



AZ ÉPÜLETINFORMÁCIÓS MODELLEZÉS (BIM) OPTIMALIZÁCIÓJA ÉS IMPLEMENTÁCIÓS LEHETŐSÉGEI MAGYARORSZÁGON

Ph.D. értekezés

Zagoráczy Márk Balázs
okleveles építész

Témavezető:

Dr. habil. Szűcs István CSc. Ph.D.

Pécs, 2019.



Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar
Breuer Marcell Doktori Iskola

Köszönettel mindenkinek a sok türelemért és támogatásért,
ami a következő oldalak mögötti tartalom kidolgozását lehetővé tette!

Tartalomjegyzék

I. Bevezetés	5
II. A BIM BEVEZETÉSE A MAGYARORSZÁGI ÉPÍTÉS- ÉS MÉRNÖKKÉPZÉSBE	6
II.1 A fejezethez tartozó kutatás előzményei.....	7
II.2 A tananyagfejlesztést megalapozó kutatások, tanulmányok	8
II.3 A BIM bevezetése az építészképzésbe, tananyagfejlesztés	10
II.4 A BIM oktatásának kiterjesztése	13
II.5 Az épületinformációs modellezés alkalmazásának problémái	15
II.6 A problémák megoldási lehetőségei.....	17
II.7 A fejezethez tartozó új tudományos eredmények, tézisek:.....	18
III. A BIM ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEINEK VIZSGÁLATA A MAGYARORSZÁGI ÉPÍTŐIPARI RÉSZFOLYAMATOK TÁMOGATÁSA SORÁN	19
III.1 A kutatást megalapozó valós projektfeladat.....	19
III.1.1 Válaszfal mennyiségek számítása BIM modell segítségével	21
III.1.2 Belsőépítészeti és szakipari munkák mennyiségszámítása BIM modell segítségével.....	24
III.2 Az alkalmazott módszertan validálása - a tényleges kutatási projekt	28
III.2.1 A modellrészletesség definíciója	29
III.2.2 LOD 100 - Alacsony részletességű kontrollmodell előállítása és feldolgozása	37
III.2.3 LOD 450 - magas részletességű kontrollmodell előállítása és feldolgozása	42
III.3 Eredmények, konklúzió:	47
III.4 A fejezethez tartozó új tudományos eredmények, tézisek:.....	49
IV. VÁLLALATI SZINTŰ SZABVÁNYOSÍTOTT BIM MÓDSZERTANOK KIALAKÍTÁSA MAGYARORSZÁGI ÉPÍTŐIPARI KÖRNYEZETBEN	50
IV.1 A Market BIM kézikönyv	52
IV.2 A vállalati szabvány próbája - Telekom Székház BIM menedzsment tapasztalatok	56
IV.3 A fejezethez tartozó új tudományos eredmények, tézisek:.....	59
V. AZ ÁLLAMI SZABÁLYOZÁS LEHETŐSÉGEINEK VIZSGÁLATA, AZ ÉPÍTŐIPART ÉRINTŐ DIGITALIZÁCIÓ ÉS ADATTÁROLÁS KÉRDÉSEI	60
V.1 Az építőipari digitalizáció technológiai vonatkozásai.....	60
V.2 A Lechner BIM irányelvek kötetei és szerkezeti felépítése:	64
V.3 A Lechner BIM-kézikönyv első kötetének tartalomjegyzéke.....	65
V.4 A fejezethez tartozó új tudományos eredmények, tézisek:.....	66

VI. FELHASZNÁLT IRODALOM:	67
VII. SAJÁT PUBLIKÁCIÓK	71
Könyv:.....	71
Könyvfejezet:	71
Folyóiratcikk:	71
Konferenciaközlemény:	72
Konferenciaközlemények (absztrakt) és előadások:.....	72
Jelentősebb külföldi nemzetközi konferenciaközlemények és előadások:	77
Egyéb publikációk:	78
II.1. ábra: A BIM felhasználásának lehetőségei - PhD felvételi anyag (2010)	9
II.2. ábra: A BIM felsőoktatási integrációjának előfeltételei - PhD felvételi anyag (2010)	9
II.3. ábra: Példák a hallgatók féléves teljesítésére – tervfeldolgozáson alapuló modellezés.....	12
II.4. ábra: Összesített hallgatói létszámok a BIM képzések résztvevőiről (PTE-MIK)	13
II.5. ábra: BIM képzések kialakítása 2010-2018 között.....	14
III.1. ábra: Válaszfal típusok fóliastruktúra alapján	20
III.2. ábra: Szintenként modellezett különböző típusú válaszfalak (és helyiséghatároló függőleges vb. szerkezetek)	22
III.3. ábra: A csak válaszfalakat (és helyiséghatároló függőleges vb. szerkezeteket) tartalmazó egyesített modell.....	22
III.4. ábra: helyiségpecsét felületeinek kódolása	25
III.5. ábra: sávosan eltérő anyaghasználat modellezési megoldása.....	25
III.6. ábra: Szintenként modellezett helyiségpecsét elemek (falak megjelenítése nélkül).....	25
III.7. ábra: Az összes helyiségpecsétet tartalmazó egyesített modell (falak megjelenítése nélkül)	26
III.8. ábra: A teljes beruházás technológiai sorrend alapján felállított MPM hálói és a mennyiségekből és normákból származtatott munkaidők segítségével meghatározott kritikus útvonalai	27
III.9. ábra: A kutatási projekt keretén belül alacsony részletességgel újramodellezett terület	28
III.10. ábra: A kutatási projekt keretén belül magas részletességgel újramodellezett terület	28
III.11. ábra: Különböző vastagságú válaszfalak találkozása, azonos tartószerkezet tartószerkezetek.....	40
III.12. ábra: LOD 450 részletességű modellezés előkészítése - fóliastruktúra és elemkészlet kialakítása .	42
III.13. ábra: Magas részletességű modellben elkészített épületszerkezetek	43
III.14. ábra: Példa a magas részletességű modellből származó anyagmennyiségek formátumára	43
III.15. ábra: Azonos területhez tartozó eltérő kerületi mennyiségek	46
III.16. ábra: Modell előkészítésére fordított munkaidő	47
III.17. ábra: Modell megépítésére fordított munkaidő.....	47
III.18. ábra: Modellezett elemszám összehasonlítása	48

II.1. táblázat: BIM tankönyv tartalomjegyzéke magyar nyelven	11
III.1. táblázat: Az ArchiCAD-ben automatikusan kigyűjthető felületi értékek és az értékek között tapasztalható eltérések	23
III.2. táblázat: A falak középvonalának és magasságának szorzatából, valamint a falnyílások levonásával megkapható a nettó falfelület	23
III.3. táblázat: Példa azonos felületképzéssel ellátott falak mennyiségének kigyűjtésére egy szinten	26
III.4. táblázat: Példa azonos padlóburkolattal ellátott helyiségek méretének kigyűjtésére egy szinten	26
III.5. táblázat: Példa azonos mennyezeti felületképzéssel rendelkező helyiségek méretének kigyűjtésére egy szinten	27
III.6. táblázat: Lechner BIM kézikönyv LOD meghatározás	32
III.7. táblázat: Lechner BIM kézikönyv - LOD részletességi szintek bemutatása	35
III.8. táblázat: Lechner BIM kézikönyv LOG és LOI részletességi szint bemutatása	36
III.9. táblázat: LOD 100 alacsony részletességű kontrollmodellből származó falméretek kimutatása	37
III.10. táblázat: Válaszfal típusok azonosítása és bruttó/nettó felületének meghatározása	38
III.11. táblázat: Falfelületek mennyiségi kimutatása ArchiCAD-ben	38
III.12. táblázat: Padlóburkolatok mennyiségi kimutatása ArchiCAD-ben.....	38
III.13. táblázat: Mennyezetek mennyiségi kimutatása ArchiCAD-ben.....	38
III.14. táblázat: Falfelület típusok azonosítása és mennyiségi összegzése.....	39
III.15. táblázat: Padlóburkolat típusok azonosítása és mennyiségi összegzése	39
III.16. táblázat: Álmennyezet típusok azonosítása és mennyiségi összegzése	39
III.17. táblázat: Összevont táblázat a válaszfalak, álmennyezetek, padlóburkolatok és felületképzések összetevőinek anyag- és munkaidő normáival a TERC adatbázisában (példák egy-egy szerkezethez)	40
III.18. táblázat: Válaszfaltípusok rétegrendi vastagsága	40
III.19. táblázat: Álmennyezetek számított építőanyagszükséglete	41
III.20. táblázat: Padlóburkolatok számított építőanyagszükséglete	41
III.21. táblázat: Válaszfalak számított építőanyagszükséglete	41
III.22. táblázat: LOD 450 modellből listázott építőanyag-mennyiségek és eltérésük az LOD 100 modellből származtatott értékekhez képest	44
IV.1. táblázat: Market BIM-kézikönyv tartalomjegyzéke	55

I. Bevezetés

A 2010-es évek elején, a doktori tanulmányaim megkezdésekor a magyar építőipar még nem igazán volt nyitott a BIM alkalmazására. Elvértve, egy-egy nagyobb, az Európai Unió által finanszírozott projekt, vagy esetleg külföldi ingatlanfejlesztő által indított beruházás esetén találkozhattunk a projekt-leírásokban olyan *többlETFeladattal*, hogy a tervdokumentáció részeként készüljön BIM modell is. Ezt a többlETFeladatot általában egy önálló munkarészként, külön költségvetési soron szereplő tételként definiálták és versenyeztették meg. A modell elkészítésével járó munkát azonban közel sem integrálták olyan szorosan a projektmenedzsmentbe, mint például Észak-Amerikában, ahol a „*klasszikus BIM*” a tervezési szakasz lezárásaként, a kivitelezés megkezdése előtt önálló, ütemezett folyamatként jelent meg. Természetesen a klasszikus BIM módszertan helytelen alkalmazása mellett, a megfelelően kidolgozott *BIM-alapú tervezési* eljárások ismeretének hiánya is problémát jelentett. Ennek a problémának a megoldását eleinte sem a rosszul berögzült szoftverhasználati metódusok, sem a sokszor kiforratlan szoftveres funkciók (pl. IFC adatátvitel pontatlanságai) nem segítették.

Így tehát a BIM-modellt, mint önálló munkarészt, megfelelő árajánlat esetén megrendelték (drágának vélt ajánlat esetén általában elhagyták), viszont a tervezési folyamatok szokásosnak mondható időbeli csúszása, illetve a 2008-as gazdasági válság utáni időszakra jellemző, elhúzódó beruházási folyamatok miatt a modellek tényleges felhasználása a legtöbb esetben elmaradt. Jobb esetben elkészültek az ütközésvizsgálati riportok és a megvalósíthatósági hibajegyzékek, ám az ezek alapján javasolt tervi korrekciókat és megoldásokat - a klasszikus BIM önálló munkafolyamatként való szerepeltetése és ütemezése nélkül - már nem feltétlenül vezették vissza a tervekre a kivitelezési fázis megkezdése előtt. Tehát a modell és a modelltől előállított információ önmagáért keletkezett és létezett, érdemi felhasználása erősen megkérdőjelezhető volt.

A "klasszikus BIM" eme sajátos és hibás adaptációjának mai napig érezhető hagyatéka sajnos, hogy a szakma BIM-szkeptikus képviselői a BIM alkalmazását továbbra is felesleges többletfeladatnak és költségnek tekintik, ami állításuk szerint a hagyományos tervezési metódusokkal és kicsit több odafigyeléssel kiváltható. Ez az állítás a tervezési fázis bizonyos szakaszaira igaz lehet, de a megvalósítás és az üzemeltetés további ciklusaiban egészen biztosan nem állja meg a helyét. Ennek oka pedig egészen egyszerűen a kétdimenziós tervdokumentáció korlátozott információtartalmában rejlik.

A fentiekben részletezett problémákra a következő struktúra szerint vázoltam fel a lehetséges megoldásokat az értekezésemben:

- *BIM integrációja a felsőoktatásban – feldolgozástól a tervezésig*
- *Egyszerű, könnyen elsajátítható BIM eljárások kialakítása és alkalmazása építőipari rész folyamatokban az implementáció korai fázisában*
- *BIM szabályozása magyarországi építőipari nagyvállalati (és beszállítói) környezetben*
- *BIM szabályozása állami környezetben, digitális adattárolással kapcsolatos elvárások*

II. A BIM BEVEZETÉSE A MAGYARORSZÁGI ÉPÍTÉS- ÉS MÉRNÖKKÉPZÉSSEN

A kutatáshoz kapcsolódó hipotézis: Az építészeti- és az építőiparhoz kapcsolódó mérnöki képzések a BIM módszertanok oktatásával megreformálhatók, mivel a korszerű eszközök segítségével a mérnöki tervezés látványosabbá, az épületszerkezetek és az építőipari folyamatok pedig érthetőbbé válnak.

A fejezethez tartozó kutatás célja: BIM módszertani ismeretek magyarországi oktatásához szükséges feltételeinek megismerése, képzési anyagok létrehozása és a képzés megkezdése.

II.1 A fejezethez tartozó kutatás előzményei

Az építész egyetemi diplomám megszerzése után rövid időn belül egy magyarországi háttérrel is rendelkező nemzetközi cég, a Vico Software pécsi partnerirodájánál helyezkedtem el. A vállalat egy piaci rést kihasználva, elsősorban nagyobb tengerentúli építőipari beruházási projektek kivitelezéséhez nyújtott olyan speciális műszaki előkészítő szolgáltatást, amelynek alapjait a BIM jelentette. A technológia újdonsága és a szűkös rendelkezésre álló eszköztár miatt a vállalat jelentős hangsúlyt fektetett a szolgáltatást támogató szoftverek fejlesztésére is. A végcél egy olyan univerzális alkalmazás (Vico Office) kialakítása volt, amely a BIM modellek minden tulajdonságát és információtartalmát felhasználva, egy integrált felületen képes kiszolgálni a kivitelezés előkészítését támogató BIM alapú munkafolyamatokat, mint pl. tervdokumentáció készítése és változásmenedzsmentje, koordináció, ütemezés, költségvetés készítése, stb. (Hardin & McCool, 2015). A cég ma már a Trimble vállalat részeként működik és a generálkivitelezők feladatainak támogatásával foglalkozik (<https://gc.trimble.com>).

A magyarországi partnerirodáknak végzett feladat lényegét az jelentette, hogy a hagyományos CAD-alapú tervezésmódszertan szerint elkészített építészeti- és szakági (tartószerkezeti-, épületgépészeti-, épületvillamossági-, tűzvédelmi-) tervek átvizsgálva és azokat felhasználva, szigorú modellezési szabályok szerint megépítsük az épületek 3D BIM modelljeit, a valós kivitelezési munkafolyamatok sorrendjében. A „virtual construction”-nek (magyarul „virtuális kivitelezésnek”) is nevezett módszertan segítségével felszínre kerültek azok a tervezési hibák és hiányosságok, amelyek a modell-alapú feldolgozás nélkül valószínűleg csak az építés helyszínén derültek volna ki. (Megjegyzés: a vállalat neve is innen származik, Vico = Virtual Construction). A módszertanok egységesítése és a modellezők viszonylag nagy fluktuációja miatt vállalati képzési anyagok, illetve CAD szoftverbemutatók és szoftverhasználati leírások készültek. Az oktatási anyagok egy része folyamatos felülvizsgálat és fejlesztés alatt állt a szoftveres környezet fejlődése miatt, az alapelvek azonban nem változtak.

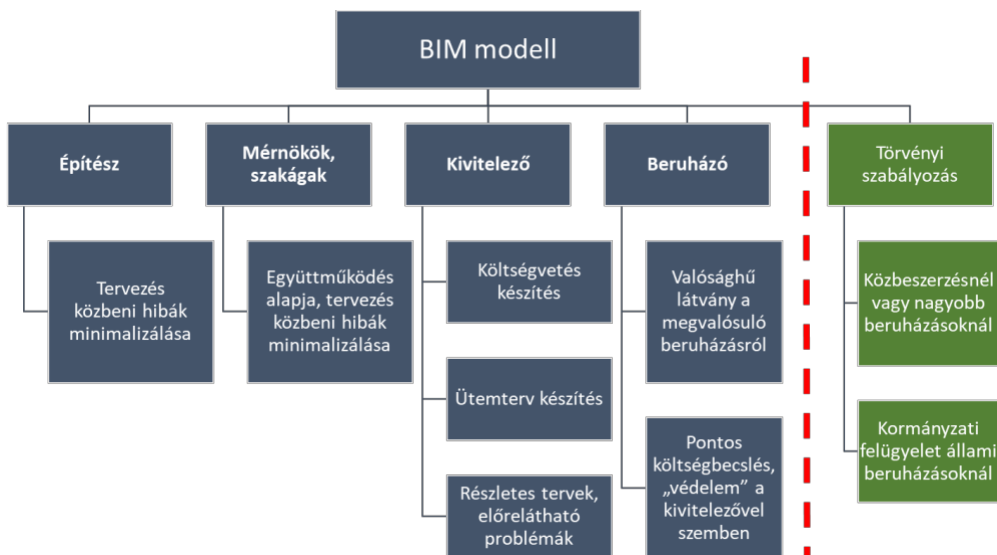
II.2 A tananyagfejlesztést megalapozó kutatások, tanulmányok

Mivel a vállalat elsősorban az észak-amerikai kivitelezések előkészítésével foglalkozott, el kellett sajátítanom az amerikai szabványoknak megfelelő kiviteli tervek értelmezésének képességét és meg kellett tanulnom az észak-amerikai építőiparra jellemző építéstechnológiai folyamatokat. Ezen ismeretek megszerzéséhez a BIM módszertanok alkalmazása ösztönzést és egyben segítséget is jelentett, ami talán annak is köszönhető volt, hogy nem a tervek előállítása, hanem az elkészült tervek rekonstruálása volt a feladat. Ez adta az alapötletet az épületinformációs modellezés egyetemi oktatásának bevezetéséhez: azok a felsőbb éves hallgatók, akik már rendelkeztek korábbi félévek során készített családi ház tervekkel, dolgozzák fel a saját épületüket BIM módszertan szerint, és ezáltal szembesülni tudjanak a hagyományos tervezés során figyelmen kívül hagyott, vagy hibásan megtervezett részletekkel.

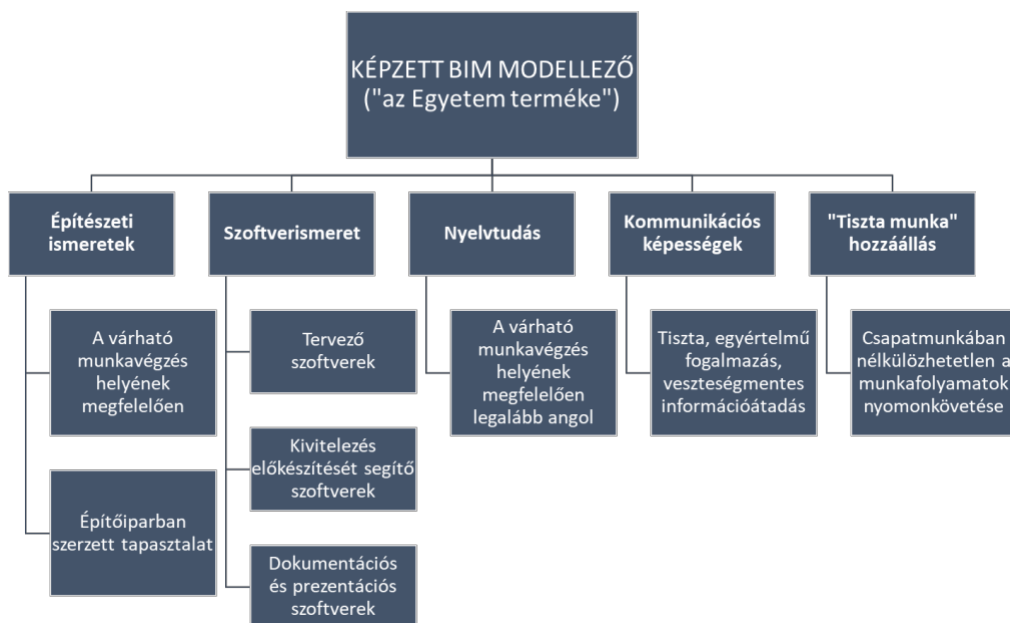
A témakörnek jobban utánajárva felfedeztem, hogy a BIM tervolvasási és építés-szervezési kompetenciákra gyakorolt hatásával számos nemzetközi cikk (Abbas, Din, & Farooqui, 2016; Caroline Clevenger, Mehmet E. Ozbek, Scott Glick, & Dale Porter, n.d.; Violeta Nushi, n.d.) foglalkozik, de talán *Dennis M. Gier* által végzett kutatását (Dennis M Gier, 2007) és (Gier, 2015) a legfontosabb kiemelni. A tanulmány szerzője az elsők között volt, aki különböző évfolyamok hallgatóinak tervdokumentáció-értelmezési képességeit vizsgálta aszerint, hogy hány félévnyi BIM képzésen ve(he)ttek részt a felmérést megelőzően. A publikált kutatási eredmények azt mutatták, hogy azok a hallgatók, akik legalább egy félévnyi oktatásban részesültek a felmérés előtt, jobb eredményt értek el a feladatban. A tanulmány sajnos a hivatkozott BIM képzések tematikájára nem tért ki, viszont az összegzésnél rendkívül értékes javaslatokat fogalmazott meg a BIM felsőoktatásban történő bevezetésére, melyek közül számos eljárást én is alkalmaztam később az oktatási gyakorlatomban: meglévő labor/gyakorlati feladatok átalakítása BIM alapúvá, a BIM alapú módszertanok, illetve szoftverkezelés elsajátításával járó nehézségek figyelembevétele a feladatmennyiség meghatározásánál, BIM eljárások és szoftveres megoldások oktatása egy-egy összetettebb feladat sikeres teljesítése érdekében.

A BIM oktatása mellett érdekelték a technológiában rejlő további lehetőségek, ezért jelentkeztem a PTE Breuer Marcell Doktori Iskola PhD képzésére 2010 nyarán.

A felvételi jelentkezéshez összeállított kutatási programomban alapvetően két területet jelöltem meg: a BIM modellek alkalmazási lehetőségeinek feltérképezését [II.1. ábra], illetve az egyetemi képzés kialakításának stratégiáját [II.2. ábra].



II.1. ábra: A BIM felhasználásának lehetőségei - PhD felvételi anyag (2010)



II.2. ábra: A BIM felsőoktatási integrációjának előfeltételei - PhD felvételi anyag (2010)

Most, 2019. elején visszatekintve erre a kettő, 2010-ben készített ábrára, úgy gondolom, az akkori terveim szemléltetése mellett egyben jól össze is foglalják az elmúlt nyolc és fél évben végzett tevékenységemet, bár akkor még meg sem fordult bennem az állami szabályozásban való részvétel lehetőségére.

II.3 A BIM bevezetése az építészképzésbe, tananyagfejlesztés

A BIM felsőoktatásba történő bevezetésénél a klasszikus BIM modellezési módszertan oktatását tudtam megkezdeni. A meghirdetett kurzusok kezdeti alacsony hallgatói létszáma rövid időn belül jelentősen növekedni kezdett, szükségessé vált a gyakorlati kontaktórák mellett egy általános érvényű írott tananyag összeállítása is. Mivel sem magyar, sem angol nyelven nem találtam a Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar képzéseéhez igazodó tananyagot, a TAMOP-4.1.1.C-12/1/KONV-2012-0012 „Zöld Energia Felsőoktatási Együttműködés”(ZENFE), Tananyagfejlesztés keretén belül elkészítettem az első hivatalos, kétnyelvű BIM oktatási segédletet. A segédlet, tartalmát tekintve elsődlegesen a klasszikus BIM módszertanok egyetemi oktatására fókuszált, tartalomjegyzékét az alábbiak szerint [II.1. táblázat] állítottam össze:

1. A számítógéppel segített épülettervezés története, fejlődése	4
1.1. 1960-as évek	5
1.2. 1970-es évek	6
1.3. 1980-as évek	6
1.4. 1990-es évek	7
1.5. 2000-es évek	7
2. Az épületinformációs modellezés kialakulása	8
3. A modellezés előkészítése	10
3.1. Áttekintés	10
3.2. Csapat összeállítása	11
3.3. Feladatok kiosztása	12
3.4. Belső kommunikációs csatornák kialakítása:	14
3.5. Egységes könyvtárstruktúra- és névhasználat:	16
3.6. Tervek értelmezése	16
3.7. Tervlap-jegyzék készítése:	17
3.8. Modell-jegyzék készítése:	18
3.9. Alapfájl készítése:	18
3.10. Elemjegyzék készítése	20
3.11. Virtuális anyagraktár összeállítása	21
3.12. Modellezés megkezdése	22
4. Modell részletességének meghatározása a felhasználás függvényében	24
4.1. CAD alkalmazásokkal készített építészeti modellek típusai	24
4.2. CAD alkalmazásokkal készített épületinformációs modellek típusai	26
5. Modellezés folyamatának bemutatása	31
5.1. Áttekintés	31
5.2. Azonosítási lehetőségek	31
5.3. Modellezési alapelvek	33
6. Csapatmunka	35
6.1. Áttekintés	35
6.2. Részmodellek összekapcsolása	37
6.3. Csapatmunka szerver használata	38
7. Koordináció	40

8. Ellenőrzési eljárások	43
8.1. Áttekintés	43
8.2. Szabályok	43
8.3. A többlépcsős ellenőrzés alapelve	45
8.4. Vizsgálati szempontok (áttekintés)	48
8.5. Részletes vizsgálati szempontok	50
8.6. Gyakorlati ellenőrzési eljárások	56
9. Tervdokumentáció készítés	62
9.1. Áttekintés	62
9.2. Megjelenítés beállítása	62
9.3. Tervlapok előkészítése	63
9.4. Méretezés	64
9.5. Helyszínrajz	64
9.6. Alaprajz	64
9.7. Metszetek, falnézetek és homlokzatok	65
9.8. Részletrajz	66
9.9. Interaktív listák készítése	66
10. Látványtervezés	67
10.1. Bevezetés:	67
10.2. Látványterv típusok	68
11. Az épületinformációs modellek fejlesztési irányai	73
12. Források	73

II.1. táblázat: BIM tankönyv tartalomjegyzéke magyar nyelven

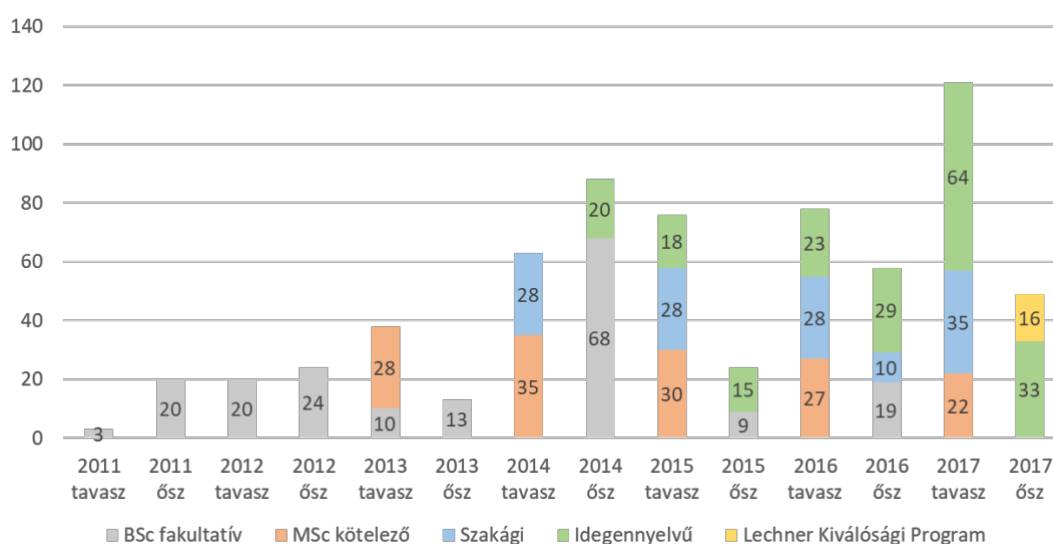
A képzés legfontosabb céljaként azt határoztam meg, hogy a hallgatók megértsék az addig elsősorban látványtervezésre készített 3D modell és a BIM modell közötti különbséget és képesek legyenek az esztétikai minőség mellett információval is felruházni a virtuális modellt. A gyakorlati órákon ehhez kapcsolódóan ezért olyan modell előállítására volt a feladat, amiből egyrészt megfelelő rajzi részletességű tervdokumentáció állítható elő, másrészt kigyújthatók belőle a kivitelezés szempontjából fontos (pl. mennyiségi) adatok. A hallgatók a saját maguk által tervezett épületek meglévő tervdokumentációinak feldolgozásával gyakorolták a BIM alapelvek szerinti CAD szoftverhasználatot [II.3. ábra]. Kiemelt hangsúlyt fektettem arra, hogy a képzés során mindig a tervezőprogramok legújabb verziójának lehetőségeit figyelembe véve mutassam be a módszertanokat, mivel rendkívüli mértékű fejlődés volt tapasztalható az évenként kiadott frissítések között, és ez jelenleg is így van. Ezeknek az újításoknak köszönhetően bizonyos munkafolyamatok nagymértékben egyszerűsödtek, ugyanakkor teljesen új (rész)feladatok is kialakultak. Az elmúlt időszak egyik legnagyobb ilyen változása a csapatmunka funkciók fejlődése, illetve a virtuális építőanyagok bevezetése volt 2013-ban, ami teljesen új lehetőségeket kínált, megváltoztatva és felgyorsítva így a modellezési eljárásokat. Jelenleg a BIM alapú tervezés alapját képező, szabvány szerinti IFC adatátvitel kialakítására fókuszál mindenki.



