóik lennének, amilyen széles egy mellékhajó, és amilyen széles mindegyik kórus, háromszor olyan hosszúnak kell lennie. És a pilléreknek, amelyek kívülről a kórushoz tartoznak, kétszer olyan hosszúknak kell lenniük, mint amilyen szélesek. (...) Aki helyesen akar megcsinálni egy művet, annak tudnia kell, hogy a bordáknak és a hevedereknek egyenlő magasnak kell lenniük a felső körétegen, és a hevedereknek másfél lábnyival alacsonyabbknak kell lenniük, mint a zárókő. (...) Aki helyes boltozatot akar csinálni, annak a körzöt kinyitva, azt mindenekelőtt ki kell szerkesztenie, s tudnia kell, hogy a hevedereknek és a főiveknek egy körzőnyílással kell rendelkezniük, és minden egyes darabnak kétszer olyan hosszúnak kell lennie, mint amilyen széles.” Fordítás Marosi 1997b 229.

²⁰⁰ Marosi 2008. 12–13.

²⁰¹ Horváth 1935. 49.

A boltozatok geometriájának megértéséhez, bemutatásához nemcsak rajzokat, hanem famodelleket is készítettek. Erről tanúskodnak a mesterremek,²⁰² de elképzelhető, hogy a későbbi munkák során is gyakran terveztek modellek segítségével. Sódor Alajos 16–18. századi leírások alapján megállapítja, hogy a bordás boltozatok tervezésénél az úgynevezett vezérgörbe szerkesztést alkalmazták, amelynek lényege, hogy bármilyen bonyolult rajzolatú boltozat főbordáit (de lehetőleg mindet) azonos körívvel rajzolták meg. Eszerint a háló- és csillagboltozatok tervezése alapvetően eltér egyes keresztboltozatokétól.²⁰³ A vezérgörbés módszernél először a bordarendszer geometriája áll elő, a boltozat méretei ebből következnek.²⁰⁴ A hálóboltozatok esetében a tervezés menete megegyezik a kivitelezésével: először a borda készül el, majd a mező, ezért csak a vezérgörbe sugarát kellett pontosan megszerkeszteni ahhoz, hogy az elemek faraghatók legyenek. A tervezési folyamat azonban nem egyszerűsödött le, hiszen az alaprajzi vetület és a bordaváz kompozíciója komoly átgondolást igényelt. Szőke Balázs a Szeged-alsóvárosi templom hajóboltozatának modellezése kapcsán arra a szakirodalomban többször feltett kérdésre kereste a választ, hogy a térlefedés valódi bordás boltozatként vagy inkább álbordás fiókos dongaként értelmezhető.²⁰⁵ A Sódor által ismertetett vezérgörbe-szerkesztés értelmében a késő gótikus csillag- és hálóboltozatok bordacsomópontjai (vagy akár maguk a bordák is) donga-, illetve gömbfelületre illeszkednek,²⁰⁶ ahogyan a Szeged-alsóvárosi templomban is.

A vezérgörbés módszer mellett egyéb szerkesztési eljárások is kimutathatók a gótikus emlékek geometriájában. Az érintőkörös szerkesztésre nemcsak Sedlmayr János és Czagány István hívta fel a figyelmet, hanem Szakál Ernő is, aki saját rekonstrukciós munkáit is ezzel a módszerrel végezte²⁰⁷ (18. ábra). Czagány szerint a budavári anyagban már a 13. században, a Mátyás-templom főhomlokzati rózsablakán kimutatható az érintőkörös módszer alkalmazása, de leginkább a 15. században terjedt el.

²⁰² Sódor 1979. 5. Az említett mestermunkák 1659-ből és 1755-ből (Nürnberg) valók, amelyek egy a középkorból megmaradt hagyomány példaként értelmezhetők a páholyok működésében. Forrásaik: Werner Müller: *Das Sterngewölbe des Lorenzer Hallenchores: seine Stellung innerhalb der spätgotischen Gewölbekonstruktionen*. In: *500 Jahre Hallenchor St. Lorenz zu Nürnberg 1477–1977*. Nürnberg 1977. 171–196; Friedrich Hoffstadt: *Gotisches ABC Buch: das ist: Lehrbuch der Grundregeln des gotischen Styls, und insbesondere der gotischen Architektur*. Frankfurt 1845. 14/B tábla.

