

Farkas Mónika<sup>1</sup>, Ragasits Patrícia<sup>2</sup>, Ajtayné Károlyfi Kitti<sup>3</sup>, Szalai Dóra<sup>4</sup>

# DÖNTÉSTÁMOGATÁS BIM MÓDSZEREKKEL EGY SPORTCSARNOK PÉLDÁJÁN KERESZTÜL

## DECISION SUPPORT WITH BIM METHODS THROUGH THE EXAMPLE OF A SPORTS HALL

### KIVONAT / HUN

Napjainkban az épületinformációs modellezés, vagyis a BIM módszertan felhasználási lehetőségei egyre bővülnek, így alkalmazása jelentős szerepet játszik az építőipari beruházások során. Kutatásunk célja annak feltárása, miként alkalmazható a BIM módszertan döntéstámogató eszközként a koncepcionális építészeti tervezés során. Ennek keretében bemutatjuk azokat az adatgyűjtési lehetőségeket, melyek integrálhatóak a BIM munkafolyamatba és alkalmazhatóak egy projekt egész életciklusa során. Majd egy általunk tervezett sportcsarnok példáján keresztül megvizsgáltuk ezek gyakorlati alkalmazási lehetőségeit. A modellbe integrált adatok és az openBIM előnyeit kihasználva a sportcsarnok két alternatív lefedését elemeztük és hasonlítottuk össze elsősorban a kivitelezés szempontjából. Az összehasonlítás során kivitelezési organizációs videót készítettünk, melynek BIM alapú előállításához egy kódolási struktúrát alakítottunk ki és alkalmaztuk az általunk vizsgált épületen.

**Kulcsszavak:** BIM, szakági együttműködés, döntéstámogatás, adatintegráció

### ABSTRACT / ENG

Nowadays, the possibilities of using Building Information Modeling (BIM) are increasing, its application plays a significant role in the architecture, engineering, and construction industry. The aim of our research is to explore how BIM methodology can be used as a decision support tool in conceptual architectural design. In this context, we have collected data resources that can be integrated into the BIM workflow in order to apply them throughout the entire life cycle of a project. Then, we examined their practical application on the example of a sport hall designed by us. By taking advantage of the data integrated in the model and openBIM, we analysed and compared two alternative coverage of the sport hall, mainly from the point of view of construction. In addition to the comparisons, we created a BIM-based construction organisation video, for which a coding structure was developed and applied on our building.

**Keywords:** BIM, cooperation of professions, decision support, data integration

<sup>1</sup> építészmérnök BSc hallgató, 4. évfolyam, Széchenyi István Egyetem, e-mail: f.monika1998@gmail.com

<sup>2</sup> építészmérnök hallgató, osztatlan képzés, 4. évfolyam, Széchenyi István Egyetem, e-mail: ragasitspatricia98@gmail.com

<sup>3</sup> okl. építészmérnök, PhD, egyetemi adjunktus, Széchenyi István Egyetem, Építés-, Építő- és Közlekedésmérnöki Kar, Szerkezetépítési és Geotechnikai Tanszék, e-mail: karolyfi.kitti@sze.hu

<sup>4</sup> okl. építészmérnök, BIM menedzser, szoftverfejlesztési csoportvezető, TSPC Kft., doktorandusz, Széchenyi István Egyetem, e-mail: szalaidory@gmail.com

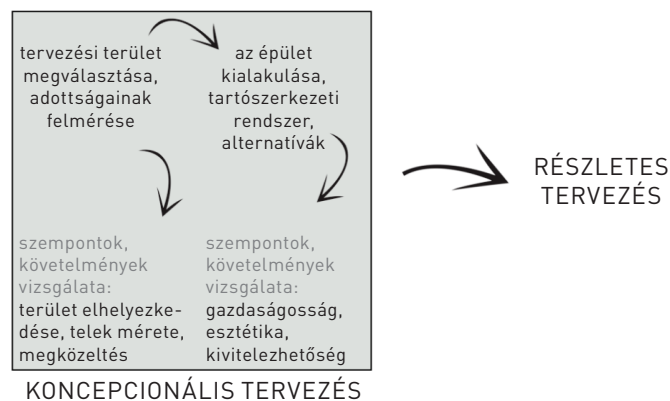
## 1. | BEVEZETÉS

Napjainkban egyre nagyobb az igény a BIM (Building Information Modeling) módszertan alkalmazására, amely számos előnnyel jár: a BIM alapú tervezés a hibák és ütközések korai fázisban történő detektálásával, az alternatív megoldások gyors elemzési és összehasonlítási lehetőségeivel jelentősen csökkentheti a kivitelezési költségeket és időt, valamint a műszaki megoldások optimalizálásával hozzájárulhat az épület gazdaságosabb, fenntarthatóbb kialakításához. A gyakorlatban számos jó példát találunk az alkalmazására, például gyakran alkalmazják költségvetéshez mennyiséggyűjtésre, ütközésvizsgálatok futtatására, modell alapú tervkészítésre stb. Azonban a BIM módszertan még nem általánosan elterjedt, jellemzően a kisebb irodák, kisebb léptékű tervezési feladatai esetében nem használják még ezt a módszert. A BIM munkamódszer segítségével egy hatékony döntéstámogató rendszer létrehozása is lehetséges, amely akár már a koncepcionális tervezés során is hasznos lehet, mivel a könnyed adatcsere és információ integráció miatt különböző szempontok alapján az egyes alternatív megoldások és vizsgálandó esetek összevethetőek [1, 2, 3].