II.3. ábra: Példák a hallgatók féléves teljesítésére – tervfeldolgozáson alapuló modellezés

II.4 A BIM oktatásának kiterjesztése

Az épületinformációs modellezés módszertanának önálló, fakultatív tárgyként való bevezetését követően a BIM további integrációjának igénye fogalmazódott meg. A modellezési eljárások oktatása mellett a hallgatók a modellek felhasználási lehetőségei iránt is elkezdtek érdeklődni. A képzés bővítéséhez lehetőséget kaptam egy meglévő tantárgy tematikájának a frissítésére, így a mesterképzésbe bekerült a BIM modellel támogatott költségvetés-készítés folyamata is, mint kötelező tananyag. Ebben a tárgyban a megfelelő részletességű modellezés mellett az épületelemek azonosíthatóvá tétele, illetve a modellező és költségvetéskészítő szoftverek kevésbé ismert elemző lehetőségeinek a bemutatása kapott fő szerepet. Az oktatás során szembesültem azzal, hogy a vállalati képzéshez képest az egyetemi kurzusok keretén belül megtartott kontaktórák alkalmával meglehetősen korlátozott tudás adható át, ezért a kezdetektől fogva a hallgatók személyes motiváltságát és önképzését igyekeztem erősíteni a lehetőségek bemutatásával. Talán ennek is köszönhető, hogy négy szemeszternyi oktatás után sikerült kialakítani a diákjaim részvételével egy kis kutatócsoportot. Ők az építészeti BIM módszertani kutatások és folyamatfejlesztések mellett a további mérnöki diszciplínák képzési anyagának kialakításában és oktatásában is rendkívül nagy segítségemre voltak. A hallgatói létszámok növekedését és a BIM tantárgyi integrációját jól mutatja a [II.4. ábra].

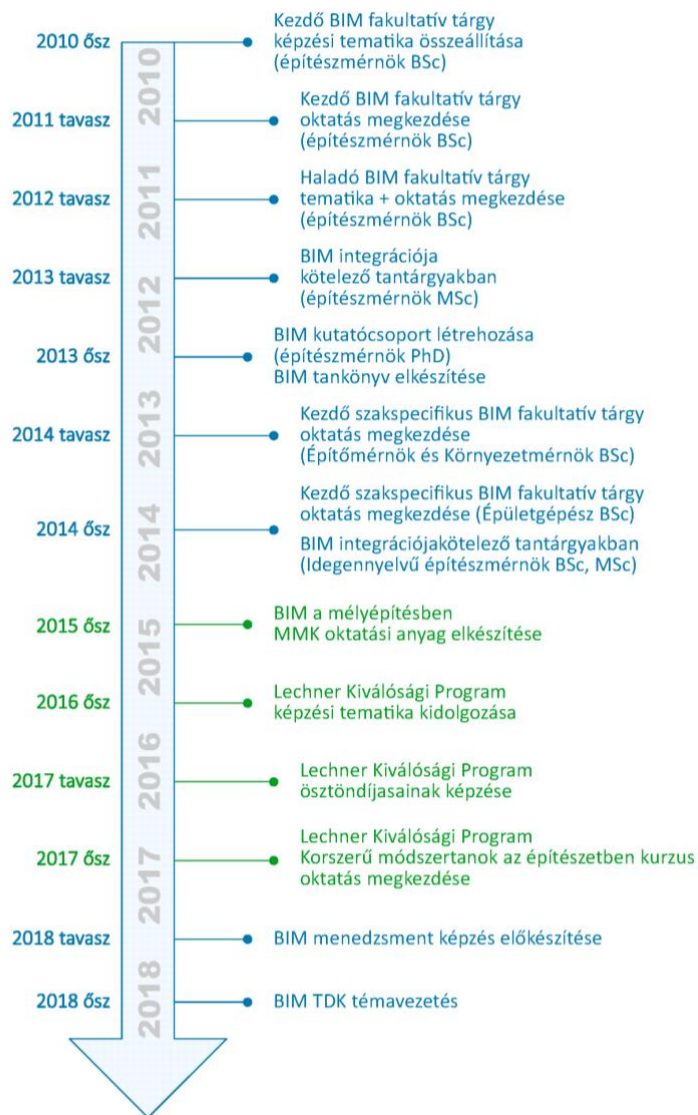


II.4. ábra: Összesített hallgatói létszámok a BIM képzések résztvevőiről (PTE-MIK)

Az [II.4. ábraán] jól látható az is, hogy a következő nagyobb feladatot a BIM idegen nyelvű képzésben való integrációja jelentette. Külföldi hallgatóink a világ különböző

pontjairól, meglehetősen eltérő szakmai felkészültséggel érkeztek hozzánk, többen már teljesítve hazájukban az alapképzést. Ezért a mesterképzésük első félévében kezdődő *Construction Management* kurzus szempontjából kiemelt jelentőséggel bírt, hogy a kurzus tematikájába tartozó építésszervezési feladatok teljesítése érdekében megértsék az épületszerkezetek és az építéstechnológiai folyamatok kialakításának logikáját. Ebben szintén nagyon nagy segítségemre volt a BIM. Ezt a potenciált a szoftvergyártók is felismerték, 2016-ban pl. az Autodesk is elkészítette a saját tananyagát: <https://academy.autodesk.com/curriculum/bim-construction-management-and-planning>.

A Pécsi Tudományegyetem (korábban Pollack Mihály) Műszaki és Informatikai Karán az építész és a kapcsolódó mérnökképzésekben az az alábbi ütemezéssel vezettem be a BIM eljárások oktatását és kutatását [II.5. ábra].



II.5. ábra: BIM képzések kialakítása 2010-2018 között

A BIM módszertanok egyetemi oktatásba való integrációja alapvető jelentőséggel bír, ugyanakkor önmagában nem oldja meg az építőipari implementáció problémáit, az aktív szakmagyakorlók továbbképzése is szükséges. Erről 2012-ben, kutatásom első szakaszában a következőket írtam a hagyományosan Kolozsváron megrendezett Fiala Műszakiak Tudományos Ülésszaka keretén belül megtartott előadásom összefoglalójában (Zagorác, 2012):

II.5 Az épületinformációs modellezés alkalmazásának problémái

A bevezetőben ismertetett tervezői koncepcióváltás mindenképp első helyen szerepel a megoldásra váró feladatok listáján. Az új technológia elsajátítása nem egyszerű feladat, ráadásul pont ellentétes a hosszú évek során bevett gyakorlattá vált tervezési-kivitelezési szokásokkal. Vizsgáljuk meg a kérdést három irányból: szakmai szempontból, humán erőforrás szempontjából és végül anyagi szempontból.

*Milyen különbségek mutatkoznak az eljárások során szakmai szempontból? Legfontosabb eltérés, hogy a tervezés a továbbiakban nem kettő dimenzióban, vonalakkal történik, hanem virtuális térben, a majdani valós szerkezeteket pontosan megmodellezve. Ezt figyelembe véve tehát a **rajzolónak** teljesen tisztában kell lennie az épületet alkotó szerkezetekkel, nem kerülheti el a „kényes” csomópontokat „Helyszíni művezetéssel” felirattal. Ez a kritérium feltételezi, hogy az egyetemről frissen kikerülő, első éveiben inkább csak gyakorlatot szerző **rajzoló** szerepét a több éves szakmai tapasztalattal rendelkező **modellezőnek** kell átvenni. A BIM főiskolai, egyetemi oktatásának terjedésével tehát az a helyzet áll elő, hogy lesz a piacon fiatal munkaerő, aki rendelkezik a szükséges technikai tudással, viszont hiányzik a szakmai tapasztalata, míg a rutinos, idősebb generációnak nehézséget jelent az új módszer elsajátítása. Ha mindezt megtoldjuk még a nagyobb projekteknél elengedhetlenné váló digitális csapatmunkával, hamar levonhatjuk az előzetes következtetést, miszerint az építőipar jelenleg legaktívabb résztvevőit kell átképezni, ha sikeresen szeretnénk implementálni a technológiát. Ezzel elérkeztünk a második vizsgálati szemponthoz, hogyan lehetséges egy tervezőirodában a meglévő munkaerő felkészítése az új ismeretekre?*

Amíg a felsőoktatás teljesen át nem tér az új elveken alapuló eljárás oktatására, addig minden, a szakmában dolgozó és dolgozni kezdő munkaerő esetén egyaránt számolni kell az átképzési nehézségekkel. Folyamatban lévő projekteknél ugyanis nem célszerű áttérni más tervezési gyakorlatra, hiszen ezzel veszélybe kerülnek a tervezett határidők, továbbá minden társtervezői szakágat kényszeríteni kellene egyidejűleg a váltásra. A megoldás tehát csakis olyan időszakban képzelhető el, amikor az iroda, vagy legalábbis a tréningen résztvevő dolgozók éppen nem termelnek hasznot a cégnek, azaz a képzési költségek és illetmények kifizetésével egyidejűleg nem jelenik meg semmi a bevételi oldalon. Természetesen ez a befektetés sokszorosán megtérül a későbbiek során, ám az elmúlt évekre jellemző gazdasági helyzetben ezt a „luxust” nem sok építőipari cég engedheti meg magának – ezt a témát a probléma pénzügyi megközelítésénél részletezem. Előtte azonban a humánerőforrással és szakmával kapcsolatban ki kell térnünk a már említett szakágakkal való együttműködésre. A BIM kínálta lehetőségeket lehet részben vagy egészben kihasználni, azonban adott munkát nem lehet csak részben BIM alapokra helyezni, nem lehet a munkarészek vagy a szakági feladatok között tervezési eljárásbeli különbség. Így fontos, hogy egy projekten belül az együtt dolgozó csapattagok (építész, statikus tervező, épületgépész, stb.) mindegyike „ugyanazt a nyelvet” beszélje és, ha egy mód van rá, azonos szoftvercsaláddal dolgozzon. Eltérő alkalmazások használata esetén pedig biztosítsa a veszteségmentes információ-átvitelt.

Az eddigi problémákból is látható, hogy a koncepcióváltás jelentős költségekkel jár, hiszen nem elegendő a tréning díját kigazdálkodni, számolni kell azzal is, hogy a képzés ideje alatt bevételtől esik el a cég. További kiadásként jelenik meg az esetlegesen elavult, de hagyományos módon még használható szoftververziók frissítése, további programok vásárlása, illetve az ezekhez szükséges hardver beszerzése. A költségeket összeadva rögtön látszik, hogy egy tipikus magyar néhány fős építésziroda nehezen vagy egyáltalán nem képes a jelenlegi helyzetben ekkora összeget kigazdálkodni, nem beszélve arról, hogy az általános munkahiány idején meglehetősen furcsa lenne visszamondani egy-egy megbízást a tréningre hivatkozva.

II.6 A problémák megoldási lehetőségei

Természetesen a piac reagált a felsorolt nehézségekre és létrehozott többé-kevésbé eredményes termékeket az új technológiát a nehézségek ellenére használni vágyó cégek számára. Az egyik legegyszerűbb ilyen szolgáltatás a BIM feladatok kiközvetítése külső tervező csapatok felé, akik a szakmában és az új technológiában is nagy tudással rendelkeznek. Így nem szükséges a saját munkaerő átképzése, nincs szükség sem új szoftverekre, sem hardverre és a munka is folyamatosan haladhat tovább. Ez a megoldás azonban többletmunkát eredményez, az adott épületet gyakorlatilag kétszer tervezik meg: először hagyományos módszerekkel, majd BIM elvek szerint még egyszer. Mivel a bérelt csapat csupán feldolgozó tevékenységet folytat, folyamatos kommunikáció szükséges a tervek eredeti készítőivel a pontos szándék megértése érdekében, és így a munkafolyamat rendkívül időigényessé válik. Ez a folyamat tökéletlensége ellenére megoldásként értelmezhető, ugyanis még így is a tervezőasztalon javíthatóvá válnak azok a hibák, melyek a hagyományos eljárással csak az építési helyszínen kerültek volna felszínre, jóval nagyobb költségeket idézve elő.

A második leggyakrabban alkalmazott lehetőség a professzionális BIM munkaerő ideiglenes kölcsönzése, cégen belüli foglalkoztatása. Alapvetően lehet szó egy konkrét személyről vagy kisebb csapatról is, amely a saját dolgozók közé épülve segít elsajátítani a BIM alapelveit és kialakítani a cég személyre szabott épületinformációs modellezési struktúráját. Ez a módszer már célravezetőbbnek tekinthető, mivel a konkrét feladatok megoldásán túl a saját munkaerő oktatása is elkezdődik, hátránya azonban, hogy valószínűsíthetően sokkal magasabb költségekkel jár. A vállalatok átképzésének lépéseivel többek között Chuck Eastman is foglalkozik könyvében (Chuck Eastman, 2008)

Véleményem szerint a BIM térhódításához ötvözni kell az előzőekben felsorolt megoldásokat és feltétlenül ki kell egészíteni a kapcsolódó felsőoktatás tematikájának átalakításával. Sokkal nagyobb hangsúlyt kell helyezni már az iskolai évek alatt a valós szakmai körülményekre, melyekkel jelenleg csak az iskola elvégzése után szembesülnek a hallgatók. Elengedhetetlen, hogy az esztétikai érzék fejlesztése mellett az épületszerkezeteket és az azokat lehetővé tevő technológiákat a jelenleginél sokkal részletesebben ismerve, magabiztos épületinformációs modellezési tapasztalattal hagyják el az iskolapadot.

Annak ellenére, hogy néhány dologban változott a véleményem 2012. tavasza óta (például a következő fejezetben bizonyítom, hogy egy projekten lehet részfeladatokra is BIM-et alkalmazni, illetve nem feltétlenül részesítem előnyben a „Closed BIM”-et az „Open BIM”-mel szemben), összességében megállták a helyüket az állításaim, jó közelítéssel sikerült előre vetíteni a napjainkig tartó folyamatokat. Szerencsés különbséget jelent a várthoz képest, hogy a gazdasági helyzet pozitív irányba változott, és így a tervezőirodáknak jelenleg nem a pénzügyi háttér okoz problémát, hanem a munkaerőhiány és a folyamatos leterheltség,

A Mérnökújság „Fókuszban a tervezés jövője” számában, Dr. György László gazdaságstratégiáért- és szabályozásért felelős államtitkárral (György Dr., 2018) készült interjú, illetve a szoftverforgalmazók kerekasztaláról szóló beszámoló (Dubniczky, 2018), továbbá a portfolio.hu-n megjelent interjú (Ditróy & Pásztor, 2019) is pont ezeket a kérdéseket feszegeti, azaz az építőipart hét év elteltével is ugyanezek a problémák foglalkoztatják.

II.7 A fejezethez tartozó új tudományos eredmények, tézisek:

T.1 Megállapítottam, hogy a BIM sikeres magyarországi implementációjához az oktatás és a mérnöktovábbképzés területén jelentős átalakítás szükséges.

- 1.1 Megállapítottam, hogy az önálló üzletágként működő, tervfeldolgozáson alapuló BIM modellezési ismereteket integrálni kell az építészképzésbe, ezért Magyarországon elsőként megkezdtem a BIM egyetemi oktatását.
- 1.2 Megállapítottam, hogy a tervfeldolgozáson alapuló, „klasszikus BIM” modellezési módszertanok hatékony oktatása érdekében tananyag-fejlesztésre van szükség, ezért elkészítettem az első magyar nyelvű BIM tankönyvet.
- 1.3 Megállapítottam, hogy a „klasszikus BIM” modellezési módszertanok mellett a feladat- és szakmaspecifikus BIM alapú *tervezési* folyamatok kialakításával és oktatásával kell fejleszteni a szakmagyakorlók kompetenciáit, ennek megfelelően bővítettem a képzési palettát.

III. A BIM ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEINEK VIZSGÁLATA A MAGYARORSZÁGI ÉPÍTŐIPARI RÉSZFOLYAMATOK TÁMOGATÁSA SORÁN

A kutatáshoz kapcsolódó hipotézis: a klasszikus BIM módszertanától eltérő módon, a kiviteli tervek aprólékos feldolgozása nélkül, gyorsan előállítható, alacsony részletességű BIM modell, illetve megfelelő normagyűjtemény segítségével is megbecsülhetők egy építőipari beruházás előkészítése szempontjából fontos anyag- és munkamennyiségek.

A kutatás célja: Bizonyítani, hogy megfelelően előkészített és gyorsan megépíthető, alacsony részletességű BIM modellből is származtathatók a kivitelezési folyamatok idő- és költségbecsléséhez megfelelő pontosságú mennyiségi értékek, továbbá, hogy ezen származtatott értékek megfeleltethetők a magasabb részletességű, az építéstechnológiai utasítások betartásával épített BIM modellből nyert mennyiségi adatoknak.

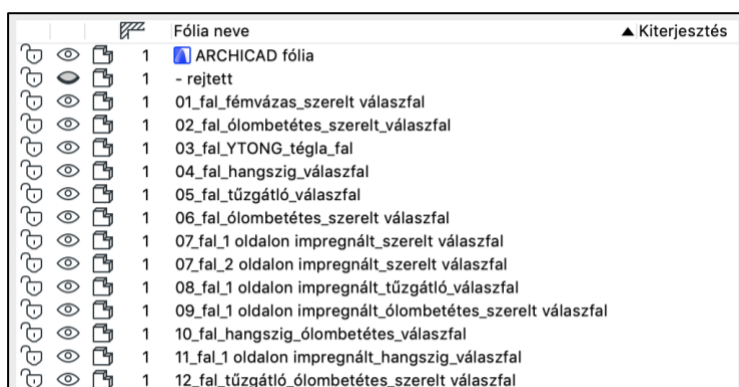
III.1 A kutatást megalapozó valós projektfeladat

A kutatás az alapötletét egy valós projekt adta. A munka rövid határidővel került kiírásra, a BIM alkalmazásának igénye a projekt megrendelője részéről nem merült fel, és a feladatok elvégzéséhez meglévő BIM modell sem állt rendelkezésre. A projektben egy hét szintes, ~20.000 m² alapterületű, többségében új építésű, de részben átalakítandó kórházépület kivitelezésének előkészítése során volt szükséges kialakítani a teljes építési folyamat optimális ütemtervét, illetve megbecsülni a kivitelezés várható költségét. A munka elvégzéséhez műszaki leírások, továbbá vektoros, PDF formátumú kiviteli tervek és tervezői árazatlan költségvetések álltak rendelkezésre. A tervezői költségvetés ömlesztve – egy-egy tételsoron a teljes projektre vonatkozóan összevontan – tartalmazta az anyagmennyiségeket. Ezzel szemben az ütemezéshez szintenként, illetve az építési sorrendet figyelembe véve kellett meghatározni a szükséges mennyiségeket. Így a költségvetésben szereplő tételekhez tartozó számadatokat felül kellett vizsgálni és újra kellett csoportosítani az ütemezésnek megfelelő bontásban. Az így újraszámolt mennyiségek az ütemezéshez szükséges munkaigényesség mellett, egyben egy részletesebb költségbecslés alapját is jelentették. A feladat elvégzésére egy nagyobb létszámú mérnökcsapat vállalkozott, így a munkát több, kisebb részfeladatra bontva,

párhuzamosan és különböző módszertanok alkalmazásával végeztük. Az épület tartószerkezeteinek (alapozások, oszlopok, födémelek, merevítések) feldolgozását, és az építészeti- illetve szakipari munkák (válaszfalak, padlóburkolatok, falburkolatok, álmennyezetek) mennyiségeinek meghatározását külön-külön team végezte.

A tartószerkezeti mennyiségek meghatározása és ellenőrzése hagyományos módon történt: a szerkezetek tervlapokon található 2D vetületeit és a hozzájuk tartozó magassági/hosszúsági/szélességi értékeket összeszorozva előállíthatók voltak a szükséges felületi és térfogati mennyiségek. A belsőépítészeti és szakipari munkák összegzéséhez viszont a jelentős szobaszám és a burkolatokhoz használt anyagok nagyszámú kombinációja miatt más megoldást kellett keresnünk. Mivel helyiségkönyv nem állt rendelkezésre, végül BIM modell készítése mellett döntöttünk, de a pontos folyamatot ekkor még nem ismertük. A BIM modellből nyerhető mennyiségi információkat, illetve az azok alapján történő költségvetés- és ütemterv készítési technikákat (pl. Kymmel, 2008) jól ismertem, – a témakört azóta még jobban dokumentálták (Eynon, 2016; Hardin & McCool, 2015; Pittard, 2015), illetve (Cheung, Rihan, Tah, Duce, & Kurul, 2012) – viszont arra nem találtam kidolgozott eljárást, hogy a kiviteli tervek „visszabútításával” hogyan lehet rendkívül gyorsan koncepciószintű, idő- és költségbecslésre alkalmas adatokat előállítani.

A modellezéshez a Magyarországon már akkor is legismertebb¹ szoftvert, az ArchiCAD-et választottuk, mivel az előkészítési munkákat ebben a környezetben becsültük a leggyorsabbnak. Az alapvető műveletnek tekinthető szintbeállítás után a különböző faltípusokat készítettük elő a konszignációs tervlapok alapján.



III.1. ábra: Válaszfal típusok fóliastruktúra alapján

¹ <https://www.gfk.com/insights/press-release/a-graphisoft-archicad-a-legnepszerubb-bim-alapu-szoftver>

III.1.1 Válaszfal mennyiségek számítása BIM modell segítségével

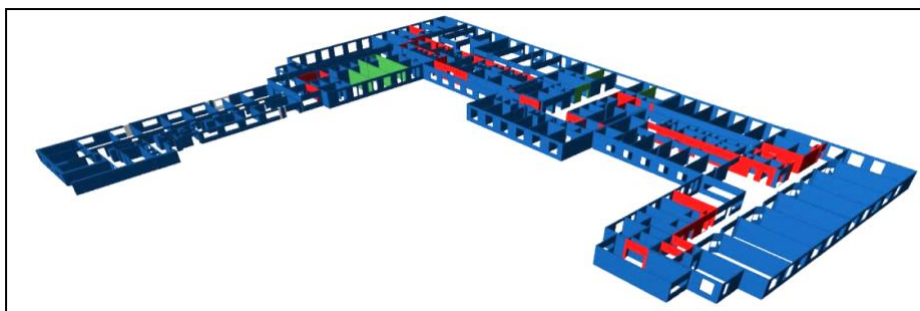
A falszerkezeteket egyszerű elemként, a klasszikus BIM módszertan szerint, faliak alapján csoportosítottuk. Ehhez egy-egy mintapéldányt helyeztünk el a különböző típusokból az adott faliakon és a továbbiakban már kizárólag ezeket használtuk csak a modellezéshez [III.1 ábra]. A különböző vastagságú falakat nem jelöltük külön, mivel az ArchiCAD listakészítési modulja támogatta ezen attribútumok gyűjtését és csoportosítását. A vasbeton tartószerkezeteket (homlokzati-, lift- és lépcsőházi falak, illetve pillérek) szintén megmodelleztük, mivel a helyiségek felületképzései miatt szükségesek voltak, viszont a vasbeton mennyiségek kimutatásával az építészeti- és szakipari munkák meghatározása során nem foglalkoztunk

A klasszikus BIM módszertan szerint a PDF alapú dokumentáció kizárólag tervolvasáshoz használható, nem szabad „átrajzolni”, hanem minden esetben újra kell építeni a méretezések alapján az egész épületet. Ezzel kizárhatók a véletlen vagy szándékos pontatlanságok, mint például a méretvonalak utólagosan átírt értékeiből adódó eltérések. Ez az eljárás azonban időigényes, esetünkben pedig nagyon rövid határidő és alacsony modellezői létszám állt rendelkezésre. Ezért szűrőpróba-szerű ellenőrzéseket végeztünk több tervlapon, hogy összehasonlítsuk a vektoros rajzokon mérhető távolságokat a méretvonalakon feltüntetett értékekkel. Mivel sehol nem találtunk jelentős eltérést, úgy döntöttünk, hogy a vektoros PDF alaprajzokat az adott ArchiCAD verzióval beolvasható DXF² formátumúvá alakítva és annak jellegzetes pontjait az egérkurzossal érzékelve és felhasználva, állandó méretellenőrzés nélkül modellezzünk.

