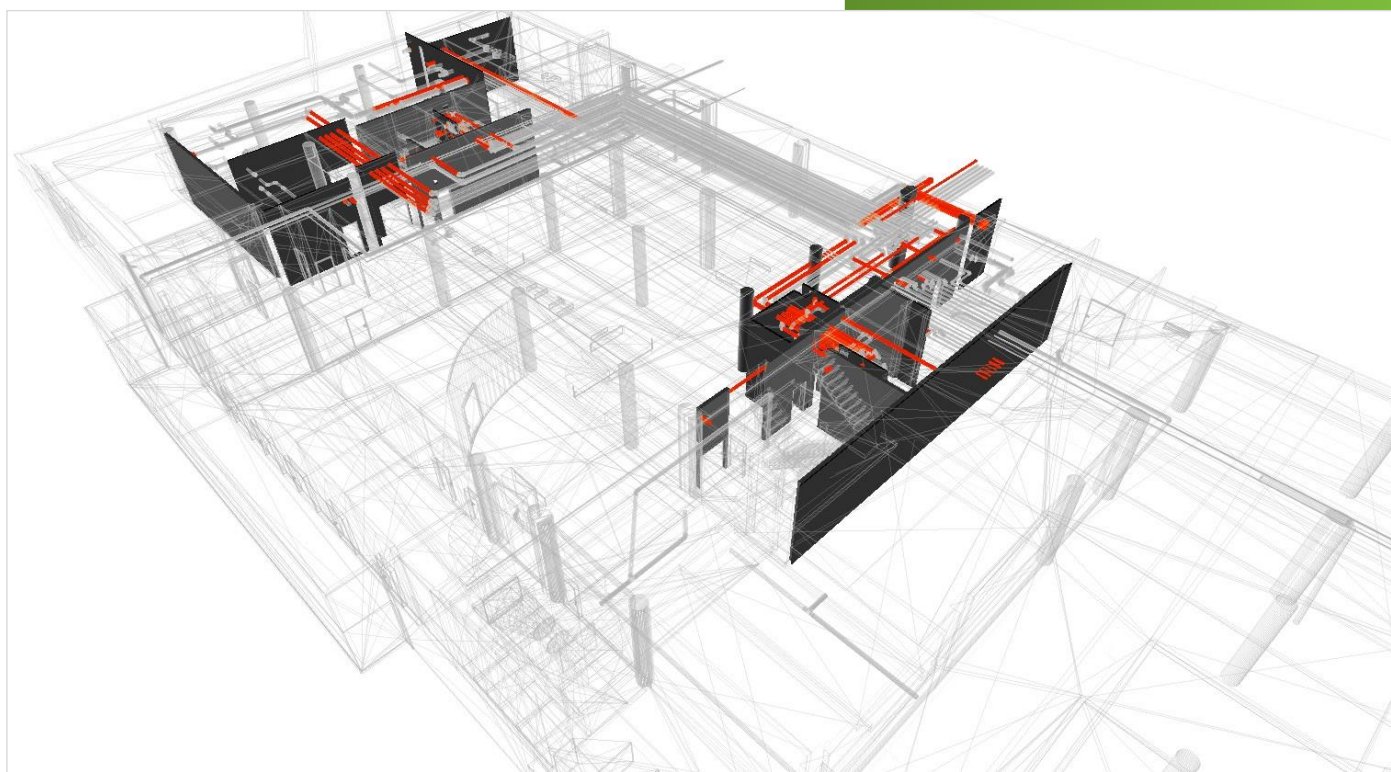


BIM rendszerek alkalmazásának lehetőségei a magyarországi gyakorlatban



Szerzők:

**Czoboly Olivér Attila
Harman Béla András**

Konzulensek:

**Dr. Schrancz Mihály Tamás,
Horváth Attila**

Külsős konzulensek:

**Finta és Társai Építész Stúdió Kft.
KÉSZ Építő Zrt.
Temesvári Tervező Kft.**

Tartalomjegyzék

1	BEVEZETÉS	3
2	A MŰSZAKI TERVFELDOLGOZÁS FEJLŐDÉSE AZ ELMŰLT ÉVEKBEN.....	5
3	BIM RENDSZEREK	6
3.1	BIM fogalma.....	6
3.2	BIM modell alkalmazási lehetőségei a gyakorlatban	9
3.3	Tervek részletessége	13
4	HÁROM DIMENZIÓS TERVEK ÜTKÖZÉSVIZSGÁLATA	16
5	BIM MODELL MAGYARORSZÁGI ALKALMAZÁSÁNAK TAPASZTALATAI.....	19
6	ESETTANULMÁNY - CAPITAL SQUARE IRODAHÁZ	22
6.1	Irodaépület ismertetése	22
6.2	Az Irodaépület építése során adódott problémák	25
6.3	Irodaépület tervei	28
6.3.1	Építész tervek	28
6.3.2	Légtechnika tervei	30
6.3.3	Fűtés-, hűtéstechikai rendszer tervei	31
6.3.4	Hidegvíz, meleg víz, szennyvíz, csapadékvíz elvezető rendszerek tervei	33
6.4	Ütközés vizsgálat.....	34
6.5	Esettanulmány tapasztalatai.....	38
7	BIM MODELL KÉSZÍTÉSÉNEK ÉS ÜTKÖZÉSVIZSGÁLATÁNAK GAZDASÁGI VONZATA.....	39
7.1	Modell felépítése és annak ütközésvizsgálata során jelentkező többletköltségek.....	40
7.2	Várható megtakarítások.....	41
7.3	Megállapítások a BIM modell gazdaságosságával kapcsolatban	44
8	BIM MODELL KÉSZÍTÉSÉNEK ÉS ÜTKÖZÉSVIZSGÁLATÁNAK IDŐ VONZATA .	44
8.1	BIM modell elkészítésének és karbantartásának időszükséglete	44
8.2	Várható időmegtakarítás.....	45
8.3	Megállapítások a BIM modell projektidőre gyakorolt hatásáról.....	47
9	BIM MODELLEK HAZAI ELTERJEDÉSÉNEK ELŐMOZDÍTÁSI LEHETŐSÉGEI	47

10	ÖSSZEFOGLALÁS	50
11	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	54
12	FELHASZNÁLT IRODALOM.....	55

Külsős konzulensek:

Guczogi György DLA, Finta és Társai Építész Stúdió Kft.

Kertész Balázs, Finta és Társai Építész Stúdió Kft.

Uhrinyi Balázs, KÉSZ Építő Zrt.

Temesvári László, Temesvári Tervező Kft.

Szlovák Krisztián, Temesvári Tervező Kft.

A címlapon látható képen az általunk elkészített modellen lefuttatott ütközésvizsgálat részlete került bemutatásra.

1 BEVEZETÉS

A nagy volumenű épületek a növekvő komfort, energetikai, ergonómiai, fenntarthatósági szempontoknak megfelelően egyre bonyolultabbá válnak. Nem is beszélve arról, ha az épületbe saját funkciója mellett, még további bonyolult technológiát (pl.: gyártást) kell integrálni. Bizonyos komplexitás után már egyszerűbb lenne 3D-s modellezés segítségével megvalósítani, illetve üzemeltetni az épületet.

A Liszt Ferenc (korábbi nevén Ferihegyi) repülőtér új termináljának, a SkyCourt-nek az építésénél a tartószerkezetek között bonyolult gépészetet és csomagszállító technológiát kellett elhelyezni (*1.1. ábra*). Egy csomagszállító rendszernél már nem csak az a fontos, hogy az egyes berendezések elférjenek egymás mellett, hanem ügyelni kell arra is, hogy a csomagszállításhoz előírt űrszelvény (kofferméret) is biztosítva legyen mindenhol. Abba semmilyen elem ne lógjon bele.



1.1. ábra: SkyCourt csomagosztályozó rendszer részlete [vilagutazo.blog.hu]

A csomagszállító rendszert külföldön gyártották le, így el lehet képzelni, hogy mennyi időtöbbletet, illetve plusz költséget jelentene, ha összeszerelés közben, vagy a próbaüzem során derülne ki, hogy a kötelezően előírt űrszelvény nem fér el. Ilyenkor a gyárból új elemet kell megrendelni, amit külön legyártanak és kiszállítanak. Ez több hétig, vagy hónapig is eltarthat. Közben az erre épülő tevékenységek csúsznak, ami az épület átadásának csúszását is eredményezheti. Tehát egy ilyen hiba az újragyártás többletköltsége mellett a közvetett költségek növekedését, valamint kötbér kiszabását is magával vonhatja.

Egy átadás megcsúszása nem csak a kivitelezőnek jelent problémát, hanem a beruházónak, üzemeltetőnek is, hiszen ezzel csúszik a használatbavétel időpontja is. Ha hitelt vett fel a beruházó, akkor a törlesztést már el kell kezdenie, miközben az ingatlan még nem termel hasznot. Emellett persze az ingatlan leendő felhasználójának is nehézséget jelent, hiszen a tervezett költözés, illetve nyitás is jelentősen csúszhat.

Sokféle adat hallható arra vonatkozóan, hogy egy átlagos építkezésnél a hibák miatti fölösleges munkából mennyi többletköltség keletkezik. Ennek mértéke értelemszerűen nagyon sok paramétertől függ. Bizonyos piaci becslések alapján 10-15% többlet ráfordítással kell számolni, míg vannak olyan források [*terkoor.com*] is, ahol 20-30% többletköltségről beszélnek.

A kivitelezés során gyakran problémát jelent a különböző szakági tervek eltérő információ tartalma. (Például a tartószerkezeti terveken nem akkora, vagy nem azon a helyen lett kijelölve a födémáttörés, ahol a csöveket vezetni szeretnék, illetve a gépészeti és elektromos tervek egymással ütköző vonalvezetést írnak elő.)

A tervek könnyebb értelmezhetősége, feldolgozhatósága végett fejlesztették ki a BIM (Building Information Modelling, azaz az Épületinformációs Modellezés) rendszereket. Ennek kiegészítő elemeként kezdenek elterjedni a tervek ütközésvizsgálatát végző programok, melyek nagymértékben megkönnyítik a tervhibák és egyes tervezési hibák kiszűrését.

TDK dolgozatunkban azt vizsgáljuk, hogy a BIM modell és ahhoz kapcsolódóan a tervek ütközésvizsgálata hogyan hathat egy projekt kimenetelére. Egyáltalán alkalmazható-e a hazai piaci gyakorlatban ez a technológia? Hogyan befolyásolhatja a projekt megvalósíthatóságának költségét és időszükségletét? Miben tudja segíteni a tervezők, kivitelezők, ingatlanfejlesztők, üzemeltetők munkáját?

Kutatásunk során egy Budapesten megvalósult „A” kategóriás irodaépület, a Capital Square irodaház egy kiragadott részének modellezésén mutatjuk be a BIM modell előállításában és az azon elvégzett ütközésvizsgálatban rejlő lehetőségeket. Emellett célunk rávilágítani arra, hogy:

- a) vajon eddig hazánkban milyen okok miatt nem terjedt el a BIM modell széles körben,
- b) mit lehetne tenni ennek elősegítésére,
- c) milyen alkalmazási területek lehetségesek még a magyarországi gyakorlatban.

2 A MŰSZAKI TERVFELDOLGOZÁS FEJLŐDÉSE AZ ELMŰLT ÉVEKBEN

A mérnöki kihívások növekedésével, illetve a technikai lehetőségek fejlődésével a tervek feldolgozási módja jelentős mértékben átalakult az elmúlt 10-20 évben. Ennek egyik legújabb lépése (fázisa) a BIM modellek és az azokon elvégezhető ütköztetési vizsgálat.

Hagyományosan a tervek készítését minden szakágnál egy-egy csoport végezte. A tervezés folyamán nagyon sok egyeztetésre, módosításra volt szükség a papír alapú terveken, mire a végleges állapot kialakult. Az egyeztetések, illetve a tervek megfelelő alakulásának koordinálását az építész végezte.

Noha történetileg az első CAD (Computer-aided design, azaz számítógéppel segített tervezés) programot, a Sketchpad-et 1960 környékén fejlesztette ki Ivan Sutherland, az még a számítógépek hozzáférhetetlensége, illetve lassúsága miatt sokáig nem terjedt el széles körben [caddaz.com].

A papír alapú tervek készítését csak 15-20 éve kezdte felváltani a számítógép (CAD) használatával való tervfeldolgozás. Ekkor már nem volt szükség a műszaki rajzoló munkájára, hiszen az építész és a szakági mérnök többletmunka nélkül, közvetlenül kihúzott, egyszerűen sokszorozható terveket tudott készíteni. Ez jelentősen megváltoztatta a tervfeldolgozás folyamatát.

A CAD programok napjainkra olyan mértékben elterjedtek, hogy 2013. január 1-ei hatállyal, a 312/2012. (XI. 8.) Korm. rendelet Magyarországon kötelezővé tette az elektronikus formátumban leadott építészeti-műszaki dokumentációt. („72. § (1) Az építésügyi és építésfelügyeleti hatósági eljárások lefolytatásához az e rendelet szerinti összetételű és műszaki tartalmú, elektronikus formában előállított építészeti-műszaki dokumentáció szükséges” [312/2012. (XI.8.) Korm rendelet].)

Egyre szélesebb körben terjed el a mérnöki köztudatban a „BIM” fogalma is. Ez a fogalom már 1975 óta létezik, azonban csak néhány éve vált általánosan ismertté. A szoftverfejlesztő cégek is felismerték az ebben rejlő lehetőségeket, így már nagyon sok CAD program képes a BIM-nek megfelelő modellek előállítására.

Minden gyakorló mérnök számára szimpatikus az a gondolat, hogy egy „terven” (modell nézetén) végzett módosítás a modellben történik, így az abból származó további nézeteken,

metszeteken is automatikusan végbe megy a változás. Komoly gondot jelent, hogy minden szakág a saját programjában készíti a terveket, melyeket nem lehet egy fájlban egyszerre kezelni. A szoftverfejlesztők igyekeznek ezt a problémát kezelni azzal, hogy olyan BIM szoftvereket hoz létre, melyek többféle fájlformátum kezelésére képesek. Ennek ellenére hazánkban még mindig csak néhány mérnökiroda használja ki a BIM lehetőségeit.

A külföldi tendenciákat figyelve, úgy gondoljuk, hogy hazánkban is egyre szélesebb körben alkalmazni fogják a BIM rendszereket. Ennek folyamatát jelentősen felgyorsítja, hogy több hazai tervező külföldre is tervez, ahol már sokszor megrendelői elvárás a BIM rendszerek használata.

A BIM rendszerek kiegészítéseként, a tervek ellenőrzésének egyszerűsítése, hibáinak kiküszöbölése végett fejlesztették ki a „tervek ütköztetést” végző programokat. Ezekkel a programokkal rövid idő alatt ki lehet szűrni a modellben szereplő tervhibákat. Gyorsasága miatt akár lehetőség van arra is, hogy a folyamatos tervszolgáltatás esetén, minden új tervváltozaton elvégezzék ezeket a vizsgálatokat, így egyszerűen ellenőrizhetővé válik a hibák kijavításának megtörténte, illetve esetleges hatása is.

3 BIM RENDSZEREK

Az építésmenedzsmenttel, illetve tervezéssel foglalkozó mérnökök közül mostanra már szinte mindenki hallotta a „BIM” kifejezést. Azonban gyakran nincsenek tisztában azzal, hogy pontosan mit jelent ez a három betű, és végül is egy tervfeldolgozásnál mikortól beszélhetünk BIM-ről?

3.1 BIM fogalma

A BIM jelentése 1975 óta folyamatosan változik. Kezdetben az volt az elképzelés, hogy egy olyan modell készüljön, amiből ki lehet venni minden szükséges tervet, és a modell változtatásával minden terven a módosítások automatikusan átvezetésre kerüljenek [Eastman – Teicholz – Sacks – Liston, 2008].

Napjainkban a BIM kifejezés kapcsán 4D-s, 5D-s, vagy akár 6D-s modellekről szoktak beszélni. Az első 3 dimenziót természetesen maga az épület szerkezeti elemeinek 3 irányú kiterjedése (geometriája) adja. A 4. dimenzió alatt az építéshez szükséges költségeket, vagy az építési időt szokás belevenni a modellbe. Ha mind a kettőt (költséget és időt is) tartalmazza a

modell, akkor 5D-s modellről beszélünk. A 6. dimenziót pedig a fenntartáshoz, illetve üzemeltetéshez szükséges dokumentációk (beépített szerkezeti elemek karbantartási, illetve üzemeltetési kézikönyvei, számlái, garancialevelei, fotói, stb.) jelentik [en.wikipedia.org, 2013].

Nincs egyetértés abban sem, hogy egy 3D-s modellt vajon BIM-nek lehet-e már nevezni, vagy ahhoz ki kell egészíteni a „4., 5. illetve a 6. dimenzióval”? Mások szerint attól kezdve beszélhetünk BIM-ről, ha minden szakág részletesen benne van a modellben, függetlenül attól, hogy az 3D-s, 4D-s, 5D-s, vagy 6D-s..

Ha alaposabban foglalkozunk a témával, akkor kiderül, hogy több kifejezés rövidítéseként is használják a BIM-et:

- jelentheti egyszer a Building Information Modell-t (Épületinformációs Modell-t), mely egy tárgyra, egy modellre utal, vagy
- a Building Information Modelling-et (Épületinformációs Modellezés-t), mely egy modern, komplex folyamatot jelent, ami az egész beruházási, tervezési, kivitelezési, épület fenntartási folyamatot foglalja magába.

Az Amerikai Egyesült Államokban egy külön bizottság, a „National Building Information Modelling Standard Committee of the National Institute of Building Sciences Facility Informational Council” (azaz rövidítve a NBIMS NIBS FIC) foglalkozik a BIM témakörével. Az ő [National Institute of Building Sciences, 2007] meghatározásuk szerint a BIM jelentése: egy fejlett rajzoló, tervező, építési, műveleti és üzemeltetési **eljárás**, mely minden új vagy régi épületnél szabványosított gépi olvasásra alkalmas információs modellt alkalmaz, ami minden, az épülettel kapcsolatosan gyűjtött vagy készített információt tartalmaz, és ez a formátum az épület egész élettartalma alatt használható.

