

Széchenyi István Egyetem  
Építész-, Építő- és Közlekedésmérnöki Kar

# SZAKDOLGOZAT

**Szűrös Zsolt**  
Építészmérnöki BSc szak

2021



ÉPÍTÉS- , ÉPÍTŐ- ÉS KÖZLEKEDÉSMÉRNÖKI KAR  
ÉPÍTÉSZETI ÉS EPÜLETSZERKEZETTANI TANSZÉK

# SZAKDOLGOZAT

DIGITALIZÁCIÓ HATÁSA AZ ÉPÍTÉSZETI TEREK  
ÉSZLELÉSÉBEN

THE IMPACT OF DIGITALISATION ON THE PERCEPTION OF  
ARCHITECTURAL SPACES

Szűrös Zsolt

Építészmérnöki BSc szak

Győr  
2021

# Szakdolgozat feladatkiírás

3. melléklet az építészmérnöki BSc szak záróvizsga szabályzatához

## A szakdolgozó hallgató

neve: ..... Szűrös Zsolt  
neptun kódja: ..... D6RS6S  
szak: ..... építészmérnöki BSc  
szakirány: .....  
szakdolgozat készítés kezdésének tanéve és féléve: ..... 2021/22/1  
titkosítási igény: ..... nyilvános / titkos

## A belső konzulens

neve: ..... Élő József  
munkahelye: ..... Széchenyi István Egyetem  
beosztása: ..... egyetemi tanársegéd

## A külső konzulens

neve: ..... Horváth Zsanett  
munkahelye: ..... TSPC Kft.  
beosztása: ..... szakmai vezető, projektvezető építész


## A szakdolgozat tervezett címe

Digitalizáció hatása az építészeti terek észlelésében .....

## A szakdolgozat témavázlata

- BIM (Building Information Modelling).....
- Az építészeti digitalizáció hatása a közelmúltban, a jelenben és a jövőben.....
- Pozitív és negatív hatásai a digitalizálódásnak az építészetben.....
- Mesterséges intelligencia alkalmazása az építészeti digitalizációban: .....
- AR / VR Modelling.....
- Szoftverek az építészeti tervezésben (generatív tervezés / kockázatelemzés) .....
- Digitalizáció jövőbeli hatása az építészetre .....
- A technológia határai, avagy az emberi tevékenység és körbejárás nélkülözhetetlensége .....

Győr, 2021. szeptember 16. ....

a belső konzulens aláírása:  .....

a tanszékvezető aláírása: .....



## Szakdolgozat konzultációs lap

5. melléklet az építészmérnöki BSc szak záróvizsga szabályzatához

### A szakdolgozó hallgató

neve: ..... SZŰRÖS ZSOLT .....  
 neptun kódja: ..... DORS6S .....  
 szak: ..... építészmérnöki BSc .....  
 szakirány: ..... településtervezés / épületszerkezeti-konstruktőr / építész .....  
 szakdolgozat készítés kezdésének tanéve és féléve: ..... 2021 7. FÉLÉV .....  
 titkosítási igény: ..... nyilvános / titkos

### A szakdolgozat témája

..... DIGITALIZÁCIÓ HATÁSA AZ ÉPÍTÉSZETI TEREK ÉSZLELÉSÉBEN .....  
 .....


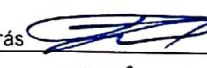

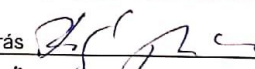

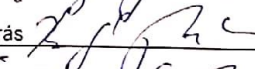


### A belső konzulens

neve: ..... FIC JÓSEF .....  
 munkahelye: ..... SZÉKELYISTVÁN SZÉKELY ÉPÍTÉSI ÉS TERVEZÉSI IRODA .....  
 beosztása: ..... ÉPÍTÉSI TÁRSASÁG .....  
 .....




### A külső konzulens

neve: ..... HORVÁTH ZSANNETT .....  
 munkahelye: ..... T.S.P.C. KFT. ....  
 beosztása: ..... SZAKMAI VEZETŐ, PROJEKTVEZETŐ ÉPÍTÉSZ .....  
 .....

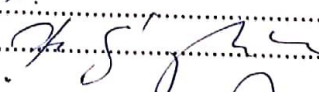

### Konzultációk a belső konzulenssel

dátum 2021. 09. 10.	aláírás 	dátum 2021. 10. 29.	aláírás 
dátum 2021. 09. 17.	aláírás 	dátum 2021. 11. 12.	aláírás 
dátum 2021. 10. 01.	aláírás 	dátum 2021. 11. 20.	aláírás 
dátum 2021. 10. 15.	aláírás 	dátum 2021. 12. 08.	aláírás 
+ dátum	+ aláírás	+ dátum	+ aláírás

### Konzultációk a külső konzulenssel

dátum 2021. 10. 15.	aláírás 	dátum 2021. 10. 28.	aláírás 
+ dátum 2021. 12. 10.	+ aláírás 	+ dátum	+ aláírás

### A szakdolgozat elkészült és megfelel a követelményeknek

Kelt: ..... 2021. 12. 17. ....  
 a belső konzulens aláírása: .....  .....  
 Kelt: ..... 2021. 12. 17. ....  
 a külső konzulens aláírása: .....  .....

## Szakedolgozat feladatkiírás

3. melléklet az építészmérnöki BSc szak záróvizsga szabályzatához

### A szakdolgozó hallgató

neve.....Szűrös Zsolt  
neptun kódja: .....D6RS6S  
szak: ..... építészmérnöki BSc  
szakirány: .....  
szakdolgozat készítés kezdésének tanéve és féléve: .....2021/22/1  
titkosítási igény: ..... nyilvános / titkos

### A belső konzulens

neve: .....Dr. Géczy Nóra  
munkahelye: .....Széchenyi István Egyetem  
beosztása: .....egyetemi docens

### A külső konzulens

neve: .....Horváth Zsanett  
munkahelye: .....TSPC Kft.  
beosztása: .....szakmai vezető, projektvezető építész

### A szakdolgozat tervezett címe

Digitalizáció hatása az építészeti terek észlelésében .....

### A szakdolgozat témavázlata

- BIM (Building Information Modeling).....
- Az építészeti digitalizáció hatása a közelmúltban, a jelenben és a jövőben.....
- Pozitív és negatív hatásai a digitalizálódásnak az építészetben.....
- Mesterséges intelligencia alkalmazása az építészeti digitalizációban.....
- AR / VR Modeling.....
- Szoftverek az építészeti tervezésben (generatív tervezés / kockázatelemzés).....
- Digitalizáció jövőbeli hatása az építészetben.....
- A technológia határai, avagy az emberi tevékenység és körbejárás .....

Győr, 2021 november 12. ....

a belső konzulens aláírása:  .....

a tanszékvezető aláírása: .....

## Szakdolgozat konzultációs lap

5. melléklet az építészmérnöki BSc szak záróvizsga szabályzatához

### A szakdolgozó hallgató

neve: SZVROS ZSOLT  
 neptun kódja: DGRS6S  
 szak: ..... építészmérnöki BSc  
 szakirány: ..... településtervezés / épületszerkezeti-konstruktőr / építész  
 szakdolgozat készítés kezdésének tanéve és féléve: 2021/22 / 1.  
 titkosítási igény: ..... nyilvános / titkos

### A szakdolgozat témája

DIGITALIZÁCIÓ HATÁSA AZ ÉPÍTÉSZETI TEREK ÉSZLELÉSÉBEN




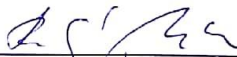
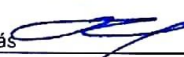


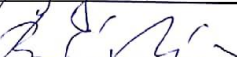

### A belső konzulens

neve: Dr. GÉCZY NÓRA  
 munkahelye: SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
 beosztása: EGYETEMI DOCENS




### A külső konzulens

neve: HORVÁTH ZSANNETT  
 munkahelye: T.S.P.C. Kft.  
 beosztása: SZAKMAI VEZETŐ, PROJEKTVEZETŐ ÉPÍTÉSZ

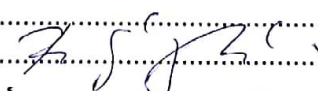
### Konzultációk a belső konzulenssel

dátum 2021. 09. 10.	aláírás 	dátum 2021. 10. 29.	aláírás 
dátum 2021. 09. 17.	aláírás 	dátum 2021. 10. 12.	aláírás 
dátum 2021. 10. 01.	aláírás 	dátum 2021. 11. 26.	aláírás 
dátum 2021. 10. 15.	aláírás 	dátum 2021. 12. 08.	aláírás 
+ dátum	+ aláírás 	+ dátum	+ aláírás

### Konzultációk a külső konzulenssel

dátum 2021. 10. 15.	aláírás 	dátum 2021. 10. 28.	aláírás 
+ dátum 2021. 12. 10.	+ aláírás 	+ dátum	+ aláírás

### A szakdolgozat elkészült és megfelel a követelményeknek

Kelt: 2021. 12. 17.  
 a belső konzulens aláírása: 

Kelt: 2021. 12. 17.  
 a külső konzulens aláírása: 

## Nyilatkozat

Alulírott, Szűrös Zsolt építészmérnöki BSc szak hallgató kijelentem, hogy a Digitalizáció hatása az építészeti terek észlelésében című szakdolgozat feladat kidolgozása a saját munkám, abban csak a megjelölt forrásokat, és a megjelölt mértékben használtam fel, az idézés szabályainak megfelelően, a hivatkozások pontos megjelölésével. Eredményeim saját munkán, számításokon, kutatáson, valós méréseken alapulnak, és a legjobb tudásom szerint hitelesek.

Kelt:

2021.12.06.....

a szerző aláírása:

.....

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Élő Józsefnek és Géczy Nórának, akik szakértelmükkel, hasznos magyarázataikkal és a konzultációk során biztosított elengedhetetlen tanácsaikkal hatalmas segítséget nyújtottak szakdolgozatom elkészüléséhez.

Külön meg szeretném köszönni külső konzulensemnek, Horváth Zsanettnek, hogy szakmai tapasztalataival és segítőkészségével hasznos információkkal szolgált a témámmal kapcsolatban, hozzájárulva ezzel szakdolgozatom elkészültéhez.

Szintén köszönetet szeretnék mondani Szalai Dórának és Ajtayné Károlyfi Kittinek, akik naprakész szakértelmükkel a legfrissebb és legpontosabb információkkal tudtak szolgálni, melyek célravezetők voltak szakdolgozatomban.

Hálával tartozom továbbá szüleimnek és testvéremnek, akik nélkül ez a szakdolgozat nem jöhetett volna létre. Köszönöm nekik, hogy tanulmányaim során türelemmel és megértéssel támogattak, és minden helyzetben mellettem álltak.

Külön köszönöm páromnak, Ritának, hogy szakdolgozatom készítése során végtelen kitartással és szeretettel támogatott céljaim elérésében, és nélkülözhetetlen tanácsaival, valamint segítségével hozzájárult a dolgozat megírásához.

Köszönöm mindenkinek!

*„Az építész a jelenre tervez, a múlt tudatában, egy lényegében ismeretlen jövő számára”*

/Norman Foster/

# ÖSSZEFOGLALÓ

Mindennapjainkban szinte már nem telik el úgy egy nap, hogy ne lenne valamilyen formában interakciónk egy digitális készülékkel. Körül vesznek minket, segítik mindennapjainkat, de akár még pszichológiai hatással is lehetnek ránk. A globális digitális fejlődés, transzformáció már az összes kontinensen jelen van és passzívan vagy aktívan formálják életünket. Ugyan ez elmondható a legújabb generációk esetében is. Már kisgyermekként egy digitalizált társadalomban szocializálódnak az emberek, mely számukra teljesen természetessé válik.

Hasonló a helyzet az építészetben – építőiparban is. Napjaink modern tervfeldolgozási, kivitelezési technológiái nélkül már nem lehet boldogulni a szűkös határidők és a minőség megkövetelése mellett. Ezekkel a technológiai vívmányokkal, melyekkel építészeti tereinket digitálisan, virtuális módon vagyunk képesek érzékelni, észlelni, nem csak jelentősen megkönnyítik dolgunkat, de még az épület későbbi életciklusainak monitorozásában is segítenek. Lehetővé teszik, hogy az épület megépülte után is a lehető legegyszerűbben koordinálható legyen az épületüzemeltetés és a létesítménygazdálkodás.

Szakdolgozatom legelső fejezetében fontosnak tartom megemlíteni az analóg térérzékelés hagyományát, fogalmát, amikor érzékszerveink együttesen domináltak a terek megismerésével kapcsolatban. Itt röviden kitérek arra is, hogy bár modern digitális közegünk megkönnyíti mindennapjainkat, számos hátrányos velejáróval is rendelkezik.

Mindezek után ismertetem, hogy mit is takar egy globális digitális átalakulás a társadalomra nézve. Bemutatom, hogy mit jelent a digitalizáció fogalma az életünkben, majd egyre irányultabban kitérek mindennek építészeti aspektusaira is.

A harmadik fejezetben tárgyalom részletesebben az AEC/FM (Architecture/Engineering/Construction and Facilities Management) szektor csúcstechnológiáit, melyekhez az építészet és építőipar legmagasabb szintű digitalizáltsága szükséges. Amellett, hogy bemutatom ezeket a technológiákat, rávilágítok alkalmazásuk fontosságára.

A következőkben az ezeket a technológiákat összekapcsoló és központosító BIM-ről fogok beszélni, mely napjaink legfontosabb tervezésmethodikájává nőtte ki magát.

Úgy gondolom, hogy a szektorban még nem alakult ki eléggé az építészeti tervek, BIM modellek olyan részletezettségi szintre fejlesztése, melyeknél már az épületüzemeltetést is elő tudnánk segíteni, ezért az ötödik fejezetben ismertetem ennek elvi, technikai hátterét, majd zárásként egy saját példán keresztül elemzem az ezekhez szükséges technológiai háttér importálását egy valós épület esetében.

Szakedolgozatommal szeretnék rávilágítani arra, hogy bár a múlt építészeti hagyományai rendkívül fontosak, amellet digitális megoldásainkkal még életképesebbé tudjuk tenni alkotásainkat. Fontos belátni, hogy bár ezek a modern megoldások elsőre költségesnek tünnek, hosszútávon az épület életciklusaiban megtérülnek, valamint tudatos tervezés mellett környezetkímélő megoldásokkal is szolgálnak.

## SUMMARY

Today, hardly a day goes by without some form of interaction with a digital device. They surround us, help us in our daily lives and can even have a psychological impact. The global digital evolution and transformation is now present on all continents, passively or actively shaping our lives. The same can be said for the new generations. From a very young age, people are socialised in a digital society which is becoming completely natural for them.

The situation is similar in architecture - in the construction industry. Without today's modern design processing and construction technologies, it is no longer possible to cope with tight deadlines and the demand for quality. These technological achievements, which enable us to perceive and perceive our architectural spaces digitally, virtually, not only make our work much easier, but also help us to monitor the subsequent life cycles of the building. They allow us to coordinate building management and facilities management as easily as possible, even after the building has been constructed.

In the first chapter of my thesis, I think it is important to mention the tradition and concept of analogue spatial perception, when our senses collectively dominated our perception of space. Here I will also briefly mention that, although our modern digital medium facilitates our everyday lives, it also has a number of drawbacks. I will then describe what a global digital transformation means for society. I will explain what the concept of digitalisation means in our lives and then I will look more and more at the architectural aspects of it all.

In the third chapter, I discuss in more detail the cutting-edge technologies of the AEC/FM (Architecture/Engineering/Construction and Facilities Management) sector, which require the highest level of digitalisation of architecture and construction. In addition to presenting these technologies, I will highlight the importance of their application.

In the following I will talk about BIM, which combines and centralises these technologies and has become the most important design methodology today.

I believe that the development of architectural plans and BIM models to a level of detail in the sector that would allow us to support building operation is not yet sufficiently developed, so in chapter five I will describe the theoretical and technical background of this, and finally I will analyse the import of the necessary technological background for a real building through my own example.

In my thesis, I would like to show that while the architectural traditions of the past are very important, we can also make our creations more viable with digital solutions. It is important to realise that although these modern solutions may seem costly at first, in the long run they will pay for themselves over the life cycles of the building, and with conscious design they can also provide solutions that are environmentally friendly.

# TARTALOMJEGYZÉK

Bevezetés .....	16
1. Építészeti terek érzékelése .....	17
2. A digitalizáció szerepe napjainkban .....	27
2.1. Digitális transzformáció .....	27
2.2. Digitalizáció .....	29
2.3. Automatizáció .....	32
3. Digitális technológiák az AEC/FM szektorban .....	37
3.1. 3D háznyomtatás .....	37
3.2. Pontfelhő .....	40
3.3. Virtuális, kiterjesztett és kevert valóság .....	46
3.4. Mesterséges intelligencia .....	48
3.5. BIG DATA .....	52
3.6. Digital Twin .....	53
3.7. IoT technológia és rendszerek .....	56
3.8. Felhőalapú szolgáltatások .....	57
3.9. BIM tervezésmódszertan .....	58
4. BIM .....	60
4.1. Mi a BIM? .....	60
4.2. A BIM kialakulása .....	64
4.3. A BIM dimenziói .....	67
4.4. BIM modell részletezettségi szintjei .....	72
4.5. A BIM használatának és alkalmazásának fontossága .....	77
4.6. BIM esettanulmány .....	80
5. Smart Building és az IoT kapcsolata az épületüzemeltetésben .....	82
5.1. Smart Building .....	82
5.2. IoT (Internet of Things) .....	86
5.3. Smart BIM Building (SBB) .....	89
6. Esettanulmány .....	99
6.1. Épület bemutatása .....	99
6.2. Digitalizált tervezés .....	104
6.3. Digitalizált előregyártás .....	113
6.4. Digitalizált kivitelezés .....	119
6.5. Digitalizált épületüzemeltetés .....	126

Konklúzió .....	132
Jegyzékek .....	133
Ábrajegyzék .....	133
Felhasznált irodalom.....	149
Elérhetőség .....	153
Mellékletek .....	154

## BEVEZETÉS

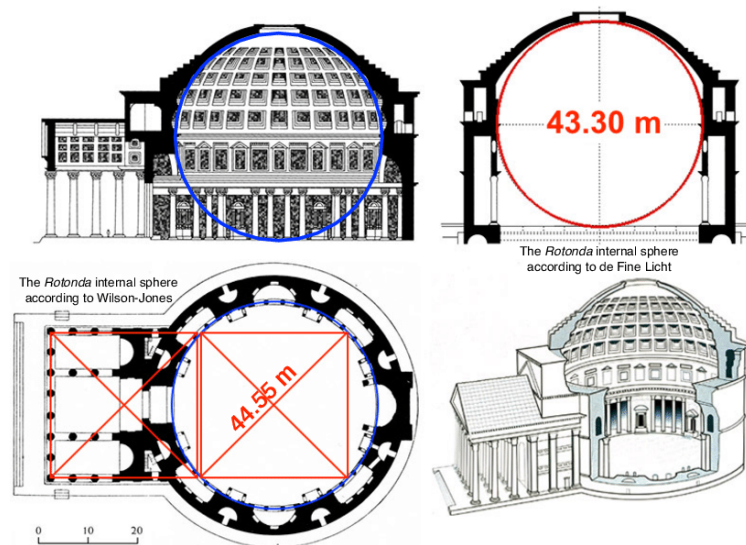
Egy folyamatosan változó világban élünk, ahol az egyes újonnan megjelenő trendek pár év leforgása alatt képesek megváltoztatni környezetünket, szokásainkat, társadalmunkat.

Így van ez a számítástechnika és az Internet világában is, melyek pár évtized leforgása alatt gyökeresen átformálták világunkat. Mindez már az Ipari forradalmak kezdete óta megfigyelhető volt, melyek rendkívüli gépesítést eredményeztek, amivel a termelékenység növelése volt a cél. Az automatizáció és az előregyártás az építőiparban is gyorsan megjelent, főleg a II. Világháború utáni hatalmas lakáshiány miatt. Bár a technológia és az építési folyamatok felgyorsultak, jelentősen lecsökkentek építészeti értékeink, tereink minősége a silány anyaghasználat miatt. Másik hátulütője, hogy a rohamos előregyártásnak köszönhetően feledésbe merültek az épületek üzemeltetése, fenntarthatósága a jövőre vonatkozóan, valamint a környezet terhelése. Szakdolgozatomban azt szeretném bemutatni, hogy ha már egy magas szinten digitalizált világban élünk, akkor azt használjuk fel épületeink minél minőségibb megtervezéséhez és kivitelezéséhez, valamint, hogy a jövőbemutató technológiák adaptációjával, azok az épület optimális üzemeltetési életciklusaihoz is hozzá tudunk járulni. Tudatos tervezéssel és fejlett rendszereinkkel természetbarát feltételek mellett tudjuk formálni környezetünket.

Szakdolgozatom célja, hogy az olvasókat konkrét példákon, technológiai megoldásokon és egy kiragadott példaépület elemzésén keresztül rávilágítsak az AEC/FM szektorban rejlő lehetőségekre, mellyel a későbbiekben egy élhetőbb atmoszférát tudunk megteremteni a jövő nemzedékeinek.

# 1. ÉPÍTÉSZETI TEREK ÉRZÉKELÉSE

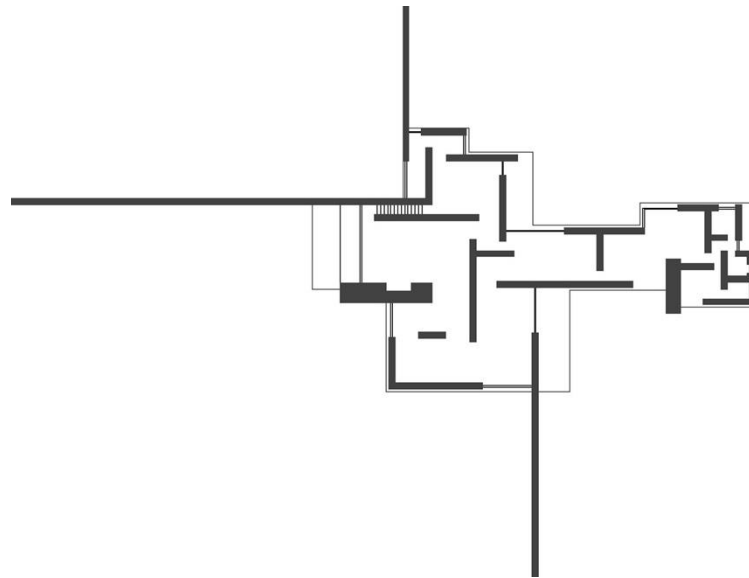
Az embert már a kezdetek óta foglalkoztatta az építészeti terek kialakítása, kezdve azzal, hogy megalkotta magának a legelső építményeit, melyek védelmi szerepet töltek be. Már a barlangokban is saját ízléseik szerint manipulálták természetes óvóhelyüket barlangrajzok formájában. Számos történelmileg jelentős épület létezik, melynek architektúrális jelentősége nem csupán külső megjelenésében nyilvánul meg, hanem a belső építészeti terek magasfokú átgondoltsága is kiemelkedő szereppel bír. Ilyen nevezetes épület például a Pantheon is, aminek enteriőrje elragadóbb, mint külső megjelenése. (1. ábra) Belső tere egy 43,3 m átmérőjű gömbre lett szerkesztve, aminek súlypontja a boltváll magasságában van. A kupola legmagasabb pontján egy 9 m átmérőjű kör alakú bevilágító nyílás található, ami az egész belső tér megvilágításáért felel és páratlan hangulatot teremt.



1. ábra  
Pantheon térszervezése (alaprész, metszetek, robbantott axonometria)

Az építészetben a belső tér alakítása mindig is kiemelkedő jelentőséggel bírt. Sok esetben az építészeti terek alakítását nagyban befolyásolták és napjainkban is befolyásolják a különböző szerkezeti megoldások. Ilyen szerkezeti megoldások például az oszloprendek, boltozatok, boltívek, kupolák, támfalak, támpillérek, melyek jelentős befolyással rendelkeznek, amit az emberi térformáló igények szülnek. Abban az

esetben, ha ezeket a szerkezeteket igényes anyaghasználat és esztétikai kialakítás jellemez, inkább hozzáad az építészeti térhez, mintsem elvesz abból. A különböző történelmi korok, építészeti korszakok, nemzetek, törzsek mind – mind más értékrenddel, anyaghasználattal, esztétikával, funkcionalitással rendelkeznek az építészeti terek értelmezésére vonatkozóan. A XIX. és XX. században kezdett megfogalmazódni az emberekben az építészeti tér jelentősége, filozófiája, pszichológiája, művészettörténeti és számos más tudományág keretein belül. A XX. században az építészeti téralkotást jelentős mértékben befolyásolta az újonnan megjelenő szabad alaprajz és az áramló tér fogalma, melyek feloldották a belső terek feszességét és kötöttségét. Mindezek legjelentősebb képviselői Le Corbusier, Frank Lloyd Wright és Ludwig Mies van der Rohe. Az áramló tér a külső és a belső tér közötti folytonosságot törekszik megteremteni. (2. ábra) A modernizmusban ezek az innovatív megoldások viszonylagos szabadságot engedtek meg az építészeknek.



2. ábra

*Ludwig Mies van der Rohe - The Brick Country House földszinti szabad alaprajza*

Az építészeti terek érzékelése napjainkra gyökeresen megváltozott a digitalizált és technológiáktól átítatott társadalmunkban. Ennek számos politikai, gazdasági tényező és társadalmi elvárás szolgál okául, melyek veszélyeztetik az analóg, hagyományos építészeti tér érzékelésének kibontakozását és elterjedését. Ha építészeti térről beszélünk, akkor a minket körülvevő, minden meglévő épített elemről, színről, anyagról,

illatról, formákról és minden olyan egyéb dologról beszélünk, amelyek érzékszerveinkkel felfoghatók. Ezek a terek mindennapi életünkben már megszokottá válhattak, azonban feltűnés nélkül, tudat alatt befolyásolják elménket, viselkedésmódunkat. Az építészet idővel és térrel egyaránt össze képes kötni mindazt, amihez nélkülözhetetlen érzékszerveink egymást nem kizáró használata. Modern felgyorsult világunk egyik hátulütője, hogy egyre tudatosabban zárjuk ki a többi érzékszerveinket és egyre jobban támaszkodunk csak a szemünk által látott világra. Nem tudjuk teljes egészében átérezni a minket körülvevő értékes építészeti tereket. Nem engedjük oly mértékben befogadni a többi érzékszervünk által nyújtott pozitív ingereket, mert a szem elnyomja őket. (3. ábra)



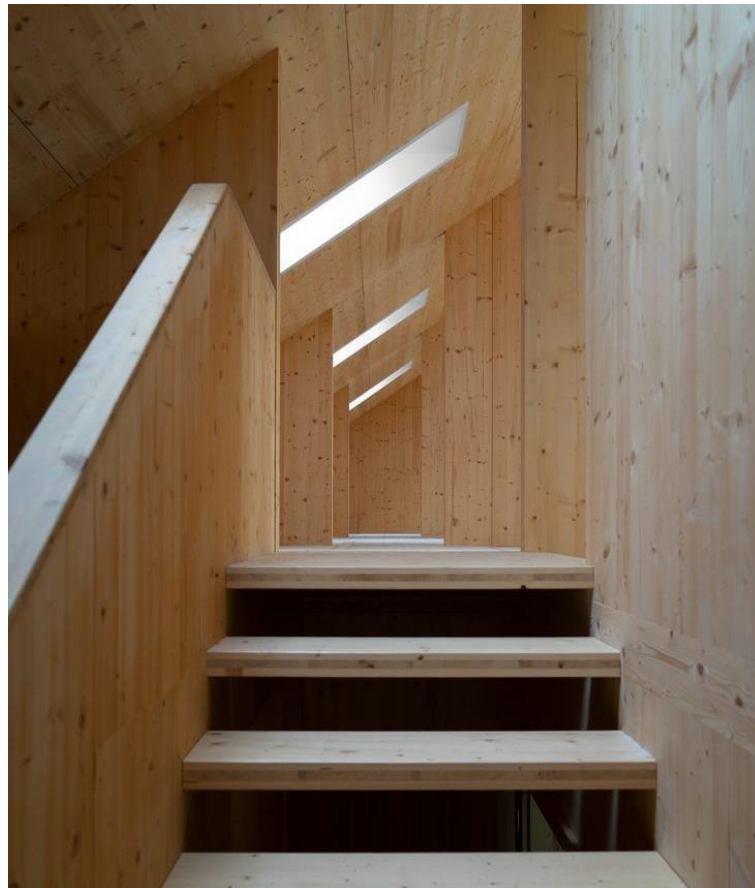
3. ábra  
*Tara Buddhista Istennő – Mongóliából származó 15. századi bronzszobor részlet<sup>1</sup>*

Napjainkban mindent láttatni akarunk és nem érzékeltetni azt, s ezzel személytelenné válik környezetünk, építészeti alkotásaink és annak terei. Ezért van az is, hogy a természetes anyagokból való építkezés és ezek megmutatása sokkal barátságosabb, hívogatóbb érzetet keltenek bennünk, szinte kikényszerítik, hogy megérintsük őket és érezzük az anyag természetes struktúráját, felületét. (4. ábra) Ezzel ellentétben a hamis,

---

<sup>1</sup> „A buddhista istennő, Tara öt kiegészítő szemet is birtokol: homlokán, két kezén és lábán. Ezek megvilágosodottságának jelei.” (Pallasmaa, 2018, old.: 88) Ez a szobor azt is bizonyítja, hogy már jóval a digitalizációt megelőző történelmi múltban és vallásokban is kiemelkedő szerep jutott a szemnek.

természetestől messze álló mesterséges építőanyagok nem váltanak ki belőlünk hasonló reakciókat, egyes- esetekben még kifejezetten nyomasztó megjelenést is tulajdonítva a tereknek. Az építészetben alkalmazott technológiai újításoknak, fejlesztéseknek az eredményeképpen egyre jobban háttérbe szorul a makettkészítés térismertető és látványkeltő jelentősége. Virtuális terek, épületek, 3D-s prezentálások, nyomtatások, valóság-hű renderképek kezdik felváltani a hagyományos tervfeldolgozásokat, melyekkel egyenesen a szemet célozzuk meg, részben kizárva ezzel a többi érzékszervünket. Ezekkel a megoldásokkal a szemnek a legideálisabb képet tudjuk szolgáltatni. Azt láttatunk, amit csak szeretnénk.