Ez a cikk egy Tudományos Diákköri Konferencia munkát, kutatást mutat be, annak tanulságait és fontos pontjait. A kutatás során feltártuk a BIM módszertan előnyeit és egy saját terven keresztül vizsgáltuk a felhasználási lehetőségeit a koncepcionális tervezés szintjén [4].

Az épülettervezés, és ezáltal a BIM modellezés folyamatát kutatás előzi meg, amihez jelentős mennyiségű információra kell szert tennünk. A koncepcionális építészeti tervezés mindig a megrendelői igényekből és a funkcióból fakad. Ennek pontosítását követi az épület elhelyezése a területen, amely általában adott, de néhány esetben nyitott kérdés is lehet. A helyszín adottságainak felmérését követő feladat az épület funkcionális kialakításának, anyagának, tartószerkezeti rendszerének megválasztása, melynek során általában több alternatív lehetőség is felmerül. Az optimális megoldás kiválasztása komplex feladat, melynek során mérlegelni kell többek között a tartószerkezeti, gazdaságossági, esztétikai, fenntarthatósági, kivitelezésbeli szempontokat [1. ábra].

Az ideális alternatíva kiválasztását nehezítő körülmény, hogy a koncepcionális tervezési fázisban jelentősen kisebb az

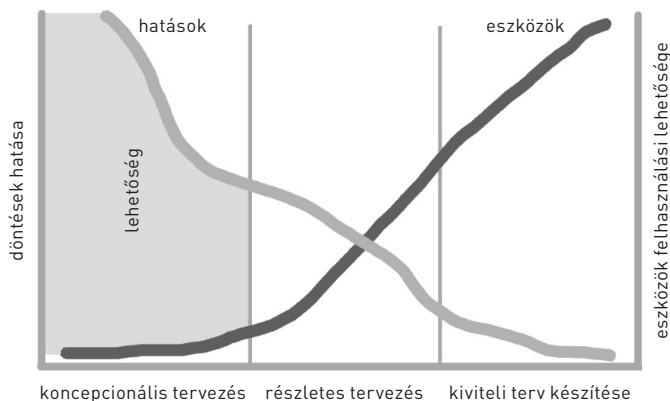


1. ÁBRA: A koncepcionális tervezés folyamata

elérhető tervezési eszközök és módszerek köre, mint a projekt későbbi szakaszaiban. Ezzel szemben, egy épület teljesítményjellemzőit, bekerülési és üzemeltetési költségeit, környezetre gyakorolt hatását túlnyomórészt a koncepcionális tervezés során meghozott döntések határozzák meg [2. ábra] [5]. A BIM módszer koncepcionális tervezésben történő alkalmazása új lehetőségeket nyithatna ezen a téren és hatékony eszközként segíthetné a döntéshozatalt.

A tervezési terület adottságai hatékonyan vizsgálhatók az önkormányzati térinformatikai rendszerek segítségével, melyek lehetővé teszik a helyrajzi szám alapú lekérdezést. A szűkebb és tágabb környezet társadalmi, gazdasági, építészeti környezeti és infrastrukturális jellemzői vizsgálhatóak az Országos Területfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszerbe (TeIR, [www.teir.hu](http://www.teir.hu)) integrált adatbázisok és az elérhető informatikai alkalmazások segítségével. Továbbá, az ingyenes OpenStreetMap ([www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org)) meta-adatokkal ellátott térképi állomány letöltését teszi lehetővé, amely alaptérképként, illetve plusz információként szolgálhat a területről. A terep pontos modellje előállítható a geodéziai adatok alapján, vagy 3D felmérés (lézerszkennelés vagy fotogrammetria) alkalmazásával készített pontfelhő segítségével. A terepmodellhez hozzárendelhetők és vizualizálhatók a beépítési szabályok, amely megkönnyíti a tervezést és a modellezést. Az épületmodellhez rendelt információ tartalom teszi a 3D-s modellt BIM modellé. A felhasználásnak megfelelő információ, vagyis metaadat közvetlenül az objektumhoz rendelendő. A geometriából származó, számított adatok, valamint az általunk meghatározott tulajdonságok (anyagjellemzők, energetikai tulajdonságok, költség adatok stb.) segítségével különböző kimutatások, szimulációk készíthetők. A tervezéstől az üzemeltetésen át egészen a bontásig tarthat a BIM modell alkalmazása. Ez nem csak az építészeti modellt jelenti, hanem minden szakági modellt, adatbázisokat, információkat, számítási eredményeket stb. A BIM célja, hogy olyan virtuális 3D modell jöjjön létre, ahol minden egyes épületelem azonosítható és valós tulajdonságokkal rendelkezik [1, 2].

