

Gyakorlatorientált BIM oktatás az építő- és építészmérnöki képzésben

Practice-oriented BIM education in architecture and civil engineering courses

AJTAYNÉ KÁROLYFI Kitti¹, SZALAI Dóra², Dr. SZÉP János¹, Dr. HORVÁTH Tamás²

¹Széchenyi István Egyetem, Szerkezetépítési és Geotechnikai Tanszék, 9026,
Győr Egyetem tér 1., +36 96 503 400, <https://se.sze.hu/>, karolyfi.kitti@sze.hu, [szipj@sze.hu](mailto:szepj@sze.hu)

²Széchenyi István Egyetem, Építészeti és Épületszerkezet-tani Tanszék, 9026,
Győr Egyetem tér 1., +36 96 503 400, <https://eet.sze.hu/>, szalaidory@gmail.com, hms@sze.hu

Abstract

Building Information Modelling (BIM) is becoming increasingly important in the AEC (Architecture, Engineering and Construction) sector, therefore its integration in higher education is necessary. This paper presents the status of BIM education in Széchenyi István University (Győr, Hungary). Here, the architecture and civil engineering programs belong to the same faculty, which essential feature enables students to acquire BIM competences by working on common projects.

Keywords: building information modelling, higher education, architecture, structure, collaboration

Kivonat

Az épületinformációs modellezés (BIM: Building Information Modelling) egyre nagyobb jelentőséggel bír napjaink építőipari beruházásai során, ezért a módszer egyetemi oktatásba történő integrációja szükségzerű. Ebben a cikkben a BIM oktatás helyzetéről számolunk be a Széchenyi István Egyetemen (Győr, Magyarország). Az egyetem sajátossága, hogy az építés- és az építőmérnöki szak ugyanahhoz a karhoz tartozik, ami lehetővé teszi a hallgatók számára, hogy közös projektek kidolgozásával szerezzenek tapasztalatokat a BIM munkamódszer gyakorlati alkalmazásában.

Kulcsszavak: épületinformációs modellezés, felsőoktatás, építészet, tartószerkezet, szakági együttműködés

1. BEVEZETÉS

Felgyorsult világunk építőipara előmozdította az építészeti tervezés és a kivitelezés digitalizációját. A digitális tervezés során előtérbe került a 3D modellezési technikák alkalmazása, ami lehetővé teszi, hogy egyre több információt kapcsoljunk a modell elemekhez. Ily módon a számítógéppel segített tervezés (CAD) észrevétlenül átalakult épületinformációs modellezéssé (BIM), amely módszer alapjaiban változtatta meg az építészeti tervezés és kivitelezés folyamatát. Egyre több országban válik kötelezővé a BIM alapú tervezés a projekt méretétől vagy finanszírozásától függően, ezért világszerte megkezdődött a BIM módszertan egységesítése [1], melynek részeként 2019-ben megjelent a magyar BIM nemzeti szabvány is [2]. A felsőoktatásból kikerülő hallgatók versenyképességének biztosítása érdekében a BIM oktatásba integrálása szükségzerű, melyre számos példát találhatunk a nemzetközi szakirodalomban.

A BIM alap gondolata egy a szakágak közötti kommunikációt biztosító közös platform létrehozása [3]. A Széchenyi István Egyetem (Győr, Magyarország) sajátossága, hogy az építés- és építőmérnöki szakok egy karhoz tartoznak, ami lehetővé teszi a hallgatók közös projektekben történő együttműködését. Az egyetem viszonylag fiatal oktatási intézmény, szervezeti elődjét 1968-ban hozták létre. Építőmérnököket 1974 óta, építészeket 1990 óta képzünk (1. ábra). A kilenc karral rendelkező egyetem mára fontos regionális felsőoktatási intézménnyé vált, így kiemelt stratégiai célja a nemzetköziesítés.