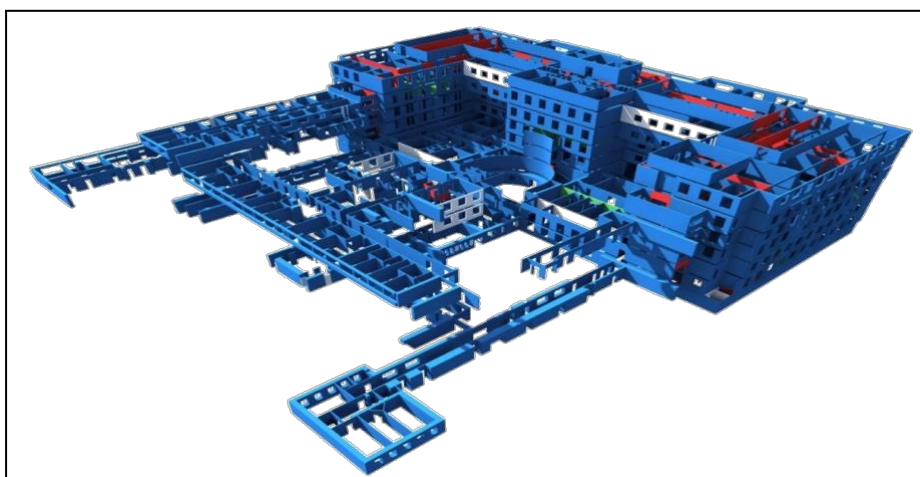
A válaszfalakat (az üres nyílásokkal együtt) szintről-szintre felfelé haladva készítettük el [III.2 ábra], az így létrehozott részmodelleket pedig kapcsolt modulként helyeztük el egymás felett. Végül egyesítettük a teljes modellt [III.3 ábra], ami lehetővé tette a modellezett falak méreteinek (hossz-, magasság- és felületi értékek) kigyűjtését az ütemezéshez szükséges kritériumok szerint, akár szintenként, akár épületszárnyanként. Az egyes típusok kivitelezéséhez szükséges anyagmennyiséget és munkaigényt a modelltől származtatott mennyiségi értékek és az adott szerkezethez tartozó normák szorzata alapján tudtuk megbecsülni. Segítséget jelentett, hogy a tervezői árazatlan

² https://en.wikipedia.org/wiki/AutoCAD_DXF

költségvetés a TERC Kft. (ÉN)³ tételstruktúrája alapján készült, így a standard szerkezetekhez tartozó normák gyorsan kikereshetők voltak a program adatbázisából, illetve a tervezési segédletből (ÉVOSZ Szárazépítő Tagozat, 2002). A valós projekt során létrehozott alacsony részletességű modellben a belsőépítészeti szerkezeteket alkotó anyagok és összetevők (pl. CW és UW profilok, hangszigetelés, stb.) mennyiségét külön nem vizsgáltuk, a normákat egységnyi szerkezetekre vonatkoztattuk (1m² gipszkarton fal komplett előállításához szükséges idő és költség).



III.2. ábra: Szintenként modellezett különböző típusú válaszfalak (és helyiségghatároló függőleges vb. szerkezetek)



III.3. ábra: A csak válaszfalakat (és helyiségghatároló függőleges vb. szerkezeteket) tartalmazó egyesített modell

A belső nyílászárók konszignációja rendelkezésre állt az eredeti tervecsomagban is, csoportosításuk és árazásuk könnyen megoldható volt, így a modellezés során kizárólag a méretükből adódó falfelület-csökkenés miatt vettük figyelembe őket. Ezt leggyorsabban mérethelyes üres nyílások elhelyezésével tudtuk megvalósítani.

A belső válaszfalak bruttó és nettó (nyílásokkal és azok nélkül számított) felületeként az ArchiCAD két-két értéket volt képes kimutatni: a modellezés során a fal irányvektorát meghatározó, ún. referenciavonallal megegyező oldalon, illetve az azzal

³ <http://www.terc.hu/oldal/on-en-enk-hasonlosagok-elterések>

ellentétes oldalon mért méreteket. A falcsatlakozások számától és megoldásától függően a fal két oldalára vonatkozó értékek akár közel azonosak is lehetnek, de előfordulhatnak jelentősebb eltérések is [III.1. táblázat].

Honszint	Fólia	Vastagság	Felület a referenciavonal oldalán	Nettó terület a belső oldalon	A fal teljes felülete a referencia vonal oldalán	A fal teljes felülete a referencia vonallal ellentétes oldalon
1. EMELET	01_fal_fémvázás_szerelt_válaszfal	0,100	64,48	65,36	80,71	81,60
			744,55 m ²	743,82 m ²	861,19 m ²	860,25 m ²
1. EMELET	01_fal_fémvázás_szerelt_válaszfal	0,125	1 805,05	1 783,33	2 065,55	2 054,46
1. EMELET	01_fal_fémvázás_szerelt_válaszfal	0,125	454,69	448,93	517,80	515,04
1. EMELET	01_fal_fémvázás_szerelt_válaszfal	0,125	9,42	9,42	9,42	9,42
			2 269,16 m ²	2 241,68 m ²	2 592,77 m ²	2 578,92 m ²
1. EMELET	01_fal_fémvázás_szerelt_válaszfal	0,200	1,61	1,61	1,61	1,61
1. EMELET	01_fal_fémvázás_szerelt_válaszfal	0,200	12,72	12,72	12,72	12,72
			14,33 m ²	14,33 m ²	14,33 m ²	14,33 m ²

III.1. táblázat: Az ArchiCAD-ben automatikusan gyűjthető felületi értékek és az értékek között tapasztalható eltérések

Mivel a modellezés során a referenciavonalat nem a falak közepén, hanem a falak oldala mentén adtuk meg a gyors, vektoros DXF referenciapontok felhasználását lehetővé tévő modellezés érdekében, majdnem minden falfelület érték esetében tapasztaltunk eltérést. Annak érdekében, hogy a projekt szempontjából szükséges becsléseket minél inkább a középértékek alapján tudjuk elvégezni, a falak mennyiségi kimutatásához nem a szoftver által kimutatott értékeket vettük figyelembe, hanem a szintén legyűjthető falközép-vonalak hosszának és a hozzájuk tartozó falmagasságának a szorzatából [III.2. táblázat] egy külön táblázatban számítottuk ki a bruttó falfelületeket. Következő lépésben a falnyílásokat kivonva megkaptuk meg a falak nettó felületi értékeit is.

Honszint	Fólia	Vastagság	A fal középvonalának hossza	Magasság	Nyílások pontos felülete a referencia vonal oldalán
1. EMELET	01_fal_fémvázás_szerelt_válaszfal	0,100	219,61	3,850	90,27
1. EMELET	01_fal_fémvázás_szerelt_válaszfal	0,100	27,21	3,250	15,92
1. EMELET	01_fal_fémvázás_szerelt_válaszfal	0,125	535,23	3,850	238,14
1. EMELET	01_fal_fémvázás_szerelt_válaszfal	0,125	158,88	3,250	60,11
1. EMELET	01_fal_fémvázás_szerelt_válaszfal	0,125	6,00	1,570	0,00
1. EMELET	01_fal_fémvázás_szerelt_válaszfal	0,200	0,50	3,250	0,00
1. EMELET	01_fal_fémvázás_szerelt_válaszfal	0,200	3,30	3,850	0,00

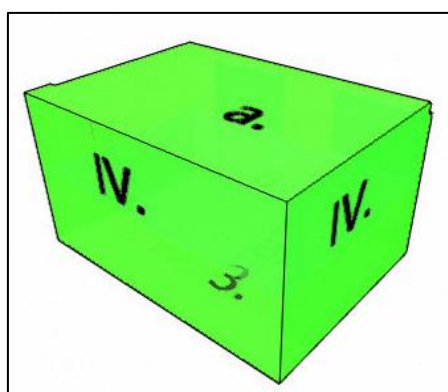
III.2. táblázat: A falak középvonalának és magasságának szorzatából, valamint a falnyílások levonásával megkapható a nettó falfelület

III.1.2 Belsőépítészeti és szakipari munkák mennyiségszámítása BIM modell segítségével

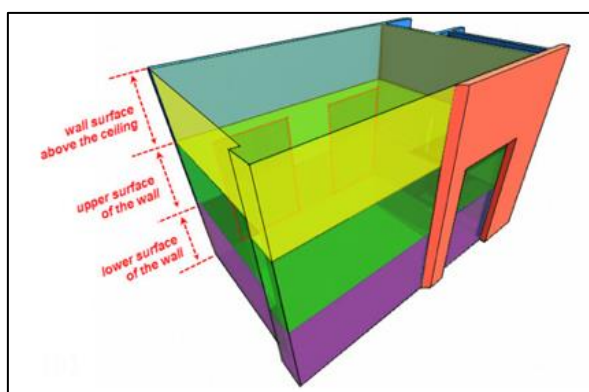
A belső válaszfalak és vasbeton szerkezetek által határolt helyiségek felületképzési szakipari munkáihoz szükséges mennyiségek összegyűjtése már nem volt ennyire egyszerű. A falak összesen kilenc, a födémek alsó síkjai pedig három különböző felületképzést kaphattak, továbbá meg kellett különböztetni tíz különböző padlóburkolatot és négy különböző álmennyezet-típust. A helyiségekben a felsoroltak nagyszámú kombinációja fordult elő, ezeket kellett a lehető leggyorsabban a modellben megjeleníteni vagy reprezentálni. Külön problémát okozott hogy egyes helyiségekben, különböző magassági sávokban más-más anyaghasználat volt előírva (pl. csempeburkolat 2,10m-ig, felette pedig festés). Ezeknek a felületeknek és szerkezeteknek a klasszikus BIM módszertan szerinti modellezése és beállítása rendkívül időigényes feladatot jelentett volna, ugyanis minden különböző felületet és rétegrendi anyagot, illetve szerkezetet külön el kellett volna készíteni. Segítségünkre volt viszont, hogy az alaprajzokon, minden helyiségben három karakter – egy arab szám, egy római szám, és egy latin ábécé szerinti kisbetű – utalt a felületek (padló, fal, mennyezet) anyaghasználatára.

Ebből az adatból kiindulva kerestem olyan megoldást az ArchiCAD-ben, amellyel az adott felületkódokhoz mennyiségi értékeket lehetett társítani. Több próbálkozás után a választás a „helyiségpecsét” (angol verzióban „zone”) eszközre esett, amely az ArchiCAD 15-ös verziójában jóval szerényebb funkciókkal rendelkezett a jelenlegi verzióban elérhető lehetőségekhez képest, de volt három olyan megadható paramétere, amelyekhez a fenti három karaktert hozzá tudtam rendelni a következők szerint: „Helyiség neve” = falfelület típusa, „Helyiség kategória kód” = padlóburkolat típusa, „Helyiség szám” = mennyezet típusa. Az eszköz továbbá alkalmas volt arra, hogy automatikusan felismerje a falakkal, pillérekkel körülhatárolt helyiségek kontúrjait és a kontúrok mentén a helyiség magasságának megfelelően egy virtuális hasábot hozzon létre. A virtuális hasáb alsó felülete a helyiség területét, azaz a padlóburkolat mennyiségét, a felső felülete pedig a mennyezeti felületképzés, illetve az álmennyezet mennyiségét határozta meg. A hasáb függőleges felületeivel pedig az érintkező falak oldalfelületeinek bruttó (falnyílásokkal együtt számolt) és nettó (falnyílásokkal csökkentett) méretét tudtam rendszerezni és összesíteni. Az eszköz segítségével a

helyiségekben található pillérek felületeit szintén mérni tudtam. A helyiségpecsétek alapeset szerinti kódolását a [III.4. ábra] látható módon végeztem el, míg a különböző magasságú sávokban eltérő anyaghasználat méréséhez az [III.5. ábra] szerinti modellezési eljárást dolgoztam ki. Itt az alsó- és felső felületek többszörös beszámításának elkerülése érdekében további elemvariációkat készítettem, amelyekben az alsó-, illetve a felső felülethez nem rendeltem anyagkódot. A felületképzéseket reprezentáló helyiségpecsét kombinációk megfelelő előkészítése után a modellezés már egyszerű és rendkívül gyors folyamat volt: az alaprajzi feliratok szerint kiválasztottuk és lehelyeztük a megfelelő elemeket, majd a metszetek alapján ellenőriztük a magassági beállításukat.

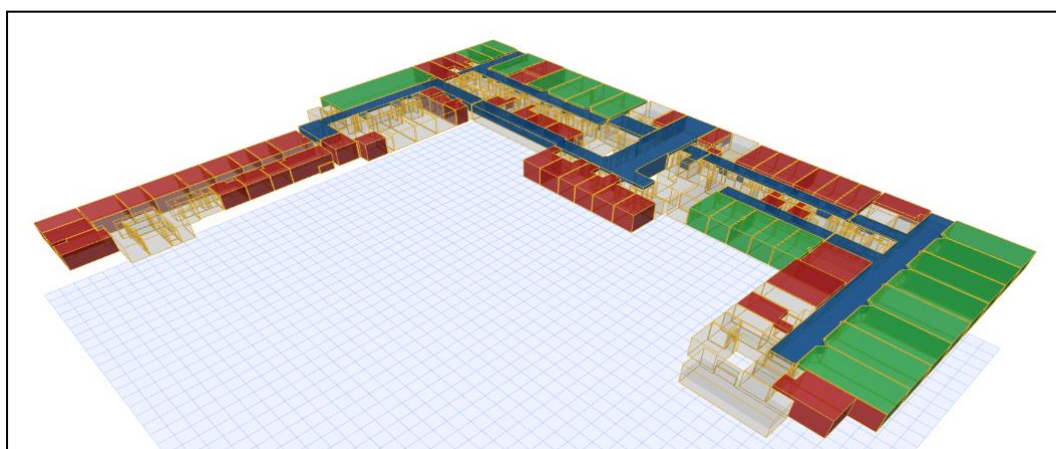


III.4. ábra: helyiségpecsét felületeinek kódolása

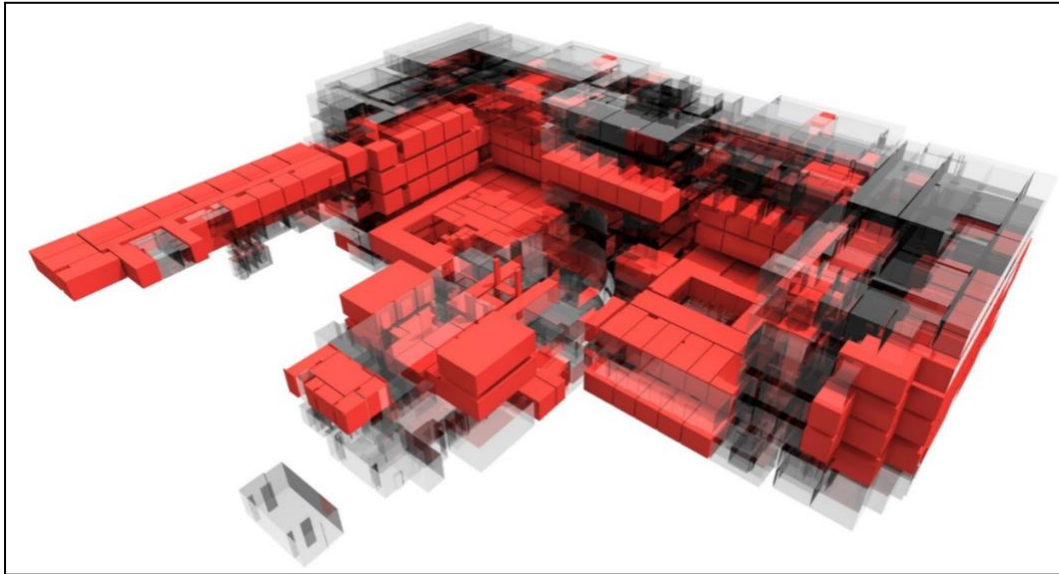


III.5. ábra: sávosan eltérő anyaghasználat modellezési megoldása

A modellezés szintről szintre haladt felfelé, majd a szintenként elkészült modelleket kapcsolt modulként egymás fölé helyezve hoztuk létre a teljes épületet tartalmazó modellt. [III.6. ábra és III.7. ábra]



III.6. ábra: Szintenként modellezett helyiségpecsét elemek (falak megjelenítése nélkül)



III.7. ábra: Az összes helyiségpecsétet tartalmazó egyesített modell (falak megjelenítése nélkül)

Az egyszerűsített modell esetén a mennyiségek összegzése tehát falak és tömegelemek (zónák) segítségével történt, így az információ kigyűjtéséhez ezekről az elemtípusokról kellett konzignációs sémákat készíteni.

Az általam definiált paraméterek szerint csoportosított kimutatások az alábbiak szerint néztek ki: falfelületek [III.3. táblázat], padlóburkolatok [III.4. táblázat], mennyezet típusok [III.5. táblázat].

Honszint	Helyiség neve	Helyiség kategória kód	Helyiség szám	Falak felülete
1. EMELET	III	1	a	6,88
1. EMELET	III	2	a	89,54
1. EMELET	III	3	a	6,96
1. EMELET	III	8	a	8,96
				1 427,98 m ²

III.3. táblázat: Példa azonos felületképzéssel ellátott falak mennyiségének kigyűjtésére egy szinten

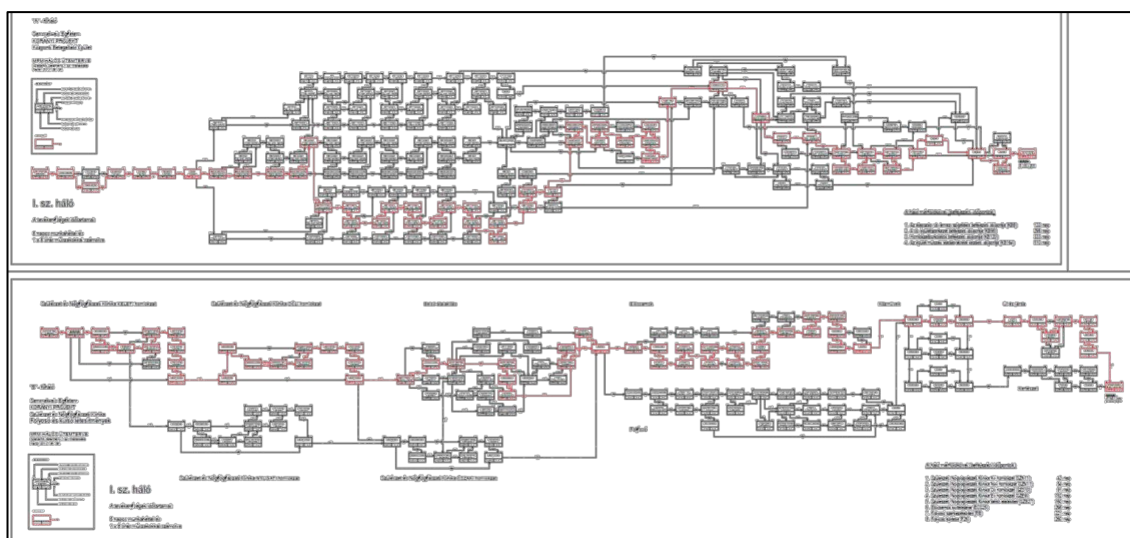
Honszint	Helyiség kategória kód	Helyiség neve	Helyiség szám	Terület
1. EMELET	2	I	a	926,47
1. EMELET	2	III	a	51,61
1. EMELET	2	V	a	57,82
1. EMELET	2	VI	a	19,82
				1 055,72 m ²

III.4. táblázat: Példa azonos padlóburkolattal ellátott helyiségek méretének kigyűjtésére egy szinten

Honszint	Helyiség szám	Helyiség kategória kód	Helyiség neve	Terület
1. EMELET	a	1	I	616,81
1. EMELET	a	1	II	136,89
1. EMELET	a	1	III	97,89
1. EMELET	a	1	II f	136,90
1. EMELET	a	1	VI	65,75
1. EMELET	a	1	VIII-I	47,24
1. EMELET	a	1	VIII-I f	47,24
1. EMELET	a	10	IX	98,24
1. EMELET	a	2	I	926,47
1. EMELET	a	2	III	51,61
1. EMELET	a	2	V	57,82
1. EMELET	a	2	VI	19,82
1. EMELET	a	3	III	84,19
1. EMELET	a	4	IV	32,79
1. EMELET	a	6	I	210,58
1. EMELET	a	7	IX	147,35
1. EMELET	a	8	I	92,65
1. EMELET	a	8	III	48,24
1. EMELET	a	8	VI	14,84
1. EMELET	a	9	I	332,77
1. EMELET	a	9	VI	7,14
				3 273,23 m ²

III.5. táblázat: Példa azonos mennyezeti felületképzéssel rendelkező helyiségek méretének kigyűjtésére egy szinten

Az építéstechnológiai folyamatok sorrendjét figyelembe véve elkészítettem a mennyiségeket tartalmazó konszignációs listákat, majd a mennyiségi értékeket hozzárendeltem a műszaki leírás alapján specifikált épületszerkezetek normáihoz. A szárazépítési időnormákat az ÉVOSZ segédlete (ÉVOSZ Szárazépítő Tagozat, 2002), illetve a TERC VIP 2012/1 (ÉN) adatbázisa⁴ alapján határoztam meg. A becsült munkaidők összegzését, és így az optimális kivitelezési munkafolyamat felállítását MPM háló segítségével végeztük (III.8. ábra) míg a várható költségeket a Magyarországon leginkább elterjedt TERC⁴ költségvetés-készítő szoftver aktuális adatbázisa, illetve tájékoztató árajánlatkérések alapján adtuk meg.

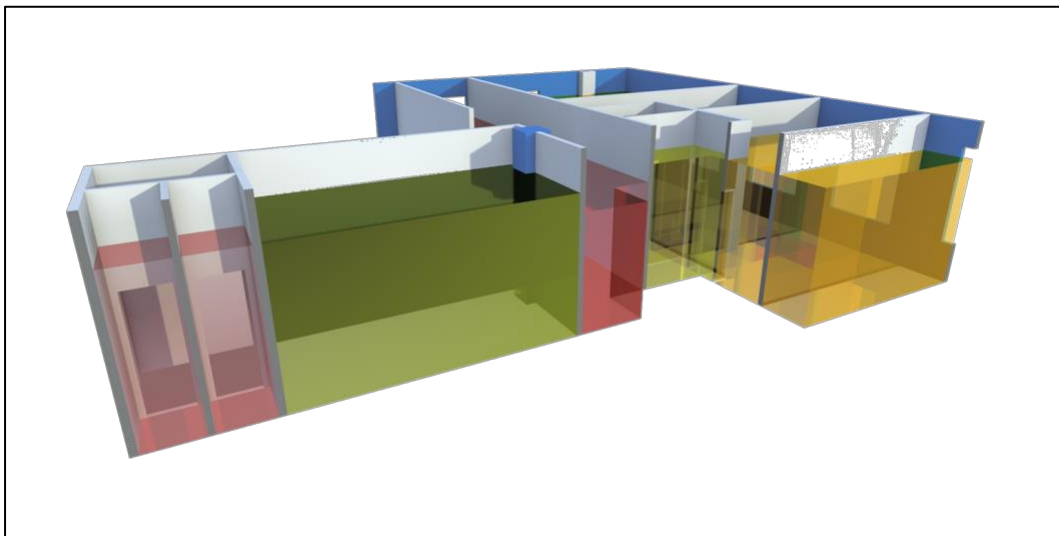


III.8. ábra: A teljes beruházás technológiai sorrend alapján felállított MPM hálói és a mennyiségekből és normákból származtatott munkaidők segítségével meghatározott kritikus útvonalai

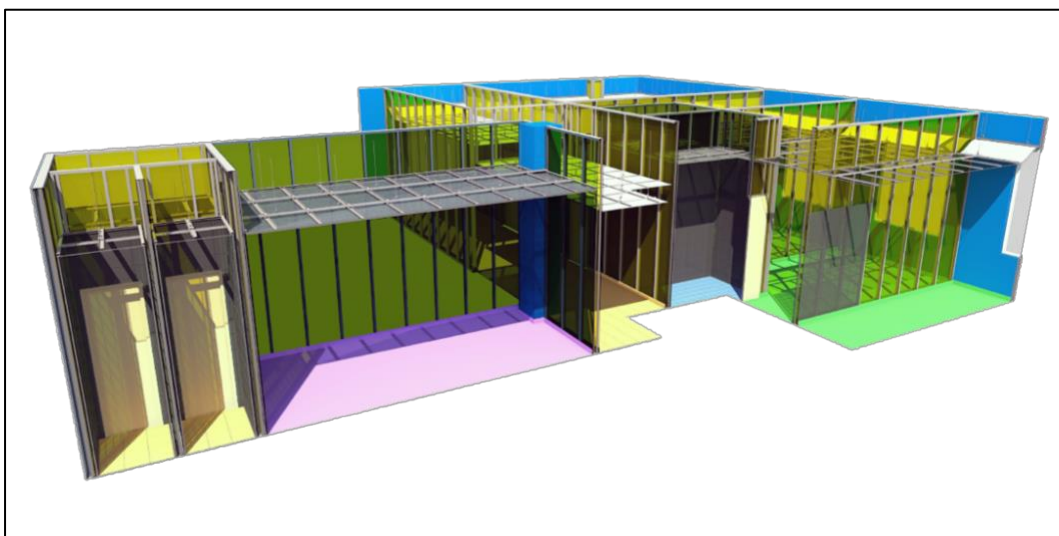
⁴ <http://www.terc.hu/oldal/terc-vip-telepito-csomagok>

III.2 Az alkalmazott módszertan validálása - a tényleges kutatási projekt

A teljesített munkarészek minőségbiztosítása érdekében a kialakított BIM módszertan segítségével kalkulált mennyiségek ellenőrzését el kellett végezni. Ennek érdekében kontroll-modelleket készítettem az épület különböző területeinek feldolgozásával. A területek kiválasztásánál fontos szempont volt, hogy a minél több típusú belsőépítészeti szerkezetet és felületképzést tartalmazzanak az összes lehetséges variáció közül. A kiválasztott területek modelljét újra megépítettem az általam kialakított alacsony részletességű módszertan segítségével, illetve a klasszikus BIM eljárás szerint, a valós szerkezeteket is tartalmazó részletességgel is. [III.9. ábra és III.10. ábra]



III.9. ábra: A kutatási projekt keretén belül alacsony részletességgel újramodellezett terület



III.10. ábra: A kutatási projekt keretén belül magas részletességgel újramodellezett terület

III.2.1 A modellrészletesség definíciója

A kutatási projekt elsődleges célja az volt, hogy bizonyítani tudjam, hogy az általam kifejlesztett módszertan szerint készített alacsony részletességű modellből származtatott adatok hiteles forrásként szolgáltak a projekt idő- és költségbecsléséhez, azaz az anyagmennyiségek megfeleltethetők az ugyanerről az épületrészről készített, de sokkal részletesebb modellből kigyűjtött mennyiségeknek. A részletességgel kapcsolatos fogalmak tisztázása fontos a kutatási projekt bemutatása előtt, hogy értelmezhetőek legyenek az alacsony részletességű modellezési eljárás előnyei.

Fontos megjegyezni, hogy a kutatás idején még nem létezett egységes irányelv vagy dokumentum, amely a BIM modellek részletességi szintjeihez egyértelműen meghatározta volna az épületszerkezetek grafikai kidolgozottságát és információtartalmát. A probléma megoldását talán az American Institute of Architect (AIA) által 2008-ban kiadott *E202 - Building Information Modeling Protocol Exhibit*⁵ tervezési szerződésmellékletként is alkalmazott sablon közelítette meg leginkább, amely külön fejezetben rövid *szöveges* definíciót adott a részletességi szintek értelmezéséhez, illetve az adott részletességgel elkészített modellek felhasználhatóságáról. Ezen kívül tartalmazott egy úgynevezett „*Model Element Table*” táblázatot, amely az UniFormat klasszifikációs rendszer szerint osztályozott épületszerkezetekhez LOD szinteket és felelősöket (*MEA – Model Element Author*) rendelt. A dokumentumot azóta már visszavonták, de fontos szerepet töltött be a BIM egységesítésében és terjedésében. Elődje a 2007-ben kiadott és azóta már szintén visszavont *AIA E201™ - 2007, Digital Data Protocol Exhibit*⁶ dokumentum, utódja pedig a 2013-ban megjelent *AIA E203™ - 2013, Building Information Modeling and Digital Data Exhibit*⁷, jelenleg is érvényben lévő sablon.

