

SZŐKE BALÁZS
SZAKONYI BALÁZS
BUZÁS GERGELY

A „VÍZSZINTES BORDÁK” SZEREPE A MAGYARORSZÁGI KÉSŐGÓTIKUS BOLTOZATOK SZERKEZETÉBEN

ROLE OF THE “HORIZONTAL RIBS” IN LATE GOTHIC
VAULT CONSTRUCTIONS IN HUNGARY.
MODELLING MEDIEVAL VAULTS SYMPOSIUM



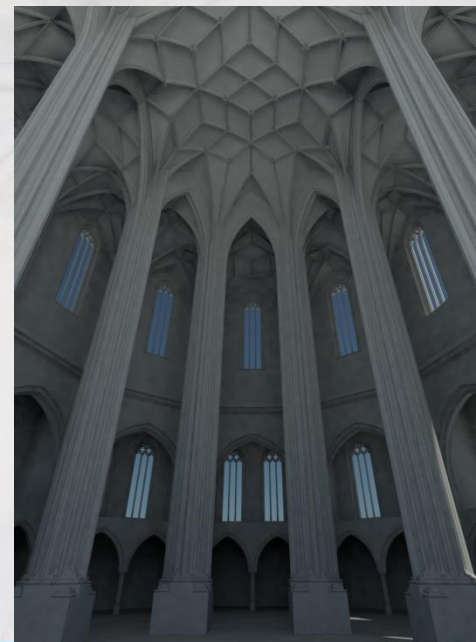
pazirik
INFORMATIKAI KFT



UOL LONDON, JÚLIUS 14 JULY
THE UNIVERSITY OF LIVERPOOL IN LONDON,
FINSBURY SQUARE—SEMINAR ROOM 4

Előadásunkban egy jellegzetes későközépkori boltozattípus kapcsán szeretnénk bemutatni azokat a kutatásokat, amelyeket az utóbbi évtizedekben végeztünk. Ma is fennálló építészeti emlékek mellett számos elpusztult szerkezet elméleti rekonstrukciója is szerepel az előadásban. Az elméleti rekonstrukciók korábban kézi mérésekre alapozva készültek rajzban illetve papírmockupokon. Tovább lépésre lehetőséget a boltozatok szerkezetének **CAD modellezése** adott. Az utóbbi években a boltozati csomópontok és bordák tárgyszkenneres felmérése lehetőséget adott arra, hogy a **CAD modelleket** közvetlenül ellenőrizhessük, illetve a kőelemek digitális modelljei közvetlenül megjelenhessenek az elméleti rekonstrukciók vizualizációjában. A boltozatokról készült modellek egyfajta **digitális anastylosisként** jeleníthetik meg az elpusztult szerkezeteket. A modellek műszakilag ellenőrizhetők és alapot adhatnak a tudományos viták számára is.

Mindenki számára fontos, nem csak a nagyközönségnek.





A legjelentősebb ilyen álló szerkezet Magyarországon a Szeged-alsóvárosi obszerváns ferences templom hajóboltozata, amely egy méreteiben is kiemelkedő, több mint 13 méter széles egyhajós teremter.





Korábban sokan egy barokk-kori, gótizáló stílusú fiókos dongaboltozatként tartották számon a műalkotást. Már korábban felvetettük, hogy a boltozat egy valódi gótikus bordás szerkezet, amit végül a **2004-ben** végzett falkutatás igazolt, sőt előkerült a több periódusú középkori kifestése is . A boltozat építését minden bizonnyal a templomhajó oldalfalain fennmaradt **1503-as** feliratok datálják. A szerkezet mészkőből faragott bordacsomópontokból és nagyméretű idomtégla bordákból épült.



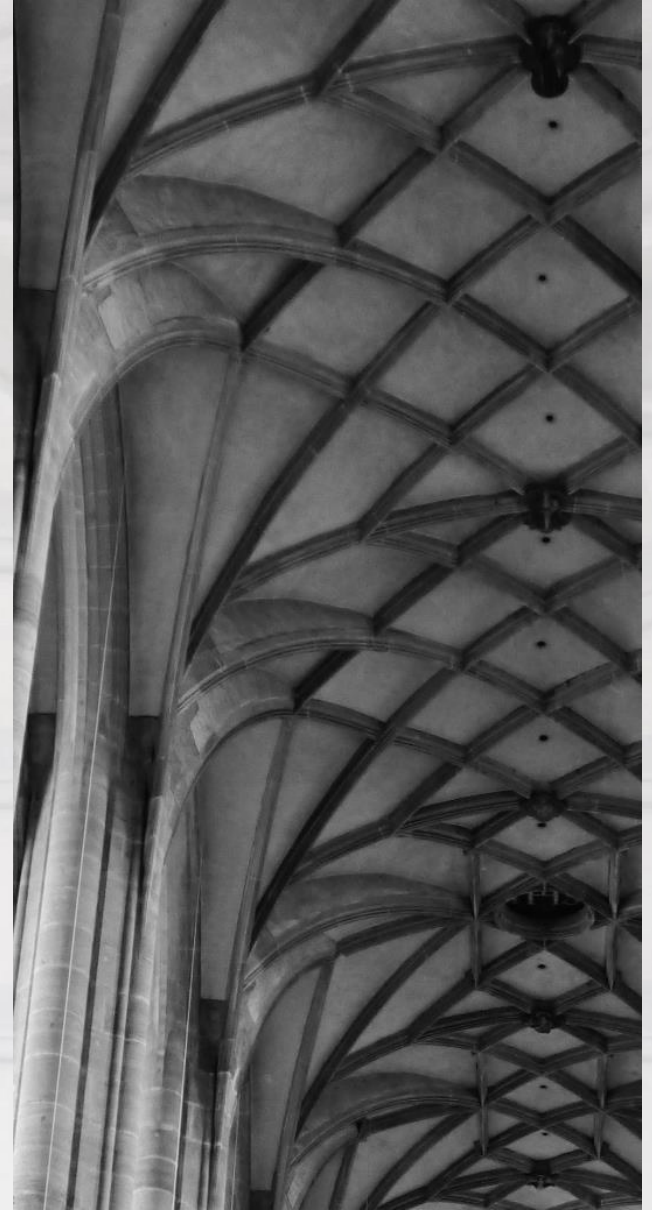


2004-es régészeti
kutatás Szegeden

Bodor Imre
Harsányi István
Forray Kornélia
Jeszeniczky Ildikó
Szőke Balázs

A rövid idomborda téglának nincs külön görbületük. A boltozat egykorú a falpillérekkel, ám a padlástérben látható, az álló boltoztéinál magasabb homlokívek arról tanúskodnak, hogy a boltozat építése során valamilyen tervváltozás történt.





A **szegedi boltozat**, illetve vállkövek a **dinkelsbühli boltozatról** (Németország)

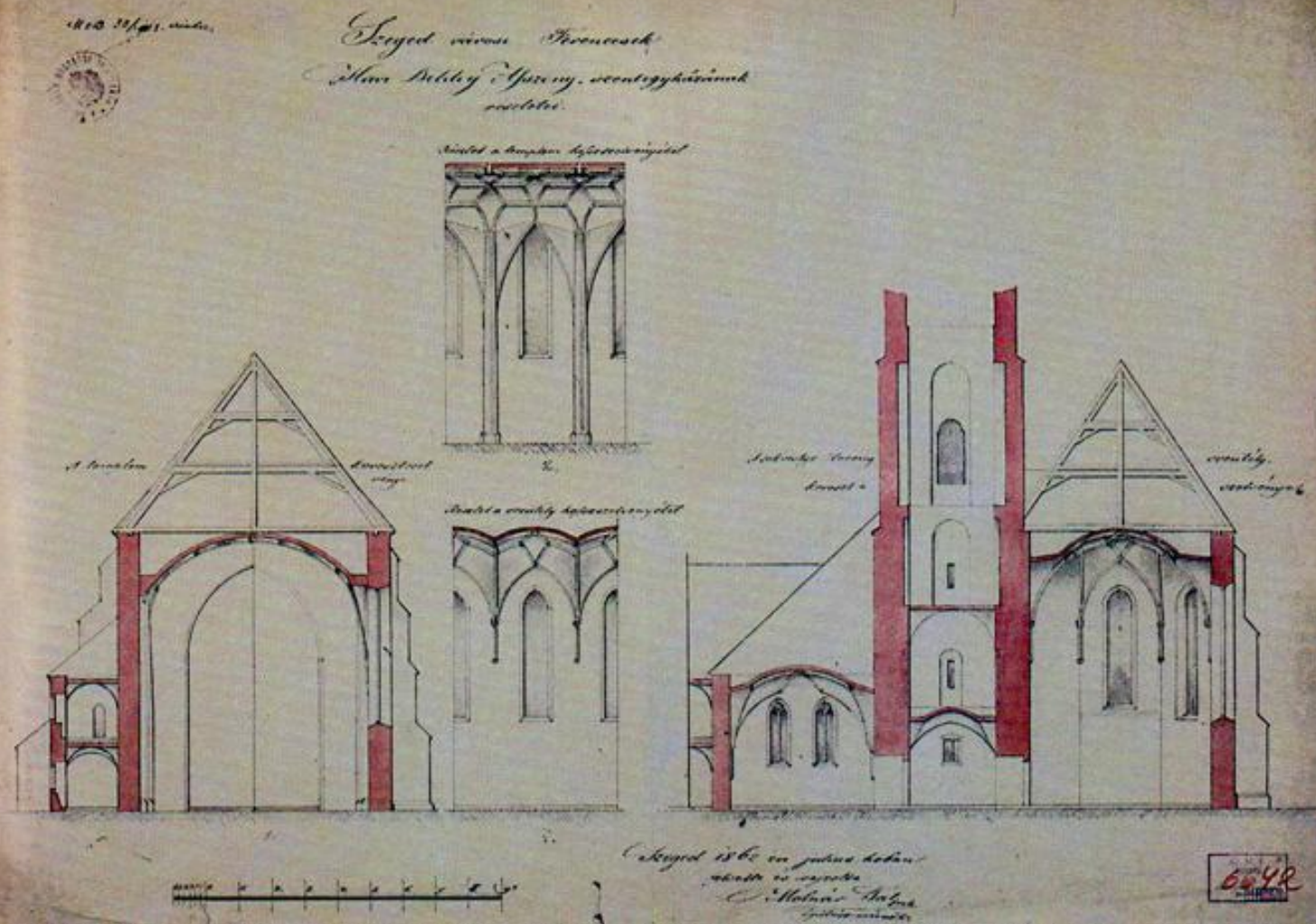




A szerkezet különlegessége, hogy a boltozat gerincére merőleges állású rombuszsorok között vízszintes bordák vannak a szerkezetben.