	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
intézmény neve	Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola (KTMF)													SZI KTMF		SZI MF		Széchenyi István Főiskola (SZIF)										Széchenyi István Egyetem (SZE)																														
főiskolai / BSc szakok	Híd-, út- és vasút-építési és fenntartási													Közlekedés-építési		Építőmérnök (6f)		Építőmérnök (8f)										Építőmérnök BSc (8f)																														
egyetemi / MSc szakok																Építésmérnök (6f)		Építésmérnök egyetemi (10f)										Építésmérnök BSc (8f)										Építész egyetemi (10f)																				
																												Szerkezettervező építésm. MSc (3f)										Építész MSc (4f)																				
																		Építőmérnök egyetemi (10f)										Infrastruktúra-építőmérnök MSc (3f)																														
																																						Szerkezet-építőmérnök MSc (3f)																				

1. ábra: A Széchenyi István Egyetem építész- és építőmérnök képzései

A felsőoktatási rendszer országos felülvizsgálatának eredményeként 2017-ben megújultak az egyetemi oktatási programok. Az építőmérnöki és az építész szakok új tantervébe bekerült a BIM módszer oktatása is. Ennek eredményeként számos tantárgy keretén belül megjelenik a BIM, valamint kifejezetten BIM témájú kurzusok is kidolgozásra kerültek: a Tartószerkezeti BIM az építőmérnökök, a BIM menedzsment az építészek számára. Mindkét kurzus a 7. félévhez tartozik, így lehetővé vált a két szakterület közös képzése. A BIM oktatása gyakorlatorientált megközelítést és intenzív csapatmunkát igényel. A BIM szemléletmód korábban is gyakran megjelent a hallgatók munkájában, főleg saját érdeklődésük okán [4], az új BIM tantárgy keretében pedig az új tanterv szerves részévé is vált.

2. A TANTÁRGY KONCEPCIÓJA ÉS FELÉPÍTÉSE

A tantárgy célja a BIM módszertan gyakorlatorientált oktatása valós projektek feldolgozásával. A kivitelezhetőség és a szakmai kihívás biztosítása érdekében a javasolt feladatok a kortárs építészeti és épület-szerkezeti kérdéseket egyaránt tárgyaló Detail (Vol. 2019) folyóiratban bemutatott épületek közül kerültek ki. A feladatok feldolgozásához a hallgatók négyfős csoportokat alkottak, legalább egy építész-, valamint két vagy három építőmérnök hallgató részvételével. A 12 résztvevő a képzésének utolsó vagy utolsó előtti félévében járt. A csoportok által választott három épület a következők voltak: az MVRDV által tervezett amszterdami Salt irodaház [5], a Londonhoz közeli Freeman's tanuszoda [6], valamint egy Tuttlingenben található családi ház [7]. A féléves feladat a választott épület tervezését írta elő, amely a következő részfeladatokból állt:

1. Építészeti és tartószerkezeti modell létrehozása
2. A modell részletességének (Level of Development = LOD) növelése
3. Tartószerkezeti analízis
4. Épület- és tartószerkezeti részletek kidolgozása
5. Ütközésvizsgálat, mennyiségkimutatás, konszignációk készítése
6. A projekt dokumentációjának elkészítése.

Az oktatás során a mentorálás módszerét alkalmaztuk, amely elsősorban heti rendszerességgel konzultációt, valamint a főbb feladatrészeket érintő útmutatókat jelentett, így a félév során a folyamatos munkavégzés elengedhetetlen volt a hallgatók részéről. Az elvégzett és a csoport tagjai által prezentált részfeladatokat közösen, szakági konzulensek részvételével értékeltük és véleményeztük. A szakági konzulensek tekintetében két BIM tapasztalattal rendelkező építész (Ajtayné Károlyfi Kitti és Szalai Dóra), egy épületszerkezeti tervező (Horváth Tamás), egy szerkezettervező (Szép János), valamint egy épületgépész tervező (Petrikó László) segítette a hallgatók munkáját. A 10. oktatási hetet követően a súlyosbodó járványügyi helyzet okán digitális oktatásra térünk át, amely azonban nem befolyásolta jelentősen a tárgy további menetét.