Az LOD szintek előzőekben ismertetett szabályozatlansága miatt a 2013 nyarán publikált tanulmányomban (Zagoracz, Etlinger & Ivanyi, 2013) külön fejezetben ismertettem az „*LOD*” mint „*Level Of Detail*” és mint „*Level Of Development*” jelentését, illetve a kutatási projektben általam alkalmazott definícióját.

⁵ <http://www.bimable.org/wp-content/uploads/2012/12/aiab083007.pdf>

⁶ <https://www.aiabookstore.com/e201-digital-data-protocol-exhibit-2007.html>

⁷ <https://www.aia.org/resources/64261-e2032013-building-information-modeling-and-d>

A kutatási projekt lezárása és a tanulmány publikálása után, 2013 nyár végén jelent meg az első olyan nemzetközi LOD specifikáció, amely azóta is referenciaként szolgál a BIM alapú tervezési és feldolgozási projekteknek. A www.bimforum.org/lod címen közzétett és folyamatosan frissített „*Level of Development Specification*” az első olyan szabvány-szerű dokumentum, amely klasszifikációs rendszer szerint osztályozva külön-külön meghatározza az épületelemek és épületszerkezetek különböző részletességű virtuális modelljének geometriai kidolgozottságát és információtartalmát, példákkal és ábrákkal illusztrálva azt. A BIM munkafolyamatok egységes szabályozási szándékának köszönhetően ez a dokumentum is rendkívül sok változáson ment keresztül az elmúlt években. Kezdetben az épületelemeket még csak az Uniformal⁸ klasszifikációs rendszer szerint lehetett azonosítani, a 2018-as verzióban viszont már az Omniclass⁹, sőt a Masterformat¹⁰ megfeleltetés is megtalálható a segédletben. A dokumentum egyfajta kiindulási alapként is szolgál az egyes projektek követelményrendszerének meghatározásához, illetve vállalati BIM-kézikönyvek, sztenderdek kialakításához.

A részletesség definíciójának nehézségeit jól mutatja, hogy a gyakorlati alkalmazás során még manapság is az egyik legvitatottabb eleme a projekttervezésnek. Egy adott részletességű és információtartalmú elem elkészítése az egyik szoftverrel lehet nagyon gyors és egyszerű feladat, míg egy másik szoftverrel jelentős modellezési idő- és munkaráfordítást igényelhet. ***Ahhoz, hogy a BIM alkalmazásának előnyei minél szélesebb körben ismertté és megtapasztalhatóvá váljanak, rendkívül fontos, hogy a megrendelői és a tervezői oldalon is egyaránt felelős, konszenzusos döntés szülessen a készítendő BIM modell felhasználási céljait támogató, optimális részletességről.*** A gyakorlati tapasztalataim alapján sajnos sokszor előfordul, hogy kellő szakértelem hiányában a megrendelő részéről a modell részletességével szemben túlzó elvárások, míg a vállalkozó részéről sokszor elnagyolt megoldások születnek. A nem kellően megtervezett projektek során készülő modellek az időbeli csúszások, és/vagy a minőségi problémák miatt többnyire nem kerülnek felhasználásra.

Valószínűsíthetően akkor jön majd létre ténylegesen az egységes szabályozás, amikor az építőanyag- és épületszerkezet gyártók egységes sablon szerint teszik

⁸ <https://www.csiresources.org/practice/standards/uniformat>

⁹ <https://www.csiresources.org/practice/standards/omniclass>

¹⁰ <https://www.csiresources.org/practice/standards/masterformat>

elérhetővé termékeik virtuális megfelelőjét. A CEN TC 442 műszaki bizottságában ezzel a kérdéssel a WG4 munkacsoport¹¹ foglalkozik és készíti többek között a **prEN ISO 23387** szabványt, míg a WG2 munkacsoport¹² pillanatnyilag a projekt és az épület életciklusának fázisaiból kiindulva próbálja a részletességet és az információtartalmat mindig a modell adott felhasználási szándékától függően szabályozni. Ezt a koncepciót jelenleg „Level Of Information need”, azaz „LOIn” munkanévvel jelölik és a tervek szerint nem lesz egységes viszonyítási mérőszáma. Több, mint valószínű, hogy a koncepció teljes kidolgozásáig és a szabvány életbelépéséig több meghatározás is használatban marad, ezeket a Lechner BIM Kézikönyvben (Zagorác & Szabó, 2018) gyűjtöttem össze az alábbiak szerint:

<p>LOD</p> <p>Level of Detail / Level of Development</p> <p>(részletezettségi szint/ fejlettségi szint)</p>	<p><i>A szaknyelv a LOD-betűszóval két meghatározást azonosít a BIM vonatkozásában: „Level of Detail” és „Level of Development”. A két fogalom egymáshoz hasonló, mégis eltérő jelentéssel bír, ami félreértéshez vezethet.</i></p> <p><i>Eredetileg a „Level of Detail” (részletességi szint) kifejezés került a köztudatba, később a rövidítés „D” betűjét a „Development” (fejlettség) szóra változtatták, aminek köszönhetően a betűszóhoz sokkal árnyaltabb tartalom társítható.</i></p> <p><i>Amíg a „detail” (részlet) a legtöbb esetben csupán a geometriai, grafikai részletességre utalt, addig a „development” a geometriai kidolgozottságon túl a mögöttes információtartalom és a geometriai megjelenés átgondoltságát és megbízhatóságát is egyértelműsíti. Arra is választ ad, hogy a felhasználó milyen szinten támaszkodhat a modelltől kinyerhető információra.</i></p> <p><i>Az LOD-szinteket általában valamilyen klasszifikációs rendszer szerint osztályozott egyes modellelemekre, vagy modellelemkből álló magasabb szintű rendszerekre vonatkoztatjuk.</i></p>
---	---

¹¹https://standards.cen.eu/dyn/www/?p=204:22:0:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:2051468.25&cs=1FA7E25234B52C38E8CFE6F8E91D63A51

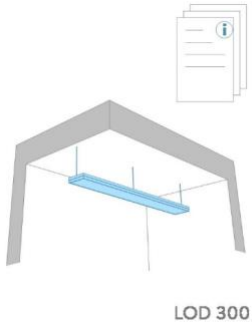
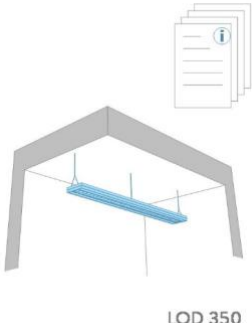
¹²https://standards.cen.eu/dyn/www/?p=204:22:0:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:2051461.25&cs=13536969FCD461C6D32E77575E08C4F54

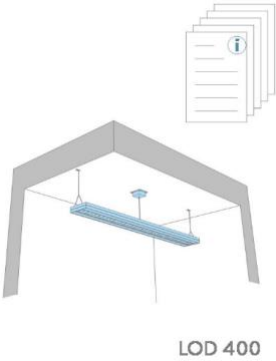
<p>LOD (folytatás)</p>	<p><i>Szintén elterjedt, de pontatlan gyakorlat, amikor az LOD-szintet teljes épületre vonatkoztatva használja a szakma, mivel ezt csak átlagos értéként lehet figyelembe venni, ami nem ad elegendő információt a modellt alkotó modellelemek, részmodellek egyedi kidolgozottságáról.</i></p>
-------------------------------	---

III.6. táblázat: Lechner BIM kézikönyv LOD meghatározás

A kézikönyvben a fogalom meghatározás mellett az általánosan használt LOD-szinteket és a hozzájuk tartozó grafikai kidolgozottság és adattartalom mértékét konkrét példákon keresztül is bemutattam:

<p>LOD 100</p>  <p>LOD 100</p>	<p><i>Más modellelemekhez csatolt információk olyan szimbólumok formájában jelennek meg, amelyek feladata az objektumok létezésének jelzése, azonban nem utalnak azok geometriai tulajdonságaira, formájára, méretére vagy pontos elhelyezkedésre. A modellelemek nem elégítik ki az LOD 200-nak megfelelő követelményeket.</i></p> <p><i>Minden LOD 100 részletezettségű modellelemből származtatott információ közelítő eredménynek tekintendő.</i></p> <p><i>Példa: Lámpatest LOD 100 reprezentációja: ár/m² adatok a födémhez kapcsolatosan jelennek meg, nincs kidolgozott geometria.</i></p>
<p>LOD 200</p>  <p>LOD 200</p>	<p><i>A modellelemek meghatározott rendszerként, objektumként vagy gyártmányként, közelítő mennyiséggel, mérettel, alakkal, elhelyezkedéssel és tájolással, grafikus módon jelennek meg a modellben. Nem grafikus információ is kapcsolódhat a modellelemekhez.</i></p> <p><i>Az LOD 200-as követelményeket teljesítő modellelemek feladata az objektumok létezésének jelzése. Geometriájuk hasonlíthat a valódi elem térbeli megjelenésére, de olyan testekként is megjelenhetnek, melyeknek csak kiterjedése utal a valódi elemekre.</i></p>

<p>LOD 200 (folytatás)</p>	<p>és azok helyigényére. Minden LOD 200 részletezettségű modellelemből származtatott információ közelítő eredménynek tekintendő.</p> <p>Példa: Lámpatest LOD 200 reprezentációja: a lámpatest megjelenik a modellben általános vagy megközelítő mérettel, alakkal, elhelyezkedéssel, minimális adattartalommal.</p>
<p>LOD 300</p> 	<p>A modellelemek meghatározott rendszerként, objektumként vagy gyártmányként grafikusan jelennek meg a modellben, a valódi elemnek megfelelő mennyiséggel, mérettel, alakkal, elhelyezkedéssel és tájolással. Nem grafikus információ is kapcsolódhat a modellelemekhez.</p> <p>A modellelemek mennyisége, mérete, formája, helyzete és tájolása a modellből eredeztethető, nem modellezett információk – megjegyzések, méretjelölések vagy konszignációk – hivatkozása nélkül.</p> <p>A projekt origója előre meghatározott, a modellelemek elhelyezése ezen origó figyelembevételével történik.</p> <p>Példa: Lámpatest LOD 300 reprezentációja: tervezők által meghatározott téglatest alakú lámpatest pontos mérettel, alakkal és elhelyezkedéssel, beazonosítást lehetővé tevő adattartalommal.</p>
<p>LOD 350</p> 	<p>A modellelemek meghatározott rendszerként, objektumként vagy gyártmányként grafikusan jelennek meg a modellben a valódi elemnek megfelelő mennyiséggel, mérettel, alakkal, elhelyezkedéssel, tájolással és más rendszerekhez való kapcsolódással. Nem grafikus információ is kapcsolódhat a modellhez.</p> <p>A modellelemek koordinációban szereplő részei a szomszédos vagy hozzájuk kapcsolódó elemekkel együtt jelennek meg, a csatlakozási és rögzítési módok ábrázolása mellett. A</p>

<p>LOD 350 (folytatás)</p>	<p>modellelemek mennyisége, mérete, formája, helyzete és tájolása a modelltől eredeztethető, nem modellezett információk – feliratok, méretjelölések vagy konszignációk – hivatkozása nélkül.</p> <p>Egyes épületszerkezetek, berendezések esetén ennél a fejlettségi szintnél megjelenik a beépítéshez és üzemeltetéshez szükséges térrész modellelemként történő leképezése. Ez a valóságban nem létező térbeli elem segít a tervezés során vizuálisan érzékeltetni az adott szerkezet vagy berendezés minimális helyszükségletét.</p> <p>Példa: Lámpatest LOD 350 reprezentációja: ténylegesen tervezett modell (HALLA Lunci 13-511A-2054E, EW), pontos mérettel, alakkal és elhelyezkedéssel, részleges vagy teljes műszaki adattartalommal.</p>
<p>LOD 400</p>  <p>The diagram shows a 3D perspective view of a rectangular lighting fixture suspended from a ceiling structure. To the right of the fixture, there is a stack of four white documents with blue icons, representing technical specifications or assembly instructions. Below the fixture, the text 'LOD 400' is written in a small, black, sans-serif font.</p>	<p>A modellelemek meghatározott rendszerként, objektumként vagy gyártmányként grafikusan jelennek meg a modellben a valódi elemnek megfelelő mennyiséggel, mérettel, alakkal, elhelyezkedéssel és tájolással, a gyártásra vonatkozó részletekkel, összeszerelési és telepítési információval. Nem grafikus információ is kapcsolódhat a modellhez.</p> <p>Egy LOD 400-as pontosságú és részletességű elem minden olyan információt tartalmaz, amely a gyártásához szükséges. A modellelemek mennyisége, összetettsége, mérete, formája, helyzete és tájolása a modelltől eredeztethető, nem modellezett információk – jegyzetek, méretjelölések vagy konszignációk – hivatkozása nélkül.</p> <p>Példa: Lámpatest LOD 400 reprezentációja: Gyártmányterv szinten a lámpatest és rögzítésének minden egyes összetevője kidolgozásra kerül mind grafikailag, mind műszaki tartalom tekintetében. Az általánosan elterjedt BIM felhasználási célok esetén egyelőre ritkán előforduló fejlettségi szint.</p>

<p>LOD 500</p>	<p><i>A modellelemek az elkészült, valódi elemek helyszínen mért tulajdonságait tükrözik méret, alak, elhelyezkedés, mennyiség és tájolás tekintetében.</i></p> <p><i>A megvalósult állapot rögzítésénél alkalmazzák. Nem grafikus információ (üzemeltetési adat vagy beépítéskor keletkezett információ) is kapcsolódhat a modellhez.</i></p> <p><i>Az ilyen magas részletességű modell létrehozásához a kivitelezés során folyamatos felmérést szükséges végezni, hogy az eltakart szerkezetek is valós helyzetükben, méretükben szerepeljenek a modellben. A modell előállításához a felmérés során lézerszkennert segítségével készült pontfelhőt, illetve fotódokumentációt használnak.</i></p> <p><i>Alkalmazása egyelőre kevésbé elterjedt.</i></p>
-----------------------	--

III.7. táblázat: Lechner BIM kézikönyv - LOD részletességi szintek bemutatása

Bár a szakma továbbra is az LOD kifejezést használja leginkább a modell részletességének meghatározására, a következő kifejezésekkel is egyre többször találkozhatunk.

<p>LOG Level Of Geometry (geometriai részletezettségi szint) Értéke az LOD szintekével azonos tartományban adható meg.</p>	<p><i>A modellelemek geometriai részletességének szintjét és minőségét határozza meg. Az elemek geometriai részletessége nem függ azok mögöttes információtartalmának minőségétől és mennyiségétől. Bevezetése és az LOD-szintektől történő különválasztása azért indokolt, mert az egyes modellelemek geometriai kidolgozottságának és a hozzáadott, nem grafikus információállomány gazdagságának mértéke merőben eltérő lehet. Példaként említhető egy olyan fűtőtest objektum, melynek formája, mérete, pozíciója, rögzítési megoldásai, a fűtésrendszerhez való kapcsolatainak megadása pontosan követi a készítendő vagy telepítendő elem tervezett kialakítását, vagyis 350-es geometriai részletességű, viszont nem tartalmaz semmilyen leíró adatot, melyek miatt 100-as szintnek felel meg.</i></p>
--	---

<p>LOG (folytatás)</p>	<p>Bármely elem megjelenhet ehhez hasonló, egyedi követelményeket kielégítő kivételként.</p> <p><i>*Jelenleg az LOG nem hivatalos elnevezés, a CEN/TC 442 WG2 TG1 foglalkozik az európai igényeknek megfelelő LOIN (Level of Information Needed) kialakításáért, ám a BIM-szaknyelvben már általánosan használt fogalom. A gyakorlatban sokszor az eredeti LOD – Level of Detail szinonimájaként jelenik meg.</i></p>
<p>LOI Level of Information (információ részletezettségi szintje)</p>	<p>A modellemek információtartalmának mennyiségét és minőségét határozza meg. Az információ objektumokhoz külön-külön, akár egyesével vagy az objektumok alkotta rendszerekhez is kapcsolható. Kritériumai a részletességi szinttel definiálhatók. Bevezetése és az LOD-szintektől történő különválasztása azért fontos, mert az egyes modellemek geometriai kidolgozottságának és a hozzáadott, nem grafikus információállomány-gazdagságának mértéke merőben eltérő lehet. Segítségével elemenként egyedi követelmények határozhatók meg.</p> <p><i>Példaként említhető egy olyan fűtőtest objektum, melynek megjelenítésére elegendő a 200-as geometriai részletesség, azaz befoglaló idommal kerül ábrázolásra, viszont tartalmaznia kell minden teljesítmény-, méret-, gyártóspecifikus adatot, melyek miatt 400-as szintnek felel meg.</i></p> <p><i>Jelenleg az LOI nem hivatalos elnevezés, a CEN/TC 442 WG2 TG1 foglalkozik az európai igényeknek megfelelő LOIN (Level of Information Needed) kialakításáért, ám a BIM szaknyelvben már használatos fogalom.</i></p> <p><i>A gyakorlatban az LOG (vagy a Level of Detail-t jelentő LOD) és az LOI legtöbbször egymás kiegészítéseként, párhuzamosan jelenik meg. Az LOI-ban meghatározott részletesség a modell felhasználási céljának megfelelően testreszabható.</i></p>

III.8. táblázat: Lechner BIM kézikönyv LOG és LOI részletességi szint bemutatása

Az LOD definíciók korábbi meghatározásait figyelembe véve, a valós projektfeladat során előállított, majd a kutatási projektben újraépített alacsony részletességű modellt LOD 100, míg a részletesen kidolgozott modellt általánosságban LOD 450 szintű modellként definiáltam.

III.2.2 LOD 100 - Alacsony részletességű kontroll-modell előállítása és feldolgozása

Az alacsony részletességű kontroll-modell előállításához és a modellelemek méreteinek gyűjtéséhez ugyanazt az eljárást alkalmaztam, mint a valós projektfeladat során. A válaszfalak esetében a fólianévként megadott típusazonosítóra és a modellelemek tulajdonságai közül a vastagsági-, illetve hosszértékekre, valamint a bruttó nettó felületükre volt szükségem. A felületek számításához kiindulásként itt is a falközépvonalak hosszának [h], illetve magasságának [m] a szorzatát és a falnyílások [ny] méreteit használtam fel az automatikusan listázható oldalfelületek helyett, a korábban már tárgyalt falcsatlakozásokból eredő eltérések miatt [III.9. táblázat].

Falak listája				
Fólia	Vastagság	Magasság	A fal középvonalának hossza	Pontos nyílásterület a belső oldalon
100_001_001_Wall_Drywall	0,100	3,850	1,20	0,00
100_001_001_Wall_Drywall	0,100	3,850	2,00	3,38
			3,20 m	3,38 m ²
100_001_001_Wall_Drywall	0,125	1,600	0,28	0,00
100_001_001_Wall_Drywall	0,125	1,600	5,55	0,00
100_001_001_Wall_Drywall	0,125	1,600	5,60	0,00
100_001_001_Wall_Drywall	0,125	1,600	5,60	0,00
100_001_001_Wall_Drywall	0,125	1,600	6,43	1,01
100_001_001_Wall_Drywall	0,125	1,600	6,61	0,00
			30,07 m	1,01 m ²
100_001_001_Wall_Drywall	0,125	3,850	0,21	0,00
100_001_001_Wall_Drywall	0,125	3,850	0,21	0,00
100_001_001_Wall_Drywall	0,125	3,850	0,43	0,00
100_001_001_Wall_Drywall	0,125	3,850	1,38	1,97
100_001_001_Wall_Drywall	0,125	3,850	2,00	0,00
100_001_001_Wall_Drywall	0,125	3,850	2,00	1,97
100_001_001_Wall_Drywall	0,125	3,850	2,06	1,97
100_001_001_Wall_Drywall	0,125	3,850	4,22	0,00
100_001_001_Wall_Drywall	0,125	3,850	4,54	4,50
100_001_001_Wall_Drywall	0,125	3,850	6,00	0,00
100_001_001_Wall_Drywall	0,125	3,850	6,59	0,00
100_001_001_Wall_Drywall	0,125	3,850	9,05	6,23
			38,69 m	16,64 m ²
100_001_001_Wall_Drywall	0,200	3,850	1,10	0,00
			1,10 m	0,00 m ²
100_001_004_Wall_Soundproof Partition	0,200	3,850	5,73	2,53
100_001_004_Wall_Soundproof Partition	0,200	3,850	6,55	0,00
			12,28 m	2,53 m ²
100_001_006_X-ray Shielding Partition	0,125	2,250	0,34	0,00
100_001_006_X-ray Shielding Partition	0,125	2,250	5,61	0,00
100_001_006_X-ray Shielding Partition	0,125	2,250	5,73	0,00
100_001_006_X-ray Shielding Partition	0,125	2,250	5,73	3,38
100_001_006_X-ray Shielding Partition	0,125	2,250	6,55	3,49
100_001_006_X-ray Shielding Partition	0,125	2,250	6,61	0,00
			30,57 m	6,87 m ²
100_001_007_Wall_One side Impregnated Partition	0,100	3,850	2,26	1,69
100_001_007_Wall_One side Impregnated Partition	0,100	3,850	2,26	1,69
			4,52 m	3,38 m ²
100_001_007_Wall_One side Impregnated Partition	0,125	3,850	3,20	0,00
			3,20 m	0,00 m ²
100_001_007_Wall_One side Impregnated Partition	0,200	3,850	3,20	0,00
			3,20 m	0,00 m ²
100_001_007_Wall_Two sides Impregnated Partition	0,100	3,850	2,10	0,00

III.9. táblázat: LOD 100 alacsony részletességű kontrollmodellből származó falméretes kimutatása

A falak ArchiCAD-ben történő mennyiségi kigyűjtése után a tervezői költségvetés és a műszaki leírás alapján megfeleltettem a típusokat a tervezői költségvetésben használt TERC (ÉN) tételszámoknak, illetve elvégeztem a szükséges műveleteket a bruttó [h*m] és a nettó [(h*m)-ny] falfelületek kiszámításához [III.10. táblázat].

Tételszám	Válaszfal típusok	Bruttó felület [m ²]	Nettó felület [m ²]
33-13-102-2120012	Drywall [10,0 cm]	12,32	8,94
33-13-102-2120012	Drywall [12,5 cm]	197,07	179,42
33-13-102-2120012	Drywall [20,0 cm]	4,24	4,24
33-13-102-2012007	Soundproof Partition [20,0 cm]	47,28	44,75
33-13-102-2012006	X-ray Shielding Partition [12,5 cm]	68,78	61,91
33-13-102-2012004	One side Impregnated Partition [10,0 cm]	17,40	14,02
33-13-102-2012004	One side Impregnated Partition [12,5 cm]	12,32	12,32
33-13-102-2012004	One side Impregnated Partition [20,0 cm]	12,32	12,32
33-13-102-2012005	Two sides Impregnated Partition [10,0 cm]	8,09	8,09

III.10. táblázat: Válaszfal típusok azonosítása és bruttó/nettó felületének meghatározása

Következő lépésként a helyiségpecsétek oldalfelületeinek rendszerezésével és összegzésével kigyűjtöttem a belsőépítészeti felületképzések és szakipari munkák (fal-, és padlóburkolatok, mennyezetek) mennyiségeit [III.11. táblázat, III.12. táblázat és III.13. táblázat].

Falfelületek mennyiségkimutatása			
Helyiség neve	Helyiség szám	Helyiségkategoría	Falak területe
I	GB	002	49,51
I	GB	002	49,52
I	GB	002	58,15
I	GB	002	65,42
I	GB	006	26,69
I	GP	001	13,65
I	GP	001	53,49
			316,43 m ²
III	GBI	001	11,23
III	GBI	001	11,24
III	GBI	001	15,65
III	GBI	003	19,91
III	GBI	003	19,94
			77,97 m ²
IV	GB	004	65,80
			65,80 m ²
			460,20 m ²

III.11. táblázat: Falfelületek mennyiségi kimutatása ArchiCAD-ben

Padlóburkolatok mennyiségkimutatása			
Helyiségkategoría	Helyiség szám	Helyiség neve	Számított terület
001	GBI	III	1,14
001	GBI	III	1,14
001	GBI	III	3,11
001	GP	I	7,76
001	GP	I	28,51
			41,66 m ²
002	GB	I	15,69
002	GB	I	15,74
002	GB	I	19,49
002	GB	I	36,13
			87,05 m ²
003	GBI	III	3,15
003	GBI	III	3,16
			6,31 m ²
004	GB	IV	36,15
			36,15 m ²
006	GB	I	7,00
			7,00 m ²
			178,17 m ²

III.12. táblázat: Padlóburkolatok mennyiségi kimutatása ArchiCAD-ben

Mennyezetek mennyiségkimutatása			
Helyiség szám	Helyiség neve	Helyiségkategoría	Számított terület
GB	I	002	15,69
GB	I	002	15,74
GB	I	002	19,49
GB	I	002	36,13
GB	I	006	7,00
GB	IV	004	36,15
			130,20 m ²
GBI	III	001	1,14
GBI	III	001	1,14
GBI	III	001	3,11
GBI	III	003	3,15
GBI	III	003	3,16
			11,70 m ²
GP	I	001	7,76
GP	I	001	28,51
			36,27 m ²
			178,17 m ²

III.13. táblázat: Mennyezetek mennyiségi kimutatása ArchiCAD-ben

A kigyűjtött felületeket azután a faltípusokhoz hasonlóan összegeztem és szintén megfeleltettem a tervezői költségvetésben használt TERC (ÉN) tételszámoknak [III.14. táblázat, III.15. táblázat és III.16. táblázat].

Falfelületek			
Tételszám	ArchiCAD típus	Típus megnevezése	Nettó felület [m ²]
47-02-101-0112807	code "I"	glass textile wallpaper	316,43
42-02-045-0000001	code "III"	20/25cm tiling	77,97
47-01-325-2000001	code "IV"	Single comp. wb. mod. acrylic resin surface coating	65,80

III.14. táblázat: Falfelület típusok azonosítása és mennyiségi összegzése

Padlóburkolatok			
Tételszám	ArchiCAD típus	Típus megnevezése	Nettó felület [m ²]
42-02-016-0327651	code "1"	30/30cm tiling	41,66
42-03-140-1310319	code "2"	rubber flooring	87,05
42-02-016-0327251	code "3"	non skid 20/20cm tiling	6,31
42-03-140-1310320	code "4"	conductive rubber flooring	36,15
42-07-613-2313810	code "6"	epoxy flooring	7,00

III.15. táblázat: Padlóburkolat típusok azonosítása és mennyiségi összegzése

Álmennyezetek			
Tételszám	ArchiCAD típus	Típus megnevezése	Nettó felület [m ²]
36-10-007-0210200	code "GB"	Fixed Gypsum board	130,20
36-10-007-0210211	code "GBI"	Fixed Gypsum board_impregnated	11,70
36-10-515-2021428	code "GP"	Gypsum panel ceiling system	36,27

III.16. táblázat: Álmennyezet típusok azonosítása és mennyiségi összegzése

Az épületszerkezetek és felületek azonosításával nem csak a költségvetési tételekhez tartozó összevont időnorma, hanem az adott szerkezet vagy felület elkészítéséhez szükséges összes összetevő anyagnormája is meghatározhatóvá vált [III.17. táblázat]. Az anyagnormákat felszorozva az alacsony részletességű modellből származtatott nettó felületekkel megkaptam a beépítendő építőanyagok tényleges mennyiségét. Ezeket az adatokat az LOD 450-es modell mennyiségeivel való összehasonlítás miatt állítottam elő, ugyanakkor nem minden építőanyagra számítottam ki az értékeket, csak azokra, amelyek az LOD 450-es modellben is elkészültek és így mennyiségük összehasonlítható volt. Pl. a válaszfalak esetében a csavarok, dűbelek, hézagerősítők, illetve a hézagkitöltő gipsz és a hanggátló szalagok modellezése még LOD 450-es szinten is életszerűtlen. A tételszám mellett figyelembe vettem a tervezői

tételkiírás szövegét is, mivel néhány esetben egy tételszámhoz több szerkezeti kialakítás tartozott, amelyek így különböző típusú, vagy mennyiségű építőanyagot igényeltek.