4. ábra

*Czita építésziroda – Balatonfüredi Horgászklub Egyesület  
klubház enteriőr természetes építőanyagból*

Az építészeti terek észlelésével és a szem prioritásának megnövekedésével kapcsolatban fontosnak tartom megemlíteni, hogy a szemet kétféle látás típusra tudjuk bontani. Az egyik az éleslátás vagy

fókuszlátás, a másik a perifériás látás. Érdekes tény, hogy az ember csak 1 fokos szögben képes élesen látni és elég sokszor ennek az egy fokos fókuszlátásnak tulajdonítunk nagyobb hangsúlyt, miközben a perifériás látásnak sokkal kiemelkedőbb szerepe van a tér érzékelésében. A perifériás látásnak köszönhetően képesek vagyunk egyesülni egy adott építészeti térrel és tüzetesebben megvizsgálni azt, azonban a fókuszlátás megtagadja ennek befogadását és elveszti jelentőségét a részletekben. A kortárs építészet nem fektet elegendő hangsúlyt a perifériás látás által bevonzott térérzetnek, hanem sokkal inkább csak a fókuszlátás általi kezdeti gyönyörködtetés a célja, mellyel az épített környezetünk egy adott pontjára koncentrálnak és nem az egészszel való szimbiózisra törekszik. A látásunk mindezek által képes eltárgyasítani mindennapjainkat, ahelyett, hogy tudat alatt képesek lennénk befogadni környezetünket. Persze ettől nem szabad külön kezelni a többi érzékszervet sem melyek szintén hozzájárulnak építészeti és épített tereink megismeréséhez.

Sajnálatos módon elmondható, hogy napjaink technológiai fellendülése, a kibertechnika<sup>2</sup> mind inkább a látásunkra fókuszál. „A látást a függetlenségre törekvés és az agresszió hajtja” (Pallasmaa, 2018). Késő kijelenteni azt, hogy nem szabad hagyni elhatalmasodni a szem hegemoniáját, miközben már jelenünkben ebben élünk.

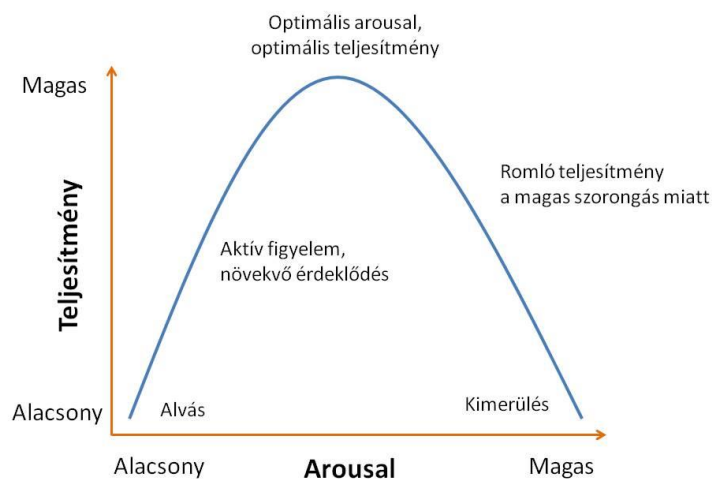
Az érzékszerveinknek és a városi környezetnek izgalmas pszichológiai hatása figyelhető meg az embereknél. Itt is ki lehet térni főleg a szem prioritására azon belül is a fókuszlátás megterhelésére, de jelen esetben érzékszerveink összeségével kapcsolatost tényt állapíthatunk meg. Városi környezetben az arousal<sup>3</sup> szintünk megnő. (5. ábra) Megfigyelhető, hogy az emberek toleranciája csökken, zaklatottságuk megnő, közönyösebbek és ingerültebbek lesznek. Mindez az emberi ingerküszöb határainak feszegetése miatt történik, ugyanis a városi felgyorsult életben annyi

---

<sup>2</sup> „A cyber angol nyelvű szó, aminek a magyar jelentése számítógépes, számítógépekkel kapcsolatos, virtuális. Más szavakkal összekapcsolva szokták használni. Magyar nyelven kiber formában terjedt el.” Lexiq (2021.12.04.) <https://lexiq.hu/cyber>

<sup>3</sup> „Az arousal a külvilág felfogott ingereinek általános ébresztő hatása az agyra, amely a belső feszültségi szint változásában mutatkozik meg.” Megoldásközpont (2021. 12. 04.) <https://megoldaskozpont.com/lexikon/arousal-fogalma/>

inger ér minket, amire még ha tudatosan nem is fókuszálunk, tudat alatt érzékszerveinket hatalmas mennyiségű információ éri, melynek hatására ilyen és ehhez hasonló tüneteket válthat ki belőlünk. Ennek tudható be az is, hogy ha egy ingerszegény vidéki környezetből hirtelen belépünk a nagyvárosi életbe, sokkal fáradtabbnak és kimerültebbnek érezzük magunkat. Egyes esetekben megfigyelhető, hogy egy épített környezetben vagy épületen belül a túl kevés vagy túl sok viselkedéssel összefüggésbe állítható tárgy beépítése egyszerre válthat ki az emberekből unalmat, ami által elkerülik az adott helyet vagy épületet; ugyanakkor az is megtörténhet, hogy túl sok ingert váltanak ki, amik viselkedési devianciákhoz<sup>4</sup> vezetnek, tehát rongálások, erőszakos viselkedés következhet be.



5. ábra  
Az arousalszint teljesítményre gyakorolt hatása

„Egy nagyon izgalmas, építészeti tér és agyműködés kapcsolatát vizsgáló kutatásban (Vartanian, Navarrete, Chatterjee, Brorson Fich, Gonzalez-Mora, Leder et al., 2015) helyiségek belmagasságát és észlelt zártságát hozták kapcsolatba a térrel kapcsolatos megközelítési-elkerülési döntésekkel és az agyi aktivitással. Empirikus adatok korábban azt igazolták, hogy a mennyezet magasságának növekedése körülbelül 1.8–3 m között monoton módon növekedő együttjárást mutat a preferenciával és a

<sup>4</sup> „Társadalmi normától való eltérés” Idegen-szavak (2021.12.04.) <https://idegen-szavak.hu/deviancia>

várható aktivitással (olvasás, tánc, vacsorázás, beszélgetés). Ennél tovább növelve a belmagasságot, a tetszés ugyancsak monoton módon csökken (Baird, Cassidy, & Kurr, 1978). A kutatások szerint oktatási terekben az alacsony mennyezetű helyiségekben inkább a csöndesebb, míg a magasabbakban inkább az aktívabb játékok jellemezték az iskolás gyerekeket (Weinstein & David, 1987).” (Dúll, Épített környezet és pszichológia, 2017, old.: 60)

A helykötődés fogalma az ember életében már kisgyermekként megjelenik. Vonzódunk és vágyunk vissza azokra a helyekre, ahol jól érezzük magunkat, ahol kellemes a társaság, ahol jók az illatok, illetve ahol a többi érzékszervünk által pozitív visszajelzéseket kapunk. A helykötődés nagyon fontos építészeti terek szempontjából, hiszen nem célunk és kerülendő olyan épített környezet kialakítása, ami az emberek nemtetszését és nyomasztó érzését váltja ki. Nem ritkán fordul elő, hogy egy adott építészeti tér környezetét, kultúráját, történelmét, társadalmi felépítését nem vizsgálják meg kellőképpen, melyekből olyan épületek, terek, környezetek születnek, amelyet a környékbeli lakosság nem szívesen használ és inkább ignorál. A helykötődést mindenképpen érzékszervekkel felfogható pozitív ingerek kellene, hogy kiváltsák. Minél több érzékszervünktől kapunk pozitív visszajelzést egy adott hely körülményeire vonatkozóan, annál erősebb lesz a kötődés. A köztudatban terjed egy másik fogalom, ami hasonló és valamennyire kapcsolódik is a helykötődéshez, azonban lényegi eltérés van a kettő között. Ez a fogalom a helydepadencia. A helydepadencia lényegében nem egy adott környezetre vonatkozik, hanem az adott épített, vagy természetes környezet által nyújtotta lehetőségekre, amelyek valamilyen aktivitáshoz, sporthoz köthetők.

„Preferenciavizsgálatok (pl. Ulrich, 1983; Wohlwill, 1984; Kaplan, 1987b; Kaplan & Kaplan, 1989; Herzog, Herbert, Kaplan, & Crooks, 2000) igazolták, hogy az emberek mind tényleges környezethasználat esetén (Ryan, 2005), mind egyszerű vizuális ingerek (fotók) nézegetése közben jellemzően előnyben részesítik a természetes dc\_1358\_16 Powered by TCPDF (www.tcpdf.org) 59 tájakat az épített környezetekkel szemben. Ha embereknek (kiegyenlített információtartalmú) fényképeket mutattak városi és vidéki természeti tájakról, akkor a képek nézegetése közben a

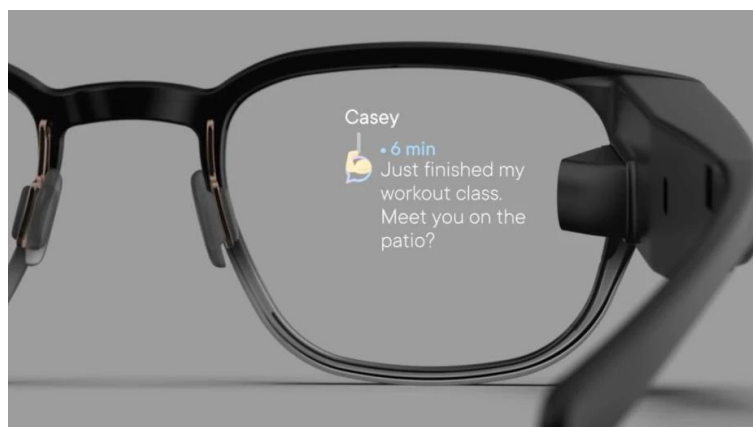
természetes elemek látványára megnőtt az agyi alfa-aktivitás, a személyek pozitívabb érzelmi állapotba kerültek, és tartósabban voltak képesek figyelni ezeket a képeket (Ulrich, 1981).” (Dúll, Épített környezet és pszichológia, 2017, old.: 58-59)

A helykötődés fontosságát, érzékszerveinkkel való párhuzamba állítását és a köztük lévő kiemelkedően fontos kapcsolatát egy személyes gyerekkori történettel szeretném alátámasztani.

Gyerekként számtalanszor játszottam nagyszüleim portáján és rengeteg pozitív élmény társult ahhoz a környezethez. Mindez visszavezethető az érzékszerveim által felfogott pozitív ingerekre, és a helykötődésre, ami akár 20-30 perc alatt is ki tud alakulni az emberekben, ha számára kedvező környezetben tartózkodik. Hogyha sok és huzamosabb ideig tartó ingerek érik az embereket egy adott helyen, akkor előbb utóbb tudatosan, vagy tudat alatt kötődés és helytulajdonlás élmény alakul ki. Velem is hasonló történt ezen a helyen. A játék, a kikapcsolódás, a jó társaság, a digitalizált világtól és a technológiától mentesingerszegény környezet mind kedves emlékként épültek be és azóta is szívesen térek vissza erre a helyre. Ha már az érzékszervek fontosságát és egymást nem kizáró jelentőségüket hangsúlyozom, megemlítenék pár olyan tényezőt, ami jelen kontextusban számomra pozitív, érzékszervvel felfogható inger ért ebben a környezetben, térben. Először is kezdeném a napjainkban igen nagy hegemóniának örvendező érzékszervünkkel, a szemmel. Ami a szemem által beleivódott memóriámba és mai napig szívesen emlékszem vissza, az a nyári napsütés és árnyékok világa, ami ezen a helyen megjelent, illetve a fák rikító zöld lombkoronái. Azonban volt még egy ezeknél kiemelkedőbb fontosságú vizuális inger, méghozzá az udvar közepén álló kukoricagóré épületben halomban álló élénk sárga kukoricacsövek látványa. Ha a hallással folytatom a sort, akkor egyrészt a nyári szellő által fújt lombkoronák hangja, illetve szintén a góréban található kukoricára vonatkozóan azok egymáson gördülő könnyed pattogó hangja maradt meg bennem. Ezt a hangot nagyon rég nem hallottam már, de mai napig tökéletesen emlékszem rá. Ez alátámasztja azt a tényt, hogy sok esetben a többi érzékszerv pontosabban fel tudja idézni bennünk az adott körülményt, mely által az emlékezés is könnyebben megy, mint mondjuk a szemünk képi világa. Ha már ennyire kitértem erre a bizonyos

kukoricagóréra és tartalmára, akkor a következő érzékszervet a tapintást is erre vonatkozóan elemzem. Szintén felejthetetlen érzés ahogyan beleivódott bőrömbe a kukoricacsövek kellemes kemény bordás felületének érzete. Rövid személyes példám zárásaként megemlíteném, hogy akkoriban számomra ez a környezet annyira inspirált, hogy még helyszínrajzot is készítettem róla, bár akkor még a helyszínrajz érintőleges fogalmával sem voltam tisztában, mégis fontosnak éreztem valamilyen lenyomatot képezni róla, ami tudatosan ceruzával készült az esetleges változások nyomán követhetősége miatt, aminek szerepét ma a BIM tölti be.

A nyugati fejlett országok egyre nagyobb teret engednek a digitális építészetnek, melynek következtében a szem még jobban érvényesíti egyeduralmát, a többi érzékszerv rovására. A számítógép által generált vizuális tartalmak kifejezetten a szemet hívják érvényre melynek következménye az is, hogy rohamosan ellaposodik kreativitásunk. A sors iróniája, hogy miközben egyre nagyobb jelentőséget tulajdonítunk a szemünk általi érzékelésnek, akaratlanul rontjuk is őket. A hagyományos értelemben vett szemüvegek azt a célt szolgálják, hogy javítsák látásunkat, ehhez képest manapság szemüvegeink lencsét is virtuális tartalmakkal töltjük meg okos szemüvegek és virtuális valóságot tükröző VR (Virtual Reality) szemüvegekkel. (6. ábra) A modern technológiák megváltoztatják az emberekben a tér érzékelésének jelentőségét, elnyomja azt és inkább virtuális tartalmakkal tölti fel. Ez nem csak a fizikai terek fontosságát, de az emberi közösség jelentőségét is degradálja. A cél a tér áthidalása digitális eszközök segítségével. Ennek köszönhetően még közeli ismerőseinkkel, vagy éppen egy háztartáson belül is egyre gyakoribbak a digitális eszközökön, online platformokon való kommunikálás.



6. ábra  
Okosszemüveg

A technológia fejlődik, ennek ellenére az analóg eszközeink egyes formai tulajdonságaik megmaradtak. Ilyen példa lehet egy karóra. Egyre elterjedtebbek a digitális smart karórák, melyek már LCD/LED kijelzővel rendelkeznek, azonban formai sajátosságaik sok eseten megmaradtak, illetve még az is előfordul, hogy a kijelzőn egy analóg óra számlapja jelenik meg. Hasonló példa lehet még a szövegszerkesztő, vagy tervező szoftverek esete is, amikor nem ritkán találjuk szembe magunkat egy ecset, pipetta, szövegkiemelő funkciót jelölő piktogrammal, melyeket valós, kézzel megfogható eszközök és azok funkciói ihlettek.

Jelenleg a Technical Supervision and Planning Consulting Hungary Kft.-nél (TSPC) dolgozom hallgatóként és nap mint nap szembe találok magam a digitalizáció jelentőségével és fontosságával. Már a legkisebb projektek esetében is elmondható, hogy kezdenek nélkülözhetetlenné válni a modern kor technológiai vívmányai a tervezés legkorábbi szakaszaitól kezdve. Az épületek, építészeti terek felmérését, feldolgozását, észlelését mára már tucatnyi innovatív eszköz és megoldás segíti, melyeket a BIM köti össze az adott projekten belül. Véleményem szerint a BIM és a technológiák rohamos fejlődésének köszönhetően előbb - utóbb minden építésznek meg kell tanulnia valamilyen szinten BIM kompatibilisen dolgoznia, amely meg fogja könnyíteni a szakágakkal való együttműködést, és a jövőre vonatkozó létesítményüzemeltetési feladatköröket.

## 2. A DIGITALIZÁCIÓ SZEREPE NAPJAINKBAN

### 2.1. Digitális transzformáció

Napjainkban nélkülözhetetlenek tartjuk digitális eszközeink használatát, pedig nem is olyan régen még elképzelni sem tudtuk volna a mai digitális fejlődés végtermékeit és ennek társadalomformáló hatásait. Jelen hétköznapjainkat úgy éljük meg, hogy szinte észre sem vesszük, hogy az élet milyen széles területén vannak jelen ezek a digitális technológiák. Használjuk őket, magunkkal visszük őket mindenová, körül vesznek minket úgy, hogy nem fordítunk meglétükre különösebb hangsúlyt. A digitalizáció világszintű globalizációra tett szert. Nincs olyan kontinens a XXI. században, ahol ne jelentek volna meg valamilyen formában ezek a vívmányok, hol intenzívebben, hol kevésbé, de mindenhol fellelhetők.

A technika a fiatal generációk vívmánya. Ezt különösebb kutatás és alátámasztás nélkül is ki lehet jelteni, hiszen mindenki látja, tapasztalja és elismeri, hogy a „Z” és az „Alfa” generációk sokkal otthonosabban mozognak és sokkal gyorsabban tanulnak bele a legújabb digitális technológiákba. És hogy mi ennek az oka? Erre meglehetősen egyszerű a válasz, méghozzá azért, mert ők már ezekkel a digitális eszközökkel körülvéve nőttek fel és szocializálódtak<sup>5</sup>. A mai kisgyerekek generációjába már beleivódott a digitális eszközökkel való kapcsolattartás, melynek rengeteg hátrányos következménye van, amellett a pár pozitív hatása mellett, mint például az egyszerű és gyorsabb elérhetőség. (7. ábra)

---

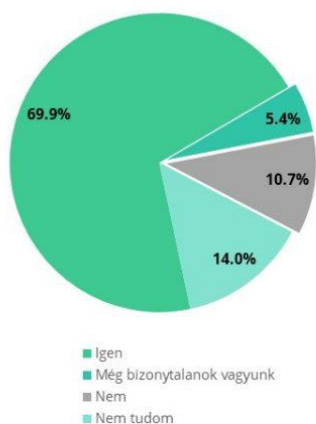
<sup>5</sup> „A szocializáció azt a folyamatot jelöli, amelyben egy speciális normarendszer, értékek, beállítódások elsajátításával egy adott csoport normarendszeréhez tud igazodni, így a csoport tagjává tud válni (Horváth, 2004)” jgypk (2021. 12. 04.)  
[http://www.jgypk.hu/mentorhalo/tananyag/Pedagogiai\\_pszichologia\\_jegyzet\\_vodapedagogusoknak/21\\_a\\_szocializaci\\_fogalma.html](http://www.jgypk.hu/mentorhalo/tananyag/Pedagogiai_pszichologia_jegyzet_vodapedagogusoknak/21_a_szocializaci_fogalma.html)



7. ábra  
*Generációk digitális átalakulása*

Mobiltelefonjaink és személyes digitális eszközeink gyökeresen változtatják meg mindennapjainkat, mind pozitív, mind negatív értelemben. A digitális eszközök és technológiák sokasága; az utóbbi 15 évben egyre nagyobb teret hódító közösségi médiák felületei; a felhő alkalmazások; az Internet; a robotika; a mesterséges intelligencia egyre gyakrabban jelennek meg mindennapjainkban. Lassan teljes részévé válnak az életünknek és munkahelyeinken is egyre kiemelkedőbb szerepet kapnak. A digitális transzformáció folyamata azt eredményezi, hogy egyes esetekben a magán szférákban sokkal erőteljesebben érzékelhetők a digitális változások, illetve az is előfordul, hogy sokkal fejlettebb technológiákat alkalmaznak, mint a munkahelyi környezetekben. Ezeknek az átalakulásoknak köszönhető az is, hogy egyre nagyobb és általánosabb elvárás, követelmény a munkahelyeken mind az alkalmazottaktól, mind a fogyasztók részéről a digitális technológiák ismeretének megléte és alkalmazása. Folyamatosan nő a nyomás a versenyszférában, hogy az üzleti szervezetek ne hogy lemaradjanak a technológiai és digitális átalakulásban. (Hortoványi, Szabó, Nagy, & Stukovszky, 2020)(8. ábra)

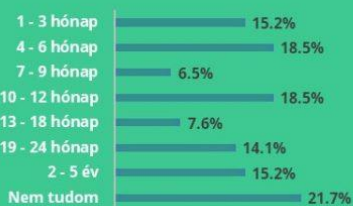
**TERVEZIK FOLYTATNI A DIGITÁLIS TRANSZFORMÁCIÓT A VÁLLALATOK?**



**RENDELKEZIK A VÁLLALAT DIGITALIZÁCIÓS STARTÉGIÁVAL?**



**MILYEN IDŐTÁVRA TERVEZI A DIGITALIZÁCIÓS STARTÉGIÁJÁT?**



8. ábra

A stylers.hu és braininghub.hu közös kutatása kérdőív formájában, a vállalatok digitális transzformációjára vonatkozóan

Tehát a digitális transzformáció egy olyan változási folyamat, amikor mindezek összessége szervezett körülmények között, alaposan átgondolva, tudatosan valósulnak meg. Ehhez azonban egy átfogó gondolkodásmódbeli változásra van szükség mind fogyasztói, munkavállalói, vezetői és szervezeti részről is a hatékonyabb, innovatív digitális megoldások szolgáltatása érdekében.

„A digitális kor gyermekei fantasztikus dolgokra képesek” (Anthony Grafton)

## 2.2. Digitalizáció

Először is fontos tisztázni magát a digitális feldolgozás és a digitalizáció közötti lényegi különbségeket és kapcsolatát.

A magyar „digitális feldolgozás” angol megfelelője a digitization, mely egy adott tevékenység által fizikai, analóg formából digitális formátummá való átalakítását értjük. (9. ábra) Napjainkra szinte már minden érzékszerveinkkel felfogható jelenséget (hangot, szöveget,

képet), digitális formátumban rögzítünk, tárolunk vagy éppen osztunk meg egymással.



9. ábra  
*Digitális feldolgozás - Digitization*

Az angol digitalization, magyarul digitalizáció, mind az adatfeldolgozás digitalizálására, mind egy adott szervezet, üzletág digitális technológiára való átállását, berendezkedését jelenti. (10. ábra)



10. ábra  
*A munkafolyamatok digitalizálásának egyik friss jövevénye a home office<sup>6</sup>*

A két fogalom között szinte szó szerint kézzel fogható különbség van. Az első fogalom az analóg papír, vagy más adathordozó alapú feldolgozást jelenti, elsősorban szkener vagy más egyéb eszköz segítségével, mely által a fizikailag megfogható tartalom digitális formátumává válik. A

---

<sup>6</sup> A digitalizáció, a technológia fejlődése és a járványhelyzet kényszere miatt terjedt el széleskörben a „home office” otthoni munkavégzés lehetősége.

második fogalom viszont már egy innovatívabb megoldást magyaráz, amikor már komplex munkafolyamatokat digitális technológiák adaptációjával javítanak és automatizálnak. Mindkét esetben azonos a cél: a hatékonyság, a hatásosság, a pontosság és a skálázhatóság. Azért van szükség és azért alkalmazzák a digitalizáció lehetőségeit, hogy egyes termékeket, szolgáltatásokat gyorsabban, hatékonyabban, esetleg olcsóbban lehessen használni és hozzájuk jutni. (Hortoványi, Szabó, Nagy, & Stukovszky, 2020)

A digitalizáció önmagában nem csupán azt jelenti, hogy digitális eszközöket használunk, hanem e mögött egy sokkal komplexebb tény, a gondolkodásmódbeli megváltozás áll. Az élet sok területére kiterjedő digitalizáció számtalan új lehetőséget hordoz magával. Új eszközök, új eljárások, új eredmények születtek. Mindennapjainkban folyamatosan digitális eszközökkel vesszük magunkat körül, melyek informálnak, segítenek, oktatnak, meggyorsítanak számtalan folyamatot, vagy csupán szórakoztatnak. Ebből kifolyólag ezeket az eszközöket vagy lehetőségeiknek egy részét magunknál is hordjuk, például egy mobiltelefon keretein belül. Tapasztalatból tudom, hogy egy mobil jelenléte szinte már-már biztonságérzettel lát el bennünket, hiszen kapcsolatot tudunk tartani vele, segítséget tudunk hívni, vagy éppen tájékozódni tudunk segítségével.

Egy mobilos alkalmazás például meg tudja figyelni a napi testmozgásunkat egy másik eszközzel összekapcsolva, melyek digitális információkká tudják alakítani az érzékelők által mért fizikai életfolyamatainkat. Ezeknek a fizikai mért mennyiségeknek a digitális formátummá való átalakítása után felhasználhatóvá válnak különböző platformokon, vagy saját statisztikát tudunk generálni életfunkcióinkból.

Az emberi tevékenységeket segítő technológiák által időt és teret vagyunk képesek áthidalni, mellyel jelentősen felgyorsult az adat és információcsere folyamata.

## 2.3. Automatizáció

A digitális transzformáció kapcsán fontos megemlíteni az automatizácót, mint fogalmat. Az automatizáció lényege, hogy az emberi jelenlétet és az ember által elvégzett feladatköröket teljesen, vagy részben kiváltsa, ezzel minimalizálva a humán munkaerő szükségességét. Napjainkban egyre gyakrabban használjuk az automatizáció szó helyett a robotizáció szót, ami elsősorban fizikai és szoftver alapú robotok segítségével valósulnak meg, illetve ezekhez már szorosabban kapcsolódik a digitalizáció megléte. (11. ábra) Itt jön képbe az a tény, hogy mivel szoftver és manuális vezérlésű robotokról van szó, ezért 100%-ban mégsem tudják helyettesíteni a humán munkaerőt, hiszen ezeket a gépeket is össze kell rakni, be kell programozni, karban kell tartani, frissíteni kell őket. Ezáltal hiába képesek egyes szervezeteket vagy szervezeti egységeket, munkafolyamatokat helyettesíteni, mégsem tudják az emberi munkaerőt teljes mértékben ignorálni.

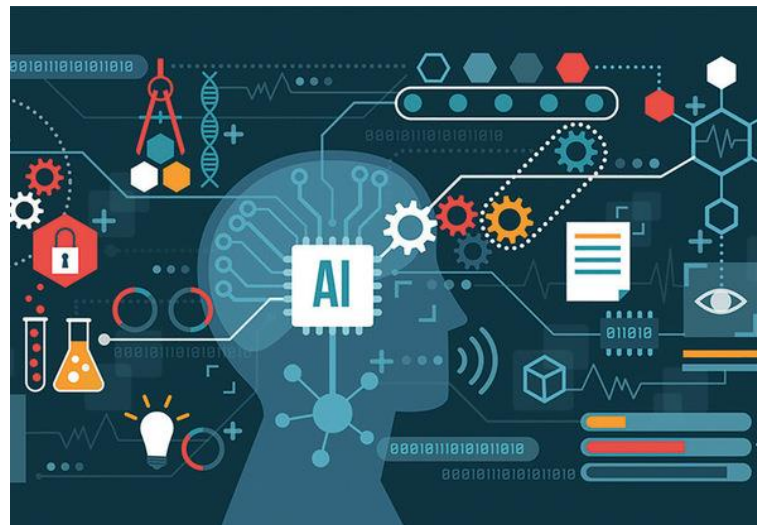


11. ábra  
*Okoseszközről vezérelt automatizált – robotizált munkafolyamatok*

Az automatizáció már jóval napjaink előtt, a történelmi múltban elkezdődött, amikor megjelentek az első szövőgépek és a gőzgépek, amelyek javították a munkafolyamatokat és növelték a termelékenységet. Általános tévhit, hogy ezek az újonnan megjelenő automatizált gépek felváltják az emberi munkaerőt. Ellenkezőleg, hiszen lehet, hogy egyes munkafolyamatokat felváltanak a gépek, azonban ezzel párhuzamosan újakat is teremtenek, amelyek lehetővé teszik a munkavállalóknak, hogy sokkal

kreatívabb, produktívabb és jövedelmezőbb munkafolyamatokat végezhessenek.

