



CĒH TERVEZŐ, BERUHÁZÓ ÉS FEJLESZTŐ ZRT.

TERVEZÉS ÉS MÉRNÖKI SZOLGÁLTATÁSOK

A MAGYAR ÁLLAMI OPERAHÁZ LÉZERSZKENNERES FELMÉRÉSE ÉS ÉPÍTÉSZETI FELDOLGOZÁSA

Kibédy Zoltán
2017. Július 6-7.



TARTALOM

- 1 KIK VAGYUNK MI?
- 2 ALAPELVEINK
- 3 KÜLDETÉSÜNK, JÖVŐKÉPÜNK
- 4 FŐBB TEVÉKENYSÉGEINK ÉS SZOLGÁLTATÁSAINK
- 5 AZ ÚJ ÁGATAT: BIM ÉS 3D LÉZERSZKENNELÉS
- 6 OPERAHÁZ
- 7 FELHASZNÁLT ESZKÖZÖK
- 8 A KEZDETEK
- 9 MEGOLDANDÓ FELMÉRÉSI AKADÁLYOK
- 10 REGISZTRÁLÁS
- 11 PONTOSSÁG
- 12 MODELLEZÉS
- 13 A VÉGEREDMÉNY

KIK VAGYUNK MI?



CĒH+

A magyar piacvezető
mérnökirodák egyike.



Teljeskörű szolgáltatást nyújt,
magas- és hídépítési területen:
tervez, projekt menedzsel,
szakért.



Egy alkotó közösség.
Egy értékrend alapú sajátos
cégfilozófia képviselője.

ALAPELVEINK

ÉRTÉK

Mindaz a minőségi gondolat, alkotás, létesítmény, mely képességeink által jön létre.



REND

A módszer, amellyel a folyamatokat rendszerré integrálva vezetjük.



ÉRTÉKREND

Erkölcsei-etikai elveink, melyek meghatározzák magatartásunkat a közösségben, a társadalomban és piaci területeinken.



KÜLDETÉSÜNK, JÖVŐKÉPÜNK

KÜLDETÉSÜNK

Mérnöki, fejlesztési munkánkkal értéket, rendet, értékrendet viszünk a világba, ezáltal építjük a jövőt.



JÖVŐKÉPÜNK

Magyarország építési-fejlesztési piacának meghatározó és kiváló mérnöki szereplőjeként növekvő nemzetközi partnerségre és jelenlétre törekszünk.

TÉNYEK

Magyarország egyik piacvezető mérnökirodája a tervezés, mérnöki szolgáltatások, és projektmenedzsment területén.

1989

A TÁRSASÁG
MEGALAKULÁSA

100-150

EGYIDEJŰLEG
FUTÓ
PROJEKT
ÉVENTE

500 M

EURO KEZELT
BERUHÁZÁSI
ÉRTÉK ÉVENTE

120

ALKALMAZOTT

100

FŐÁLLÁSÚ
MÉRNÖK

250+

SZAKÉRTŐ ÉS
EGYÜTTMŰKÖDŐ
PARTNER

FŐBB TEVÉKENYSÉGEINK ÉS SZOLGÁLTATÁSAINK



• MAGASÉPÍTÉSI TERVEZÉS

- Építészeti, tervezési és design szolgáltatások
- Látványtervek készítése
- Kreatív tervezés
- Szakértői, konzultánsi tevékenység
- Tervellenőri tevékenység
- BIM és Térinformatikai csapat

• PROJEKTMENEDZSMENT ÉS MŰSZAKI TANÁCSADÁS

- Rendszertervezés
- Műszaki és gazdasági megvalósíthatósági tanulmányok
- Projektmenedzsment
- Műszaki ellenőrzés TS/QS rendszerek
- Szakértői, konzultánsi tevékenység
- Projektgenerálás
- Épületüzemeltetési rendszerek előkészítése

• HÍDTERVEZÉS

- Teljes körű tervezés, forma- és látványtervezés
- Építési technológiák tervezése
- Szakértői, konzultánsi tevékenység

• KUTATÁS - FEJLESZTÉS

- K + F
- Projektfejlesztés
- Termékfejlesztés
- Rendszerfejlesztés
- Kreatív tervezés

DÍJAINK, ELISMERÉSEINK

- FIABCI Ingatlanfejlesztési Nívódíj
- Mercedes Benz gyár (2012)
- Építőipari Nívódíj - Specsavers szemlencsegyár (2010)
- Építőipari Nívódíj - Megyeri híd (2009)
- Építőipari Nívódíj - T-Mobile irodaház (2007)
- Európai Unió Kulturális Öröksége díj – Europa Nostra díj
- Millenáris Park (2002)
- Figyelő Építészeti díj
- Millenáris Park (2001)
- Széchenyi-díj (2009)
- Gábor Dénes-díj (2008)
- Feketeházy János-díj (2008)



TANÚSÍTVÁNYOK



AZ ÚJ ÁGAZATUNK: 3D LÉZERSZKENNELÉS ÉS BIM MODELLEZÉS

- 2016 év elején megalakult csoport
- Számos mérnöki területen nagy tapasztalattal rendelkező tervezőcsapat:
 - Építészmérnök, BIM manager
 - Gépészmérnök
 - Statikus, és hídtervező mérnök
 - Villamosmérnök
 - Földmérő és térinformatikus mérnök



OPERAHÁZ, MINT PILOT PROJECT? NEM GOND!

- A feladat meghatározása:
 - Az Operaház és kapcsolódó létesítményeinek teljes körű felmérése
 - 3D modell építése ArchiCAD-ben,
 - Legalább 1:100, egyes részleteiben 1:50, illetve 1:20 méretaránynak megfelelő pontossággal és részletezettséggel
 - Helységkönyv készítése
 - A kapcsolódó létesítmények:
 - Üzemház: 8 emeletes irodaház + pince + 2 emeletnyi gépészet
 - Zenekari próbaterem 1200m²
 - Néhány apró műhely