Ezek a vízszintes bordák a kutatás szerint a csomópontok között valódi boltövként működnek. A vízszintes bordák viszont nincsenek közvetlen kapcsolatban a boltsüveggel. A borda és a boltsüveg között téglafalazás található.

A boltsüvegek a bordaváz többi részére támaszkodnak. A hálóboltozat bordarácsa adja meg a téglafalazás geometriáját. Ez a bordarács az alkalmazkodó geometria különösen jól látható a boltozat boltvállainál.



Ez a szerkezeti jellegzetesség már **Molnár Pál** 1861-es felmérésén is látható. Legutóbb a **SziMe 3D AR program** keretében lézerszkenneres felmérés készült az épületről, amely alátámasztotta a korábbi kutatások eredményeit és segítséget nyújtott az épület falainak megsüllyedése miatt keletkezett statikai hibák elemzéséhez.



Bakabánya

SK: Pukanec
Ger: Pukantz

A **szegedi** boltozattípus másik fennálló analógiája a történeti **Magyarországon** a **bakabányai templom** hajóboltozata. Emellett a **besztercebányai római katolikus templom** Szent Borbála kápolnájában és a **selmecbányai vár kaputornyának** áthajtójában is ilyen rendszerű boltozat épült.



Selmecebánya

SK: Banská Štiavnica

Ger: Schemnitz



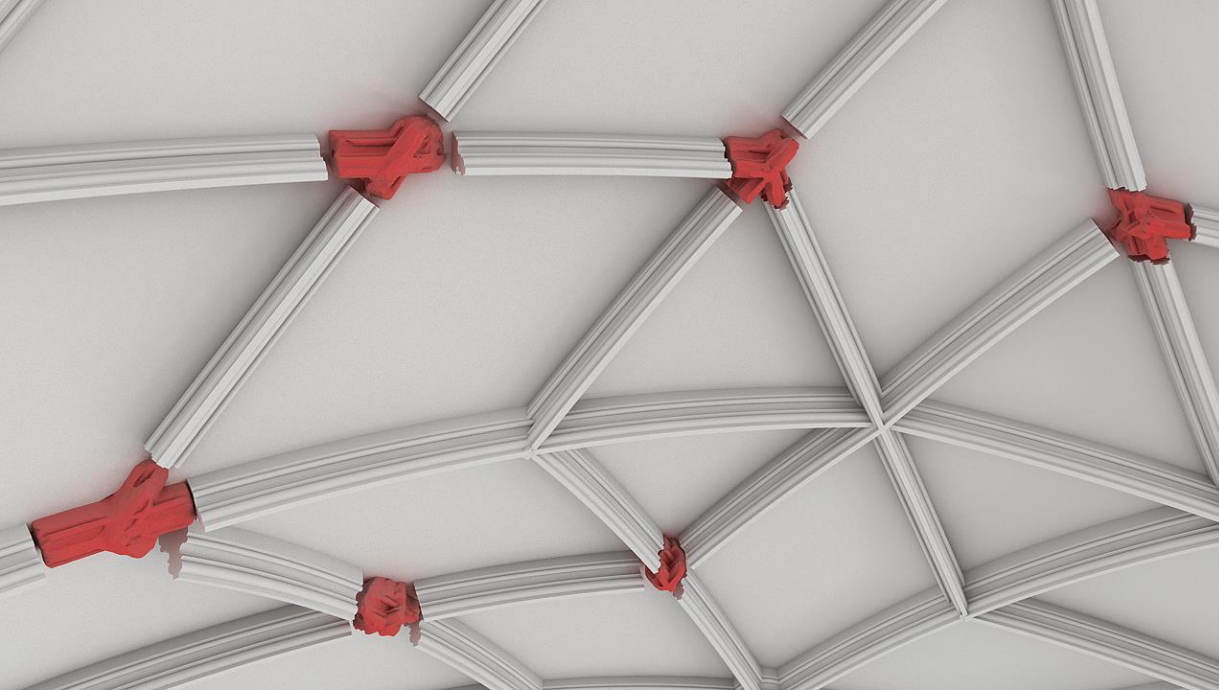
[https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Interior_of_Marktkirche_Halle_\(Saale\)#/media/File:Halle_Marktkirche_Gew%C3%B6lbe.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Interior_of_Marktkirche_Halle_(Saale)#/media/File:Halle_Marktkirche_Gew%C3%B6lbe.jpg)

A boltozattípus német nyelvterületen, számos helyen előfordul. Legkiemelkedőbb példája a **Halle an der Saale**-ban álló **Marktkirche** boltozata, de számos olyan példát említhetnénk, mint a **schorndorfi evangélikus templom** szentélye, a **backnangi evangélikus templom** szentélye és a **bebenhauseni apátság** kerengője.



Magyarország abban a speciális helyzetben van, hogy az **1541-1686** közötti **Ottomán** megszálláshoz kapcsolódó, 150 éven keresztül fennálló háborús viszonyok a középkori épületállomány döntő többségét megsemmisítették, ezért számos magyarországi késő gótikus boltozat maradványai csak ásatásokból ismertek.

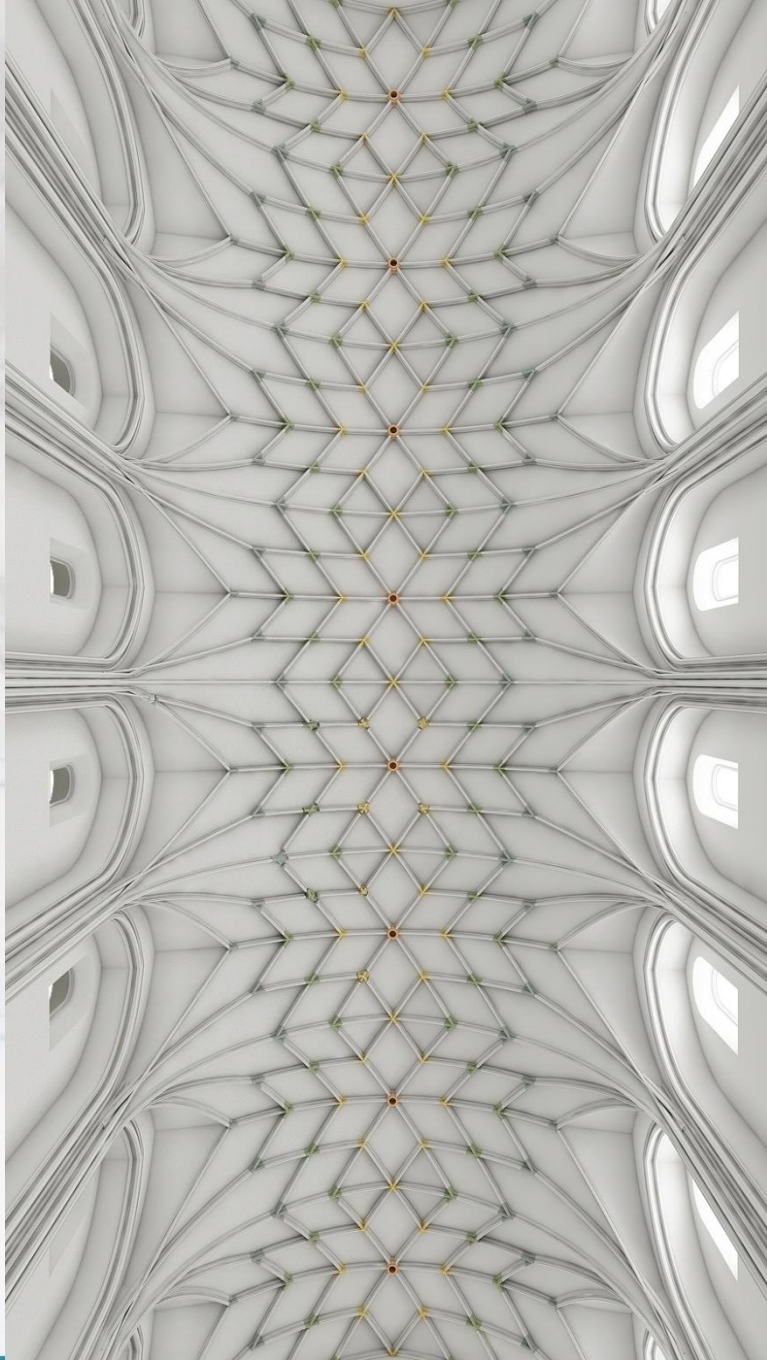
A **SziMe 3DAr projekt** során az egyik legfontosabb épület – **Magyarország** egykori koronázó temploma – a **székesfehérvári Szűz Mária prépostság** kőfaragványait digitálisan rögzítettük tárgyszkennerrel.



Az egykori hálóboltozat elméleti rekonstrukcióját még kézi mérések alapján készítettük el 2010-ben, majd a digitális körfelmérések alapján készült el a boltozat teljes számítógépes rekonstrukciója. A mérések alapján bizonyítható, hogy a szerkezetben vízszintes bordákat is felhasználtak.

Elméleti rekonstrukció és CAD modell: Szőke Balázs



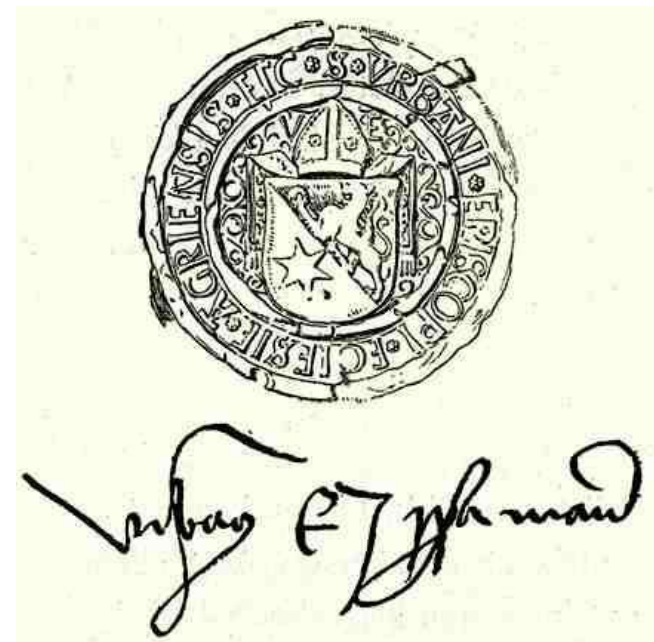
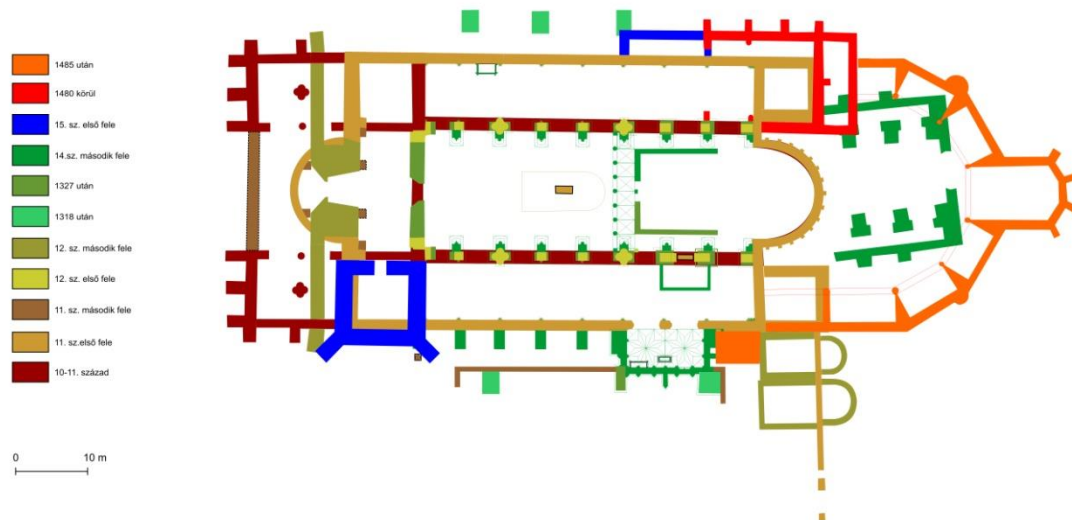