Az alternatív műszaki megoldások elemzése során is hatékonyan felhasználhatók a BIM, illetve az openBIM előnyei [6]. Az openBIM az iparági együttműködés modern megközelítése, mely különböző épületek létrehozása érdekében összeköti különböző szakterületeken dolgozó mérnököket, akik eltérő szoftvereket használnak a tervezéshez. A programok között



2. ÁBRA: Lehetőségek a korai tervezési fázisban

ti átmetet biztosító, szoftversemleges, nyílt szabványosított fájlformátum az IFC (Industry Foundation Classes). Alkalmazásával lehetőség nyílik a modellelemek és az információ-tartalom minimális veszteséggel történő továbbítására. Ez biztosítja a modellek platformfüggetlen felhasználását, így a modell felhasználható többek között ütközésvizsgálatra [7], tartószervezeti és energetikai analízisre [8], a kivitelezés szimulációjára [9], a fenntarthatóság vizsgálatára [10] vagy költségvetés készítésére is [11]. Ez megvalósítható már a koncepcionális tervezés fázisában is, így az alternatív lehetőségek közül kiválasztható az ideális megoldás [2, 3].

A döntéstámogatás BIM módszertan segítségével egyre elterjedtebb jelenség, számos szakirodalmat találhatunk a témában. 2015-ben Jung In Kim és mtsai. [12] foglalkoztak BIM-alapú döntéstámogató rendszer létrehozásával fenntartható, nagyléptékű fejlesztések esetében. A nagyszabású projektek fejlesztése átfogó hatással van a gazdasági, társadalmi és környezeti fenntarthatóságra, ezért ilyen esetekben kiemelkedően hatékony lehet ez a módszertan a döntéshozásban. Pawel Nowak és mtsai. [13] foglalkoznak cikkükben a döntéshozatal fontosságával az épületek teljes életciklusa során. Ezáltal párhuzamot lehetünk a BIM módszertannal, ami szintén az épület egész életciklusát kezelni tudja. A szerzők végigveszik, hogy az egyes fázisokban milyen döntések meghozatalára van szükség, és ezeket a BIM miként tudja segíteni, alátámasztani.

Tan Tan és mtsai [14] az MCDM (multi-criteria decision making), azaz többszemponú döntéshozatal és a BIM összekapcsolásának lehetőségeit vizsgálják. A szerzők alapján a BIM módszer lényegében egy nagy adathalmazt jelent, amit az MCDM, mint technika kezelni és hasznosítani tud. BIM alapján alkalmazhatóak különböző döntéstámogató rendszerek, amik segítik a tervezést, kivitelezést, fenntartást. Egy jól felépített BIM modellben rögzíthetünk például gyártói, karbantartásbeli adatokat, amik segítik a karbantartás végrehajtását és időbeli ütemezését, a különböző lehetőségek szimulálhatóak, a beavatkozások tervezhetőek, az előnyök és hátrányok megismerhetőek, ezáltal könnyebb a döntéshozás. Ez a helyzet igaz a kivitelezés során is, többek között anyagválasztásban történő döntés meghozatalának segítésére is, például a kivitelezési idő lemodellezésével megállapíthatóak a különbségek - ahogy mi is tettük saját példánkon.

A kivitelezés során, a szállítási feladatok esetében is szóba kerülhet a BIM alkalmazása, a szállítási útvonalak optimalizálása és az üldözőgörbék tervezése során (pl. Autoturn, Vehicle Tracking stb.). Ezzel a témával foglalkozik Ankan Karmakar és mtsai. tanulmánya [15]. Az építőiparban használt járművek útvonaltervezése az építési területtervezés fontos része. Jelenleg az építőipar nem rendelkezik egységes módszerrel a járművek irányítására, ami káros eredményez a munkaterületen. A tanulmány az optimalizálási technikák és az épületinformációs modellezés (BIM) kombinálását javasolja megvalósítható utak létrehozása érdekében, figyelembe véve az építési projektek dinamikus természetét.

Frissebb példaként szeretnénk említeni Hamidreza Alavi és mtsai. [16] tanulmányát, amely az épületek állapotfelmérésével foglalkozott, szintén BIM alapú döntéshozattal. Az épület állapotfelmérése különböző típusú adatok, például az épület jellemzői, az elemek és rendszerek tulajdonságai, valamint a karbantartási nyilvántartások integrálását igényli. Ezekből

kiindulva a tanulmány szerzői adatmodelleket készítettek a projekt hatékonyabbá tétele érdekében.

A téma kapcsán fontos megjegyezni, hogy a döntéstámogatáson kívül egyéb területeken is szóba kerül a BIM módszertan. Többek között a hazai és nemzetközi szakirodalomban egyaránt számos törekvést találunk a BIM és a GIS integrálására. Az épületinformációs modellezés (BIM) és a földrajzi információs rendszerek (GIS) az épület- és környezeti elemek digitális ábrázolását biztosítják. A BIM magára az épület mikroteljesítményére összpontosít, míg a GIS az épület külső környezetének makroteljesítményét biztosítja. E kettő kombinációja integrált adatokon alapuló átfogó képet nyújthat az épített környezetről, támogatva az építészeti, mérnöki és építőipari fejlesztéseket a digitális korban. Hao Wang és mtsai. tanulmánya átfogó áttekintést nyújt a BIM-GIS integrációjáról a fenntartható építési környezetekben [17]. A két rendszer közötti közvetlen kapcsolat lehetővé tenné a beépítési szabályok automatikus ellenőrzését, az épületek szűkebb és tágabb környezetre gyakorolt hatásának elemzését, valamint különböző szimulációk, például szélcsatorna és vízfolyás vizsgálatok elvégzését is [18, 19].