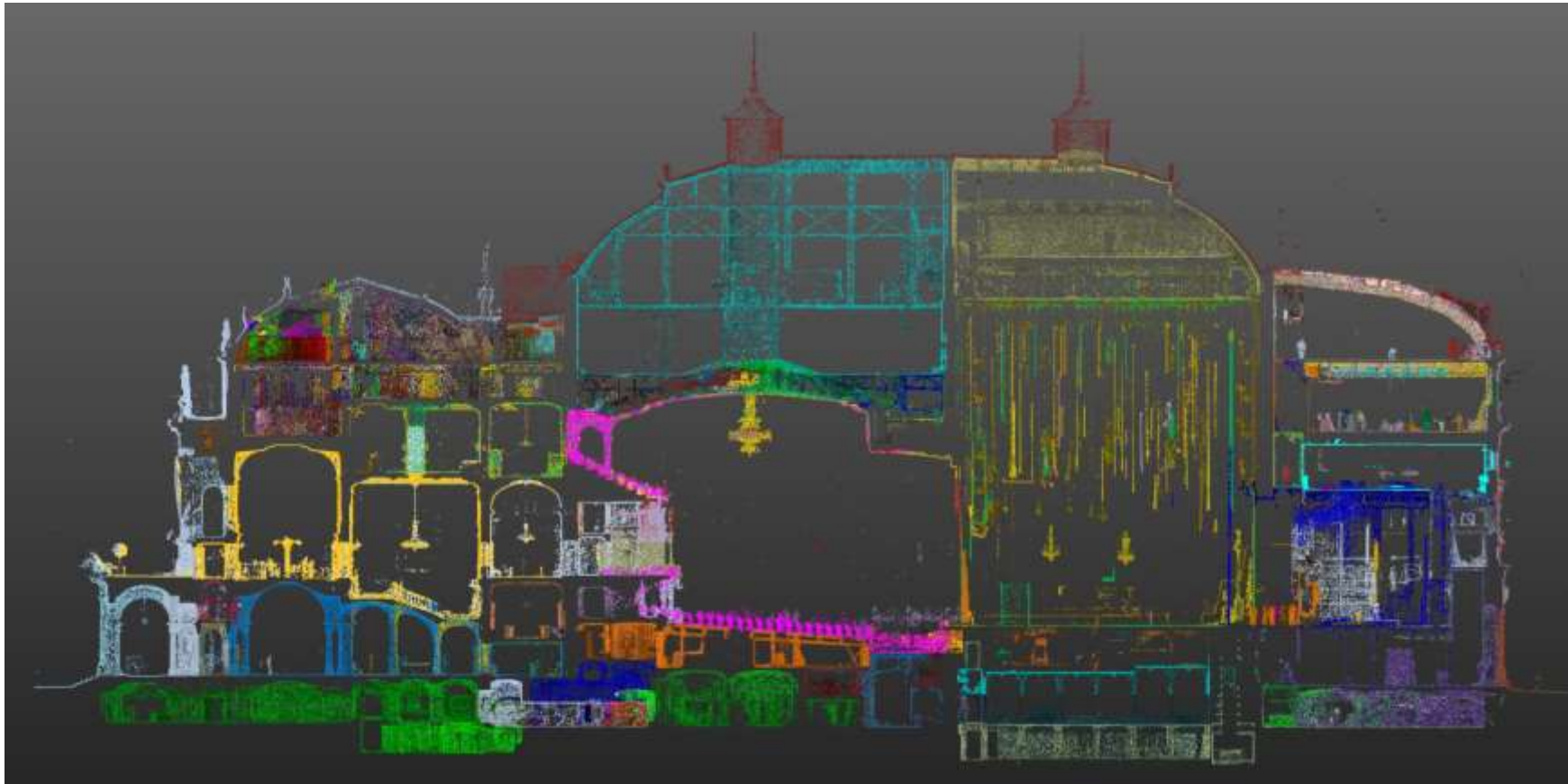


OPERAHÁZ, MINT PILOT PROJECT? NEM GOND!

Az Operaház méretei:

- ~25.000 m² hasznos terület
- 108m x 50m alapterület
- Archív terveken 10 szint

- Épületmagasság 52m
 - Színpadszint: ± 0.00 m
 - Legmagasabb pont: 47m
 - Legmélyebb pont: -18m



FELHASZNÁLT ESZKÖZÖK



A felméréshez:

- Faro X330 lézerszkennő

A regisztráláshoz:

- Faro Scene 5.5
- Trimble Realworks 10.0, majd 10.2



A modellezéshez:

- Graphisoft ArchiCAD 19



Számítógépek:

Minimum Intel i7 4xxx sorozat

32 GB RAM

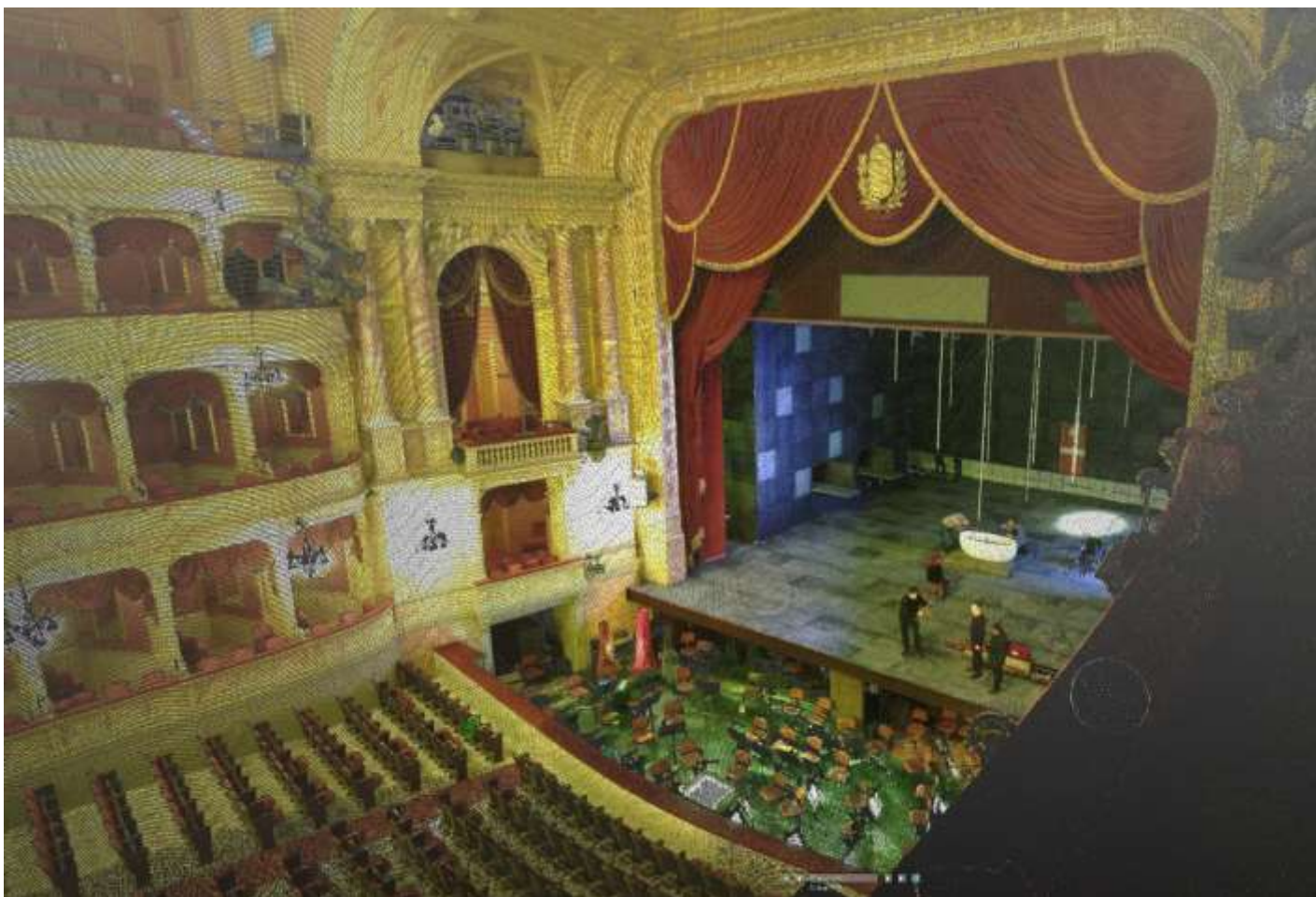
Nvidia Quadro videokártyák

Végtelen mennyiségű tárhely a virtuális memóriának és az adatoknak

Pár hónap alatt több terrabájt adat állt elő, naponta 16 GB nyers mérési állomány is keletkezett (8 munkaóra alatt), ami feldolgozva a többszörösére duzzad.

A FELMÉRÉS KEZDETE

Első elgondolás szerint egy szilárd, mozdulatlan, merev „magot” hozunk létre, amelyből kiindulva eljutunk a felméréssel az épület minden pontjára, felmérési köröket alkotva.



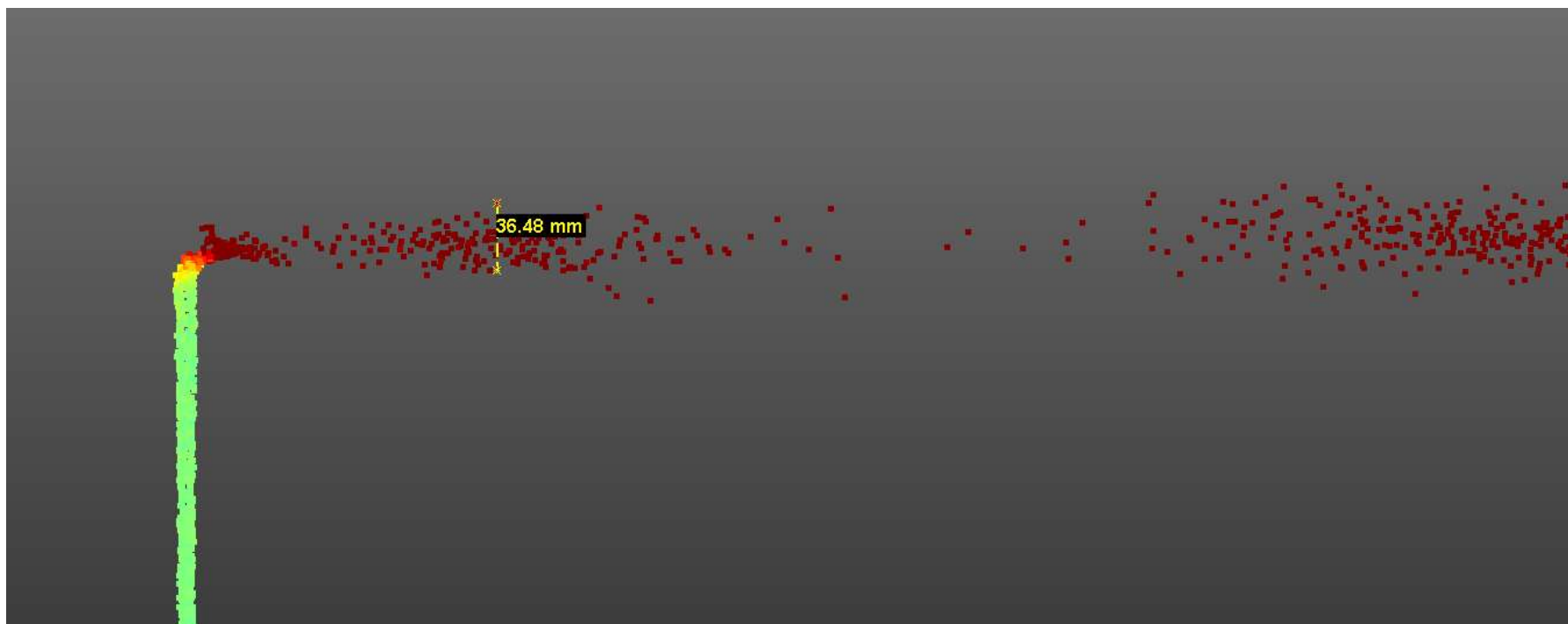
A FELMÉRÉS KEZDETE

- Előny:
 - Mivel a mag mozdulatlan, így a modellezési folyamat azonnal megkezdődhet, nincs időveszteség, amíg sikerül a teljes felmérési köröket létrehozni.
 - A modell $\pm 0.00\text{m}$ szintje azonnal rendelkezésre áll, a modellt nem kell újra pozícionálni a folyamatosan érkező újabb felmérési állományok beillesztéséhez.
- Hátrány:
 - Itt még minden terv szerint alakult. Azaz mégsem teljesen...