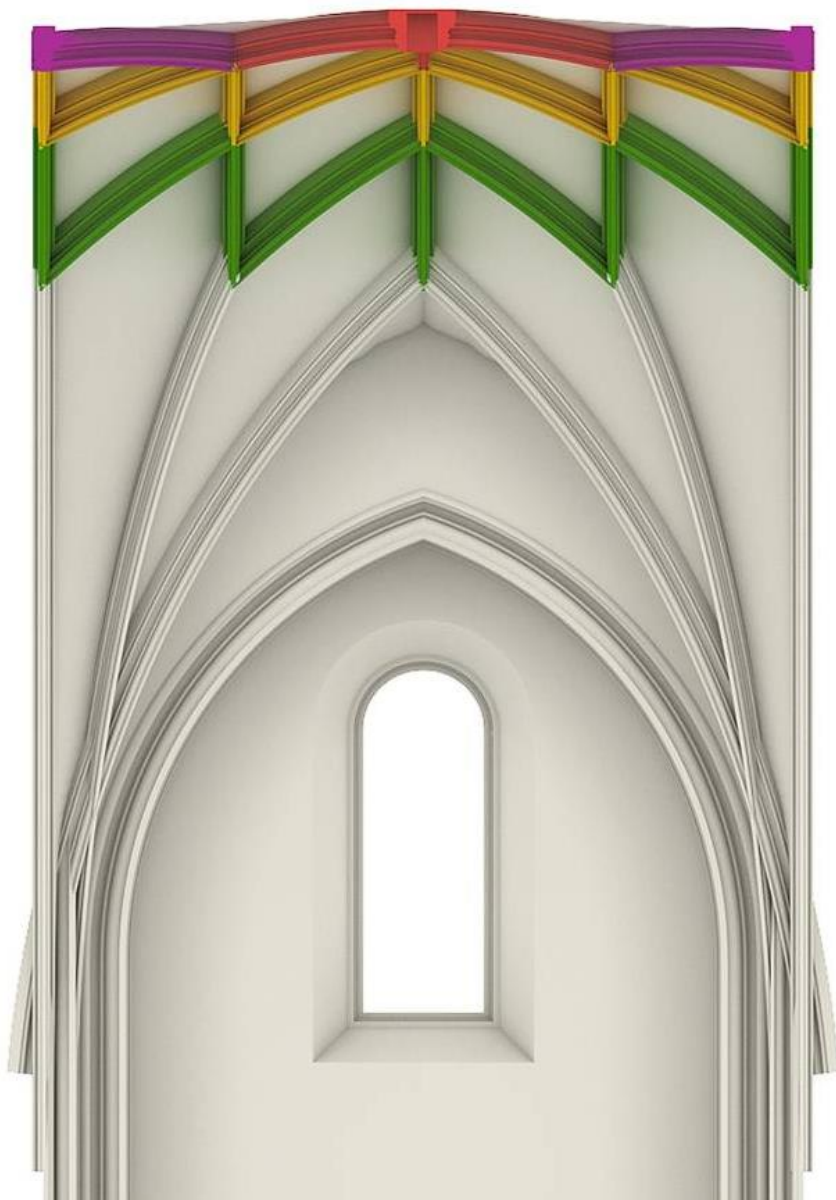
A **székesfehérvári bazilika** boltozatának építése viszonylag jól dokumentált: **Corvin Mátyás** uralkodásának második felében kezdődött meg a munka: **1483**-ban a templom tetőzetét építették újjá, ezt követhette a főhajó beboltozása, ami **1490**-ben, a király itteni temetésekor már készen állt.





Mátyás egy dél-német mintákat követő, szentélykörüljárós, kápolnakoszorús új késő gótikus csarnokszentély építéshez is hozzáfogott, de ez feltehetően soha sem készült el, a falai valószínűleg csak a kápolnakoszorúk magasságáig épültek fel. Egy 1483-as adat szerint az uralkodó által finanszírozott építkezés gazdasági irányítása Nagylucsei Orbán kincstartó feladata volt.





A **székesfehérvári** boltozat a sorolt rombuszhálós boltozatokhoz tartozik, amelyekben jellemzően nem szükséges vízszintes bordák használata. Ez a megoldás **Burkhart Engelberg** és körének boltozatainál fordul gyakran elő olyan szerkezeteknél, ahol háromszögű boltmezőket építettek a bordarácsba. Ezek a szerkezetek jellegzetes átmenetet képeznek a szakaszolt csillagboltozatok és a homogén hálóboltozatok között. vagy egyik tengelyre sem szimmetrikus bordarácscsal épültek.



Burkhart Engelberg
1447- 1512

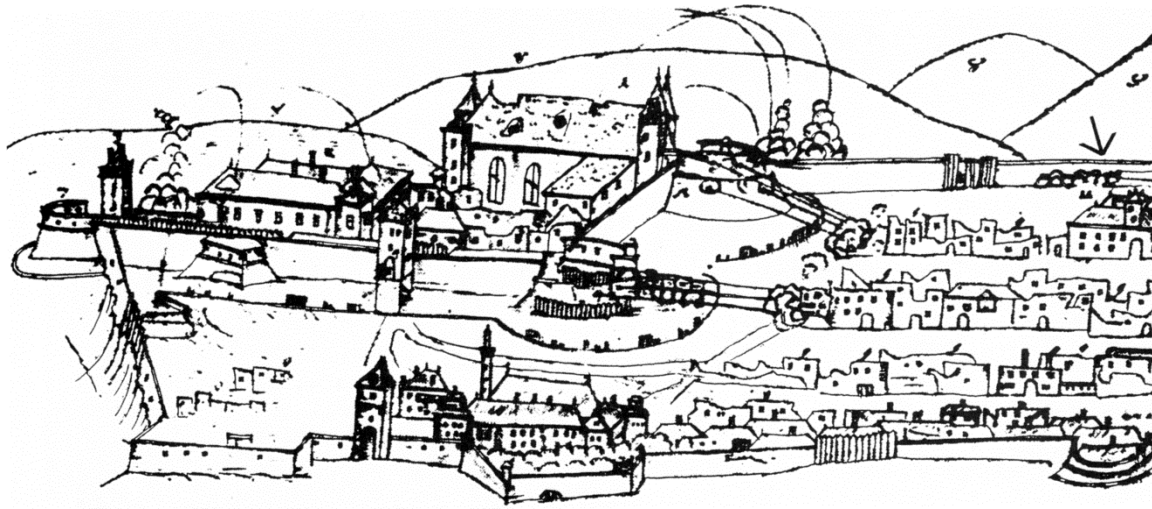


Pécsi püspökvár,
Elméleti rekonstrukció
és CAD modell: Buzás
Gergely

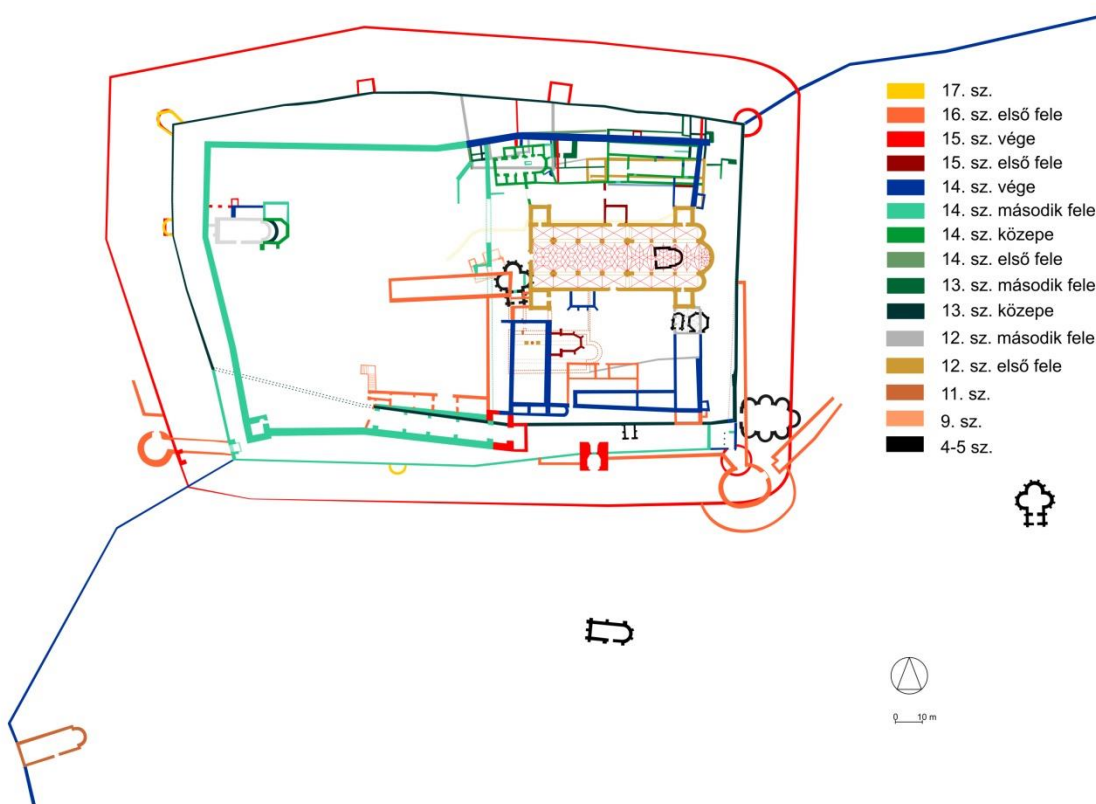
3D rekonstrukció:
Pazirik Informatikai Kft.