## 2. | ADATGYŰJTÉSI LEHETŐSÉGEK A SPORTCSARNOK TERVEZÉSÉHEZ

A következőkben az általunk alkalmazott BIM alapú döntéshozatali folyamatot mutatjuk be egy esettanulmányon keresztül. Az általunk tervezett épület egy sportközpont, amelyet Győrbe, az Ifjúsági körút és a Szigethy Attila út találkozásánál lévő telekre terveztük. Lakótelepi környezetben található a telek, egymás mellé sorolt, szinte egyforma panel épületekkel szomszédos. A telekkel átellenben, az Ifjúsági körút másik oldalán található a Barátság park, ami funkciója tekintetében szorosan kapcsolódik a sportközpontoz.

Az épület tervezését és a modell elkészítését jelentős kutatás előzte meg. Fontos, hogy információt szerezzünk a tervezési telek elhelyezkedésével, szűkebb és tágabb környezettel kapcsolatban sok szempontból, ilyen például a közlekedési infrastruktúra vagy a társadalmi környezet, különös tekintettel a funkcióval érintett korosztályra. A **3. ábra** az OpenStreetMap nyilvánosan elérhető adataiból generált úthálózat elemzést mutatja a tervezési területre vonatkozóan. A terület vizsgálatához felhasználtuk továbbá a TelR alkalmazást, melynek segítségével a demográfiai adatokat, a népesség korosztály szerinti eloszlását vizsgálhattuk [20]. A tervezési folyamat során a győri térinformatikai rendszer [21] segítségével ellenőriztük, hogy milyen beépítettségi szabályok vonatkoznak a területre, milyen szempontokra kell odafigyelni. A környék felmérésére fényképeket készítettünk, valamint különböző műhold és StreetView alkalmazásokat is [22] használtunk, melyekkel jól vizsgálható például a beépítettség vagy a növényzet mértéke a terület tágabb környezetében. Az Ifjúsági körút többi részén paneles lakótelepi épületek találhatóak, azok monoton módon sorakoznak egymás mellett. Emiatt építészeti szempontból fontos volt, hogy egy kevésbé egyhangú épülettömeg alakuljon ki, ugyanakkor az Ifjúsági körút felé megmaradjon valamilyen szintű zártság, az utcakép megtartása érdekében.

**3. ÁBRA:**  
Az OpenStreetMap adatai alapján, QGIS segítségével készített tematikus térkép a tervezési terület megközelíthetőségéről



### 3. | A BIM ALKALMAZÁSA A SPORTCSARNOK TERVEZÉSE SORÁN

A kutatás során a tervezett sportcsarnokot BIM módszerrel dolgoztuk fel, ami azért előnyös, mert számos információt tudunk integrálni a modellbe, ami a tervezés, kivitelezés, sőt az épületfenntartás során is hasznunkra lehet. A 3D BIM modell segítségével költségkimutatások, ütemtervek, időbeli és térbeli organizáció is készíthető. Szintén fontos előnye a módszernek, hogy áthidalja a platformfüggőséget, vagyis az IFC adatcsere segítségével a különböző platformokon készített tervek összekapcsolhatóak.

Kutatásunk során a sportközpont legnagyobb fesztávolságú épületrészeivel, a sportcsarnokkal foglalkoztunk, ezért a továbbiakban annak a szerkezetét, felépítését részletezzük (4. ábra). A sportcsarnok 64,30×37,80 m befoglaló méretekkel rendelkezik, melybe beletartozik egy nagy méretű játéktér az ahhoz szükséges lelátóval, ami 300 fő befogadására alkalmas. Az épület pillérvázás szerkezetű, előregyártott vasbeton pillérek alkotják a tartószerkezetét, melyek között vázkitöltő falazat található. Az épület pontalapokon, valamint az azokat összekötő talpgerendákon nyugszik. Az előregyártott vasbeton pillérek a csarnok hossziránya mentén 30×100 cm keresztmetszetűek, rövidebbik oldala mentén 30×30 cm keresztmetszetűek. Ezekre fekszenek fel a főtartók, melyeknek 36,80 m fesztávot kell áthidalniuk.