3. EREDMÉNYEK

Az épület BIM modelljének elkészítése minden csapat közös feladata volt, mely során az építészhallgatók az építészeti és épületgépészeti részmodellek, míg az építőmérnök hallgatók a tartószerkezeti részmodellek megfelelőségéért feleltek. A 3. részfeladatot követően a két szakág feladatai különváltak, így a csapattagok közötti együttműködés és kommunikáció alapvető jelentőségűvé vált.

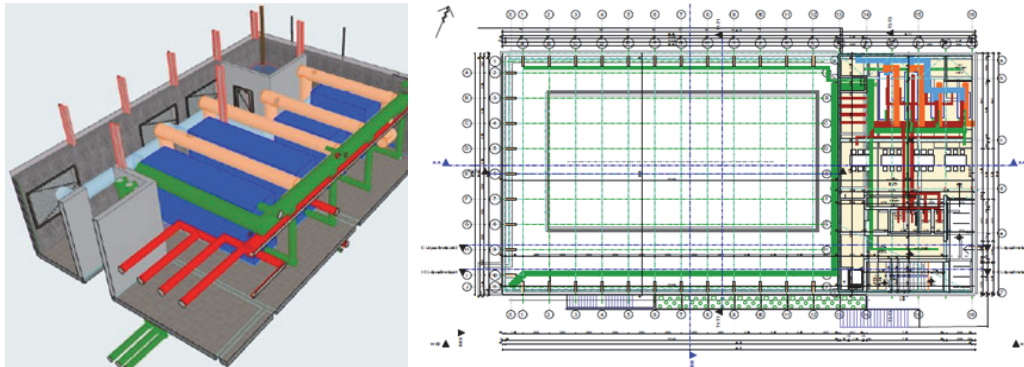
Építészeti és szerkezeti modell létrehozása: Az első feladatrész célja az engedélyezési tervdokumentáció részletességét megközelítő (LOD 200) modell elkészítése volt (2. ábra). A modellek létrehozásához a csapattagok az ArchiCAD 23 szoftvert használták. A hatékony közös munka, valamint a távoli munkavégzés biztosításához a hallgatók három, BIMcloud szerveren létrehozott projekthez csatlakoztak a program csapattagok

funkciójának segítségével. A modellelemeknek az alábbi minimális információtartalommal kellett rendelkezniük: megfelelő objektumtípus, pozíció, anyagminőség és tartószerkezeti funkció.



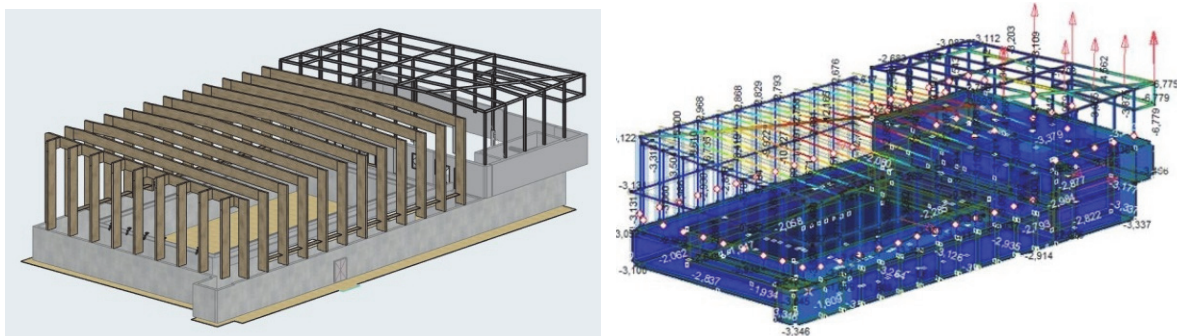
2. ábra: a) Salt irodaház [8], b) Freeman's tanuszoda [9], c) Tuttlingeni lakóház [10] LOD 200 modelljei

A modell részletességének (LOD: Level of Development) növelése: A második feladatrész célja az építészeti és szerkezeti modell részletességének növelése a LOD 300 szint eléréséhez. Ezt követően az építőmérnök hallgatók előkészítették a tartószerkezeti modellt exportáláshoz, míg az építészhallgatók elkészítették az épületgépészeti modellt, amely magába foglalta a fűtés, a szellőzés, a víz- és csatornahálózat LOD 200 részletességű elemeit (3. ábra).