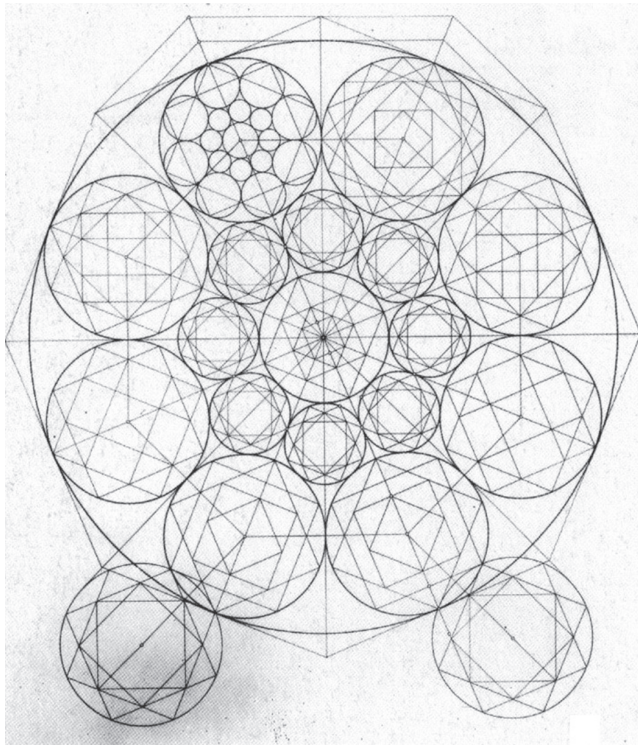
²⁰³ Egyeneszáródású bordás keresztboltozatok esetében. A késő-gótikus boltozatok szerkezetéről bővebben lásd: Császár 1983.

²⁰⁴ Sódor 1979. 1–2.

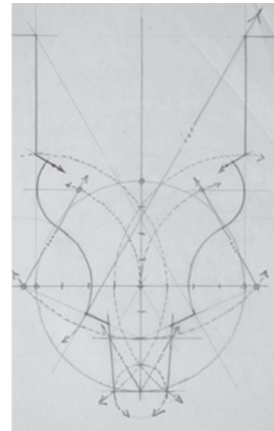
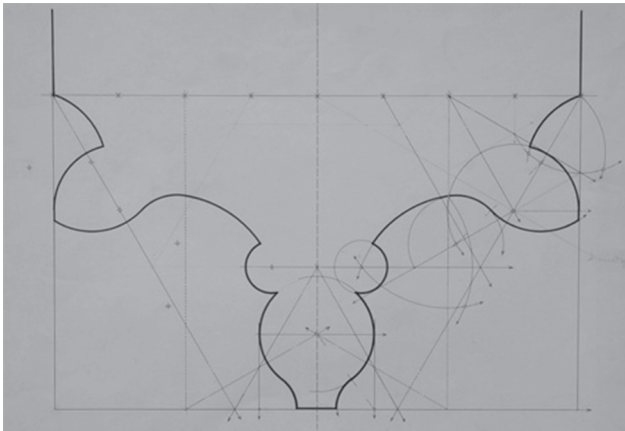
²⁰⁵ A hajóboltozat meghatározását az építés idejének (16. század elején vagy a török hódoltság után újjáépítve) bizonytalansága is megnehezíti. Szőke szerint elképzelhető, hogy a térlefedés a gótikus építészet példája és valódi bordás szerkezetű. Szőke 2005. 890. A kérdés további lehetséges megközelítése a statikai erőjáték vizsgálata is lehet.

²⁰⁶ Sódor 1979. 4–5. A gömbfelületre illeszkedő bordaváz példájának forrása: G. Ungewitter: *Lehrbuch der gotischen Konstruktionen* 1. kötet. Tauschnitz, Leibzig 1901. 19. tábla.

²⁰⁷ Sedlmayr 1992. 20–21; Czagány 1985. 405; Szakál 2007. 117–119.