A NBIMS NIBS FIC definíciója alapján a BIM nem egy dolog, vagy egy szoftver típus, hanem egy emberi tevékenység, ami gyökeresen megváltoztatja a tervezés, az építés, illetve az üzemeltetés folyamatát. A TDK dolgozatunk során végzett kutatások alapján ez tűnik számunkra jobb megfogalmazásnak, így mi is ezt a terminológiát használjuk. Az egyértelmű megkülönböztethetőség végett a „**BIM modell**” kifejezést használjuk a BIM során előálló modellre.

A NBIMS NIBS FIC definíciója alapján minden, az épülettel kapcsolatban gyűjtött és készített információt tartalmaz a BIM modell. Felmerült bennünk a kérdés, hogy vajon mit tekinthetünk épülettel kapcsolatosnak? Például épülettel kapcsolatos információ-e az, hogy milyen időjárás viszonyok voltak az egyes időszakokban? Mivel ezeket az adatokat egy modern irodaház esetén az épületfelügyeleti rendszer gyűjti, illetve ezek alapján módosítja az árnyékolók helyzetét, vagy a mesterséges megvilágítás mértékét, így szerintünk ez is az épülettel kapcsolatos információk közé tartozik.

Ugyanúgy felmerül a kérdés, hogy vajon a beléptető rendszer által rögzített információk az épülettel kapcsolatosak-e, vagy sem? Mivel az épület üzemeltetés szempontjából fontos, hogy egy katasztrófa esetén hányan tartózkodnak az épületben, vagy egy lopás esetén ki lehetett az elkövető, így ezek is fontos információk lehetnek az üzemeltetés szempontjából.

Tehát ha szó szerint vesszük a BIM definícióját, akkor túl sok olyan adat tárolását kellene megoldani az épület egész élettartama alatt, mely idővel jelentőségét vesztené (pl.: helyiségek takarításának időpontja, időjárási adatok), illetve egyes esetekben az adatok tárolása jogszabályi előírásokba is ütközne Magyarországon (pl.: beléptető rendszer adatai, terméghfigyelő rendszer felvételei). *(Hiszen az információs önrendelkezési jogról és az információszabadságról szóló törvény [112/2011. törvény] alapján: „Csak olyan személyes adat kezelhető, amely az adatkezelés céljának megvalósulásához elengedhetetlen, a cél elérésére alkalmas. A személyes adat **csak a cél megvalósulásához szükséges** mértékben és **ideig kezelhető**”. Tehát nem tárolhatók a beléptetéskor nyilvántartásba vett személyes adatok korlátlan ideig, és emellett azokra feltehetően 10-15 év múlva nem is lenne szükség az épület üzemeltetése során.)*

Ezek alapján fontosnak tartjuk a BIM definícióját pontosítani azzal, hogy:

a BIM egy olyan fejlett rajzolóí, tervezőí, építési, műveleti és üzemeltetési eljárás, mely minden új vagy régi épületnél szabványosított gépi olvasásra alkalmas információs modellt alkalmaz, mely **az épülettel kapcsolatosan releváns műszaki adatokat, információkat tárolja. A BIM modell csak azokat az információkat tartalmazza, mely az épülettel kapcsolatos jelenlegi, illetve későbbi feladatok (építés, üzemeltetés, átalakítás és bontás) elvégzését még elősegítheti**, és ez az információhalmaz az épület egész élettartalma alatt használható formátumban van rögzítve.

Ezek alapján belátható az is, hogy nem tekinthetők önmagukban BIM modellnek a következők:

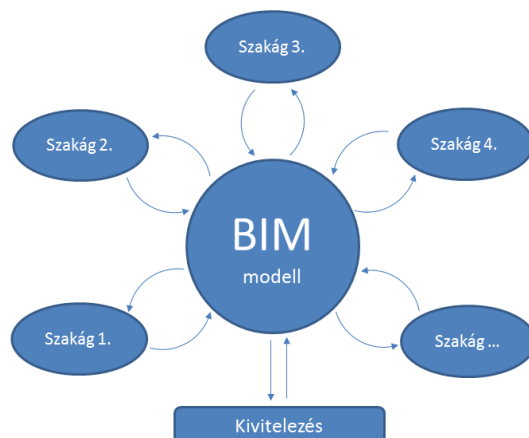
- azok a modellek, melyek csak 3D-s adatot, azaz csak a szerkezet geometriáját tartalmazzák (pl. Trimble Sketchup-ban, korábbi nevén Google Sketchup-ban készített modellek),
- azok a modellek, melyek nem írnak le viselkedést (pl. nem lehet a tárgyakat áthelyezni vagy az arányait változtatni),
- olyan modellek, melyek egy nézetben megengedik a változásokat, de ez nem érvényesül automatikusan a többi nézetben.

3.2 BIM modell alkalmazási lehetőségei a gyakorlatban

Elméletben nagyon sok alkalmazási lehetősége a BIM modellnek, melyek kihasználásával többszörösen is megtérülhet a többlet ráfordított szaktudás, idő, illetve pénz.

A BIM modell már a projekt kezdetén segítheti a projektrésztvevők munkáját. A koncepció kialakításánál a 3D-s látványtervek megtekintésével egy laikus is könnyen értelmezni tudja az építésztervező elképzelését. A modellben való virtuális séta során jobban körvonalazódhatnak a megrendelő igényei, és egyszerűbben elmagyarázhatók a változások hatásai, így gyorsabban juthat konszenzusra a megrendelő és a tervező. **Egy BIM modell segíthet a megrendelő igényeinek leginkább megfelelő koncepció kialakításában.**

A tervezés folyamatában is jelentős előnyei lehetnek egy BIM modellnek, hiszen bármely **modellen belüli módosítás átvezetődik az összes tervnézetre, illetve szakági tervre**, így sok időt és energiát takarítva meg a tervezőknek. Emellett már a tervezés közben egyszerűen **ellenőrizhető a szakági tervek összhangja**, így folyamatos visszacsatolása lehet a modell építése során (3.1. ábra). Ezzel jelentősen csökkentve a tervhibák számát.



3.1. ábra: BIM modellnél folyamatos visszacsatolás lehet a tervezés során

A BIM modell alkalmazása esetén már a tervezés korai szakaszában lehetőség van **pontos anyag és helyiségkigyűjtésre**, így egyszerűen ellenőrizhető, hogy az eredeti elképzelésnek megfelelően halad-e a tervezési folyamat.

A BIM alapelvéből kifolyólag **konzisztens terveket lehet generálni a tervezés bármely fázisában**, így csökkentve a tervhibák mennyiségét és leegyszerűsítve a tervellenőri, illetve a műszaki vezetői feladatokat.

A **3D-s tervek ütközésvizsgálatával minimalizálni lehet a tervhibák számát**, mely jelentősen lecsökkenti a kivitelezés kockázatát. Tapasztalatok szerint **az ingatlanfejlesztők jelenleg ennek elvégezhetőségét tartják a BIM modellek legnagyobb előnyének**. (TDK dolgozatunkban igyekszünk rávilágítani arra is, hogy vajon miért az ütközésvizsgálatot tartják a legfontosabbnak a BIM előnyei közül.)

A költségbecslések elkészítése során is nagy segítséget nyújthat a BIM modellből kinyerhető **automatikus anyagkimutatás**, hiszen így **nem fordulhat elő, hogy valamely tétel szerepel a terveken, de az árazatlan, illetve az árazott költségbecslésből kimarad**. Ez sok vitától, pereskedéstől kímélheti meg a megrendelőt és a kivitelezőt is. Egy fixáras kivitelezési szerződés esetén ezzel jelentősen csökkenhet a kivitelező kockázata.

Emellett az **anyagok megrendelésekor, organizáció tervezésekor is jelentős segítséget nyújthat** a pontos anyagkimutatás.

Egy bonyolultabb épület kivitelezése során a **művezetői munkát is jelentősen elősegíthetné egy 3D-s modell virtuális bejárhatósága** az építési helyszínen. (Németországi példa a

hamburgi Elbphilharmonie kivitelezése, ahol a kooperációs egyeztetéseken a résztvevők a kérdéses részt 3D-s modellen (kivetítőn és táblagépeken, azaz tablet-eken) követik nyomon.)

Arról nem is beszélve, hogy a költség és idő (dimenziójának) modellhez rendelésével (5D-s modell) az építés közbeni ellenőrzések is egyszerűen elvégezhetők lennének. **A modellen virtuálisan követhetővé válna a tervezett készültségi állapot és az ahhoz tartozó erőforrás-, illetve költségkimutatás**, melyet egyszerűen össze lehetne vetni az aktuális állapottal (3.2. ábra).



3.2. ábra: Az épület ütemtervszerű előrehaladásának ellenőrzése [mrasbuilt.com]

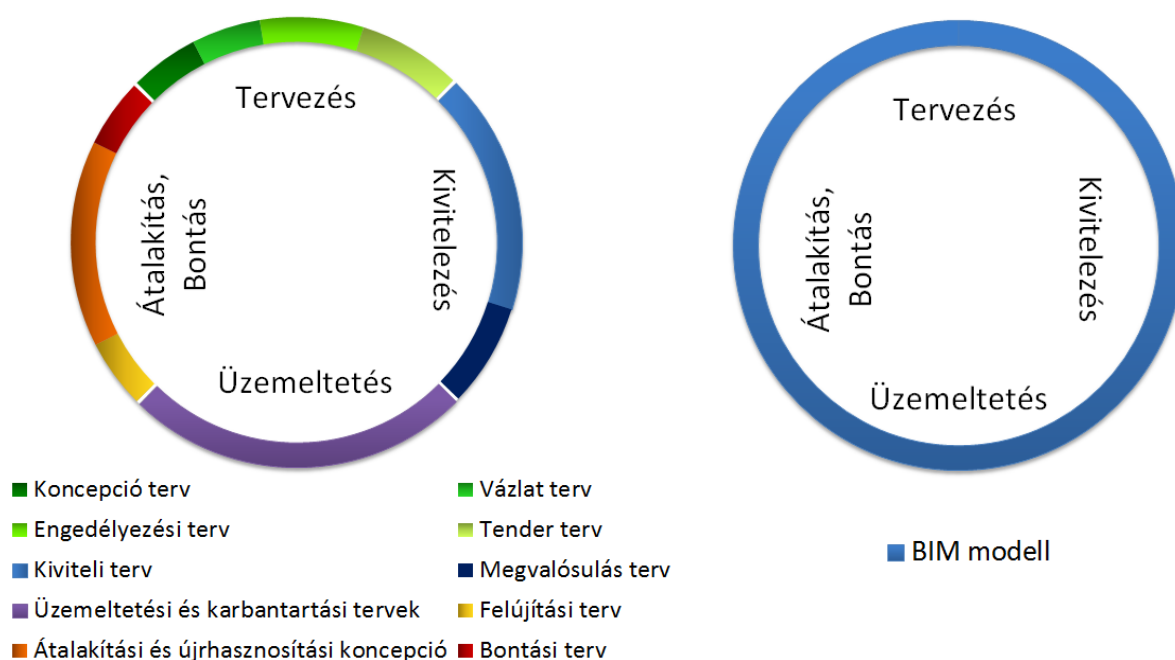
Az **átadás-átvételi eljárás során** is segítséget nyújthat a 3D-s modell, melyben nyomon lehet követni az eredeti elképzelés és a megvalósulás közti különbségeket. Ez **elősegítheti a hibalista összeállítását**.

Az üzemeltető költségeit is jelentősen lecsökkentheti, ha rendelkezésre áll egy megvalósulásnak megfelelő állapotot tükröző **BIM modell**, hiszen azt **fel lehet használni az épület-felügyeleti rendszer kialakítása során** is. A BIM modell épület-felügyeleti rendszerrel való összekapcsolásával egyben megoldódna az a kérdés is, hogy az épület üzemeltetése során gyűjtött nagy mennyiségű adatot automatizáltan lehetne beépíteni a BIM modellbe is, melynek aktuális állapota **fontos lehet a megalapozott üzemeltetői döntések meghozatalánál**.

A karbantartást is megkönnyítheti, ha egy BIM modellben virtuálisan végig lehet járni a nehezen megközelíthető részeket (pl.: gépészeti rendszert), ahol az egyes elemekre kattintva kinyerhető belőle az azokra vonatkozó összes paraméter, dokumentáció. A modellből kimutatható lenne, hogy az adott cső honnan-hova tart, illetve mikor volt az utolsó karbantartása, cseréje, és következtetni lehetne arra, hogy mi lehetett a hiba oka. Továbbá egyértelműen meg lehetne határozni, hogy milyen elemeket, alkatrészeket kell megrendelni, mellyel el lehet kerülni a téves anyagbeszerzéseket, így csökkentve az üzemzavar idejét is.

Az épületben **felhasznált anyagok összetétele, mennyisége, azok időbeni változása** fontos lehet az **épület átalakítása, illetve elbontása során** is.

Képzeljük el, hogy mennyire fontos információ lenne ma is a bontás költségeinek becslésekor, illetve a bontás organizációjának tervezésekor, hogy az épületben felhasználtak-e azbesztet, vagy sem, illetve a felhasználás során radioaktív sugárzásnak voltak-e kitéve szerkezeti elemek, vagy sem!



3.3. ábra: Egy épület teljes életciklusa alatt szükséges hagyományos tervek, illetve a BIM modell alkalmazhatósága

Ha ezektől az extrém esetektől eltekintünk, akkor is egy bontás, illetve átalakítás kapcsán fontos, hogy milyen építési sorrendet, illetve technológiát alkalmaztak, mert iránymutatást adhat a bontási sorrendre is. (Ezek természetesen egy hagyományos organizációs

tervdokumentációból is meghatározhatók lennének, azonban azokat igen ritkán lehet fellelni az épület élettartamának vége felé. Míg az elkészült BIM modell ideális esetben az ingatlan üzemeltetőjénél fellelhető lenne.)

Törekszünk minél inkább szem előtt tartani a bontás kapcsán is a fenntarthatóságot. Ezért a bontási termék minél nagyobb százalékát próbáljuk újrahasznosítani. Nagyban segítheti az **újrahasznosítható anyagok minél nagyobb százalékban való kinyerését is** egy BIM modell, hiszen egyértelműen kigyűjthetők belőle azok az épületrészek, ahol újrahasznosítható acél, beton, téglák, stb. található.

A jelenlegi gyakorlatban 2D-s tervek sokaságát gyártjuk le a koncepciók kitalálásához, kivitelezéshez, üzemeltetéshez, illetve bontáshoz, míg egy BIM modell az épület egész életciklusában el tudja látni ezeket a feladatokat, így elősegítve a gazdaságos, gyors, jól megfontolt döntéshozatalt, illetve intézkedést (3.3. ábra).

3.3 Tervek részletessége

A BIM modell felépítése kapcsán felmerül az a kérdés, hogy egyáltalán milyen alapossággal kell a terveket feldolgozni ahhoz, hogy az tényleg megfelelő információtartalommal rendelkezzen az előbb ismertetett feladatokra?

Ha a BIM definíciójából indulunk ki, és egy ideális állapotot nézünk, akkor tulajdonképpen az épület minden egyes apró részletét (minden apró csavart, villanykörtét, stb.) ki kell dolgozni a modellben, majd ezt folyamatosan aktualizálni kell.

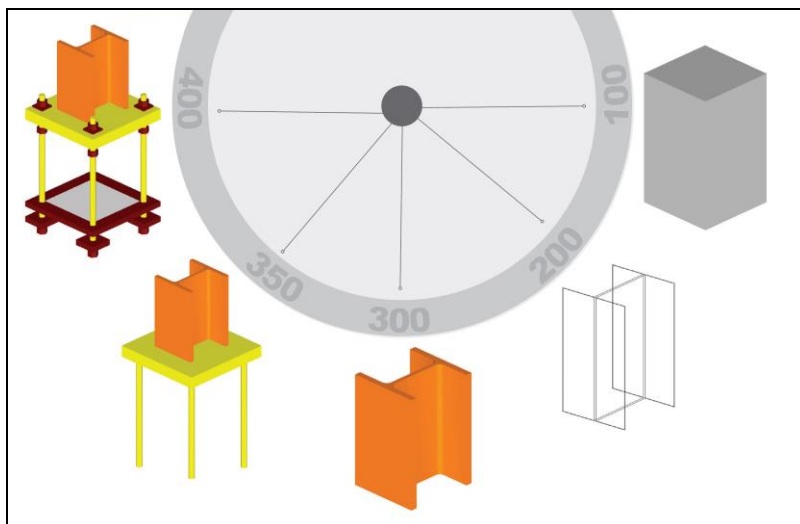
Némi mérlegelés után be lehet látni, hogy valójában a legtöbb esetben nincs szükség, és főleg idő ilyen részletes modell kidolgozására, illetve aktualizálására.

Míg elnagyolt modell esetén, már a mennyiségi kimutatások elkészítésére, a megvalósulás ellenőrzésére, vagy az üzemeltetés, illetve karbantartás feladatainak elősegítésére nem lesz alkalmas a modell. Sőt esetleg még a tervhibák, illetve a tervezési hibák kiszűrésére sem.

A modell használhatósága miatt kiemelten fontos a megfelelő részletesség megválasztása. Ahhoz, hogy felelősséggel tudjunk dönteni a modell szükséges (minimális) részletességéről, előre ismerni kell a létesítmény várható bonyolultságát, illetve tudni kell, hogy a modellt az épület mely életciklusaiban kívánják felhasználni. (Más részletesség kell, ha a tervek ütköztetést kívánjuk „csak” elvégezni a modellen, mint ha a pontos mennyiségi kimutatást, illetve a későbbi üzemeltetési feladatokat is elő szeretnénk segíteni.)

Ezek alapján könnyen belátható, hogy nem csak a modell elkészítésénél, hanem annak részletességének meghatározásánál is nagy szakmai tapasztalatra van szükség.

A BIM modell részletességi szintjét „Level of Development”, azaz fejlettségi szintben (röviden LOD-ban) szokás megadni. A tervek részletessége alapján 6 szintet különböztethetünk meg. A 3.4. ábrán szemléletesen látható az egyes tervrészletességek közötti különbségek.