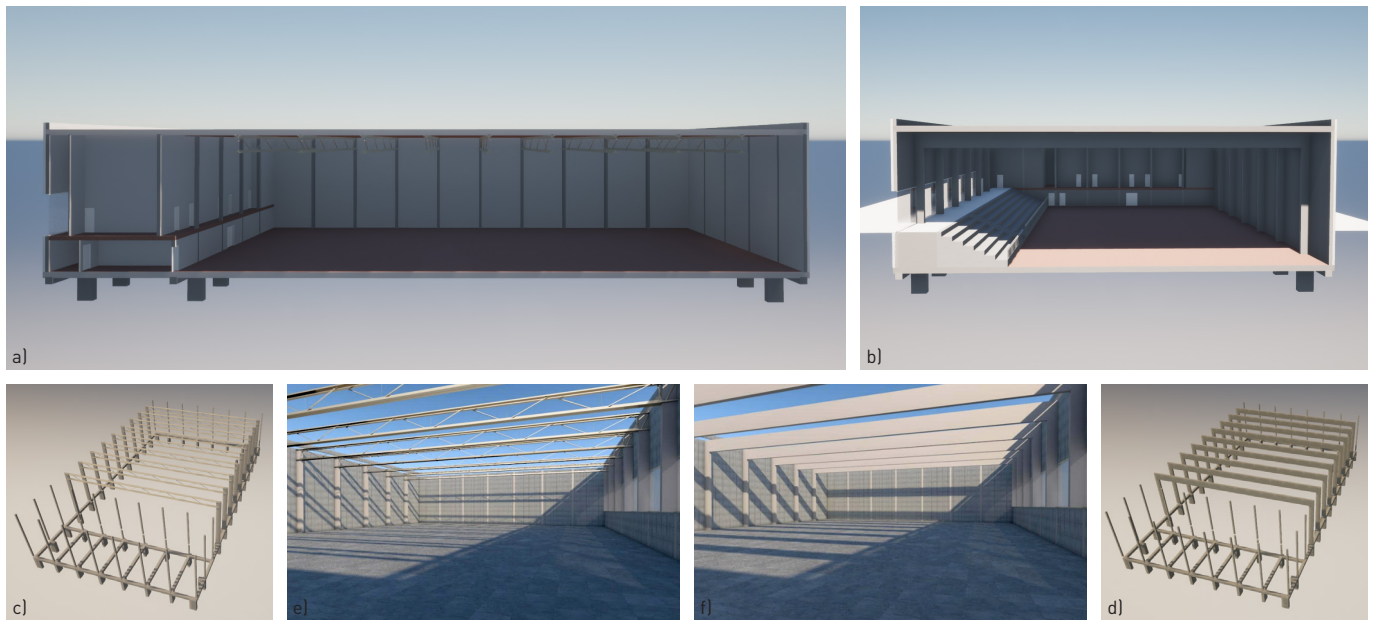
A sportcsarnok könnyű szerkezetű, trapézlemez, lapostetős fedést kapott, PIR anyagú hőszigeteléssel, műanyaglemez fedéssel, nem járható, egyenes rétegrenddel. A homlokzaton 20 cm kőzetgyapot homlokzati hőszigetelés található, a 4 mm vastag PREFA alumínium kompozit lap burkolat mögött. A táblák mérete: 1500×4010 mm, színe ezüstmetál, RAL9006 színkóddal.

A főtartók tekintetében két alternatív megoldást vázoltunk fel: az első variációban előregyártott feszített vasbeton gerendákat, míg a második variációban acél rácsos tartót terveztünk és hasonlítottunk össze. Az összehasonlítást az alábbi szempontok alapján végeztük el:

- kivitelezési idő és nehézség,
- szerkezeti önsúly,
- tűzvédelem,
- épületgépészet kialakíthatósága,
- karbantartási igény,
- esztétika.

A BIM modellt Archicad 24 program segítségével készítettük el. Az első lépésünk az volt, hogy egy jól átgondolt és egyszerű fóliastruktúrát hoztunk létre. Definiáltuk a szintek magasságát és a tartószerkezetek paramétereit. A folyamat során LOD [Level of Development] [23] 300-as részletesség elérésére törekedtünk. A modellezés az építkezés sorrendjében történt, az alaptestek modellezésével kezdtük, majd a fő pillérek elhelyezésével, főtartók elkészítésével folytattuk, és végül a többi külső elemet illesztettük a helyükre. Voltak olyan elemek, amiket réteges szerkezettel vagy profilelemek készítésével oldottunk meg. A réteges szerkezetek megadásánál definiálható az egyes rétegek szerkezeti szerepe, hogy az tartószerkezeti mag legyen vagy burkolat. Így a program el tudja különíteni a különböző funkciójú rétegeket, amikor különböző részleges szerkezetmegjelenítési lehetőségeket alkalmazunk. Profil elemeket az attika modellezésénél alkalmaztuk, amely jelentősen megkönnyítette a csomópont kialakítását.

A tartószerkezeti elemek modellezése esetében az előregyártott vasbeton főtartó gerendaként modellezhető volt, míg a rácsos tartót az Archicad csak tárgyként tudja kezelni, így itt felhasználtuk az openBIM előnyeit és AxisVM-ben hoztuk létre a rácsostartót, amit IFC-ben importáltuk az Archicad-be.



4. ÁBRA: A tervezett sportcsarnok BIM modellje: a) hosszszelvényben acél főtartókkal, b) keresztmetszetben vasbeton főtartókkal, c) a tartószerkezeti váz acél főtartókkal, d) a tartószerkezeti váz vasbeton főtartókkal, e) a csarnok belső tere acél főtartókkal, f) a csarnok belső tere vasbeton főtartókkal

A gyors importálás lehetővé tette azt is, hogy a főtartók önsúlyát is meg tudjuk vizsgálni, ami elemzési szempont a döntéshozatal során.

A modell felépítése után következett, hogy egy olyan fájl formátumba kellett kimentenünk, amit a Bexel [24] program is felismer, ez a későbbi munkánkhoz volt szükséges, amikor organizációs videót készítettünk. Ez a formátum az IFC. Az IFC import legnagyobb előnye, hogy a modell elemeket és a hozzájuk rendelt további adatokat is megtartja, így jelentősen lecsökkenti a tervezési időt. Ahhoz, hogy ezeket az adatokat megfelelően tudjuk kimenteni, egy fordítót kellett alkalmaznunk. Az Archicadben előre beállított, alapértelmezett IFC fordítók találhatók, melyek beállításait az adott importálási/exportálási feladatnak megfelelően módosítottuk.