Az automatizált technológiák és a robotok egyre szélesebb körben váltják fel a gondolkodást kevésbé igénylő, monoton és rutinszerű munkafolyamatokat, mely lehetővé teszi az eddigi humán erőforrás kreatívabb munkavégzésének lehetőségét. Ugyanakkor egyre jobban elterjednek az automatizált gépek a gondolkodást igénylő, összetettebb munkafolyamatok köreiből is, amihez köze van a mesterséges intelligenciának (MI). A robotok már lassan az élet minden területén fellelhetők. A mesterséges intelligenciának köszönhetően egyes szakértők szerint a robotok 30-50 év múlva, vagy akár hamarabb, képesek lesznek az emberi intelligencia vonatkozásainak tökéletes utánzására és tanulására. Az (MI) és a robottechnológiák széleskörben alkalmazható, szakmától, munkakörnyezettől függetlenül, még vezérigazgatói munkakörben is képesek a feladatok 1/5-ödét ellátni, mint például az adatok elemzését vagy a jelentések áttekintését.



12. ábra  
Mesterséges Intelligencia (Artificial Intelligence)<sup>7</sup>

Az automatizálásnak számos előnyét vélhetjük felfedezni, mind kutatásokban, tudományos cikkekben és mindennapjainkban is. Az egyik legkiemelkedőbb előny az egyenletes minőség, hiszen az automatizálásnak köszönhetően jelentősen lecsökken a minőségi és az alkalmassági

---

<sup>7</sup> A mesterséges intelligencia az emberhez hasonló logikai műveleteket képes elvégezni a begyűjtött információk alapján, majd problémamegoldással szolgálni.

vizsgálatok során elkövetett hibák száma. Ez főleg a rutinszerű feladatoknál fontos, hiszen a gépek előre meghatározott szabályok szerint dolgoznak, így az embernél kevesebbszer követnek el hibákat. Másik meghatározó előnye a robotoknak a feláldozhatóság, az emberre veszélyes munkakörnyezetben való alkalmazásuk.

A számos többi előny közül szintén kiemelkedik a problémamegoldó készség. A mesterséges intelligencia egyes-esetekben sokkal gyorsabban tud reagálni az emberekhez képest bizonyos körülmények között, azonban ezek az (MI) általi észlelések és reakciók felülbírálandók az emberek által. A mesterséges intelligencia, az automatizáció, a robotizáció és a különböző technológiai fejlődésekkel ellentétben egyes kutatások szerint a ma létező technológiákkal a munkahelyek kevesebb mint 5%-át lehet csupán teljesen automatizálni és gépekkel kiváltani. A munkahelyek 60%-ánál a technológia és az automatizálás a munkafolyamatok csupán 1/3-át képes kiváltani teljes egészében. (Fine, és mtsai., 2018)

Bár az automatizációnak köszönhetően a gépek a jövőben egyre több munkahelyet fognak kiváltani, de az ezekből fakadó új munkahelyek száma növekedni fog. (Hegedűs, 2018)

Ennél a fejezetnél úgy érzem, hogy érdekesebb lenne magán az építőiparon belüli automatizációra kitérnem, hiszen a közelmúltban a kivitelezésben volt érezhető legjobban ennek hiánya. A McKinsey & Company 2016-os kutatásában megállapította, hogy a gazdaságban beazonosítható 22 iparág közül az építőipar jelentősen a lista végén helyezkedik el digitalizáltság terén. (13. ábra) Egyedül a mezőgazdaságot és az erdőgazdasági tevékenységet előzi meg az építőipar. A digitalizációba természetesen bele értendő jelen helyzetben az automatizáltság is. Egyre nagyobb félelmet kelt az építőipari vállalatok körében a munkaerő egyre nagyobb mértékű csökkenése, melyet a jövőben folyamatos robotizálással és automatizálással próbálnak majd kiváltani.

## The construction industry is among the least digitized.

McKinsey Global Institute industry digitization index; 2015 or latest available data

Relatively low digitization  Relatively high digitization

● Digital leaders within relatively undigitized sectors



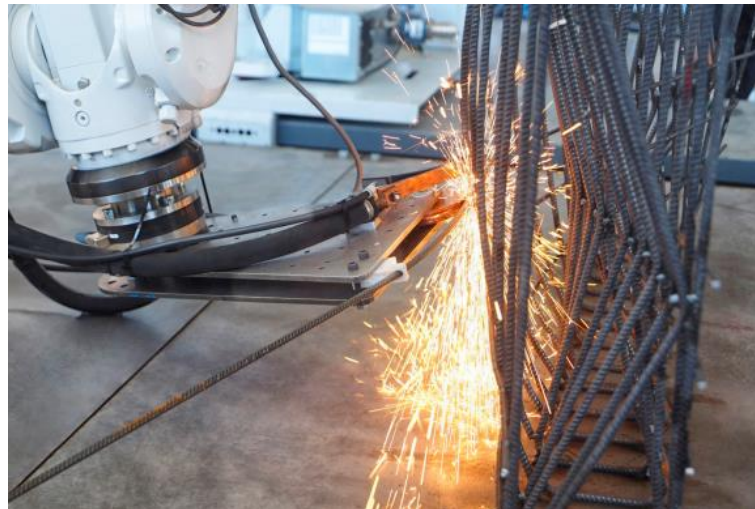
13. ábra  
Az egyes szektorok digitalizáltsági szintjei<sup>8</sup>

A kivitelezésben alkalmazott munkaerő hiányának fő okai között meg lehet említeni a társadalmi megítélés rossz hírnevét, a zord munkakörülményeket és nem utolsósorban a munkahelyi veszélyforrások jelentős mennyiségét. Kutatások szerint az építőiparban dolgozó emberek a munkahelyi balesetek 30%-át szenvedik el, illetve négyszer akkora a halálos kimenetelű munkahelyi balesetek kockázata, mint más iparágakban. (Agarwal, Chandrasekaran, & Sridhar, 2016)

A robotok építőiparban való alkalmazásának számos előnye van. Ezek az előnyök sokszor az emberi test határaiból fakadnak, mint például a nagy tömegű elemek mozgatása. Ugyanakkor erre a problémára már számos hagyományos megoldás született, azonban adódnak szituációk, amikor például egy kisebb vagy nehezen hozzáférhető helyen kell munkálkodni, amire egy kompaktabb robot alkalmazása tökéletesen megfelel. Természetesen, ha már szóba jöttek a nehezen megközelíthető

<sup>8</sup> McKinsey and company (2021.12.04.) <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/imagining-constructions-digital-future>

munkaterületek, akkor kétségtelenül meg kell említeni az emberi tartózkodásra nem alkalmas, az emberi életet veszélyeztető munkakörnyezeteket is. Ilyen körülmények között a robotok alkalmazása szintén indokolt lehet.



14. ábra  
Vasalat hegesztő robot

Nem csak az építészetben és kivitelezésben van egyre nagyobb jelentősége az automatizációnak, hanem magában a megépített épületek üzemeltetésében is. Ezek az úgynevezett automatizált házak vagy okosotthonok folyamatosan ágyazódnak be hétköznapi életünkbe, hiszen főleg nagyobb léptékű épületeknél, középületeknél és szociális épületeknél alkalmazzák ezt az összetett technológiát. Ez a fejlett módszer kiéleződik az energiatudatosságra, a fenntarthatóságra és az emberi mulasztásokból fakadó korrigálásokra. Ilyen mulasztás például egy ablak becsukásának vagy egy lámpa lekapcsolásának a hiánya a ház elhagyását követően. Ezek az épületek a rendszerüknek köszönhetően képesek a felhasználók, tehát az épületben lakók, vagy tartózkodók életkörülményeikre és igényeikre reagálni és ezeket a lehető legtökéletesebben kielégíteni. A technológia automatikusan tudja szabályozni a levegőhőmérsékletet, figyel az adott helyiségekben a megvilágítottságra, automatikusan képes az ablakokat kinyitni, illetve távozáskor azokat bezárni. Ezek természetesen felhasználói beállítástól függő procedúrák. Személyre lehet szabni az épület automatizáltságának fokát.

### 3. DIGITÁLIS TECHNOLOGIÁK AZ AEC/FM<sup>9</sup> SZÉKTORBAN

*„Hamarosan az építőipar is eléri az automatizációs innovációk és a robotika, a legnagyobb átalakulások pedig az épületüzemeltetés terén várhatóak. A különféle információkat hordozó, de összekapcsolható (összeköthető) modellek egy nagy integrált adathalmaz részeivé válnak, amely egy épület, később pedig akár komplett városok teljes adminisztratív irányítását könnyíthetik meg.” (A digitalizáció új korszaka, 2020)*

#### 3.1. 3D háznyomtatás

A 3D nyomtatott házak és technológiai mivoltuk kezd egyre nagyobb teret nyerni magának az építőiparban. (15. ábra) Ennek legfőbb oka a gazdaságosság, ugyanis egy ilyen technológiai megoldás lényegesen kevesebb helyszíni élőmunka igényvel jár, miközben a folyamat is gyorsabb tud lenni. A fő szerkezeti egységek elkészülte után is lényegesen kevesebb utómunkára van szükség, hiszen az épületgépészeti vezetékek, kábelek, aljzatok már nyomtatás közben elhelyezhetők, illetve már alpból úgy vannak megtervezve az épületek, hogy az ezekhez szükséges helyek ki vannak alakítva, tehát nem szükséges utólagos „barkácsolás”. A nyomtatás befejeztével a vakolással és a homlokzati megjelenéssel sem kell már sokat foglalkozni, hiszen a nyomtatófej nyomtatás közben el is képes simítani a kinyomtatott réteget, tehát szinte tökéletesen sima és esztétikus felületet kapunk.

*„A londoni Brunel Egyetem kutatása szerint a 3D nyomtató 30 százalékkal kevesebb anyaggal és komoly munkaerő-igény nélkül képes dolgozni.” (Bencze, 2020)*

---

<sup>9</sup> AEC/FM (Architecture/Engineering/Construction and Facilities Management)  
Építészet/Mérnöki tevékenység/Kivitelezés és Létesítményüzemeltetés



15. ábra  
3D nyomtatott ház Hollandiában

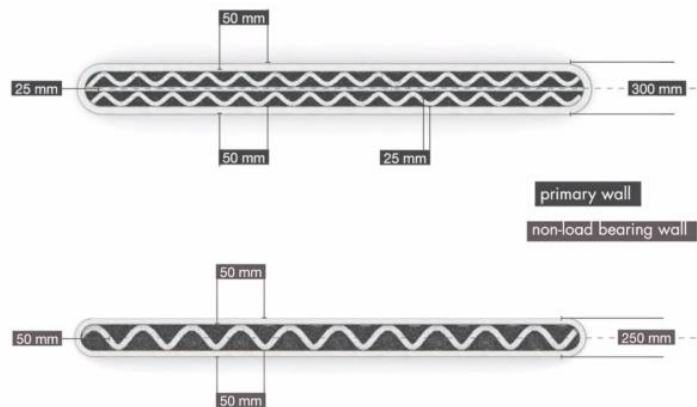
És hogy miből is tevődik össze egy ilyen nyomtató?

Az alapelv lényegében ugyan az, mint a már jól ismert kisebb léptékű, műanyag szálakat felhasználó 3D nyomtatónál. Szerkezetileg két vezetőszínből, két oszlopból és egy egész házat áthidaló vezetőgerendából áll, amin a nyomtatófej mozog. (16. ábra) A nyomtatáshoz felhasznált anyag egy mixerkocsiból indul egyenesen egy gépbe, ami a nyomtatásnak megfelelő nyomással pumpálja tovább a keveréket a nyomtatófejig egy hajlékony gumicsövön keresztül. A nyomtatófej precíziós koordinálásában egy lézer érzékelő segít. Ezzel a szerkezeti kialakítással három tengely (X;Y;Z) mentén képes mozogni, amivel bármilyen geometriájú szerkezetet el tud készíteni. Létezik olyan 3D ház nyomtató is, amikor egy központi helyen helyezkedik el a gépezet és onnan kezdi el maga köré nyomtatni a házat. Ez kevésbé elterjedt megoldás.



16. ábra  
3D háznyomtatás folyamat közben

A berendezés az előzetes tervek alapján főfalakra és válaszfalakra osztja a falszerkezeteket, melyeket vastagságuk és tartószerkezeti funkciójuk alapján más-más módon merevít. (17. ábra)



17. ábra  
3D nyomtatott főfal (fent) és válaszfal (lent)

A szerkezetek nyomtatásához használt anyag aprószemcsés betonból, gipszből és különféle rostanyagokból, szálakból tevődik össze. A kinyomtatott falszerkezeteket polisztirolgolyókkal vagy szálal hőszigeteléssel szokták kitölteni.

A 3D nyomtatással készülő épületeket CAD alapú programok segítségével tervezik meg, tehát ArchiCAD-del is lehet készíteni modellt. (Illés, 2013, old.: 4-9)

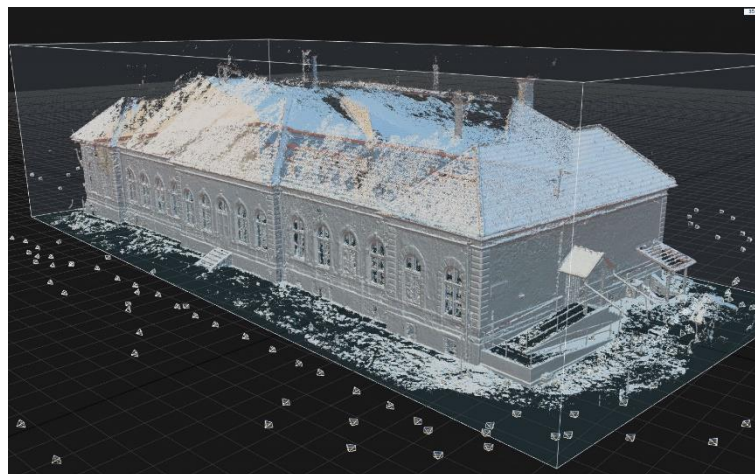
Ezek a nagyüzemi 3D nyomtatók nem csak betonpépet képesek nyomtatni, hanem szigorú technológiai keretek között még fémet is, bár ezt a megoldást inkább csak installációk nyomtatásához használják. (18. ábra)



18. ábra  
3D nyomtatott fém híd Amszterdamban

## 3.2. Pontfelhő

A pontfelhőket az építészetben főleg meglévő épületek, műemlékek, tereptárgyak, de akár még építési területek felmérésére is használni tudják. A technológia a valós épület pontjait 3D koordináta rendszerben tudja digitálisan leképezni. (19. ábra) Mindegyik pont saját koordinátával rendelkezik, ezek ponthalmazokat alkotnak, majd a ponthalmazok együttesen kirajzolják az épület digitális mását. Ahhoz, hogy egy pontfelhő a lehető leginformatívabb és részletesebb legyen, ahhoz a pontok millióira vagy milliárdjaira van szükség. Ez a mennyiség azonban nagy tárhelykapacitást igényel, ugyanis ezek az adatmennyiségek szám szerint a 10-100 GB nagyságrendet is elérhetik. A méret a technológiai eljárástól is függ, amivel a pontfelhő készült.



19. ábra  
3D pontfelhő

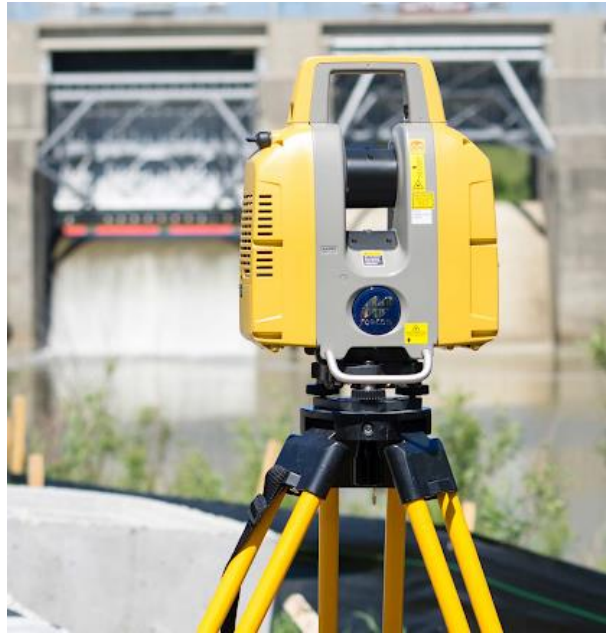
Alapvetően a pontfelhők elkészítéséhez kétféle technológiai eljárás létezik. Készülhet lézerekkel felméréssel, illetve fotogrammetria felmérés módszerével.

A lézerekkel megoldásnak több formája is létezik, amivel az egész épületet kívül-belül fel tudjuk mérni. Vannak a földi geodéziai szkennerek, amikkel az épületek homlokzatát tudják felmérni (20. ábra); a drónra szerelt UAV (Unmanned Aerial Vehicle)<sup>10</sup> szkennerek, amikkel a tetőgeometriát lehet felmérni (21. ábra); illetve vannak a kézi

---

<sup>10</sup> UAV (Unmanned Aerial Vehicle): Pilóta Nélküli Légi Jármű

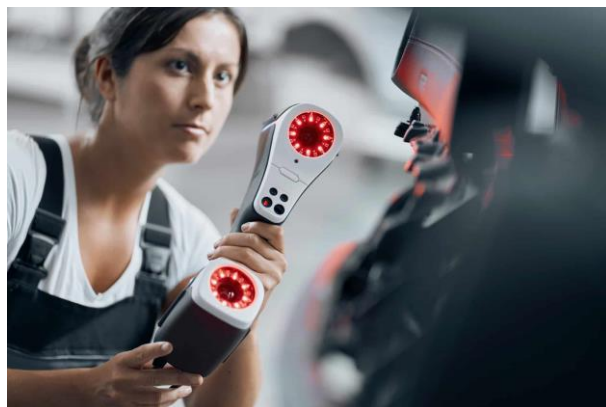
szkennerek, melyekkel az épület szűk belső tereit és kisebb geometriai részleteket lehet felmérni. (22. ábra)



20. ábra  
GLS-2000 3D lézerszkennő (geodéziai)

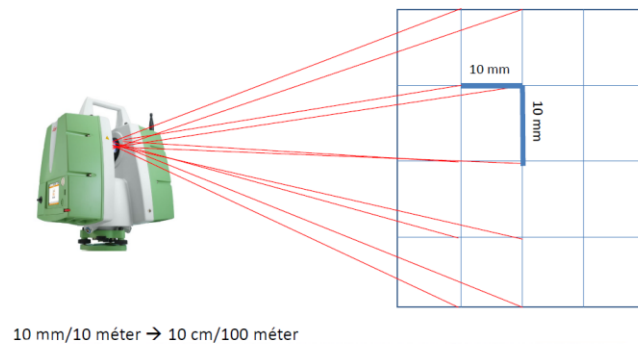


21. ábra  
RIEGL ULS lézerszkennő drónokhoz



22. ábra  
ZEISS T-SCAN hawk kézi lézerszkennő

A kibocsátott lézerpontok következtében ezt a technológiát aktív távérzékelési technológiának nevezzük. A minél pontosabb értékek és pontok meghatározásához a lézerszkennerek ismételt távolságméréseket végeznek, akár 1 másodpercenként 1 000 000 pontra is. A felmérések pontosságát és részletezettségi szintjét számos tényező képes befolyásolni. Függ a felméréshez használt eszköztől, időjárási viszonyoktól és az épület homlokzatát vagy tetőfelületét kitakaró, zavaró környezeti tényezőktől. A lézerszkenneres pontfelhők pontossága 5-10 mm pontosságú, nagyobb távolságból (kb.100 m) ugyanakkor 10 cm differencia is keletkezhet.



23. ábra  
Lézerszkenner pontossága<sup>11</sup>

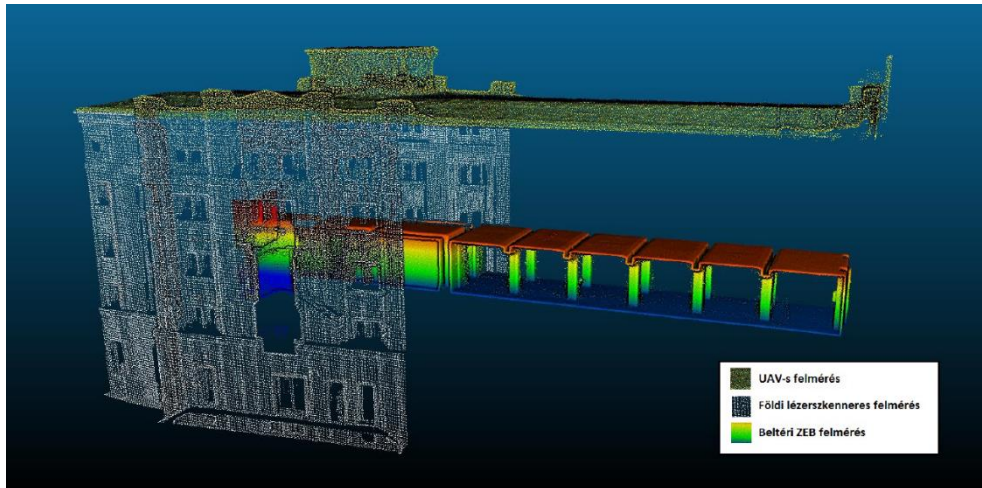
A felmért épület pontfelhőjéről a CAD alapú szoftverekben perspektíva, alaprajz és metszetek is készíthetők. A pontok kirajzolják az épület kontúrjait, külső-belső geometriai vonalvezetését. A felületekről visszaverődő pontok azonban nem tökéletesek, kialakul ezeken a felületeken egy bizonyos tartomány, szórás, amin belül a pontok elhelyezkednek. Ezt zajnak hívjuk. A fix tartomány, amik az épület valós felületeit jelölik, körülbelül 3-4 mmm tartományon belül van, ahol a pontok a legsűrűbbek. (Ajtayné, 2020)

A felületekről visszaverődő pontok nem csupán X;Y;Z irányú koordináta adatokat képes megadni, hanem a felületek színét (R;G;B)<sup>12</sup>, normálvektor

<sup>11</sup> (Ajtayné, 2020, old.: 6)

<sup>12</sup>R;G;B (Red; Green; Blue): „Az RGB színérték a piros, a zöld és a kék relatív intenzitását adja meg egy adott szín megjelenítéséhez.” Support.Microsoft (2021. 12. 05.) <https://support.microsoft.com/hu-hu/office/rgb-f%C3%BCggv%C3%A9ny-aa04db19-fb8a-4f58-9ad6-71a1f5a43e94>

komponenseket, és intenzitást is. A különböző lézerszkennerek eszközök által generált pontfelhőket össze is lehet kapcsolni, melyekből egy fúzió jön létre, ami által egy külső-belső geometriákat szinte tökéletesen érzékeltető pontfelhőt tudunk az épületről generálni. (24. ábra)



24. ábra  
Pontfelhők fúziója  
(UAV-s felmérés; Földi lézerszkenneres felmérés; Beltéri ZEB felmérés)<sup>13</sup>

A fotogrammetria felmérésekből készített pontfelhők esetében nincs szükség lézerpontokra. Ez a technológia a tárgyról, épületekről, helyszínekről készített képek sokaságát értékeli ki. Amennyiben egy épületről fotókat akarunk készíteni, amiket pontfelhő generáláshoz használhatunk fel, ahhoz ismernünk kell az elkészült fényképek pontos pozícióját, illetve az X;Y;Z irányú tengelyekhez mért dőlésszögét. Ezek alapján a kamera érzékelője és az adott épület között egy képzeletbeli egyenes húzható meg. Ezt az egyenest sugárnyalábnak hívjuk. Egy adott pont rögzítéséhez több képpontból kiinduló sugárnyaláb is tartozhat, valamint ezek keresztezhetik is egymást. Ezeket a keresztezési pontokat szintén el lehet helyezni a koordináta rendszerben. Egy kisebb léptékű fotogrammetrikus pontfelhő generálásához fix pontokat (markereket) kell elhelyeznünk a tárgy köré, amik alapján a kameraállások és ezzel együtt a tárgy pozíciója is meghatározható. A fotókat ezután egy programba kell behívni (például Agisoft Metashape), ami a markerekkel ellátott képekből automatikusan létre tudja hozni a pontfelhőt az objektumról. Az elkészült

<sup>13</sup> (Ajtayné, 2020, old.: 29)

pontfelhőt ezután ArchiCAD-ben is meg lehet nyitni. (Deák, Kari, Pesti, & Riedek, 2017)

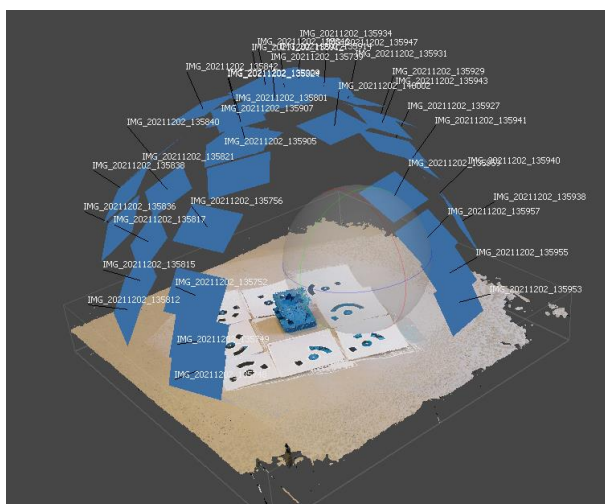
A fotogrammetrikus pontfelhőhöz szükséges képeket szintén el lehet készíteni drónok segítségével. A drónhasználattal nagyobb léptékű épületek és tömegek is felmérhetők, valamint ferde és merőleges tengelyű képeket is lehet vele készíteni. A drónnal való felmérések esetében szükségünk van egyrészt földi geodéziai referenciapontokra, másrészt a drónnal készített kép aktuális helyzetére, földrajzi koordinátaira (GeoTag). A tökéletes fotók készítéséhez rengeteg feltételnek kell kedveznie. Ha már egy kicsit is radikálisabbak az időjárási körülmények (eső, hó, erős szél, túlzott napsütés), akkor az a kép minőségének romlásához vezethet, ami a pontfelhő állapotát is befolyásolja.

A drónhasználatra kivetett egyre szigorodó jogszabályok miatt ezek az eszközök már csak engedéllyel használhatók.

Az alábbiakban az Agisoft Metashape nevű programban készítettem el egy pontfelhőt fotogrammetria módszerrel, melyet a telefonom segítségével fotóztam be. A befotózott tárgy egy 6x6x6 cm befoglaló méretű 3D nyomtatott test a monogramomról. A testet különböző pontokkal, markerekkel vettem körül, hogy a program könnyebben tudja kezelni az egyes kameraállásokat. Miután az Agisoft Metashape program elkészítette a pontfelhőt a beimportált képek alapján, exportáltam azt e57 fájlformátumba, amit az ArchiCAD meg tud nyitni tárgyként. A könyvtárból megnyitott 3D pontfelhőről ezután szabadon lehetett alaprajzot, metszeteket, homlokzati nézőpontokat felvenni.



25. ábra  
A kiválasztott objektum és markerek  
(Saját kép)



26. ábra  
A fotók alapján elkészített pontfelhő az Agisoft Metashape programban  
(Saját kép)



27. ábra  
ArchiCAD-be behívott pontfelhő perspektívája és homlokzati nézete  
(Saját kép)

### 3.3. Virtuális, kiterjesztett és kevert valóság

A virtuális valóság angol elnevezése Virtual Reality (VR), a kiterjesztett valóság angol elnevezése Augmented Reality (AR) és a kevert valóság angol elnevezése Mixed Reality (MR).

Ezek a betűszók napjainkra nem számítanak ismeretlen fogalmaknak. Főleg a VR elnevezés vált hamar közismerté. Ezeket a technológiákat először a videójáték iparban alkalmazták a virtuális térérzékelés és hangulatfokozás céljából. Tehát eleinte csak a szórakoztatóiparban használták, azonban nagyon hamar felfedezte a többi iparág is a bennük rejlő megannyi lehetőséget. A VR az AR és az MR között virtuális érzékelésbeli különbségek vannak.