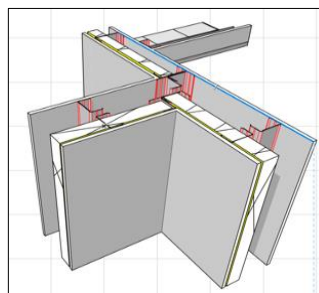
Cikkszám	Új	Fennt.	Erőforrás megnevezése	Egysége
S 00000 0000 21 0.54 0.56			Kőműves kőműves	óra
S 00000 0001 21 0.78 0.83			Betánított kőműves segéd munkás betánított és segéd munkás	óra
A 11612 0012 00 2.14 2.2			RIGIPS normál építőlemez RB 12,5 mm	m ²
A 23614 2003 00 0.856 0.88			Rigips UW 40/ 75/40 mm falprofil 0,6 mm vtg.	m
A 23614 2013 00 2.14 2.2			Rigips CW 50/ 75/50 mm falprofil 0,6 mm vtg	m
A 23614 2103 00 1.365 1.391			Rigips csatlakozó szivacs csík 70 mm széles	m
A 23614 2071 00 27.3 27.56			Rigips gyorsépítő csavar, 212 típus 3,5x25 mm	db
A 23614 2112 00 0.63 0.642			Rigips Vario hézag töltő gipsz 5 kg	kg
A 23614 2117 00 3.36 3.424			Rigips papír hézag erősítő csík 5 cm	m
A 23614 2091 00 2.1 2.12			Rigips beütődűbel 6/40 mm	db
A 29211 0505 00 1.05 1.06			Ásványgyapot lemez, "nt" "Cs" kasírozás nélkül, 40 kg/m ³ 100x50x5 cm	m ²
S 00000 0001 39 0.15 0.16			Betánított gipszkarton szerelő segéd munkás	óra
S 00000 0001 39 0.15 0.16			Betánított gipszkarton szerelő segéd munkás	óra
A 11621 4280 00 1.07 1.1			AMF THERMATEX Feinstratos 19 mm vtg SK	m ²
A 11621 4221 00 0.88 0.9			AMF C-PH VENTATEC 3600 T24/38 főtartó	m
A 11621 4222 00 1.75 1.79			AMF C-PQ VENTATEC 1200 T24/38 keresztartó	m
A 11621 4223 00 0.88 0.9			AMF C-PQ VENTATEC 600 T24/38 keresztartó	m
A 11621 4224 00 5.84 5.95			AMF C-DF lapleszorító rugó	m
S 00000 0000 39 0.48 0.52			Gipszkarton szerelő (szárazépítő)	óra
S 00000 0001 39 0.7 0.74			Betánított gipszkarton szerelő segéd munkás	óra
A 11621 0200 00 1.07 1.1			KNAUF A 13 normál építőlemez, 12,5 mm HRAK 1250/2000 Cikksz: 31307120	m ²
A 23614 4020 00 0.84 0.848			KNAUF rögzítőszeg, 6x35 mm	db
A 23614 4001 00 1.365 1.375			KNAUF Ankeyfix gyorsfelfüggesztő, 60/27/0,6 mm-es CD profilhoz	db
A 23614 4021 00 1.365 1.375			KNAUF huzal szemmel, 12,5 cm hosszú	db
A 23614 4002 00 3.424 3.52			KNAUF CD profil, 60x27x0,6 mm	m
A 23614 4003 00 0.642 0.66			KNAUF UD profilösszekötő, 60/27 mm-es	db
A 23614 4004 00 2.415 2.438			KNAUF keresztösszekötő, 60/27 mm-es CD profilhoz	db
A 23614 4005 00 0.428 0.44			KNAUF UD profil, 28x27x0,6 mm	m
A 23614 4037 00 2.415 2.438			KNAUF betét tüpi "L" 8/80	db
A 23614 4007 00 2.415 2.438			LB-KNAUF univerzális tüpi 8/49 mm	db
A 23614 4008 00 17.85 18.02			KNAUF gyorsépítő csavar TN 25, Cikksz: 93304250	db
A 23614 4010 00 1.26 1.272			KNAUF papír fugafedő csík, Cikksz: 95101000	m
A 23614 4053 00 0.42 0.428			KNAUF-Umfloht hézag töltő	kg
S 00000 0000 45 0.44 0.46			Hidegburkoló burkoló	óra
S 00000 0001 45 0.27 0.28			Betánított hidegburkoló segéd munkás betánított és segéd munkás	óra
A 12432 7051 00 0.1128 0.114			PIETRA mázas fagyálló padlóburkolólap, RENO, COLOR, 30x30x0,8 cm, I.o	100 db
A 18860 0040 01 0.02 0.02			Ha20-c, ágyazó cementhabarcs	m ³
S 00000 0000 45 0.47 0.5			Hidegburkoló burkoló	óra
S 00000 0001 45 0.45 0.47			Betánított hidegburkoló segéd munkás betánított és segéd munkás	óra
A 12432 4021 00 0.2538 0.2575			Mázas padlóburkolólap, 20x20 cm, ZALAKERÁMIA egyszínű mintás, I.o.	100 db
A 18860 0040 01 0.02 0.02			Ha20-c, ágyazó cementhabarcs	m ³
S 00000 0000 43 0.31 0.31			Műkő készítő műkő készítő	óra
S 00000 0001 43 0.01 0.01			Betánított műkőves segéd munkás betánított és segéd munkás	óra
A 26331 0319 00 1.03 1.04			Grabiol Antistatic object, antisztatikus, műanyag padlóburkoló	m ²
A 29331 0355 00 0.318 0.324			HENKEL Thomsit K 188 E speciális extra minőségű ragasztó, diszperziós, Cikkszám: 215 418 5 kg	kg

III.17. táblázat: Összevont táblázat a válaszfalak, álmennyezetek, padlóburkolatok és felületképzések összetevőinek anyag- és munkaidő normáival a TERC adatbázisában (példák egy-egy szerkezethez)

Az eltérő szerkezeteket a műszaki leírás, illetve a részletrajzok alapján azonosítottam. Válaszfalak esetében például a [III.18. táblázat] jól bemutatja a falvastagság szerinti különböző szerkezeti kialakításokat, a [III.11. ábra] pedig az azonos tartószerkezeti elemekből épített, de különböző vastagságú válaszfalak csatlakozását.

Tételszám	Válaszfal típusok	Rétegrendi vastagságok
33-13-102-2120012	Drywall [10,0 cm]	(1,25 + 7,5 + 1,25)
33-13-102-2120012	Drywall [12,5 cm]	(1,25 + 10,0 + 1,25)
33-13-102-2120012	Drywall [20,0 cm]	(1,25 + 7,5 + légrés + 7,5 + 1,25)
33-13-102-2012007	Soundproof Partition [20,0 cm]	(1,25 + 7,5 + légrés + 7,5 + 1,25)
33-13-102-2012006	X-ray Shielding Partition [12,5 cm]	(1,25 + 10,0 + 1,25)
33-13-102-2012004	One side Impregnated Partition [10,0 cm]	(1,25 + 7,5 + 1,25)
33-13-102-2012004	One side Impregnated Partition [12,5 cm]	(1,25 + 10,0 + 1,25)
33-13-102-2012004	One side Impregnated Partition [20,0 cm]	(1,25 + 7,5 + légrés + 7,5 + 1,25)
33-13-102-2012005	Two sides Impregnated Partition [10,0	(1,25 + 7,5 + 1,25)

III.18. táblázat: Válaszfaltípusok rétegrendi vastagsága



III.11. ábra: Különböző vastagságú válaszfalak találkozási, azonos tartószerkezet tartószerkezetek

Az építőanyagokat nem épületelemként, hanem az épületelemekhez használt anyag típusok szerint csoportosítottam a teszt területre, és az összesítést követően a normák segítségével határoztam meg az álmennyezetek, padlóburkolatok és a válaszfalak anyagszükségletét. [III.21. táblázat, III.19. táblázat és III.20. táblázat]. Az LOD 450-es szinten nem modellezett elemek mennyiségét nem számítottam ki LOD 100 értékek alapján sem.

Álmennyezetek					
LOD 450?	Építőanyag megnevezése	Szükséglet	Egység	Számított mennyiség	
IGEN	AMF THERMATEX Feinstratos 19 mm panel	1,07	m2	38,81	
IGEN	AMF THERMATEX Feinstratos 19 mm panel*	2,78	pcs	108	
IGEN	AMF SoS függesztő	1,79	pcs	65	
IGEN	AMF C-PH Ventatec 3600 T24/38 főtartó	0,88	m	31,92	
IGEN	AMF RW L 24/24 profil	0,63	m	22,85	
IGEN	AMF C-PQ VENTATEC 1200 T24/38 keresztartó	1,75	m	63,47	
IGEN	AMF C-PQ VENTATEC 600 T24/38 keresztartó	0,88	m	31,92	
NEM	AMF C-DF lapleszorító rugó	5,84	pcs	NA	
IGEN	KNAUF A 13 normál építőlemez, 12,5 mm HRAK	1,07	m2	139,31	
IGEN	KNAUF HA 13 normál építőlemez, 12,5 mm HRAK	1,07	m2	12,52	
IGEN	KNAUF Ankerfix gyorsfelfüggesztő, 60/21/0,6 mm-es CD	1,365	pcs	194,00	
IGEN	KNAUF huzal szemmel	1,365	pcs	194,00	
IGEN	KNAUF CD profil, 60x27x0,6 mm, 4m	3,424	m	485,87	
IGEN	KNAUF keresztösszekötő, 60/27 mm-es CD	2,415	pcs	343,00	
IGEN	KNAUF UD profil, 28x27x0,6 mm, 3m	0,428	m	60,73	
NEM	KNAUF CD profilösszekötő, 60/27mm-es	0,642	m	N/A	
NEM	KNAUF beütő tipli "L" 8/80	2,415	pcs	N/A	
NEM	LB-KNAUF univerzális tipli 8/49mm	2,415	pcs	N/A	
NEM	KNAUF gyorsépítő csavar TN 35,	17,85	pcs	N/A	
NEM	KNAUF papír fugafedő csík,	1,26	m	N/A	
NEM	KNAUF Uniflott hézagöltő	0,42	kg	N/A	
NEM	KNAUF rögzítőszeg, 6x35 mm	0,84	pcs	N/A	

III.19. táblázat: Álmennyezetek számított építőanyagszükséglete

Padlóburkolatok					
LOD 450?	Építőanyag megnevezése	Szükséglet	Egység	Számított mennyiség	
IGEN	PIETRA mázas fagyálló padlóburkolólap, 30x30x0,8 cm	11,28	db	469,92	
IGEN	Mázas padlóburkolólap, 20x20 cm, ZALAKERÁMIA	25,38	db	160,15	
IGEN	Ha20-c, ágyazó cementhabarcs	0,02	m3	0,96	
IGEN	Grabiol Antistatic object, antistatikus műa. padlóburk.	1,03	m2	89,66	
IGEN	Grabiol Conductive object, vezetőkép. műa. Padlóburk.	1,03	m2	37,23	
NEM	HENKEL Thomsit K 188 E speciális extra ragasztó, diszp.	0,318	kg	N/A	

III.20. táblázat: Padlóburkolatok számított építőanyagszükséglete

Válaszfalak					
LOD 450?	Építőanyag megnevezése	Szükséglet	Egység	Számított mennyiség	

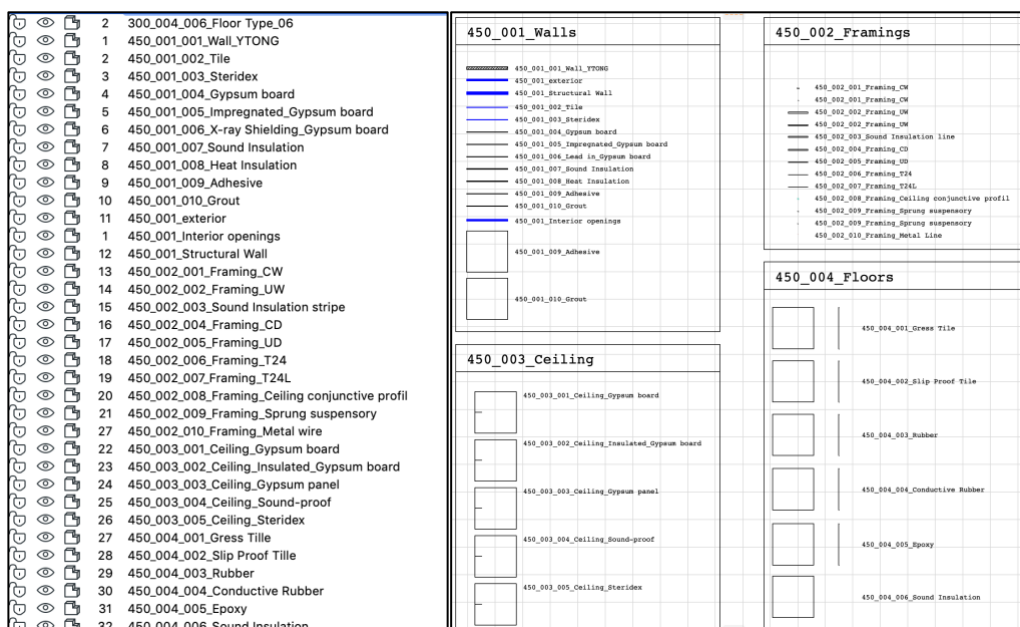
IGEN	Rigips normál építőlemez RB 12,5 mm	2,140	m2	615,53
IGEN	Rigips Impregnált építőlemez RBI 12,5 mm	2,140	m2	58,68
IGEN	Rigips ólomkásírozott építőlemez 12,5mm	2,140	m2	66,24
IGEN	Rigips UW 40/ 75/ 40 mm falprofil 0,6 mm	0,856	m	131,53
IGEN	Rigips UW 40/ 100/ 40 mm falprofil 0,6 mm	0,856	m	217,81
IGEN	Rigips CW 50/ 75/ 50 mm falprofil 0,6 mm	0,856	m	354,12
IGEN	Rigips CW 50/ 100/ 50 mm falprofil 0,6 mm	2,140	m	597,00
IGEN	Ásványgyapot szigetelés "nt" "Cs" , 40 kg/m3 100x50x5 cm	1,050	m2	317,16
IGEN	Spec. hangszigetelés. ,100x50x5	1,050	m2	46,99
NEM	Rigips csatlakozó szivacs csik 10 mm széles	1,365	m	N/A
NEM	Rigips gyorsépítő csavar, 212 típus 3,5x25 mm	27,300	pcs	N/A
NEM	Rigips Vario hézagöltő gipsz 5 kg	0,630	kg	N/A
NEM	Rigips papír hézagérősítő csik 5 cm	3,360	m	N/A
NEM	Rigips beütődübel 6/40 mm	2,100	pcs	N/A

III.21. táblázat: Válaszfalak számított építőanyagszüksége

Az alacsony részletességű BIM modellből származtatott építőanyag-mennyiségek kiszámítása után elkészítettem a magas részletességű BIM modellt is annak érdekében, hogy az aprólékosan kidolgozott építőelemek kigyűjtésével viszonyítási alapot kapjak a mennyiségi értékek összehasonlításához.

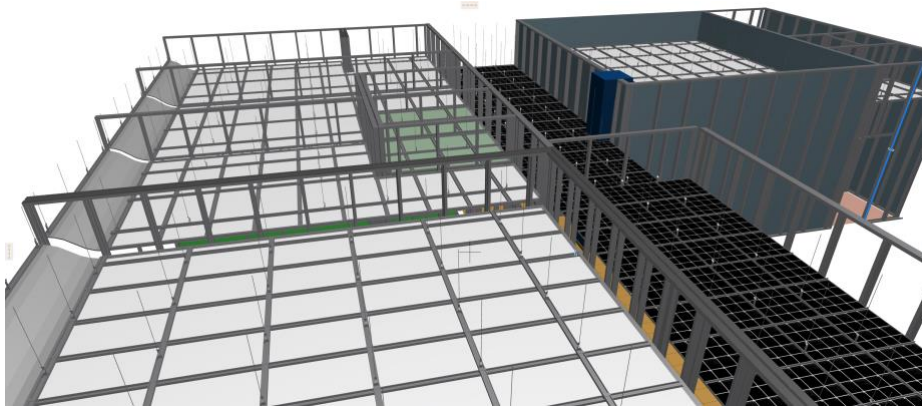
III.2.3 LOD 450 - magas részletességű kontroll-modell előállítás és feldolgozása

A magas részletességű modellezés előkészítéseként a részletrajzok és beépítési útmutatók alapján ehhez a modellhez is létrehoztam egy fóliastruktúrát a felhasználni kívánt modellelemeknek megfelelően és elkészítettem a modellezéshez használandó elemkészletet [III.12 ábra].



III.12. ábra: LOD 450 részletességű modellezés előkészítése - fóliastruktúra és elemkészlet kialakítása

A magas részletességű modell elkészítéséhez az alaprajzok és metszetek mellett felhasználtam a kiviteli tervcsomag részét képező részletrajzokat és a gyártói utasításokat is. Ennél a részletességnél az épületszerkezetek és rétegrendek a valóságot reprezentáló módon, valós méretben és pozícióban kerültek lehelyezésre, az építés sorrendének megfelelően [III.13. ábra].



III.13. ábra: Magas részletességű modellben elkészített épületszerkezetek

A mennyiségek meghatározásához ennél a modelnél nem volt szükség sem normákra, sem az LOD 100-as modell esetében tapasztalt utókalkulációra, elegendő volt a modellelemek releváns paraméterértékeit kigyűjteni [III.14 ábra].

Fólia	Mennyiség	Bal oldali hossz
450_002_004_Framing_CD 1	1,56	
450_002_004_Framing_CD 1	1,90	
450_002_004_Framing_CD 1	2,09	
450_002_004_Framing_CD 1	2,40	
450_002_004_Framing_CD 1	3,00	
450_002_004_Framing_CD 1	3,63	
450_002_004_Framing_CD 1	4,26	
450_002_004_Framing_CD 1	5,54	
450_002_004_Framing_CD 1	5,62	
450_002_004_Framing_CD 2	1,20	
450_002_004_Framing_CD 2	2,09	
450_002_004_Framing_CD 2	2,95	
450_002_004_Framing_CD 2	3,62	
450_002_004_Framing_CD 2	3,63	
450_002_004_Framing_CD 2	5,92	
450_002_004_Framing_CD 2	5,93	
450_002_004_Framing_CD 5	1,49	
450_002_004_Framing_CD 5	1,49	
450_002_004_Framing_CD 5	1,49	
450_002_004_Framing_CD 5	3,49	
450_002_004_Framing_CD 6	0,94	
450_002_004_Framing_CD 6	1,35	
450_002_004_Framing_CD 6	1,38	
450_002_004_Framing_CD 6	1,99	
450_002_004_Framing_CD 6	5,06	
450_002_004_Framing_CD 6	5,60	
450_002_004_Framing_CD 13	5,85	
450_002_004_Framing_CD 13	6,42	
450_002_004_Framing_CD 14	2,98	
450_002_004_Framing_CD 18	2,95	
	472,73 m	

Fólia	Mennyiség	Bal oldali hossz
450_002_005_Framing_UD 1	0,19	
450_002_005_Framing_UD 1	0,20	
450_002_005_Framing_UD 1	0,22	
450_002_005_Framing_UD 1	0,60	
450_002_005_Framing_UD 1	1,30	
450_002_005_Framing_UD 1	1,35	
450_002_005_Framing_UD 1	1,42	
450_002_005_Framing_UD 1	1,50	
450_002_005_Framing_UD 1	1,57	
450_002_005_Framing_UD 1	1,60	
450_002_005_Framing_UD 1	3,00	
450_002_005_Framing_UD 1	3,42	
450_002_005_Framing_UD 1	3,50	
450_002_005_Framing_UD 1	3,59	
450_002_005_Framing_UD 1	4,99	
450_002_005_Framing_UD 1	5,02	
450_002_005_Framing_UD 1	5,53	
450_002_005_Framing_UD 1	5,55	
450_002_005_Framing_UD 1	5,60	
450_002_005_Framing_UD 1	5,85	
450_002_005_Framing_UD 1	5,92	
450_002_005_Framing_UD 1	6,35	
450_002_005_Framing_UD 2	0,28	
450_002_005_Framing_UD 2	0,87	
450_002_005_Framing_UD 2	0,95	
450_002_005_Framing_UD 2	1,10	
450_002_005_Framing_UD 2	1,13	
450_002_005_Framing_UD 2	1,20	
450_002_005_Framing_UD 2	1,42	
450_002_005_Framing_UD 2	1,50	
450_002_005_Framing_UD 2	1,92	
450_002_005_Framing_UD 2	2,00	
450_002_005_Framing_UD 2	2,03	
450_002_005_Framing_UD 2	2,30	
450_002_005_Framing_UD 2	3,62	
450_002_005_Framing_UD 2	5,89	
450_002_005_Framing_UD 3	2,10	
	126,99 m	

Profile size	Layer	Height (length)	Quantity
CW 75	450_002_001_Framing_CW	1,214	5
CW 75	450_002_001_Framing_CW	1,586	2
CW 75	450_002_001_Framing_CW	1,586	4
CW 75	450_002_001_Framing_CW	3,840	87
		349,666 m	98
CW 100	450_002_001_Framing_CW	0,900	1
CW 100	450_002_001_Framing_CW	1,586	9
CW 100	450_002_001_Framing_CW	3,840	132
		522,054 m	142
		871,720 m	240

III.14. ábra: Példa a magas részletességű modellből származó anyagmennyiségek formátumára

A következő táblázat összevontan tartalmazza az LOD 450 részletességű modellből kigyűjtött mennyiségeket, illetve az LOD 100 modellből számított értékektől való eltérésüket adott mértékegység szerint, illetve százalékos meghatározásban. A táblázatban már nem szerepelnek azok az építőanyagok, amelyek nem képezik az LOD 450 részletességű modell részét (hézagerősítők, csavarok, stb.).

Álmennyezetek					
Építőanyag megnevezése	egység	LOD 100	LOD 450	Különbség	Különbség %
AMF THERMATEX Feinstratos 19 mm panel	m2	38,81	33,41	-5,4	-13,92 %
AMF THERMATEX Feinstratos 19 mm panel*	db	108	100	-8	-7,41 %
AMF SoS függesztő	db	65	60	-5	-7,69 %
AMF C-PH Ventatec 3600 T24/38 főtartó	m	31,92	29,06	-2,86	-8,95 %
AMF RW L 24/24 profil	m	22,85	34,26	+11,41	+49,9 %
AMF C-PQ VENTATEC 1200 T24/38 keresztartó	m	63,47	57,63	-5,84	-9,20 %
AMF C-PQ VENTATEC 600 T24/38 keresztartó	m	31,92	14,53	-17,39	-54,4 %
KNAUF A 13 normál építőlemez, 12,5 mm HRAK	m2	139,31	132,21	-7,1	-5,1 %
KNAUF HA 13 normál építőlemez, 12,5 mm HRAK	m2	12,52	11,56	-0,96	-7,63 %
KNAUF Ankerfix gyorsfelfüggesztő, 60/21/0,6 mm-es CD	db	194,00	169	-25	-12,89 %
KNAUF huzal szemmel	db	194,00	169	-25	-12,89 %
KNAUF CD profil, 60x27x0,6 mm, 4m	m	485,87	472,73	-13,14	-2,70 %
KNAUF keresztösszekötő, 60/27 mm-es CD	db	343,00	318	-25	-7,29 %
KNAUF UD profil, 28x27x0,6 mm, 3m	m	60,73	126,92	+66,19	+109 %
Padlóburkolatok					
Építőanyag megnevezése	egység	LOD 100	LOD 450	Különbség	Különbség %
PIETRA mázas fagyálló padlóburkolólap, 30x30x0,8 cm	db	470	432	-38	-8,08 %
Mázas padlóburkolólap, 20x20 cm, ZALAKERÁMIA	db	161	176	+15	+9,31 %
Ha20-c, ágyazó cementhabarcs	m3	0,96	0,94	-0,02	-2,08 %
Grabiol Antistatic object, antisztatikus műa. padlóburk.	m2	89,66	101,58	+11,92	+13,29 %
Grabiol Conductive object, vezetőkép. műa. Padlóburk.	m2	37,23	39,66	+2,43	+6,52 %
Válaszfalak					
Építőanyag megnevezése	egység	LOD 100	LOD 450	Különbség	Különbség %
Rigips normál építőlemez RB 12,5 mm	m2	615,53	577,56	-37,97	-6,17 %
Rigips Impregnált építőlemez RBI 12,5 mm	m2	58,68	53,22	-5,46	-9,30 %
Rigips ólomkasírozott építőlemez 12,5mm	m2	66,24	61,32	-4,92	-7,43 %
Rigips UW 40/ 75/ 40 mm falprofil 0,6 mm	m	131,53	90,88	-40,65	-30,91 %
Rigips UW 40/ 100/ 40 mm falprofil 0,6 mm	m	217,81	143,16	-74,65	-34,07 %
Rigips CW 50/ 75/ 50 mm falprofil 0,6 mm	m	354,12	349,67	-4,45	-1,26 %
Rigips CW 50/ 100/ 50 mm falprofil 0,6 mm	m	597,00	522,05	-74,95	-12,55 %
Ásványgyapot szigetelés "nt" "Cs" , 40 kg/m3 100x50x5 cm	m2	317,16	288,56	-28,6	-9,01 %
Spec. hangszigetelés. ,100x50x5	m2	46,99	46,97	-0,02	-0,04 %

III.22. táblázat: LOD 450 modellből listázott építőanyag-mennyiségek és eltérésük az LOD 100 modellből származtatott értékekhez képest

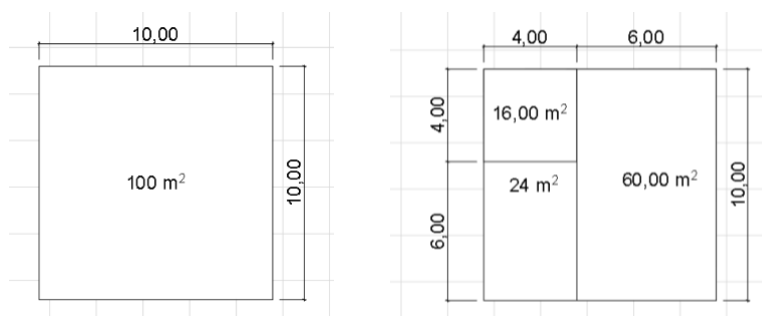
A két különböző módszertan szerint megállapított anyagszükségletek mennyiségi eltéréseit elemezve szabályszerűséget fedeztem fel, és ez alapján csoportosítottam a tételeket:

- 1. csoport: A legtöbb építőanyag esetében az LOD 450-es modellből listázott mennyiség ~10 % körüli, vagy annál kisebb eltérést mutat az LOD 100 modellből származtatott értékhez képest, és kisebb az LOD 100 értéknél.
- 2. csoport: *padlóburkolatok* esetében az LOD 450-es érték kevéssel magasabb az LOD 100 modellből származtatott értéknél.
- 3. csoport: a válaszfalak *UW profiljainak* mennyisége LOD 450 modellben ~30% -kal kevesebb az LOD 100-ból származtatott értékeknél.
- 4. csoport: az álmennyezetek *kerületi* profiljainak mennyisége jelentősen (50-100%) magasabb az LOD 450-es modellben.