#### 4. | A TÉRBELI ORGANIZÁCIÓ SZIMULÁCIÓJA

Saját példánkon keresztül vizsgáltuk a döntéstámogatás lehetőségeit, ehhez pedig térbeli organizációt készítettünk. Célunk volt, hogy két típusú szerkezet beépítését szimulálni tudjuk, majd az abból következő tanulságokat levonhassuk. Az organizációs videó segítségével információt kaptunk a kivitelezési időintervallumokról, kivitelezésbeli folyamatokról, amik alapján előnyöket és hátrányokat tudtunk megfogalmazni az egyes esetek mellett és ellen, így a döntéstámogatás meg tudott valósulni. Az organizációs videó készítéséhez szükséges ütemtervet Bexelben készítettük el, törekedve arra, hogy a legvalószínűbb időintervallumokat adjuk meg. A döntéstámogatást ez a módszer elő tudta segíteni, mivel az időbeli ütemterv információt tudott szolgáltatni a kétfajta épületlefedés technológiai, időbeli különbségeiről. Ezek alapján azok előnyei és hátrányai is felismerhetőek és rögzíthetőek voltak. Ez egy példa arra, hogy a BIM módszertan által mi-

ként lehet például az épület kivitelezését szimulálni, aminek köszönhetően valós adatok nyerhetőek és összehasonlítások végezhetőek.

Az OID, vagyis Object Identifier objektumazonosítót jelent. A BIM modellben minden objektumot egyedi azonosítóval kell megjelölni. Ezt a kódrendszert magunk is kitalálhatjuk, lehet egy könnyen értelmezhető kód vagy olyan klasszifikációs hivatkozás, amely párhuzamban áll az egyes termékadatbázisokkal. Az organizációs videó készítéséhez elengedhetetlen volt egy kódolási rendszer kitalálása, ami alapján az ütemterv egyes lépései azonosíthatóak, valamint a két program közötti adatcsere biztosítható. A rendszer úgy alakult ki, hogy először főkategóriákat hoztunk létre a munkafolyamatok alapján, ezt követően meghatároztuk a lehetséges pozíciókat (szinteket), végül meghatároztuk az elemtípusokat. Minden kategóriának egyedi azonosítója van, így az egyes elemek ütemtervi kódja ezen kategóriák azonosítóinak kombinációjából áll össze (5. ábra).

A kódolási rendszerünk szerint például a zárófödém szinten elhelyezkedő acél rácsostartó az „SE\_Z.á” kódot kapja. E módszerrel az összes elemhez egyedi azonosítót tudunk rendelni, ami alapján az ütemterv és a modell elemek összekapcsolhatóak, majd az organizációs videó elkészíthető. Ehhez a modellt IFC formátumban importáltuk a Bexelbe. Az ütemterv elkészítése után kiválasztási készleteket hoztunk létre az ütemezési kódok segítségével, hogy az ütemtervben megadott, egyes munkafolyamatokhoz tartozó kódokkal összekapcsolhatóak legyenek a logikai műveletek. A modellelemek és munkafolyamatok összekapcsolását követően az organizációs videó elkészíthető, így a kivitelezés 3 dimenziós térben szimulálható. Az elkészült organizációs videó tanulságos volt, látványos módon tudtuk vele reprezentálni a kivitelezés ütemtervének egy-egy lépését, a pontos épületszerkezeti elemeket. Ez az animáció volt segítségünkre a két típusú lefedés kivitelezési idejének összehasonlítása esetében is.

munkanem	elnevezés	pozíció	elnevezés	elemtípus	elnevezés
zsaluzás	ZS	alapozási szint	A	pillérek	p
tereprendezés	TE	pinceszint	P	vb. falpanel	f
gépészet	GE	földszint	F	alapozás	a
szigetelés	SZ	első emelet	E	válaszfal	v
burkolat	BU	zárófödém szint	Z	légtechnika	l
vasalás	VA	nem meghatározott pozíció	X	hőszigetelés	h
betonozás	BE			vízszigetelés	i
falazás	FA			közmű	k
szerezés	SE			vb. födémpanel	m
festés	FE			nyílászárók	n
				lelátó	o
				lépcső	c
				vb. főtartó	ő
				acél rácsostartó	á
				vb. talpgerenda	t
				vb. alapgerenda	g
				aljzatbeton	z
				homlokzatburkolat	b
				tető	ű
				talaj	j