A VR technológia lényegében arról szól, hogy egy VR szemüveg segítségével bele tudjuk képzeni magunkat virtuális terekbe, ezeket realiztikusabbá teszi számunkra. Az építőipari és építészeti felhasználása is igen elterjedtnek mondható, hiszen belátást biztosít az adott modellbe, azokat valós körülmények között tudjuk vizsgálni. A VR technológia digitális környezetben fotók, renderek és 360°-os videók alapján tud segíteni terveink megismerésében. (Domac, 2021) (28. ábra)



28. ábra  
VR szemüveg

Az AR technológia már a VR-nak a továbbfejlesztett változat, amihez a virtuális valóságot ki tudjuk terjeszteni a valóságba is. Ehhez szükségünk van az okostelefonok vagy táblagépek kamerájára is, de akár speciális AR szemüveget is használhatunk. A technológia lényege, hogy egy megmodellezett épületet valós körülmények között tudunk szemlélni a saját környezetében. A Trimble technológiai cég létrehozta a saját

SiteVision rendszerét, aminek köszönhetően az épületüzemeltetők akár már az építkezési szakaszoktól kezdve nyomon tudják követni az egyes munkafolyamatokat, tervmódosítások életképességének ellenőrzését, valamint hamarabb kiküszöbölhetővé válnak az esetleges ütközések is. Az AR technológia az esetek többségében fix pontokat használ a virtuális objektum valós környezetbe való megjelenítéséhez. Ilyen pont lehet például egy QR-kód, egy építészeti grafika vagy egy adott GPS koordináta. Létezik az építőiparban egy ezeknél használhatóbb megoldás az épület kiterjesztett valóságban történő bejárására, méghozzá a GNSS<sup>14</sup> (Global Navigation Satellite Systems) alapú AR technológia. A GNSS egy műholdas rendszert takar. Ebben az esetben a BIM<sup>15</sup> vagy CAD<sup>16</sup> alapú modellt importálni kell egy platformra, majd innen egyszerűen be lehet hívni őket okostelefonra vagy táblagépre. Ezt követően már csak egy speciális konzol segítségével a GNSS antennához kell rögzíteni az eszközt és máris a valós építési területen lehet bejárni a virtuális modellt. (Hayes, 2020) (29. ábra)



29. ábra  
GNSS alapú AR technológia

Az MR technológia viszont még az AR-t is felül tudja múlni. A Mixed Reality nem csak hogy valós környezetben tudja megjeleníteni az objektumokat, épületeket, de képes arra, hogy a virtuális elem integrálódjon a környezetébe és azzal kapcsolatba lépjen, majd reagáljon is arra. Hogy mit is értek ezalatt? Például vegyük azt, hogy egy adott

---

<sup>14</sup> GNSS (Global Navigation Satellite Systems) Globális Navigációs Műholdrendszerek.

<sup>15</sup> BIM (Building Information Modeling) Épületinformációs modellezés.

<sup>16</sup> CAD (Computer-Aided Design) Számítógépes tervezés.

környezetben úgy szemléljük az épület digitális ikertestvérét, hogy belelóg egy fa a képbe. A kiterjesztett modell érzékeli a valós környezetben nála pozícióbal előrébb lévő fát és úgy jelenik meg, hogy a virtuális modellből a fa felületét kiveszi, esteleg még az a fa árnyékot is tud vetni a homlokzatra, ezzel térérzetet adva. Egyszóval a modell automatikusan kalkulál a folyamatosan változó környezettel. Másik példa az MR technológiára, amikor a valódi környezetben virtuális kezelőpaneleket jelenít meg a szemüveg és kézmozdulatokkal a kevert valóságban lehet állítani például az épület egyes felületi anyagait. (30. ábra) Ezekkel az intuitív kézmozdulatokkal szorosabb interakcióba tudunk lépni a virtuális modellekkel. Ezek a technológiai megoldások egyaránt segítik és hatékonyabbá teszik a tervezési, kivitelezési, valamint az épületüzemeltetési feladatokat. (Sarhan, 2020)

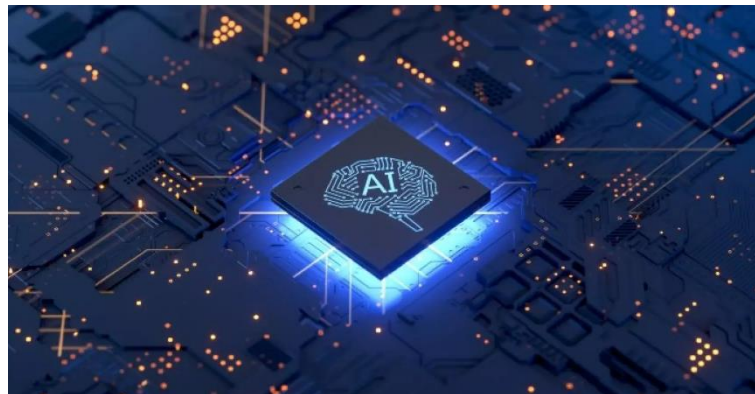


30. ábra  
MR technológia

### 3.4. Mesterséges intelligencia

A mesterséges intelligencia (MI), angol megfelelője az Artificial Intelligence (AI). A mesterséges intelligencia alkalmazása az építőiparban csak nemrég jelent meg, de máris hatalmas érdeklődési körnek örvend. A technológia az AEC/FM (Architecture;Engineering;Construction and Facilities Management) szektorban már szinte minden szegletébe beférközött, még egész város léptékben is megjelent.

A mesterséges intelligencia kognitív emberi feladatokat képes utánozni, melyek keretein belül problémamegoldó képességgel rendelkezik és képes folyamatos tanulásra az ismétlődő feladatokból kifolyólag. Képes a környezeti interakciókból adatokat gyűjteni, azokat elemezni, értelmezni, majd megoldani bizonyos problémákat. Az építőiparban ez a mechanizmus különösen fontos a gépi tanulás tekintetében. Ezek a gépek MI-motorokkal vezérelt programokat használnak. Üzemeltetésük közben hatalmas mennyiségű adatot dolgoznak fel, végül kiszűrik a fölösleges információkat. Az MI-motorokat használó programok gyakran Internet of Things (IoT)<sup>17</sup> eszközökkel állnak kapcsolatban, mivel ezek az eszközök képesek egymással kommunikálni és több, naprakészebb adatokkal szolgálni, amiből az MI statisztikákat és megoldásokat tud generálni. Ez egy okosváros keretén belül lehet mérvadó, de épületek esteében is lehet alkalmazni. (Domac, 2021)



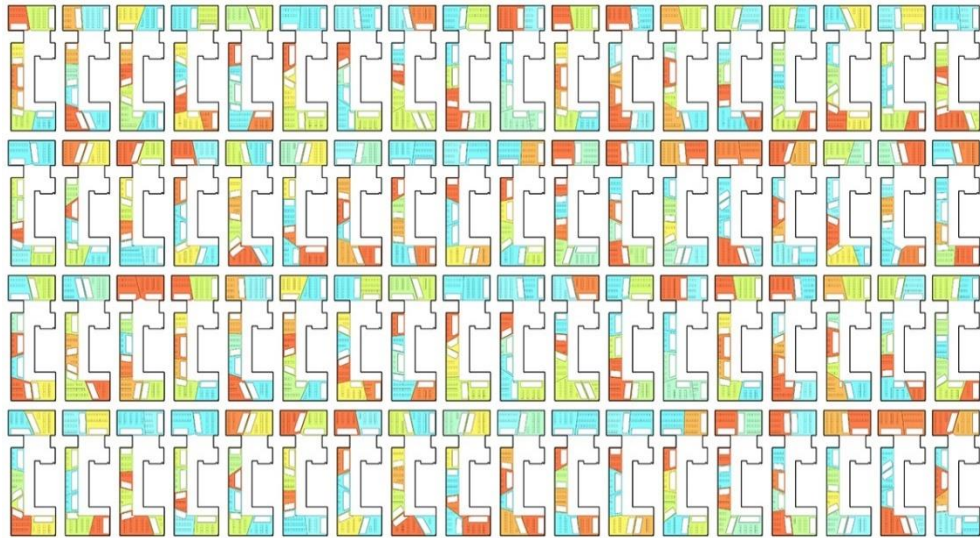
31. ábra  
*Artificial Intelligence – Mesterséges Intelligencia*  
(Fiktív ábrázolás - fizikailag nem megfogható jelenség)

A mesterséges intelligencia folyamatos fejlődésen ment és megy keresztül az építőiparban. Mind a tervezésben, mind a kivitelezésben, de még az épületüzemeltetésben is hasznos funkciókat lát el. Az építészeti tervezésben főleg a generatív tervezéssel összefüggésben terjedt el

---

<sup>17</sup> „A „dolgok internete” fogalom – angolul Internet of Things (IoT) – egyrészt azt írja le, hogy a számítógép, a személyi számítógép („PC”) adott alkalmazási területeken egyre inkább „eltűnik” és szerepét „intelligens tárgyak, dolgok” veszik át. Ahelyett, hogy (mint jelenleg) a számítástechnikai eszköz az ember figyelmének a központjában áll, a „dolgok internete” szinte láthatatlanul, észrevétlenül kell, hogy szolgálja az embereket, anélkül, hogy zavarná őket. Másrészt fizikai megvalósítás során a „dolgok internete” az egyedileg azonosítható fizikai objektumok, eszközök összekapcsolását is jelöli egy internethez hasonló struktúrában.” Industry4 (2021. 12. 05.)  
<http://industry4.hu/hu/fogalomtar/dolgok-internete-iot>

használata. A generatív tervezés egy parametrikus adatokon alapuló formakereső folyamat. Egy adott tervezési területre a rendszer képes a parametrikus adatok, igények vonatkozásában konkrét épületgeometriákkal, alaprajzi kialakításokkal, de akár még bútorozási tervvel is előállni. Ezek a megoldások ugyanakkor csak közelítő eredmények, ezeket utólagosan szakemberek bevonásával felül kell bírálni és korrigálni kell azokat. (Chaillou, 2019) (32. ábra)

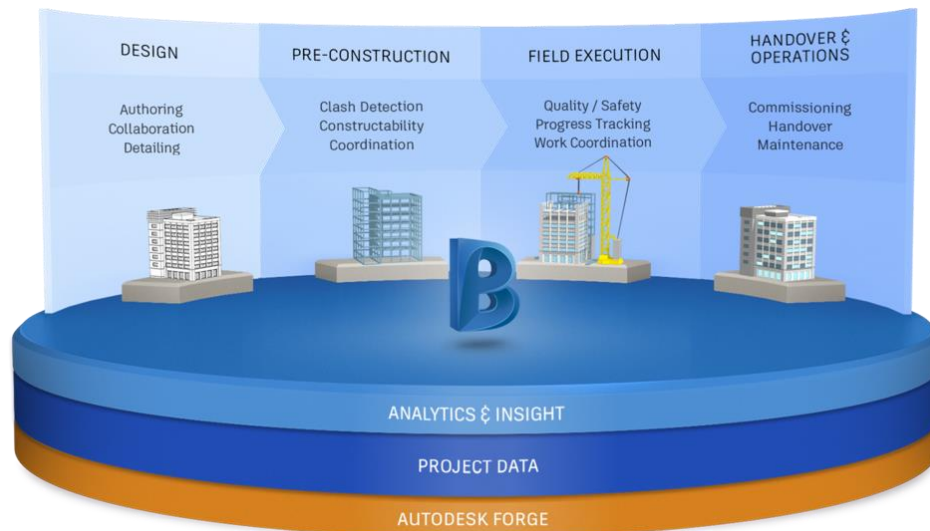


32. ábra  
Autodesk torontói irodaházának generatív tervei

A mesterséges intelligencia alkalmazása a kivitelezésben és a projektvezetésben nagyban megkönnyíti a műszaki ellenőrök, projektvezetők és építésvezetők dolgát. A rendszer képes a költségvetések és az ütemtervek pontos modellezésére, költségvetési túllépések elkerülésében segítenek, de akár a folyamatosan vezetett építési napló adatait elemezve képes kockázatelemzéseket is lefuttatni. Ez utóbbival kapcsolatosan az Autodesk kutatói kifejlesztették a BIM 360 Project IQ nevű rendszert, ami jelenleg még csak Pilot projektként<sup>18</sup> működik, azonban minden BIM 360 terméket használó számára elérhető. A program algoritmusai képesek elemezni az építési naplóban rögzített információkat, majd rávilágítani egyes jövőbeni problémákra, amikkel egyébként nem foglalkoztak volna. (Németh, 2018)

---

<sup>18</sup> Pilot projekt: Nem végleges, bemutatásra vagy előadásra szánt projekt.



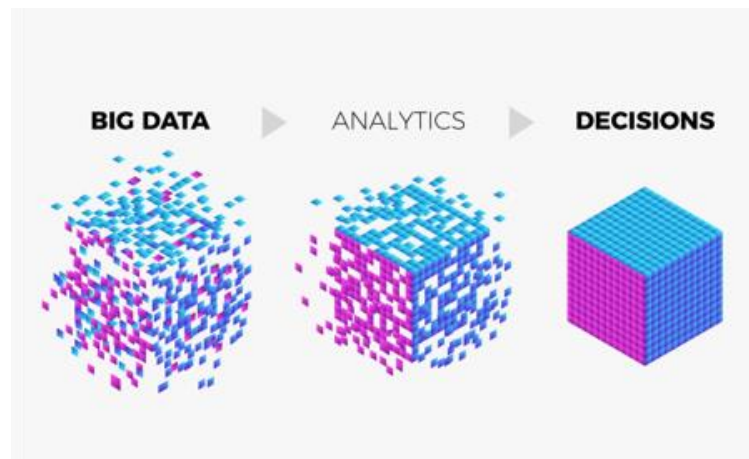
33. ábra  
BIM360 adatplatform felépítése

Az IoT eszközöknek és rendszereknek köszönhetően az MI építéskivitelezés közbeni munkavédelemre is használható, azáltal, hogy folyamatosan lehet a munkások tevékenységeit monitorozni és előre képes jelezni az egyes veszélyforrásokat. Az MI az épületüzemeltetésben is hasznos tud lenni, hiszen épületeinket és gépészeti, üzemeltetési rendszereit IoT eszközökkel tudjuk segíteni, melyeket mesterséges intelligenciával képesek vagyunk ellenőrizni. A rendszerből begyűjtött adatokból statisztikákat, teljesítménydiagnosztikákat tud készíteni, melyekből előre tud következtetéseket leszűrni, figyelmeztetni tud az esteleges hibaforrásokkal kapcsolatban. Létezik olyan épületgépészeti rendszer, ami például a vízvezetékek esetében képesek azonnal jelezni a csőtöréseket vagy a szivárgásokat. Ebben az esetben a csővezetékekre hangérzékelőket helyeznek, amik rögzítik a csövek áramlási frekvenciáit. Az adatokat egy felhőalapú adatbázisban tárolják, melyeket egy adatelemző alkalmazás tud kiolvasni és amennyiben a frekvencia változik a korábbtól, akkor jelzi azt.

Bár a mesterséges intelligencia megannyi lehetőséget rejt az építőiparban, általában ezek a rendszerek és fejlesztések még csak pilot projektek keretein belül lettek tesztelve. Rendszeres alkalmazásuk még egyelőre nem jellemző. A legújabb technológiák egyre szélesebb körben való elterjedésével párhuzamosan a mesterséges intelligencia is fokozatosan teret nyer magának az AEC/FM szektorban.

### 3.5. BIG DATA

A nagy adathalmazok, angolul Big Data fogalma szoros kapcsolatban áll a mesterséges intelligencia, az IoT rendszerekkel, valamint a BIM modellel. A technológiailag fejlett építőiparban egyre több okoseszköz, gép, megoldás jelenik meg melyek hálózati kapcsolattal és egymással való kommunikálásra is képesek. Ezek a technológiák hatalmas mennyiségű strukturálatlan és szerteágazó adatmennyiségeket termelnek, melyeket a Big Data gyűjt össze, rendszerez, elemzi azokat, majd következtetéseket tud belőlük levonni, amely gazdaságosabbá, koordinálhatóbbá teszi a tervezési, építési munkafolyamatokat. (34. ábra) Ezekhez az elemzésekhez tud segítséget nyújtani a mesterséges intelligencia.



34. ábra  
Big Data – Elemzések – Döntések

Fontos tudni, hogy egy nagy mennyiségű adathalmaz nem minősül Big Data-nak, ha az strukturált, azonos adatokból épül fel. A nagy adathalmazok akkor minősülnek Big Data-nak, ha azok különböző tudásterületekről származó, strukturálatlan adatokból tevődnek össze. A Big Data nem csak költségoptimalizálás szempontjából nyújt nagy segítséget, de még a folyamatoptimalizációban és a veszélyforrások elkerülésében is hasznos technológiának számít. A korábban elkészült épületprojektek adatmennyiségét elemezve képes a jövőbeni projektek kapcsán előrejelzéseket készíteni. (Domac, 2021)



35. ábra  
A Big Data strukturálatlan adatokat kezel központosítva azokat

### 3.6. Digital Twin

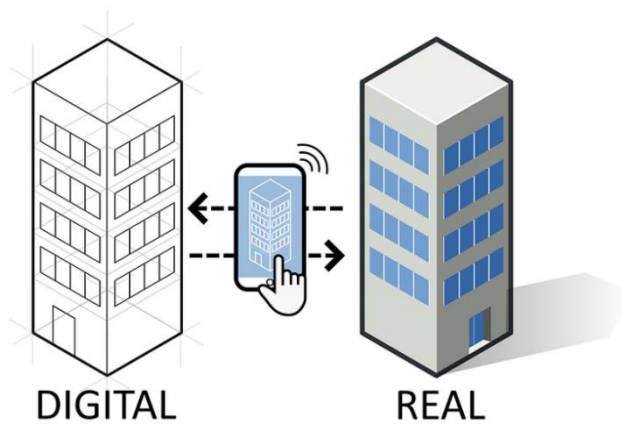
A digitális ikertestvér angol megfelelője a digital twin, ami lényegében adathalmazból felépülő információs modell, ahol a részletes és pontos geometriai forma mellett a modellelemekben tárolt, rögzített és folyamatosan frissülő adatok is fontosak.

A digitális ikertestvér elnevezés nem csak az AEC/FM szektoron belül vált ismertté, hiszen használják az autóiparban és még a hajógyártásban is. Az építőiparban azoknál az épületeknél használják az elnevezést, amelyekről készült egy tökéletes leképezés digitális modell formájában. A digital twin technológiáját először a NASA alkalmazta az űrhajóinál, hogy monitorozni tudja azokat és a lehető legjobb teljesítményt ki lehessen hozni belőlük. (Dezeen staff, 2021)

A digitális ikertestvéreket érdemes már a projekt kezdeti fázisaiban a technológiának megfelelően tervezni, például BIM modell formájában, hiszen ez esetben nem csak a tervezési és kivitelezési műveleteket tudjuk megkönnyíteni, de az épület további életciklusában is nagy segítséget fognak tudni nyújtani a létesítményüzemeltetésben és az épületgazdálkodásban.

A digitális ikertestvér abban különbözik a hagyományos modellektől, hogy az épületek megvalósítása után is dinamikus modell tud maradni, ami folyamatosan frissül a megépült épület változásaival párhuzamosan. A valódi épület adatokkal szolgál a digitális ikertestvér részére, ami

információkkal tud szolgálni a valódi épület részére és ezzel egy folyamatos adat és információcsere alakul ki közöttük. (36. ábra)



36. ábra  
Folyamatos adat és információcsere a digital twin és a valós épület között

Mint sok más technológiánál, a digitális ikertestvér esetében is szoros kapcsolat alakítható ki az IoT, gépi tanulás, a felhőalapú rendszerek és még a mesterséges intelligenciával is, aminek köszönhetően a digital twin dinamikus szimulációkkal hamarabb képes jelezni az egyes hibaforrásokat, mielőtt azok bekövetkeznének. A digital twin technológia nem csak épület és különböző infrastrukturális elemek esetében jelentenek nagy előnyt, de akár még összetettebb, nagyobb rendszert alkotó hálózatok esetében is, mint például vasúthálózatok vagy akár városok esetében is. A technológia számos információt képes feldolgozni, amelyekhez az IoT eszközök és szenzorok, a modellbe ágyazott metaadatok és különböző épületgépészeti, villamossági (HVAC<sup>19</sup>, MEP<sup>20</sup>) rendszerek nyújtanak hatalmas mennyiségű adathalmazokat (Big Data). Mindez az épület későbbi életciklusiban, az üzemeltetésben és fenntarthatóságban fog meghatározó szereppel bírni.

---

<sup>19</sup> HVAC (Heating, ventilation, and air conditioning) - Fűtés, szellőzés és légkondicionálás.

<sup>20</sup> MEP (Mechanical, Electrical, Plumbing) – Mechanikus, elektromos, vízvezetékek.



37. ábra  
Digital twin a kivitelezésben<sup>21</sup>

A digitális ikertestvér a fizikai ikerrel együtt fejlődik, aminek következtében a folyamatos adatáramlás hatására a szimulációkkal, vizsgálatokkal és naprakész előrejelzésekkel, javaslatokkal tud előállni, amikkel élhetőbbé lehet tenni az épületet. Ehhez az okos építési technológiák zavartalan együtt dolgozása szükséges.

A valós fizikai épület és a digital twin közötti folyamatos adatforgalom központjává a BIM szolgál, mely az általa nyújtotta lehetőségek felhasználhatóvá válnak egy központi BIM modellen belül. A BIM modell azért is remek választás az információk központjává, mert ezáltal egy adott felületen hatékonyabbak az integrált munkafolyamatok és az információközlés.

Meglévő épületek esetében is lehet digitális ikertestvéreket készíteni utólag, még akkor is ha ezekről az épületekről különösebb digitális tervek vagy modellek nem állnak rendelkezésünkre. Ezek a megoldások nem egyszerű esetek, hiszen nagyon pontos és részletes pontfelhőket kell készíteni az adott épületekről fotogrammetriával vagy lézeres beolvasással. Ahhoz, hogy a digitális iker tökéletes legyen, természetesen az ehhez tartozó technológiai rendszerrel is felvértezik az épületet. Az épületről készített digitális ikertestvérenek köszönhetően a jövőben sokkal hamarabb kiszűrhetővé válnak a létesítményben jelentkező kockázati tényezők és az előre nem várt

---

<sup>21</sup> „A digitális iker a kivitelezésben a HVAC- és MEP-rendszerekkel, az alkatrészekkel, a karbantartással és a környezettel kapcsolatos információkat dolgozzák fel”. Arkance Systems (2021. 12. 05.) <https://bim.cads.hu/digitalis-iker-bim-technologia-epiteszet-tervezes-kivitelezes-szamara/>

meghibásodások, mindemellett az épület az épület teljesítménye is optimalizálódik. (Arkance Systems Hungary, 2021)

*"Digital twin technology is an example of how software can become more integral to the design process, rather than simply being a presentational tool, which I hope will equip designers with the tools they need to build a better world" /Anne Asensio/*

*"A digitális iker technológia egy példa arra, hogy a szoftverek hogyan válhatnak szerves részeivé a tervezési folyamatnak, ahelyett, hogy egyszerűen csak prezentációs eszközök lennének, amik remélem, hogy a tervezőket felruházzák a jobb világ építéséhez szükséges eszközökkel." /Anne Asensio/*

### 3.7. IoT technológia és rendszerek

*„A McKinsey Global Institute<sup>22</sup> a közelmúltban végzett el egy tanulmányt, amelyben a Tárgyak internetének az építő- és bányaiparra gyakorolt hatását vizsgálta, amelynek eredménye szerint a tulajdonosok az IoT alkalmazásával több, mint \$160 milliárd dollárt takaríthatnának meg. A Tárgyak internetében rejlő potenciál az elkövetkező években az építőiparban, ennek egyre nagyobb mértékű digitalizációjával csak jobban felszabadul majd.” (Domac, 2021)*

Az IoT Internet of Things magyar megfelelője a Dolgok Internete. Az IoT okoseszközökből és érzékelők sokaságából álló rendszer, melyek hálózati összeköttetésben állnak egymással, valós idejű adatokat szolgáltatnak, amelyeket felhőben fel lehet dolgozni. Az IoT alapú automatizált rendszerek nem csak adatokat szolgáltatnak, de akár saját döntéshozatalra is képesek. Ez a technológia képes összehangolt intézkedéseket és problémamegoldásokat is kezdeményezni a többi IoT eszközzel, mivel a hálózati összeköttetés által megoldott az eszközök közötti kommunikáció. Mérési adatokból történő döntéshozatalra képesek.

---

<sup>22</sup>McKinsey & Company – Vezetési tanácsadó cég.

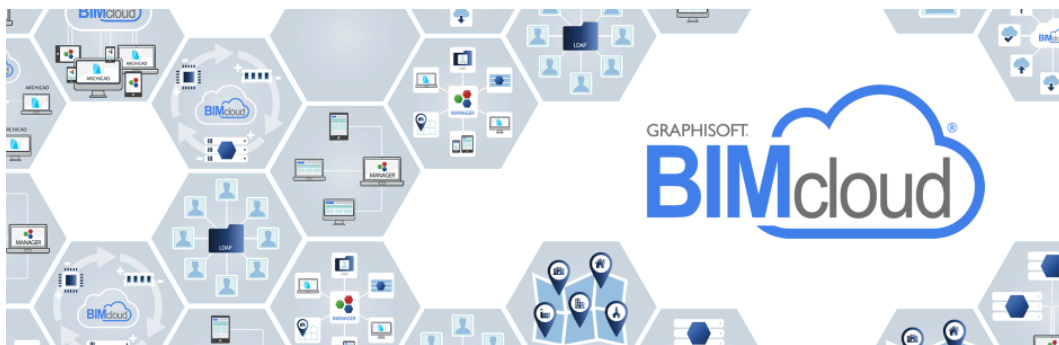


38. ábra  
IoT kapcsolati rendszere

Az IoT technológia részletesebb ismertetésére a 5.2 IoT (Internet of Things) fejezetben kerül sor, illetve a 5.3 Smart BIM Building (SBB) fejezetben a BIM-mel való kapcsolata kerül megvizsgálásra, ami épületüzemeltetési lehetőségekre világít rá.

### 3.8. Felhőalapú szolgáltatások

A felhő alapú szolgáltatások a BIM modell felhasználásával segítenek az információk leghatékonyabb átadásában, partnerekkel való közlésében. A felhőalapú szolgáltatás lényege, hogy a BIM modell a felhőben tárolódik egy szoftvergyártótól függő platformon, ami az épületen dolgozó AEC/FM szektoron belüli munkatársak és projekten dolgozó személyek számára elérhetővé válnak. Ez az egységes platform megszünteti a VPN (Virtual Private Network) használatakor felmerülő problémákat, tehát nincs szükség saját szerveren való tárolásra, arról nem is beszélve, hogy korlátlan tárhely áll rendelkezésre. Ilyen felhő alapú szolgáltatás például a Graphisoft BIMcloud-ja is.(39. ábra)



39. ábra  
Graphisoft - BIMcloud

A felhő alapú BIM modell a projekt összes résztvevője számára egyszerűen elérhetővé válik és lényegében bármilyen internettel rendelkező eszköztől elő tudják hívni azt. Ez főleg a helyszíni munkálatoknál és a műszaki ellenőrök feladatánál kedvező, akik a technológia által egy táblagépen rögtön a legfrissebb adatokkal ellátott BIM modellből tudnak dolgozni. Építéskivitelezési szempontból azért egyszerű megoldás a felhő alapú tervtárolás, mivel így egy felületről, egy eszközön akár több projektet is lehet koordinálni. Mivel a tervezési, mérnöki és kivitelezési műveletek nem a cégek saját szerverén mennek végbe a modellen, ezért számos informatikai probléma fellépése kerülhető el és az adatok, a projektadatok is tökéletes biztonságban vannak. (Domac, 2021)

A felhőalapú szolgáltatások egyik élenjáró szoftvergyártója az Autodesk, aminek már számos felhő alapú szolgáltatása vált elérhetővé, melyeket a „360”-as jelölésekkel láttak el. Ilyen szolgáltatása a BIM 360 Plan, ami ütemezésekben segít, valamint a BIM 360 Build, ami egy kivitelezési jelentést készítő és üzemeltetést segítő felhő alapú szolgáltatás.

### 3.9. BIM tervezésmódszertan

*„Az épületinformációs modellezés rendszere immár széles körben elterjedt: Japánban, Nagy-Britanniában, Spanyolországban, Szingapúrban már a BIM jogszabályi háttérét is kidolgozták; használatát több európai országban az állami infrastruktúra-beruházások esetében kötelezővé tették, Németország pedig 2020-tól csatlakozik az élenjáróhoz.” (Bencze, 2020)*



40. ábra  
Központi BIM modell



41. ábra  
BIM bemutatása videóval<sup>23</sup>

<sup>23</sup> QR-kód: What is BIM (Building Information Modeling)? (2021. 12. 05.)  
<https://www.youtube.com/watch?v=suNadRnHy-U>

## 4. BIM

### 4.1. Mi a BIM?

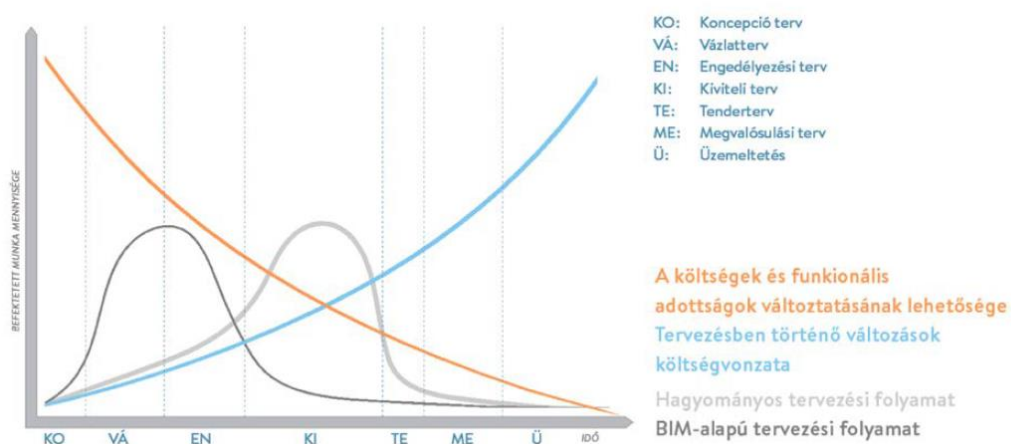
Fontosnak tartom tisztázni, hogy a BIM nem egy különálló szoftver, hanem egy tervezésmethodika, aminek köszönhetően jelentős időt és tőkét lehet megtakarítani a tervezés különböző fázisaiban, de leginkább a tervezés utolsó fázisában, amikor a BIM modellünk olyan részletezettséggel rendelkezik, hogy már a legapróbb módosítások is időigényes változtatásokat eredményeznek. Ezek a fázisok a kivitelezési tervektől kezdődően értendők.