18. ábra. Szakál Ernő terve a visegrádi Anjou-kori kútház rekonstrukciójára, az érintőkörös szerkesztés vázlatja, 1964 (forrás: Szakál 2007. 118.)



19. ábra. Möller István profilszerkesztései, 1916 (Gyulafehérvár, székesegyház) (forrás: BME Éptört Rajztár 102654, 102689)

Szintén ő ismertette pontok és vonalak körzős forgatással történő kijelölését,²⁰⁸ de hasonló eljárásokkal már Möller is kísérletezett²⁰⁹ (19. ábra). A szerkesztési módszerek halmozott, bonyolult alkalmazása Czagány szerint a késő gótika dekadens korszakát jellemezte.²¹⁰ Mások éppen a geometria racionalizálására hívták fel a figyelmet, mint Csemegi József, aki szerint a késő gótikus boltozatok vezérgörbés szerkesztése a bordák tipizálását és előregyártását tette lehetővé.²¹¹ Hasonlóan vélekedett Sztanekné Apai Gabriella is, aki szerint a késő gótikus térlefedések és bordaprofilok készítését tömegtermelésként képzelhetjük el, mivel ezek a mintakönyvek ökölszabályait követték.²¹² Sódor a 16. századi boltozatokat a reneszánsz idejében még létező utógótikához kötötte, amelyek szerkezeti értelemben már nem képviseltek valódi progresszivitást az érett korszakhoz képest. Ezek oktató szakirodalmaként értelmezhetők a kései mintakönyvek, amelyek leegyszerűsített geometriai szabályai az egykor virágzó tervező-építő kultúrának csupán kivonatai voltak.²¹³

A gótikus építészeti geometriai elemzése során sejthető, hogy a teljes épület és nagyobb vagy kisebb részek között összefüggés lehet, lényegük, tervezési elvük azonos, a szakirodalom ennek ellenére ritkán említi a részek és az egész viszonyát.²¹⁴ Az összhang konkrét bizonyítékát a korabeli források között csak Lachernél találhatjuk meg, aki a szentély falának vastagságát a szélességből eredeztette (annak 1/10-e), az ablakok mérműprofiljait pedig a falvastagságba rajzolt nyolcszög segítségével rajzolta meg.²¹⁵ Gerevich Tibor szerint a részek és az egész épület arányai azért azonosak, mert azonos szerkesztési elv alapján alkották őket. Míg a teljes alaprajz és metszet tervezéséhez inkább statikai tudás kellett, a profilok megrajzolásához inkább geometriai ismeretek.²¹⁶ Sódor Alajos a skolasztikus filozófia hármasság elvrendszerét – teljességre törekvés; összhang az egyes részek és az egész között; világos megfogalmazás – Erwin Panofsky elmélete alapján a gótikus építészetre is alkalmazta.²¹⁷

A rész és egész összefüggésének feltárását az épület vizsgálatokor sokszor megnehezítheti a terv és a megvalósulás közötti viszony, amelyet rész és egész esetében más folyamatok alakíthatnak. Nyilvánvaló, hogy geometriai-aritmetikai összefüggések az épület alaprajzi elrendezését, magassági méreteit, a tér dimenzióját is megha-

²⁰⁸ Czagány 1985. 414. A 60°-os szerkesztéssel párosított körzős forgatást Czagány az Országház utca 18. sz. házban lévő cseh-sziléziai eredetű profil geometriájában mutatta ki.

²⁰⁹ Például BME Éptört Rajztár 102443; 102654; 102689.

²¹⁰ Czagány 1978. 173.

²¹¹ Csemegi 1953. 34–35. A késő gótikus boltozatok tipizálását és előregyártását Csemegi a szocialista-realista acél és vasbeton építészettel, a típustervekkel és a szabványos épületelemekkel állította párhuzamba. Szintén az előregyártást említette Marosi 2008. 10, 12. A késő gótikus hálóboltozatok és kortárs szerkezetek további figyelemre méltó párhuzama: Masznyik 2011. 272–277.

²¹² Apai 1980. Függelék 11.

²¹³ Sódor 1978a 21.

²¹⁴ Czagány 1978. 150–151.