**5. ÁBRA:**  
A térbeli organizáció elkészítéséhez felállított kódolási rendszer

### 5. | AZ ALTERNATÍV LEFEDÉSEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

A főtartókat a kivitelezési idő és nehézség szempontjából vizsgálva megállapítható, hogy csak kismértékű különbség tapasztalható a két típus kivitelezése között a vasbeton főtartó javára. Az acél rácsostartó kivitelezése valamivel több időt vesz igénybe a vasbeton tartóval szemben. Amikor a helyszínre érkezik egy acél tartó, plusz egy napra van szükség az elemek összeszereléséhez, mivel nem egy darabban gyártják azt, hanem az egyes darabokat a helyszínen illesztik össze. További egy nap, amíg tűzálló bevonattal látják el és az megszárad. Ezen kívül, amikor az acél tartó már a helyére került, a csavarokat még meg kell húzni és mindez csak műszaki ellenőr jelenlétében történhet. Ezzel szemben a vasbeton tartókat daru segítségével emelik be a helyükre, majd rögzítik őket. A vasbeton tartókat lehet közúton szállítani a 36/2017. (IX. 18.) NFM rendelet alapján [25]. A szállítás egy ilyen méretű gerenda esetében azonban több plusz feladattal jár. A gerenda szállításához külön erősítési rendszert kell általában tervezni, amely növeli a gerenda keresztirányú merevségét és ellenáll a forduláskor fellépő centripetális erőnek. A megerősítő rendszert előre megtervezik, általában egy feszítőhuzalt helyeznek el, amit a gerenda mindkét végén rögzítenek. A feszítés előnye, hogy kevesebb alátámasztást igényel a tartó, az előfeszítésnek köszönhetően azonnal működik. Ezen kívül az adott szállító cég lehetőségeiről is tájékozódni kell, általában meg van adva, hogy naponta hány darab gerenda szállítását tudják vállalni. A BIM rendszer itt is segítségünkre van, mert így az ütemterv is egyértelműbbé tud válni a kódolási rendszer segítségével.

Vizsgálati szempont lehet még a kétféle tartó magassága is, mivel ez befolyásolja a belmagasságot, ami pedig számos épületfenntartási folyamatra van hatással, például a fűtésre. Ezen kívül az acéltartók között a gépészet könnyen elve-

zethető, míg a vasbeton tartó esetében előre megtervezett áttörések készítése szükséges. Itt is jelen van a BIM, mint lehetőség, mivel az ütköztetésvizsgálat során előkerülnek a lehetséges problémák a gépészet szerelésével kapcsolatban.

A BIM modellezés során előnyként ki kell emelni, hogy a megmodellezett főtartókat szerkezeti analízisre alkalmas programba (pl. AxisVM) átmportálva analízist lehet rajta végezni, illetve az önsúlyt is ki lehet nyerni az adott tartóra vonatkoztatva. Önsúly szempontjából az acélszerkezet előnyösebb, tűzvédelmi szempontokat vizsgálva pedig a vasbeton a kedvezőbb. A BIM módszertan segítségével előrébb juthatunk a döntéstámogatásban, amikor ilyen szempontokat vizsgálunk, mivel a könnyed adatcsere miatt gyorsabban kapunk információt például egy adott elem önsúlyáról vagy szerkezeti paramétereiről.

Az építészeti szempontok is meghatározóak az ideális megoldás kiválasztása során, e tekintetben a vasbeton tartót ítéltük kedvezőbbnek. A karbantartási igényt is érdemes vizsgálni mindkét tartó esetében. A vasbeton főtartó esetében ez nem jelentős, esetleg portalanítás szükséges időnként. Az acél rácsostartón ezzel szemben 5-10 évente meg kell újítani a tűzvédő bevonatot, illetve a korrózióvédelem megfelelőségét is ellenőrizni kell. Természetesen számos egyéb szempont is közrejátszik egy valós projekt esetében, mint gazdaságosság, üzemeltetési költségek, fenntarthatóság, amely szempontok vizsgálatára jelen tanulmányunk nem terjedt ki.

### 6. | KONKLÚZIÓ

Kutatásunk során sikerült elsajátítanunk a BIM alapú modellezést, megtapasztalva, hogy ennél a rendszernél sokkal tudatosabban kell elvégezni a modellezést már a legelejétől kezdve. Egy BIM modell lényege az adattartalom, ez külön-

bözteti meg egy egyszerű 3D-s épületmodellről. Fontos kiemelnünk, hogy az adatgyűjtés során olyan információkat kaptunk az egyes források és eszközök segítségével, amik különbözőképpen integrálhatóak voltak a BIM modellbe, ezáltal segítségünkre voltak a tervezési terület elemzésében, a koncepcionális tervezésben, valamint az ideális tartó szerkezeti megoldás kiválasztásában. A plusz adatok egy része a modellelemekhez hozzárendelve ad többletinformációt, míg a térképi állományok, mint például az OpenStreetMap-ről letöltött téradatok közvetlenül felhasználhatóak a modellezés, tervezés során is. Kutatásunk során bebizonyosodott számunkra, hogy a BIM módszertan hatékonyan felhasználható az alternatív műszaki megoldások elemzéséhez és összehasonlításához már a koncepcionális tervezés során. A döntéstámogató módszerek fejlesztése érdekében hosszútávra tekintve fontos, hogy a BIM és a GIS rendszerek, valamint a különböző adatbázisok között az adatátvitel minél könnyebb legyen, amire már láthatóak törekvések a hazai és nemzetközi szakirodalomban is.