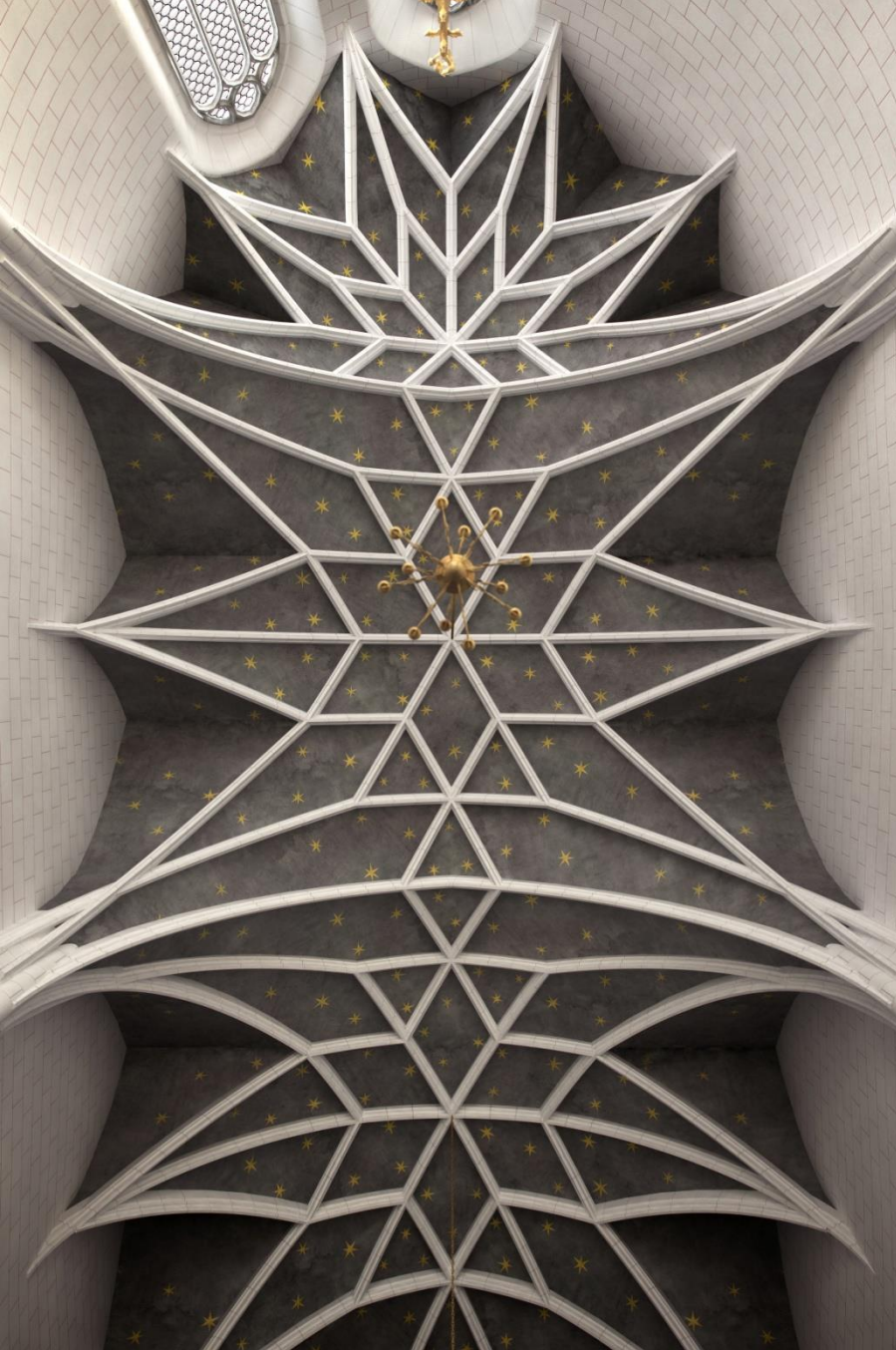
Ilyen szerkezetű boltozatok épültek egykor **Pécsett**, a székesegyházban és az egykori domonkos kolostor templomában. E pécsi építkezések megrendelője **Ernusz** **Zsigmond** püspök volt.





A pécsi püspökvár építkezései egy évszámos címerkő tanúsága szerint 1498-ban már folytak, a székesegyház főhajóboltozatát 1500-ban késznek mondják.

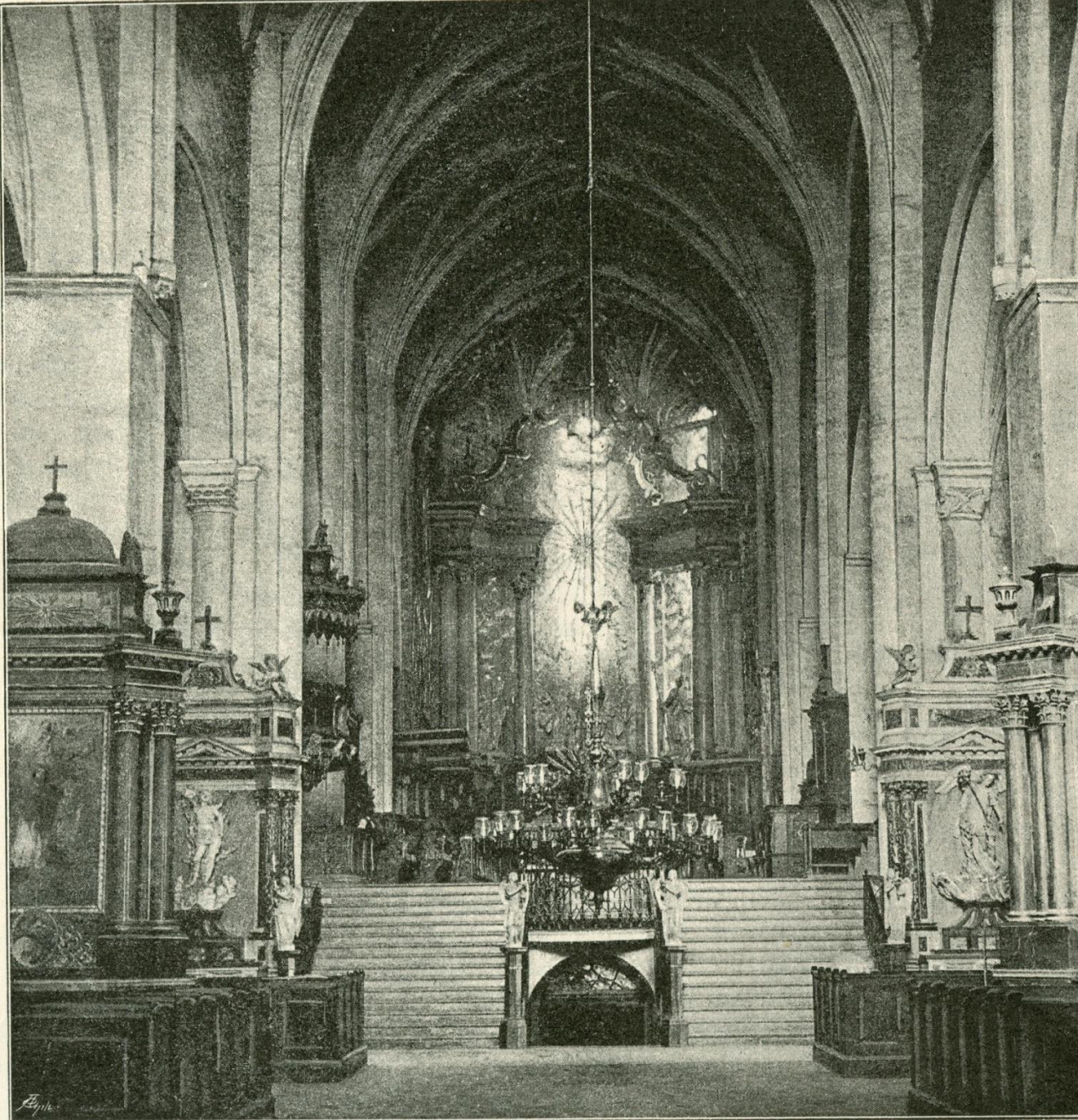




Ezt követte a szentélyboltozat építése: **19. századi másolatból** ismerjük a boltozatépítéskor megemelt szentélyfalon, a boltozat alatt egykor látható festett feliratok, amely az építkezés befejezésének **1505-ös** évszámát és az építőmester, **Demeter** kőfaragó nevét megörökítette. Az építtető püspök ebben az évben gyilkosság áldozata lett.



Pécsi bazilika csarnokszentély
Elméleti rekonstrukció és CAD modell: Szőke Balázs
3D rekonstrukció: Pazirik Informatikai Kft.



Zelemy K. udv, fényk.

A pécsi székesegyház kórusának boltozata 1882-ig fennállt. A székesegyház neoromán stílusú purista szellemű restaurálása során bontották le. Fényképfelvételt is ismerünk róla, illetve Friedrich Schmidt bécsi építész felmérései is megmaradtak a szerkezetről.





A **pécsi domonkos kolostor** – a székesegyház kórusboltozatával megegyező szerkezetű – hajóboltozatának kőfaragvány anyaga ásatásból ismert. A boltozatot rekonstruáló **Szekér György** mindkét boltozatokat **Burkhart Engelberg** köréhez kötötte.



**Burkhart
Engelberg:
Saint Ulrich
és Afra
Augsburgban**

https://en.wikipedia.org/wiki/St._Ulrich%27s_and_St._Afra%27s_Abbey#/media/File:Augsburg_Afra.jpg

Pécsi domonkos templom
Elméleti rekonstrukció: György Szekér
CAD modell: Szőke Balázs
3D rekonstrukció: Pazirik Informatikai Kft.



Augsburg

Pécs



A pécsi boltozatok egyértelműen kapcsolódnak az **augsburgi Szent Ulrich és Afra bazilika** főhajóboltozatának szerkezeti megoldásaihoz: annak egy gazdagabb változatát képviselik. A **vízszintes bordák** pontosan ugyanolyan funkcióval szerepelnek a szerkezetben, mint Augsburgban.