A BIM irányelveket, folyamatokat, technológiákat és CAD-alapú tervezésmódszertanokat köt össze, melyek által lehetővé válik az építési, tervezési, üzemeltetési folyamatokban részt vevő szereplők könnyebb együttműködése egy adott projekten belül. Ilyen szereplők a megrendelő, beruházó, építész tervező, szakági tervezők, önkormányzati vagy kormányzati szereplők, kivitelezők, műszaki ellenőrök, szakhatóságok, épületüzemeltetők, karbantartók. Az építési, tervezési folyamatok résztvevői együttesen, egymással párhuzamos időben egy adott vizuális térben tudnak együttműködni, tervezni és megoldásokat eszközölni, miközben folyamatosan látják és figyelembe tudják venni a legújabb változásokat. Ennek köszönhetően könnyebben és hamarabb eszközölhetők az egyes ütközések is.

A BIM betűszó eredetileg az angol Building Information Modeling kezdőbetűiből tevődik össze, ami Épületinformációs Modellezést jelent. Mára már inkább a Building Information Management kifejezést használjuk. A Building Information Modeling azt jelenti, hogy a háromdimenzióban felépített modellünk többletinformációkat tartalmaz. A Building Information Management fogalmát pedig úgy lehet definiálni, hogy a modell többletinformációin (metaadatain) kívül az egész épület összes tervszakaszán átívelő folyamatos koordinálás és menedzselés megy végbe, aminek alapjául a BIM modell szolgál. Napjainkra a Building Information Management kifejezés a helytállóbb.

Tehát lényegében a BIM egy virtuális térben felépített vizuális modell, melynek modell elemei metaadatokat, többletinformációkat hordoznak, amivel a modell a valós épület „digitális ikertestvére” (digital twin) lesz. Ahhoz, hogy a modellünk „digital twin” lehessen, ahhoz tökéletes egyezés szükséges a megépített épülettel, ami sok esetben nem történik meg, ezért előfordul, hogy felméri a megépített új épületet és a valódi házhoz igazítják a BIM modellt, aminek köszönhetően 100%-os lesz az egyezés és érvényessé válik a „digital twin” elnevezés.

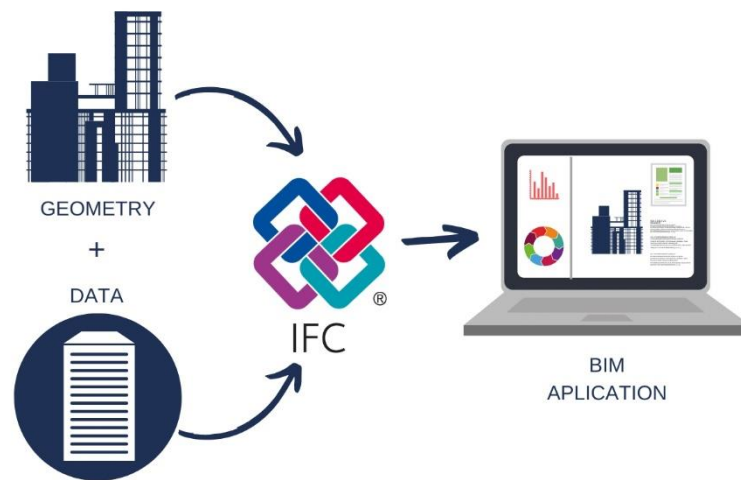
A BIM egy olyan interaktív tervezési folyamat, melynek köszönhetően 3D BIM modelleket készítünk. Ennek a lényege, hogy a BIM modellünk olyan részletezettségű legyen, hogy ne kelljen már azon 2D-s kitöltéseket, vagy vonalakat alkalmazni. Ebből a modellből tudjuk származtatni az összes alaprajzot, metszeteket, homlokzatokat, csomóponti részletrajzokat és még a látványtervhez is ezt a modellt tudjuk alkalmazni. A részletes BIM modell elkészítése a tervezés kezdeti fázisaiban sok időt vesznek igénybe, de a későbbi fázisokban már sokkal gördülékenyebben fognak tudni haladni a terv feldolgozásával kapcsolatos munkafolyamatok, mellyel rengeteg időt lehet megspórolni. (42. ábra) Időt lehet megtakarítani például azzal, hogy ha a modellben változás következik be, akkor az a változás az összes nézeten frissülni fog automatikusan, vagy éppen, ha úgy szeretnénk akkor manuális frissítést is be lehet állítani.



42. ábra  
A módosítások időigénye a projekt előrehaladásának idő függvényében<sup>24</sup>

<sup>24</sup> (Zagorác & Szabó, 2018, old.: 51)

A modellünkről bárhol tudunk metszetet lekérni, hiszen a kidolgozottsági szintjének köszönhetően mindenhol megfelelő képet fogunk kapni róla, majd ezekről a nézetekről automatikusan 2D tervlapokat tudunk generálni. A modell geometriája és a geometriát alkotó modellelemekhez rendelt metaadatok egységéből jön létre a BIM modell, ami egy közös nyelv segítségével az összes szakág által használt összes szoftver számára elérhetővé válik. Ez a közös nyelv az IFC, ami egy univerzális fájlformátum. (43. ábra)

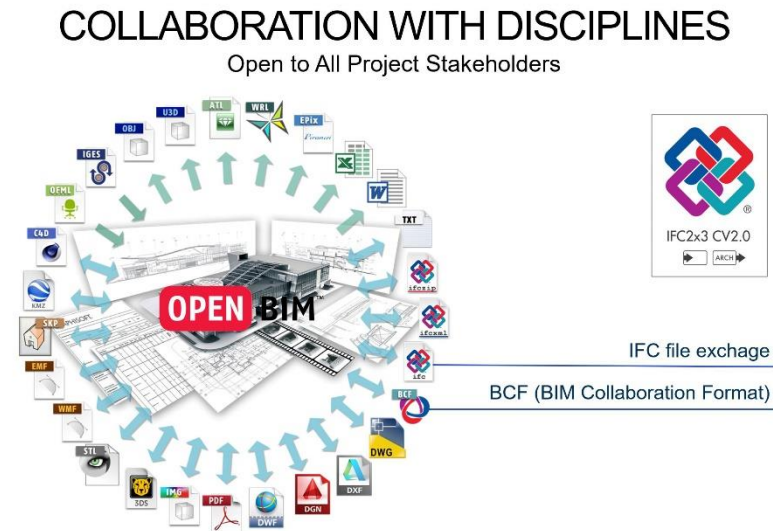


43. ábra  
Legelterjedtebb univerzális fájlformátum - IFC

Az IFC (Industrial Foundation Classes) mint azt az előzőekben említettem, egy közös, univerzális nyelv, egy független 3D alapú fájlformátum, melyet a CAD alapú szoftverek közötti adatátvitelhez használunk. Ennek a fájlformátumnak köszönhetően egy szoftverektől független általános modellt tudunk kimenteni, annak 3D-s és 2D-s információtartamával. Ez a fájlformátum lehetővé teszi a különböző szoftverek közti adatátvitelt, ezzel megkönnyítve a szakágakkal való gördülékeny együttműködést. Az IFC a 3D-s modellelemek klasszifikációit, metaadatait dolgozza fel, melyek geometriájában és információjában helyes BIM modellt generál, amit más tervezőszoftver is képes értelmezni, definiálni. Az IFC az Open BIM alapvető fájlformátumaként szolgál, mivel számos eltérő CAD alkalmazással készítenek el egy adott projektet BIM kompatibilisen.

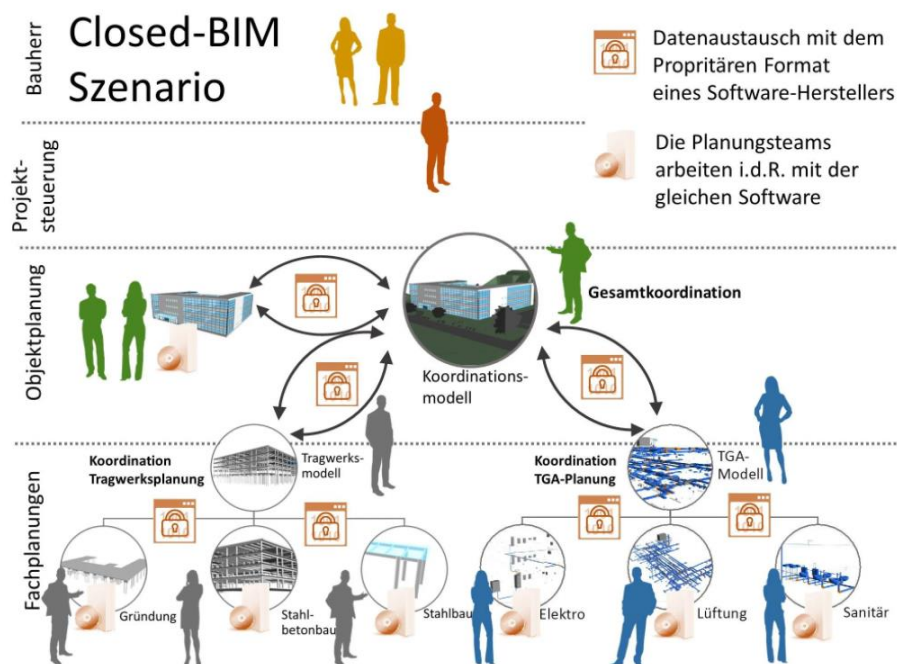
Az Open BIM a TEKLA és a Graphisoft kezdeményezésére alapult meg, melyhez további szoftvergyártók is csatlakozhatnak, azzal a feltétellel, hogy

vállalják saját szoftvereiken elkészített BIM-modell más gyártók alkalmazásain való felhasználhatóságát és kezelhetőségét. Az Open BIM esetében a felhasználók, tervezők, szakágak külön felületeken, külön tervezőszoftverekben dolgoznak. (44. ábra)



44. ábra  
Szakágakkal való együttműködés - Open BIM

Ennek szöges ellentéte a Closed BIM. A Closed BIM abban különbözik az Open BIM-től, hogy itt minden tervező egy adott programcsaládon belül tud dolgozni ugyan azon a projekten. Ennek számos előnye van az Open BIM-hez képest, például az adatvesztés kisebb valószínűsége és a gyorsabb tervfeldolgozás, hiszen nem kel sok időt eltölteni adatszolgáltatással és IFC-k mentésével. Az egyedüli hátránya az az, hogy amíg nem standardizált követelmény a BIM használata, addig nehezebb olyan építészirodákat, tervezőirodákat, mérnökirodákat találni, akik ugyan abban a szoftvercsaládban dolgoznak. (45. ábra)



45. ábra  
Closed BIM forgatókönyv<sup>25</sup>

## 4.2. A BIM kialakulása

Az építészeti tervezés kezdeti megjelenési formái már az Őskorban megfigyelhetők voltak kézzel készült rajzok, festmények formájában, melyek a képzeletben megjelenő háromdimenziós emlékek 2D-s leképezései. Ezeknek a kétdimenziós rajzoknak a vizuális másai napjainkban a makettek és a látványtervek.

A különböző CAD (Computer Aided Design) alapú számítógép vezérelt tervező szoftverek elterjedésének oka a költséghatékonyság, a komplexebb tervezési folyamatok egyszerűbb és átláthatóbb kezelése, a mennyiségelés és még sok más tényezőtől fakad. A legelső CAD alapú programot az 1960-as években fejlesztették ki, amely a Sketchpad elnevezést kapta. Ettől kezdve folyamatos fejlődés volt megfigyelhető az újonnan megjelenő tervezőszoftverek körében és azok fejlesztésében. A CAD fejlődése egyenesen arányossá vált a számítógépek fejlődésével. Technológiai okok miatt nem volt lehetséges gyorsabb ütemben fejleszteni a tervező

<sup>25</sup> Fentről lefelé: Épülettulajdonos – Projektmenedzment – Ingatlantervezés – Szakági tervezés. Az összes résztvevő egy szoftverben dolgozik, egy modellen.

szoftvert, amíg a számítógép fejlettségi színvonala nem ütött meg egy bizonyos szintet.

Az első számítógép működtetett tervezőprogramok eleinte csak kétdimenziós rajzokat tudtak létrehozni és kezelni és ezek is elsősorban a gépgyártásban, autógyártásban, repülőgép gyártásban terjedtek el.

Az 1980-as évektől kezdődően a számítógépek méretének fokozatos csökkenésével elterjedtek a hordozható számítógépek, a PC-k (Personal Computer). Ennek eredményeképpen egyre több magánszemély rendelkezett saját számítógéppel, ami ösztönzően hatott a szoftvergyártó cégekre a személyi felhasználású CAD programok fejlesztésében és bővítésében.

Miközben számos iparág már alkalmazta az elem alapú parametrikus tervezést, addig az építőipar sajátosságai miatt ebben a szektorban sokáig nem kapott meghatározó prioritást.

A 3D-ben való modellezés, tervezés gondolata már a számítógép megjelenése óta foglalkoztatta a fejlesztőket, mérnököket. Ekkorra tehető a BIM gondolatának megjelenése is. Bár az elképzelések megvoltak, nagyon sokáig azonban a CAD rendszereket csak 2D-s tervek készítésére tudták használni a technológiai kötöttségek miatt. Emellett a 3D modellezés jelentős mértékű fejlesztéseken ment keresztül. Az 1970-es évekre egyre jobban kezdett körvonalazódni a BIM alapötlete.

*„A BIM alapötlete egyesek szerint Douglas C. Engelbartnak tulajdonítható, mivel ő írt a tárgy alapú tervezés, parametrikus kezelés és relációs adatbázis együttes építészeti alkalmazásáról, az 1962-ben megjelent írása [16] bevezető fejezetének 4-6. oldalain. 1962-ben jelent meg a Sketchpad, majd 1964-ben a DAC-1, utat nyitva a számítógéppel segédelt tervezésnek.”* (Gobesz, 2020, old.: 44)

Valójában a BIM megalkotása Charles M. Eastman professzor (1940-2020) nevéhez köthető. A professzor az életét olyan eszközök kifejlesztésének szentelte, amikkel segíti a tervezési és építési folyamatok megértését. Igen széleskörű ismeretekkel és tudással rendelkezett az Épületinformációs Modellezés (BIM) terén az AEC (Architecture, Engineering and Construction) szektorban. Egyik legjelentősebb publikálása a BIM Handbook, azaz BIM Kézikönyv, amiben részletesen leírja a BIM alapú modellezés lehetőségeit.



46. ábra  
Charles M. Eastman

A célja az volt, hogy egy olyan háromdimenziós modellt hozzon létre az épületről, amelyben minden szerkezeti elem realiztikusan és maximális pontossággal van betervezve, amihez parametrikus adatokat lehet társítani.

Ezen kívül nagyon fontos BIM szempont, hogy az egyes tervlapok összeállításához szükséges 2D-s terveket automatikusan a vizuális 3D-s modellből lehessen kinyerni, annak darabolásával, metszésével. Ennek köszönhetően időt és energiát lehet megtakarítani, valamint anyagi és időbeni ütemezésekhez is megfelelő alapul szolgál. Minden adat, minden mennyiség egy modellen belül válik elérhetővé.

A BIM kezdeti felhasználási fázisaiban pilot projekteken kísérleteztek a 2000-es évek elején. A kísérlet célja, hogy bemutassák milyen mértékben képes támogatni és segíteni az Épületinformációs Modellezés a tervezők és mérnökök munkáját.

Kezdeti sikereit a különböző adatszolgáltatások, költségbecslések, mennyiségelések, ütközésvizsgálatok, vizualizációk terén érte el. Az építőipar összetettsége és viszontagságai miatt a BIM a kivitelezésben szintén csak a 2000-es évektől kezdődően terjedt el. Mára rohamos ütemben terjed mind az építészeti tervezésben, mind a kivitelezésben. Az egy projekten belül való munka a szakágakkal elindította a fejlesztéseket a szakágakra vonatkozó modellezési lehetőségek terén is. Szerkezeti analízis, energetikai analízis, ütemezés, könyvtárbővítések jelentek meg, melyek a szakági tervezők munkáját segítik vagy járulnak hozzá. Napjainkra a BIM a tervezés hatalmas részét kiaknázza lehetőségekkel.

A BIM a jövőben sokkal inkább az épület megépülése utáni időtartamra fog fókuszálni, a fenntartásra, üzemeltetésre, karbantartásra, felújításra, bontásra, illetve az adott épület egész élettartamára vonatkozó vizsgálatokra. (Vereckei, 2017)

A jövőben a BIM hegemoniáját és fejlődését az adott ország gazdasági háttere, versenyképessége fogja jelentősen befolyásolni. Minél nagyobb nyomás terheli az építőipart a megrendelők részéről, annál szükségesebbé válnak a fejlesztések, fejlődések, automatizálások, „up to date” a szektoron belül.

### 4.3. A BIM dimenziói

A modellek kategorizálásai, részletezettségeik kapcsán a LOD/LoD<sup>26</sup> szintektől elválaszthatatlanok a BIM-modell dimenziói. Ezek a dimenziók nem feltétlen térbeli kiterjedést jelölnek, hanem a modellek részletezettségi fázisaihoz kapcsolatos feladatköröket és azok információit tartalmazzák. 2D-től egészen 8D-ig terjed a lista. Mindegyik dimenzió BIM-modelljei olyan metaadatokkal rendelkező elemekből épülnek fel, amelyek az adott dimenzióhoz tartozó feladatkör vizsgálatához szükségesek.

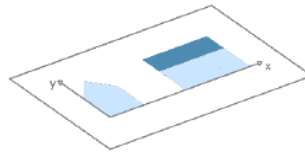
#### 2D CAD:

A kétdimenziós terv egy vetített vektorgrafikus ábrázolása egy épületnek, amelyet 2D-s síkokra (xy;xz;yz) vetítve kapunk meg. Ezekből a síkokból önmagukban nem nyerhetők ki 3D-s információk a modelltől. Legalább 3 db 2D-s ábrázolás szükséges egy térben elhelyezkedő test definiálásához, melyeket együttesen vizsgálva állapíthatók meg a térbeli 3D-s test geometriái. Hagyományos tervezési folyamatok keretein belül 2 dimenziós vektoros ábrázolásokból és a hozzájuk készített leírás alapján értelmezik térben az épületet. Az analóg CAD alapú szoftvereket eleinte kizárólag ilyen 2D-s tervek készítéséhez alkalmazták. (47. ábra)

---

<sup>26</sup> LOD (Level of Detail) – Részletezettségi szint / LoD (Level of Development) – Fejlettségi szint.

## 2D (CAD)

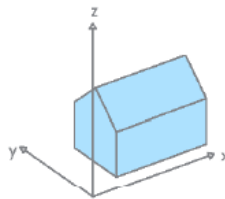


47. ábra  
2D (CAD)

## 3D CAD:

A 3D modellek már térbeli, geometriai, elhelyezkedésbeli információval szolgálnak számunkra. Ezen a szinten a CAD alapú tervezőszoftverek segítségével már 2D és 3D metszetek is készíthetők a modelltől. (48. ábra)

## 3D (CAD)

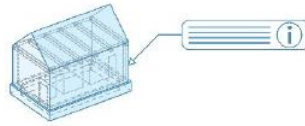


48. ábra  
3D (CAD)

## 3D BIM-modell:

A 3D BIM-modell többletinformációval rendelkező épületelemekből tevődik össze. Ehhez a dimenzióhoz az adott BIM modellnek magas LOD részletettséggel kell rendelkeznie, főleg geometriára vonatkozóan. A 3D BIM-modell parametrikus elemekből épül fel a térben, metaadatokkal ellátva. A 3D BIM-modell sok esetben a megépült vagy meglévő épület pontos digitális ikertestvérét (digital twin) tükrözi. A 3D modell típusok segítséget nyújtanak a kivitelezés és a tervezés fázisaiban és megannyi szimulációt is le lehet rajtuk futtatni. (49. ábra)

### 3D BIM-modell

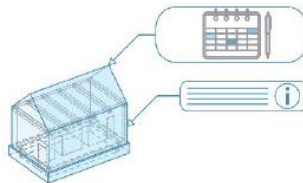


49. ábra  
3D BIM-modell

### 4D BIM-modell:

A 4D BIM -modell adott modellelemhez társított anyagmennyiségek és munka normák segítségével kiszámítható az épület elemeire vonatkozó kivitelezési ütemezés és idő. Pontosán megadható az épületelemek elkészítésének kezdeti időpontja és beépítésének befejezési dátuma. Organizációs tervek készíthetők, melyek egy külön szoftver segítségével látványos és könnyebben megérthető videót készítenek az épület kivitelezési fázisairól. Ezek a videók marketing célokra is felhasználhatók.

### 4D BIM-modell



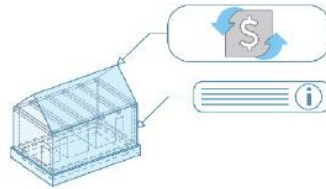
50. ábra  
4D BIM-model

### 5D BIM-modell:

Az 5D BIM-modell az előző 4D-hez hasonlóan tartalmaz mennyiségi, munka norma, ütemezési időt, azonban kiegészül pontos pénzüsszegekkel. Az 5D BIM-modellek és azok elemei a költségvetésben nyújtanak segítséget. Az 5D segítségével olyan szimulációkat is képesek vagyunk lefuttatni, amelyek a kivitelezés során bekövetkező munkafolyamatok időbeni ütközését képes jelezni, amik többletköltséget jelenthetnek. A 4D BIM adottságait és az 5D BIM pénzügyi hozzárendelését egy közös szoftver

használatával tudjuk összekapcsolni a virtuális modellen belül, elemekhez rendelve. (51. ábra)

### 5D BIM-modell

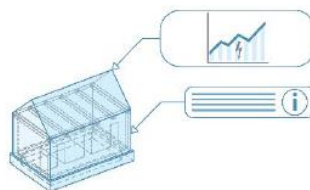


51. ábra  
5D BIM-model

### 6D BIM-modell:

A 6D BIM-modell elemekhez épületenergetikai és épületfizikai metaadatokat tudunk társítani, melyek segítségével szimulációkon keresztül megmutathatjuk például az adott épület fenntarthatóságát, élettartamát, energiafelhasználását, életciklusainak alakulását. A parametrikus épületelemek minden fontos tulajdonságát eltárolja a BIM modell, melyek segítségként tudnak szolgálni az épület optimális karbantartásában, üzemeltetésében, energiahatékonyságában. Az optimális épületüzemeltetés elérése érdekében fontos minden részletes információt ismertetni a modellen belül. Érdemes olyan információkat is feltüntetni, mint például az épület tájolása, tájegysége, kontinense, éghajlati övezete, modellelemeire vonatkozó karbantartási útmutatók, élettartamok. (52. ábra)

### 6D BIM-modell

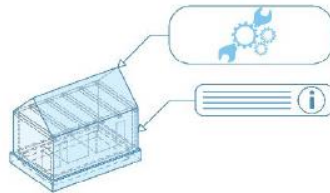


52. ábra  
6D BIM-model

### 7D BIM-modell:

A 7D BIM-modell lényegében a 6D BIM-modellben leírt épületüzemeltetéssel kapcsolatos folyamatok és az ezekhez kapcsolódó rendszereket tartalmazza, melyek szoftvereken keresztül folyamatosan bővíthetők létesítményüzemeltetéssel kapcsolatos információkkal. Ezek közé a szoftverek közé lehet sorolni a CAFM-ot (Computer-Aided Facility Management). Hasonló szoftver a COBie ami szabványosított rendszereken keresztül egyszerűsítik le az épületüzemeltetéshez szükséges információkat, melyek kivitelezés közben merülnek fel. (53. ábra)

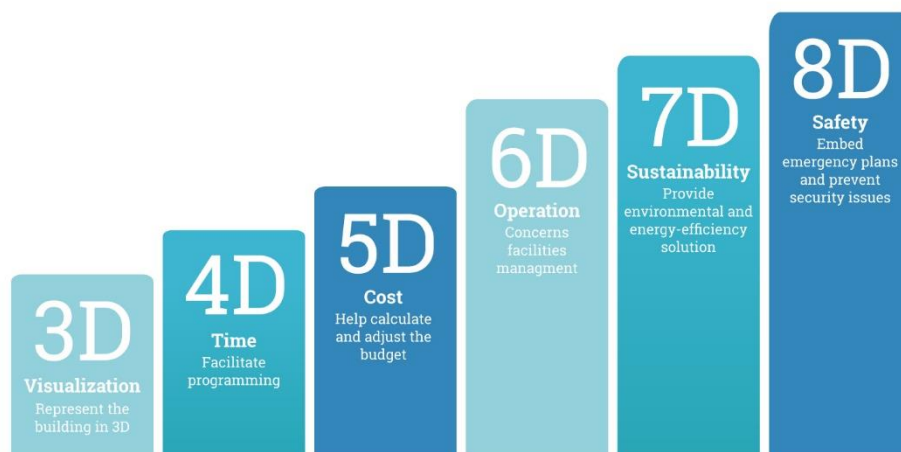
### 7D BIM-modell



53. ábra  
7D BIM-model

### 8D BIM-modell:

A 8D BIM-modell alkalmazása még csak nagyon szűk körben terjedt el. A 8D BIM-modell segít az építőipari veszélyforrások tervezési fázisban való észlelésében. Ennek köszönhetően a modellben már a tervezés korai fázisaiban előre lehet látni a veszélyes és kockázatos épületrészeket a kivitelezésre vonatkozóan. A 8D BIM-modell nem csak felvázolja az egyes veszélyforrásokat de szimulációk segítségével segít azok kiküszöbölésében is.



54. ábra  
BIM dimenziók 3D – 8D

#### 4.4. BIM modell részletezettségi szintjei

Egy projekt kezdetekor fontos előre letisztázni az elkészítendő modell felhasználási körét és részletezettségi fokával kapcsolatos igényeket. Ezeknek a fontos információknak a letisztázása mind a tervező cég, mind a felhasználó/megrendelő számára nélkülözhetetlen.

A részletezettségi fokok az egyes tervezési folyamatokhoz szorosan kapcsolódnak. A tervezés kezdete előtt a részletezettségi szint függvénye a munkakörnyezet, attribútum beállítások és elemek kidolgozottsága. Előfordul, hogy a kategóriákba sorolható részletezettségi szintek országonként vagy vállalatonként némileg eltérnek egymástól. A kidolgozottsági szintek vonatkozhatnak a teljes modellre, vagy csak azon belül egyes elemekre.

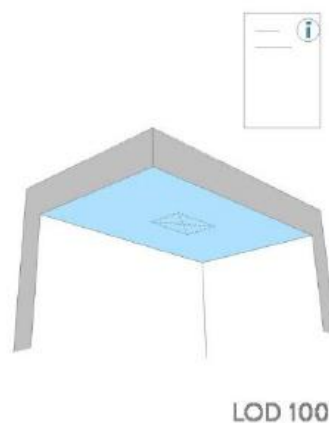
A különböző kidolgozottsági szinteket, specifikációs szinteket a LOD/LoD betűszók jelölik. LOD (Level of Detail); LoD (Level of Development). Előbbi részletezettségi szintet, utóbbi fejlettségi szintet jelent. A két elnevezés elsőre hasonlóknak tűnhet, de részleteiben nagyon is eltérnek egymástól. A Level of Detail már egy kicsit megkopott eredeti verzió, aminek még csak konkrét geometria vonatkoztatása volt a modellel kapcsolatban. Tehát csak a modell geometriai kidolgozottságára utalt. Ezzel szemben a Level of Development már egy BIM szempontjából helytállóbb elnevezés. Ez a verzió már nem csak a geometriai kidolgozottsági szintet veszi figyelembe, hanem annak tartalommal,

többletinformációkkal, metaadatokkal való feltöltöttségi szintjét is. A LOD szinteket az egyes épületelemek részletezettségével határozzuk meg és nem az egész épület geometriájával. Csupán az egész épületre vonatkoztatva nem lehet megállapítani pontos kategorizálást, hiszen abból még nem derülnek ki az épületelemek információtartamainak nagyságai.

A BIM modell egyes épületelemeinek részletezettsége alapján LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 350, LOD 400 ÉS LOD 500 részletezettségi osztályokat, kategóriákat határoztak meg. Az ezekhez tartozó információ, adat és modell részletezettségi fokok vállalatonként némiképp eltérők lehetnek. A következőkben példákon keresztül mutatom be az egyes LOD szintek közötti különbségeket.