AZ ELSŐ MEGLEPETÉS

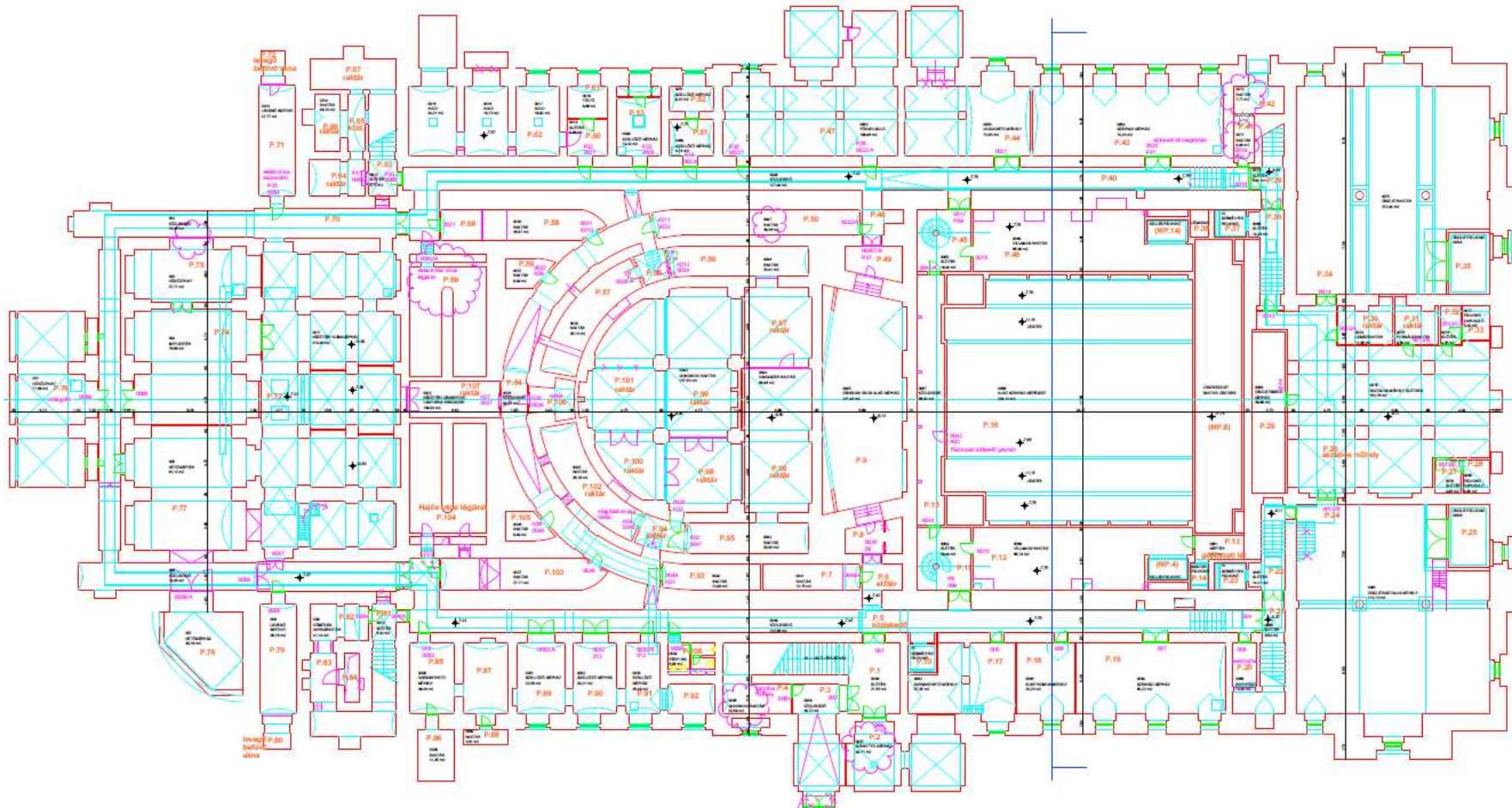
Ezt tudtuk, csak nem sejtettük...



Újabb nem várt megoldandó feladat: az EGÉSZ színpad (padló, falak, gyakorlatilag minden) matt feketére van festve.