3.4. ábra: LOD modell részletességi szintek egy acél I szelvény végkialakításáról [Reinhardt – Bedrick, 2013]

Az egyes LOD szintek részletessége a következőképpen definiálható [Reinhardt – Bedrick, 2013]:

- **LOD 100:** az elem **szimbólummal** vagy **csak általános megjelenítéssel** szerepel a modellben. **Nem grafikus információk** (pl. négyzetméter ár) csak az **egyéb modell részekből vezethető le**,
- **LOD 200:** az elem **grafikusan** megjelenik, mint egy **vázlatos rendszer**, az objektum, illetve szerkezet, **hozzávetőleges mennyiségekkel, mérettel, alakkal**, helyzettel, és orientációval rendelkezik. **Nem grafikus információk is kapcsolhatók** az elemhez,

- **LOD 300:** az elem **grafikusan** megjelenik, mint meghatározott rendszer, objektum, vagy szerelvény. **Meghatározott mennyiséggel, mérettel, elhelyezkedéssel,** és orientációval rendelkezik. **Nem grafikus információk is kapcsolhatók** az elemhez,
- **LOD 350:** az elem **grafikusan** megjelenik, mint meghatározott rendszer, objektum, vagy szerelvény. **Meghatározott mennyiséggel, mérettel, elhelyezkedéssel,** orientációval rendelkezik. Az elem **más épület rendszerekhez csatlakozik.** **Nem grafikus információk is kapcsolhatók** az elemhez,
- **LOD 400:** az elem **grafikusan** megjelenik, mint meghatározott rendszer, objektum, vagy szerelvény. **Meghatározott mennyiséggel, mérettel, elhelyezkedéssel,** orientációval, valamint **részletes gyártmány, összeszerelési és beszerelési információkkal** rendelkezik. **Nem grafikus információk is kapcsolhatók** az elemhez,
- **LOD 500:** az elem méretben, alakban, elhelyezkedésben, mennyiségben, és orientációban a **valósággal megegyező.** **Nem grafikus információk is kapcsolhatók** az elemhez.

Tehát a modell egyes részletességi szintjeit a gyakorlatban a következőképpen lehet felfogni:

- LOD 100 részletességű modell ~ koncepcióterv szintű modellnek tekinthető,
- LOD 200 részletességű modell ~ vázlatterv szintű modellnek tekinthető,
- LOD 300 részletességű modell ~ engedélyezési terv szintű modellnek tekinthető,
- LOD 350 részletességű modell ~ tenderterv szintű modellnek tekinthető,
- LOD 400 részletességű modell ~ gyártmányterv szintű modellnek tekinthető,
- LOD 500 részletességű modell ~ valósághű modellnek tekinthető.

A BIM modelleket bármely részletességgel fel lehet építeni, azonban a tapasztalatok alapján kivitelezés során legalább LOD 350 szintre van szükség ahhoz, hogy abból megfelelő pontosságú információkat lehessen kinyerni.

4 HÁROM DIMENZIÓS TERVEK ÜTKÖZÉSVIZSGÁLATA

Szakmai tapasztalatok alapján a tervek ellenőrzésekor [terkoor.com] 1500-1600 ütközést lehet kimutatni egy szokványos beruházás esetén.

Gyakori hiba, hogy a statikus terven nincs elegendő hely kihagyva a falon átvezetendő szerelvényeknek, vagy az áram, illetve az elektromos vezetékeket tartalmazó kábeltálcákat egymást keresztező nyomvonalra tervezik, ahol a légtechnikai csatornákat.

Amíg csak néhány vezeték/kábel van, addig egyszerűen, akár 2D-s tervekről is ellenőrizni lehet, azok ütközésmentességét. Egy bonyolult gépészettel megtervezett létesítmény esetén már hagyományos módszerekkel komoly feladatot jelent a hibák felderítése. Nem is beszélve arról, hogy átlássa valaki azt is, hogy mi történik, ha az egyik hálózati szakasz vonalvezetését megváltoztatja. Nem generál-e ezzel máshol további ütközéseket?

A módosításokat egy metszeten belül még könnyű ellenőrizni. Ahhoz azonban komoly térlátással, illetve szakmai tapasztalattal kell rendelkezni, hogy a változtatás hatását a teljes épületen belül átlássuk.

A tervhibák korai észlelésében, illetve a változtatások hatásának nyomon követésében komoly segítséget nyújthatnak a tervek ütközésvizsgálatát végző szoftverek.

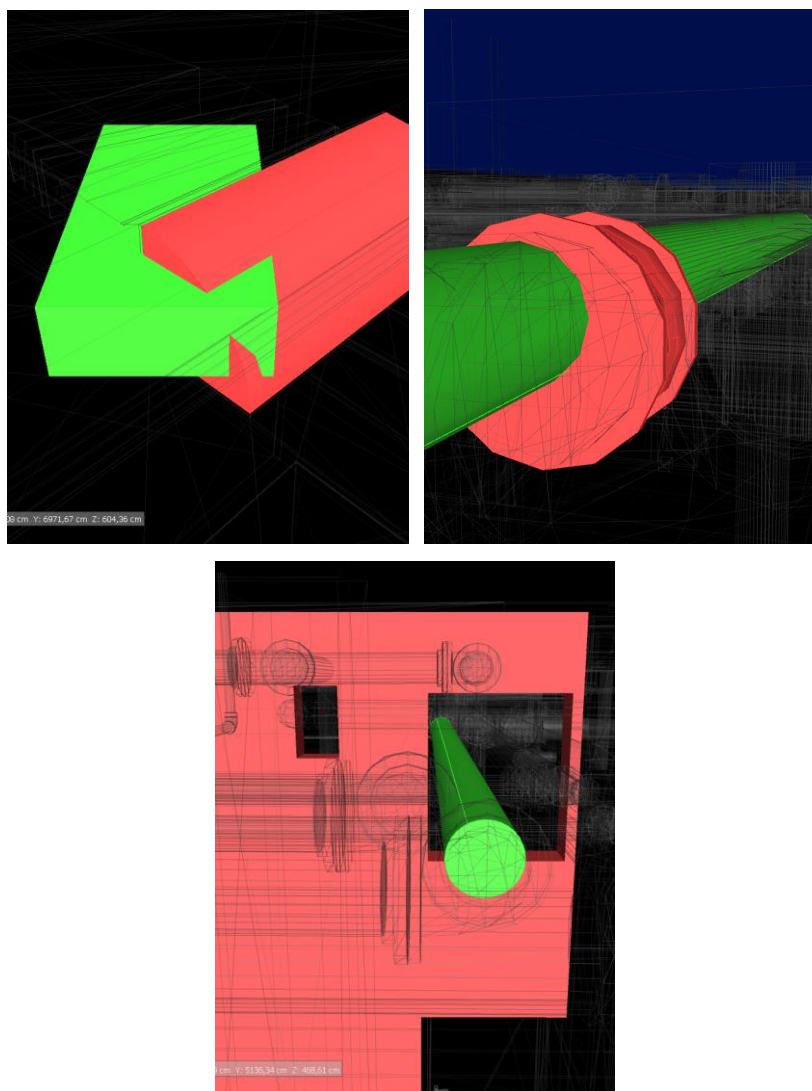
Az egyik ütközésvizsgálatra is alkalmas szoftver az Autodesk Navisworks, mely az összes szakág terveit képes egy modellben kezelni. Lehetőség van arra a szoftverben, hogy a BIM rendszernek megfelelően elkészített 3D-s modellt a programon belül egészítsék ki a 4. és 5. dimenzióval (azaz a kivitelezési idővel és beruházási költségekkel).

Jelenleg egy fejlett ütközésvizsgálatot végző szoftvernél három vizsgálati megkötést lehet beállítani (4.1. ábra):

- egymásba metszések kimutatása,
- egymáson belülségek kimutatása,
- szükséges védőtávolságon belülség kimutatása.

Az egyes vizsgálatoknál a tervező mérlegelésén múlik, hogy melyik módot alkalmazza. Például elegendő lehet az egymásba metszést vizsgálnunk, ha tömör szerkezeti elemek (pl.: falak és azokat keresztező vezetékek) ütközéseit keressük.

Csövek esetén jelentős problémát jelenthet az is, ha a csőszelvény nem metszi ténylegesen a másik csőszelvényt, hanem egymáson belül helyezkednek el. Elképzelhető, hogy milyen problémák jelentkeznének, ha a terveken például a szennyvíz vezeték belsejében vezetnék az ivóvíz vezetéket, vagy az elektromos kábeleket.

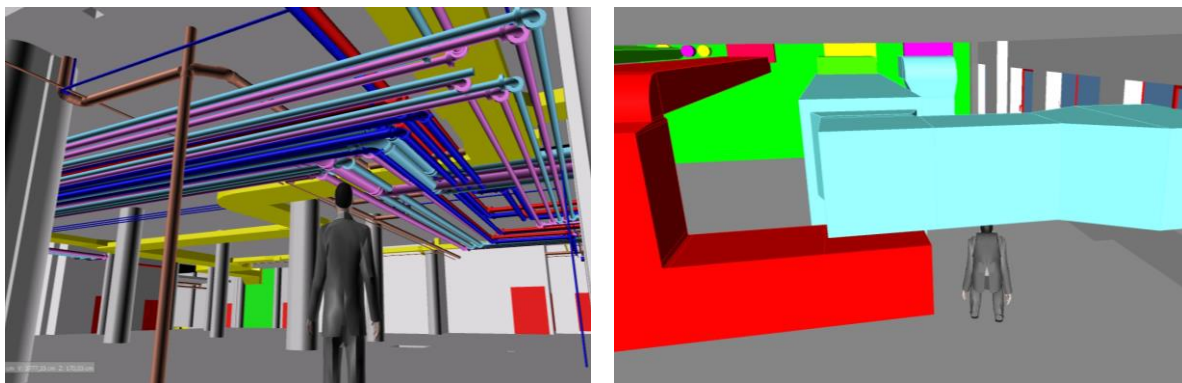


4.1. ábra: Tervek ütközésvizsgálatának kritériumai (bal oldali kép: egymásba metszések kimutatása, középső kép: egymáson belülségek kimutatása, jobb oldali kép: szükséges védőtávolságon belülség kimutatása)

A szükséges védőtávolság, űrszelvény vizsgálatára volt szükség például a bevezetőben említett Liszt Ferenc repülőtér csomagrendezőjénél, ahol fontos volt az adott csomagűrszelvény biztosítása. Persze ennél általánosabb példa lehet az ajtók, ablakok nyithatóságának ellenőrzése, vagy a csövek köré felhelyezendő szigetelés figyelembe vétele

is. (A jelenlegi gyakorlat szerint a gépésztervezők csak a cső méreteit viszik be a modellbe. A hőszigetelést pedig csak a terv megjegyzés részébe írják elő. A BIM modellben való feldolgozásnál el lehet dönteni, hogy a szigetelést külön megmodellezzik-e, vagy csak az ütközésvizsgálatnál definiálnak a cső köré egy védőtávolságot, melyben a hőszigetelést fogják elhelyezni.) Az egyes objektumok körül definiálható védőtávolság nagy segítséget nyújthat a szereléshez, illetve karbantartáshoz szükséges hely betervezésénél, ellenőrzésénél is.

Az Autodesk Navisworks ezen vizsgálati megkötésekkel jól kezeli, és emellett lehetőséget biztosít a tervekben való bejárás elvégzésére is, ahol egy „ember alak” segítségével ellenőrizni lehet azt is, hogy megfelelően megközelíthetők-e az egyes helységek, területek vagy sem (4.2. ábra). A virtuális helyszínbejárás során beállítható az is, hogy a program figyelje az ember alak fizikai határait, így ellenőrizve akár, hogy lehetséges-e a vizsgált szerelvények karbantartása.



4.2. ábra: Területek megközelíthetőségének ellenőrzése az Autodesk Navisworks programban

Az Autodesk Navisworks programmal a legtöbb 3D CAD formátumot pl.: CATIA, Pro/ENGINEER, SolidWorks, 3ds, Dwg, Dxf, Dgn, IFC, Lézerszkennerek fájlok) kezelni lehet, így megoldja a különféle tervezőprogramokban készült 3D fájlok kezelésének problémáját.

Az ütközésvizsgálat lefuttatását követően lehetőség van annak eredményeit kimenteni, így más projekt résztvevők számára is megtekinthetővé válnak az ütközések. A kooperációs üléseken, tárgyalásokon egyszerűen végig lehet venni a kérdéses részeket, illetve ezeket a dokumentációkat a jegyzőkönyvhöz csatolva el lehet tárolni a későbbi viták elkerülése végett.

5 BIM MODELL MAGYARORSZÁGI ALKALMAZÁSÁNAK TAPASZTALATAI

Egy ideális világban minden tervező (minden szakág összes tervezője) ugyanabban a programban dolgozik. Mindenkinek a saját szakterületére, és főleg saját magára optimalizált az adott tervező program, továbbá minden tervező kihasználja a szoftver által nyújtott lehetőségeket és 3D-ben készíti el a munkarészét.

Ebben a világban nem kellene az idő szűkössége miatt kompromisszumokat kötni, hanem kellő időt és energiát tudnánk fordítani arra, hogy az épület minden részlete ki legyen dolgozva. Ilyen körülmények között tökéletesen működnének a BIM modellek.

A valóságban sajnos „kicsit” másképp van, ezért TDK dolgozatunkban megvizsgáltuk, hogy mi a magyarországi gyakorlat a BIM modellekkel kapcsolatban.

Kutatásunk során megkerestük egy építésztervező iroda (Finta és Társai Építész Stúdió Kft.), egy gépészttervező iroda (Temesvári tervező Kft.), egy kivitelező cég (KÉSZ Kft.), illetve egy BIM modellezésre és azok ütköztetésvizsgálatára specializálódott mérnökiroda (More Solutions Kft.) munkatársait, hogy megismerjük az ő tapasztalataikat a BIM-mel, illetve a BIM modellek hazai alkalmazásával, alkalmazhatóságával kapcsolatban.

A tapasztalatok alapján hazánkban még nagyon sok tervezőiroda 2D-ban dolgozik. Ilyenkor a BIM modell előállításához a 2D-s tervek alapján külön fel kell építeni a 3D-s modellt. Tehát kétszer kell megrajzolni az épületet és emellett fennáll annak a veszélye is, hogy a tervfeldolgozáskor a harmadik dimenzió pontos ismerete nélkül az eredeti tervezői szándéktól eltérő kialakítás kerül bele a modellbe.

Jól szemlélteti ennek létjogosultságát a jelenlegi hazai gyakorlatban az is, hogy vannak olyan cégek, melyek 2D-s tervek BIM modellben való feldolgozására, és tervek ütköztetésvizsgálatára specializálódtak.

Bizakodásra ad okot, hogy a tervezők közül is egyre többen kezdenek áttérni a 3D-s tervezésre. Tapasztalataink szerint a szakágak közül az építésztervezők élen járnak ezen a területen, mely részben azzal magyarázható, hogy a megrendelővel könnyebb kommunikálni egy 3D látványterv segítségével. Hozzá kell tenni azonban, hogy a hagyományos látványtervek információtartalma messze nem azonos a BIM modellekével, hiszen a

látványterveknél jellemzően „csak” a látható elemek, bizonyos esetekben mindössze az épületburok kerül modellezésre, és a tervlapok 2D-ben készülnek.

Nagyon sok tervező program létezik. Noha van olyan szoftver, mely több szakág specifikációit tartalmazza, a tervezők inkább az általuk megszokott, jól ismert szoftvert használják, főleg ha az ő szempontjukból nem kínál többet az új program. A legritkább esetben fordul elő, hogy a szakágak azonos szoftverrel dolgoznak. Így jelenlegi gyakorlatban nincs arra lehetőség, hogy egy BIM modellt létrehozzanak úgy, hogy az egyes szakágak által végzett változtatások automatikusan frissüljenek a modellben, így legtöbb esetben szükség van a szakági részek átkonvertálására a BIM modellt készítő szoftverbe illesztés előtt. A szakági tervmódosítások után plusz időt jelent azok újra egy modellbe illesztése.

A tervezés során gyakran kevés idő marad az észrevételek javítására. Nem ritka, hogy a kért javításokat a tervezők csak a papírtérben végzik el, és nem vezetik át azokat a modellen belül is. Ebből kifolyólag a BIM modellek jelenleg elsősorban az engedélyezési tervszintig működnek, annál részletesebb tervkidolgozást már ritkán építik bele a BIM modellbe.

A tapasztalatok alapján az is kijelenthetőnek látszik, hogy a BIM modellek főként az ún. „design and build” megoldásoknál működnek jól, ahol egy cég felel a tervezési és kivitelezési feladatokért is, mivel ilyenkor mind a tervezőknek, mind a kivitelezőknek érdeke a jól működő BIM modell előállítása, és azon észlelt ütközések minél költséghatékonyabb megoldása.

A KÉSZ Kft. tapasztalatai alapján a megrendelők elsősorban a tervek ütközésvizsgálata miatt igénylik jelenleg a BIM modell felépítését, annak elvégzését követően nem használják ki a modellben rejlő további lehetőségeket.

A SkyCourt projektje kapcsán is az volt a megrendelő igénye, hogy az épület bonyolultsága miatt készítsenek BIM modellt, hogy a tervek ütközésvizsgálatával kiküszöböljék az esetleges tervhibákat, ezzel csökkentve a kivitelezés kockázatát, és a kényszermegoldások szükségességét. A SkyCourt megrendelője addig nem engedte a kivitelezés megkezdését, amíg a modellben nem lehetett egy „szinte ütközésmentes” állapotot igazolni.

Éppen azért, mert elsősorban ütközésvizsgálatra használják a BIM modellt, általánossá vált, hogy csak a főbb elemeket modellezzik le, és időtakarékosági okokból a modellben csak a következő részleteket építik fel:

- teherhordó szerkezet,
- nagyobb méretű nem teherhordó szerkezet,
- nyílás,
- álmennyezet alsó síkja,
- végleges padlóvonal.

Gyakorlattá vált például az is, hogy a 2 colos, illetve annál kisebb átmérőjű csövet nem viszik bele a BIM modellbe, hanem annak elhelyezését a helyszínen oldják meg.