#### **LOD 100:**

A LOD 100-as részletezettségen belül a modellben szereplő elemek nem rendelkeznek mérvadó tartalmi és geometriai információkkal, inkább csak az egyes objektumok meglétére, létezésére utalnak. A modellen belül nem rendelkeznek helyes elhelyezkedéssel, pontos pozíciót nem lehet megállapítani róluk. (55. ábra)

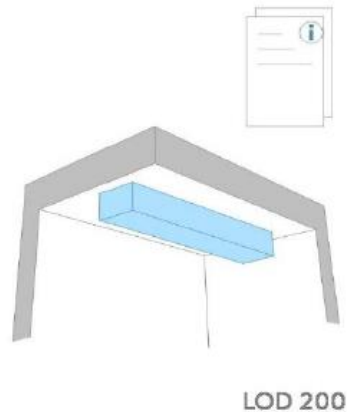


55. ábra  
LOD 100

#### **LOD 200:**

A már meglévő épületek megmodellélésénél ez a szint szolgál mérceként, amit érdemes megugrani. A LOD 200-as terveknél a modellben elhelyezkedő modellelemeknek már van grafikai megjelenése, tájolásuk, elhelyezkedésük jól beazonosítható. Ezek a modellelemek már kiterjedésben és

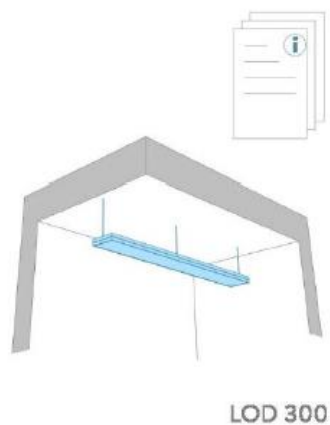
megjelenésben hasonlítanak az eredeti tárgyhoz, sokszor mennyiségeket, méreteket, gyártmányokat tartalmazó információkkal rendelkeznek. Fontos, hogy ettől a részletezettségi szinttől kezdve már melléklet nélküli beépített metaadatokkal is rendelkezhetnek a modellelemek, objektumok, gyártmányok. (56. ábra)



56. ábra  
LOD 200

#### LOD 300:

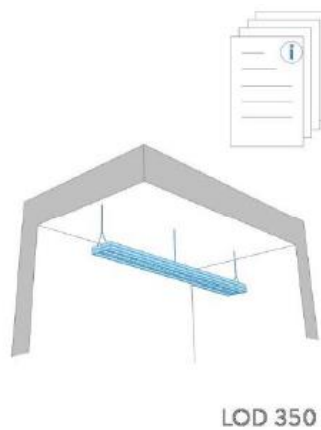
A BIM modellben elhelyezett objektum, gyártmány már a tervező által előre meghatározott origótól való pozíciót is tartalmazhatja. Részletezett geometriai és grafikai megjelenítés jellemzi. Az előzőekben írt LOD 200-as részletezettségi szinthez hasonlóan a LOD 300 is képes konkrét pozíciót megadni, meghatározott rendszert képez, mennyiséget, formát, méreteket képes metaadatként hordozni, azonban sokkal magasabb kidolgozottsági szinten. (57. ábra)



57. ábra  
LOD 300

### LOD 350:

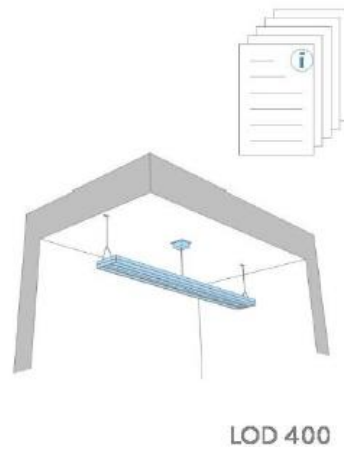
Ennél a részletezettségi szintnél már konkrét gyártmányként, rendszerként kerül bemodellezésre az adott objektum, pontos méretekkel, mennyiségekkel, pozícióval, melyhez szintén többletinformáció is rendelhető nem grafikus elemként. A modellelemek már elég részletesek ezen a szinten ahhoz, hogy csatlakozásokat, rögzítéseket is ábrázoljon grafikus információként. A különböző méretű és adottságú épületszerkezeti elemek, berendezési tárgyak az elhelyezésükhöz szükséges helyadatokat is jelölik a modellen belül, hogy az elhelyezésükhöz mekkora területet vesz igénybe közvetlen környezetükben. (58. ábra)



58. ábra  
LOD 350

### LOD 400:

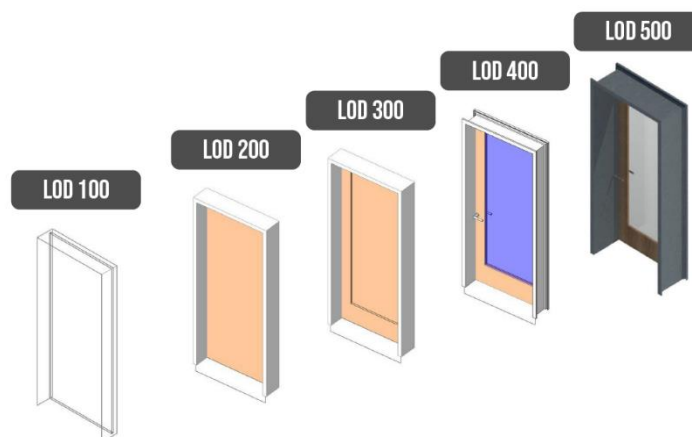
A LOD 400-as részletezettségtől kezdődően általánosságban elmondható, hogy az esetek többségében a tervek nagy része nem jut el eddig a kidolgozottságig. Ezen a szinten az előzőekben felsorolt részletezettségeken kívül annyi kiegészítés történik, hogy az adott objektumnak, gyártmánynak nem grafikus információként, méretpontos és részletes gyártmányterveivel is kiegészítik. A gyártmányhoz szintén tartozik részletes metaadat, melyek nem behivatkozott formában a modellelemekbe integrálva kapnak helyet. (59. ábra)



59. ábra  
LOD 400

### LOD 500:

A LOD 500-as szint a legkevésbé elterjedt részletezettségi szint. Ennek több oka is lehetséges, amelyek közül kiemelendő az anyagi és munkaidő többletráfordítás nélkülözhetetlensége. Ennél a kidolgozottsági szintnél ugyanis a már megépült új épület tulajdonságaihoz igazítják a BIM modellt. Ehhez az épület újra felmérése szükséges lézershennerekkel és fotogrammetria módszerrel elkészített pontfelhő alapján, valamint fotódokumentációval kiegészülve. Ennél a részletezettségi szintnél folyamatos építéshelyszíni jelenlét szükséges a kivitelezési munkafolyamatok során, hogy a tarkart szerkezeteket is pontosan lehessen dokumentálni. (Zagorác & Szabó, 2018)



60. ábra  
LOD 100 – LOD 500

A LOD betűszón kívül sok más részletezettségre utaló fogalom is elterjedt, ugyanakkor a LOD elnevezés vált általánossá.

Fontosnak tartom megemlíteni például a LOA – Level of Accuracy-t, ami a pontossági szintet jelöli. Ezt a fogalmat a felmérések precizitása kapcsán szokták használni, ami leírja a mérések és ábrázolások pontosságát, valamint az igazolhatóságot.

A LOI – Level of Information az egyes modellelemekre, illetve az egész modell rendszerre vonatkozóan ad meg többletinformációkat. Szoros kapcsolatban áll a LOD fogalmával, azonban mégis szükségességét érezték különválasztani őket, hiszen előfordulnak olyan esetek, amikor egy alacsony LOD számú geometriai elemet sokkal magasabb szintű nem grafikus információval kell ellátni. Ebben az esetben ezek az objektumok külön LOI azonosítót is kapnak.

A LOI fogalmának ellentéte a modellelemek geometriai kidolgozottságára használt LOG – Level of Geometry fogalom. Ebben az esetben a geometriai elem sokkal kidolgozottabb is lehet, miközben csekély, vagy semmilyen metaadattal nem rendelkezik.

Utóbbi két fogalom a BIM szaknyelvben már elterjedt, ennek ellenére ezek még nem hivatalos elnevezések.

## 4.5. A BIM használatának és alkalmazásának fontossága

A BIM tervezésmódszertan keretein belül való tervezés azért is fontos, mert számos alkalmazási területre irányul egy épület tervezése és dokumentálása, melyeken belül még több szakági együttműködést kell kialakítani. A BIM ezeknek a tervezési folyamatoknak a hatékonyságára irányul a fenntartható építészetet figyelembe véve, ahol a hulladékgazdálkodás is egyre kiemelkedőbb szerepkörhöz jut. Az épületinformációs modellezés (BIM) alkalmazása legtöbbször nem csak a kivitelezésig tartó tervezési, költségvetési, anyagmennyiségi számításokig tart, hanem azon túlmenően az épület egész élettartamát célozza meg épületüzemeltetési, épületenergetikai, fenntarthatósági, állapotok, tulajdonságok modellen belüli tartalmak integrálásával.

Mai felgyorsult mindennapjaink építőipari szektorát pontos határidők, hatalmas pénzügyi nyomás, gyors változáskezelés, megosztott munkacsoportok és hatalmas költségvetési kölcsönök jellemzik. Ahhoz, hogy egy vállalkozás (építésiroda, generálkivitelező) jövedelmező legyen, elengedhetetlen fontosságú a pontos és precíz tervezés mindenre vonatkozóan. A legkisebb munkagépnek is meg kell tervezni a pontos időbeni és térbeli elhelyezkedését az ütemterven belül, máskülönben hatalmas összegektől eshet el a vállalat. Ezekre páratlan megoldást biztosít a BIM felhasználói szintű alkalmazása.

A korábbi analóg tervezési, tervfeldolgozási folyamatoknál a tervezés egyes fázisaiból való átállás a másik fázisba gyakran adatvesztéssel járt, azonban ezt a BIM általi folyamatos felhő alapú összeköttetéssel ki lehetett küszöbölni. A BIM tervezésmódszertanának köszönhetően a tervezés korai fázisaiban elhelyezett épületelemek és adatok felhasználhatók és nyomon követhetők még az adott épület legutolsó üzemeltetési és karbantartási fázisaiban is. Ezzel jelentősen megkönnyítve a szakágakkal és üzemeltetőkkel való hatékony együtt dolgozást.

És hogy miért is érdemes a BIM modell adta lehetőségeket alkalmazni?

Mert az információközlés gyors megvalósulásának köszönhetően lehetőségünk adódik az építőipari szakmai kérdések minél előbbi letisztázására, legyen az mérnöki, statikai vagy épületgépészeti kérdés. Az épületről készített összes terv, iratanyag, felmérés egy közös 3D BIM modellen belül összpontosul és ezek változtatások esetén automatikusan frissülnek, ezzel elkerülve a manuális korrigálásokat, amik rengeteg időt vennének igénybe.

A BIM-nek köszönhetően egyszerűbb jól működő, fenntartható, környezetbarát épületet tervezni, melyek aztán az épület üzemeltetési életciklus költségeit mérséklék.

A metaadatokként modellbe integrált pénzügyi és ütemezési adatok lehetővé teszik a pontos költségbecslés elkészítését. Szintén lekérhetünk a modelltől részletes és pontos mennyiségi jegyzékeket is. Az épületgépészetet segítő MEP rendszerek egyre jobban elterjednek a tervezőszoftverek köreiben belül. Ezeket a MEP rendszereket sok esetben már beépített könyvtárakban is meg lehet találni. A MEP tárgyak és

kiegészítők pontos geometriákkal egyszerűsítik az épületgépészek és a tervezők munkáját. A MEP rendszerrel feltöltött BIM modell tökéletes alapul szolgál a szellőzőrendszerek, csővezetékek pontos és gyors műszaki számításainak elvégzéséhez.

A BIM modell és a valós épület elkészülte után a létesítményüzemeltetési és karbantartási folyamatok, lekövetések már költséghatékonyabban és gyorsabb ütemben tudnak végbe menni.

Napjainkban, a 4. Ipari forradalom idején, már minden adatot digitálisan közvetítünk és minden döntés meghozatalát ezek az adatok befolyásolnak. A digitális információk és ingerek világában azok az irodák fognak a jövőben tovább növekedni és kiemelkedő projekteket elnyerni, amelyek hajlamosak és képesek elismerni a BIM-ben rejlő lehetőségeket és alkalmazzák is azokat.

	<b>Előnyök</b>	<b>Hátrányok</b>
1.	Anyagmennyiségek pontos lekérdezése modellből	Összetett rendszere miatt időbe telik beletanulni
2.	Környezetbarát tervezési folyamat (kevesebb szén-dioxid)	Magas rendszerigény (erős számítógépek és szerver)
3.	Áram és ivóvíz megtakarítás MEP rendszernek köszönhetően	Magas szoftverismeret szükséges (külön munkacsoporttá fejlődött)
4.	Virtuális épületbejárás lehetősége javítja az épületkomfort meghatározását	Akkor tud megfelelően működni, ha a szakágak is 3D modellben terveznek
5.	A BIM modell egyszerűbb koordinálhatóságot eredményez	Több szoftver együttes alkalmazása szükséges
6.	Költségoptimalizálás	Inkább nagyobb projektek esetén releváns a használata
7.	Prediktív karbantartás	Egyetemi oktatásban kevés szerepet kap
8.	Költséghatékony létesítménygazdálkodás	
9.	Smart building	

61. ábra  
BIM előnyei - hátrányai (pros - cons)

## 4.6. BIM esettanulmány

### Odense University Hospital (Denmark)

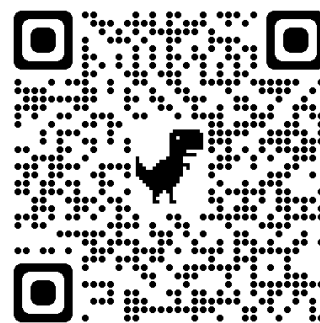
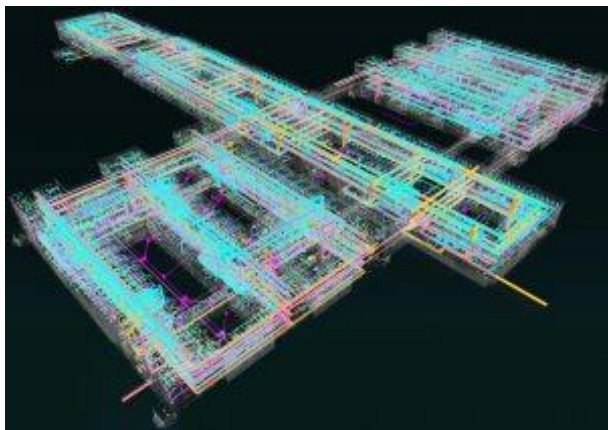
2019-ben kezdték el építeni az Odense Egyetemi Kórház épületét Dániában, amit az ATIpject tervezett, konzorciumban a CMB-vel és az Iinera-val. Az épület tervezése a BIM magasfokú felhasználási feltételei mellett zajlott.

A létesítmény térbeli kiterjedése is bizonyítja, hogy egy ekkora volumenű projekthez nélkülözhetetlen a BIM használata. Az épület közel 250.000 m<sup>2</sup> területen fekszik, beleértve a zöldterületeket és az infrastruktúrára szánt területeket.

A kórház tervezéséhez Revit tervezőszoftvert használtak, amit a MagiCAD szellőzőrendszer és csővezetékrendszer tervezésére alkalmas szoftver segített. Az ATIpject fő problémája, amivel szembe kellett néznie, az a design és a funkcionális megfelelés összehangolása volt. Az egész tervezési folyamat egy korábbi projekt átdolgozásából indult ki, aminek meg kellett felelnie az előzetesen meghatározott funkcionális és teljesítménykövetelményeknek úgy, hogy tartaniuk kellett magukat a becsült költségvetéshez.

A BIM tervezésmódszertan eredményességét és hatékonyságát bizonyítja az is, hogy egy magas részletezettségű modellt sikerült tervezni, ami a tervszállítási időtartam közepénél már több mint 400.000 db digitális objektumot tartalmazott. Mindez hagyományos tervfeldolgozási körülmények között nem jöhetett volna létre, vagy nem lett volna ennyire eredményes. A sikerhez a tervezők, szakági tervezők és a projekt minden résztvevőjének szoros együttműködésére volt szükség egy közös BIM modellen belül.

Az épületgépészeti vezetékek modellezését a MagiCAD szoftver segítette, melynek köszönhetően geometriájukban is helyes gépészetet lehetett betervezni magas LOD részletezettségi szinten. A rendszernek köszönhetően egyszerűbbé váltak a kapcsolódó számítások elvégzése és a gépészeti rendszer életképességét is le lehetett ellenőrizni előzetesen. (Luomala, 2019)



62. ábra  
Odense Egyetemi Kórház épületgépészeti modellje és BIM bemutató videója<sup>27</sup>

*„The innovative use of BIM technologies across the board, as well as the cooperation and information sharing tools that were employed by all project parties, enabled us to optimize design management leading to an increase in productivity and design quality” (Luca Serri - Founding Partner and Chief Executive of ATIpject)*

*„A BIM-technológiák átfogó innovatív alkalmazása, valamint a projekt valamennyi fél által alkalmazott együttműködési és információmegosztó eszközei lehetővé tették számunkra a tervezési menedzsment optimalizálását, ami a termelékenység és a tervezési minőség növekedését eredményezte.” (Luca Serri - az ATIpject alapítója és vezérigazgatója)*

---

<sup>27</sup> QR-kód: ODENSE UNIVERSITY HOSPITAL (2021. 12. 07.)  
<https://www.youtube.com/watch?v=SaaNesARneg>

## 5. SMART BUILDING ÉS AZ IOT KAPCSOLATA AZ ÉPÜLETÜZEMELTETÉSBEN

### 5.1. Smart Building

Napjainkra a Smart Building, magyarul okosház kifejezés már egyáltalán nem számít ismeretlennek. A fejlett nyugati országokban már jóval korábban megjelent ez az intelligens épület rendszer, ezzel szemben hazánkban csak 2016-ban ütötte fel a fejét.

Az első automatikusan vezérelhető okosház rendszerre való törekvés már 1966-ban elkezdődött az ECHO IV (Electronic Computing Home Operator) rendszerrel, ami sajnálatos módon nem aratott átfogó sikert és nem terjedt el. (63. ábra) Akkoriban még a technológiai színvonal sem volt kifejtett egy ilyen rendszer széleskörű elterjedéséhez. A rendszer csak prototípus maradt.



63. ábra  
ECHO IV okosház rendszer

Egy okosház azért nevezhető okosnak, mert a benne található elektronikai, gépészeti berendezések részben vagy egészben okos eszközök, melyek hálózati kapcsolattal rendelkeznek. Egy okosház különböző mértékben lehet okos, attól függően, hogy milyen szinten vannak automatizálva az üzemeltetési és komfortfunkciói egy rendszeren belül. Elképzelhető, hogy egy házon belül csak pár berendezés van automatizálva, illetve rendelkeznek hálózati kapcsolattal, melyek egy közös rendszeren belül

tudnak kommunikálni egymással. Vagy létezik a másik véglet, amikor már a tervezés fázisaiban olyan épületgépészeti és komfortelemek lesznek betervezve, amik közös rendszerben egymást segítve tudják optimális módon működtetni, üzemeltetni az adott épületet.

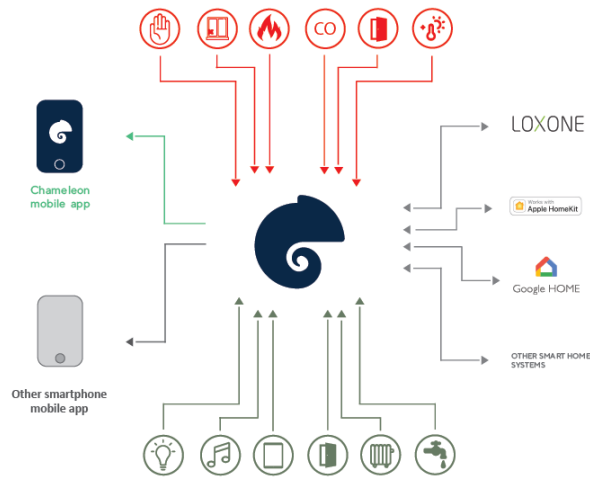
Egy bizonyos mértékig van lehetőségünk utólagosan is okosítani, fejleszteni házainkat különböző okos eszközökkel, azonban egy bizonyos határ után már csak jelentős költség és munka árán tehetjük meg ezt.

Fontosnak tartom leszögezni, hogy attól, hogy egy házban előre beprogramozott eszközök, gépészeti berendezések találhatóak, attól még nem lesz „smart” az épület, hiszen ezeknek az eszközöknek nincsenek hálózati kapcsolataik, illetve nincsenek egymással sem kapcsolatban egy rendszeren belül. Az okosházakban található eszközök képesek arra, hogy adott környezetben, adott feltételek mellett érzékelni tudják a változásokat, majd arra önállóan vagy csoportosan reagálnak tevékenységeikkel, külső emberi behatás nélkül.

Az okosház rendszer három fő elemből épül fel, melyek között folyamatos az adatcsere és a visszajelzések. Ez a három fő elem a központ, az érzékelők és a beavatkozók.

Az érzékelők az eszközöktől, berendezésektől vagy teljesen különálló szenzorok, vagy már eleve az adott eszközbe vannak integrálva. Az érzékelők rengeteg különböző szituációból eredeztethető információt képesek érzékelni. Képesek életfunkciókat érzékelni, előre nem várt helyzetekről informálni, élet- és vagyonvédelemhez köthető biztonsági feladatokat ellátni, vagy éppenséggel kényelmi funkciókat betöltő eszközök információit feldolgozni. Napjainkra már mindenféle tényező felfogására létezik érzékelő. Ilyen érzékelők például a mozgásérzékelők, ablakok betörését jelző érzékelők, CO<sub>2</sub> érzékelők, füstjelzők, víz- és levegő hőmérséklet érzékelő szenzorok, esőszenzorok és még sok más érzékelő. Az ezekben gerjesztett jelek, változások hatására adatokat küldenek a központnak, ami egy központi vezérlő rendszer, tehát az agy. A központi vezérlő rendszer felelős az IoT (Internet of Things), tehát az okoseszközök és a végrehajtó eszközök közötti kapcsolatért. Ehhez a központi vezérlő rendszerhez mobiltelefon segítségével applikációkon keresztül is tudunk kapcsolódni. A mobil applikációk és az okos rendszerekhez tartozó okos eszközök, központi vezérlők és végrehajtók

sok esetben bizonyos gyártók termékei. Ez egy logikusnak tűnő gondolat, hogy egy termékcsaládon belül megoldható legyen minden probléma, hiszen ezáltal kompatibilitási hibákat küszöbölhetünk ki. Azonban léteznek olyan központi vezérlőket gyártó vállalatok is, akik kifejezetten a gyártótól eltérő okos eszközöket kapcsolják össze, melyekkel kompatibilitási hibákat hivatottak megoldani. (64. ábra)



64. ábra  
Chameleon okosotthon rendszer<sup>28</sup>

A legvégső utasításokért felelős beavatkozók, amik a tényleges műveleteket végrehajtják az adott problémára vonatkozóan. Miután a központi vezérlő rendszer információkat fogad az érzékelőktől az a probléma megoldása érdekében parancsokat továbbít a hozzá kapcsolódó beavatkozó eszköznek. A beavatkozó eszközök, berendezések széles körben tudják ellátni feladataikat az épületen belül és akár még azon kívül is. Ilyen feladatok például a világítás fel-le kapcsolása, zene lejátszás, árnyékolók kezelése, fűtés, öntözés és még sok más épületgépészeti vagy kényelmi funkció.

Az okosház hatékonysága leginkább az energiafelhasználásban érezhető, ami hozzájárul az épületüzemeltetés fenntarthatóbbá és környezetbarátabbá tételéhez.

Az okosházak már családi ház léptékben is nagyban hozzá tudnak járulni a fölösleges energiafelhasználásnak az elkerüléséhez. A beépített okos

<sup>28</sup> A Chameleon okosotthon rendszer biztosítja a különböző gyártók okos eszközeik közti átjárhatóságot.

eszközök és technológiák képesek például szabályozni az épületen belül a világítást oly módon, hogy automatikusan csak az éppen használatban lévő helyiségben kapcsolja fel a világítást. Ezen kívül a hőmérséklet szabályozást is képes megoldani különböző szituációkhoz kapcsolódóan. Meg tud oldani összehangolt hőmérsékletszabályozást más épületgépészeti berendezésekkel oly módon, hogy ha mondjuk az épület napos oldalán árnyékoló lamellák találhatók, amik automatikusan vezérelhetők, akkor azokat úgy be tudja állítani, hogy télen kevésbé árnyékolja le a homlokzatot, ami által az érintett helyiségekben nem szükséges olyan mértékben fűteni, mint ahol éppen árnyékos a homlokzat. Ezeket a rendszereket, amikor a gépek egymás között képesek kommunikálni M2M-nek, azaz Machine to Machine-nak nevezzük.

Ezek az okosház rendszerek épületüzemeltetési szempontból már kisebb családi ház léptékben is gazdaságosabbá tehetik az energiafelhasználást, de nagyobb épületléptékben válik igazán érezhetővé megléte. Például egy középületben vagy egy nagy irodaépületben ahol rengeteg helyiség és gyakran változó emberlétszám a jellemző, ott válnak igazán hasznossá az okos gépészeti rendszerek.

Egyre több nagyvállalat alkalmazza épületein ezt a technológiát az évről-évre egyre szigorodó energiafelhasználási jogszabályok miatt.

2020. január 16-án jelent meg az „1/2020. (I. 16.) MEKH rendelet az energetikai szakreferens igénybevételére köteleles gazdálkodó szervezetek által telepítendő almérők telepítési pontjainak, valamint az almérők alkalmazásával történő mérés minimális követelményeinek meghatározásáról” jogszabály. (Szabó, 2021)

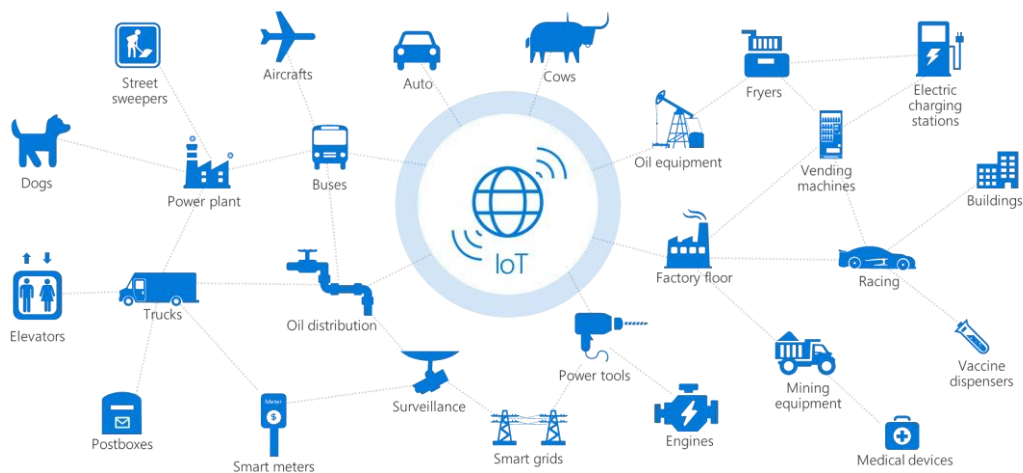
A jogszabály arról rendelkezik, hogy egy adott mértékű energiafelhasználást követően a cégeket almérők telepítésére köteleznek, illetve energetikai szakreferens alkalmazására. Az energetikai szakreferens nyilvántartja az almérők adatait és lejelenti azt riport formájában a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal számára. A nagyvállalatok gyakran alkalmazzák a Smart Building rendszer elvén működő berendezéseket és smart eszközöket nagyüzemi gépek energiamonitorozására is. Célja a tudatos energiafelhasználás.

Az okosházak nagyléptékben való alkalmazása javítja az épületek energiagazdálkodását és fenntarthatóbbá tételét, mindamelllett, hogy figyel az emberek komfort- és biztonságérzetére is.

Mindennek nélkülözhetetlen alkotóelemei az IoT berendezések és eszközök.

## 5.2. IoT (Internet of Things)

Az IoT elnevezés egy betűszó, ami az angol Internet of Things-ből tevődik össze. Ez magyarra lefordítva annyit takar, hogy a Dolgok Internete. Az IoT eszközök lényegében okos eszközök, hiszen hálózati kapcsolattal rendelkeznek, van memóriájuk, érzékelők és processzoraik (CPU). Ezeknek az eszközöknek vagy hálózati áramellátásuk van vagy külön eszközbe integrált áramellátásaik, elemek vagy akkumulátor formájában. Napjainkra már számos IT vállalat gyárt saját IoT eszközöket és rendszert. A saját rendszerhez saját eszközök és saját kommunikációs hálózat is hozzá tartozik. Ezeken a rendszereken belül tudnak az eszközök egymással kapcsolatot tartani és reagálni, de a legtöbb esetben internet alapú a kapcsolat. (65. ábra)



65. ábra  
IoT – Internet of Things

Az intelligens IoT eszközök nem csak a Smart Building keretein belül releváns eszközök/technológiák, hanem az élet minden területén elterjedt, minden szakmában, iparágban, de főleg a szórakoztatóiparban kényelmi funkciókat betöltve is. Még egész város léptékben is

megtalálhatók az egymással kommunikáló IoT eszközök. Ezeket a városokat hívjuk okos városoknak.