²¹⁵ Marosi 1969. 218–219.

²¹⁶ Gerevich 1910. 54, 57.

²¹⁷ Sódor 1984. 78; Sódor 1978a 17. Erwin Panofsky: *Gothic Architecture and Scholasticism*. Cleveland 1961. alapján.

tározták, ezek azonban gyakran változtak a hosszú ideig zajló kivitelezés vagy a későbbi átépítések során, és nem lehetünk bizonyosak abban, hogy mennyire hű leképezései a terv által képviselt ideának. A részletek esetében azonban a tervezés és kivitelezés sokkal inkább szerves folyamat, és jóval kevésbé kell számolnunk olyan tényezőkkel – helyszíni adottságok, talajviszonyok, statikai megfontolások, kivitelezési költségek –, melyek a tiszta geometria szempontjait felülírhatják.

Ahogy a korai középkori szerkesztőmódszerek előzménye és alapja az ókori hagyományokban keresendő, nem hanyagolhatjuk el a gótikus gyakorlat továbbélését sem a későbbi korokban. A reneszánsz szellemiség ugyan tudatosan új arányossági rendszerek felé fordult, a középkor geometriai eljárásai azonban részben folytonosan, részben újjáéledve fellelhetők. Ilyen jelenséggel már a barokk építészetben is találkozunk,²¹⁸ virágkorát pedig a már bővebben tárgyalt 19. századi historizáló törekvésekben élte. Napjainkban a műemlékvédelmi helyreállítások kulcsfontosságú feladata az emlékek eredeti szerkesztőmódszerének rekonstruálása a történeti hűség érdekében, amely nemcsak a középkori, hanem minden történeti épület esetében elengedhetetlen.

ZÁRSZÓ

E tudománytörténeti áttekintés legfontosabb tanulságaként a vizsgálat lehetséges további irányait érdemes kijelölni. A téma felvetésének aktualitását elsősorban az adja, hogy napjainkban a műemléki épületkutatás és épületrégészet a korszerű felmérési technikák újabb és újabb módszereit alkalmazza, és az eljárások egyre szélesebb körben válnak hozzáférhetővé. A fotogrammetria, a lézerszkennerek, és más digitális technikán alapuló módszerek nagyban meggyorsíthatják a helyszíni adatgyűjtés folyamatát és növelik a mérés pontosságát, a segítségükkel összegyűjthető hatalmas és vitathatatlan értékű adathalmaz kiértékelésében pedig ugyancsak a számítógépet kell segítségül hívnunk. Vitathatatlan, hogy a digitális mérés technika mára a műemléki kutatás fontos segéd tudományává vált. Fontos hangsúlyozni azonban, hogy az építészettörténeti szempontból releváns jelenségek felismerése, az emlék keletkezésével kapcsolatos geometriai elmélet megalkotása továbbra is a kor tervezési elveivel tisztában lévő kutató feladata. Elődeink eredményeinek birtokában tudunk megfelelő kérdéseket feltenni, és ugyancsak a korábbi kutatások kritikai elemzése segít bennünket a tévutak elkerülésében. Az adatgyűjtés és adatelemzés forradalma azonban minden eddiginél nagyobb lehetőséget nyújt az elméletek összevetésére, igazolására vagy cáfolatára. Az erre irányuló összehasonlítás alapja mindeddig – néhány kivételesen szerencsés esetet leszámítva, mikor a kutatónak lehetősége volt valamennyi érdeklődési körébe tartozó objektum alapos helyszíni vizsgálatára – publikált felméré-

²¹⁸Példaként említhető Eupen (1721–1724), Bückeberg (1613–1615) és Hagen (18. század) csarnoktemploma, melyeknek alaprajzi szerkesztésében Hans Stethaimer gmündi arányozási rendszere mutatható ki. Csemegi 1937. 341–342.

rések falhasználása volt. Itt azonban az elemző egy szükségképpen idealizált formával volt kénytelen dolgozni, ahol a mintavétel²¹⁹, a mérés, a felszerkesztés, sőt, a nyomdai feldolgozás során is pontatlanságok kerülhettek a rendszerbe. Megfelelő körülményekkel végzett korszerű felmérés eredményeképpen viszont – a geometria szempontjából legalábbis – az objektum tulajdonképpeni másolata áll elő, melyen a kutató a saját szempontjai szerint vizsgálhatja a méreteket.