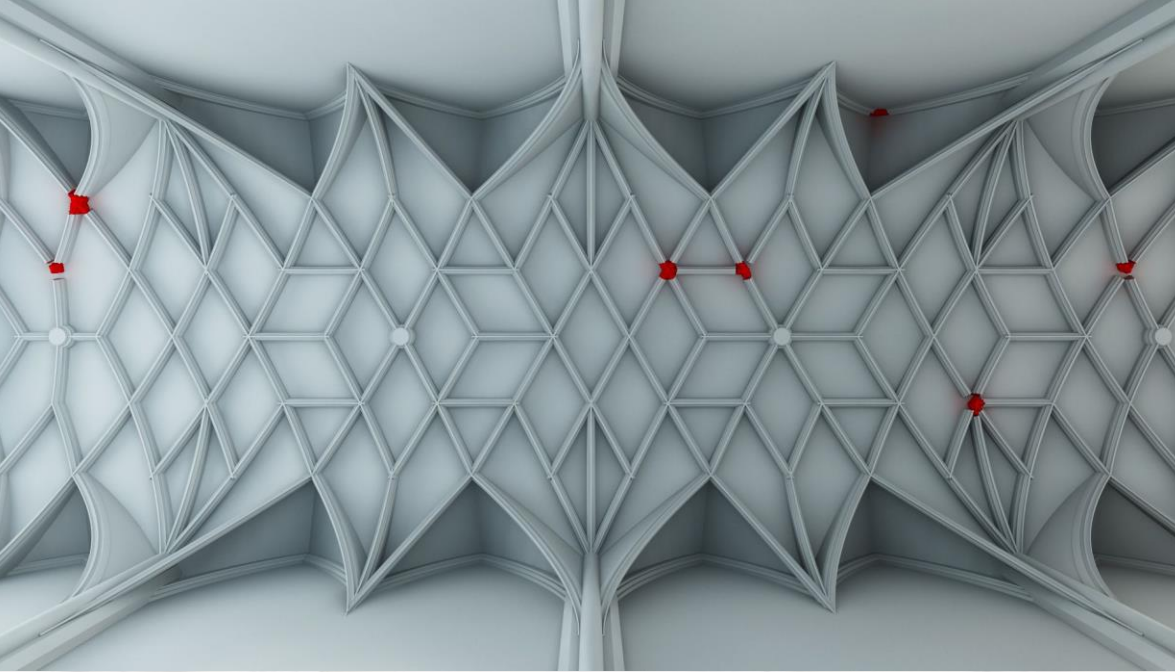
Augsburg



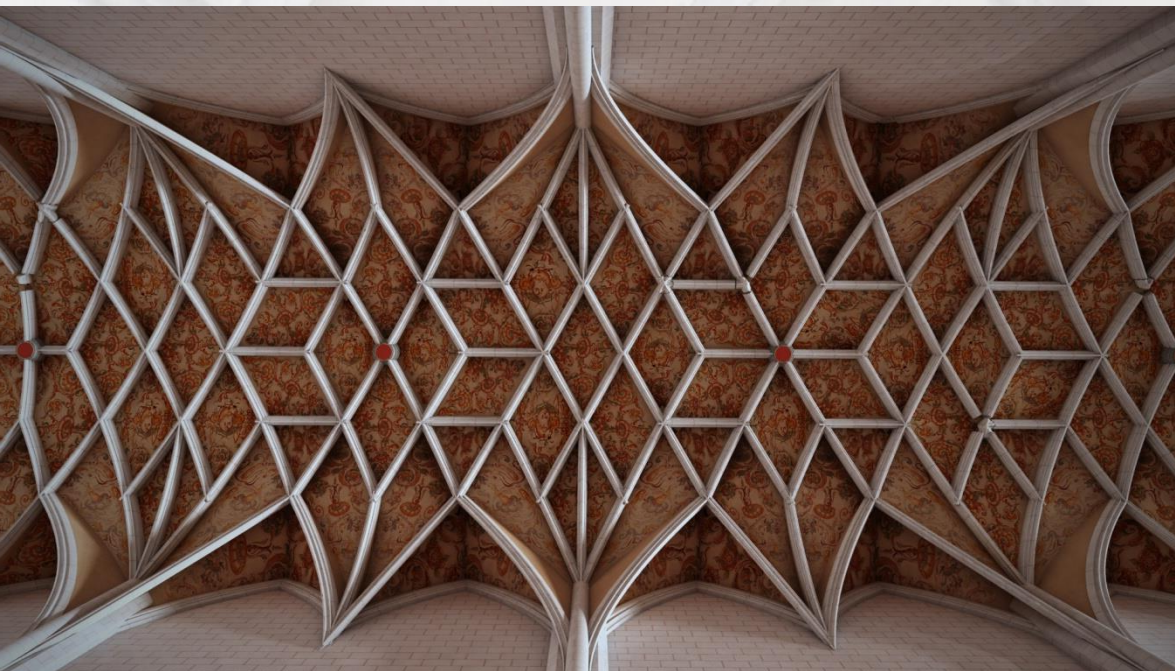
Pécs



Pécssett 2011-ben tártuk fel a székesegyház egykori hajóboltozatának számos kőfaragványát. A csomópontokon számos esetben vízszintes borda indítása látható.



Az egykori hajóboltozat elméleti rekonstrukcióját a kőfaragványok szkenneres felmérése alapján készítettük el.



Pécsi bazilika hajóboltozata
Elméleti rekonstrukció és CAD modell:
Szőke Balázs
3D rekonstrukció: Pazirik Kft.



A főhajó-boltozat nem a kórusboltozat típusába tartozott, hanem egy olyan boltozati rendszerbe, mint amilyen a **Szeged-alsóvárosi templom** 1503-ban épült boltozata.

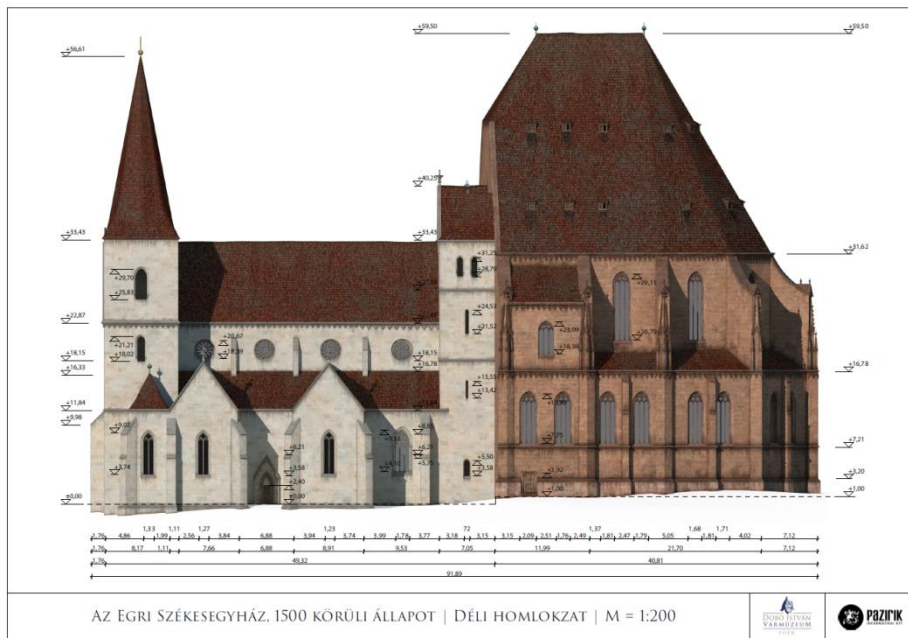


A **székesfehérvári** késő gótikus építkezések irányításában fontos szerepet játszó **Nagylucsei Orbán** kincstartó **1486**-ban elnyerte az **egri** püspökséget, és ezt követően hozzáfogott az egri székesegyház újjáépítéséhez. A régi templom mögé egy, a **székesfehérvárihoz** hasonló kápolnakoszorús, szentélykörüljárós csarnokszentélyt építtetett.

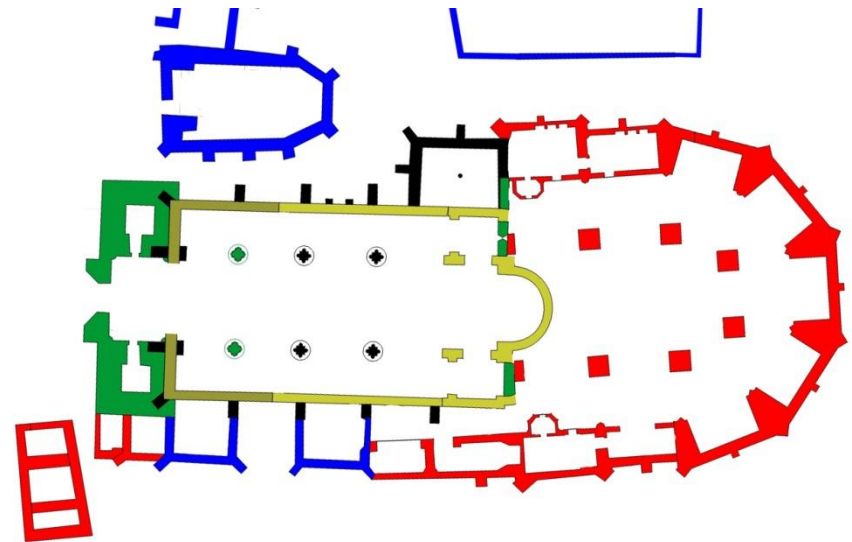
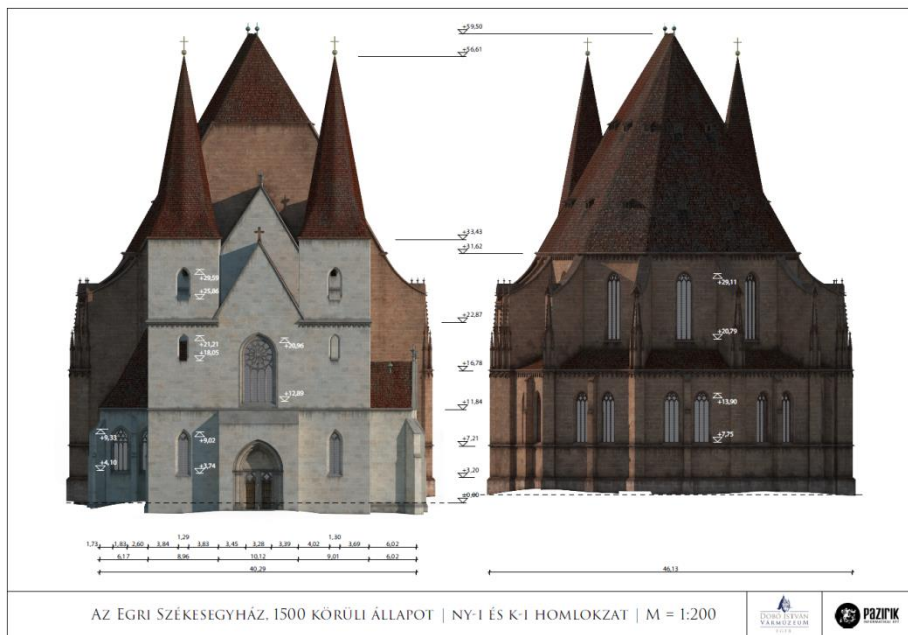
Egri katedrális

Elméleti rekonstrukció és CAD modell: Buzás Gergely

3D rekonstrukció: Pazirik Informatikai Kft.