Az anyagokat és szerkezeteket a csoportosítás szerint külön-külön megvizsgálva egyértelmű következtetések vontam le a mennyiségi analízissel kapcsolatban. A tapasztalatok alapján:

- Az 1. csoportba tartozó szerkezetek esetében a 10% körüli anyagmennyiség-csökkenés a *beépítési veszteségekre* utal, amelyeket a LOD 100 modellhez használt normák tartalmaznak, a LOD 450 modellből kigyűjtött méretek azonban nem.
 - A beépítési veszteségek modellezése nem lehetséges. Közelítő becslést adhat, ha gyártási méreteket használunk a modellben minden elemhez, de ebben az esetben nyilván kell tartani a még beépíthető maradék anyagmennyiséget a tényleges hulladéktól. Manuális modellezési eljárással ez időigényes és bonyolult feladat, de néhány építőanyag/épületszerkezet gyártó fejleszt már algoritmusokat különböző CAD beépülő alkalmazások formájában.
- A 2. csoportba tartozó padlóburkolatok esetében a LOD 450 modellben található többletet a padló anyagából készített falszegélyek okozzák, amelyek a LOD 100 modellben nincsenek reprezentálva (a mennyiségmeghatározásnál csak a helyiségpecsétek alsó felületével számoltam), a LOD 450-ben viszont külön megmodellezésre kerültek.
 - Az eredmény alapján pontosítottam az alacsony részletességű modellezési módszertant: amennyiben készül lábazat vagy falszegély a padlóburkolat anyagából, akkor a padlóburkolati anyagmennyiség meghatározásához a helyiség kerületének (automatikusan gyűjthető modell-paraméter) és a szegély/lábazat magasságának szorzatát is figyelembe kell venni.

- A 3. csoportba tartozó UW profilok esetében azzal magyarázható a jelentősebb mértékű eltérés, hogy a LOD 450-es modell esetében ténylegesen kihagyásra kerültek a belső nyílászárók (ajtók) pozíciójában az alsó UW profilok, míg a LOD 100 modell esetében a norma ezzel nem számol.
 - Nincs általános megoldási lehetőség, az alsó- és a felső profilok mennyiségét befolyásolja a fal magassága és a nyílászárók száma, mérete, pozíciója is.
- A 4. csoportba az álmennyezetek azon *kerületi profilja* tartoznak, amelyek a helyiségek kontúrja mentén futnak körbe (UD 28/27, illetve L24/24 profil). A norma ebben az esetben az álmennyezet felülete (m^2) alapján határozza meg a profilok hosszát. A [III.15. Ábra] alapján könnyen belátható, hogy a kerületi értékek terület/felület alapján történő meghatározása problémás: 100m² felülethez tartozó kerületi érték egyaránt lehet például 40m, vagy 68m is.
 - Erre a problémára ma már a gyártók is felhívják a figyelmet és a norma megadása mellett jelzik, hogy a kerületi profilok mennyisége megegyezik az álmennyezet kerületének hosszával (a kutatás idején erre még nem volt példa).



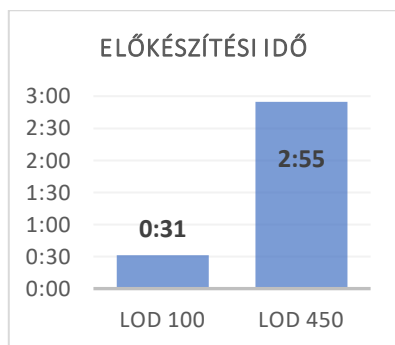
III.15. ábra: Azonos területhez tartozó eltérő kerületi mennyiségek

Megjegyzés: A kutatásomhoz a klasszikus BIM eszközrendszerét alkalmaztam, nem vettem igénybe gyártói szoftveres megoldásokat. A kutatás kiterjesztését tervezem a későbbiekben az algoritmusok segítségével készülő modellek vizsgálatára is, ugyanis egyre több építőanyag-gyártó ismeri fel a termékeik virtuális, BIM elemkönyvtárban való szerepeltetésének jelentőségét. Ezekhez a termékekhez sok esetben kiegészítő alkalmazások is készülnek, amelyek a beépítésre vonatkozó gyártói utasításoknak megfelelően, nagyon részletes modelleket képesek generálni. Ezek a modellek ugyanakkor általában felülvizsgálatra szorulnak, mivel az alkalmazások legtöbbször nem képesek lekövetni az előre definiált megoldásokkal az egyedi szerkezeti kialakításokat.

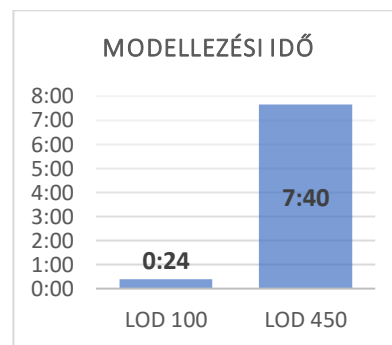
III.3 Eredmények, konklúzió:

Az összehasonlítás eredményeként egyértelműen kimondható, hogy az LOD 450 részletességű modellből származó anyagmennyiségek a beépítési veszteségek figyelembevételével megfeleltethetők az LOD 100 részletességű modellből nyert felületi értékek és az építőanyagnormák szorzatának. A kivételt képező anyagmennyiségek (álmennyezeti kerületi profilok és UW profilok) esetében pedig a tesztprojekt felfedte, hogy a beépítési norma hibát rejt magában, azaz egy hagyományos tételes költségvetési kiírás alapján – ahol csak a norma alapját képező felületi értéket tüntetik fel – gyakorlatilag nem készíthető pontos anyagbecslés.

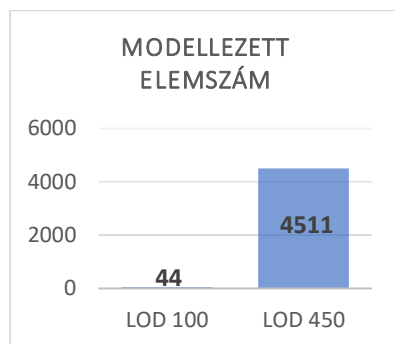
A modellezés során mértem a modell előkészítéséhez (virtuális építőelem-készlet létrehozása) és a modell megépítéséhez (tervlapok és technológia utasítások szerint a tényleges szerkezet megmodellezése) szükséges időt, valamint az elkészült modellek elemszámát. Hasonló témában 2011-ben született egy publikáció (Leite, Akcamete, Akinci, Atasoy, & Kiziltas, 2011), azonban a szerzők abban az esetben a látványtervi-, és a tervellenőrzést támogató modell elkészítési idejét hasonlították össze, azaz két, teljesen különböző cél érdekében hoztak létre eltérő részletességű modelleket, míg én azonos cél eléréséhez kerestem optimális megoldást. Az időráfordítás összehasonlításának tekintetében a [III.16. ábra és a III.17. ábra] igen beszédes: a magas részletességű **modell előkészítése majdnem hatszoros, míg a tényleges modellezés tizenkilencszeres időt** igényelt az alacsony részletességű modellhez képest. Ez az óriási eltérés rendkívüli mértékben befolyásolja a BIM modell előállításának költségét, nem beszélve arról, hogy a magas részletességű modell elkészítése az épületszerkezetben és a CAD szoftverekben kevésbé gyakorlott modellező számára további nehézségeket, ezáltal még lassabb munkavégzést is okozhat.



III.16. ábra: Modell előkészítésére fordított munkaidő



III.17. ábra: Modell megépítésére fordított munkaidő



III.18. ábra: Modellezett elemszám összehasonlítása

A modellezett elemek darabszáma [III.18. ábra] szintén jelentős, több, mint százszoros eltérést mutat. Az elemszám növekedése nem meglepő az egyre magasabb részletességű modellek esetében, azonban azt is figyelembe véve, hogy a teszt terület az eredeti projekt területének töredékét foglalta csak magába (mintegy 200m²-t a 20.000m²-ből), a teljes épület magas részletességű modellben való megépítése kezelhetetlenül magas elemszámot eredményezne. Ugyanis minél több és minél részletesebben kidolgozott geometriájú elemet használunk, annál nagyobb poligonszámot kell a tervezőprogramoknak és az azokat kiszolgáló hardvernek kezelnie. Ez pedig ismét negatívan hat a BIM alkalmazásához kapcsolódó költségekre, szükséges erőforrásokra.

Fontos megemlíteni azt is, hogy amíg az alacsony részletességű modell előállításához nem szükséges mély építéstechnológiai ismeret, addig a magas részletességű modell gyakorlatilag csak abban az esetben szolgálhat pontos információval, amennyiben a modellező birtokában van a valós kivitelezési ismereteknek.

Összegezve tehát, minden esetben szükséges mérlegelni, hogy milyen célra készül a BIM modell, és amennyiben a szerkezeti részletek pontos reprezentációja nem szükséges (például gyártmányterv, vagy pontos koordináció szempontjából), akkor mindenképp érdemes a modellépítéshez egyszerűsített, az adott feladatnak megfelelő részletességű elemeket és azokhoz kapcsolódó referencia-adatbázis (normarendszert) használni.

III.4 A fejezethez tartozó új tudományos eredmények, tézisek:

T.2. Megállapítottam, hogy a BIM sikeres magyarországi implementációját a BIM eljárások építőipari részfeladatokban való, egyszerű alkalmazásával kell megkezdeni.

- 2.1 Modellezési és mennyiségelemzési kísérletek alapján bebizonyítottam, hogy megfelelően felépített alacsony részletességű (egyszerűsített geometriájú) BIM modell és rendelkezésre álló építőipari normakatalógus segítségével költség- és időbecsléshez megfelelő pontosságú anyagmennyiség-kimutatás készíthető.
- 2.2 Megállapítottam, hogy a szerkezetileg helyesen megépített, magas részletességű modellek segítségével az anyagnormák felülvizsgálhatók, továbbá, hogy a körbezárt felület alapján számított kerületi normák nem alkalmasak általános mennyiségmeghatározásra. Az alacsony részletességű modellek segítségével ugyanekkor ez a probléma kezelhetővé válik, és a hagyományos becsléshez képest sokkal pontosabb eredmény érhető el.
- 2.3 A modellezési idők mérésével bizonyítottam, hogy egy építési projekt előzetes költség- és építőanyagbecsléséhez szükséges mennyiségi adatok, magas részletességű modell készítéséhez viszonyítva, jelentősen gyorsabban – és egyben gazdaságosabban – előállíthatók alacsony részletességű BIM modellből, azonos pontosság megtartása mellett.

IV. Vállalati szintű szabványosított BIM módszertanok kialakítása magyarországi építőipari környezetben

Az épületinformációs modellezésnek nem szükségszerű az eddigi tervezési-modellezési eljárásokat teljes egészében kiváltania. Fontos hangsúlyozni, hogy a BIM az építészeti eszköztár egy új eleme, amely ideális esetben végigkíséri a projekt teljes életciklusát (Eadie, Browne, Odeyinka, McKeown, & McNiff, 2013), de – amint azt az előző fejezetben is bemutattam – készülhet feladatspecifikus BIM modell is, amely segítségével csak a projekt egy-egy fázisában használjuk az így elérhetővé váló előnyöket. Az épület tervezését nem lehet és nem is szabad rögtön részletes információs modell építésével kezdeni, hiszen egyetlen szoftverrel sem lehet automatikusan „épületet tervezetni” – továbbra is szükség van az alkotó szellemre és a mérnöki tudásra, tapasztalatra.

Egy alacsonyabb kidolgozottságú, de a releváns BIM információt (költségadat, tájolás, anyagminőség, energetikai jellemző) magában hordozó tömegmodell segítségével viszont már nem csak az épület formáját lehet bemutatni, hanem akár beruházói költségbecslés is készíthető vagy energiatudatos ökológiai vizsgálatok is megkezdhetők. Ugyanígy egy, a létesítményüzemeltetés támogatására épített BIM modellnek, amely az alapterület kihasználtságáról nyújt információt, nem feltétlenül kell kiviteli terv pontosságú szerkezeti részleteket tartalmaznia, viszont egy épületgépészeti karbantartás támogatását és ütemezését (is) lehetővé tévő modellnek már szükséges magában foglalnia minden olyan rendszert és eszközt, amely a későbbiekben a karbantartás és a felügyelet tárgyát képezi. A kizárólag a beruházó felé történő kommunikációs-, illetve marketing célokra készülő látványtervi modellek külön kategóriát képviselnek, mivel a céloknak megfelelően mindössze a grafikai megjelenítés a fontos, hozzáadott információt általában nem tartalmaznak, így BIM modellként nem hasznosíthatók.

Market Építő Zrt. 2015 nyarán elhatározta, hogy meghívásos ajánlattételi felhívás keretén belül elkészítteti a cégcsoport alapvető BIM implementációs kézikönyvét. A PlanDoc Kft.-vel való közös sikeres pályázatunkat és árajánlatunkat követően lehetőségem nyílt, hogy elkészítsem ezt a vállalati szabványnak is nevezett módszertani útmutatót. Munkámat nagyban segítette, hogy a cégcsoport elkötelezett volt, hogy a

BIM-modell alkalmazási lehetőségeit a projekt minden életciklusában és lehetőség szerint több projekten is kipróbálja és alkalmazza, illetve továbbfejleszse azokat saját szervezetén belül és szakmai partnereivel együttműködve. A kézikönyvhöz írt vezetői összefoglalóban is jeleztem, hogy a BIM teljeskörű implementációja egy vállalatban nem tud pillanatok alatt lezajlani, mivel a BIM-alapú folyamatokban résztvevő emberek mindegyikének el kell sajátítani az egyéni munkavégzéséhez szükséges ismereteket, majd a munkafolyamatokat újra egymáshoz kell hangolni az új eljárások szerint. (Wilson W.S.Lua, 2011)

A BIM vállalatban belüli implementációjánál fontos azt is szem előtt tartani, hogy a technológia alkalmazásával megváltozik a tervezési és a kivitelezési idő hagyományos (BIM nélküli) folyamatokból ismert aránya. A tervezési idő a plusz információ (érték) előállításának munkaigénye miatt kezdetben általában növekszik és ennek megfelelően a tervezői költség is magasabb lehet a jelenlegi gyakorlatban megszokott értékeknél. Ez a többlet idő és költség azonban a műszaki előkészítés és kivitelezés fázisában többszörösen megtérül a BIM technológia nyújtotta előnyöknek köszönhetően („ökölszámok” 2015-ben: BIM tervezési többletköltség: a teljes kivitelezési költségek ~0,7-0,9 %-a, megtérülés: a teljes kivitelezési költségek ~6-9 %-a).

Mivel a megtérülésnél sok olyan tényezővel is számolni kell, amelyek a tervezési hibából adódó kiadásokkal (illetve a hibák megfelelő időben történő javításával és így a költségek elmaradásával) hozhatók összefüggésbe, javasoltam Market Építő Zrt. részéről olyan projektek összehasonlítását elvégezni, ahol hagyományos módon, illetve BIM módszertan segítségével is zajlik vagy zajlott a beruházás. Hasonló funkciójú épületek esetén így kimutatható a tényleges megtérülés és a megtakarítható haszon. *(megjegyzés: később, a Budapest projekt végül ténylegesen ennek szellemében indult el, épületről-épületre egyre pontosabb feladatleírással és szakmai kontrollal zajlik a tervezés-kivitelezés.)*

Hosszabb távon, amikor a projektrésztvevők már magabiztosan tudnak együttműködni a BIM-alapú folyamatokban egymással, illetve az elkészült BIM-alapú projektek alapján összeáll a tervezéshez, előkészítéshez és megvalósításhoz szükséges adatbázis, a tervezési idő ismét rövidülni tud, optimális esetben még gyorsabbá is válik a hagyományos tervezési folyamatoknál.

A „BIM alkalmazási lehetőségek” c. fejezet részletesen tárgyalja a különböző projektfázisokhoz kapcsolódóan az adott célra készített BIM modell hozzáadott értékét, illetve az adott munka elvégzéséhez szükséges kompetenciákat.

Megjegyzés: később, a Lechner BIM-kézikönyv tartalmi és strukturális kialakításánál erre a munkarészre kiemelt hangsúlyt fektettem, mivel gyakorlatilag ez az a tartalom, ami az építőipari értéklánc minden szereplője (a döntéshozótól a segédmunkásig) számára érthető kell, hogy legyen annak érdekében, hogy elfogadja a BIM alkalmazásának szükségességét, előnyeit, kihívásait.

IV.1 A Market BIM kézikönyv

A kézikönyv előkészítésekor a megrendelő részére a következő célokat fogalmaztam meg:

- Általános, felsővezetői szintű tájékoztatást kell nyújtani a BIM alkalmazhatóságáról, a szükséges fejlesztésekről, a várható nehézségekről és a megtérülés formáiról.
- Egységesíteni kell a BIM alapelvek szerint végrehajtandó projektek szerződéses követelményeit
- Egységesíteni kell a BIM alapelvek szerint végrehajtandó projektek munkafolyamatait
- Módszertani leírásokat kell készíteni a BIM modell, illetve a modell alapján készülő tervdokumentáció előállításához és ellenőrzéséhez. (A modell feldolgozásának módszertani leírását későbbre ütemeztük, a megrendelő majdani infrastruktúrájának megfelelően.)

A fenti célok gyakorlatilag a kézikönyv tartalomjegyzékének a gerincét is alkották. Saját magamnak két alapvető részre osztottam a feladatot: a nem sokkal korábban megjelent PAS 1192¹³ szabványok alapján el kellett készíteni a magyarországi tervezési folyamatokhoz adaptált szerződéses környezetet, illetve a tankönyvben már többé-kevésbé összeállított BIM módszertani leírásokat a Market folyamataihoz igazítani. Munka közben derült ki, hogy ez utóbbi nem triviális feladat, mivel a klasszikus BIM tárgykörébe tartozó, tervfeldolgozásra fókuszáló metódusok helyett gyakorlatilag

¹³ <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-the-pas-1192-framework>

teljesen új, BIM-alapú tervezési folyamatokat kellett definiálnom, amire ekkor még nem nagyon volt példa (lásd: Bevezetés).

Az tartalom véglegesítéséhez szükséges irodalomkutatásnak köszönhetően egy nagyon fontos tartalmi elemmel, a fentebb részletesen tárgyalt BIM felhasználási lehetőségeinek (The Uses of BIM, RG Kreider, & Ralph G., 2013) bemutatásával bővült tovább az anyag. Ez olyannyira fontos tartalmi résznek bizonyult a nemzetközi szabványosítási folyamatok is figyelembe véve, hogy később az állami szabályozás alapjául szánt Lechner BIM-kézikönyv központi elemévé is tettük.

Szintén jelentős időbe telt a projektfázisokhoz kapcsolódó tervszállítási és teljesítési táblázatok honosítása, a magyarországi tervfelépítés és adatszolgáltatási követelmények adaptálása. A modell részletességére és információtartalmára vonatkozó SOW (Scope Of Work) táblázat a korábban már említett www.bimforum.org/lod oldalon elérhető dokumentumok alapján készült, azonban ezt később Markettel közösen továbbfejlesztettük, magyarítottuk.

A teljes Market BIM-kézikönyv tartalomjegyzéke végül az alábbiak szerint alakult:

	Előszó	2
I.	Általános bevezetés	7
I.1	A BIM kialakulása	7
I.2	A BIM alkalmazási területei	9
I.2.1	BIM alkalmazási területek	9
I.2.1.1	Meglévő állapot rögzítése (Existing Conditions Modeling)	10
I.2.1.2	Költségbecslés / Költségvetés (Cost Estimation)	11
I.2.1.3	Ütemterv készítés (4D modeling)	12
I.2.1.4	Térszervezés (Programming)	13
I.2.1.5	Helyszínelővizsgálat (Site Analysis)	14
I.2.1.6	Tervellenőrzés (Design Reviews)	15
I.2.1.7	Tervezési folyamat támogatása (Design Authoring)	16
I.2.1.8	Tervdokumentáció készítés (Drawing Generation)	17
I.2.1.9	Mérnöki vizsgálatok (Engineering Analysis)	18
	Épületenergetikai-, Tűzvédelmi-, Benapozási/Megvilágítási-, Légtechnikai-, Szerkezeti terv analízis	
I.2.1.10	Fenntarthatósági minősítés (Sustainability Evaluation)	19
I.2.1.11	Szabvány megfelelési vizsgálat (Code Validation)	20
I.2.1.12	Térbeli tervezéskoordináció (3D Coordination)	21
I.2.1.13	Organizációs terv készítés (Site Utilization Planning)	22
I.2.1.14	Épületszerkezetek tervezése (Construction System Design)	23
I.2.1.15	Digitális gyártástámogatás (Digital Fabrication)	24
I.2.1.16	Digitális kivitelezés-koordináció (3D Control and Planning)	25
I.2.1.17	Megvalósulási állapot rögzítés (Record Modeling)	26
I.2.1.18	Eszközmenedzsment (Asset Management)	27
I.2.1.19	Karbantartás ütemezése (Building Maintenance Scheduling)	28

I.2.1.20	Épületgépészeti rendszeranalízis (Building Systems Analysis)	29
I.2.1.21	Területgazdálkodás (Space Management)	30
I.2.1.22	Katasztrófavédelmi tervezés (Disaster Planning)	31
I.2.2	BIM alkalmazási lehetőségei a különböző projektfázisokban	32
I.3	Definíciók	33
I.3.1	Alapfogalmak	33
I.3.1.1	BEP (BIM Execution Plan)	33
I.3.1.2	BIM adat/információ	33
I.3.1.3	CDE (Common Data Environment)	33
I.3.1.4	EIR (Employer's Information Requirements)	33
I.3.1.5	LOD (Level of Development, Level of Detail)	33
I.3.1.6	MPDT (Model Production and Delivery Table)	34
I.3.1.7	MIDP (Master Information Delivery Plan)	34
I.3.1.8	PB (Project Brief)	34
I.3.1.9	RT (Responsibility Table)	34
I.3.1.10	SOW (Scope Of Work)	34
I.3.1.11	TIDP (Task Information Delivery Plan)	34
I.3.2	Információ modellek	35
I.3.2.1	Kiindulási információ modellek	35
I.3.2.2	Tervezési információ modellek	36
I.3.2.3	Döntéstámogató információ modellek	38
I.3.2.4	Alkalmazott információ modellek	38
I.3.2.5	Információ modellek felhasználhatósága	39
I.3.3	BIM projekt szereplői és szervezeti hierarchia	41
II.	BIM projekt előkészítése	42
II.1	Megrendelői feladatok	42
II.1.1	Projektinformációk összeállítása (PB)	42
II.1.1.1	A megrendelő leírása	42
II.1.1.2	A tervezési területtel kapcsolatos információk	42
II.1.1.3	A tervezési program leírása	43
II.1.1.4	Technikai követelmények	43
II.1.1.5	Projekt követelmények, megkötések	43
II.1.2	Információmenedzsment követelmények meghatározása (EIR)	43
II.1.2.1	A projekt bemutatása	43
II.1.2.2	Műszaki követelmények	45
II.1.2.3	Menedzsment követelmények	46
II.1.2.4	Adatszolgáltatási követelmények	49
II.1.2.5	Csatolandó dokumentumok	49
II.2	Kiválasztott fővállalkozó feladatai	50
II.2.1	BIM végrehajtási terv elkészítése (BEP)	50
II.2.1.1	Projektinformáció	50
II.2.1.2	Menedzsment	50
II.2.1.3	BIM implementáció megvalósítási terve	57
II.2.1.4	Standard módszerek és eljárások	64
II.2.1.5	IT megoldások	69
II.2.1.6	Csatolandó dokumentumok	71
III.	BIM projektben való részvétel	72
III.1	Adatbiztonság	72
III.1.1.1	Modelladat biztonsága és adatmentés	73
III.2	Együttműködés	73
III.2.1.1	Információcsere folyamatok és kapcsolódó fájlformátumok	73
III.2.1.2	Fájlformátumok	75
III.2.2	Együttműködési munkakörnyezet (CDE)	79
III.2.2.1	A munkakörnyezet részterületei	79
III.2.2.2	Szerkesztés alatt álló információk	80
III.2.2.3	Megosztott információk	80

III.2.2.4	Publikált információk	81
III.2.2.5	Archivált információk	81
III.2.2.6	Alkalmazott rendszer	81
III.2.2.7	Mappastruktúra	82
III.3	Modellezési eljárások	83
III.3.1	Általános ismeretek	83
III.3.1.1	Modell részletezettségi szintek	83
III.3.1.2	Azonosítási lehetőségek	84
III.3.1.3	Modellezési alapelvek	85
III.3.1.4	Szakági modellek összefésülése, közös koordinátarendszer	86
III.3.2	A modellezés előkészítése	86
III.3.2.1	Csapat összeállítása	87
III.3.2.2	Feladatok kiosztása	87
III.3.2.3	Belső kommunikációs csatornák kialakítása	89
III.3.2.4	Tervek értelmezése	90
III.3.2.5	Modell-jegyzék készítése	91
III.3.2.6	Alapfájl készítése	91
III.3.2.7	Elemjegyzék készítése (Content Plan)	92
III.3.2.8	Virtuális elemraktár összeállítása	93
III.3.2.9	Tervezés-modellezés megkezdése	93
III.3.3	Koordináció	93
III.3.3.1	Modellezés sorrendje	94
III.3.3.2	Koordináció	95
III.3.4	Csapatmunka (szakágon belül)	95
III.3.4.1	Munkaterületek kijelölése, részmodellek összekapcsolása (Szakágon belül)	97
III.3.4.2	Csapatmunka szerver használata (Szakágon belül)	98
III.4	Minőségellenőrzési eljárások	99
III.4.1	BIM modell előkészítése ellenőrzésre	99
III.4.2	Szabályok	99
III.4.3	A többlépcsős ellenőrzés alapelve	100
III.4.3.1	Általános áttekintés	100
III.4.3.2	Az ellenőrzés folyamata részletesen	101
III.4.3.3	Szakági BIM koordinátorok és Szakági BIM ellenőrök szerepe a minőség biztosításában	102
III.4.4	BIM Vizsgálati szempontok	103
III.4.4.1	Modellvizsgálat szempontjai	103
III.4.4.2	Modellből nyomtatott tervlapok vizsgálatának szempontjai	106
III.4.4.3	Megvalósíthatósági hibajegyzék (készítése Market BIM auditor feladata)	107
III.5	Dokumentálási eljárások	108
III.5.1	Tervdokumentáció készítés	108
III.5.1.1	Megjelenítés beállítása	108
III.5.1.2	Tervlapok előkészítése	108
III.5.1.3	Helyszínrajz	109
III.5.1.4	Alaprajz	109
III.5.1.5	Metszetek, fal nézetek és homlokzatok	110
III.5.1.6	Részletrajz	110
III.5.1.7	Interaktív listák készítése (mennyiségek és modell-információk kigyűjtése)	111
III.5.2	Látványtervezés	111
III.5.2.1	Bevezetés	111
III.5.2.2	Látványterv típusok	112

IV.1. táblázat: Market BIM-kézikönyv tartalomjegyzéke

IV.2 A vállalati szabvány próbája - Telekom Székház BIM menedzsment tapasztalatok

Az elkészült vállalati szabvány alkalmazásával kapcsolatos tapasztalatokról az Építéstechnika folyóirat 56.évf. 6-7. számában a következőket fogalmaztam meg:

A Telekom Székház (THQ) projekt rendkívül érdekes kihívásnak bizonyult, mivel korábban elkészítettem a Market Építő Zrt. vállalati szintű BIM szabályozását és kidolgoztam a munkafolyamatait, illetve a szerződésbe foglalható igényeit és azok dokumentációját. A felsorolt feladatok teljesítése után a TIBA felkérése (a BIM menedzsmentre) lényegében a kidolgozott szabályrendszer gyakorlatban történő kipróbálását, éles alkalmazását jelentette a THQ projekten. A megbízás abból a szempontból is különleges volt, hogy míg a szabályozás kidolgozásánál elsődlegesen a kivitelező-fővállalkozó szempontrendszerét kellett figyelembe vennem, addig a THQ projekten azzal némileg ellentétben, a generáltervező érdekeit volt szükséges képviselni. Mindezt bonyolította, hogy a részletes BIM követelményeket egy folyamatban lévő projekthez kellett adaptálni, ahol számos körülmény, pénzügyi forrás és határidő már korábban meghatározásra került.