IRODALOM- ÉS RÖVIDÍTÉSJEGYZÉK

- Apai 1980 Sztanekné Apai Gabriella: *Késő gótikus kápolnák Magyarországon*. Doktori disszertáció, BME Építésetörténeti és Elméleti Intézet, Budapest 1980.
- Bork 2011 Robert Bork: *The Geometry of Creation*. Ashgate, Farnham 2011.
- Czagány 1978 Czagány István: A budavári gótika tervezésetechnikai rendszerei. Ülőfülkeszerkesztések. *Építés- Építésettudomány* 10 (1978) 1–2. 149–188.
- Czagány 1985 Czagány István: A budavári gótika tervezésetechnikai módszerei és összefüggései. *Építés- Építésettudomány* 17 (1985) 3–4. 397–452.
- Császár 1983 Császár László: Megfigyelések a késő gótikus boltozatszerkesztés egyes eljárásairól. *Építés- Építésettudomány* 15 (1983) 1–4. 41–53.
- Császár 2001 Császár László: Középkori szerkesztési módszerek és Szakál Ernő művészte. *Műemlékvédelem* 45 (2001) 1. 27–32.
- Csemegi 1935 Ifj. Csemegi József: Fejezet az egri várszékesegyház építésének történetéből. *Kny. A Magyar Mérnök és Építész Egylet Közlönye* 69 (1935) 11–12., Stádium Sajtóvállalat 1935.
- Csemegi 1936 Ifj. Csemegi József: Tervezés-technikai kérdések a középkori építészetben. *Kny. A Magyar Mérnök és Építész Egylet közlönye* 70 (1936) 7–12., Stádium Sajtóvállalat 1936.
- Csemegi 1937 Ifj. Csemegi József: Szentélykörüljárós csarnoktemplomok a középkorban. *A Magyar Mérnök és Építész Egylet Közlönye* 71 (1937) 49–50. 337–345.
- Csemegi 1941 Ifj. Csemegi József: Jegyzetek az egri székesegyház építésetörténetéhez. *A Magyar Mérnök és Építész Egylet Közlönye* 75 (1941) 92–94.
- Csemegi 1953 Csemegi József: A középkori építészet szerkesztési módszerei. *Magyar Művészetörténeti Munkaközösség Évkönyve* 1953.
- Csemegi 1960 Csemegi József: Közép-Európa románkori centrális templomainak építésetörténeti kérdései. *Építés- és Közlekedésetudományi Közlemények* 4 (1960) 3. 323–348.
- Entz 1973 Entz Géza: *A gótika művészte*. Corvina, Budapest 1973.
- Finánczy 1926 Finánczy Ernő: *A középkori nevelés története*. Királyi Magyar Egyetemi nyomda, Budapest 1926.
- Fröde 1900 Fröde Vilmos: Felső-Magyarország középkori épületeinek kőfaragó jelei. *A Magyar Mérnök és Építész Egylet Közlönye* 34 (1900) 18. 421–443.
- Gerevich 1910 Gerevich Tibor: Az építési munka szervezete a középkorban. *Budapesti Építőmesterek Ipartestületének Évkönyve* 6 (1910) 33–89.

²¹⁹Egy profil felmérése esetében gyakran feltételezhető, hogy a felmérő csak egy, többé-kevésbé önkényesen kiválasztott szelvényben végez méréset, ezzel figyelmen kívül hagyva azt a lehetőséget, hogy a kivitelezés méretepontatlanságából eredően a profil az elem hosszán változhat.