A definíciót ismerve felmerülhet az a kérdés is, hogy vajon a magyarországi gyakorlatban előállított modellt lehet-e BIM modellnek tekinteni, hiszen nem teljesíti azt a feltételt, hogy „minden, az épülettel kapcsolatosan gyűjtött vagy készített információt tartalmaz”. Hiszen a legtöbb esetben a tervezés során jelentősen egyszerűsített modellt készítenek, melynek frissítéséről később csak kevés esetben gondoskodnak. Mivel ütközésvizsgálatra használják elsősorban a „BIM modellt”, így egyes esetekben az idő és költség (4. és 5. dimenzió) nem kerül bele a modellbe, nem is beszélve az elemek további dokumentációjáról (6. dimenzió).

Kivitelezői tapasztalatok alapján elmondható az is, hogy hazánkban jelenleg „BIM modellel”, illetve azon elvégzett ütközésvizsgálattal sem tudnak elérni ütközésmentes állapotot. Ez részben azzal magyarázható, hogy a kivitelezésben is jelentkeznek szerelési pontatlanságok. Esetleg nem jól becsülték meg az ütközésvizsgálatkor a szükséges szerelési hely méretét, így nem lehet a tervezett helyre fölszerelni az adott elemet. Továbbá arra is volt példa, hogy a modellben nem szereplő, 2 col átmérő alatti csövek sokasága miatt nem volt elég hely az áttörésen való átvezetésükre.

A BIM modellek kivitelezés helyszínén való hasznosítása hazánkban még viszonylag távolinak tűnik. Legtöbb esetben az építési helyszínen nincs a modell megtekintéséhez megfelelő konfigurációjú (teljesítményű) számítógép. Noha például a Navisworksnek is van táblagépre (tabletre) kifejlesztett alkalmazása, de a hazai gyakorlatban még elképzelhetetlen ezek általános elterjedése.

Ritkán kéri a megrendelő a megvalósulási állapotot is tartalmazó BIM modell elkészítését. Ebből arra következtetünk, hogy jelenleg nem kíván többletköltséget kifizetni a BIM modell üzemeltetés kapcsán való alkalmazhatóságára. Ez azért lehet, mert sok esetben a megrendelő és az épület üzemeltetője eltérő cég, így jelenleg nem áll érdekében plusz pénzt kiadni a megvalósulási állapotot tartalmazó BIM modellért.

Emellett persze a BIM modellek alkalmazhatósága kapcsán felmerülnek szerzői jogi kérdések is, mely gátat jelenthet a BIM modellek üzemeltetés közbeni hasznosíthatóságának.

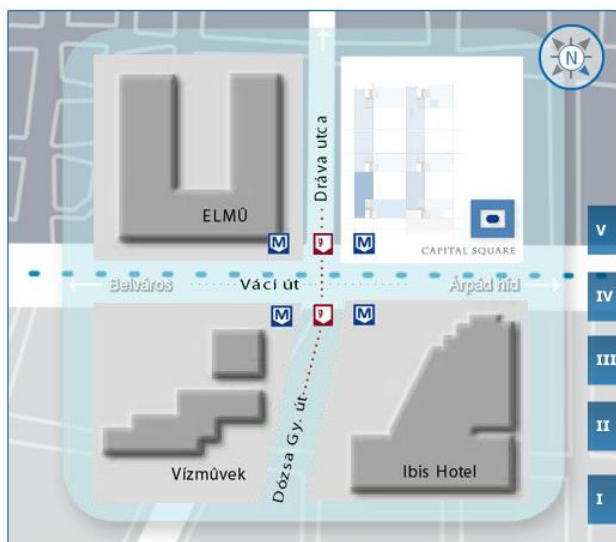
6 ESETTANULMÁNY - CAPITAL SQUARE IRODAHÁZ

6.1 Irodaépület ismertetése

A Capital Square irodaház Budapesten, a Váci út és a Dráva utca sarkán található (6.1. ábra). A telken 2007-ben kezdték meg az irodaház építését [capitalsquare.hu/epulet]. A földszint + 8 szintes épülethez 3 szint (6 félszint) mélygarázs készült, mely 609 db parkolót és a gépészeti helyiségeket foglalja magába.

A telek ütemezett beépíthetősége végett az épületet függőlegesen oszthatónak tervezték meg, így 6 db „L” alakú toronyból épül fel az irodaház. Az egyes tornyok mind funkcionálisan, mind szerkezetileg, mind tűzszakaszolás szempontjából is külön egységet alkotnak. A tornyok csuklópontjaiban kaptak helyet a függőleges közlekedők, illetve a kiszolgáló blokkok.

A terepszint felett 32 507 m² bérbe adható területben választható méretű irodák, 600 adagos étterem, bankfiókok, kávézó, üzletek és az ezek ellátásához szükséges közlekedők, gépészeti helyiségek, konyhák, szociális helyiségek, liftek, recepciók kerültek elhelyezésre.



6.1. ábra: Capital Square elhelyezkedése [capitalsquare.hu/elhelyezkedes]

Az irodaház túlnyomó részt monolit vasbeton szerkezetű, pillérvázás, alul-felül sík födémes épület. A homlokzati megjelenésben a sárga (üreges, szerelt) kerámiaburkolat, illetve az alumínium profilozású üvegezés határozza meg. A lábazati részen sárgás mészkő burkolatot építettek. A homlokzati megjelenést egy törtvonalú tetőkialakítással lazították (6.2. ábra).



6.2. ábra: Capital Square épülete a Váci út és Dráva utca sarkáról [irodahaz.info]

Az „A” kategóriás irodaház nem csak megjelenésében és szerkezeti megoldásában kimagasló, hanem gépészeti felszereltsége és a hazai gyakorlatban egyedülálló épületfelügyeleti rendszere is növeli az épület értékét. A fűtést-hűtést négy csöves fan-coil rendszerrel oldották meg, melynek alapvezetékeit a -1. pinceszinten osztották szét, mivel ezen a szinten található a hűtőközpont és a kazánház.

A dry-coolerek és a kültéri egységek az épület tetején találhatók. A légkezelő berendezések a tetőtéri gépházba kerültek.

A tűzvédelmi előírások miatt a pincszinten spinkler rendszert építettek ki. Az irodaépület felső szintjein is kiépítették a spinklerek felszálló csöveit, hogy a bérlői igényektől függően lehetőség legyen a spinkler tűzoltó rendszer utólagos kialakítására.

Az épületben gyengeáramú tűzjelző rendszer, széndioxid-jelző rendszer, betörésjelző és videokamera rendszer, kaputelefon és épületfelügyeleti rendszer került kiépítésre.

A -1. pincszinten lett elhelyezve a 3×1600 kVA-es transzformátor és a diesel generátor, ügyelve arra, hogy a transzformátor fölé használati helyiség ne kerüljön [Guczogi, 2009]. Az irodaterületeken álpadlóval biztosították a különböző bérlői elrendezések erős- és gyengeáramú (számítógépes) ellátását.

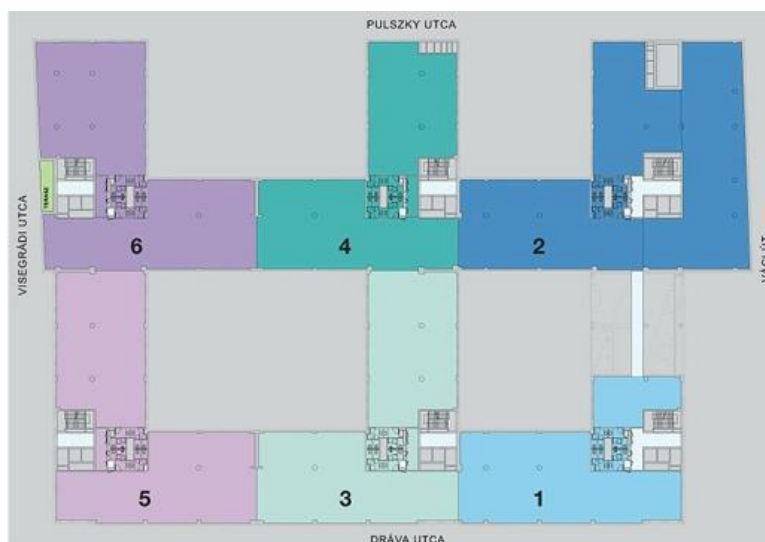
Az irodaház előtt, illetve az épületben telekommunikációs fogadóaknát, illetve helyiséget alakítottak ki, hogy a bérlő igényeinek megfelelő szolgáltatói kábeleket lehessen a későbbiekben is az épületbe vezetni.

Az irodaépület főbejárata mellett van az M3 metró Dózsa György úti megállója. A metrómegálló tovább bonyolította az épület megvalósítását, mivel a metró építésekor az alagútnak útban levő vezetékeket besűrítették az épület előtti területre, sőt némelyik az építési területre került. Ezen kívül az építés során meg kellett oldani a metrószellőző kiváltását is.

Az ingatlanfejlesztő szempontjából a kivitelezést tovább nehezítette, hogy az épület nem fővállalkozó bevonásával, hanem 5 „csomagra” osztva került tendereztetésre, majd kivitelezésre. (Az ingatlanfejlesztő költségmegtakarítási célzattal nem egy generál kivitelezővel kötött szerződést, hanem az egyes részekhez külön kivitelezőt alkalmazott.) Külön kivitelező végezte az alépítményi szerkezeteket (PORR Építési Kft.), a felépítményi szerkezeteket (ÉPI Építőipari Kft.), a teljes homlokzati burkolatokat (ALUFE Kft.), az épületgépészetet, épületvillamosságot és belső építőmesteri munkákat (KÉSZ Kft.), valamint a külső munkákat (Simaút Kft.) [Guczogi, 2009]. Az efféle munkamegosztásnak az a hátránya, hogy a csatlakozási felületeken esetlegesen kialakulnak kérdéses, vitatott területek, melyek tisztázásához elengedhetetlenek a precíz tervek és a jó szakmai vezetés.

A TDK dolgozatunk kapcsán tanulmányoztuk a Capital Square irodaház terveit és az építési folyamatot. Egyeztetünk Guczogi György DLA-val (Finta és Társai Építész Stúdió Kft.), az

irodaház felelős építész tervezőjével, valamint Kertész Balázssal (Finta és Társai Építész Stúdió Kft.), a projekt építész tervezőjével. A tervek és az egyeztetések alapján vizsgálatunkhoz a Capital Square irodaház 2. és a 4. toronyának (6.3. ábra) 3 szintjét (-1. mélygarázsi szintet, földszintet és 1. emeletet) vettük alapul.



6.3. ábra: Az épület 6 toronyának elrendezése az 1. emeleten [capitalsquare.hu/galeria]

Az épület felépítési leírásából is kiderül, hogy a -1. mélygarázsi szinten jelentős mennyiségű gépészet található, míg a földszinten a fogadóterek, étterem és üzlethelyiségek vannak. Az 1. emeleten pedig már irodák kerültek kialakításra. Így a két torony 3 szintjének vizsgálatával lehetőségünk van a jelentősebb funkciók együttes vizsgálatára. Ezzel hatékonyan tudjuk tanulmányozni az épület problémásabb, illetve jellemző épületrészeit.

6.2 Az Irodaépület építése során adódott problémák

Az irodaépületben a tervek feldolgozása előtt helyszínbemjárást tartottunk. Azért érdekes ez a vizsgálat, mert egy nagyon felkészült tervezőcsapat által tervezett, jó minőségű tervek mentén, magas minőségben megvalósult épületet vizsgáltunk utólag, és itt pontosan meg lehet állapítani, hogy mit és hogyan lehetett volna tovább optimalizálni. Ennek során több olyan részt figyeltünk meg, mely a tervezés, illetve kivitelezés során esetleg nehézséget jelenthetett.

A -1. (parkoló-) szinten sok gépészeti szerelvény (gépészeti felszálló és visszatérő vezetékek) elvezetésére volt szükség, melyek megfelelő kialakítása a 2D-s tervek alapján valószínűleg nehézséget jelentett.

Minden hálózatnak megvan a maga különlegessége, melyre külön figyelmet kell fordítani. Például a szennyvízhálózatnál biztosítani kell a folyamatos lejtést, a légtechnikánál a minél kevesebb iránytörést, stb. Az épületbejárás során is tapasztaltuk, hogy ezektől az irányelvektől el lehet térni. Azonban a beavatkozás során mérlegelni kell, hogy az milyen hatással lehet a rendszer működésére.

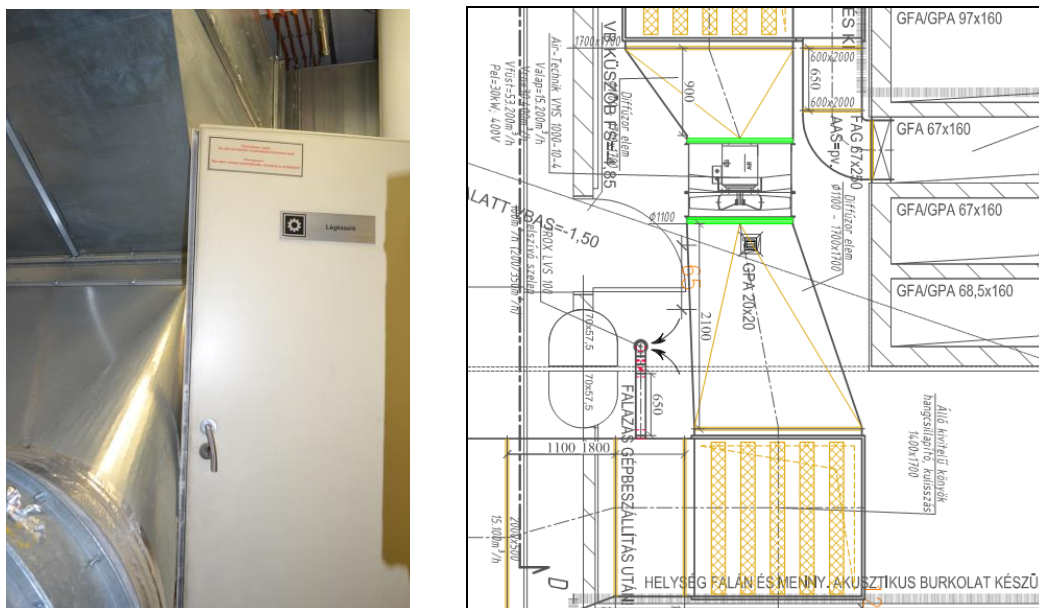
A 6.4. ábrán látható a légtechnikai csatorna iránytörése. Feltehetően erre a nagy mennyiségű keresztező csőköteg miatt volt szükség. Ha ezt a keresztezést csak kivitelezés közben észlelték, akkor a légtechnikai csatorna iránytöréséhez külön elemeket kellett beszerezni, ami többletidőt, illetve többletköltséget jelenthetett. Emellett az iránytörés miatt az áramlási viszonyok is jelentősen változhatnak.



6.4. ábra: Légtechnikai csatorna iránytörése a keresztező csőkötegeknél (kép készült: 2013.

05. 24.)

A légkezelő helységében tapasztaltuk, hogy jelentős változtatásokra volt szükség a berendezés kialakításában. A tervek tanulmányozása alapján arra jutottunk, hogy mind méretében, mind alakjában megváltozott a berendezés a kiviteli tervekhez képest. Eerre valószínűleg a tervezettől eltérő áramlási viszonyok kiküszöbölése végett volt szükség. A 6.5. ábrán látható, hogy a berendezés méretének megváltoztatása miatt a légkezelő ajtaját nem lehet kinyitni, noha a tervek alapján elég hely állt rendelkezésre az akadálymentes ajtónyitáshoz.



6.5. ábra: Légkezelő helység (bal oldali kép készült: 2013. 05. 24., jobb oldali terv: Temesvári Tervező Kft., HTL-12-8-BA1-X-GR-U1-02, III. épületgépészet, Kiviteli terv)

A légtechnika megépítését követően, a megfelelő áramlás ellenőrzése alapján további átalakításokra volt szükség. A 6.6. ábrán megfigyelhető, hogy csak a berendezés külső héjának megbontásával tudták ezeket a változtatásokat elvégezni.



6.6. ábra: Légtechnikai berendezés utólagos átalakítása (kép készült: 2013. 05. 24.)

Az épületben diesel aggregát biztosítja az áramszolgáltatás szünetmentességét. A 6.7. ábrán látható, hogy viszonylag nagy átmérőjű elektromos kábelek kötik össze az aggregátot az elektromos elosztó központtal, majd onnan nagy mennyiségű kábelköteg ágazik szét az épület

különböző részeire. Minden elektromos kábelnek megvan a legkisebb hajlítási sugara, mellyel még be lehet építeni. Előfordulhat, hogy egyes kábeleket többszöri beszerelésre sikerült csak a végleges állapotba elhelyezni. 2D-s tervek alapján nem lehetett előre látni, hogy a nagy hajlítási sugár miatt nem férnek el a kábelek a tervezett helyen.



6.7. ábra: Nagy átmérőjű elektromos kábelek elhelyezése a kábeltálcákon (bal oldali képen a diesel aggregát, jobb oldali képen az elektromos elosztó központ, képek készültek: 2013. 05. 24.)

Ezek alapján is látható, hogy elsősorban a bonyolult gépészeti rendszerek elhelyezése jelenthette a legnagyobb nehézséget a Capital Square irodaház kivitelezése kapcsán.

6.3 Irodaépület tervei

Az épületbejárást követően felkerestük az épület szakági tervezőit, hogy megtudjuk a projekttel kapcsolatos tapasztalataikat, illetve elkérjük a kiválasztott épületrészek kiviteli terveit.

Az építésztervek feldolgozásához AutoCAD Architecture szoftvert és HunPLUS kiegészítőt használtunk, míg a gépészeti rendszer feldolgozásához AutoCAD MEP szoftvert.

A gépészeti rendszerek terveinél a kivitelező és a megrendelő véleménye alapján is, magas színvonalú és jó minőségű tervek készültek, melyek maximálisan megfelelnek a piaci gyakorlatnak. Ennek ellenére megfigyelhető, hogy a gépészet elhelyezése nagyfokú műszaki felkészültséget és problémamegoldó képességet igényel a kivitelező részéről.