#### IRODALOMJEGYZÉK

- [1] **Ajtayné Károlyfi Kitti:** Korszerű módszertanok az építészetben. Előadás, Széchenyi István Egyetem, 2021.
- [2] **Lechner Tudásközpont Területi, Építészeti és Informatikai Nonprofit Kft.:** Okos város fejlesztési modell módszertani útmutató, 2017. november, <https://lechnerkozpont.hu/doc/okos-varos-okos-varos-fejlesztési-modell-módszertani-utmutato-20171130.pdf>
- [3] **Zagorác Márk, Szabó Beatrix:** BIM-kézikönyv Bevezetés az épületinformációs modellezésbe, Lechner Nonprofit Kft., 2018, <https://lechnerkozpont.hu/doc/terbeli-szolgáltatások-attekintés/lechner-tudaskozpont-bim-kezikönyv-1-kötet-1-kiadás.pdf>
- [4] **Farkas Mónika, Ragasits Patrícia:** Sportcsarnok lefedés alternatív megoldásainak összehasonlítása BIM alapokon, TMDK dolgozat, Tudományos és Művészeti Diákköri Konferencia, Épített környezet szekció, Győr, Széchenyi István Egyetem, 2021. november 24.
- [5] **Lihui Wang, Weiming Shen, Helen Xie, Joseph Neelamkavil, Ajit Pardasani:** Collaborative conceptual design – state of the art and future trends. *Computer-Aided Design*, 34(13), 2002, pp. 981-996, [https://doi.org/10.1016/S0010-4485\(01\)00157-9](https://doi.org/10.1016/S0010-4485(01)00157-9)
- [6] **Rafael Sacks, Chuck Eastman, Ghang Lee, Paul Teicholz:** BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers and Contractors, and Facility Managers. John Wiley & Sons, 2018, 688 p.
- [7] **Maarten Albert van Eldik, Faridaddin Vahdatikhaki, João Miguel Oliveira dos Santos, Maarten Visser, Andre Doree:** BIM-based environmental impact assessment for infrastructure design projects. *Automation in Construction* 120, 2020, 103379, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103379>
- [8] **Asser Elsheikh, Tewodros Temede Baza, Gizachew Megersa Dabi, Lami Sileshi Dereje:** Energy analysis of building structures using bim: a review. *System Technologies* 1(38), 2021, pp 77-81, <https://cyberleninka.ru/article/n/energy-analysis-of-building-structures-using-bim-a-review>
- [9] **Sungjin Kim, Matthew Peavy, Pei-Chi Huang, Kyungki Kim:** Development of BIM-integrated construction robot task planning and simulation system. *Automation in Construction* 127, 2021, 103720, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103720>
- [10] **José Pedro Carvalho, Luís Bragança, Ricardo Mateus:** Sustainable building design: Analysing the feasibility of BIM platforms to support practical building sustainability assessment. *Computers in Industry* 127, 2021, 103400, <https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103400>
- [11] **Seul-Ki Lee, Ka-Ram Kim, Jung-Ho Yu:** BIM and ontology-based approach for building cost estimation. *Automation in Construction* 41, 2014, pp. 96-105, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.020>
- [12] **Jung In Kim, Jonghoon Kim, Martin Fischer, Ryan Orr:** BIM-based decision-support method for master planning of sustainable large-scale developments. *Automation in Construction* 58, 2015, pp. 95-108, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.07.003>
- [13] **Pawel Nowak, Mariola Książek, Marcin Draps, Jacek Zawistowski:** Decision making with use of building information modeling. *Procedia Engineering* 153, 2016, pp 519-526, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.177>
- [14] **Tan Tan, Grant Mills, Eleni Papadonikolaki, Zhening Liu:** Combining multi-criteria decision making (MCDM) methods with building information modelling (BIM): A review. *Automation in Construction* 121, 2021, 103451, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103451>
- [15] **Ankan Karmakar, Abhishek Raj Singh, Venkata Santosh Kumar Delhi:** Automated route planning for construction site utilizing building information modeling. *Journal of Information Technology in Construction* 27, 2022, pp. 827-844, <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2022.040>
- [16] **Hamidreza Alavi, Rafaela Bortolini, Nuria Forcada:** BIM-based decision support for building condition assessment. *Automation in Construction* 135, 2022, 104117, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.104117>
- [17] **Hao Wang, Yisha Pan, Xiaochun Luo:** Integration of BIM and GIS in sustainable built environment: A review and bibliometric analysis. *Automation in Construction* 103, 2019, pp. 41-52, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.03.005>
- [18] **Junxiang Zhu, Peng Wu:** BIM/GIS data integration from the perspective of information flow. *Automation in Construction* 136, 2021, 104166, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104166>
- [19] **Massimiliano Pepe, Domenica Costantino, Vincenzo Saverio Alfio, Alfredo Garofalo Restuccia, Nicola Massimiliano Papalino:** Scan to BIM for the digital management and representation in 3D GIS environment of cultural heritage site. *Journal of Cultural Heritage* 50, 2021, pp. 115-125, <https://doi.org/10.1016/j.culher.2021.05.006>
- [20] **Győr-Moson-Sopron megye Területrendezési terve,** [http://gis.teir.hu/rendezes\\_gyms\\_trt\\_ov](http://gis.teir.hu/rendezes_gyms_trt_ov)
- [21] **Győr PH - Térinformatikai rendszer,** <http://195.228.178.212/mapguide/gyor/internet.php>
- [22] **Google Street View,** <https://www.instantstreetview.com>
- [23] **BIM Forum:** Level of Development (LOD) Specification, 2021, <https://bimforum.org/resource/%EF%BF%BC%EF%BF%BClevel-of-development-specification/>
- [24] **Bexel Manager:** Building the future of digital construction together, <https://bixelmanager.com>
- [25] **36/2017. (IX. 18.) NFM rendelet** a meghatározott összetomeget, tengelyterhelést, tengelycsoport-terhelést és méretet meghaladó járművek közlekedéséről, <https://njt.hu/jogszabaly/2017-36-20-2W>