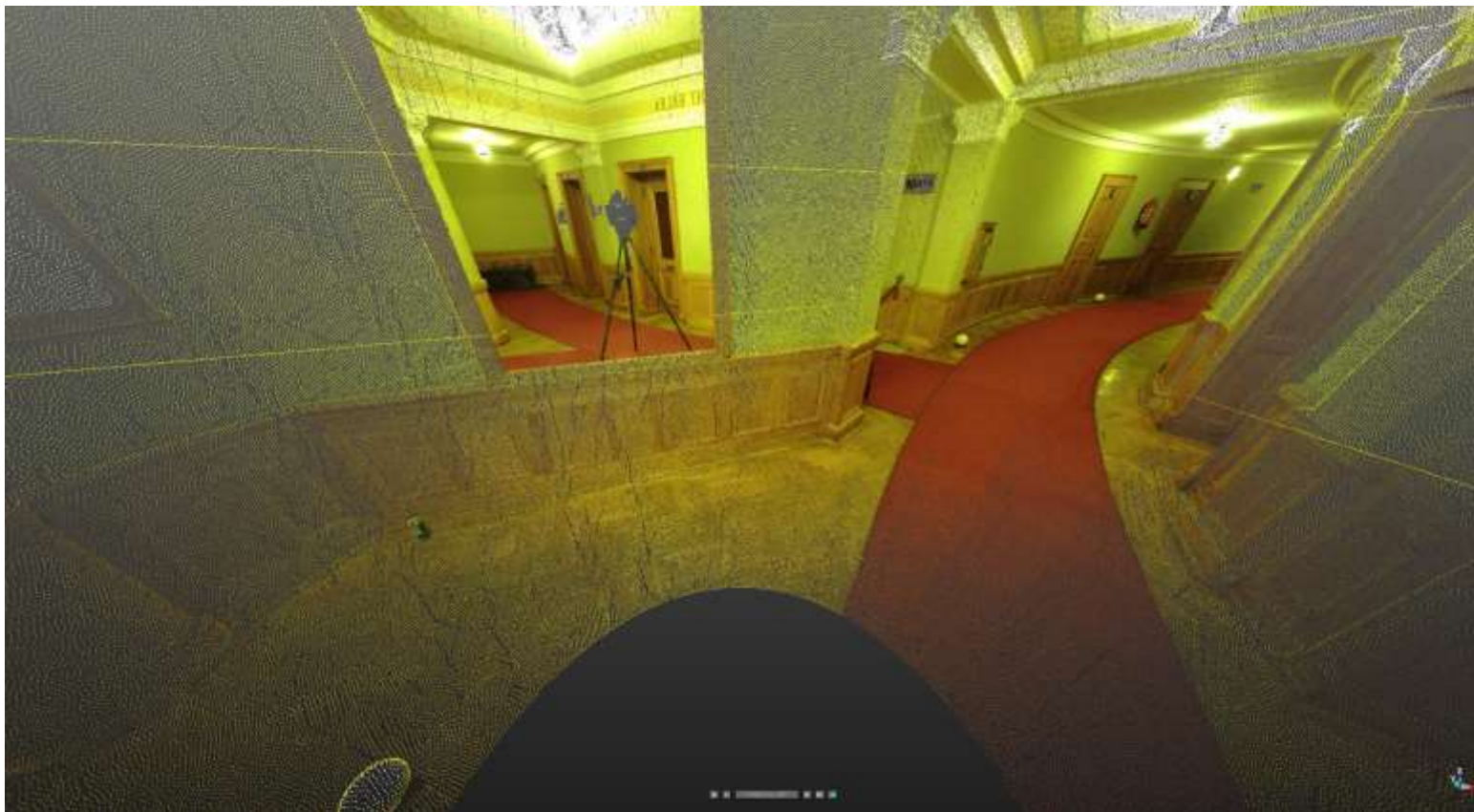
ÚJABB MEGOLDANDÓ FELADAT

Az épület egy hatalmas labirintus!



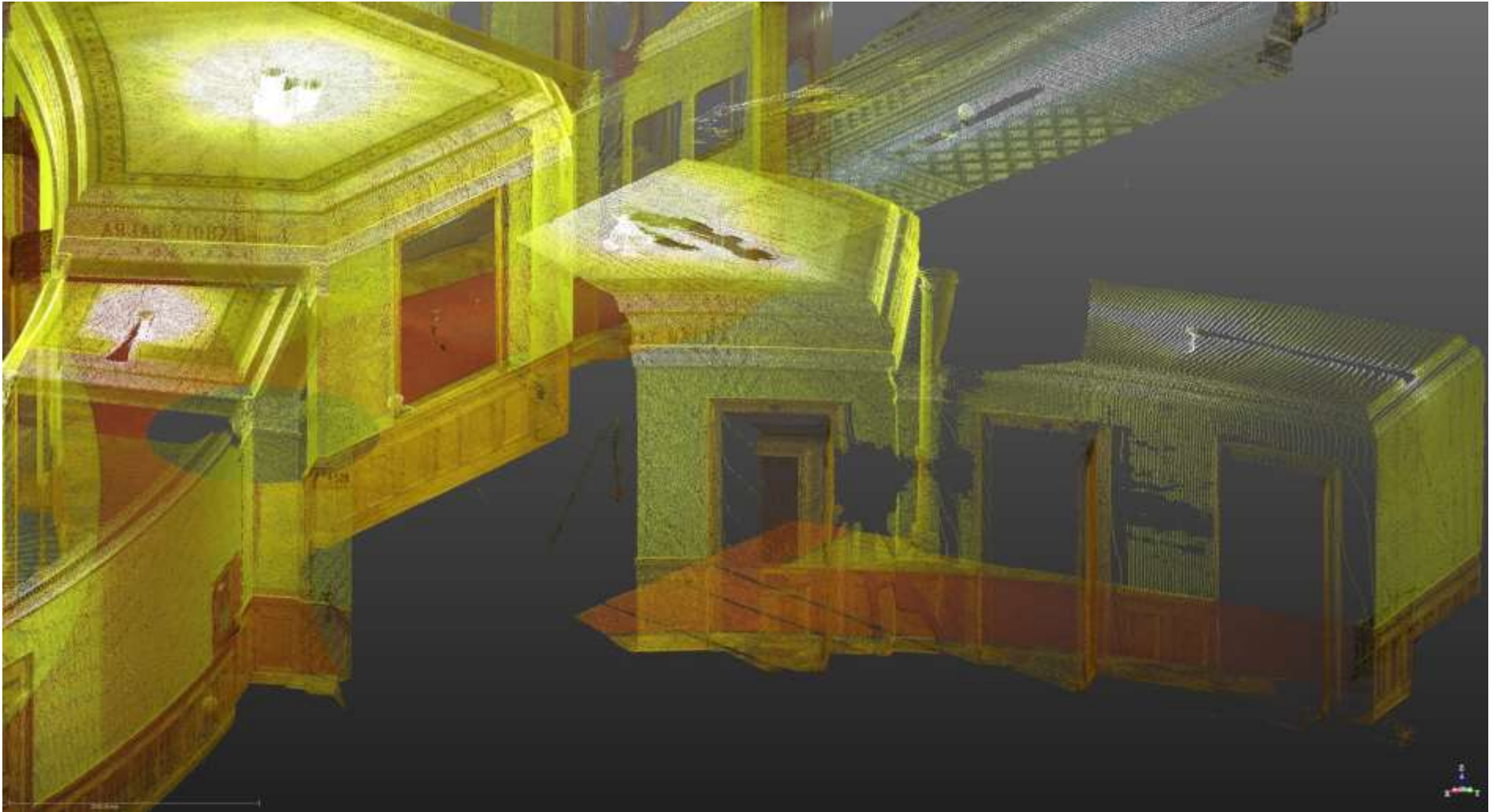
TARGET-EK ROSSZ KIHELYEZÉSI LEHETŐSÉGE

- Rövid target-műszer távolságok,
- szinte csak egy vonalban elhelyezhető gömbök,
- a sakktábla típusú target-ek pontatlanul mérhetők a rossz beesési szögek miatt,
- és egy hatalmas tükör, amiben még a target-ek is leképződnek.