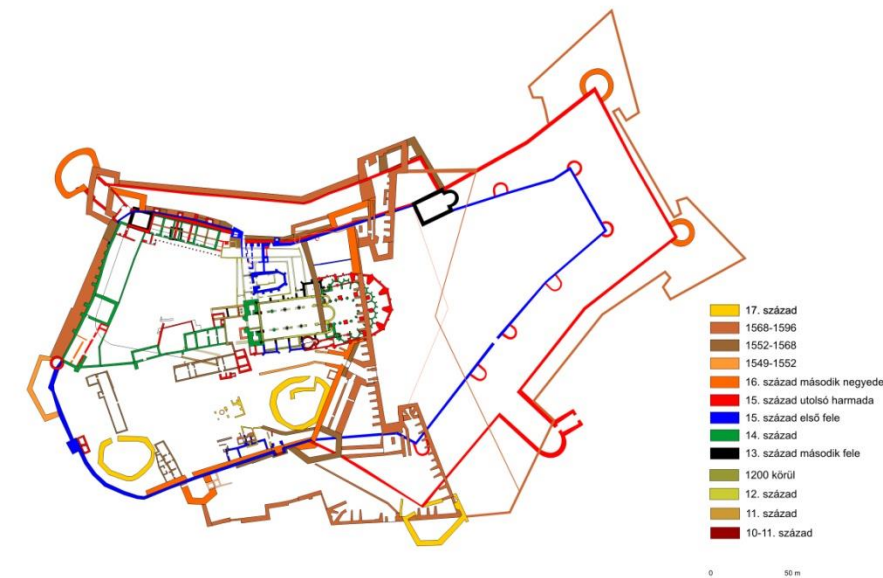


Az építkezést **Orbán** 1491-ben bekövetkezett halála után utóda **Bakócz Tamás** folytatta, de az ő 1497-es távozása után a munkák lelassultak, és csak egy 1506-os tűzvészt követően, 1508-ban zárultak le. Feltehetően a boltozat építését is csak ekkor fejezték be.





Az 1542-ben leégett, majd a következő évtizedekben lebontott egri csarnokszentély falainak egy része és a hajókat elválasztó pillérei fennmaradtak a helyére épült későbbi erődtések föld feltöltéseiben, illetve kőfaragványai építőanyagként beépültek vár falaiba.



A régészeti kutatások során a szentély boltozatának számos csomóponti eleme került elő, így az egykori az épület nagyrészt rekonstruálható. Jelenleg ezen dolgozunk.





Az egri boltozat kőfaragványainak kézi felmérése alapján készült modellt a **Pazirik Informatikai Kft** által készített **Fotó 3D felmérések** alapján pontosítjuk. Korábban a székesfehérvári, a pécsi, és a visegrádi projektben **lézeres szkennereket** használtunk, melyek adataiból **DWG-DXF** állományok készültek, melyek közvetlenül használhatóak a **CAD** modellezés során. A **Fotó 3D** technikát számos ásatási területen használtuk korábban. A most ,végzett kísérletek eredményeként úgy tűnik, hogy a **Fotó 3D** felmérések a kőfaragványok esetében is megfelelő pontosságot fognak adni a mérésekhez.