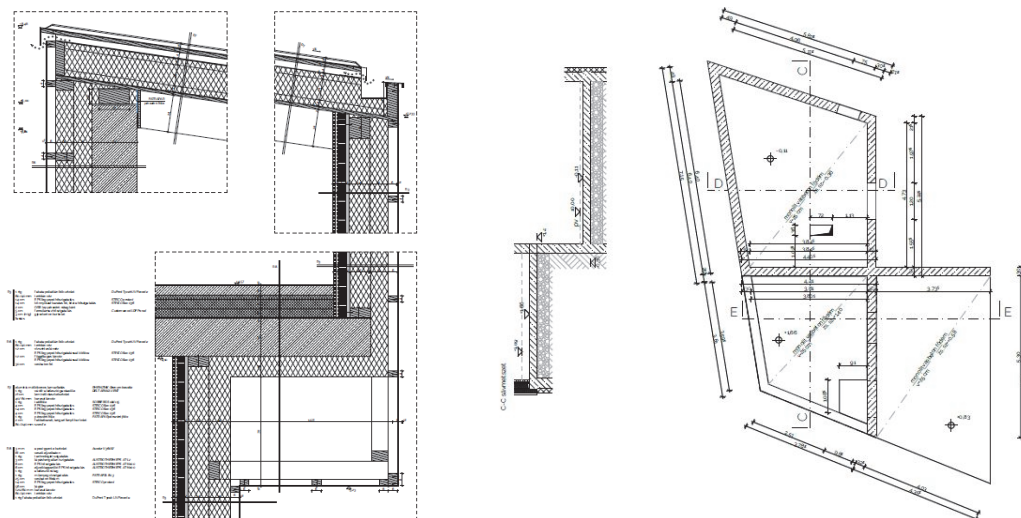
3. ábra: a) A tanuszoda gépészeti modellje és b) gépészeti alaprajza [9]

Szerkezeti analízis: A harmadik feladatrészben az építőmérnök hallgatók az IFC fordító megfelelő beállítását követően exportálták a szerkezeti modellt az ArchiCAD programból (4a ábra). A terhek meghatározása után a szerkezeti analízishez az AxisVM szoftvert alkalmazták. A tartószerkezet vizsgálata magába foglalta a keresztmetszetek és az alakváltozások ellenőrzését (4b. ábra), valamint a vasbeton szerkezeti elemek részletes méretezését. Miután a szükséges betonacélmennyiségeket meghatározták a program segítségével, az alkalmazott fajlagos betonacélmennyiségeket IFC attribútumként hozzárendelték az ArchiCAD modell eleméhez. Ezt az adatot felhasználva az alkalmazott betonacélmennyiség az egész épület vasbeton szerkezeteire vonatkoztatva listázhatóvá vált. A hallgatók elkészítették továbbá egy-egy kiválasztott szerkezeti elem vasalási tervét is.



4. ábra: a) A tanuszoda szerkezeti modellje (ArchiCAD), b) a szerkezeti analízis eredménye (AxisVM) [9]

Épület- és tartószerkezeti részletek kidolgozása: A modellelemeknek a szerkezeti analízis eredményeinek megfelelő aktualizálását követően megkezdődött a szerkezeti részletek kidolgozása. Az építészhallgatók az épületszerkezeti csomópontok tervezésével, míg az építőmérnök hallgatók zsaluzási és vasalási tervek készítésével, valamint szerkezeti csomópontok méretezésével és kidolgozásával foglalkoztak (5. ábra).



5. ábra: a) A Tuttlingeni családi ház részletrajzai és b) közbenső födémjének zsaluzási terve [10]

Ütközésvizsgálat, mennyiségkimutatás, konszignációk készítése: A következő feladatrészben a hallgatók egyéni feladatokat kaptak a modell ellenőrzésére, valamint mennyiségkimutatások és konszignációk készítésére. Az ütközésvizsgálatot az építészeti és szerkezeti, valamint a szerkezeti és épületgépészeti modellek között végezték el a Solibri Office szoftver alkalmazásával. A detektált hibákból a hallgatók dokumentációt készítettek, valamint .bcf formátumban visszaimportálták azokat az ArchiCAD programba, ahol az ütközéseket korrigálták. A szerkezeti anyagokról részletes mennyiségkimutatás, az ajtókról, ablakokról és függönyfalakról pedig konszignációk készültek az ArchiCAD program automatikus lista funkciójával. Az építőmérnök hallgatók gyártmányterveket készítettek az irodaház előregyártott vasbeton kereteiről, valamint a tanuszoda fa keretszerkezetéről.