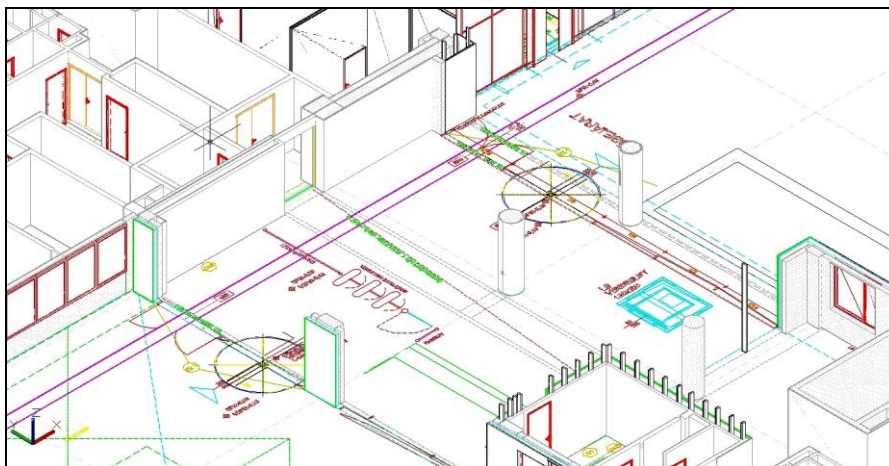
6.3.1 Építész tervek

Az épület építész terveit a Finta és Társai Építész Stúdió Kft. bocsátotta rendelkezésünkre. Már 2008-ban készült építész terveken is megfigyelhetők a 3D-s modellezés első lépései,

noha ez nem volt külön megrendelői igény. A megkapott terveken a nyílászárók egy része, valamint a falak túlnyomó része már 3D-s objektumként szerepelt. Mivel a tervek elkészítésekor nem volt cél a koherens 3D-s modell előállítása, így legtöbb esetben a falak magassága, valamint a nyílászárók elhelyezkedése nem egyezett meg a terveken szereplő feliratokkal. Egyes csomópontokat (pl. üvegfal sarok, forgó ajtó), melyeket bonyolult lett volna 3D-s elemként elkészíteni, felülnézetből kétdimenziós rajzokkal pótolták (6.8. ábra).

A tervlapok feltehetően külön kerültek megrajzolásra, esetleg még a tervlapok készítőjének személye is eltért, így az alaprajzokon, illetve a metszeteken több apró eltérést tapasztaltunk, ami alapos tervellenőrzés mellett sem, illetve nehezen vehető észre. *(Ennek megfelelően már az építész tervek feldolgozásánál is megfigyeltük a BIM modell előnyét.)*

A saját modell elkészítésekor a vizsgált részekben a teljes szerkezet lemodellezését el kellett végezni, így a metszeteken nem látszó területeket is ki kellett alakítani. Ez a parkoló rámpák, és bejárat környezetében volt a legnehezebb, ahol a fél szint eltolás, valamint a földem ugratása bonyolult csomópontokat eredményezett, melyet a 2D-s tervekből viszonylag nehezen lehetett értelmezni.



6.8. ábra: Építész terv kiviteli változatának 3D-s nézete (Finta És Társai Építész Stúdió Kft. által készített dwg fájl részlete)

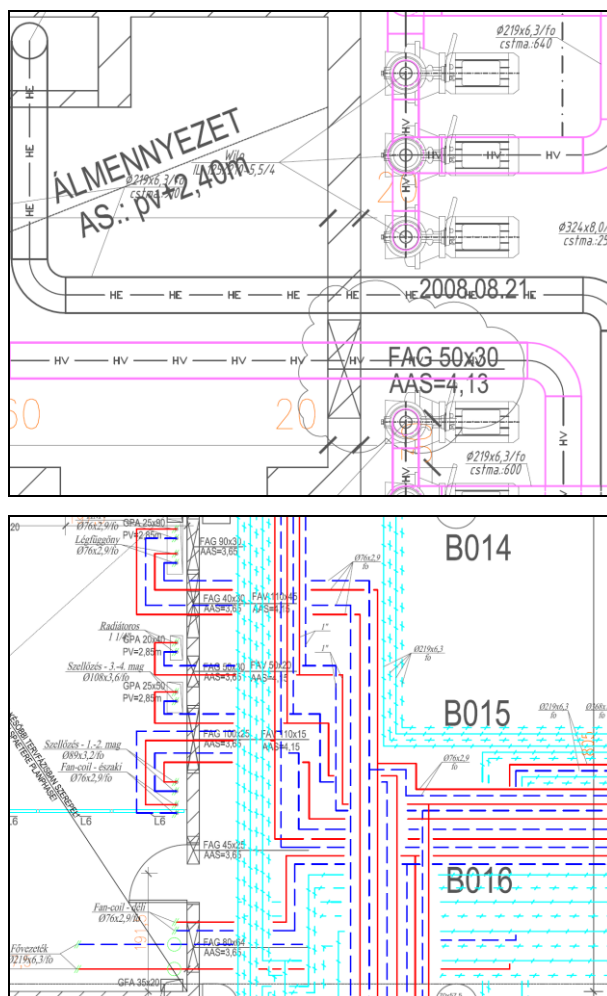
Mivel már az eredeti tervek megalkotásánál is alkalmaztak 3D-s objektumokat, ez nagyban megkönnyítette a modell elkészítését, azonban a bonyolult részek modellezése még így is komoly feladatot jelentett.

6.3.3 Fűtés-, hűtéstechnikai rendszer tervei

A fűtés és hűtés rendszer csőhálózatát már legtöbb esetben szabványos csőidomokból, a helyszínen szerelik össze, így kisebb fennakadást okoz egy esetleges nyomvonal módosítás. Azonban azt itt is fontos hangsúlyozni, hogy ezeknél a rendszereknél is törekedni kell az eredeti nyomvonal követésére, hiszen az attól való eltéréssel megváltozhat az áramlási viszony, és ezzel esetlegesen a szükséges gépkapacitás is. Előfordulhat, hogy a szivattyúk teljesítménye nem lesz elegendő, így külön beavatkozásokra lesz szükség.

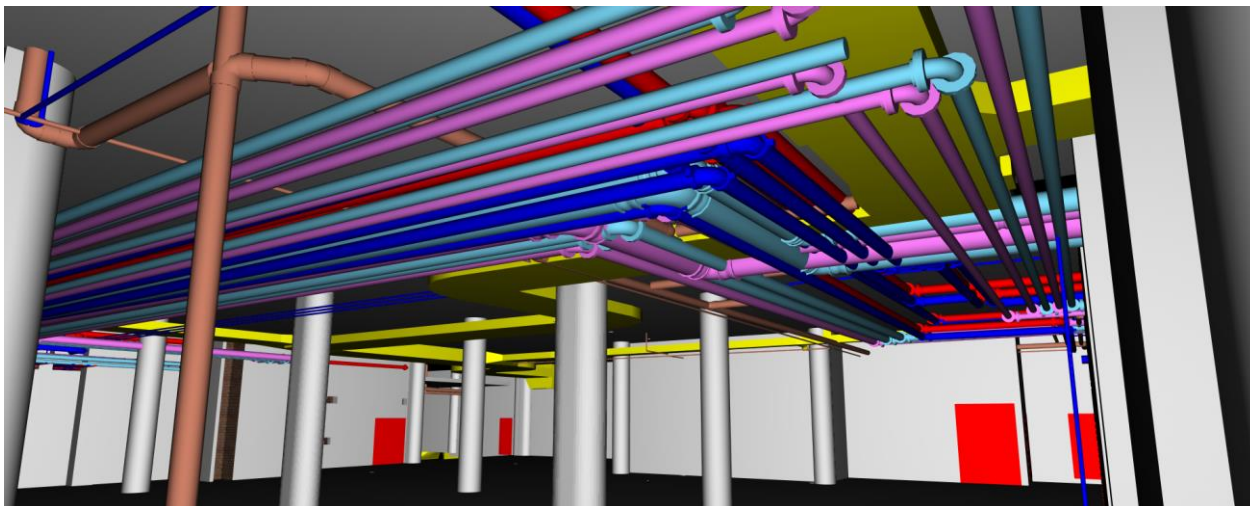
A fűtés-, illetve hűtéstechnikai rendszer terveit a Temesvári Tervező Kft-től kaptuk meg. A tervek 2D-ban voltak elkészítve. A tervek részletessége idomult az adott szerkezeti rész bonyolultságához. A gépházak tervei pontos csővezetéssel, magassági és vízszintes elhelyezkedéssel kerültek megrajzolásra, míg a gépházakon kívüli sematikusán ábrázolták a hálózat elemeit (6.10. ábra).

A modell előállításakor a gépházak környezetében jól lehetett követni a tervező által elképzelt elhelyezkedést. Míg a gépészeti helységeken kívüli részekben a tervek részletességi foka miatt nem lehetett pontosan megállapítani, hogy a különböző rendszerek magasságilag, illetve alaprajzilag hol helyezkednek el. Ezekben az esetekben szükség lehet a tervezővel való gyakori konzultálásra ahhoz, hogy az eredeti elképzelésnek megfelelő kialakítás kerülhessen be a modellbe.



6.10. ábra: Fűtés hűtés rendszer terveinek részletességi szintje a gépháznál (bal oldali ábra) és a -1. szint többi részében (Temesvári Tervező Kft., HTHK-31-8-BA1-2-GR-U1-01, HTHK-4-8-BA1-X-GR-U1-02 számú tervek)

A tervek feldolgozása során törekedtünk arra, hogy csak a lehető legkevesebbszer vegyünk igénybe tervezői konzultációt. Ezzel is vizsgálva, hogy tervezői művezetés nélkül a kivitelezéskor hogyan értelmezhetik ezeket a terveket. A 6.11. ábrán jól látható, hogy a csőhálózatok többször keresztezték egymást. Ezekben az esetekben valamely csőnél iránytörést kell beiktatni, mely legtöbbször csak a helyszíni szereléskor derül ki.



6.12. ábra: Általunk előállított 3D-s modell az egyes hálózatok elhelyezkedéséről a -1. pinceszinten

A mai gyakorlatban ilyen bonyolultságú rendszereknél sokszor vesznek igénybe tervezői művezetést. Véleményünk szerint jelentősen egyszerűsödne ezek kivitelezése, ha egy 3D-s modellben már a kivitelezés megkezdése előtt meg lennének határozva a találkozásoknál kialakítandó iránytörések.

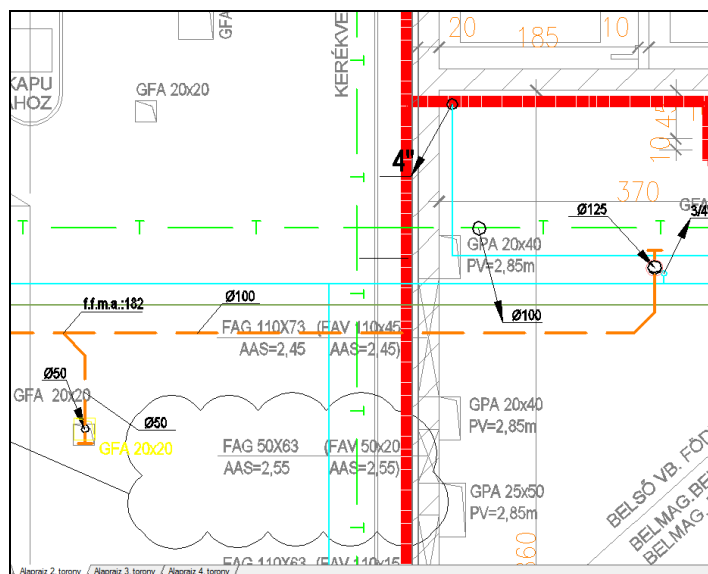
6.3.4 Hidegvíz, meleg víz, szennyvíz, csapadékvíz elvezető rendszerek tervei

A hidegvíz, meleg víz, szennyvíz és csapadékvíz elvezető rendszer terveit a Temesvári Tervező Kft. bocsátotta rendelkezésünkre.

A kivitelezési gyakorlatban a hidegvíz és a meleg víz rendszereket szokták idomítani a többi gépészeti rendszerhez, hiszen viszonylag kis átmérőjük miatt könnyen tudják „bújtatni” a többi rendszer elemei között.

Ezt tükrözi az is, hogy a hideg, illetve a meleg víz rendszerek esetén, általában csak a vezeték közelítő nyomvonala került kijelölésre a különböző gépek valamint felszálló és leszálló ágak között (6.13. ábra).

A szennyvíz, valamint az esővíz elvezető csatornák pontos vízszintes valamint függőleges helymeghatározással rendelkeztek. Ugyanis ezeket a rendszereket a megfelelő működéshez feltétlenül a gépész által meghatározott lejtésben kell kiépíteni.



6.13. ábra: Hidegvíz, meleg víz és szennyvíz rendszer tervei (Temesvári Tervező Kft., HTW-5-8-BA1-X-GR-U1-02 számú terv)

A szennyvíz vezetékek modellezése során, ismét előjött a 3D-s modell előnye. Ugyanis a többszörös födémtrésnél kialakított gravitációs csatornák nyomvonalának kijelölés a szimpla 2D-s terveken magából az alaprajzból nem volt egyértelmű.

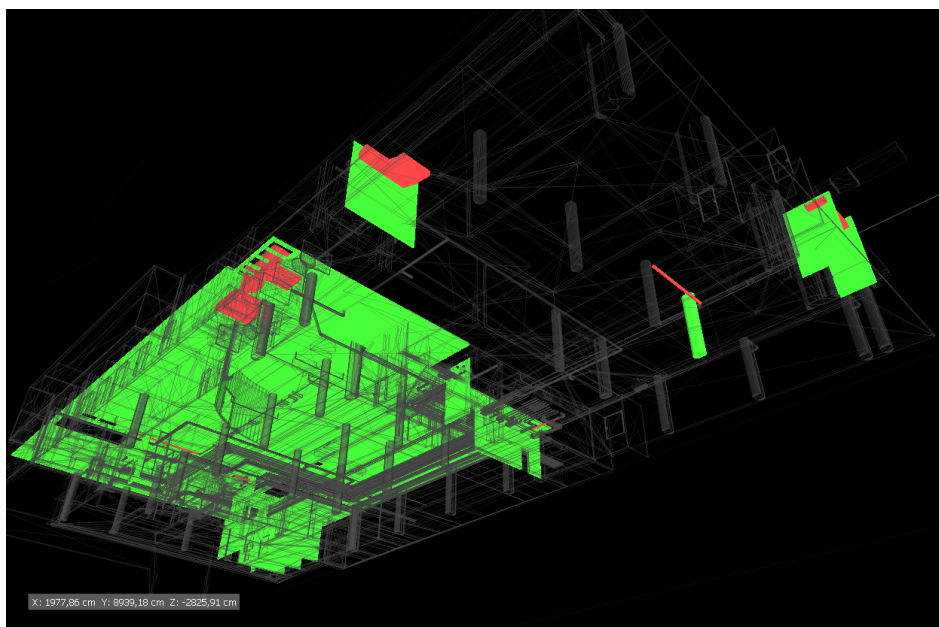
6.4 Ütközés vizsgálat

Miután elkészült a 3D-s modell, már előzetes szemrevételezés alapján is számos helyen lehetett látni a különböző szakágak ütközését. Ezt követően Navisworks 2014 programban elvégeztük az ütközésvizsgálatot, melynek eredményeit egyszerűen ki lehetett listáztatni (6.14 ábra).

Name	Status	Clashes
Légtechnika vs. épület	Done	39
Fűtés-hűtés vs épület	Done	135
Víz, szennyvíz vs. épület	Done	36
Légtechnika vs Fűtés-Hűtés	Done	123
Légtechnika vs. Víz, szennyvíz	Done	49

6.14. ábra: Általunk előállított 3D-s modellben fellelhető mértékadó ütközések a -1. pincszinten, a vizsgált két toronyban

A légtechnika behálózza az egész épületet, relatív mégis kevés ütközés volt tapasztaltunk az épületszerkezettel. Ez valószínűleg a 2D-s légtechnikai tervek részletességi szintjével is magyarázható. Ezek közül több azért jelentkezett, mivel a vizsgálatnál jöttek elő a 3D-s modell nem nyilvánvaló hibái, amik javítása után még kevesebb hiba találat volt (6.15 ábra).



6.15. ábra: Az általunk előállított 3D-s modellben a légtechnika és a tartószerkezet ütközései a pinceszinten

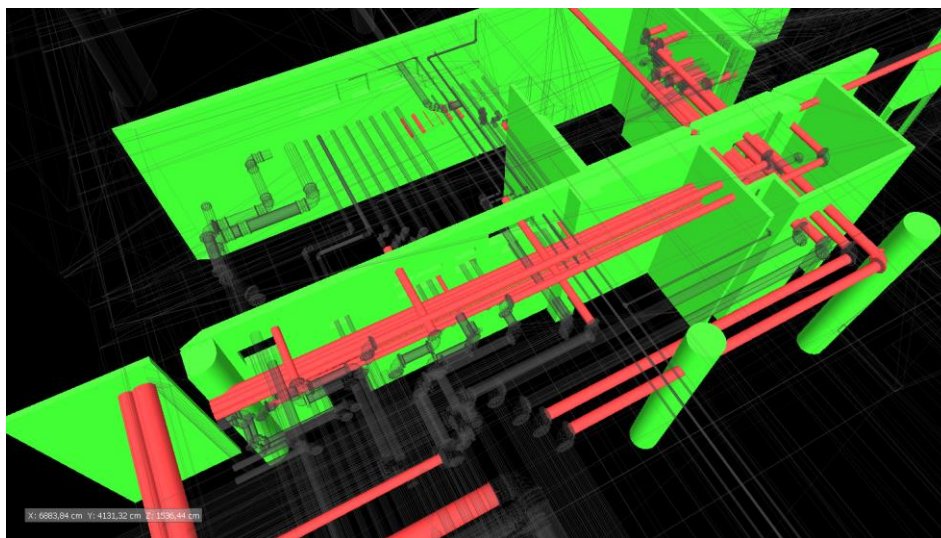
Az ütközésvizsgálat eredményeiből látható, hogy elsősorban a fűtés-, hűtéstechnikai hálózat kapcsán jelentkeztek ütközések. Ez részben azzal magyarázható, hogy a gépházon kívüli részen tengelyvonallal volt megadva a cső vonalvezetése, illetve a magassági elhelyezkedése sem szerepelt a rendelkezésünkre bocsátott 2D-s terveken. Emellett persze a fűtés-, hűtéstechnikai vezeték nagy száma is közrejátszhatott abban, hogy ezekkel kapcsolatban tapasztaltuk a legnagyobb ütközésszámot.