A projekt során a generáltervező TIBA BIM alapú tervezési folyamatának és szakági koordinációjának állandó támogatása mellett a szakági tervező-mérnökirodák igénye szerint kollégáim segítséget nyújtottak a modellalapú épületgépészeti és épületvillamossági tervezési folyamatokban, illetve a strukturált kábelezési, épületbiztonsági rendszerek és szervertermek, továbbá a környezeti és kerttervek modellalapú koordinációjában is. A feladatok feltérképezése és optimalizálása során alkalmazkodni kellett a mérnökirodák BIM-adaptációs hajlandóságához is: több esetben sikerült a tervezési folyamatot modellezési alapokra helyezni, és egy intenzív szoftverhasználati és BIM-módszertani továbbképzés, illetve a modellezéshez szükséges elemkészlet előállítás után a tervezők önállóan folytatták a koordinált BIM modell építését és a szükséges tervlapok előállítását. Más esetben a „klasszikus BIM” alkalmazására volt csak lehetőség, ahol a 2D tervek feldolgozása és a BIM modellben feltárt koordinációs problémák alapján történő visszajavítása volt az egyetlen járható út.

Minden esetben érzékelhető problémát jelentett az építőiparra manapság jellemző túlterheltség, ami rendkívül hullámzó mennyiségű adatszolgáltatást és szakaszos munkavégzést eredményezett. A tervszállítási határidők prioritása és az ezekhez kapcsolódó hagyományos (2D) tervezési szokások (pl. az utolsó pillanatra időzített dokumentálás) BIM szempontból többször

kezelhetetlen kihívások elé állította a teljes tervezői oldalt. A modellezési folyamat ugyanis egyrészt a megfelelő gyakorlat hiánya, másrészt a koordinációs feladatok azonnali elvégzése miatt is lassabb. Egy kisebb, kevésbé összetett építmény esetében a hagyományosan, 2D alapon előállított tervlapokra – a jóval egyszerűbb koordinációs problémákat is esetleg csak részben figyelembe véve – utolsó pillanatban is fel lehet vezetni épületszerkezeti, gépészeti vagy épp villamossági rendszereket. Az ilyen komplexitású épületnél azonban elengedhetetlen a modell-alapú tervezési folyamat, azaz a 2D rajzolat alapját képező modellelemet térben, a többi környező szakági modellelem figyelembevételével szükséges elhelyezni és csak utána lehetséges a tervlapkészítés kiegészítő feladatait elvégezni (méretezés, feliratozás, stb.). Előbbiekből következik, hogy a tervszállítási határidőket meg kell előznie a koordinált modellszállítási határidőknek, és a tervlapok végleges feliratozását, dokumentálását csak az ellenőrzött, „ütközésmentes” modellek előállítását követően célszerű megkezdeni, máskülönben a feliratozással, méretezéssel töltött idő többszörös, felesleges munkavégzést eredményez. A fenti következtetés a THQ projekt egyik olyan jelentős tapasztalata, amit visszajelzéseim alapján MARKET ÉPÍTŐ Zrt. további projektjeiben már figyelembe is vesz.

Külön említést érdemel az épületgépészeti rendszerek modellezése, amely legtöbb esetben kézi vázlatok alapján, a tervezői és a szerkesztő-modellezői csapat kizárólag interneten történő kapcsolattartásával, felhőalapú központi fájlban valósult meg. A tervezők részéről érkező adatszolgáltatás gyakorlatilag kézi skiccekről készült fényképek, néhány esetben CAD vázlatok alapján valósult meg, a nyomvonalak, bekötések, a méretezett rendszerek tényleges helyszükségletének meghatározása, illetve a kiviteli tervlapok előállítása már többnyire a szerkesztő-modellező csapat feladatkörébe tartozott. A modellezéshez felhasznált, gyártói adatbázisokból letölthető modellelemek rendkívül sok esetben segítették a tervezést, több olyan probléma is felszínre került, ami hagyományos 2D alapú tervek alapján feltehetően már csak a közvetlenül a kivitelezést megelőzően jelentkezett volna. A modellezés az összes gépészeti, építészeti, tartószerkezeti és az egyéb rendelkezésre álló szakági modellek figyelembevételével, azonnali koordinációval történt, aminek eredményeképpen a modellezés befejezését követő ütközésvizsgálatkor jelentős térbeli-elhelyezési hibára már nem kellett számítani. Problémát jelentett ugyanakkor, hogy a rendkívül szoros projekthatáridők betartása érdekében a tervezéssel párhuzamosan, a Design and Build rendszerre jellemző módon meg kellett kezdeni az épületgépészeti kivitelezést is, és több esetben a modellezett térbeli elrendezéstől eltérő

megoldás került a helyszínen kialakításra, elsősorban kivitelezési tapasztalatok vagy gazdaságossági megfontolások alapján. Így – bár a modell teljesítette ugyan az ütközésmentesség kritériumát, és megfelelő kiviteli terv is előállítható volt belőle – a kivitelezéssel párhuzamosan haladó tervezéshez figyelembe kellett venni a megvalósulás során bekövetkezett eltéréseket is. Így gyakorlatilag az épület egyes részein már a megvalósulási állapot rögzítése vált szükségessé ahhoz, hogy az épület további részeinek kiviteli tervezését folytatni lehessen. Ez a feladat ismételten jelentős többletmunkát igényelt. Előbbiek alapján általánosságban is meghatározható az az állítás, hogy a BIM rendszerszintű alkalmazásának minden előnyét akkor lesz képes az építőipar ténylegesen felismerni, ha minden projektrésztevő a saját feladatkörének és kompetenciájának megfelelően elsajátítja a szükséges BIM-es ismereteket, és képes lesz a jelenlegi munkavégzési gyakorlatához hasonló sebességgel BIM alapon is folytatni azokat.

IV.3 A fejezethez tartozó új tudományos eredmények, tézisek:

T.3 Megállapítottam, hogy a BIM sikeres magyarországi implementációjához nem elégséges a nemzetközi szabványok és irányelvek átvétele, azokat a hazai építőipari-építésügyi folyamatokhoz szükséges adaptálni.

- 3.1 A PAS 1192 szabvány alapján elkészítettem az első olyan magyarországi vállalati szabályozást a Market Építő Zrt. részére, amely a tervezés előkészítésétől a BIM modellek kivitelezés során történő feldolgozásáig szabályozza a feladatokat és a modellek információtartalmát, továbbá pontosan definiálja a kötelező szerződésmelléleteket.
- 3.2 A Telekom Székház tervezés-kivitelezésén bevezetett, általam készített szabályozás hatásait megvizsgálva megállapítottam, hogy a szabályrendszert nem elégséges egyszer kialakítani, a technológiai fejlődéssel párhuzamosan frissíteni kell az elvárt munkafolyamatok körét és módszertanát.
- 3.3 Megállapítottam, hogy a BIM alapú tervfeldolgozás ("klasszikus BIM") csak korlátozottan alkalmas a hazai Design and Build típusú munkafolyamatok támogatására. Alkalmazásához szükséges, hogy amennyiben a fővállalkozó D&B rendszerben végzi el a projektet, akkor a kivitelezést csak kiviteli tervek elkészülte és azok BIM alapú ellenőrzése után kezdje meg.
- 3.3 Megállapítottam, hogy a BIM alapú tervezési folyamatok esetében teljes egészében újra kell alkotni a tervszállítási módszertanokat, a tervlapok méretezését és feliratozását minden esetben meg kell előznie a koordinált szakági BIM modellek szállításának és ellenőrzésének.

V. Az állami szabályozás lehetőségeinek vizsgálata, az építőipart érintő digitalizáció és adattárolás kérdései

Mint a korábbiakban bemutatott témakörök mindegyikével, az állami implementáció lehetőségeivel is számos tanulmány foglalkozik (Peter, 2014; Succar & Kassem, 2015; Kassem & Succar, 2017; Yang & Chou, 2018; Oesterreich & Teuteberg, 2019) és többnyire az állami szerepvállalás fontosságára hívják fel a figyelmet. Általános nézet, hogy az állam mint a legnagyobb megrendelő, kellő nyomást gyakorolhat az építőipari szereplőkre azzal, ha kötelezővé teszi a BIM módszertanok alkalmazását. Szintén visszatérő javaslat, hogy az állam nevezzen meg egy jól érthető és jól kommunikálható célt, aminek az érdekében szükséges a digitális, BIM alapú munkafolyamatokra való áttérés. Ilyen volt például az Egyesült Királyság esetében a CO₂ kibocsátás visszaszorítása (Dowsett & Harty, 2014; Dummenahally, 2007; Zhang, Sang, & Yao, 2018), de napjaink gazdaságfejlesztő politikáját szemlélve talán Magyarország is erre a pályára lépett, amikor a hatékonyságnövelés jegyében nyitott meg innovációs forrásokat¹⁴ az építőipari szereplők számára.

Egyre több szó esik a digitalizáció humánerőforrás vonatkozásáról, azaz a szakmagyakorlók képzésének és a felsőoktatás átalakításának szükségességéről is, ezekkel az első fejezetben részletesen foglalkoztam.

V.1 Az építőipari digitalizáció technológiai vonatkozásai

Ebben a fejezetben a technológia irányából közelítem meg a BIM implementációs lehetőségeinek a kérdését, amihez az alap gondolatot 2012. novemberében fogalmaztam meg egy hosszútávú mérnöki adattárolás kutatási pályázathoz beadott előkészítő tanulmányomban:

A hazai és nemzetközi építőipar fejlődését vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a szakma eddig szerencsésen el tudta napolni azokat a digitális világ beköszöntével járó adattárolási- és karbantartási problémákat, melyekkel a többi, mérnöki tervezést igénylő iparágak már több évtizede szükségszerűen foglalkoznia kell.

¹⁴ http://www.kormany.hu/download/2/7a/71000/Ágazati%20támogatás%20tájékoztatója_2018-2%20%282018-10-08%29.pdf

Valószínűleg az okot az építőipar azon sajátos helyzete adja, hogy a helyszíni építési tevékenység mind a mai napig javarészt papír alapú tervek segítségével történik annak ellenére, hogy a tervezési folyamat már jó ideje részben vagy egészben számítógépen, digitális munkakörnyezetben folyik. A papír alapú kivitelezésnek és az ellenőrző szerepet betöltő közigazgatási intézményrendszer felépítésének köszönhetően a virtuális térben felépített, tervezőszoftverek segítségével felszerkesztett „termék” – épület, műtárgy, építőipari objektum mérnöki terve – a folyamat végén legtöbbször nyomtatott formában, a digitális világot megelőző hagyományoknak megfelelően készül el és kerül archiválásra is később. Tervezőirodák hatalmas falfelületeit töltik be a vaskos papírkötegek alatt rogyadozó polcok, míg a tervezés fázisait rögzítő digitális anyagból (modellből) optimális esetben is csak az utolsó verziószámmal ellátott fájlok kerülnek csupán tárolásra. Ezen fájlok azután sok esetben gyakorlati szempontból teljesen használhatatlanná válnak, a szoftverek fejlődésének köszönhető gyors verziószám-növekedéssel ugyanis 3-4 éven belül sokszor már megnyitásuk is gondot okoz (hacsak nem fordítottak rá külön figyelmet archiváláskor speciális fájlformátum megadásával), szerkesztésük pedig néha lehetetlen. Marad tehát megoldásként a papír alapú dokumentációk kezelése, legyen szó akár létesítménygazdálkodásról, akár későbbi tervezői beavatkozásról. A digitálisan, bittérképes vagy vektoros formátumban tárolt kétdimenziós rajzok információtartalmuk alapján szintén ebbe a kategóriába tartoznak, a papír alapú tervek reprodukálhatósága szempontjából fontos a létezésük, de egyéb segítséget nem nyújtanak.

A robottechnikával gyártható mérnöki termékek esetében egészen más a helyzet. Mivel a tervezett objektum digitális adatként kerül a gyártósorra, illetve a fejlesztésnél sok esetben felhasználhatók a korábbi termékek tervei, térbeli modelljei, fontos tényezővé vált a digitális, pontosan visszaolvasható archiválás.

Az épületinformációs modellezés terjedésével az építészeti gyakorlatban is egyre inkább előtérbe kerülnek a valamennyi mérnöki szakterület termékeit érintő adatkezelési, archiválási problémák. Az építészeti- és társmérnöki terveket már nem csupán két dimenzióban értelmezzük, hanem a háromdimenziós modellek és a hozzájuk rendelt további adatok jelentik a megőrzendő információt. A tervezés során létrehozott komplex modellek veszteségmentes és egyértelmű visszaolvasása alapvető feltétel a technológia előnyeinek kihasználása szempontjából. Közelebbről vizsgálva a kérdést

kiderül, hogy a probléma nem csupán az adattárolásra korlátozódik, hanem a tervezőprogramok széles skálája és folyamatos frissülése miatt gyakorlatilag a veszteségmentes információcserére kerül a hangsúly. Különböző tervezőirodák szakágtól és ismeretektől függően különböző szoftverfejlesztők termékeit használják, melyek között az információátadás egyelőre közel sem tökéletes. Ha megtaláljuk a megoldást az utóbbi problémára, a hosszú távú archiválás vonatkozó problémái is megoldódnak.

Azonosított információáramlási és archiválási problémák:

- Fájlformátumok kezelésének kérdése:
Különböző tervezőszoftverek más-más kimeneti fájlformátumot hoznak létre és képesek kezelni. Az együttműködési képességek sok esetben korlátozottak, ezért szükséges a standardizált formátumok terjedése (pl. IFC).
- Az objektumok meta-adatai:
Az adatkezeléshez nem csupán a fájlok belső tartalmát kell megőriznünk, de tudnunk kell kezelni a fájlokat is, azok kiegészítő információja alapján. Ilyen megoldandó probléma például a terv fejlődése során különböző célra létrehozott, eltérő készültségű verziók archiválásának szükségessége.
- Szervezeti munkafolyamatok:
Egy-egy irodán belül kialakult munkafolyamat hiányosságainak feltérképezése. A legtöbb esetben a rendszerezett adattárolásra kicsi hangsúlyt fektetnek, így szükséges olyan stratégia kidolgozása, mely alkalmazásával elkerülhetővé válik az adatvesztés.
- Állami vonatkozású munkafolyamatok:
Állami informatikai rendszerek felkészítése BIM állományok fogadására, az építésügyi eljárások automatizált vagy részben automatizált támogatásának lehetősége.
- IFC szabvány implementációja:
Probléma, hogy rendkívül lassan épül be a tervezőszoftverekbe egy-egy friss szabvány teljes funkcionalitása, amely lehetővé tenné a szabvány szerint minősített állományok létrehozását, illetve beolvasását.

Fentiek alapján a következő követelményeket fogalmaztam meg 2014-ben az épületinformációs modellre vonatkozóan a hosszú távú építőipari adattárolás szempontjából (Zagorác & Kócsó, 2014):

1. Minden szükséges elemet és adatot tartalmazzon az állományon belül
2. Minden szükséges elem és adat veszteségmentesen, eredeti állapotában kerüljön letárolásra
3. Későbbiekben szerkeszthető legyen
4. Mennyiségi és egyéb műszaki adatokat lehessen kinyerni belőle
5. Hosszú idő elteltével is feldolgozható legyen
6. Szoftver- és platform független legyen
7. Az állomány mérete kezelhető legyen

Ma már belátható, hogy a felsorolt követelmények együttes teljesítése egyetlen állomány segítségével nem lehetséges, illetve, ha meg is oldható, a referenciamodell-alapú tervezési eljárások szempontjából talán nem is szerencsés. (Sok problémát okozhat például az modell-elemek szerkeszthetővé tétele más szakágak számára.) Ezért meg kell különböztetni az adatszolgáltatásra szánt modellek és a saját irodai környezetben használatos állományok archiválási eljárásait. Fejlődését tekintve elmondható, hogy az IFC szabvány megfelel szakági együttműködések, illetve projektmenedzsment szempontjából támasztott követelményeknek, továbbá az építésügyi eljárásokhoz szükséges paraméterkészlettel is felruházható. A saját irodán belüli archiváláskor, illetve az üzemeltetési célú felhasználásra szánt állományok esetében azonban érdemes kettős archiválási eljárást alkalmazni, azaz az IFC formátum mellett a natív (szerkeszthető) formátumot is eltárolni. Üzemeltetés esetén ugyanis hiába olvashatók ki a kezdőadatbázis feltöltéséhez szükséges adatok az IFC állományokból, bármikor szükséges lehet változásokat felvezetni a modellre, amelyhez szükségünk lesz a natív formátumra.

Összegezve tehát az értekezésem eddigi megállapításait, az állami szintű BIM implementációhoz szükség van humánerőforrás-képzésre (más szóval: szemléletformálásra), jól használható módszertanok kialakítására, szerződéses környezet megteremtésére, illetve a digitális adatáramlás szabályozására. A Lechner Tudásközpont BIM irányelveinek tartalmi meghatározásakor ezen feladatokat vettem figyelembe.

V.2 A Lechner BIM irányelvek kötetei és szerkezeti felépítése:

1. Kötet Általános Bevezető	Definíciók, terminológia
	Általános BIM fogalmak
	BIM USES, modell típusok
	A BIM állami szabályozásának kérdésköre - Lechner BIM
2. Kötet Projekt résztvevők (Újra) Definíciója, Szerződéses Környezet Kialakítása, Módszertani Leírások, Bemutatók	Szerződéses környezet
	Megrendelői Igényspecifikáció
	Végrehajtási terv
	Klasszifikáció
	Adott projektre vonatkozó részletesség definíciója (egységes rendszer alapján)
	Adott projektre vonatkozó modell tartalomra meghatározása (egységes rendszer kialakítása)
	Modell tartalomra és ütemezésre vonatkozó mellékletek (RT, MPDT, MIDP, TIDP)
	BIM módszerek
	Projektciklusok definiálása, projektciklusok tervezési feladatai
	Projektszerepkörök definíciója
	Modell felhasználása a projektciklusban
	BIM szerepkörök és felelősségek
	Mapparendszer, nevezéktan
	Felmérési módszerek (hagyományos, 3Dscan to BIM, hibrid)
	BIM módszerek (előkészítés, modellezés, átadás)
	Adatszeregáció (modellstruktúra), BIM kollaboráció, interoperabilitás
	Referenciamodell-alapú együttműködés, fájlformátumok
	BIM módszerek YOUTUBE VIDEÓK
	Ellenőrzési módszerek (QA)
	Ellenőrzési módszerek YOUTUBE VIDEÓK
	Szoftverlista + alkalmazási terület
	Presentation styles (kapcs: műszaki ábr. Irányelv)
	Sablonfájlok elkészítése ArchiCAD
	Sablonfájlok elkészítése REVIT
	Sablonfájlok elkészítése Autodesk Architecture
	Sablonfájlok elkészítése Allplan
	Sablonfájlok elkészítése Microstation
	BIM for estimation (QTO)
	BIM for construction (QTO, coordination, RTS)
	BIM for FM
	Virtual Reality and BIM
	Augmented Reality and BIM
	Hardware
3. Kötet Informatikai Fejlesztésekhez Kapcsolódó Követelmények Meghatározása	Adatstruktúra meghatározása – I.
	IFC
	MVD-k (Model View Definition)
	Property server
	Komponensek
	Property Set
	Property
	bsDD (buildingsmart Adat Szótár)
	Adatstruktúra meghatározása – II.
	Fejlesztési környezet
	Fejlesztési peremfeltételek
4. kötet Szabvány-katalógus létrehozása	Létező szabványok rendszerezése
	Létező szabványok fordítása
	Szakmai lektorálás
	Szabványügyi nyelvhelyességi lektorálás
	Szabványok közérthetővé tétele

V.3 A Lechner BIM-kézikönyv első kötetének tartalomjegyzéke

1.	BEVEZETÉS	6
1.1	A LECHNER TUDÁSKÖZPONT ÁLTALÁNOS FELADATA	7
1.2	A NEMZETI BIM-SZABVÁNY KÉRDÉSE.....	8
1.3	A DOKUMENTUM CÉLJA	9
1.4	LEHATÁROLÁS	10
1.5	FELHASZNÁLT IRODALOM	11
2.	DEFINÍCIÓK ÉS MEGHATÁROZÁSOK	12
2.1	ALAPFOGALMAK	13
2.2	BIM-DIMENZIÓK.....	16
2.3	A MODELLELEMEK TARTALMÁVAL KAPCSOLATOS FOGALMAK	18
2.4	SZERZŐDÉSEKHEZ KAPCSOLÓDÓ FOGALMAK	27
2.5	KLASSZIFIKÁCIÓS RENDSZEREKKEL KAPCSOLATOS FOGALMAK	33
2.6	IFC-VEL KAPCSOLATOS FOGALMAK.....	36
2.7	EGYÉB FOGALMAK	40
3.	A BIM ÁLTALÁNOS LEÍRÁSA.....	48
3.1	A BIM RÖVID TÖRTÉNETE	49
3.2	A BIM DEFINÍCIÓJA.....	51
3.3	A BIM gyakorlati jelentősége	52
3.4	BIM-életciklus	55
4.	A BIM ALKALMAZÁSI TERÜLETEI	57
4.1	A TERVEZÉSI TEVÉKENYSÉG TÁMOGATÁSA	58
4.2	TERVDOKUMENTÁCIÓ KINYERÉSE	62
4.3	TERVELLENŐRZÉS.....	65
4.4	AKTUÁLIS ÁLLAPOT RÖGZÍTÉSE.....	68
4.5	HELYSZÍANALÍZIS.....	71
4.6	ENERGETIKAI ANALÍZIS.....	73
4.7	SZERKEZETI ANALÍZIS	76
4.8	VILÁGÍTÁSTECHNIKAI ANALÍZIS.....	79
4.9	EGYÉB MÉRNÖKI ANALÍZISEK	81
4.10	TÉRBELI TERVEZÉSKOORDINÁCIÓ ÉS ÜTKÖZÉSVIZSGÁLAT.....	83
4.11	ÜTEMTERVEZÉS (4D BIM)	87
4.12	KÖLTSÉGBECSLÉS, KÖLTSÉGVETÉS (5D BIM).....	90
4.13	FENNTARTHATÓSÁGI MINŐSÍTÉS	94
4.14	TÉRSZERVEZÉS.....	97
4.15	DIGITÁLIS GYÁRTÁSTÁMOGATÁS	99
4.16	ORGANIZÁCIÓS TERV KÉSZÍTÉSE	102
4.17	DIGITÁLIS KIVITELEZÉSKOORDINÁCIÓ	105
4.18	ÉPÜLETGÉPÉSZETI ÉS ELEKTROMOS RENDSZEREK ANALÍZISE.....	107
4.19	KARBANTARTÁS ÜTEMEZÉSE	109
4.20	HELYISÉGGAZDÁLKODÁS.....	112
4.21	ESZKÖZMENEDZSMENT	115
4.22	KATASZTRÓFAVÉDELMI TERVEZÉS.....	117
4.23	MEGVALÓSULÁSI ÁLLAPOT RÖGZÍTÉSE	119
4.24	ÉPÍTÉSKIVITELEZÉSI RENDSZEREK TERVEZÉSE	122
4.25	SZABVÁNY MEGFELELŐSÉGI VIZSGÁLAT	124
5.	A BIM ALKALMAZÁSI TERÜLETEI ÉS A PROJEKTFÁZISOK KÖZÖTTI KAPCSOLAT.....	127

V.4 A fejezethez tartozó új tudományos eredmények, tézisek:

T.4 Meghatároztam és kidolgoztam az állami szabályozás alapjául szánt Lechner BIM irányelvek (kézikönyvek) tartalmi felépítését a BIM sikeres magyarországi implementációja érdekében.

- 4.1 Megírtam és közzétettem az első egységes, magyar nyelvű állami BIM kézikönyv első kötetét, amely összhangban áll a 1567/2015. (IX.4.) Korm. határozatban foglaltakkal. A kézikönyv további köteteinek szerkesztése jelen pillanatban is folyamatban van, az európai és magyar szabványosítási folyamatok figyelembevételével.
- 4.2 Definiáltam a BIM modell hosszú távú építőipari adattárolásával szemben támasztott követelményeket. Megvizsgáltam az IFC szabványt és megállapítottam, hogy alkalmas hosszú távú adattárolási célra, illetve az egységes állami építésügyi adatkörnyezet kialakításához.