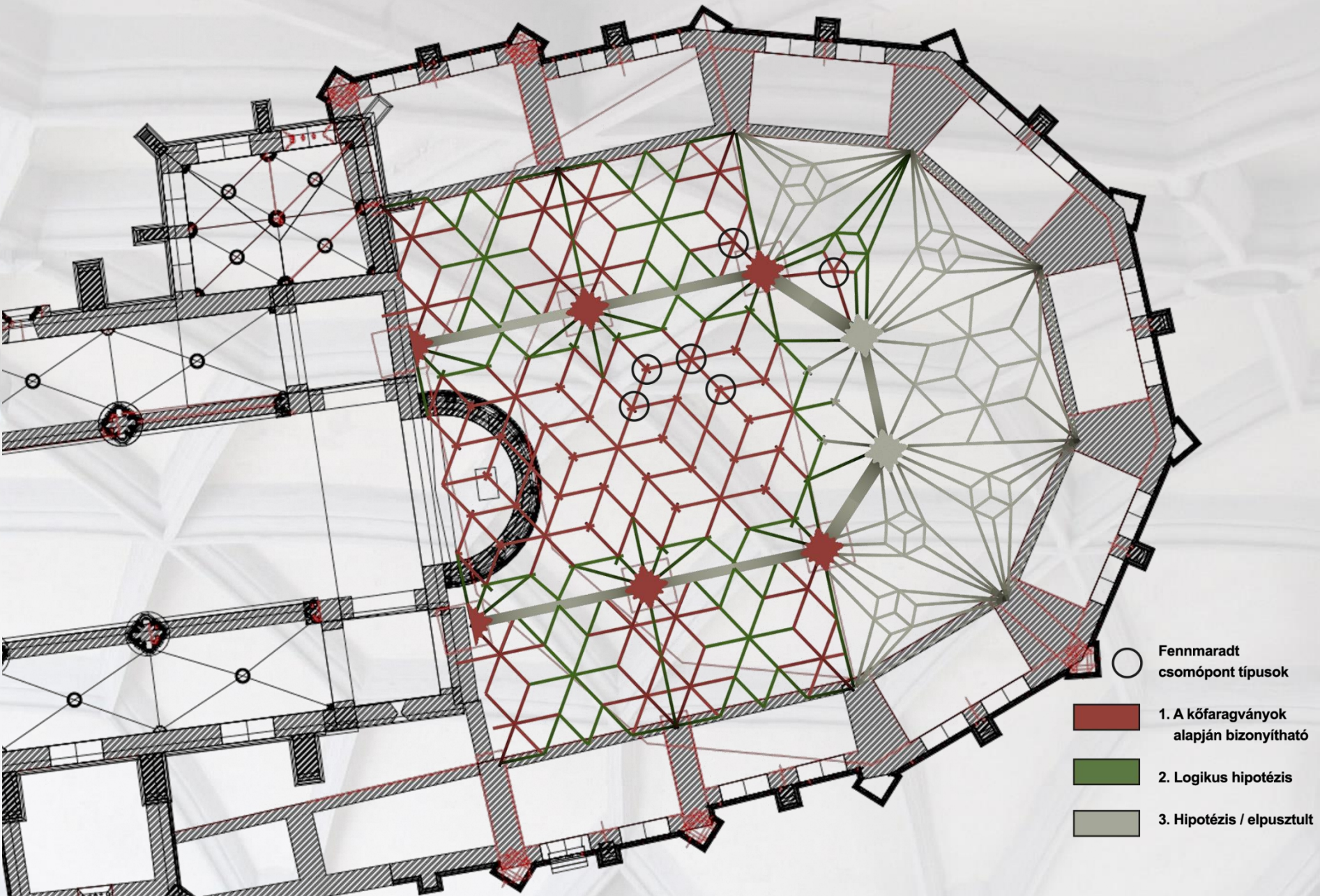


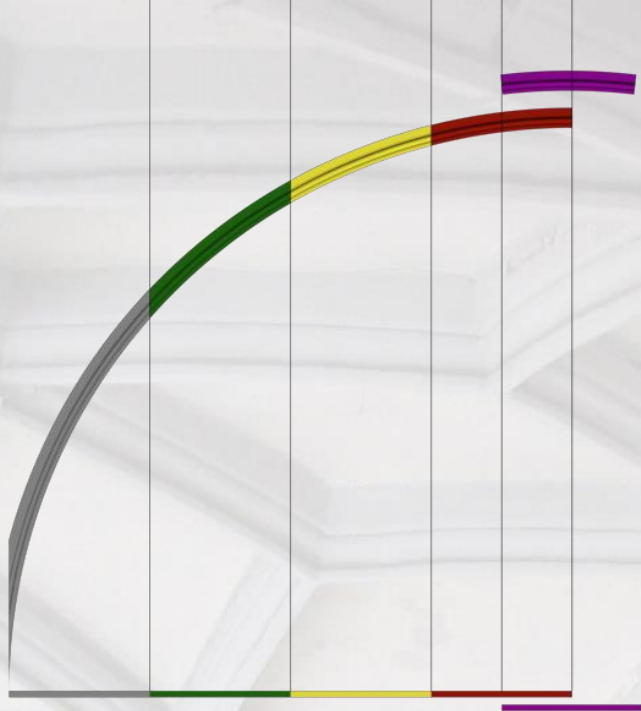










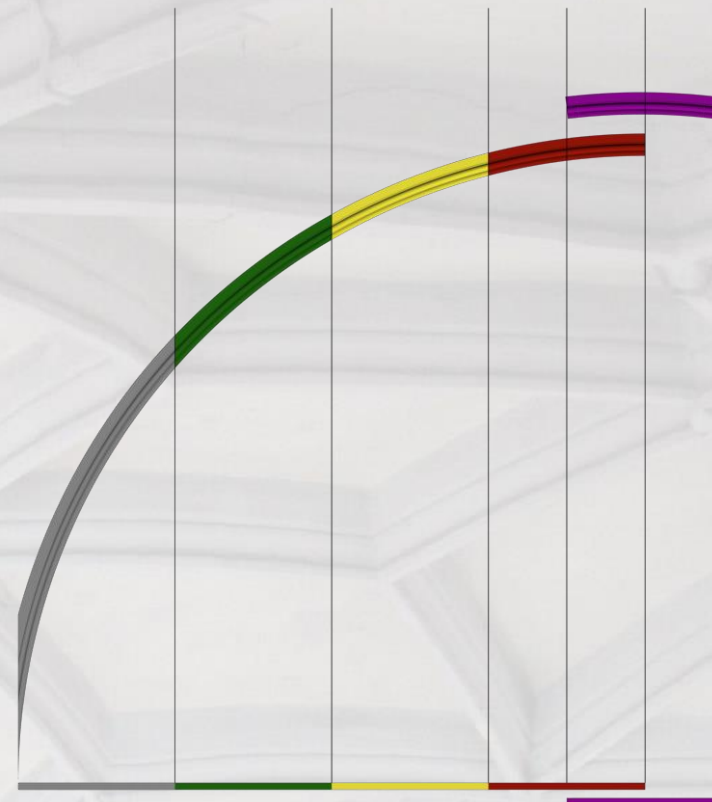


Az egri boltozat szerkesztési íve a vízszintes bordák szerkesztésnek jelölésével

Keresztmetszeti ábra az **egri székesegyház** főhajójáról

A kőtöredékek alapján
kiszervezhető elméleti
rekonstrukcióra alapozva

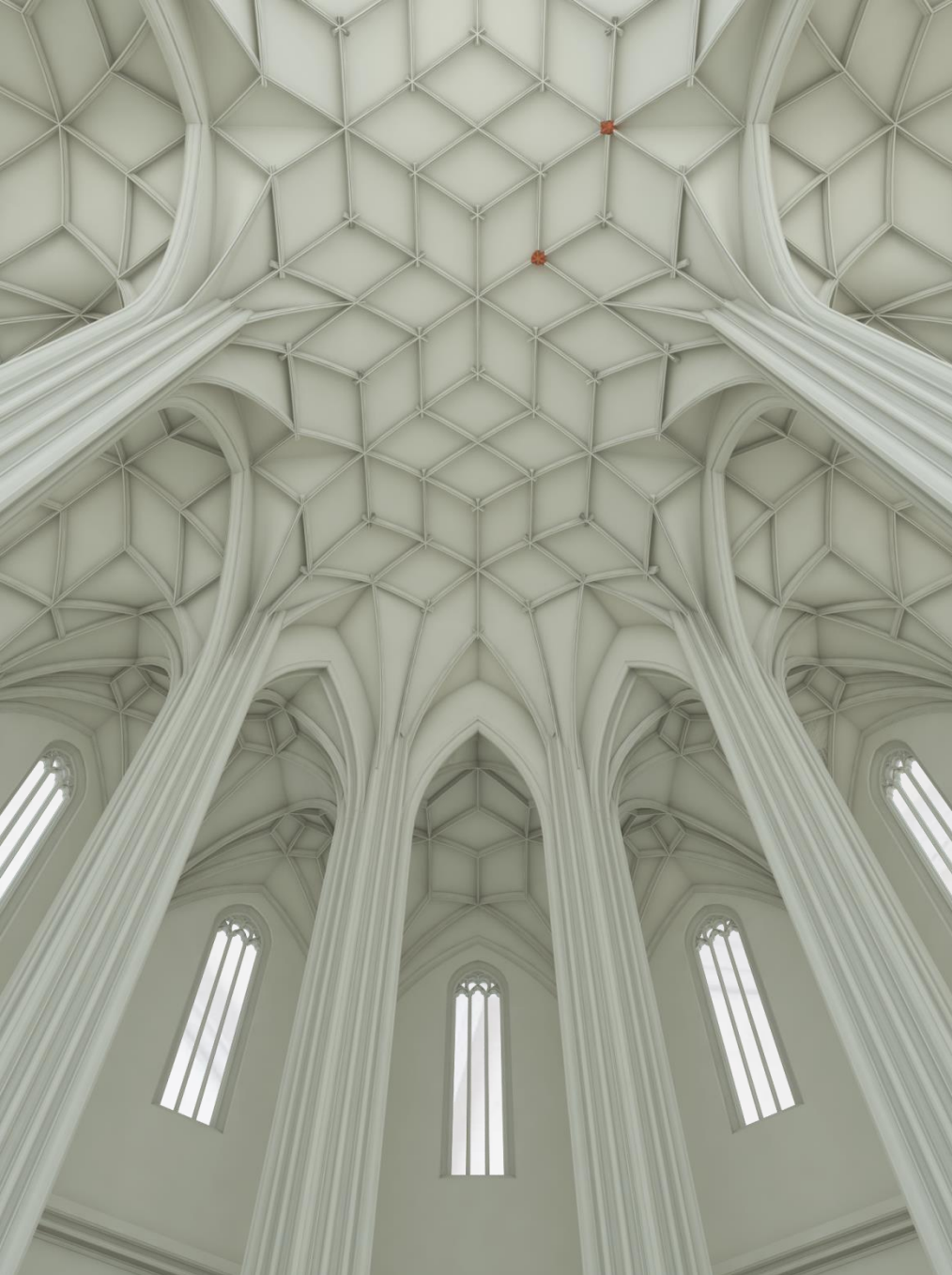




Az egri boltozat szerkesztési íve a vízszintes bordák szerkesztésnek jelölésével

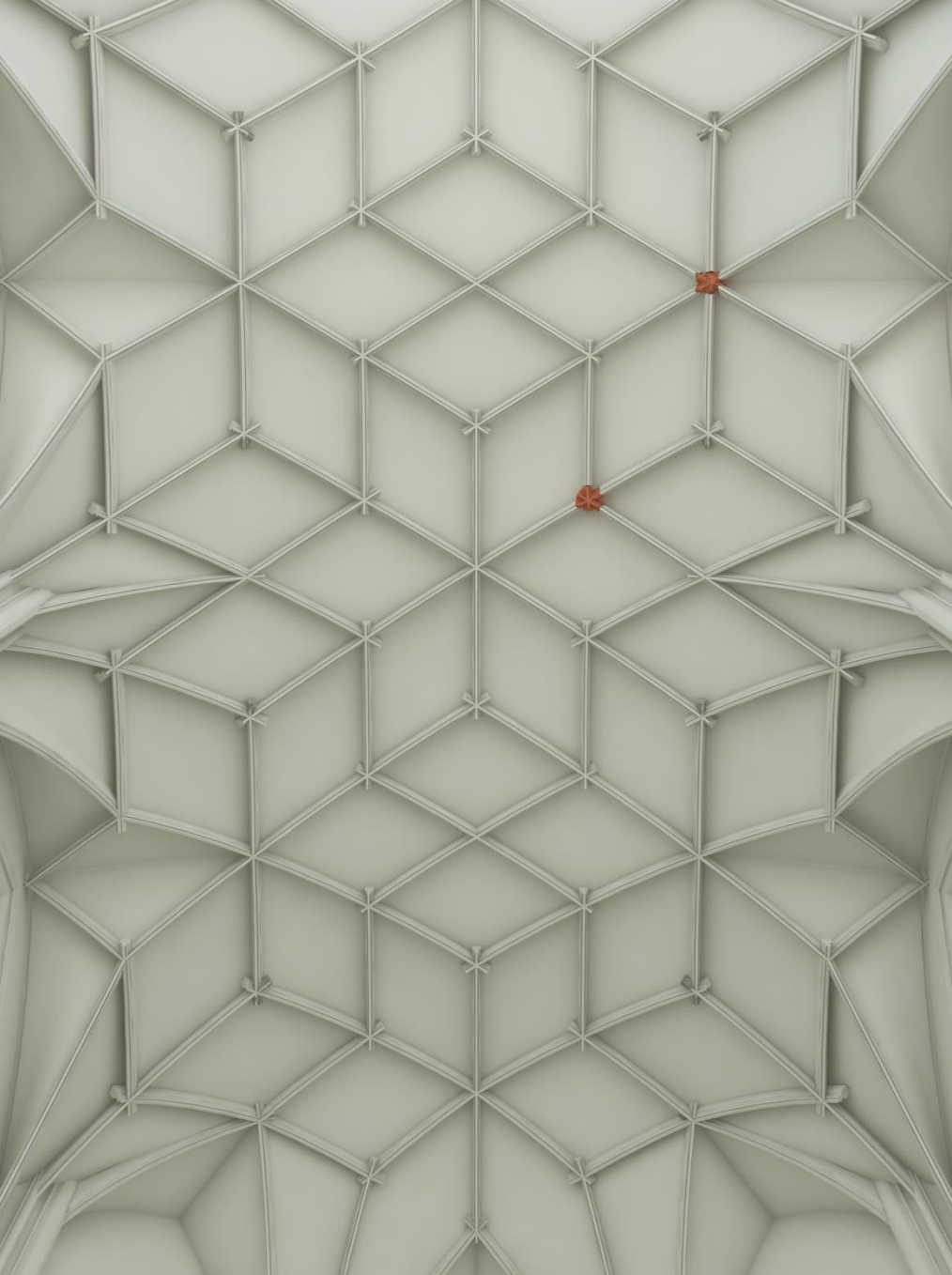
Hosszmetszeti ábra az **egri székesegyház** főhajójáról