- Gerevich 1971 Gerevich László: Villard de Honnecourt Magyarországon. *Művészettörténeti Értesítő* 20 (1971) 2. 81–105.
- Gergelyffy 1958 Gergelyffy András: A műemlékvédelem múltjából (Henzlmann Imre és a bélapátfalvi templom). *Műemlékvédelem* 2 (1958) 205–210.
- Gevers-Molnár 1972 Gevers-Molnár Vera: *A középkori Magyarország rotundái*. Akadémiai Kiadó, Budapest 1972.
- Guzsik 1975 Guzsik Tamás: Tájékoztató rendellenességek a középkori templomépítészetben. *Építés-Építészettudomány* 7 (1975) 1–2. 91–104.
- Guzsik 1990 Guzsik Tamás: Szimbólumok a középkori örmény építészetben. *Építés-Építészettudomány* 21. (1990) 1–4. 129–163.
- Guzsik 1994a Guzsik Tamás: *Középkori építészettörténeti ábraanyag, I. Róma és a keresztény kelet szakrális építésze*. BME Építészettörténeti és Elméleti Intézet, Budapest 1994.
- Guzsik 1994b Guzsik Tamás: *Középkori építészettörténeti ábraanyag, II. A népvándorlás-kor és a romanika szakrális építésze*. BME Építészettörténeti és Elméleti Intézet, Budapest 1994.
- Guzsik 1994c Guzsik Tamás: *Középkori építészettörténeti ábraanyag, III. A gótika szakrális építésze*. BME Építészettörténeti és Elméleti Intézet, Budapest 1994.
- Hajnóczy 1956 Hajnóczy Gyula: *Műemlékfelmérés*. Építőipari Műszaki Egyetem Tudományos közleményei, Budapest 1956.
- Hajnóczy 199. Hajnóczy Gyula: A középkor építészetelmélete. *Építés-Építészettudomány* 26 (1996) 3–4. 238–264.
- Henzlmann 1860 Henzlmann Imre: *Méthodes des proportions dans l'architecture égyptienne, dorique et du Moyen Âge*. Párizs 1860.
- Henzlmann 1863 Henzlmann Imre: A kis-bényi román izlésű egyház. *Archeológiai Közlemények* 3 (1863) 1. 3–34.
- Henzlmann 1864 Henzlmann Imre: *A székes-fehérvári ásatások eredménye*. Heckenast, Pest 1864.
- Henzlmann 1866a Henzlmann Imre: A bélhárom-kuti, másképp apátfalvi egyháznak építészeti arányai. *Archeológiai Közlemények* 6 (1866) 1. 61–82.
- Henzlmann 1866b Henzlmann Imre: *Műrégészeti kalauz I–II*. Pest 1866.
- Henzlmann 1870 Henzlmann Imre: *Pécsnek középkori régiségei I*. Athenaeum, Budapest 1870.
- Henzlmann 1873 Henzlmann Imre: *Die Grabungen des Erzbischofs von Kalocsa Dr. Ludwig Haynald*. Athenaeum, Budapest 1873.
- Henzlmann 1876 Henzlmann Imre: *Magyarország ó-keresztény, román és átmenet stílusú műemlékeinek rövid ismertetése*. Magyar Királyi Egyetemi Könyvnyomda, Budapest 1876.
- Henzlmann 1878 Henzlmann Imre: *Löcsének régiségei*. Magyar Tudományos Akadémia Könyvkiadó Hivatala, Budapest 1878.
- Henzlmann 1880 Henzlmann Imre: *Magyarország csúcs-íves stílusú műemlékei*. Magyar Királyi Egyetemi Könyvnyomda, Budapest 1880.
- Hoppe 1993 Hoppe László: A történeti építészet méretmeghatározó módszerei. *Építés-Építészettudomány* 23 (1993) 3–4. 351–388.
- Hoppe 1994 Hoppe László: Késő gótikus méretrend Hans Hammer vázlatkönyvéből. *Műemlékvédelmi Szemle* (1994) 2. 5–20.
- Hoppe 1995 Hoppe László: Az ötszög szerkesztése a középkorban: Hans Hammer öt-szögszerkesztése. *Építés-Építészettudomány* 25 (1995) 1–2. 139–171.
- Horváth 1935 Horváth Henrik: *Budai kőfaragók és kőfaragójelek*. Székesfőv. háziiny., Budapest 1935.