A gépházakban a fűtés- és hűtéstechnikai rendszer esetében, ahol részletes kidolgozott tervek álltak a rendelkezésünkre, a talált ütközések száma elenyésző volt (és ezek is visszavezethetőek arra, hogy bizonyos falakat csak a gépészet elhelyezése után építenek be a tervek szerint, tehát az ütközés vizsgálat szempontjából így nem is mérvadóak).

Figyelembe véve azonban a kevésbé kidolgozott tervek alapján készült modell részeket is, már jelentős számú ütközéssel találkozhatunk viszonylag kis területen. Ez főleg abból adódik, hogy a terveken csak a csövek nyomvonal volt feltüntetve, pontos elhelyezkedésük viszont

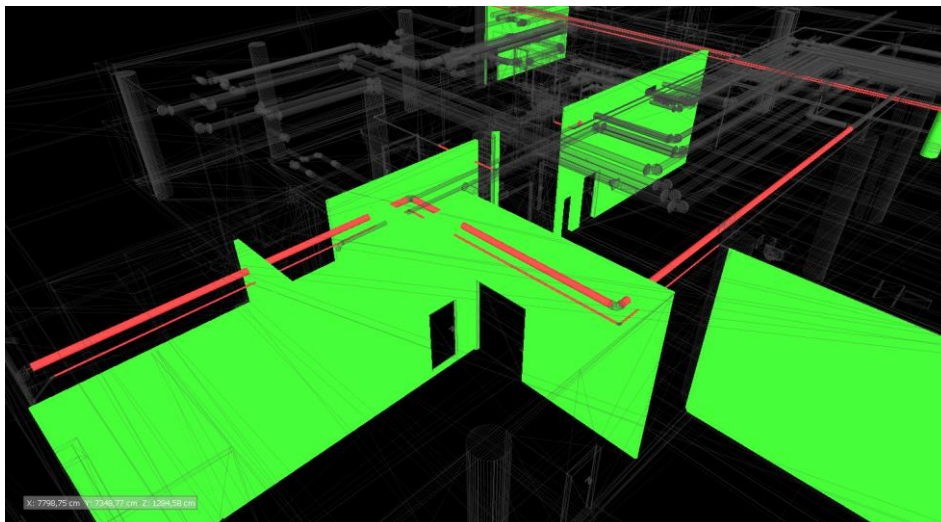
nem. Ezért sok olyan esetben is keletkezett ütközés, amikor bár a terveken szerepelt faláttörés, de a csövek nem a megfelelő szinten metszték a falat. Ettől eltekintve még így is sok esetben a különböző csövek átvezetésére nem készült faláttörés (6.16 ábra).

A modell elkészítéséhez használt tervek közül a víz és szennyvíz rendszer tervei voltak a legsematikusabbak, mely a piaci gyakorlatnak megfelel. Ezért ebben, az esetben volt észlelhető a legtöbb konkrét hiba. Noha számban elmarad a fűtés- és hűtéstechikai rendszernél észlelt ütközésektől, de a víz és szennyvíz rendszereknél csak ritkán eredtek az ütközések a nem megfelelő szintbeli elhelyezkedésből.



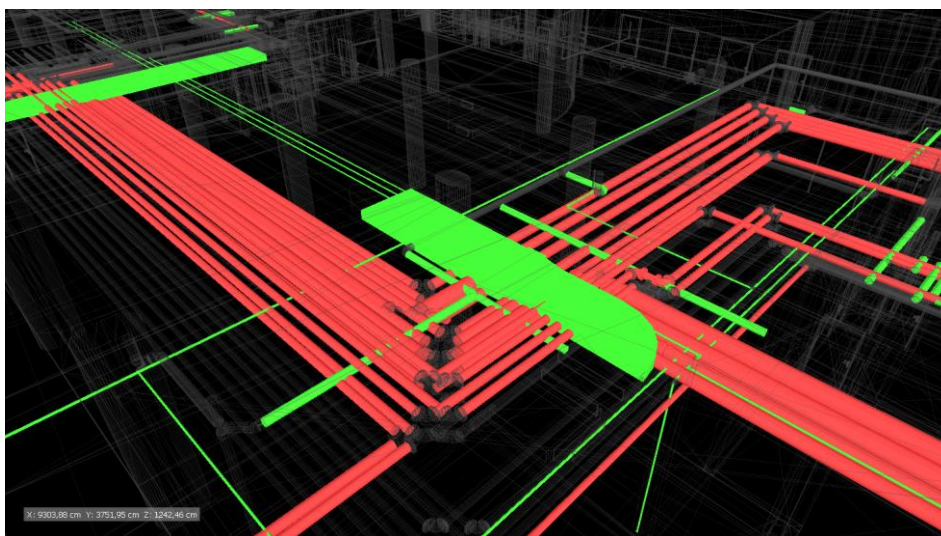
6.16. ábra: Az általunk előállított 3D-s modellben a légtechnika és az épületszerkezet ütközései a pinceszinten a Fűtés-hűtés gépháznál

A fűtés- és hűtéstechikai rendszernél észlelt hibákat a magassági érték korrigálásával egyszerűen javítani lehet. Míg a víz és szennyvíz rendszernél legtöbbször a csövek átvezetésére egyáltalán nem készült faláttörés (6.17 ábra). Ezeket a helyszínen egyszerűen orvosolni lehet, de ezek előzetes betervezésével meg lehetne spórolni az áttörések utólagos kialakításának költségét és időszükségletét. Nem beszélve a vasalás esetleges megsértésének elkerüléséről.



6.17. ábra: Az általunk előállított 3D-s modellben a Víz, Szennyvíz rendszer és az Épület ütközések a pinceszinten

Bár az egyes hálózatok magassági elhelyezkedésének pontosításával az észlelt ütközések többsége kiküszöbölhető lenne, a 6.18. ábrán jól látható, milyen mérnöki kihívást jelenthet a gépészeti hálózatok ütközésmentes kialakítása.



6.18. ábra: Az általunk előállított 3D-s modellben a Légtechnika, Fűtés-Hűtés, Víz, és Szennyvíz rendszer ütközések a pinceszinten

A két torony -1. pinceszintjének modelljén lefuttatott 379 ütközést mutatott ki.

Az észlelt ütközések jelentős része kiküszöbölhető lenne tervezői művezetéssel, illetve helyszíni irányítással. A tervfeldolgozásnál a rendelkezésünkre bocsátott, kiviteli tervállapotnak megfelelő tervek alapján történt a modell felépítése. A gépésztervezők további

metszeteket készítettek, melyek a kérdéses helyek jelentős részét tisztázni tudták, így a kivitelezés során viszonylag kevés helyen volt szükség a tervezői művezetésre ezek kialakításához.

A kivitelezés során jelentkező hibák kijavítása legtöbbször a kivitelezés idősükségletét növelik. Nem szabad elfelejteni azt sem, hogy ha például a légszűrő nyomvonalán, vagy keresztmetszetén kell változtatni, akkor az többletköltséggé is jelentkezhet.

6.5 Esettanulmány tapasztalatai

A Capital Square irodaház helyszínbejárása alapján két torony 3 szintjének (-1. pinceszint, földszint, 1. emelet) vizsgálatát végeztük el, mivel így lehetőségünk van a jelentősebb funkciók együttes vizsgálatára. Ezzel hatékonyan tudjuk vizsgálni az épület problémásabb, illetve jellemző épületrészeit.

A helyszínbejárás során több olyan részt figyeltünk meg, mely a tervezés, illetve kivitelezés során esetleg nehézséget jelenthetett. Ezt követően felkerestük az építész tervezőt, a gépésztervezőt és a belső munkák kivitelezőjét. Megkérdeztük őket az épülettel kapcsolatos tapasztalataikról és elkértük a kiviteli terveket.

Az esettanulmány kapcsán a következő következtetésekre jutottunk:

- Az esettanulmány is igazolta, hogy (legalábbis 2008-ban) a **tervek túlnyomó része még 2D-ban készült**. Az építész tervek esetén már több 3D-s objektum volt a tervben, melyet felülnézetben a bonyolultabb szerkezeti részleteknél 2D-s rajzokkal egészítettek ki.
- Tapasztalatunk alapján a **2D-s tervek utólagos feldolgozása bonyolult és időigényes munka**. Ahhoz, hogy valóban az eredeti tervezői szándéknak megfelelő legyen a modellbeli kialakítás is, **szükség lehet a tervezővel való konzultációra**. (Már meglévő épület esetén a szerkezet pontos felmérése is elegendő lehet a 2D-s tervek feldolgozásához, bár ez alapján nem lesz információnk a takart részeknél tervezett megoldás pontos kialakításáról.)
- Mivel a kiviteli tervek külön rajzként készültek és nem egy 3D-s modell nézeteiként, illetve metszeteiként, **előfordulhat, hogy az alaprajzok és metszetek információ tartalma kis mértékben eltér**.

- A gépészeti tervek feldolgozása esetén nyilvánvalóvá vált számunkra, hogy a precíz tervezés ellenére 2D-s tervek esetén a gépészeti szerelvények nyomvonalának kijelölését csak hozzáértő mérnök irányítása, esetleg tervezői művezetés mellett képzelhető el. **A 2D-s tervek nem alkalmasak arra, hogy egy bonyolult rendszer összes szükséges információját tartalmazzák, ezzel ellentétben egy BIM modell esetén ez egyszerűen megoldható.**
- A projekt folyamán a szakágak 2D-s tevének feldolgozása, és egyesítése nagyon időigényes. Véleményünk szerint a **BIM modellek széles körben való elterjedéséhez elengedhetetlen, hogy az összes szakági tervező 3D-ban készítse el a terveket.**
- A modellen elvégzett ütközésvizsgálat kapcsán megállapítottuk, hogy egy jól összeállított modellen viszonylag gyorsan el lehet végezni az **ütközésvizsgálatokat**, mellyel **jelentősen lerövidülhet a tervellenőrzések ideje**, míg az ütközések a terv ütközései teljesen kiküszöbölhetők.
- Az ütközésvizsgálat során megfigyeltük, hogy akármekkora odafigyeléssel folyik a tervezés, hibátlan tervet nem lehet előállítani. **A BIM modell előállítás iteratív folyamat, aminek a célja a lehető legkevesebb ütközés elérése tervi szinten.**

7 BIM MODELL KÉSZÍTÉSÉNEK ÉS ÜTKÖZÉSVIZSGÁLATÁNAK GAZDASÁGI VONZATA

Látható, hogy a BIM rendszereknek, így azzal együtt a tervek ütközésvizsgálatának elterjedéséhez egy szemléletváltásra van szükség, mely csak akkor következik be, ha a projekt résztvevői felismerjék, hogy számukra milyen előnyökkel járhat a BIM modellek alkalmazása.

Jelenleg úgy tűnik számunkra, hogy leggyorsabban akkor tud általánosan elterjedni a BIM használata, ha a megrendelő felismeri, hogy milyen előnyökkel és hátrányokkal járhat számára egy BIM modell megléte. Majd ezek mérlegelését követően külön előírja annak alkalmazását a projektben. (Erre volt példa a SkyCourt is, ahol a megrendelő előírta a BIM modell létrehozását és azon az ütközésvizsgálat elvégzését.)

Ezért fontosnak tartjuk a BIM elterjedésének elősegítéséhez, hogy kielemezzük, vajon milyen költségekkel járhat egy BIM modell létrehozása, és mennyi megtakarításra lehet számítani egy általános építési projekt kapcsán.

7.1 Modell felépítése és annak ütköztetésvizsgálata során jelentkező többletköltségek

A jelenlegi gyakorlatban még nem mondható általánosnak a 3D-ban való tervezés. Ha valaki 2D-ban készíti a terveket, akkor az utólagos tervfeldolgozás plusz munkát jelent, mely külön költséget jelent a megrendelő számára.

A More Solutions Kft. több hazai és külföldi építési projekt BIM modelljének elkészítését, illetve terveinek ütköztetésvizsgálatát végezte el. (Referenciáik között szerepel a SkyCourt, Aréna Pláza Budapest, Váci 169. Irodaház, illetve Szaúd-Arábiában egy egyetem.) Horváth Attilával, a More Solutions Kft. vezetőjével való konzultáció során megtudtuk, hogy külföldön átlagosan 3-4% plusz költséget jelent a teljes építési költségre vetítve a 2D-s tervek 3D-s modellként való feldolgozása, illetve azok ütköztetésvizsgálata, míg hazánkban 0,5-1 % között változik a teljes építési költségre vetített díja.

A tervezési díjhoz hasonlóan a projekt építési költségének növekedésével csökkenni szokott a BIM modell előállításának és ütköztetésvizsgálatának teljes építésköltséghez viszonyított százalékos díjszabása.

A kialakított díjat jelentősen befolyásolja a modell megkövetelt részletessége is. Értelmszerűen, azonos feltételek mellett nagyobb díja van egy LOD 500 részletességű modellnek, mint egy LOD 300 részletességűnek. Emellett persze nagyon sok egyéb paramétertől függ a 2D-s tervek BIM modellben való feldolgozásának költsége. Többek között függ az épület bonyolultságától, a 2D-s tervek részletességi szintjétől, a határidőktől, stb.

Amennyiben a tervezés azonnal 3D-ban történik, akkor teljes mértékben a megrendelő és a tervező megállapodásától függ, hogy a 3D-s modellért plusz díjazást számolnak-e el, vagy sem. Egyes tervező irodák nem kérnek plusz díjazást, hiszen a tervhibák kockázatát is jelentősen csökkenteni tudják, melyért a tervező felel. Míg vannak olyan irodák, akik akár a 3D-s modellé való átalakítást megközelítő plusz díjazással vállalják a 3D-s tervezést.

Mivel egyre több esetben írja elő a megrendelő a BIM modell előállítását, így várhatóan hosszú távon nem jelent majd plusz költséget a 3D-s modell előállítása, hiszen az lesz az általános gyakorlat.

A mai gyakorlattal ellentétben, nem csak a tervek ütköztetéséhez használhatják a BIM modellt.

Ha a megvalósulást követően is használni szeretnék a modellt, akkor gondoskodni kell annak karbantartásáról, aktualizálásáról is, mely ugyancsak többlet költségként jelentkezhet. A BIM modellnél a megvalósulási állapot elkészítéséhez folyamatosan jelen kell lenni a kivitelezésen, hogy a majdan takart szerkezeteknél bekövetkező változások is felkerüljenek a BIM modellbe.

Horváth Attilával való konzultáció során megtudtuk, hogy a cégükönél igény esetén heti - kétheti rendszerességgel részt vesznek a kooperációs egyeztetéseken és az ott ismertetett változásokat folyamatosan felveszik a BIM modellbe. Tapasztalataik alapján, ha a BIM modellt már a kezdetektől az adott cég készíti, akkor viszonylag kis többlet költséget (modell előállítási díjának 10-15%-kal való növekedését) jelent a megvalósulási állapotnak megfelelő modell létrehozása. (Azaz a teljes BIM modell elkészítése és a megvalósulási szintig való aktualizálás díja hazánkban 0,55-1,1 % között változik a teljes építési költségre vetítve.)

Mivel a hazai gyakorlatban ritka a BIM modellek üzemeltetés közbeni folyamatos aktualizálása, így nem tudunk információt szerezni ennek költség vonzatáról. Azonban már a megvalósulási állapotnak megfelelő BIM modell is jelentősen segítheti az üzemeltetési, karbantartási munkákat.

7.2 Várható megtakarítások

Az ingatlanfejlesztések egyik specialitása, hogy a legtöbb esetben a „prototípus elkészültével véget ér a gyártás”. Ennek következtében nehéz általános tapasztalatokat levonni a megtakarítható költséggel kapcsolatban, mivel minden projekt más.

A BIM modell használata miatti költségmegtakarítás legtöbb alkalmazási lehetőség esetén nem az építetőnél (megrendelőnél) jelentkezik, hanem a tervezőnél, kivitelezőnél, vagy az üzemeltetőnél. A megrendelő számára elsősorban a kivitelezés csúszásából származó bevételkiesés, illetve egyéb költségek csökkentése jelentkezik gazdasági előnyként. Ez magyarázza azt is, hogy a jelenlegi megrendelői gyakorlat elsősorban a tervek

ütközésvizsgálatát igényli, hiszen az ütközések csökkentésével lehet legjobban befolyásolni a kivitelezési idő csúszásait.

A kivitelezés során jelentkező ütközések miatti többletköltséget a kivitelezők és a tervezők (a felelősségük arányában) fizetik, így az rövidtávon nem fontos a megrendelő szempontjából.

Azonban nem elhanyagolható információ, hogy a kivitelezők beleépítik a kivitelezés kockázatait az ársémájukba. A BME Építéskivitelezés és Szervezési Tanszék jegyzete [Neszmélyi – Sátori, 2007] alapján a tartalékkeret a „kivitelezés során előre nem látható többletmunkák fedezetét szolgáló költségeket irányozza elő. Általában százalékosan határozandó meg. Nagysága 5-15% között szokott mozogni”. Ezek a többletmunkák legtöbbször az egyes szerkezeti elemek, illetve gépészeti hálózatok ütközéséből keletkeznek. Emellett gyakori problémát jelentenek a nem megfelelő árazatlan költségvetés felhasználásából származó többletmunkák is. Ezek mértékét jelentősen csökkenteni lehetne a BIM modellek alkalmazásával. *(Persze vannak olyan előre nem látható többletköltségek {pl.: váratlan talajviszony, rendkívüli időjárási körülmény} is, melyet a BIM modell sem tud kiküszöbölni.)*

Hosszú távon, ha a kivitelezők tapasztalják, hogy a BIM rendszer, illetve a tervek ütközésvizsgálatának alkalmazása esetén a többletmunka kevesebb, és a csúszás miatti költség, illetve kötbér kockázata is csökken, akkor elképzelhető, hogy az ársémában csökkentett mértékben veszik figyelembe a tartalékkeretet, mellyel hosszútávon a megrendelő számára már a kivitelezés díjszabásában is jelentkezhet költségcsökkentési lehetőségként a BIM rendszer, illetve a tervek ütközésvizsgálatának alkalmazása.