VI. Felhasznált irodalom:

- Abbas, A., Din, Z. U., & Farooqui, R. (2016). Integration of BIM in Construction Management Education: An Overview of Pakistani Engineering Universities. *Procedia Engineering*, 145, 151–157.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.034>
- Peter, S. (2014). BIM Implementation – Global Strategies. *Procedia Engineering*, 85, 482–492. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.10.575>
- Caroline Clevenger, Mehmet E. Ozbek, Scott Glick, & Dale Porter. (n.d.). (PDF) Integrating BIM into Construction Management Education
https://www.researchgate.net/publication/228915521_Integrating_BIM_into_Construction_Management_Education
- Cheung, F. K. T., Rihan, J., Tah, J., Duce, D., & Kurul, E. (2012). Early stage multi-level cost estimation for schematic BIM models. *Automation in Construction*, 27, 67–77. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.05.008>
- Chuck Eastman, K. L., Paul Teicholz, Rafael Sacks. (2008). *BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9780470261309>
- Dennis M Gier. (2007). Does Learning Building Information Modeling Improve the Plan Reading Skills of Construction Management Students? *Associated Schools of Construction: Proceedings of the 43rd Annual Conference*, 14. Retrieved from <http://ascpro0.ascweb.org/archives/cd/2007/paper/CEUE146002007.pdf>

- Ditróy, G., & Pásztor, R. (2019, January 7). Felhő alapú csapatmunka a jövő a magyar építőiparban. Retrieved from <https://www.portfolio.hu/ingatlan/varos/felho-alapu-csapatmunkae-a-jovo-a-magyar-epitoiparban.309327.html>
- Dowsett, R. M., & Harty, C. F. (2014). *Evaluating the benefits of BIM for sustainable design - A review*.
- Dubniczky, M. (2018, December). A BIM-éra. *Mérnökújság*, XXV(12.), 9.
- Dummenahally, N. (2007). *Building Information Modeling For Green and Energy Efficient Buildings Design*. <https://doi.org/10.15680/IJRSET.2016.0505527>
- Eadie, R., Browne, M., Odeyinka, H., McKeown, C., & McNiff, S. (2013). BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis. *Automation in Construction*, 36, 145–151. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.09.001>
- ÉVOSZ Szárazépítő Tagozat. (2002). Szárazépítési munkák költségvetés-kiírási tételrendje, munkaidő normái. Gyorsjelentés Kiadó Kft. Retrieved from https://www.evosz.hu/data/dokument/szarazep_ktgvet_kiiras.pdf
- Eynon, J. (2016). *Construction manager's BIM handbook*. Chichester, West Sussex, United Kingdom: Wiley Blackwell.
- Gier, D. M. (2015). Integrating Building Information Modeling (BIM) into Core Courses within a Curriculum: A Case Study. *International Journal of Engineering Research and General Science Volume 3*, 3(1), 16. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.678.8898&rep=rep1&type=pdf>
- György Dr., L. (2018, December). Digitális építésgazdaság. *Mérnökújság*, XXV(12.), 9.

- Hardin, B., & McCool, D. (2015). *BIM and construction management: proven tools, methods, and workflows* (Second edition). Indianapolis, Indiana: Sybex, a Wiley brand.
- Kassem, M., & Succar, B. (2017). Macro BIM adoption: Comparative market analysis. *Automation in Construction*, 81, 286–299.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.04.005>
- Kymmell, W. (2008). *Building information modeling planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations*. The McGraw-Hill Companies, Inc.
<https://doi.org/10.1036/0071494537>
- Leite, F., Akcamete, A., Akinci, B., Atasoy, G., & Kiziltas, S. (2011). Analysis of modeling effort and impact of different levels of detail in building information models. *Automation in Construction*, 20(5), 601–609.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.11.027>
- Oesterreich, T. D., & Teuteberg, F. (2019). Behind the scenes: Understanding the socio-technical barriers to BIM adoption through the theoretical lens of information systems research. *Technological Forecasting and Social Change*.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.01.003>
- Pittard, S. (Ed.). (2015). *BIM and quantity surveying*. New York, NY: Routledge.
- RG Kreider, J. M., & Ralph G., J. I. (2013). The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses. The Pennsylvania State University. Retrieved from
https://www.bim.psu.edu/download/the_uses_of_bim.pdf

Succar, B., & Kassem, M. (2015). Macro-BIM adoption: Conceptual structures.

Automation in Construction, 57, 64–79.

<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.04.018>

Violeta Nushi, A. J. (n.d.). (PDF) The integration of “building information modeling”

(BIM) in sustainable architecture and construction education case study in

Pristina University. Retrieved from

https://www.researchgate.net/publication/323701336_The_integration_of_building_information_modeling_BIM_in_sustainable_architecture_and_construction_education_case_study_in_Pristina_University

Wilson W.S.Lua, H. (2011). Building information modeling and changing construction practices. *Automation in Construction*, 20(2), 99–100.

<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.09.006>

Yang, J.-B., & Chou, H.-Y. (2018). Mixed approach to government BIM implementation policy: An empirical study of Taiwan. *Journal of Building Engineering*, 20, 337–

343. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2018.08.007>

Zhang, F., Sang, Q., & Yao, F. (2018). Green Building and Information Model

Construction. *OALib*, 05(07), 1–7. <https://doi.org/10.4236/oalib.1104746>

VII. Saját publikációk

Könyv:

Zagorác, Márk ; Szabó, Beatrix: BIM - KÉZIKÖNYV: BEVEZETÉS AZ ÉPÜLETINFORMÁCIÓS MODELLEZÉSBE Budapest, Magyarország : Lechner Nonprofit Kft. (2018) , 127 p. ISBN: [978-615-80980-1-4](#) [Teljes dokumentum](#)

Könyvfejezet:

Zagorác, Márk ; Kócsó, Dániel: *IFC - Industry Foundation Classes* pp. 77-93. , 16 p. In: Iványi, Péter (szerk.) *A hosszú távú adattárolás kérdései* Pécs, Magyarország : Pollack Press, (2014) p. 116 (ISBN:978-963-7298-57-8)

Norbert, Barkóczi; László, Bertalan; Gergely, Szabó; Márton, Deák; Szabolcs, Kari ; Judit, Csenge Vizi; **Márk, Zagorác**; András, Sik; Miklós, Riedel; Balázs, Kohán et al.: *Examples from the Boundaries of Geographic Survey: Architecture and Flood Modeling*, In: Gianluca, Casagrande; Sik, András; Szabó, Gergely (szerk.) *Small Flying Drones*, Zürich, Svájc : Springer International Publishing, (2018) pp. 127-156. , 30 p. (ISBN:978-3-319-66576-4) [DOI Scopus](#)

Folyóiratcikk:

Etlinger, J. ; Rák, O. ; **Zagorác, M.** ; Máder, P.M.: *Revit add-on modification with simple graphical parameters* POLLACK PERIODICA: AN INTERNATIONAL JOURNAL FOR ENGINEERING AND INFORMATION SCIENCES 13 : 3 pp. 73-81. , 9 p. (2018) [DOI Scopus](#)

Grátzer, Szabolcs ; Kócsó, Dániel ; **Zagorác, Márk**: *A BIM egy közös nyelv - egy mintaprojekt tapasztalatai* MAGYAR ÉPÍTÉSTECHNIKA 56 : 6-7 pp. 12-17. , 5 p. (2018) [Matarka](#)

M, Zagorác ; J, Etlinger ; P, Iványi: *Accurate Quantity Data Extraction from Low Level of Detail BIM Models* p. 155 *Paper: 155*, In: B H, V Topping; Péter, Iványi (szerk.) *Proceedings of the Fourteenth International Conference on Civil, Structural and Environmental Engineering Computing*, Stirling, Egyesült Királyság / Skócia : Civil-Comp Press, (2013) p. 236 [DOI Scopus](#)

Konferenciaközlemény:

Deák, Márton ; **Zagoráczy, Márk** ; Kari, Szabolcs ; Sik, András ; Riedel, Miklós Márton:
Pontfelhők az építésügyben – problémák és megoldások pp. 89-96. In: Balázs, B
(szerk.) *Az elmélet és a gyakorlat találkozása a térinformatikában VIII. = Theory meets
practice in GIS Debrecen, Magyarország : Debreceni Egyetemi Kiadó, (2017) p. 462*
Nyelv: Magyar (ISBN:978-963-318-638-1)

Zagoráczy, Márk Balázs: *Az épületinformációs modellezés (BIM) implementációjának
problémái* In: Bitay, Enikő (szerk.) *Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XVII.:
Nemzetközi Tudományos Konferencia [international scientific conference]* Kolozsvár,
Románia : Erdélyi Múzeum-Egyesület (EME), (2012) pp. 391-394. Paper: 100 , 4 p.
Nyelv: Magyar

Zagoráczy, Márk ; Kondor, Tamás: *Az informatika szerepe az építészmérnök képzésben*
In: Cser, L; Herdon, M (szerk.) *Informatika a felsőoktatásban 2011
konferencia Debrecen, Magyarország: Debreceni Egyetem Informatikai Kar, (2011) pp.
958-964. , 7 p. (ISBN:978-963-473-461-1)*

Konferenciaközlemények (absztrakt) és előadások:

Zagoráczy, Márk ; Kócsó, Dániel ; Mäder, Patrik Márk: *The necessity of defining BIM
contractual documents in Construction Industry p. 142* In: Attila, Fülöp; Péter, Iványi
(szerk.) *13th Miklós Iványi International PhD & DLA Symposium - Abstract Book :
Architectural, Engineering and Information Sciences Pécs, Magyarország : Pollack
Press, (2017) p. 142.* Nyelv: Angol (ISBN:978-963-642-780-1)

Kócsó, Dániel ; **Zagoráczy, Márk:** *Key aspects of integrating a BIM project into the
contractual environment p. 72* In: Attila, Fülöp; Péter, Iványi (szerk.) *13th Miklós Iványi
International PhD & DLA Symposium - Abstract Book : Architectural, Engineering and
Information Sciences Pécs, Magyarország : Pollack Press, (2017) p. 72.* Nyelv: Angol
(ISBN:978-963-642-780-1)

Zagorác, Márk ; Etlinger, József ; Bakai, Nándor ; Dr. Sik, András: *BIM a mélyépítésben p. 16* In: Dr. Szendefy, János; Dr. Mahler, András; Dr. Móczár, Balázs; Huszák, Tamás (szerk.) Geotechnika 2017 Budapest, Magyarország : Konferencia Iroda Bt., (2017) p. 16. Nyelv: Magyar (ISBN:978-615-804-268-0)

Etlinger, József ; **Zagorác, Márk** ; Rák, Olivér: *Add-on modification with simple graphical parameters p. 42* In: Iványi, Péter (szerk.) 12th Miklós Iványi International PhD and DLA Symposium : Architectural, Engineering and Information Sciences: Abstract Book Pécs, Magyarország : Pollack Press, (2016) p. 42. Nyelv: Angol (ISBN:978-963-429-094-0)

Kócsó, Dániel ; **Zagorác, Márk** ; Etlinger, József: *BIM implementation into design service during construction (DSDC) – Case study p. 71* In: Iványi, Péter (szerk.) 12th Miklós Iványi International PhD and DLA Symposium : Architectural, Engineering and Information Sciences: Abstract Book Pécs, Magyarország : Pollack Press, (2016) p.71. (ISBN:978-963-429-094-0)

Máder, Patrik ; **Zagorác, Márk** ; Rák, Olivér: *Analyzing the requirements and the solutions for a point cloud based BIM model p. 81* In: Iványi, Péter (szerk.) 12th Miklós Iványi International PhD and DLA Symposium : Architectural, Engineering and Information Sciences: Abstract Book Pécs, Magyarország : Pollack Press, (2016) p. 81. Nyelv: Angol (ISBN:978-963-429-094-0)

Zagorác, Márk ; Etlinger, József ; Silye, Imre: *Use of Low Detailed BIM models for CAFM purposes p. 127* In: Iványi, Péter (szerk.) 12th Miklós Iványi International PhD and DLA Symposium : Architectural, Engineering and Information Sciences: Abstract Book Pécs, Magyarország : Pollack Press, (2016) Nyelv: Angol p. 127. (ISBN:978-963-429-094-0)

Etlinger, József ; **Zagorác, Márk** ; Máder, Patrik: *High detailed BIM object creation with graphical parameters p. 43* In: Iványi, Péter (szerk.) Eleventh International Miklós Iványi Phd & DLA Symposium : Abstract Book, Pécs, Magyarország : University of Pécs Pollack Mihály Faculty of Engineering and Information Technology, (2015) p. 128 (ISBN:978-963-642-876-1)

Kócsó, Dániel ; **Zagoráczy, Márk** ; Etlinger, József: *The regulation of BIM (Building Information Modeling) p. 79* In: Iványi, Péter (szerk.) Eleventh International Miklós Iványi Phd & DLA Symposium : Abstract Book, Pécs, Magyarország : University of Pécs Pollack Mihály Faculty of Engineering and Information Technology, (2015) p. 128 Nyelv: Angol (ISBN:978-963-642-876-1)

Zagoráczy, Márk ; Kócsó, Dániel ; Etlinger, József: *BIM compatible building element classification systems p. 125* In: Iványi, Péter (szerk.) Eleventh International Miklós Iványi Phd & DLA Symposium : Abstract Book, Pécs, Magyarország : University of Pécs Pollack Mihály Faculty of Engineering and Information Technology, (2015) p. 128 Nyelv: Angol (ISBN:978-963-642-876-1)

Máder, Patrik Márk ; **Zagoráczy, Márk** ; Etlinger, József: *The usage of ArchiCAD model in IDA Indoor Climate and Energy (IDA ICE) program p. 79* In: Iványi, Péter (szerk.) Eleventh International Miklós Iványi Phd & DLA Symposium: Abstract Book, Pécs, Magyarország: University of Pécs Pollack Mihály Faculty of Engineering and Information Technology, (2015) p. 128 Nyelv: Angol (ISBN:978-963-642-876-1)

Etlinger, J ; **Zagoráczy, M.** ; Máder, P.: *Comparison of DWG and IFC based information exchange with highly detailed compound BIM models p. 34* In: Iványi, Péter (szerk.) 10th International Miklós Iványi Phd & DLA Symposium : Abstract Book Pécs, Magyarország: Pollack Mihály Műszaki Kar, Pollack Press, (2014) p. 122 Nyelv: Angol (ISBN:978-963-7298-56-1)

Iványi, Péter ; Pandur, Béla ; Gyurák, Gábor ; **Zagoráczy, Márk** ; Várady, Géza: *Long-term data storage* In: Iványi, Péter (szerk.) 10th International Miklós Iványi Phd & DLA Symposium : Abstract Book Pécs, Magyarország : Pollack Mihály Műszaki Kar, Pollack Press, (2014) p. 56 , 1 p. Nyelv: Angol (ISBN:978-963-7298-56-1)

Kócsó, D ; **Zagoráczy, M** ; Etlinger, J: *IFC export method examination of compound BIM models p. 62 , 1 p.* In: Iványi, Péter (szerk.) 10th International Miklós Iványi Phd & DLA Symposium : Abstract Book Pécs, Magyarország : Pollack Mihály Műszaki Kar, Pollack Press, (2014) p. 122 Nyelv: Angol (ISBN:978-963-7298-56-1)

Máder, Patrik ; Etlinger, József ; **Zagorác, Márk**: *IFC based archiving process for lowdetailed BIM models p. 75* In: Ivanyi, Peter (szerk.) 10th International Miklós Iványi PhD & DLA Symposium : Abstract Book Pécs, Magyarország : Pollack Mihály Műszaki Kar, Pollack Press, (2014) p. 122 Nyelv: Angol (ISBN:978-963-7298-56-1)

Zagorác, M ; Etlinger, J ; Kócsó, D: *Mistakes in building standards database discovered with BIM models p. 120* In: Ivanyi, Peter (szerk.) 10th International Miklós Iványi PhD & DLA Symposium : Abstract Book Pécs, Magyarország : Pollack Mihály Műszaki Kar, Pollack Press, (2014) p. 122 Nyelv: Angol (ISBN:978-963-7298-56-1)

Etlinger, J. ; **Zagorác, M.** ; Kócsó, D. ; Máder, P.: *Az épületinformációs modellezés bemutatása két AEC CAD szoftver alkalmazásának összehasonlításával p. 110 Paper: O14.1* In: Kósa, Balázs; Springó, Zsolt (szerk.) III. Interdiszciplináris Doktorandusz Konferencia 2014 : Abstract Pécs, Magyarország : Pécsi Tudományegyetem Doktorandusz Önkormányzat, (2014) p. 286 Nyelv: Magyar (ISBN:978-963-642-597-5)

Kócsó, D ; Etlinger, J. ; Máder, P. ; Kiss, S. ; **Zagorác, M.**: *QA és RFI dokumentációk előállítása közvetlenül az épületinformációs modellből Microsoft Excel VBA feladat automatizálással p. 112 Paper: O14.3* In: Kósa, Balázs; Springó, Zsolt (szerk.) III. Interdiszciplináris Doktorandusz Konferencia 2014 : Abstract Pécs, Magyarország : Pécsi Tudományegyetem Doktorandusz Önkormányzat, (2014) p. 286 Nyelv: Magyar (ISBN:978-963-642-597-5)

Máder, P ; Etlinger, J. ; **Zagorác, M** ; Kócsó, D. ; Kiss, S.: *Az építőipari Anyagjelölés fejlődése és kiterjesztett funkciója az épületinformációs modellezésben p. 113 Paper: O14.4* In: Kósa, Balázs; Springó, Zsolt (szerk.) III. Interdiszciplináris Doktorandusz Konferencia 2014 : Abstract Pécs, Magyarország : Pécsi Tudományegyetem Doktorandusz Önkormányzat, (2014) p. 286 Nyelv: Magyar (ISBN:978-963-642-597-5)

Zagorác, M ; Etlinger, J. ; Kiss, S. ; Kócsó, D. ; Máder, P.: *Építőipari anyagnormák mennyiségi tényezőjének vizsgálata épületinformációs modellezési (BIM) eljárással p. 114 Paper: O14.5* In: Kósa, Balázs; Springó, Zsolt (szerk.) III. Interdiszciplináris Doktorandusz

Konferencia 2014 : Abstract Pécs, Magyarország : Pécsi Tudományegyetem Doktorandusz Önkormányzat, (2014) p. 286 Nyelv: Magyar (ISBN: 978-963-642-597-5)

Zagorác, Márk Balázs ; Etlinger, József ; Iványi, Péter: *Az épületinformációs modell részletességének meghatározása a felhasználás függvényében pp. 190-191. , 2 p.* In: II. Interdisciplinary Doctoral Conference Pécs, Magyarország (2013) Nyelv: Magyar, Angol

J, Etlinger ; **M, Zagorác** ; P, Iványi: *Fast track BIM methods p. 44* In: Peter, Ivanyi (szerk.) Architectural, Engineering and Information Sciences - 9th International PhD & DLA Symposium : Abstracts Book Pécs, Magyarország : University of Pécs Pollack Mihály Faculty of Engineering, (2013) Nyelv: Angol

M, Zagorác ; J, Etlinger ; P, Iványi: *Accurate Quantity Data Extraction from Low Level of Detail BIM Models p. 155 Paper: 155* In: B H, V Topping; Péter, Iványi (szerk.) Proceedings of the Fourteenth International Conference on Civil, Structural and Environmental Engineering Computing Stirling, Egyesült Királyság / Skócia : Civil-Comp Press, (2013) p. 236 Nyelv: Angol

Zagorác, Márk Balázs ; Etlinger, József ; Iványi, Péter: *Utilization of Building Information Modeling in fast track projects – case study: A possible way of BIM optimization pp. 152-152. , 1 p.* In: Iványi, Péter (szerk.) Eight International PhD & DLA Symposium : Architectural, engineering and information sciences : abstracts book Pécs, Magyarország : University of Pécs Pollack Mihály Faculty of Engineering and Information Technology, (2012) 154 p. Nyelv: Angol

Zagorác, Márk Balázs: *Optimization of Building Information Modeling*: In: Iványi, Péter (szerk.) Research conference on information technology: honoring volume on Pollack Mihály Faculty of Engineering and Information Technology : Seventh International PhD & DLA Symposium, october 24-25, 2011 Komló, Magyarország : Rotari Press, (2011) pp. C150-C150. Paper: C150 Nyelv: Angol

Zagorác, Márk: *Effective usage of Building Information Modeling (BIM) in construction industry* In: P, Iványi (szerk.) Engineering Research: Anniversary Volume Honoring Amália

and Miklós Iványi : Abstracts of the Sixth International PhD & DLA Symposium Pécs, Magyarország : Pollack Press, (2010) p. c:114 Paper: c:114 (ISBN:978-963-7298-40-0)

Jelentősebb külföldi nemzetközi konferenciaközlemények és előadások:

Zagorác, Márk: *archifm.net based CAFM system at University of Pécs Paper: zm (2016)* BIC 2016, BIM International Conference, Lisbon, Portugal 2016.10.13-14. konferencia absztrakt és előadás, Megjelenés: Portugália, Nyelv: Angol

Zagoracz, Mark: *Construction management with the utilization of BIM*, 10 órás kurzus az UBT egyetemen, Pristina, Kosovo, 2015.01.16-17, nyelv: angol

Zagoracz, Mark: *Research Projects Related to BIM Implementation in Hungary*, Trends in European Structures and Architecture, Metropolitan State University, Denver, USA 2014.08.20. konferencia előadás, nyelv: angol

Zagorác, Márk Balázs ; Dr. Iványi, Péter: *Problems of long-term data and plan storage in the construction industry* In: E I, Arkhipova (szerk.) Communication of Students, Master Students and Post-Graduates in Academic, Professional and Scientific Areas : All-Russian Student Academic Conference with International Participation Izhevsk, Oroszország: Izhevsk State Technical University, (2013) Nyelv: Angol, Orosz

Zagorác, Márk Balázs: *BIM services in Middle Europe based on North American experience: Integrating BIM into university education is a promising approach* In: Petr, Vanek (szerk.) BIM2DAY Prague, Csehország (2012) pp. 10-10. Paper: II/ #7 , 1 p. nyelv: Angol, Cseh

Egyéb publikációk:

Tananyag:

Zagorác Márk: *Épületinformációs modellezés / Building Information Modeling* – tananyagfejlesztés a TAMOP-4.1.1.C-12/1/KONV-2012-0012 „Zöld Energia Felsőoktatási Együttműködés”(ZENFE) projekt keretén belül, 74 oldal, nyelv: magyar, angol, 2014. Pécs,

Vállalati szabvány

Zagorác Márk, Kocsis Tamás: *MARKET BIM kézikönyv és vállalati szabvány*, kapcsolódó szerződésmelléleteket kidolgozása, Budapest, 2016.

Szakmai továbbképzés, kamarai oktatás:

Zagorác, Márk ; Rák, Olivér: *A Magyar Telekom székház épületgépészeti tervezése, modellezése – Kihívások, megoldások (2018)* Előadás az Új technikák és technológiák az épületgépészetben konferencián, Budapest, 2018.03.28. Megjelenés: Magyarország

Zagorác, Márk ; Máder, Patrik Márk ; Rák, Olivér: *Hatékonyság növelése a tervezési folyamatokban a BIM segítségével – magyarországi esettanulmányok (2018)* Plenáris előadás a Pollack Expo rendezvényen, Pécs, 2018.03.01., Megjelenés: Magyarország

Zagorác, Márk ; Rák, Olivér: *Új utakon! Az új Telekom székház épületgépészeti modellezése (2018)* Előadás a START 2018 Konferencián, Budapest 2018.01.15., Megjelenés: Magyarország

Zagorác, Márk ; Etlinger, József ; Bakai, Nándor ; Dr. Sik, András: *BIM a mélyépítésben p. 16* In: Dr. Szendefy, János; Dr. Mahler, András; Dr. Móczár, Balázs; Huszák, Tamás (szerk.) *Geotechnika 2017 Budapest, Magyarország* : Konferencia Iroda Bt., (2017) Nyelv: Magyar

Zagorác, Márk: *BIM alkalmazása vasbeton építésben, BIM gyakorlati alkalmazása valós projekteken - Fejlesztések és képzések szükségszerűsége* Paper: zm (2017) Előadás a Budapesti és Pest Megyei Mérnöki Kamara - Építési és Tartószerkezeti szakmai továbbképzésén, Budapest, 2017.04.07. (Construma), Megjelenés: Magyarország, Nyelv: Magyar

Zagorác, Márk: *archifm.net alapú CAFM rendszer a Pécsi Tudományegyetemen*, (2017) Előadás a Vasúti Építészeti Napok 2017. konferencián, Esztergom, 2017.09.28., Megjelenés: Magyarország,

Zagorác, Márk ; Bakai, Nándor: *A BIM részletességének szabályozása – például látszóbeton szerkezet esetében* Paper: zm (2017) Előadás a Szakmai konferencia a Hydro BG Kft., a KK Kavics Beton Kft. és a LAFARGE Cement Magyarország Kft. rendezésében, Goupama Aréna, Budapest, 2017.03.23., Megjelenés: Magyarország, Nyelv: Magyar

Zagorác, Márk ; Szabó, László: *Are you ready for the BIM?* Paper: zm (2017) Előadás HuGBC & RICS Green Talk, CEU, Budapest, 2017.02.21., Megjelenés: Magyarország, Nyelv: Angol

Zagorác, Márk: *A BIM mint a beruházásszervezés informatikai támogatásának lehetősége* Paper: zm (2015) előadás a Magyar Projektmenedzsment Szövetség és Építési Tagozata, illetve az ÓBUDA-ÚJLAK Zrt. Az építési beruházások vezetése c. konferenciáján, 2015.09.17. Budapest, Megjelenés: Magyarország, Nyelv: Magyar

Ismeretterjesztő előadás:

Zagorác, Márk: *A Lechner BIM kézikönyv (2018)* Előadás a Portfolio FM&Office 2018. konferencián, Budapest, 2018.04.19., Megjelenés: Magyarország

Zagorác, Márk: *A Lechner BIM kézikönyv (2018)* Előadás az Okos városok, okos városalakók konferencián - Budapest, 2018.04.18., Megjelenés: Magyarország,

Zagoráczy, Márk ; Máté, Klára: *Okos városok - a résztől az egészig a BIM segítségével (2018)* Előadás az Okos városok, okos városok lakók - Magyar Építéstechnika konferenciáján, Budapest, 2017.09.20., Megjelenés: Magyarország

Zagoráczy, Márk ; Dr. Sik, András: *Építésügyi informatikai fejlesztések a Lechner Tudásközpontban (2017)* Előadás a Digitális Építőipar Konferencián, 2017.11.28. Kecskemét, Megjelenés: Magyarország,

Zagoráczy, Márk ; Sik, András: *Az épületmodellektől a 3D városmodellekig és tovább... /A Lechner Tudásközpontban zajló fejlesztések bemutatása (2017)* Lássunk a falakon át! Open Knowledge Meetup, Budapest, BME 2017.03.23., Megjelenés: Magyarország, Nyelv: Magyar

Zagoráczy, Márk: *Okos megoldások kicsiben és nagyban – a BIM és a Smart City kapcsolata Paper: zm (2017)* Előadás Varinex Infrastruktúra Nap, Budapest, 2017.02.08., Megjelenés: Magyarország

Joó, Attila ; **Zagoráczy, Márk:** *BIM a felsőoktatásban Paper: ja (2016)* Előadás a MABIM konferencián, Budapest, 2016. január 28., Megjelenés: Magyarország, Nyelv: Magyar

Zagoráczy, Márk: *BIM – innovatív technológiák az építőiparban Paper: zm (2016)* PTE Nyitott Egyetem – előadás és televízió műsor, Pécs, 2016. május 3., Megjelenés: Magyarország, Nyelv: Magyar

Zagoráczy, Márk: *Építéskivitelezés előkészítése BIM technológiával Paper: zm (2015)* Előadás Smart City Műhelykonferencián, PTE SZKK, 2015.03.25., Megjelenés: Magyarország, Nyelv: Magyar

Zagoráczy, Márk: *A Building Information Modeling (BIM) felhasználási lehetőségei a kivitelezésben (2011)* Kutatási téma bemutatása magyar nyelven a Pollack EXPO 2011 keretén belül, Nyelv: Magyar