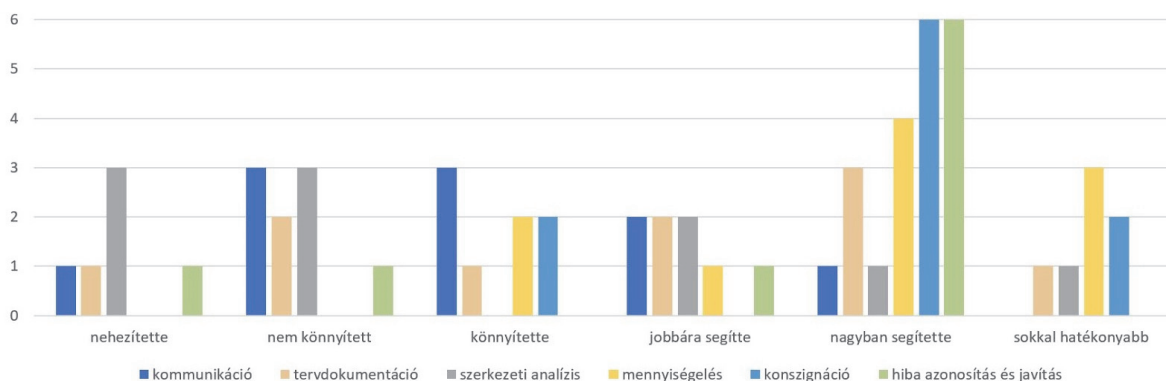
A projekt dokumentációjának elkészítése: A projekt végleges dokumentációja tartalmazta az építészeti terveket, a szerkezeti analízis eredményeit, a szerkezeti terveket, az ütközésvizsgálat eredményeit, a mennyiségkimutatásokat és a konszignációkat. A modell ellenőrzése során számos hibát beazonosítottak, ezért a hallgatók lehetőséget kaptak a projekt dokumentáció javítására, majd az ismételt prezentálásra a vizsgaidőszakban. A fennmaradó időben jelentős előrelépés történt a projektek tekintetében, ezért a félév végére magas minőségű munkák születtek.

4. HALLGATÓI VÉLEMÉNYFELMÉRÉS

A tantárgy jövőbeni fejlesztése érdekében felmérést készítettünk egy online kérdőív formájában, melyet a kurzuson résztvevő 12 hallgató közül 10-en töltöttek ki. A 13 kérdéses felmérés a BIM oktatás hatékonyságára és a BIM megközelítés munkafolyamatra gyakorolt hatására összpontosított. A kérdőív a következő témákat tartalmazta:

- ArchiCAD felhasználói ismeretek a kurzus elején és végén;
- a komplex együttműködési feladat hasznossága;
- a BIM feldolgozási módszer hatása
 - a csapat kommunikációjára;
 - a tervdokumentáció elkészítésére;
 - a tartószerkezeti analízis elkészítésére;
 - a mennyiségi kimutatások elkészítésére;
 - a konszignációk / elemtervek elkészítésére;
 - a hibák feltárására és kijavítására;
- a BIM munkamódszer alkalmazásának nehézségei;
- a BIM megértése és ismeretbővítése a félév során;
- egyéni fejlesztési ötletek.

A hallgatók első tapasztalataik alapján úgy találták, hogy a mennyiségi kimutatások készítése, a hibák azonosítása és javítása, valamint a konszignáció készítése a BIM rendszerben könnyebb, mint a hagyományos módszerekkel. Ez azt mutatja, hogy a BIM módszer speciális képzés és gyakorlat nélkül is jelentősen megkönnyítette ezen feladatok elkészítését, ugyanis a hallgatók többsége ebben a félévben találkozott először ezzel a feldolgozási módszerrel, és szoftverismeretük is hiányos volt.