Az első IoT eszköz egy CocaCola automata volt 1982-ben. (66. ábra)Ebben az esetben maga az automata nem IoT eszközként készült, hanem négy egyetemi hallgató talált ki egy Internet alapú rendszert, ami az automata monitorozásáért volt felelős. A monitorozás célja az automata aktuális feltöltöttségi állapotára irányult és hogy mikor történt meg a legutolsó kólával való feltöltés. Mindez jól mutatja, hogy a legelső alkalmazása a technológiának kényelmi funkciót töltött be, ami napjainkra is számottevő felhasználói körnek örvend. Ezt a rendszert ugyanis azért találták ki, hogy a campuson a tőlük távol lévő automatához ne kelljen feleslegesen elmenni, ha esteleg üres lenne az, vagy éppen még frissen töltött meleg kóla van csak benne. (Tárgyak Internete Internet of Things (IoT), 2015)



66. ábra  
Az első IoT eszköz – CocaCola automata<sup>29</sup>

Az IoT eszközök rohamos elterjedését az is jól mutatja, hogy az Internethez kapcsolódó okos eszközök száma 2006-ra elérte a Föld akkori lakosságának létszámát, a 6,6 milliárd darabot. Napjainkra ez a szám körülbelül 30 milliárdra tehető. A szemléltetés kedvéért, ha ezeket a számokat csak mobiltelefon IoT eszközökben képzelnénk el, és azokat a mobiltelefonokat egymásra raknánk, akkor a következő magasságot kapnánk. 1 db átlagos okostelefon vastagsága 0,83 cm. Ez 0,0083 m amit, ha beszorunk 30 milliárddal, majd leosztunk 1000-rel akkor megkapjuk a

---

<sup>29</sup> Kép forrása: (Tárgyak Internete Internet of Things (IoT), 2015, old.: 6)

magasságot km-ben, ami 249000 km. Ez a Föld – Hold távolság közel 2/3-a.

A rengeteg kényelmi és üzleti funkció mellett azonban figyelni kell az eszközök és rendszerek jó megválasztására. Nem elég csupán az adott funkciót legjobban kielégítő IoT eszközt megválasztani, hanem érdemes a biztonságra is figyelni. Különösen fontos ez a Smart Building-ek esetében, amikor is ezeket a berendezéseket, rendszereket bevisszük otthonainkba, üzemeltetési, kényelmi funkciókat ellátva. Ugyanolyan fontos tényező ez egy nagyobb középület esetében is. Előfordulnak olyan IoT eszközöket, rendszereket gyártó cégek, akik a gyors és olcsó piacra dobhatóságot tűzik ki célul, ami a minőség és biztonság rovására megy. A biztonság alatt az eszköz szoftverében található kiskapuk meglétét kell érteni. Ezek az eszközök személyes információkat, adatokat raktároznak és kezelnek, ezért fontos, hogy rendszereik megbízhatóak legyenek. (Simon, 2014, old.: 3-4)



67. ábra  
IoT technológia az okosházakért

### 5.3. Smart BIM Building (SBB)

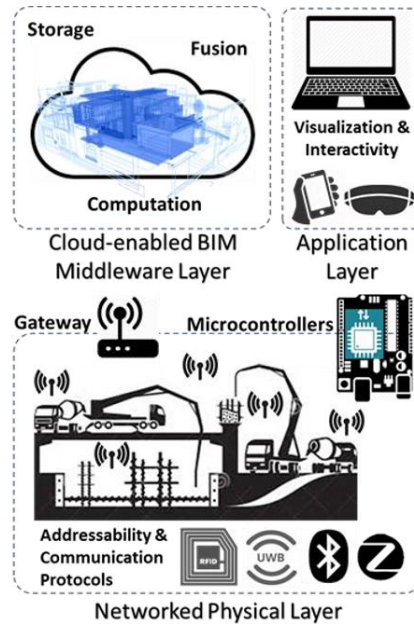


68. ábra  
*Smart - BIM - Building*  
(Saját kép)

A Smart BIM Building (SBB) egy fiktív, általam kitalált fogalom. Arra szeretnék vele rámutatni, hogy mind a BIM modell, mind az IoT technológiával felszerelt okosépületek milyen mértékben tudják kényelmesebbé, fenntarthatóbbá, üzemeltethetőbbé tenni napjaink és a jövő modern épületeit. Ez a két fogalom egymástól önálló rendeltetéssel és funkcióval bír, de érdemes megemlíteni együttes alkalmazásaikat is. Főleg az épület tervezés utáni életciklusaira világít rá és teszi egyszerűbbé annak üzemeltetését. Napjainkban nagyon kevés terv/modell jut el a LOD 400-500 vagy a 7D (épületüzemeltetés) szintjéig, pedig nagyon hasznosak tudnak lenni akár váratlan meghibásodások esetén is. Egyes becslések szerint az épületek költségének közel 80%-a az épület létesítményüzemeltetési fázisaiban jelentkezik. Ezek a problémák, illetve az épületüzemeltetéssel járó költségek nagy mértékben csökkenthetők, ha az épületet már a tervezés fázisában úgy modellezzük meg, hogy abból minden hasznos információ kinyerhető legyen, melyek kellőképp hozzájárulnak az épület költségoptimalizált üzemeltethetőségéhez.

Véleményem szerint és a tanulmányok alapján a jövőben sokkal nagyobb hangsúly fog kerülni a BIM és az IoT alapú épületkivitelezési munkálatok koordinálási feladataira és a létesítményüzemeltetési- és gazdálkodási feladatkörökre. A technológiai háttérnek köszönhetően zökkenőmentesebben tudnak majd ezek a folyamatok végbe menni. Az IoT technológia építőiparban való megjelenésének köszönhetően a különböző IoT alapú

gépek, berendezések képesek lesznek egymással kommunikálni és egy közös BIM modellen keresztül folyamatosan naprakész információkkal, adatokkal szolgálni, melyek követhetőbbé teszik a projektkoordinációs feladatokat és persze az üzemeltetést is.

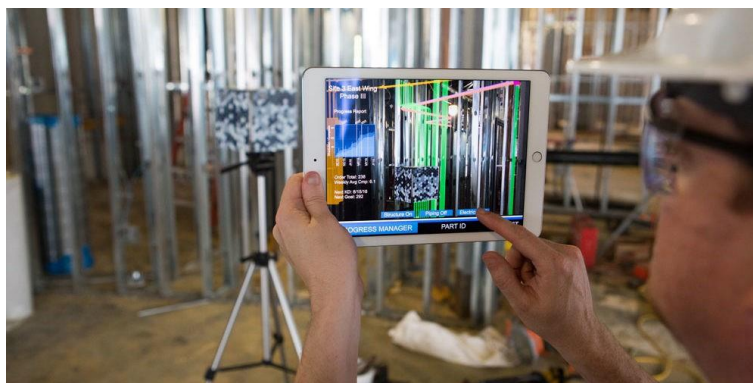


69. ábra  
BIM központú IoT architektúra<sup>30</sup>

Mind a tervezésre, mind a kivitelezésre, de még az épületüzemeltetésre is igaz az, hogy gyakran egyes munkacsoportok csak adott munkafolyamatokat és feladatköröket látnak el, majd ezek elvégzése után nem gondoskodnak kellőképpen az információk átadásáról más résztvevők részére, mivel nincs egy jól behatárolható közös információmegosztó platform, egy rendszer, ami erre megoldásul szolgálna. Ezzel jelentős többletköltségek generálódnak, valamint egyes esetekben személyi sérülések is bekövetkezhetnek, például kivitelezés közben.

A BIM modell és az IoT eszközök fúziójával, összekapcsolásával képesek vagyunk ezeket a naprakész információkat egy adott rendszeren belül kezelni, mely az építkezés helyszínén adatokat tud lekérdezni informatikai eszközök segítségével, például mobiltelefonunkkal vagy táblagép segítségével. (70. ábra)

<sup>30</sup> (Shahinmoghadam & Motamedi, 2019, old.: 4)



70. ábra  
Kiterjesztett épületmodell

Napjainkra az IoT rendszerek és BIM módszer egyre irányzottabban koncentrálódnak a kivitelezéskor felmerülő problémákra. Ezek a problémák a biztonságból és a folyamatok manuális, kézzel való rögzítésének hibáiból tevődnek össze, melyek sokszor a termékminőség, jelen esetben az épület minőségének romlását és különböző kockázati tényezőket eredményeznek. Nincs kialakítva a megfelelő nyomon követhetőség lehetősége.

Úgy gondolom, hogy ha az építőipar tartani szeretné a digitalizációs és innovációs versenyképességet a többi szektorral, akkor mindenképpen eddig még ismeretlen vizekre kell eveznie a digitális világban, ehhez viszont az szükséges, hogy egy sokkal erősebb kapcsolatot építsen ki a szektor a digitális technológiák, a BIM, az egészség és- munkavédelem, a biztonság és a lead feladatok között. Ezek a kapcsolatok képesek lesznek sokkal hatékonyabbá tenni a munkafolyamatokat és csökkenti a ráfordított fölösleges kapacitásokat. Magas minőségű információk hatékony gyűjtésére, biztonságos kezelésére és azok irányzott továbbítására van szükség. (Shahinmoghadam & Motamedi, 2019)

Az IoT technológia egy olyan digitális jövőt vetít elénk, ahol a digitális eszközök és a fizikai gépek együtt tudnak dolgozni megfelelő kommunikációs és információs eszközök segítségével, ezáltal lehetőségek sokaságát tárva elénk. Mivel az IoT technológia fokozatosan terjedt el és egyre nagyobb felhasználói körre tett szert számos iparágon belül, ezért fontosnak tartották az építőiparban való alkalmazását is előtérbe helyezni. Meglátták a lehetőséget a BIM és az IoT eszközök közötti együttműködésben. Kezdték összemósódní a fizikai és a digitális környezet közötti határvonalak.

Az IoT rendszer három fő összetevőből épül fel. Az érzékelő, a központ és a végrehajtó. Ezeknek az összekapcsolásához létfontosságú egy-egy hálózat, amin keresztül a többi eszköz is képes egymással kapcsolatot tartani. Azzal, hogy ezek az IoT alapú gépek, szerszámok, eszközök és számítógépek összekapcsolhatók lehetnek egymással, azzal jelentősen javíthatók az automatizált folyamatok és a távolról történő irányítás, beavatkozás. Mivel ezeknek az eszközöknek, rendszereknek a teljesítménye, költsége és mérete is egyre kedvezőbbé vált, ezért nem kellett sok idő, hogy számos iparágban belül felüssék fejüket, úgy ahogyan az AEC/FM<sup>31</sup> iparágban is tette. Ez az újítás azonban a szektoron belül elég nehezen integrálódott és napjainkra is maradtak gyerekbetegségei, kiküszöbölendő hibák és hiányosságok, ami az ipar szerteágazó mivoltára vezethető vissza.

Mivel az AEC/FM a feltörekvő BIM és IOT technológia közös kapcsolatában látja a fejlődéshez vezető utat, ezért nem meglepő, hogy egyre növekednek az Internet, az IoT, az Ipar 4.0<sup>32</sup>, a kiberfizikai rendszerek (cps)<sup>33</sup> BIM alapú rendszerarchitectúrán alapuló javaslatok és kutatások száma.

Ahhoz, hogy a BIM – IoT rendszer tökéletesen tudjon működni, ahhoz a hálózatba csatlakozó fizikai egységek sokaságára van szükségünk. Ilyen és ehhez hasonló elem lehet egy munkagép, egy szerszám, eszköz, de akár még egy épületelem is, valamint különböző érzékelők. Azáltal, hogy ezek az IoT eszközök, gépek, épületelemek a hálózaton belül érzékelhetővé válnak, azáltal adatokat nyerhetünk ki róluk, környezetükről, majd ezek az adatok továbbítódnak a hálózaton keresztül a BIM alapú Middleware<sup>34</sup> rétegekhez. (71. ábra)

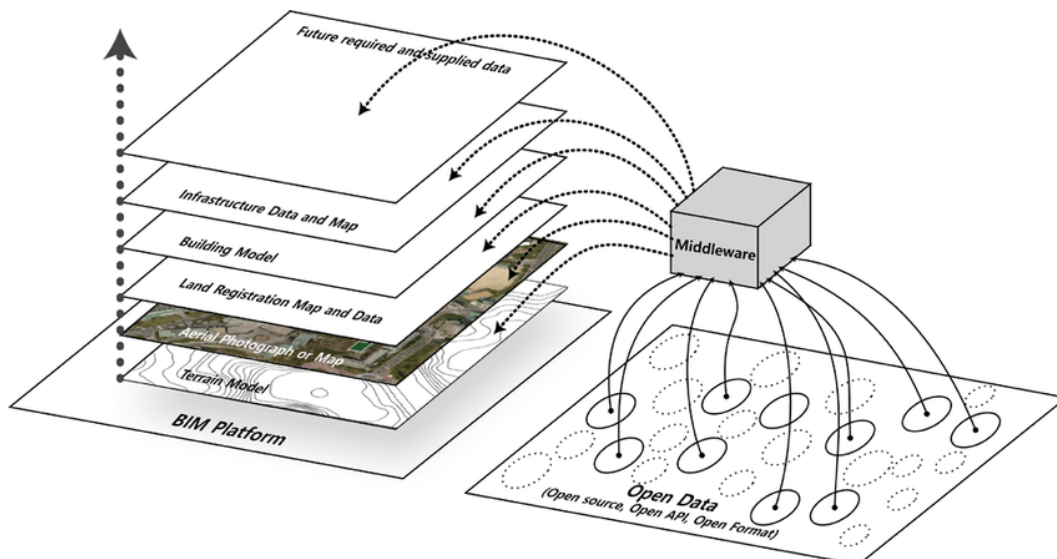
---

<sup>31</sup> (Architecture/Engineering/Construction and Facilities Management)

<sup>32</sup> „Az ipar 4.0 a termelési folyamatok olyan szervezését írja le, melynek keretében az eszközök önállóan kommunikálnak egymással az értéklánc mentén: a jövő egy olyan „okos” gyárát hozva létre ezzel, amelyben a számítógép-vezérelt rendszerek nyomon követik a fizikai folyamatokat, létrehozzák a fizikai valóság virtuális mását és decentralizált döntéseket hoznak önszervező mechanizmusok alapján.” Ipar4 (2021. 12. 06.)  
<https://www.ipar4.hu/page/ipari-forradalmak-ipar-4-0>

<sup>33</sup> „Kiber-fizikai rendszer alatt (angolul „cyber-physical system” - CPS) az informatikai, szoftvertechnológiai valamint mechanikai- és elektronikai elemek egységbe kapcsolását értjük, ahol az elemek egy olyan „adat-infrastruktúrán” keresztül kommunikálnak egymással, mint pl. az internet. Egy kiber-fizikai rendszer egyik legfőbb jellemzője az igen magas fokú összetettség (komplexitás).” Industry4 (2021. 12. 06.)  
<http://industry4.hu/en/fogalomtar/kiber-fizikai-rendszerek>

<sup>34</sup> „A heterogén hálózati réteg az üzleti alkalmazások között.” IT – business (2021. 12. 06.) [https://www.it-business.hu/technology/aktualis\\_lapszam/business/Middleware4](https://www.it-business.hu/technology/aktualis_lapszam/business/Middleware4)



71. ábra  
Middleware – Köztes szoftver

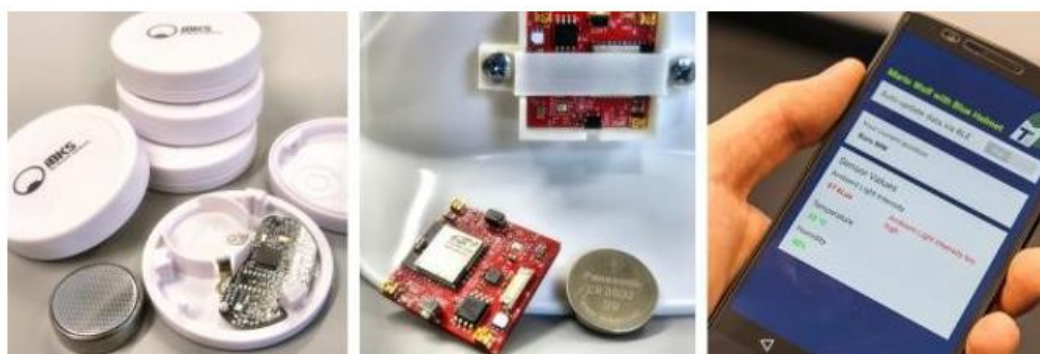
A begyűjtött adatokat mindig a megfelelő felhasználási körnek eleget téve használják fel. Ilyen felhasználási kör lehet például a munkások épületben való pontos pozíciójának megállapítása, épületelemek pozíciójának változása, munkakörnyezet változás és még sok más. Ezek az információk megjelennek a BIM modellben, elraktározódnak, majd később, ha szükség van rá, akkor a modellből elő lehet hívni.

Az IoT adatok BIM központ felé történő továbbítására számos megoldás létezik. Az egyik legelterjedtebb megoldás az RFID rövid hatótávolságú kommunikációs megoldás. Az RFID-k címkék vagy kisebb objektumok formájában kerülnek például egyes épületszerkezeti elemekre, vagy elemekbe, vagy eszközökre majd, ha a címkéket leolvassák, a BIM modellben adatai alapján be tudják azonosítani az érintett elem, eszköz pontos elhelyezkedését az épületen belül. (72. ábra) Ezt a megoldást a Hilti már rendszeresen alkalmazza. Az RFID (Radio-frequency Identification) magyarra lefordítva Rádiófrekvenciás azonosítást jelent. Ezeket a kisméretű RFID címkéket vagy objektumokat az építőelemekbe integrálják, vagy felületükre ragasztják, majd azokat RFID olvasó eszközökkel olvassák le és továbbítják információként. Ezt a technológiát már nagyon széles körben alkalmazzák, például italboltokban a drágább italok palackjára tapasztva vagy könyvesboltokban a könyvek borítójának aljára ragasztva.



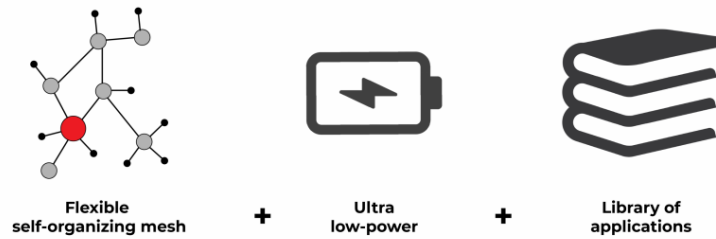
72. ábra  
RFID

Másik úttörő hálózatot használó megoldás a BLE (Bluetooth Low Energy). A BLE-t a Bluetooth Special Interest Group fejlesztette ki elsősorban egészségügyi, fitness és otthoni szórakoztatási eszközök részére, de a kísérletek és az esettanulmányok azt bizonyítják, hogy építőipari felhasználásra is tökéletesen alkalmas, ezen belül is elsősorban biztonsági funkciókat betöltve. Ha ezt a technológiát BIM modellbe integrálva használjuk, akkor például a munkások sisakjára erősített IoT érzékelők és jeladók segítségével valós idejű tartózkodási helyről és környezeti feltételekről tud informálni. (73. ábra)



73. ábra  
BLE jeladók (balra); sisakra szerelt BLE szenzorok (középen); mobilalkalmazás (jobbra)

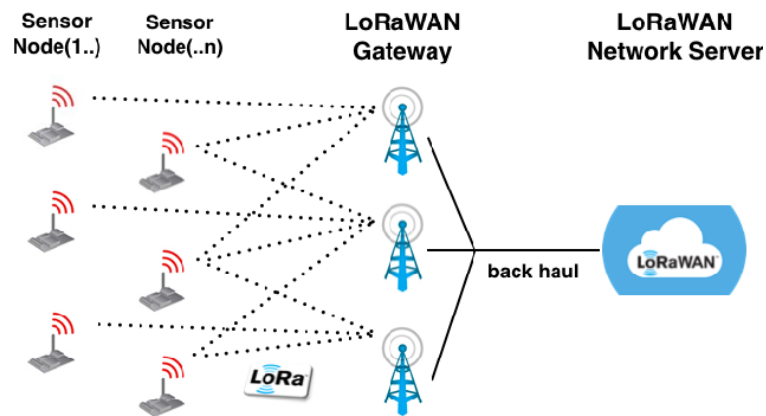
Továbbá szükségesnek tartom megemlíteni, az egyre nagyobb teret nyerő Zigbee technológiát.(74. ábra) A Zigbee szintén egy vezeték nélküli kommunikációs szabvány, ami sikerét a rendkívül alacsony energiafogyasztásának köszönheti. Főleg kis hatótávolságon belüli IoT eszközkommunikációt tesz lehetővé (10-100 m-en belül), tehát kvázi egy épületen belüli kommunikációs megoldásról van szó, ami visszavezethető alacsony energiafogyasztására.



74. ábra

Rugalmas önszerveződő hálózat + Ultra alacsony energiafogyasztás + Alkalmazások könyvtára

Létezik a hatótávolság megnövelésére megoldás, ugyanis, ha a Zigbee eszközök mesh-hálózatokat is bevonnak a kommunikációba, mint például a LoRa, akkor az információk távolabbi központokba is továbbíthatók. Ezeket hibrid rendszereknek nevezzük. (75. ábra)



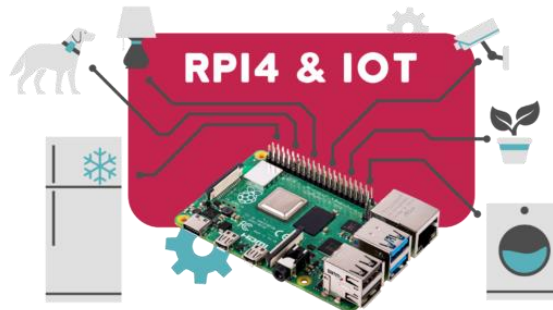
75. ábra

LoRa mesh-hálózat

És hogy mik ezek a központok? Ezek az úgynevezett BIM központú Middleware rétegek, melyeknek fő feladata az összegyűjtött adatok, információk fogadása, melyek egy BIM modellben koncentrálódnak. Ezeknek a Middleware rétegeknek három fő feladatot kell ellátniuk. A beérkező információk tárolása, adatfúzió, majd ezeknek az adatoknak a felhasználása, tehát számítási feladatok.

Ahhoz, hogy az érzékelőktől az információk eljussanak a központi BIM modellbe, ahhoz köztes IoT átjátszókra van szükség, amik lehetnek hálózati kapcsolattal rendelkező okostelefonok, vagy táblagépek is, de ezeknél költséghatékonyabb megoldások a mikroprocesszorok alkalmazásai.

Ilyen mikroprocesszor lehet például a Raspberry pi mikroprocesszor, ami kiváló IoT átjátszónak bizonyul helyszíni alkalmazásban. (76. ábra)



76. ábra  
Raspberry pi

Amikor megtörtént az adatok összegyűjtése, továbbítása és BIM modellben való megjelenítésük, akkor ezeket az adatokat már fel tudják használni az úgynevezett végfelhasználók. Az IoT adatokkal felvértezett BIM modell most már valós idejű vizuális érzékelési adatokkal tudnak szolgálni. Valós idejű virtuális kontaktot tudnak kialakítani ezáltal fizikai objektumokkal és környezetükkel. Az IoT adatokkal bővített BIM modell és a digitális interfész<sup>35</sup> akár hordozható okoseszközökről is könnyedén elérhetők, ezzel mobilitási lehetőségeiket kihasználva akár helyszíni ellenőrzések keretein belül is alkalmazhatók. Bármely eszköz, amely képes a BIM modell megnyitására, elérhetővé válik számára a valós idejű IoT eszközök virtuális adatai. A valós idejű virtuális BIM modellnek köszönhetően számos szakági tervező feladata is egyszerűbbé vált. Nagy segítséget nyújt ugyanis tűzszimulációk lefuttatásakor is, illetve ehhez kapcsolódóan a menekülési útvonalak megtervezésében is könnyedségeket jelent. Mindemellett az IoT – BIM modell fúziója más területeken is nagy felhasználási körnek örvend. Ilyen felhasználási kör például az épületüzemeltetésben az energiafelhasználás-menedzsment, az épületgépészeti rendszerek monitorozása, de még a beltéri komfortérzet nyomon követésére is kitűnően alkalmas.

Ahhoz, hogy ezeket az épületüzemeltetési feladatokat tökéletesen el tudja látni a BIM modell, ahhoz az egész épületről egy tökéletes virtuális leképezés szükséges, amit „Digital twin-nek” hívunk. Az IoT

---

<sup>35</sup> Két digitális elem virtuális összekapcsolása.

technológia hozzájárulásával sokkal pontosabb és realisztikusabb digital twin hozható létre. Az IoT eszközök és a BIM modell kombinálása hatalmas lehetőségeket kínál a tökéletes digital twin létrehozásához. A digital twin az épület különböző aspektusainak megértését és tanulmányozását teszi lehetővé virtuálisan, valós idejű adatcsere folyamatokon keresztül.

A BIM modellen belül az egyes dimenziók elsősorban a tervezési folyamatok geometriai és metaadat tartalmára irányulnak. Ezek az adatok a modellben fixen rögzített információkat hordoznak, azonban sok esetben ezek a többlet információk az épület megépülte után nem bővülnek, frissülnek. Az esetleges változásokat manuálisan van lehetőség elvégezni, amennyiben erre igény adódik. Ezekben a folyamatokban nagy fejlődést jelentenek az IoT eszközök, az egyre elterjedtebb mesterséges intelligencia és a valós idejű analitikák mélyreható lehetőségei, melyek az épülettel és környezetével kapcsolatban jeleznek előre.

A BIM elemekhez társított valós idejű adatok segítségével és az IoT és BIM kombinációjával megnövekedett a siker a BIM alapú immerzív megoldások terén. Az immerzív megoldások alatt a VR (Virtual Reality) azaz virtuális valóságot, az AR (Augmented Reality) vagyis kiterjesztett valóságot, és az MR (Mixed Reality) kevert valóságot értjük. Ezeknek az eszközöknek köszönhetően képesek vagyunk virtuálisan, vagy élőben bejárni az épületet vizuális elemekkel kiegészítve, amennyiben az épület rendelkezik digital twin-nel egy BIM modell formájában.

Az IoT rendszerek és ezek BIM modellel való kombinálásának sikeréhez a felhőalapú számítástechnika nagymértékben hozzájárult. A későbbiekben, illetve már napjainkban is egyre nagyobb potenciállal rendelkeznek ezek a kombinált hibrid rendszerek, melyek különösképp a nagyobb léptékű projektek esetében meghatározók.

Ezeknek az innovatív technológiáknak, megoldásoknak, valós projektbe integrálása még korántsem mondható zökkenőmentesen megoldhatónak. Felmerül ugyanis számos kényes hátráltató tényező is, mint például a magánélet védelme az IoT eszközökre vonatkozóan. Ezekkel az eszközökkel ugyanis az emberek pozícióját és tevékenységét is nyomon lehet követni, még ha az biztonsági vagy statisztikai adatok készítését is látja el. Másik jelentős problémafaktor az IoT eszközök és a BIM témakörében az

az üzleti titok és az adatvédelmi kérdések. Az építőiparban a rá jellemző széttagoltsága miatt az egyes projekteken több résztvevő is jelen van és egy adott BIM modellben összpontosulnak az információk. Üzleti szempontból nézve joggal merülhet fel a konfliktus lehetősége az adatok tulajdonjogával kapcsolatban. A konzorciumoknak és a projektek sikeres előremenetelének érdekében azonban ritkán jellemzők az ebből fakadó nagyobb összetűzések.

Ezekon a problémákon és akadályokon kívül még a technológiai háttérben is találunk hiányosságokat, megoldandó problémákat. Az egyik leggyakrabban előforduló kihívás, hogy míg a BIM alapú CAD alkalmazásoknak van egy közös, jól elfogadott átjátszója, az IFC, addig az IoT eszközöknek saját sémájuk van, melyek az esetek többségében nem IFC kompatibilisek. Ezzel szakadék keletkezik a két technológia között. Ha a rendszer architektúrájába nem helyezünk el előzetesen szabványosított IFC exportálási irányleveket és webes parsereket (elemzőket), akkor az IoT eszközök érzékelőadatai IFC objektumokra történő leképezése problémákat okozhatnak. (Teizer, Wolf, Neges, & König, 2017)

Az előzőekben felsorolt technológiák valós körülmények közötti tesztelésére már számos kísérlet készült korábban. Az elvégzett tesztek alapján lehetett átfogóbb következtetéseket levonni a felmerülő technológiai és jogi problémákkal kapcsolatban. Kísérlet készült például a munkások valós idejű tartózkodási helyeiről az épületen belül. A kísérlet keretein belül a munkások sisakjaira BLE jeladókat rögzítettek, majd, amikor beléptek az egyes munkaterületekre, vagy helyiségekbe, akkor a falakra, födémre vagy az ajtónyílásra szerelt érzékelőknek köszönhetően pontosan beazonosíthatók lettek az ott dolgozó személyek és pozíciójuk. Az IoT felhő alapú platformokhoz való csatlakozás a dolgozók okostelefonjairól volt megoldható. Az érzékelők és jeladók segítségével bizonyos időintervallumonként adatokat küldtek a központnak a dolgozók jelenlegi pozíciójáról. A kísérlet célja ezzel az volt, hogy az egyes szakági dolgozók között ne legyen területi átfedés és ne akadályozzák egymás munkáját, ezzel produktívabbá téve a munkavégzést.