TÜKÖR

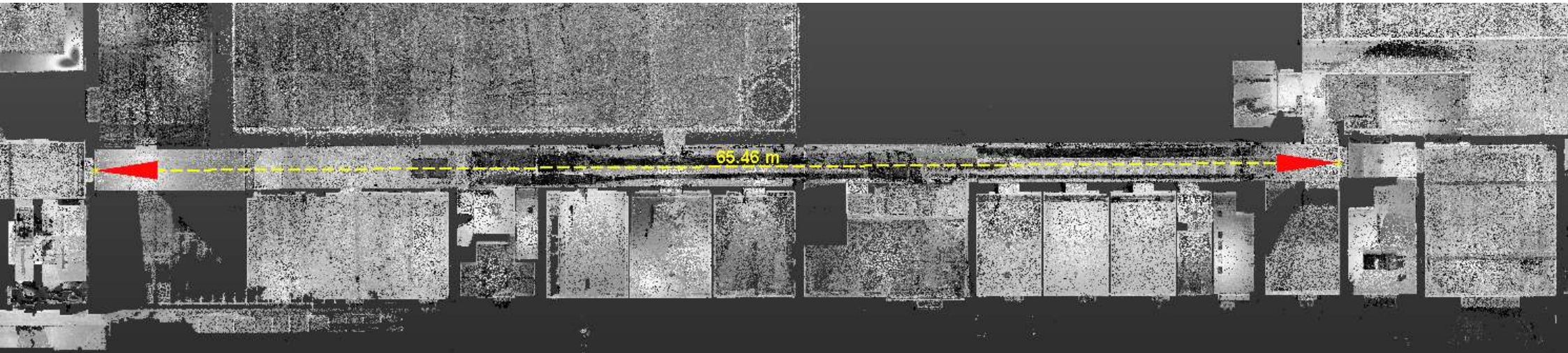
Ez a folyosó nem is létezik. Szerencsére nem modelleztük meg.



GEODÉZIÁBÓL SOSEM ELÉG

Hiába a sok millió (milliárd) beszkenelt pont, ebben az épületben nem lehet megfelelően záródó kört mérni, a pontossági elvárásokat nem lehet elérni. 65 méter hosszú, 2 méter széles, üres folyosón közel lehetetlen az elcsavarodást kiküszöbölni, főleg úgy, ha:

- nem lehet az illesztéshez használt target-eket optimálisan elhelyezni,
- szinte minden mérésbe belesétál vagy a ténckar, vagy a karbantartó személyzet,
- semmilyen pontossági paraméter nem tartható a szkennelvel, ha pl. csigalépcsőn kell az emeletek között haladni,
- szinte minden folyosón több plafonig érő tükör van.



Tanulságok:

- Hagyományos geodéziai felméréssel meghatározott alapponthálózat létesítése elkerülhetetlen, ha ekkora méretű és komplexitású épületet kell mérni.
- Előre el kell végezni az alapponthálózat létesítését, hacsak nem értünk kimagaslóan a kiegyenlítő számításokhoz, és a koordináta-transzformációhoz.
- A geodéziai munka költsége bőven megtérül, ha a regisztrálási időn heteket lehet nyerni. Az egyensúlyt kell találni a geodéziai költségek és a munka ráfordításának optimalizálására.

A FELMÉRÉS TANULSÁGAI

Fontos:

A geodéziai támogatással legalább azt el kell érni, hogy:

- egy stabil váza legyen az épületnek, ami közé be lehet illeszteni a többi mérést
- ezzel a hibák egyenletesen oszlanak el, mértékük minimalizálhatók. Pl. lépcsőházak, és a kapcsolódó folyosók irányának meghatározása.

Ehhez annyi meghatározott illesztőpont kell, hogy:

- megbízhatóan tájékozhatjuk a szkennert, vagy
- ha pár közeli álláspontból készült mérést globális rendszerbe helyezhetünk. (5-6 illesztőpont).

(*A pontosságról később bővebben.)

A FELMÉRÉS JÓL HALAD, REGISZTRÁLJUNK!

Na de előtte importálni is kell! Egy felmérési nap importálása, és a mérések mintavételezése közel fele időt vesz igénybe, mint maga a felmérés! Az Opera és létesítményeinek felmérése több, mint 3 hónapnyi felmérést jelent!

- **2976 álláspont**
- **735 GB** nyers mérési állomány
- Átlag 5 perc/állomány importálási idővel számolva: **248 óra számítási idő!!!**

(Napi 8 óra munkával számítva **másfél hónap** munkaidő.)

Hogyan is regisztráljunk?

Több lehetséges módszer áll rendelkezésre:

1. target-ek felhasználásával (target based registration),
2. néhány egyező pont megadásával félautomatikusan (cloud to cloud registration),
3. teljesen automatikusan (plane based registration),
4. Opcionálisan a többi módszer után még finom illesztéssel rásegítve. (refine registration)

A FELMÉRÉS JÓL HALAD, REGISZTRÁLJUNK!

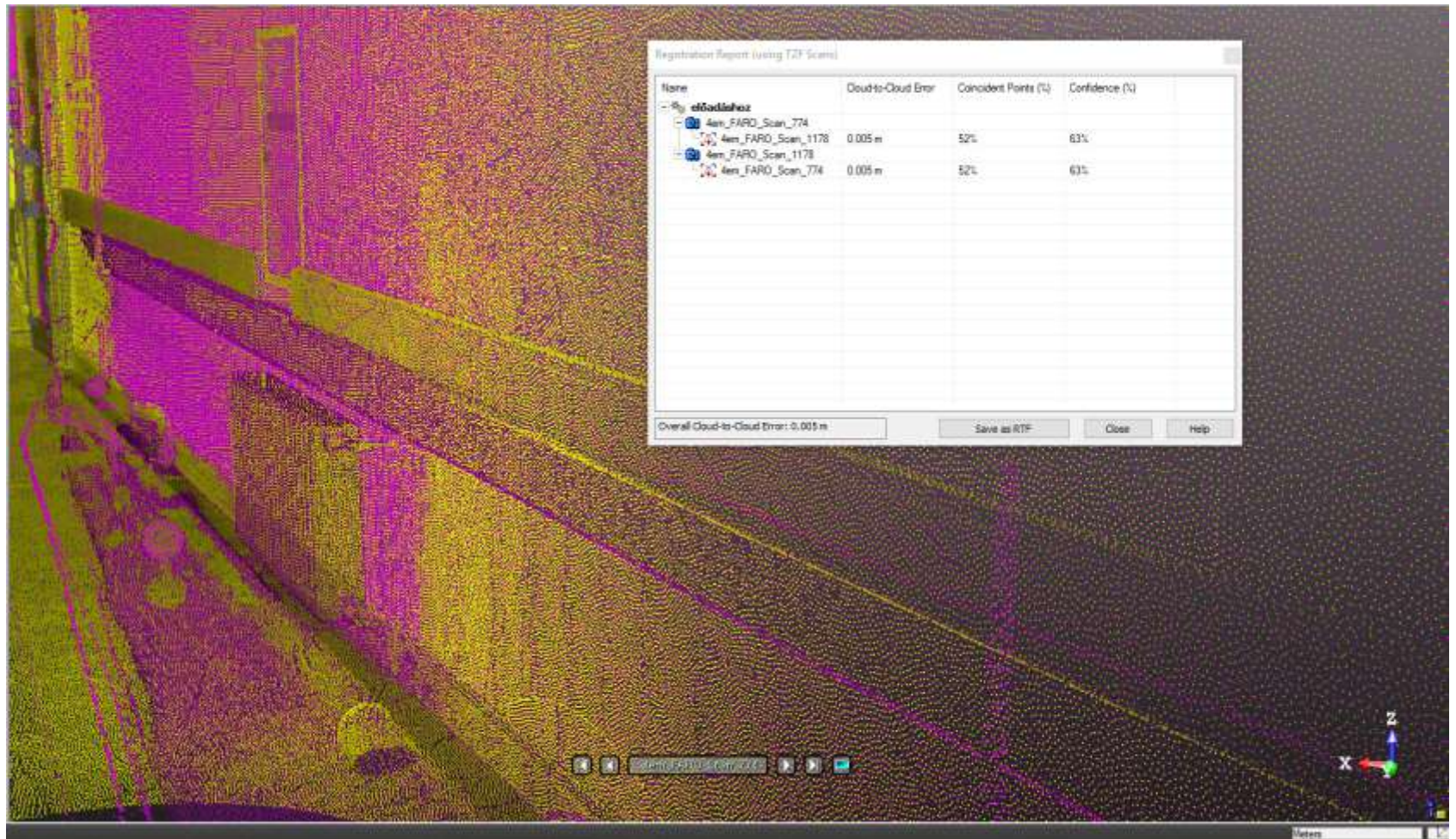
Melyik módszer a jó? Igazából mind és egyik sem:

- **Target**-ek esetén gondot jelent a kedvezőtlenül elhelyezkedő, sokszor elégtelen számú, és nagy arányban megsemmisülő target-ek. (Felrúgják, de visszateszik nagyjából jó helyre.) Sokat kell a felmérésből létrehozni: sarokpontok, csempefuga, csavarfejek, Faro Scene esetén akár falak, síkok megadása, stb. Az automata target felismerés hibázhat, viszont nagyon gyorsak a számítások, és az illesztés statisztikája is értelmezhető!
- **Pontfelhők manuális illesztése** pár támpont megadása alapján extrém méretű manuális munkát jelent.



A FELMÉRÉS JÓL HALAD, REGISZTRÁLJUNK!

- **Automatizált illesztés** sok esetben kiváló, bár a legszámításigényesebb művelet, akár 6-8 órán át is dolgozhat a számítógép, és az eredmény számos esetben hibás. Példa erre a szimmetrikus lépcsőházak egyik álláspontját a másik oldalra tette fejjel lefelé, vagy folyosók felcserélése..



MENNYIRE PONTOS A FELMÉRÉS?

Ez egy nehéz kérdés, mert a pontosságot az alábbi paraméterek adják:

- Egyetlen pont mérési hibája (lásd fekete felületek),
- Átlagolt pontosság sík felületre,
- Alapponthálózat hibája,
- Regisztrálás hibája (értelmetlen statisztikai mutatók)

A modellzés során még tovább pontosítható az épület összefüggései alapján, pl.:

- liftakna falai egyértelműen sík felületek,
- egymás fölé eső falak, oszlopok geometriai korrigálása,
- Külső és belső mérések nyílászáróknál és szomszédos épületek alapján jól illeszthetők.

Összességében 1-2 cm körüli pontosságot sikerült elérni.

A MODELLEZÉS KIHÍVÁSAI

GRAPHISOFT ArchiCAD 19-től lehetőség van pontfelhők betöltésére. A választás így kézenfekvő:

- építésziroda lévén sok éves tapasztalat ArchiCAD használatában,
- gyors, termelékeny modellezési eszköz,
- támogatja a csapatmunkát, egy modellben többen is dolgozhatnak párhuzamosan,
- egyedi alakzatok létrehozását is támogatja,
- sokféle formátumot ismer, importálhatók komplex alakzatok is, amelyek más szoftverekkel készültek,
- megrendelői igények: a tervezés szintén ArchiCAD-ben történik

Természetesen ez sem ennyire egyszerű:

Tervezéshez ideális eszköz, reverse engineering feladatoknál akadnak nehézségek.

A MODELLEZÉS KIHÍVÁSAI

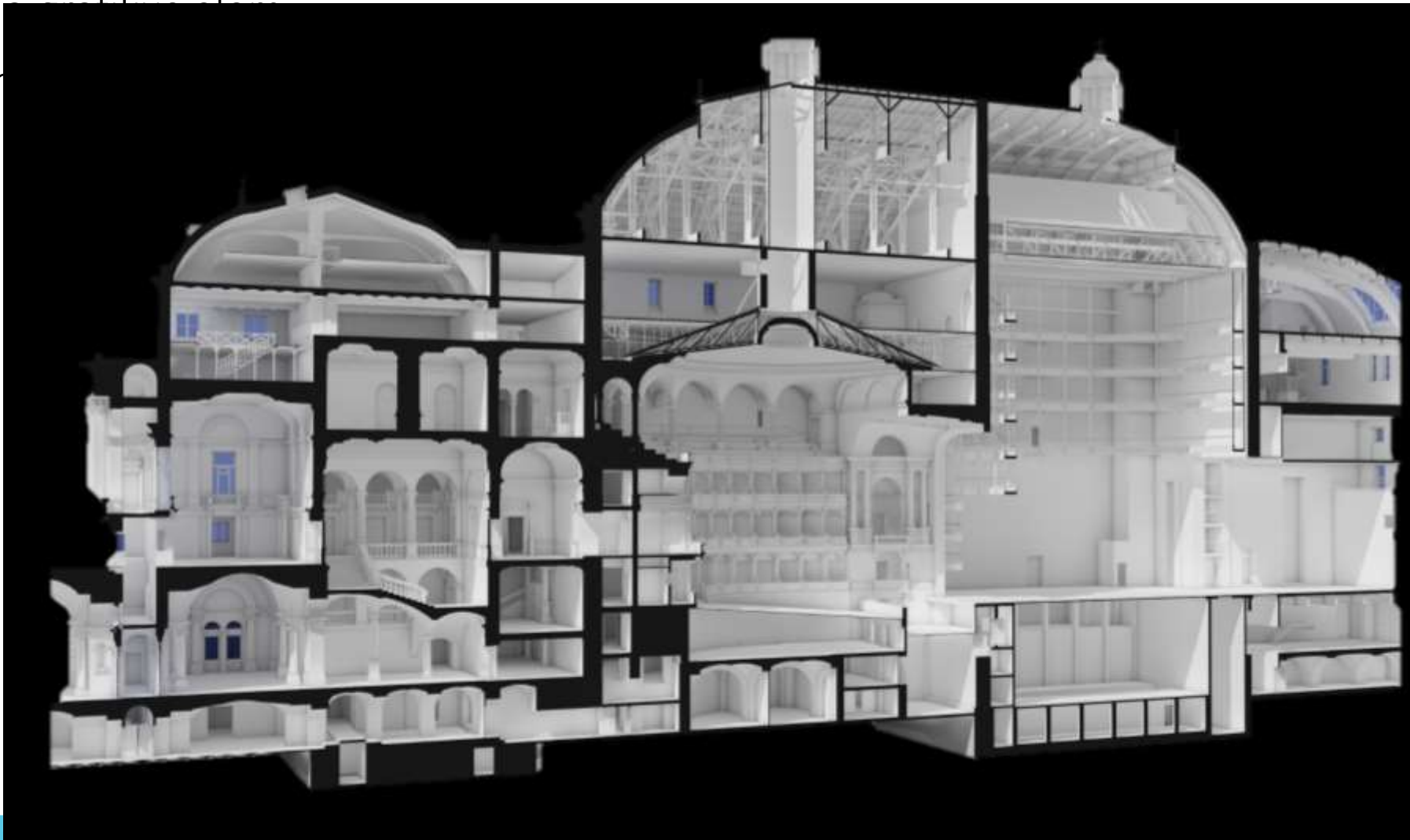
- Fontos, hogy a feladatot úgy kell meghatározni, hogy az egyértelmű legyen!
Kerülendő:
 - 3D modellnél a várt eredménytermék méretarányának megadása,
 - a „helyenként” kifejezés használata,
- LOD xxx ↔ méretarány
- Vagy 3D modell, vagy 2D rajzok! Egyikből a másik nehezen állítható elő!