- Levárdy 1969 Levárdy Ferenc: Henszlmann alkotó egyénisége. *Művészettörténeti Értesítő* 18 (1969) 3. 193–200.
- Marosi 1969 Marosi Ernő: *A középkori művészet világa*. Gondolat, Budapest 1969.
- Marosi 1997a Marosi Ernő: *A középkor művészete II. 1250–1500*. Corvina, Budapest 1997.
- Marosi 1997b Marosi Ernő: *A középkori művészet történetének olvasókönyve*. Balassi, Budapest 1997.
- Marosi 2008 Marosi Ernő: *A gótika Magyarországon*. Corvina, Budapest 2008.
- Masznyik 2011 Masznyik Csaba: Ne remélje, hogy megszabadul Euklidésztől. *Építés-Építészettudomány* 39 (2011) 3–4. 257–278.
- Myskovszky 1878 Myskovszky Viktor: Az úgynevezett „arany metszet” esztétikai törvényének alkalmazása a csúcsíves stílusban. *Archeológiai Közlemények* 12 (1878) 1. 101–111.
- Sapin 1996 Christian Sapin: L’origin des rotondes mariales des IX^e-XI^e siècle et le cas de Saint-Germain d’Auxerre. In: Dominique Iogna-Prat et al: Marie. *Le culte de la Vierge dans la Société médiévale*. Beauchesne, Párizs 1996. 295–312.
- Sedlmayr 1992 Sedlmayr János: Két különleges mérműves ablak a soproni Szent Mihály-templomon. *Műemlékvédelem* 36 (1992) 1. 17–22.
- Sódor 1974 Sódor Alajos: *Gótikus katedrális építéset Európában*. kandidátusi értekezés, Műszaki Egyetem Építészettörténeti és Elméleti Intézet Műemléki Osztály, Budapest 1974.
- Sódor 1978a Sódor Alajos: *Az építészeti tervezés alaptendenciái a középkorban*. egyetemi jegyzet, Műszaki Egyetem Építészettörténeti és Elméleti Intézet Műemléki Osztály, Budapest 1978.
- Sódor 1978b Sódor Alajos: Matthes Roriczer 1496-ban megjelent fiatorony könyve. *Építés-Építészettudomány* 10 (1978) 3–4. 381–421.
- Sódor 1979 Sódor Alajos: *Kései gótikus boltozatok szerkesztése*. egyetemi jegyzet, Műszaki Egyetem Építészettörténeti és Elméleti Intézet Műemléki Osztály, Budapest 1979.
- Sódor 1981 Sódor Alajos: Hans Schmuttermayer kései középkori fiatorony könyve. *Építés-Építészettudomány* 13 (1981) 1–2. 193–209.
- Sódor 1982 Sódor Alajos: Matthes Roriczer „Geometria Deutsch” és „Wimpergbüchlein” című könyveiről (1486–1490). *Építés-Építészettudomány* 14 (1982) 3–4. 373–405.
- Strommer 2008 Strommer László: *Történeti boltozati formák geometriai elemzése és ábrázolása a CAD eszközeivel*. Doktori disszertáció, BME, Budapest 2008.
- Szakál 1977 Szakál Ernő: Középkori kőfaragó szerkesztések. In: *A műemlékhelyreállítás gyakorlata: Az Egri Nyári Egyetem előadásai, 1977. augusztus 1–10*. Egri Nyári Egyetem Intéző Bizottsága, Eger 1978. 95–106.
- Szakál 2007 Szakál Ernő: *Kőfaragók műhelyitkai*. Magyar Kőszövetség, Budapest 2007.
- Szekér 1992 Szekér György: Demetrius lapicida – Egy pécsi kőfaragó mester az 1500 körüli időkből. *Műemlékvédelmi Szemle* (1992) 2. 15–24.
- Szekér 2014 Szekér György: Az elméleti rekonstrukció, mint tudományos módszer – A diósgyőri vár déli fala fülkeboltozatának kutatása. In: *Régészeti Kalandozások* 2014. 27–32.
- Szőke 2005 Szőke Balázs: A szeged-alsóvárosi ferences templom hajóboltozata. In: *A ferences lelkiség hatása az újkori Közép-Európa történetére és kultúrájára II*. PPKÉ BTK, Piliscsaba 2005. 875–890.