Ahogy korábban már ismertettük, nem csak a kivitelezés kapcsán jelentkezhetnek megtakarítások a BIM modell alkalmazásával, hanem az épület teljes életciklusa során.

A 7.1. ábrán látható, hogy ideális esetben a projekt folyamatosan halad előre, melyben nincsenek váratlan pluszköltségek.

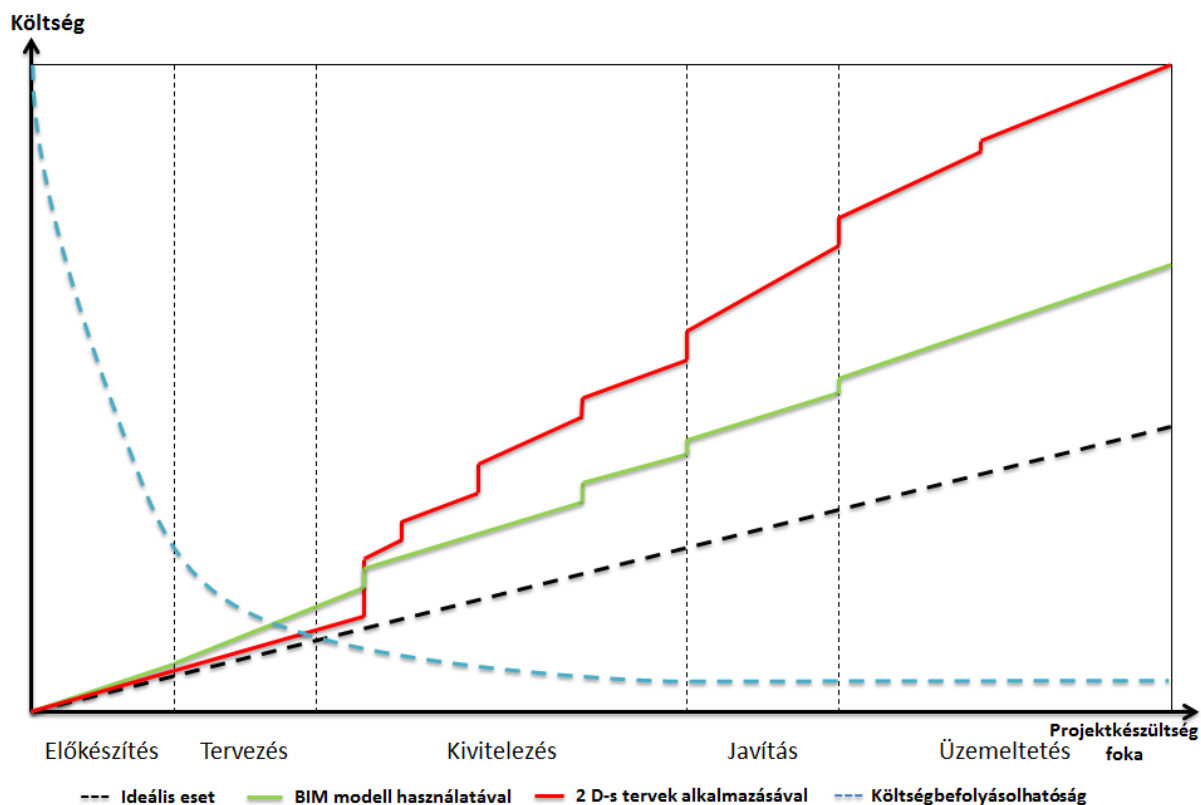
A valóságban, a 2D-s tervek alkalmazásával többször jelentkezhetnek problémák a kivitelezés során, melyek hirtelen többlet költséget eredményezhetnek, miközben a projekt nem halad előre (pl.: új légtechnikai elem megrendelése), vagy noha a projekt halad előre, de a kivitelezés egyes tevékenységének drágulását eredményezi az ütközés (elektromos hálózat többszöri átszerelése miatti túlórák). BIM modell alkalmazásával jobban meg lehet közelíteni

az ideális állapotnak megfelelő kivitelezési költségeket, azonban ahogy a 7.1. ábrán is látszik, közelítőleg sem lehet azt mondani, hogy a kivitelezési költség ideális lesz.

A garanciális javítások költsége is jelentősen csökkenhet, ha a tervezett állapothoz képest kevesebb változtatásra, kényszermegoldásra van szükség.

Az üzemeltetés kapcsán is költségmegtakarításra lehet számítani a BIM modellek alkalmazásával. Többek között költségmegtakarítást jelenthet a kevesebb kényszermegoldást tartalmazó szerkezetek kisebb fenntartási költsége, illetve a BIM modell épületfelügyeleti rendszernél való felhasználhatósága is.

Azonban ez a költségmegtakarítás az üzemeltetőnél jelentkezik. Ha a megrendelő saját használatra építteti az ingatlant, akkor érdeke az üzemeltetési költség csökkentése is. Míg ha értékesítésre építtette az ingatlant, akkor nem jelent neki többlet hasznot az üzemeltetés során megtakarított költség. Legfeljebb akkor származhat az üzemeltetés költségéből haszna, ha a BIM modell megléte miatt az épület értékesítésekor többletbevételre tud szert tenni.



7.1. ábra: Költség alakulása a projektkészültség fokának függvényében 2D-s tervek, illetve BIM modell alkalmazása esetén

7.3 Megállapítások a BIM modell gazdaságosságával kapcsolatban

Az előzők alapján kimondhatjuk, hogy a BIM modell kapcsán jelentős költségeket takaríthatnánk meg. Ha a megrendelő értékesítési céllal építteti az ingatlant, akkor a BIM modell alkalmazása rövidtávon csak a kivitelezés kockázatának csökkentésével tud költséget megtakarítani. A BIM modell alkalmazásából származó további gazdasági előnyök a többi projektrésztvevőnél jelentkeznek, akiktől megrendelő a mai gyakorlatban nem számíthat többletbevételre a modell megléte miatt. Ez magyarázhatja a mai magyarországi gyakorlatot, miszerint a BIM modellt csak a tervek ütköztetéséhez készítteti a megrendelő.

Ettől függetlenül az ütköztetésvizsgálatok elvégzése, illetve az azok alapján elvégzett tervváltoztatások a többi projektrésztvevő számára is előnyösek lehetnek, hiszen csökken a tervező és a kivitelező kockázata, míg az üzemeltetőnek a kevesebb kényszermegoldást tartalmazó szerkezete jelenti az előnyt.

Ahogy a 7.1. ábrán látható, a projektköltség befolyásolhatósága a projekt előrehaladásával folyamatosan csökken. Ezek alapján elmondható, hogy a projekt minél korábbi szakaszában érdemes a BIM modell alkalmazása, hiszen a jó koncepcióval jelentősen csökkenteni lehet a kivitelezési költségeket, nem is beszélve az optimális üzemeltethetőségről.

A BIM modellek előállítási és karbantartási költsége lényegesen alacsonyabb lehet, mint az általa megtakarítható költségek, így gazdasági szempontból globálisan mindenképpen megéri a BIM modellek alkalmazása.

8 BIM MODELL KÉSZÍTÉSÉNEK ÉS ÜTKÖZÉSVIZSGÁLATÁNAK IDŐ VONZATA

8.1 BIM modell elkészítésének és karbantartásának időszükséglete

A BIM modell elkészítésének időszükséglete nagyon sok paramétertől függ. Többek között jelentősen befolyásolhatja az időszükségletet a tervezendő épület mérete és bonyolultsága. Emellett persze nem mellékes a modellt készítő személy rutinja (problémás csomópontok kidolgozása), programismerete, és persze az, hogy mennyire felhasználóbarát az alkalmazott program. Az esettanulmány modelljének felépítéséhez az AutoCAD Architecture és AutoCAD MEP programot használtuk. Az AutoCAD Architecture programmal önmagában nehezen lehetett volna felépíteni a modellt, hiszen nincsenek benne a Magyarországon

használt szabvány méretű objektumok, így azokat külön létre kellett volna hoznunk. Ennek megfelelően a HunPLUS kiegészítővel együtt használtuk a programot. Ez is mutatja, hogy a modell felépítési idejét még egy adott programon belül levő kiegészítők alkalmazása is jelentősen befolyásolhatja.

Ennek megfelelően nehéz megmondani, hogy mennyivel több időt jelentene 3D-ban végezni a tervezést. Még azt sem lehet egyértelműen kijelenteni, hogy több idő 3D-ben megtervezni az épületet, mint 2D-ben, hiszen a tervező is könnyebben átlátja a szerkezet bonyolult részeit 3D-ben, így a részletek kialakítása némi gyakorlat után kevesebb időt vehet igénybe. Nem is beszélve arról, hogy BIM modell alkalmazása esetén elegendő csak egyszer elkészíteni a modellt, melyből tetszőleges számú metszetet és nézetet lehet leemelni.

Azt azonban teljes bizonyossággal el lehet mondani, hogy a 2D-s tervekből 3D-s modellfelépítése a legidőigényesebb a három (2D-s tervek, 3D-s modell, 2D-s tervekből 3D-s modell) tervkészítési eljárás közül. Ennek ellenére a hazai gyakorlatban mégis általában ezt alkalmazzák a BIM modellek előállításakor.

Arról nem is beszélve, hogy a BIM modell karbantartása is kevesebb időt vehet igénybe, mint minden átalakításkor, jelentősebb felújításkor, bontáskor szükséges új terv előállítása.

Ha már rendelkezésre áll a BIM modell, akkor viszonylag rövid idő (tervek bonyolultságától, kidolgozottságától függően néhány óra) alatt el lehet végezni a tervek ütközésvizsgálatát. Horváth Attila tapasztalatai alapján általános esetben, amikor a különböző szakági tervezők szolgáltatják a 3D-s modelleket, akkor azokon kisebb változtatásokat kell végezni az optimális ütközésvizsgálat lefuttatásához, így előkészítéssel és dokumentálással együtt 3-4 nap alatt el lehet végezni egy bonyolultabb épület vagy projekt modelljének ütközésvizsgálatát is.

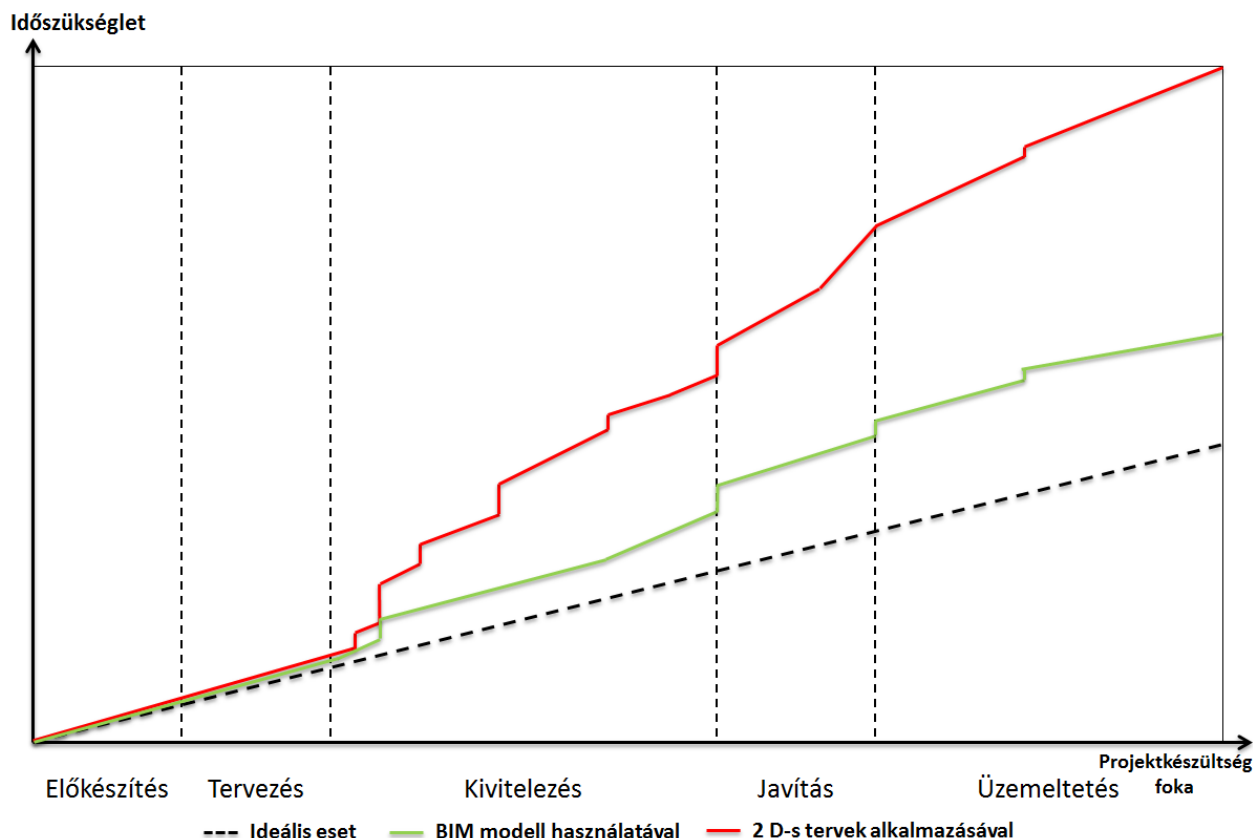
8.2 Várható időmegtakarítás

Az előbb leírtak alapján látható, hogy kellő gyakorlat után már a tervezés során is időmegtakarítással járhat a BIM modell alkalmazása.

A kivitelezés során sok olyan kérdés merül fel a 2D-s tervek használata során, melyek megoldása a helyszínen sok plusz időt emészt fel. Egy BIM modell elkészítésével a kérdéses csomópontokat még a tervezőasztalnál megoldják, így jelentősen csökkentik a helyszíni

problémákat. Ha a BIM modellen az ütközésvizsgálatot is elvégzik, akkor a kiviteli terveken már minimális tervhiba lesz, mellyel tovább csökken a kivitelezés közbeni többletidő.

Ha BIM modellel készül a kivitelezés, akkor várhatóan az eredetileg megtervezett rendszerhez képest kevesebb változtatásra lesz szükség, így azok működésének ellenőrzését követően kevesebb javítást kell majd elvégezni, így hamarabb el lehet jutni a használatbavételi engedélyig, illetve magáig az épület használatáig.



8.1. ábra: Időszükséglet alakulása a projektkészültség fokának függvényében 2D-s tervek, illetve BIM modell alkalmazása esetén

Ahogy a 8.1. ábrán is látható, az üzemeltetés során azonos tevékenységek elvégzéséhez kevesebb időre van szükség, hiszen a modell segítségével könnyebben át lehet tekinteni az elvégzendő feladatokat. Ez hosszútávon jelentős időmegtakarítással járhatna. Emellett persze egyes problémák megelőzhetők lennének az üzemeltetés során, mely még tovább növelné az üzemeltetés során megtakarítható idő mértékét.

8.3 Megállapítások a BIM modell projektidőre gyakorolt hatásáról

Az előzők alapján kimondhatjuk, hogy a BIM modell kapcsán jelentős időmegtakarításokra lehet számítani.

Noha a tervezés kapcsán a hazai gyakorlat szerint még időtöbbletet jelent a BIM modell létrehozása, mivel 2D-s tervek feldolgozásával állítják elő a modellt. Várhatóan a tervezők idővel áttérnek a 3D-s tervezésre, mellyel akár időt is megtakaríthatnak a 2D-s tervek előállításához képest a BIM modellel.

A kivitelezés kapcsán már hazánkban is biztató tapasztalatok vannak a BIM modell kivitelezési idő csökkentésével kapcsolatban. Sajnos az üzemeltetés kapcsán hazánkban még kevesebb tapasztalat áll rendelkezésünkre, de a külföldi projektek alapján jelentős megtakarításokat eredményezhet a BIM modellek alkalmazása.

9 BIM MODELLEK HAZAI ELTERJEDÉSÉNEK ELŐMOZDÍTÁSI LEHETŐSÉGEI

Amint ezt már korábban is említettük, a jelenlegi magyarországi gyakorlatban a megrendelők elsősorban az ütköztetésvizsgálatok elvégezhetősége miatt készíttetik el a leendő épület BIM modelljét.

Ez egy értékesítésre szánt ingatlan esetén érthetőnek tűnik, hiszen a megrendelőnek csak a kivitelezés kockázatának csökkentése jelent közvetlen előnyt. Egy saját célra építtetett ingatlan esetén már az üzemeltetés kapcsán is jelentős előnyöket jelentene a BIM modell alkalmazása, így az ő esetükben nem tűnik logikusnak a jelenlegi magyarországi gyakorlat.

Feltehetően ez azzal magyarázható, hogy azok a megrendelők, akik saját használatra építtetik a szerkezetet, kevésbé tájékozottak a BIM modellek alkalmazási lehetőségeivel kapcsolatban, mint azok a megrendelők, akik értékesítés céljából üzletszerűen ingatlanfejlesztést végeznek.

A BIM rendszerek irodalmának áttekintése során azt tapasztaltuk, hogy angol nyelven több irodalom található, melyek részletesen (több száz oldalban) foglalkoznak a BIM-mel, míg magyar nyelvű irodalom viszonylag kevés található. Az angol nyelvű irodalom nyelvezete még jó angoltudással rendelkezők számára is nehezen érthető, nem is beszélve arról, hogy túlzott részletességük miatt túl sok időt igényelne egy építtetni vágyó laikus számára. Ennek megfelelően a BIM modellek hazai, szélesebb körben való elterjedéséhez fontos lenne jól

érthető, egyszerű nyelvezetű magyar irodalmat biztosítani a BIM modellekről, illetve azok alkalmazási lehetőségeiről.

A hazai tervezők jelentős része még 2D-ben tervez, melyet utána többlet időráfordítással, többletköltségen fel kell dolgozni 3D-ben a BIM modellben való alkalmazhatóságához. Jelentős előrelépést jelentene a BIM alkalmazása kapcsán, ha a modell előállítása nem jelentene többletidőt, hanem esetlegesen még rövidülne is a tervezési folyamat. Ehhez azonban minden szakági tervet 3D-ben kellene elkészíteni.