A kőtöredékek alapján kiszerkeszthető elméleti rekonstrukcióra alapozva

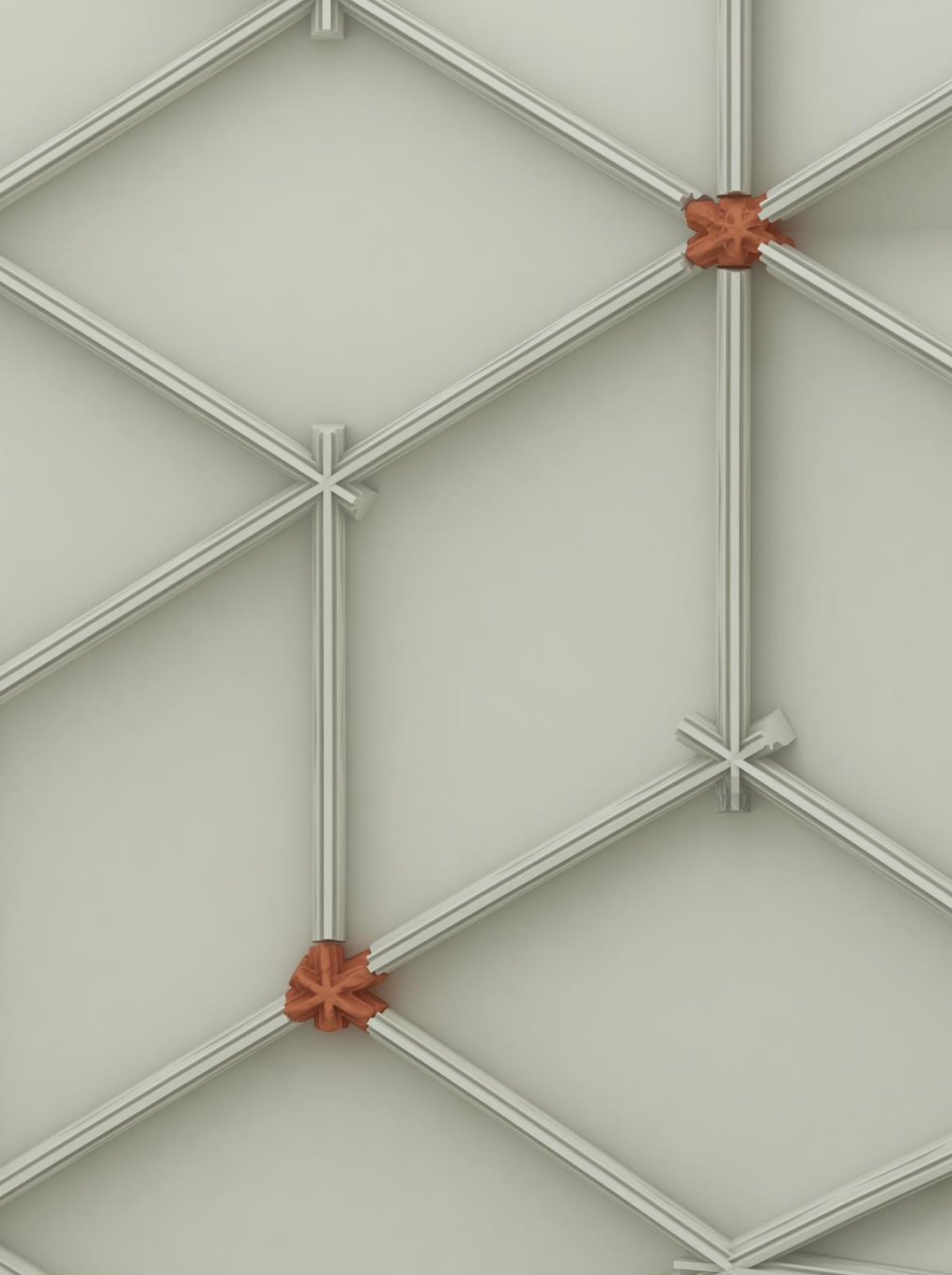


Az egri katedrális belső tere

Elméleti rekonstrukció és CAD modell:
Szőke Balázs



Egerben szintén egy, a **szege**dihez hasonló, vízszintes bordákat felhasználó hálóboltozati rendszer rekonstruálható a katedrális szentélyének főhajójában.



Írásos források alapján úgy tűnik, hogy az **egri** építkezés nem csak a **székesfehérvárral**, hanem a **pécsivel** is összekapcsolható. **1495**-ben az egri püspöki számadáskönyvben szerepel egy **Demeter** nevű pallér a püspökség állandó alkalmazottai között.



Az egri püspökvár

Elméleti rekonstrukció és CAD modell: Szőke Balázs, Buzás Gergely, Domokos György

3D rekonstrukció: Pazirik Informatikai Kft.

A név viszonylagos ritkasága, valamint a szintén **Demeter** nevű kőfaragó által szignált pécsi boltozatnak az egrivel kimutatható formai rokonsága felveti a lehetőséget, hogy **1495**-ben **Egerben** a 10 évvel később **Pécsett** dolgozó mester tűnt fel.

Ez esetben elképzelhető, hogy Demeter kőfaragó karrierje a **székesfehérvári** építkezésen indult még az **1480**-as évek első felében.



Az egri katedrális

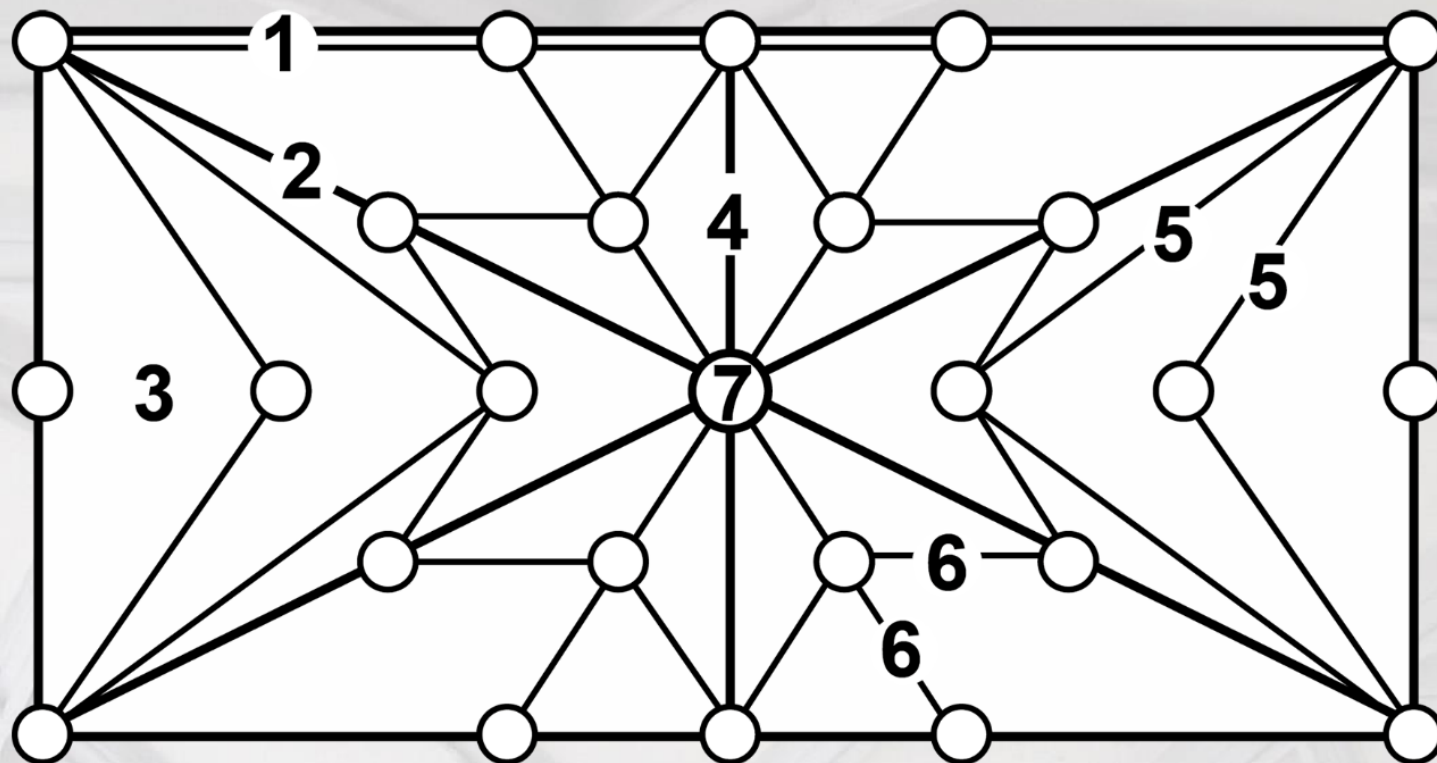
Talán ott ismerkedhetett meg a **Dél-Német** boltozatépítés legújabb vívmányaival, majd **Nagylucsei Orbán** püspök révén kerülhetett az évtized második felében **Egerbe**, ahonnan a munkák **1497-es** lelassulását követően távozhatott **Pécsre**, ahol **1500-ra** felépítette a székesegyház hajóboltozatát, majd **1505-re** a kórusboltozatot. Műhelye beboltozta a **dominikánus templom** hajóját is. Nem zárható ki az sem, hogy műhelye ebben valamilyen szerepet kapott a **szegei alsóvárosi templom** **1503-ban** épült hajóboltozatának építésében is, ugyanis a szegei boltozat bordacsomópontjainak mészkő anyaga feltűnő hasonlóságot mutat a pécsi boltozatokhoz használt finom mészkővel.



Ebben az időben a két várost fontos kereskedelmi útvonal kötötte össze. Talán azzal magyarázható a szegedi boltozat sajátos anyaghasználata, hogy a mésző csomópontokat a **pécsi** műhelyben rendelték meg, az egyszerű bordákat viszont helyben készítették idomtégglából. **Demeter** vagy egy tanítványa Pécsről **Zsigmond** püspök **1505**-ben bekövetkezett halála után, az **1506**-ban újra induló egri munkák miatt, visszatérhetett **Egerbe** a szentélyboltozat **1508**-as befejezésére.



A **Magyar Királyság** késő gótikus építészetében más boltozattípusok mellett kiemelkedő szerepet játszottak azok a hálóboltozatok, amelyek konstrukciójában vízszintes bordákat is felhasználtak. A boltozatok a német szakirodalomban „**Maschennetz Gewölbe**”ként megnevezett típusba tartoznak. Építésük az **1480**-as évektől jellemző, a legtöbb ilyen szerkezet a **16. század** elején épült fel. Művészeti kapcsolatrendszerük a **Duna menti német területek** felé mutat, azokkal szoros egységet képez.



1 BOLTSZAKASZOK KÖZÖTTI BORDA

2 ÁTLÓS BORDA, KERESZTBOLTOZATI BORDA

3 KERESZTIRÁNYÚ GERINCBORDA

4 GERINCBORDA

5 MÁSODLAGOS OSZTÓBORDA

6 HARMADLAGOS OSZTÓBORDA

7 ZÁRÓKŐ, BORDACSOMÓPONT

A „vízszintes borda” szerkezetileg hasonló az angol boltozatok „longitudinal ridge rib”-nek nevezett bordájához, azonban nem csak a boltozat gerincén használtak az építők ilyen konstrukciót.



“Schlingrippe” - siklósi vár

Ezért a terminológiában szeretnénk javasolni, hogy ez a megoldás önálló elnevezést kapjon hasonlóan a **német szakirodalomban** használt a kétszeresen görbülő ívű bordákat megnevező „**Schlingrippe**” kifejezéséhez hasonlóan.

KÖSZÖNJÜK A FIGYELMET!

ELŐADÓK:

SZŐKE BALÁZS: történész - művészettörténész - CAD modellező
/SziMe3DAR - Pazirik Informatikai Kft.

BUZÁS GERGELY: régész - művészettörténész
/A MNM Visegrádi Mátyás Király Múzeumának igazgatója, SziMe 3DAR szakértő/

SZAKONYI BALÁZS: 3D grafikus, illusztrátor, tolmács
/Pazirik Informatikai Kft./

TOVÁBBI RÉSZTVEVŐK A PROJEKTBEN:

PAZIRIK INFORMATIKAI KFT.
BALOGH ANDRÁS / PROJEKTVEZETŐ
VÉGH MÁTYÁS
MENYHÁRT GÁBOR
PÁMER ANDRÁS
APPELSHOFFER MARTIN
SANDÓ NORBERT

SZIME 3D PROJEKT SZIME 3D AR
FEHÉR ANDRÁS / PROJEKTVEZETŐ
LAKI BOGLÁRKA
PIPIS LÁSZLÓ



UOL LONDON, JÚLIUS 14.
THE UNIVERSITY OF LIVERPOOL IN LONDON,
FINSBURY SQUARE—SEMINAR ROOM 4