- Szőke 2009 Szőke Balázs: Boltozat-rekonstrukciók és boltozatok számítógépes elemzése. In: *Reneszánsz látványtár – Virtuális utazás a múltba*. Magyar Nemzeti Múzeum, Budapest 2009. 443–461.
- Tompos–Zádor–Sódor 1975 Cs. Tompos Erzsébet – Zádor Mihály – Sódor Alajos: *Az építészet története. Középkor*. Tankönyvkiadó, Budapest 1975.
- Várnai 1974 Várnai Dezső: Az esztergomi királyi palota építési szakaszai. In: *Magyar műemlékvédelem 1971–1972*. Akadémiai Kiadó, Budapest 1974. 75–102.
- Zádor 1966 Zádor Anna: Henszlmann Imre építészeti elmélete és a gótizálás kialakulása. *Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények* 10 (1966) 2. 207–228.

TOVÁBBI IRODALOM

- Dehio, Georg: *Ein Proportionsgesetz der antiken Baukunst und sein Nachleben im Mittelalter und in der Renaissance*. Strasbourg 1895.
- Entz Géza: *Gótikus építészet Magyarországon*. Corvina, Budapest 1974.
- Hahnloser, Hans R.: Villard de Honnecourt: *Kritische Gesamtausgabe des Bauhüttenbuches ms. fr. 19093 der Pariser Nationalbibliothek*. Bécs 1935.
- Hasak, Max: *Die romanische und die gotische Baukunst*. Stuttgart 1902.
- Haskins, Homer: *The Renaissance of the Twelfth Century*. Harvard University Press, Cambridge 1927.
- Hoffstadt, Friedrich: *Gotisches ABC Buch: das ist: Lehrbuch der Grundregeln des gotischen Styls, und insbesondere der gotischen Architektur*. Frankfurt 1845.
- Istvánfi Gyula: Építészeti szerkesztő módszerek az ókori Egyiptomban. *Építés-Építészettudomány* 42 (2014) 3–4. 159–171.
- Koepf, Hans: *Die gotischen Plenrisse der wiener Sammlungen*. Bécs 1969.
- Marosi Ernő: *A román kor művészete*. Corvina, Budapest 1972.
- Müller, Werner: Das Sterngewölbe des Lorenzer Hallenchores: seine Stellung innerhalb der spätgotischen Gewölbekonstruktionen. In: *500 Jahre Hallenchor St. Lorenz zu Nürnberg 1477–1977*. Nürnberg 1977.
- Panofsky, Erwin: *Gothic Architecture and Scholasticism*. Cleveland 1961.
- Ritz Sándor: *A templom*. Róma 1985.
- Ržiha, Franz: *Studien über Steinmetzzeichen*. Bécs 1883.
- Stieglitz, C. L.: *Geschichte der Baukunst der Alten*. Leipzig 1792.
- Ungewitter, G.: *Lehrbuch der gotischen Konstruktionen* 1. kötet. Tauschnitz, Leipzig 1901.
- Pevsner, Nikolaus: *Az európai építészet története*. Corvina, Budapest 1995.

ARCHITECTURAL DESIGN METHODS OF THE MIDDLE AGES BY THE HUNGARIAN HISTORIOGRAPHY

Summary

Monument preservation and research of architectural history always require a highly sophisticated professional prudence and the consideration of the point of view of several disciplines. Designing and preliminary process of architecture has always been the basic problem of creating a building, therefore its study is to be a considerable part of history of architecture and reconstruction projects as well. In our essay we summarise the geometrical and proportional systems and design methods of medieval architecture. The Hungarian, as well as the international historiography of this subject dates back to the middle of the 19th century. During this more than 150 years the various and undoubtedly progressive aspects of all the relevant disciplines – architecture, history of art, archaeology, sculpture – were represented while they have enriched the research of design methods of medieval buildings. This complex knowledge is to be resumed and systematized so as to reveal the unanswered questions and to refine the direction of the future research. Paying tribute to this scientific tradition, our essay is to collect and analyse the scientific works of this subject without diminishing the importance of experts of other disciplines of medieval studies.

Keywords: Middle Ages, geometry, proportion, design, Villard de Honnecourt, Roriczer