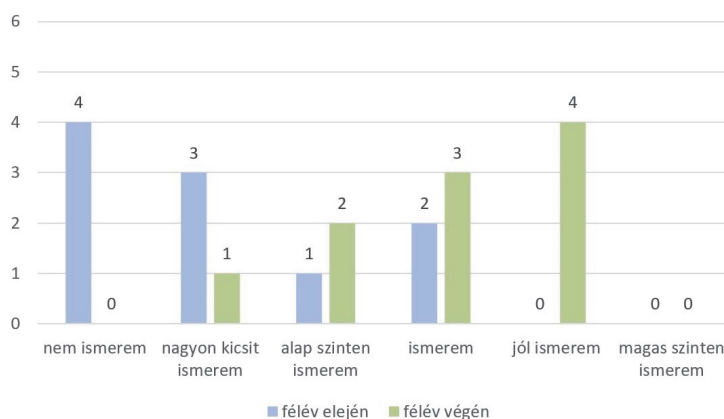
6. ábra: A BIM feldolgozási módszer hatása az egyes munkafolyamatokra

A szakágakkal való hatékony kommunikáció esetében a hallgatók véleménye megoszlott. Néhányan úgy gondolták, hogy ez a módszer nem mozdítja elő azt, míg mások szerint segítette (6. ábra). A feladatok feldolgozása során lehetőség nyílt valós tervezési projektek szimulálására, amelyek a valóságban is gyakran nehézkesek és kihívásokkal teleek. A világvárvány és az online képzésre való áttérés még inkább szükségessé tette az intenzív kommunikációt, ami valós projektek esetében is nélkülözhetetlen.

A tervdokumentáció elkészítésének kérdésében is megoszló volt a hallgatók véleménye. Feltehetően azok, akik nagyobb épületen dolgoztak, könnyebbnek találták ezt a munkát. Esetükben sok volt az ismétlődő munka, így a BIM módszer viszonylag gyorsan mutatott eredményességet. A szakirodalom is kiemeli, hogy a nagyobb léptékű projekteknél a BIM munkamódszer előnyei jobban kimutathatóak [11]. Másrészt azok, akik ezt a módszert nehezebbnek találták, valószínűleg gyors, de nem áttekinthető feldolgozási módszereket alkalmaztak korábban (pl. kitöltésekkel való korrekciók metszeteken, alaprajzokon; dokumentációs hierarchia elhanyagolása stb.), így számukra nehezebb volt a kontrollált tervfeldolgozási módszert alkalmazni.

Szinte minden építőmérnök bonyolultabbnak találta a BIM alapú szerkezeti analízist, mint a hagyományos módszert. A legnagyobb kihívást az építész modell közvetlen felhasználása jelentette a tartószerkezeti analízis elkészítéséhez. Korábbi feladataikban nem függtek mások munkájától, saját tempójukban és belátásuk szerint tudtak haladni, most azonban a modell importálásával is meg kellett küzdeniük, ami teljesen új feladat volt számukra. A BIM-modell oda-vissza csatolásához szoros együttműködésre volt szükség a két szakterület között, hogy a szükséges adatok átadása megtörténhessen.

A hallgatók általában arról számoltak be, hogy CAD / BIM képességeik jelentősen javultak a kurzus hatására (7. ábra). Üdvözölték a valós élethez hasonló tervezési feladatot, a kortárs épületeket és az összetett tervezési feladatokat. Ez volt az első alkalom az egyetemen, amikor az építészek és az építőmérnökök együtt dolgozhattak egy közös projekten, amit valamennyi hallgató pozitívan értékelt.