VÉGEREDMÉNY

Az elkészült modell mérete:

- 2.5 GB
- ~30 millió poligon
- Összesen 1000+ objektum



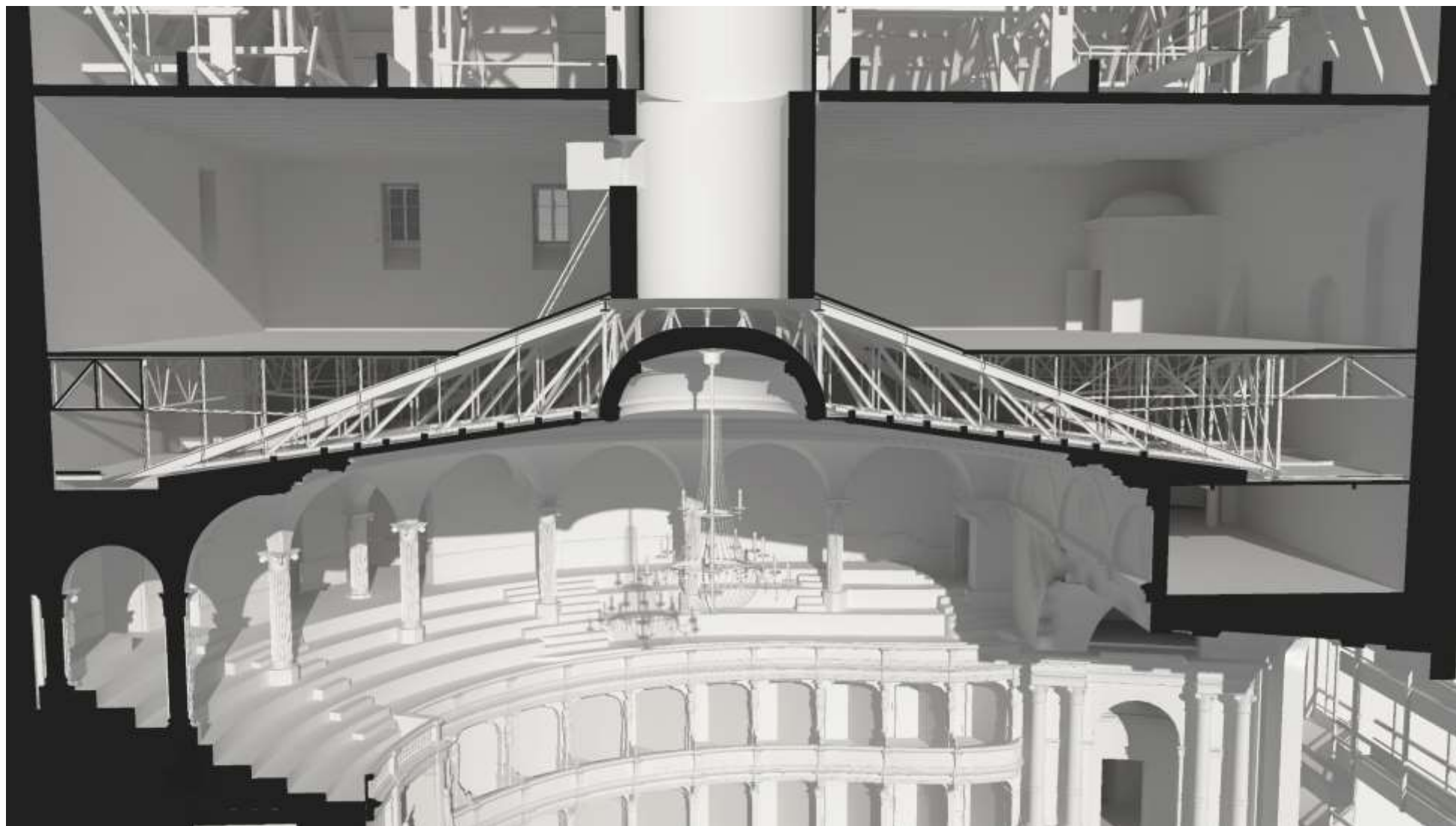
VÉGEREDMÉNY



VÉGEREDMÉNY



VÉGEREDMÉNY



VÉGEREDMÉNY



CĒH+

VALUE SYSTEM

KÖSZÖNÖM FIGYELMÜKET!

kibedy.zoltan@ceh.hu



CĒH+
ÉRTÉK REND

ceh.hu

ceh@ceh.hu

+ TÖBB MINT MÉRNÖK