Jelenleg a tervezők közül kevesen tettek lépéseket a 3D-ben való modellezés irányába. Ennek egyik oka lehet, hogy nincs anyagi forrás egy kisebb cégnek arra, hogy a korábban megvásárolt, még működőképes szoftvereket, illetve számítógépparkot lecserélje.

Emellett Zagoráczy Márk kutatásából [Zagoráczy, 2012] egy másik lehetséges ok is felmerül, miszerint a BIM elterjedésének egyik fő akadálya, hogy a BIM rendszerű tervezésnél már nem 2D-s vonalakkal történik a rajzolás, hanem virtuális térben való szerkezetek pontos modellezésével. Ennek megfelelően a rajzolónak teljesen tisztában kell lennie az épületet alkotó szerkezetekkel, nem kerülheti el a „kényes” csomópontokat.

A jelenlegi gyakorlatban sokszor a vezetőtervező meghatározza a szerkezet „konceptióját” (fő irányvonalait), majd a frissen végzett, fiatal mérnökök készítik el a részletterveket. Egy BIM modell esetén nagy szakmai tapasztalattal kell rendelkeznie annak a tervezőnek, aki felépíti a modellt, hogy a kérdéses csomópontokat is ki tudja alakítani.

Fontos, hogy az egyetemeken, a leendő tervezőknek tanítsák a 3D-s tervezésre alkalmas szoftverek használatát, de ez csak lassú átállást tesz lehetővé, hiszen csak a legkritikább esetben dönthet a frissen végzett tervező az iroda fejlesztéseiről, illetve tervezési módjáról. Ezért a BIM modellek gyors hazai elterjedésének egyik módja a vezetőtervezők ilyen irányú továbbképzésének biztosítása lehet. Sajnos a cégeknél jelenleg csak a legkritikább esetben van lehetőség arra, hogy a vezetőmérnökök szoftveroktatásra járjanak, majd az ott tanultakat begyakorolják. Véleményünk szerint erre csak akkor kerülhet sor, ha felismerik az ebben rejlő versenyelőny lehetőségét.

Közrejátszhat az is a 3D-s tervezésre való lassú átállásban, hogy nem szívesen térünk át a megszokott módszerről egy ismeretlenre, mellyel kezdetben lassabban tudjuk elvégezni ugyanazt a feladatot.

Némileg segíti a tervezőirodák átállását az a kényszer, hogy ha külföldre is terveznek, akkor több pályázatnál követelmény a 3D-s tervkészítés. Ha ezek a tervezőirodák ezt követően hazai projekteken is részt vesznek, akkor ott is kihasználják majd a 3D-s tervezés és a BIM modell nyújtotta előnyöket. Idővel így Magyarországon is előnyt fog jelenteni, vagy akár követelmény lesz a tervezővel szemben a 3D-ben való tervkészítés.

A BIM modelleket több esetben is sikerrel használták hazánkban. A tapasztalatok alapján a BIM modellek elsősorban az ún. „design and build” megoldásoknál működött jól, ahol egy cég felel a tervezési és kivitelezési feladatokért is, mivel ilyenkor mind a tervezőknek, mind a kivitelezőknek érdeke a jól működő BIM modell előállítása, és azon észlelt ütközések minél költséghatékonyabb megoldása.

A TDK dolgozatunk alapján jól látható, hogy az üzemeltetés során is jelentős megtakarításokat lehetne elérni egy jól karbantartott BIM modellel, melynek lehetőségeit jelenleg nem használják ki Magyarországon.

Ahhoz, hogy az üzemeltetési során alkalmazni lehessen a BIM modellt, azt az ütközésvizsgálatokat követően is aktualizálni kellene. A BIM modell megvalósulási szintre való aktualizálását nem elegendő a kivitelezés befejeztével elvégezni, hanem a teljes építési folyamat során érdemes csinálni, hiszen a takart szerkezeteken bekövetkezett változások csak így vihetők fel helyesen a modellbe. Ezért a BIM modell karbantartásához szükség van egy csapatra, akik folyamatosan nyomon követik az építés során bekövetkezett változásokat, és azokat felviszik a modellbe.

Az üzemeltetés során is fontos, hogy olyan csapat végezze a modell karbantartását, akik az épületben levő összes szakág változásainak technikai részleteit is képes értelmezni, és a modellbe integrálni.

A BIM modelleket elő lehet állítani 2D-s tervek alapján megépült, meglévő ingatlanok üzemeltetése, illetve felújítása kapcsán is. Az utólag felmért modell esetén a takart szerkezeteket a korábbi 2D-s tervek alapján lehet elkészíttetni, így várhatóan az információtartalma kevésbé részletes, mint egy új építésű ingatlan tervezésekor készült modell. Ennek megfelelően kevesebb megtakarítást lehet elvárni egy meglévő épület utólagos felmérése alapján készült BIM modellel, főleg, ha figyelembe vesszük a kisebb várható élettartamát is. Ezért a BIM modell elkészítése előtt érdemes egy megtérülés számítást végezni a BIM modellel kapcsolatban.

10 ÖSSZEFOGLALÁS

Azt tapasztaltuk, hogy sokan hallották már a BIM fogalmát, de legtöbben nincsenek tisztában annak jelentésével, alkalmazásának lehetséges előnyeivel. TDK dolgozatunkban ismertettük a BIM általánosan használt fogalmát, majd pontosítottuk a megfogalmazást, melynek követésével a BIM modellben megőrzendő maximális információtartalmat optimalizálhatjuk, így jelentősen csökkentve a BIM modellek méretét.

Angol nyelven számos irodalom áll rendelkezésre a BIM-ről, de ezek nagy terjedelme, illetve angol nyelve miatt az átlag hazai felhasználók számára nehezen használhatók. Törekedve TDK dolgozatunkkal is a BIM hazai alkalmazásának elősegítésére, tömören összefoglaltuk a BIM, illetve a BIM modell alkalmazási lehetőségeit.

Megvizsgáltuk a BIM modellek hazai alkalmazási módjait és a modell létrehozásának gyakorlatát.

Magyarországon még nagyon sok tervezőiroda 2D-ban dolgozik, így a BIM modell előállítása külön tervfeldolgozást igényel. Ahhoz, hogy fel tudjuk mérni a 3D-s feldolgozásban rejlő nehézségeket, a Capital Square irodaház két tornyának három szintjét (-1. pinceszint, földszint és emelet) 2D-s terveit feldolgoztuk 3D-s modellben. *(Az épület terveit 2008-ban készülték, így nem meglepő, hogy azok 2D-ban vannak. Az építész tervekben már alkalmaztak 3D-s objektumokat, azonban a bonyolultabb szerkezeti részeket felülnézetben, 2D-ban készítették el, így ezeket a terveket sem lehetett átalakítás nélkül 3D-s modellként használni.)*

Azt tapasztaltuk, hogy a hazai gyakorlatban a megrendelők elsősorban a BIM modellen elvégezhető ütközésvizsgálatok miatt készítetik a modellt, így az általunk elkészített modellen az Autodesk Navisworks program segítségével elvégeztük az ütközésvizsgálatot is.

Majd megvizsgáltuk, hogy milyen költség és idő vonzata van egy BIM modell alkalmazásának. Végül igyekeztünk rámutatni, hogy milyen lehetőségek vannak a BIM modellek magyarországi alkalmazási körét szélesíteni.

Kutatásunk alapján a következő megállapításokra jutottunk:

- hazánkban még nagyon sok tervezőiroda 2D-ban dolgozik, így a BIM modell előállítása külön tervfeldolgozást igényel. A 2D-s tervek 3D-s modellbe való feldolgozásának jelentős időigénye van. Emellett a 2D-s tervek információtartalma lényegesen kevesebb, mint egy 3D-s modellnek, így több olyan szerkezeti rész lehet

melynek tervezett kialakítása nem derült ki egyértelműen a tervekből. Ezek tisztázásához szükség lehet a tervezőkkel való folyamatos konzultációkra, mely sokszor csak akkor oldható meg, ha egy cégen belül dogozik a tervező és a tervet feldolgozó személy. Míg, ha már a kezdetektől fogva 3D-ben történne a tervezés, akkor a tervezés időszükséglete jelentősen lecsökkenhetne, hiszen a modellből tetszőleges metszet és nézet egyszerűen kiemelhető. Ennek megfelelően kijelenthetjük, hogy **a BIM rendszer széleskörű elterjedéséhez elkerülhetetlen, hogy minden szakági tervező már a projekt kiindulásától kezdve 3D-ban tervezzen,**

- ahhoz, hogy a BIM modellek minél előbb alkalmazhatók legyenek Magyarországon is, **nem elegendő, hogy a felsőoktatási intézményekben oktatják a 3D-s tervezést, hanem a már végzett, vezetőtervezők továbbképzéséről is gondoskodni kell,** hiszen ritkán van lehetősége a frissen végzett tervezőnek meghatározni, hogy milyen szoftverben, illetve milyen feldolgozási technológiával kíván tervezni,
- **a BIM modellek hazai elterjedését jelentősen elősegíthetik a külföldre is tervező irodák,** hiszen külföldön már többször elvárás a BIM modellben felhasználható 3D-s tervek létrehozása,
- az elkészült modellen **jelentős mennyiségű ütközést lehet kimutatni, még egy jól megtervezett irodaház esetén is,** így **jelentős idő- és költségmegtakarítást lehet elérni az elvégzett ütközésvizsgálatokkal,**
- nagyon **nehezen lehetne számszerűsíteni a BIM alkalmazásával várható idő- és költségmegtakarítás mértékét,** hiszen minden projekt egyedi, melynek költség és idővonzata nagyon sok paramétertől függ. Nem valószínű, hogy megépítik egyszerre ugyanazt a házat BIM modellel és anélkül. Az üzemeltetés közbeni megtakarításokról viszonylag kevés adat található, és a BIM rendszer újszerűségéből kifolyóan **az épület teljes élettartamára vonatkoztatva még nem is áll rendelkezésre elemezhető adat.**
- az eddigi tapasztalatok igen biztatóak a BIM modellek alkalmazhatóságával kapcsolatban. **A kivitelezést követően is jelentős megtakarítást lehet elérni, melyekhez azonban szükség van a megvalósulási állapotot tartalmazó BIM modellre,**

- a BIM modell megvalósulási szintre való aktualizálását nem elegendő a kivitelezés befejeztével elvégezni, hanem a teljes építési folyamat során érdemes csinálni, hiszen a **takart szerkezeteken bekövetkezett változások csak így vihetők fel helyesen a modellbe**. Ezért a **BIM modell karbantartásához szükség van egy csapatra**, akik folyamatosan nyomon követik az építés során bekövetkezett változásokat, és azokat átvezetik a modellbe.
- a BIM modell megvalósulási szintig való tovább fejlesztésének **kis többlet költsége lenne**. (Ha már a BIM modell rendelkezésre áll, akkor az aktualizálás díja 0,05-0,1% között változik a teljes építési költségre vetítve.) Ennek ellenére a megrendelők csak a legritkább esetben tartanak igényt a modell kivitelezés közbeni karbantartására. Véleményünk szerint ez azzal magyarázható, hogy az **értékesítési céllal épített ingatlanok megrendelőinek nincs többlet bevétele a megvalósulást követően a BIM modellből, így nem áll érdekében annak elvégeztetése**. Míg a saját felhasználásra épített ingatlanok megrendelői viszonylag ritkábban végeztetnek építési tevékenységet, így kevésbé tájékozottak a BIM adta lehetőségekkel kapcsolatban,
- a jelenlegi gyakorlatban az ún. „**design and build**” megoldásoknál, ahol egy cég felel a tervezési és kivitelezési feladatokért is, **a BIM modellek nagy hatékonysággal működnek**. Véleményünk szerint a BIM modell elterjedésével ez a vállalkozási forma még inkább előtérbe kerülhet hazánkban,
- az **üzemeltetés során** is fontos, hogy **olyan csapat végezze a modell karbantartását, akik az épületben levő összes szakág változásainak technikai részleteit is képes értelmezni, és a modellbe integrálni**,
- a **BIM modelleket el lehet készíteni 2D-s tervek alapján megépült, meglévő ingatlanok üzemeltetése, illetve felújítása kapcsán is**. Az **utólag felmért modell esetén** a takart szerkezeteket a korábbi 2D-s tervek alapján lehet elkészíttetni, így várhatóan **az információtartalma kevésbé részletes**, mint egy új építésű ingatlan tervezésekor készült modell. Ennek megfelelően **kevesebb megtakarítást lehet elvárni** egy meglévő épület utólagos felmérése alapján készült BIM modellel, főleg, **ha figyelembe vesszük a kisebb várható élettartamát is**. Ezért a BIM modell

elkészítése előtt érdemes egy megtérülés számítást végezni a BIM modellel kapcsolatban.

Kutatásunk alapján mindenképpen biztatónak tartjuk a BIM-mel és a BIM modellekkel kapcsolatos eddigi tapasztalatokat. Véleményünk szerint nem túlzás azt mondani, hogy a BIM modellek jelentősen át fogják alakítani a tervezési, kivitelezési, illetve üzemeltetési folyamatokat, így idővel az építőipar nélkülözhetetlen elemévé válik.

11 KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani mindazoknak, akik segítettek és támogatták munkánkat.

Külön köszönetet mondunk:

- Dr. Schrancz Mihály Tamásnak és Horváth Attilának, a TDK dolgozatunk elkészítésében nyújtott szakmai segítségükért és útmutató tanácsaikért,
- Guczogi György DLA-nak (Finta és Társai Építész Stúdió Kft.), valamint Kertész Balázsnak (Finta és Társai Építész Stúdió Kft.) a szakmai egyeztetésekért és a szolgáltatott építésztervekért,
- Uhrinyi Balázsnak (KÉSZ Kft.) a BIM modellekkel kapcsolatos kivitelezési tapasztalatainak ismertetéséért, szakmai tanácsaiért,
- Temesvári Lászlónak (Temesvári Tervező Kft.) és Szlovák Krisztiánnak (Temesvári Tervező Kft.) a szakmai egyeztetésekért és a szolgáltatott gépésztervekért,
- HOCHTIEF Development Hungary Kft. vezetésének, hogy engedélyezték a Capital Square irodaház terveinek tanulmányozását,
- Pintér Györgynek (CA Immo Kft.) a Capital Square irodaház helyszínbemjárásának biztosítását,
- HörcsikCAD tanácsadó Kft. munkatársainak a HunPLUS 2012 kiegészítő program licence jogáért a TDK dolgozatunk elkészítéséhez.

12 FELHASZNÁLT IRODALOM

- 112/2011. törvény: „2011. évi CXII. törvény az információs önrendelkezési jogról és az információszabadságról” (hatályos: 2013. 08.01. – 2014. 03. 14.)
<https://kereses.magyarorszag.hu/jogszabalykereso> (letöltve: 2013. 10. 10.)
- 312/2012. (XI. 8.) Korm. rendelet: „az építésügyi és építésfelügyeleti hatósági eljárásokról és ellenőrzésekről, valamint az építésügyi hatósági szolgáltatásról”, (hatályos: 2013. 08. 01. – 2013. 09. 30.), <https://kereses.magyarorszag.hu/jogszabalykereso> (letöltve: 2013. 09. 20.)
- caddaz.com: „CAD software - history of CAD CAM”, <http://www.cadazz.com/cad-software-history.htm> (letöltve: 2013. 09. 21.)
- capitalsquare.hu/elhelyezkedes: <http://www.capitalsquare.hu/elhelyezkedes> (letöltve: 2013. 04.20.)
- capitalsquare.hu/epulet: <http://www.capitalsquare.hu/epulet> (letöltve: 2013. 04.20.)
- capitalsquare.hu/galeria: <http://www.capitalsquare.hu/galeria/blueprints> (letöltve: 2013. 04. 21.)
- Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. (2008): „BIM Handbook, A Guide to Building Information Modelling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Constructors”, John Wiley & Sons, Canada, ISBN 978-0-470-18528-5, p. 490.
- mrasmuilt.com (2013): „BIM NAVISWORKS SERVICES”,
http://mrasmuilt.com/MAB_BIM_Navis.html (letöltve 2013.10.25)
- en. wikipedia.org (2013): „6D BIM”, feltöltve: 2013. április,
http://en.wikipedia.org/wiki/6D_BIM (letöltve: 2013. 09. 28.)
- irodahaz.info: <http://irodahaz.info/kiado-iroda/Capital-Square> (letöltve: 2013. 04. 21.)
- Guczogi Gy. (2009): „Irodaház a Váci út és a Dráva utca sarkán (Capital Square)”, Magyar Építőipar, 2009, 4. szám, pp. 122-129
- National Institute of Building Sciences (2007): National Building Information Modelling Standard, Version 1.0 – Part I: Overview, Principles, and Methodologies”, 2013. 03. 13., p. 161.,

http://academics.triton.edu/faculty/fheitzman/NBIMsv1_ConsolidatedBody_11Mar07_4.pdf (letöltve: 2013. 09. 16.)

Neszmélyi L., Satori S. (2007): „Vállalkozás az építéskivitelezésben”, BMEEPEKASD6 segédlet a BME Építőmérnöki Kar hallgatói részére, p. 79.

Reinhardt J., Bedrick J. (társelnökök) (2013): „Level of Development Specification For Building Information Models”, p. 125., <http://bimforum.org/lod/> (letöltve: 2013. 10. 08.)

tercoor.com: Terkoor Tervezéskoordinációs iroda, <http://www.terkoor.com> (letöltve: 2013. 09. 05.)

vilagutazo.blog.hu: „Bepillantás a Skycourt kulisszái mögé”, 2010.12.03., http://vilagutazo.blog.hu/2010/12/03/bepillantas_a_skycourt_kulisszai_moge (letöltve: 2013. 04. 21.)

Zagorác M. (2012): Az Épületinformációs Modellezés (BIM) implementációjának problémái”, *Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XVII.*, Kolozsvár, 2012. 03. 22-23, pp. 391-394., <http://eda.eme.ro/handle/10598/15470> (letöltve: 2013. 08. 27.)