7. ábra: A hallgatók CAD/BIM tudása a félév kezdetén és végén

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Az építőmérnök- és építészhallgatók számára tartott közös kurzus oktatói oldalról is kihívást jelentett, szervezése szoros együttműködést követelt meg a tanszékek között. A félév mind oktatói, mind hallgatói oldalról sikeresnek ítéltető, a tapasztalatok és a felmérés alapján pedig tovább fejleszthető. Annak ellenére, hogy a résztvevő hallgatók a képzésük végén jártak, tapasztalataikban, képességeikben és szoftveres tudásukban jelentős különbségek mutatkoztak, melyre a következő félévekben fokozott figyelmet kell fordítani. A félév során használt ArchiCAD szoftvert az építészhallgatók kötelező tárgy során, az építőmérnök hallgatók azonban csak szabadon választható tárgy során sajátíthatják el, így a félév kezdetén egy intenzív szoftveres oktatásra lenne szükség, mely hangsúlyozza a rendszer szemléletű, szabálykövető munka fontosságát. A szemeszter során az építőmérnök hallgatók voltak túlsúlyban, ideális esetben a szakági résztvevők száma egyensúlyban van, amely arány feltehetően a következő években kiegyenlítődik, ahogy egyre több hallgató jut el az új tanterv szerinti képzés utolsó félévéig. A félév fontos tanulsága, hogy az elvárt BIM kompetenciákat a félév kezdetekor pontosan meg kell határozni, ily módon a követelmények és az oktatási módszer a hallgatók képességeihez igazítható [12]. A BIM fejlettségi szintek és a hozzájuk kapcsolódó részfeladatok az egyes projektek esetében nagyban különböztek egymástól, így az elvárt feladatokat ennek figyelembevételével, valamint a szoftveres és hardveres háttérhez igazítva kell meghatározni.

Összességében minden résztvevő pozitívan értékelte, hogy egyetemi keretek között volt lehetőségük megtapasztalni az építés- és építőmérnöki szakágak együttműködését. A hallgatók kortárs építészeti példák feldolgozásával, projekt alapú megközelítésben ismerték meg a BIM alapelveit, sajátították el a tervezési folyamat egyes lépéseit és szereztek versenyképes tudást a munkaerőpiacon. Érdeklődésüket igazolja, hogy a résztvevők közül többen BIM-hez kapcsolódó szakdolgozati témát választottak BSc tanulmányaik lezárásához.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Zima K, Plebankiewicz E and Wieczorek D, A SWOT analysis of the use of BIM Technology in the Polish construction industry, *Buildings*, 1 16, 2020. <https://doi.org/10.3390/buildings10010016>
- [2] MSZ EN ISO 19650:2019 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM). Information management using building information modelling
- [3] Poerschke U, Holland R J, Messner J I and Pihlak M, BIM collaboration across six discipline Proc. of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, Nottingham University Press, 2010.
- [4] Horváth T, Épületszerkezet-tervezés oktatás építésznek projekt módszerrel 2017 Hazai és külföldi modellek a projektoktatásban, Óbuda University, Budapest, Hungary 134-142.
- [5] MVRDV, Office building in Amsterdam 2019 *Detail* 5 56-59
- [6] Hawkins/Brown, School swimming pool near London 2019 *Detail* 7/8 48-53
- [7] Yonder – Architektur und Design, Single-family house in Tuttligen 2019 *Detail* 10 54-59
- [8] Szabó E, Schram E, Menyhárt M and Orbán Sz, Construction plans for the MVRDV: Office building in Amsterdam 2021.
- [9] Kalmár Zs, Módy P F, Zalatnai G and Zsirai A, Construction plans for the Hawkins/Brown: School swimming pool near London 2021.
- [10] Dugár Sz, Bak M, Major R and Kiss K, Construction plans for the Yonder: Single-family house in Tuttligen 2021.
- [11] Garcia A J, Mollaoglu S and Syal M, Implementation of BIM in Small Home-Building Businesses 2018 *Practice Periodical on Structural Design and Construction* 2, [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)SC.1943-5576.0000362](https://doi.org/10.1061/(ASCE)SC.1943-5576.0000362)
- [12] Kolarić S, Mandičák T, Vukomanovića M, Mesárošb P, BIM training in construction management educational practices in Croatia and Slovakia 2018 Creative Construction Conf., Ljubljana, Slovenia 1002-1009, <https://doi.org/10.3311/CCC2018-130>