## 6. ESETTANULMÁNY

### 6.1. Épület bemutatása

A következőkben a BIM menedzsment tantárgyra elkészített épület modelljét szeretném felhasználni, amin keresztül bemutatom és felvázolom, hogy miért is fontos és fenntarthatóbb egy SBB irányelvek alapján tervezett és épített épület. A kiválasztott épület Hollandiában található, azon belül is Delft-ben. Ez az épület a Cepezed építésziroda által tervezett Demountable Office Building. Az irodaház modelljét én és másik 4 építőmérnök hallgatótársam<sup>36</sup> készítettük el, ahol az én feladatom az épület BIM tervezésmódszertan szerinti megmodellezése és az építészeti tervek elkészítése volt.

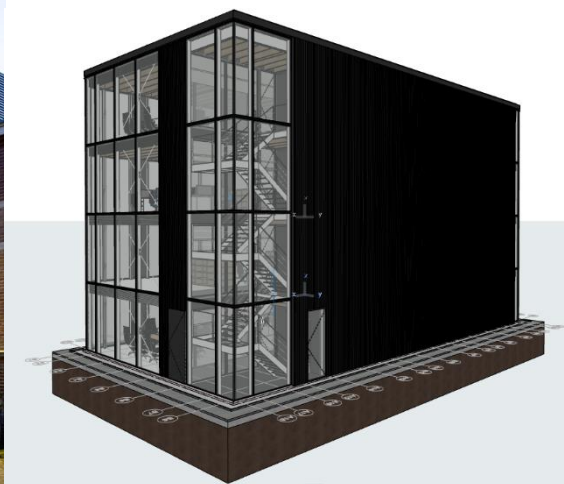


77. ábra  
Demountable Office Building – Delft  
Külső megjelenés  
(balra eredeti épület – jobbra saját modell)

<sup>36</sup> BIM menedzsment csapattagok: Karner Botond; Csekme Roland; Vidosa Gréta; Horváth Márton.



78. ábra  
Demountable Office Building – Delft  
Külső megjelenés  
(balra eredeti épület – jobbra saját modell)



79. ábra  
Demountable Office Building – Delft  
Külső megjelenés  
(balra eredeti épület – jobbra saját modell)

A Cepezed 2012-ben vásárolta meg a telket a Delfti Műszaki Egyetemtől, aminek a helyén egy rossz állapotban lévő, nem műemléki besorolású épület állt. Az építésziroda az új épületet teljesen modulárisan összeszerelhetőre tervezte, tehát az egész irodaépület száraz technológiával készült, kivéve az alépítményi munkák, az alapozás és aljzatkészítés. Az elkészített épület 4 irodaszinttel rendelkezik, melynek külső befoglaló méretei 11 x 21,5 m, tehát a négy szint együtt 968 m<sup>2</sup> szabad alapterülettel rendelkezik. A nagy alapterülettől függetlenül az előregyártott elemeknek köszönhetően az egész épület

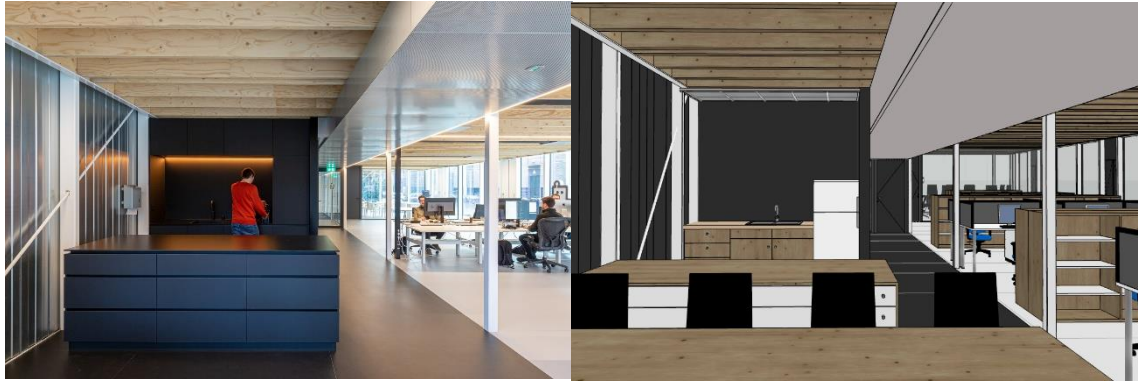
elkészültéhez csupán fél évre volt szükség. Az egész létesítményben 3 fő szárazon szerelhető anyag dominál, az acél, a fa és az üveg. A közbelső födémek és a zárófödém is alulbordás LVL (Laminated Veneer Lumber)<sup>37</sup> elemes panelekből állnak össze, melyeket a helyszínen már csak be kellett helyezni. Ezek az LVL panelelemek a fő acél tartópilléreket szintenként összekötő „Z” acélszelemenekre ülnek rá. Az épület kontúrja mentén elhelyezkedő acél vázszerkezetekhez hegesztett csavarprofilokkal rögzítették az üvegtáblákat a homlokzaton. Az épület vázszerkezetének horizontális merevítését kereszt irányú andrásolással oldották meg az összes szinten, valamint a szintén előregyártott moduláris acél lépcső is hozzájárul a szerkezet stabilizálásához.



80. ábra  
Demountable Office Building – Delft  
Enteriőr  
(balra eredeti épület – jobbra saját modell)

<sup>37</sup> LVL (Laminated Veneer Lumber) Rétegelt Furnér Fűrészáru: Az LVL egy termékcsalád, a szerkezeti kompozit fűrészáru (SCL) része, amely szárított és osztályozott fafurnérok, szálakból vagy forgácsokból áll, amelyeket egymásra rétegeznek és nedvességálló ragasztóval nagyméretű, tuskónak nevezett tömbökké ragasztanak össze. Az ebbe a csoportba tartozó egyéb termékek közé tartozik a rétegelt szálfűrészáru (LSL) és a párhuzamos szálfűrészáru (PSL). Az LVL esetében a furnérokat hő és nyomás hatására ragasztják össze. Naturalwood (2021. 12. 08.)

<https://www.naturallywood.com/products/laminated-veneer-lumber/>



81. ábra  
 Demountable Office Building – Delft  
 Enteriőr  
 (balra eredeti épület – jobbra saját modell)



82. ábra  
 Demountable Office Building – Delft  
 Enteriőr  
 (balra eredeti épület – jobbra saját modell)

Tervezéskor egy épületet 50, ritkább esetben 100 évre terveznek, melyeknél már a kivitelezés közben jelentős mennyiségű hulladék és károsanyag keletkezik. A Demountable Office Building nem csak hogy jelentősen rövidebb idő alatt épült meg, mint egy hagyományos épület, de a moduláris szárazépítési technológiáknak köszönhetően nem járt annyi építési hulladékkal és károsanyag kibocsátással sem. Mivel ez a ház teljesen elemeire szétszerelhető, nem keletkezik hulladék építőanyag és közel 100%-át újra fel is lehet használni vagy az egész épületet egy másik helyen ismét felépíteni. Ennek az irodaháznak az a lényege, hogy a precíziós tervezési folyamatoknak és építés menedzsmentnek köszönhetően környezetbaráttá lehet tenni az építési tevékenységeket. A tervezési folyamatokat szintén fenntarthatóbbá és gazdaságosabbá lehet tenni azáltal, hogy előre tervezünk az egész épület életciklusaira vonatkozóan. Ehhez a korábban részletezett SBB rendszerek, technológiák

páratlan üzemeltetési lehetőséget biztosítanak az irodaház minél költséghatékonyabb működéséhez.



83. ábra  
Körkörös gazdaság

A Cepezed irányelvei közé tartozik a Bölcsőtől bölcsőig elv. Ez az elv azt takarja, hogy az épületekbe beépített építőanyagokat ne csak újra lehessen hasznosítani, de károsodásmentes beépítésükből fakadóan azokat 100%-ban teljes értékű építőanyagként lehessen a továbbiakban is felhasználni egy másik épületnél.

A körforgásos gazdaságban az építőanyagok gyártása és újra felhasználása mellett a fenntarthatóságban is jelentős szerepük van. Az előregedő épületek rehabilitálásában és az energetikai hatékonyságok növelésében a modern technológiák vívmányai megannyi lehetőséggel tudnak szolgálni. A holland kormány két fő gondolatot fogalmazott meg a 2016-os programjában az AEC/FM szektorral kapcsolatban a jövőre nézve. Először is, hogy 2030-ra az ország nyersanyag felhasználását 30%-kal csökkentsék, másrészt, hogy 2050-re minden építési tevékenységnek körkörösnek kell lennie. Mindemellett a holland kormány jelentős intézkedéseket is folytat a BIM tervezésmódszertan szerinti tervfeldolgozások elterjesztésében. Mindezek által egy fenntarthatóbb és élhetőbb szektort szeretnének kialakítani.

A következőkben az AEC/FM betűszót felépítő szavak sorrendje alapján fogom bemutatni az irodaház digitális tervezési szakaszát, majd rátérek

arra, hogy a digitális előregyártás és a technológiák milyen pozitív viszonyban vannak egymással, ezután a digitális kivitelezésnél használt technológiákat ismertetem az épületen keresztül, majd végül a digitális épületüzemeltetés lehetőségeit hozom szóba, amely megkönnyíti az épület karbantartását és koordinálását. Mivel a Demountable Office Building-ről nem közöltek hivatalos részleteket a felhasznált technológiákra vonatkozóan, ezért szakdolgozatomban elvi síkon én magam integrálom ezen megoldások lehetőségeit.

## 6.2. Digitalizált tervezés

A digitalizált tervezésnél nagyon fontos, hogy az érdekelt feleket bevonjuk a tervezésbe, hogy ezeket a folyamatokat össze tudjuk kapcsolni és optimális megoldásokat tudjuk eszközölni, valamint, hogy az ügyfélnek és az érvényes jogszabályoknak is a lehető legnagyobb mértékben megfeleljen a tervezett épület.

Problémamegoldás szempontjából érdemes már a legelejétől kezdve egy közös virtuális modellben dolgozni, valamint érdemes elkezdni a kivitelezhetőség tanulmányozását az épület életciklus idejére vonatkozóan.

Mivel a jelenlegi épület helyén a források alapján egy nem műemléki besorolású régi épület állt, ezért a tervezési folyamatok egy bontási terv elkészítésével kezdődnek. Mivel a hulladékgazdálkodás, bontási költségek beleszámítanak a költségvetésbe, ezért bontási tervet kell készíteni, amihez fel kell mérni a régi épületet. Ehhez nyújt segítséget a pontfelhők készítése fotogrammetria, vagy lézershakkeres módszerrel. (84. ábra)(85. ábra)(3.2 Pontfelhő)



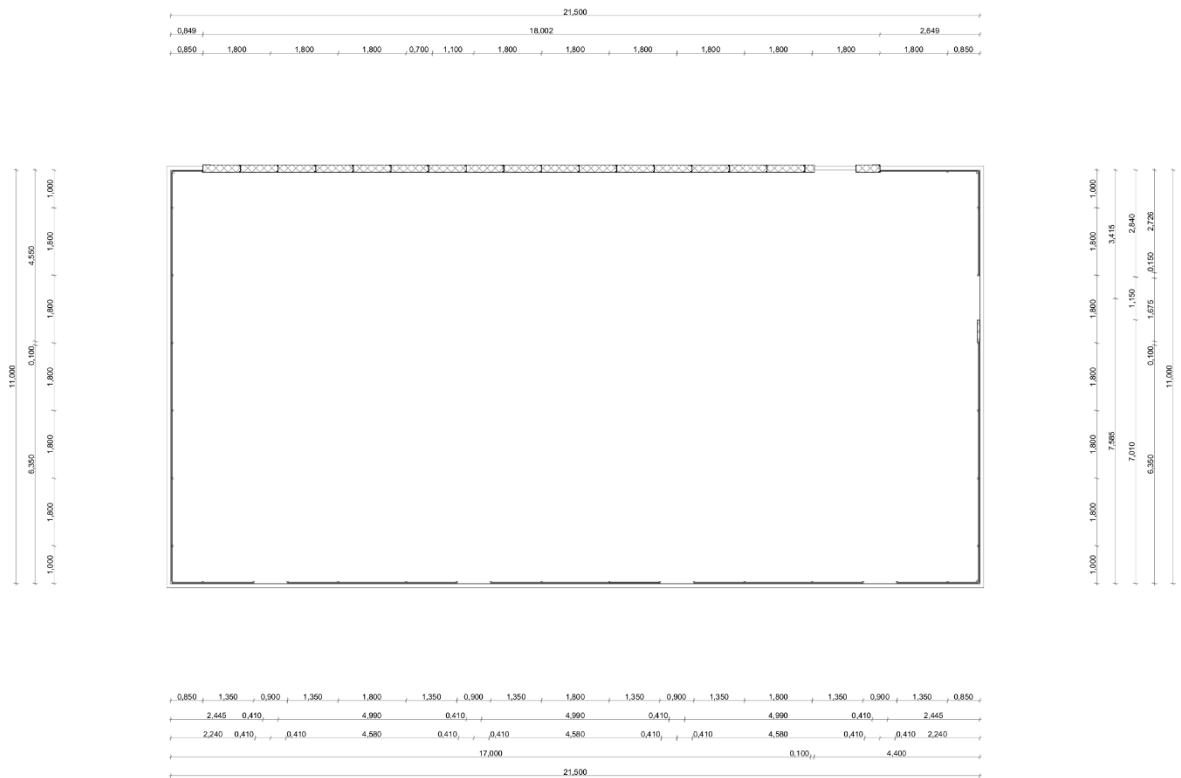
84. ábra  
2014-es felvétel az irodaház helyén álló elbontott épületről



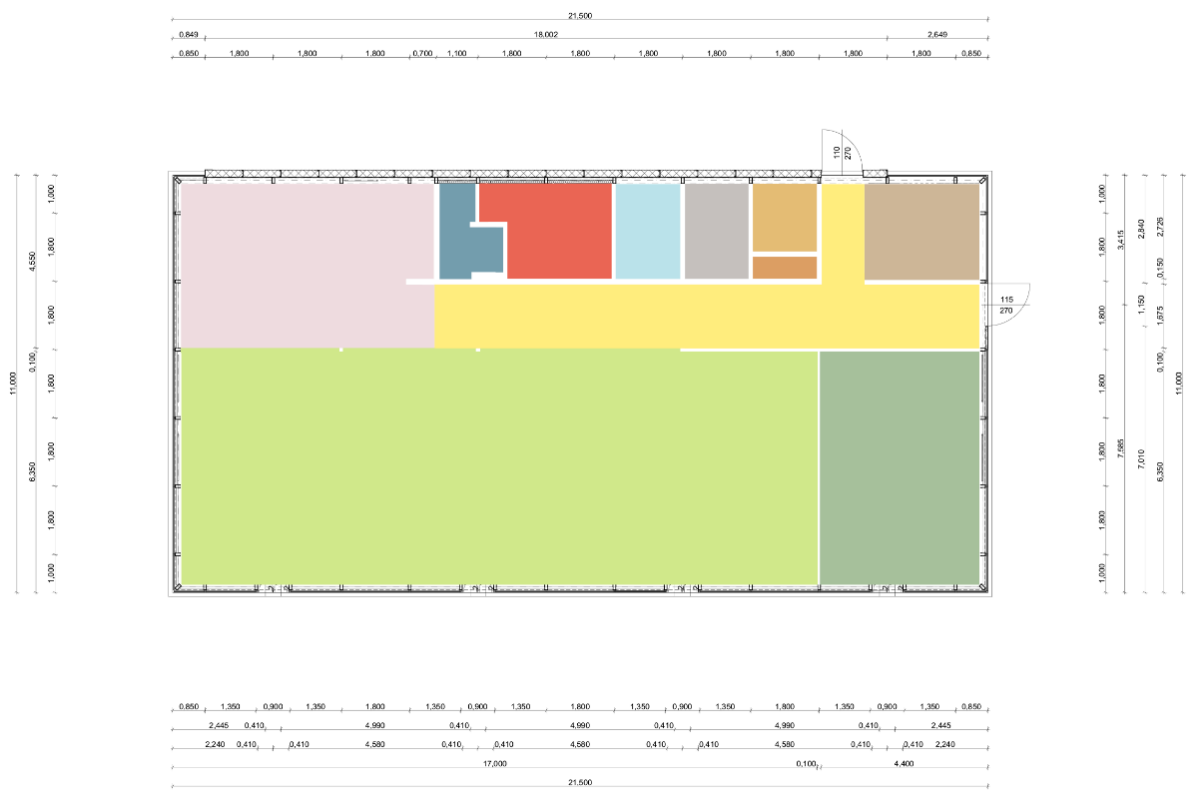
85. ábra  
Drónra szerelt lézerszkennér pontfelhő készítéshez

Az elbontást követően a koncepcionáláshoz fel lehet használni a mesterséges intelligencia nyújtotta generatív tervezés lehetőségét a telek optimális kihasználásához, az épület kontúrján belüli alaprajz-kialakításokhoz parametrikus adatok alapján, illetve akár még bútorozási tervet is lehet generálni a segítségével. Fontos, hogy ezeket az adatokat utána felül kell vizsgálni. (3.4 Mesterséges intelligencia)

Jelen esetben parametrikus adatként meg lehetett adni a közlekedő viszonyát a többi helyiséggel kapcsolatban; a vertikális közlekedő (lépcsőház) a horizontális közlekedőhöz képest milyen viszonyban legyen; lift pozíciója a lépcsőhöz képest; a teakonyha és az irodater viszonyát; az irodater és tárgyalók kapcsolatát; illemhelyiségek, raktár, gépészeti helyiségek kapcsolatát, valamint mindezek szükséges méretét m<sup>2</sup>-ben. (86. ábra)(87. ábra)(88. ábra)(89. ábra)



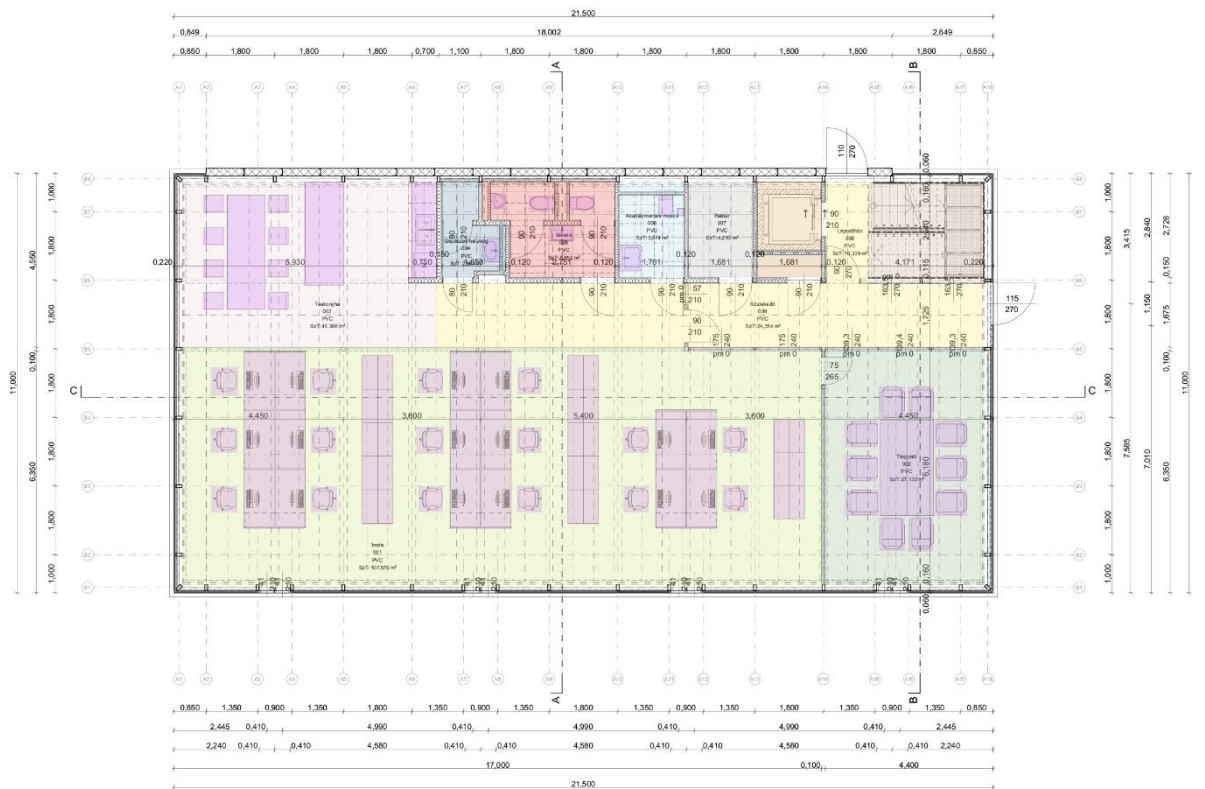
86. ábra  
 Generatív tervezés – épületkontúr  
 (Saját kép)



87. ábra  
 Generatív tervezés – Földszinti alaprajzrendezés épületkontúr  
 on belül  
 (Saját kép)



88. ábra  
Generatív tervezés – Földszinti bútorozási elrendezés  
(Saját kép)

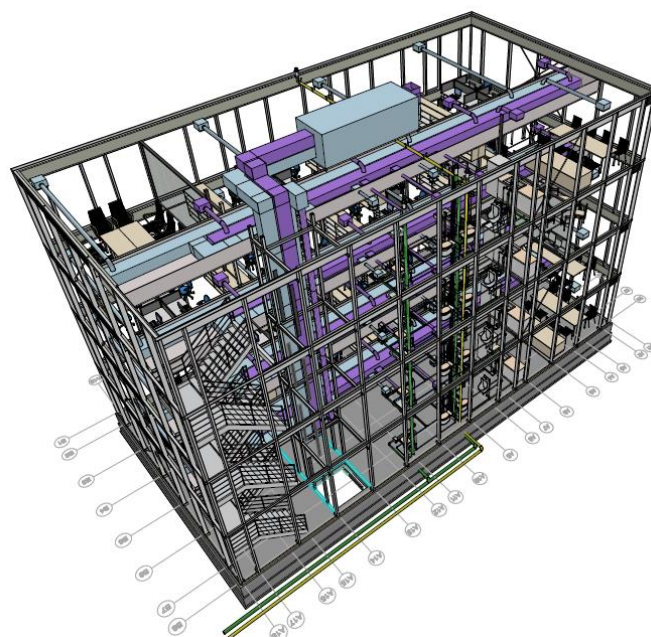


89. ábra  
Generatív tervezés – Földszint optimális kialakítása  
(Saját kép)

A generatív tervezést követően a tervezési koncepcióhoz mérten az építészeti felülbírálattal párhuzamosan érdemes a szakágakkal folyamatosan konzultálni. Ahhoz, hogy a tervezés folyamán elkerüljük az „ad hoc” jellegű problémákat, ahhoz egy közös tervezési felület bevonása a legjobb döntés. Ilyen megoldást nyújtanak a felhőalapú szolgáltatások, ahol az összes szakági tervező és érintett személy eléri a BIM modellt és egy folyamatosan frissülő, naprakész modellen tudnak közösen dolgozni. (90. ábra) Ezzel a megoldással ütközésvizsgálatokat is könnyedén lehet futtatni, hiszen minden adat naprakész a modellben. Példaépületemnél a statikai és az épületgépészeti tervezők kölcsönös információcseréje (illetve a többi szakágé is) rendkívül fontos a vázszerkezet felépítése miatt. (91. ábra) Felhőalapú szolgáltatás például a Graphisoft BIMcloud platformja. (3.8 Felhőalapú szolgáltatások)



90. ábra  
BIMcloud felhőalapú szolgáltatás alkalmazása



91. ábra  
Épületgépészet és elsődleges tartószerkezeti modell  
(Saját kép)

A tervezési műveletek realiztikusabbá tételéhez nyújtanak segítséget a VR;AR;MR technológiák. Nem csak hogy élvezhetőbbé és kényelmesebbé tehetjük a tervezési folyamatokat, de a tervek prezentálásához vagy a szakágakkal való személyes egyeztetések esetén is kényelmesebb egy virtuális valóságban megvitatni az esetleges kérdéseket.

Az esettanulmányomban vizsgált irodaházról is elmondható mindez, ahol például a szűkebb helyiségeket virtuálisan meg lehet vizsgálni, mennyire működőképesek, vagy az irodater atmoszférája mennyire kellemes a munkavégzéshez, de akár az épületgépészeti problémákat is könnyebb levezetni egy kiterjesztett virtuális modellen keresztül.

Fontos, hogy minden munkarész pontosan legyen megmodellezve a BIM modellben, hogy egy digitális ikertestvért tudjunk létrehozni a tervezés végén, amely segítséget fog nyújtani az IoT rendszerek kialakításában és a későbbi épületüzemeltetésben. (5.2 IoT (Internet of Things)) A digital twin az építési folyamatok során még kis mértékben változhat.

(93. ábra)



92. ábra  
Épületgépészet a vizesblokkokban  
(Saját kép)



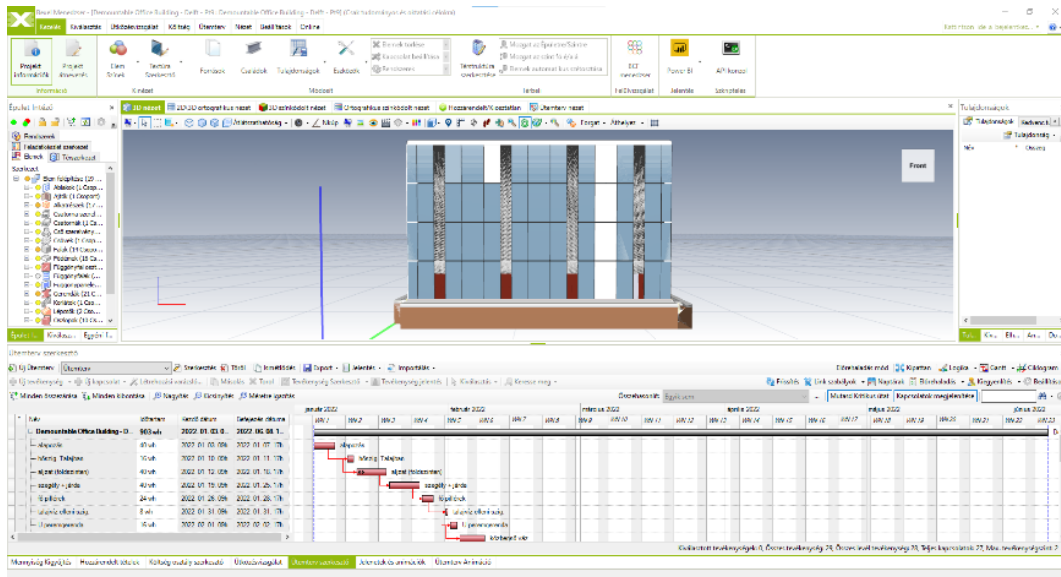
93. ábra  
Eredeti épület (balra) – Digitális ikertestvér (jobbra)

Mint ahogyan azt a felhőalapú szolgáltatásnál is említettem, nagyon fontos, hogy az épületről BIM tervezésmethodikát követő és annak megfelelő módon készüljön el a modell, hogy utána az alapján a modell alapján már minden mennyiség kinyerhető legyen, reális adatokat kapjunk, a szakági tervezők saját programjaikon szimulációkat, analíziseket, számításokat tudjanak végezni. (4 BIM)

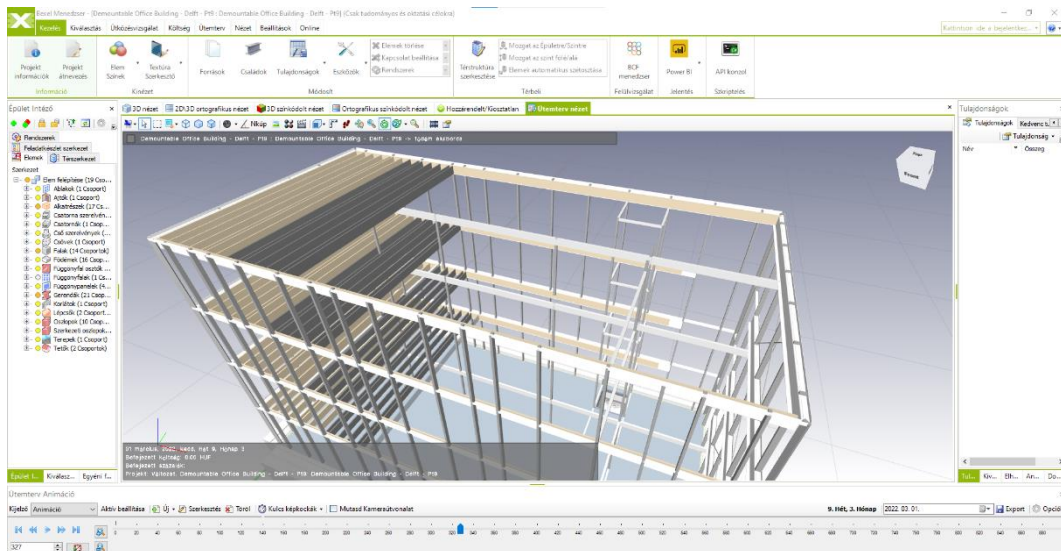
Mivel a vizsgált épületről is BIM alapú modell készült ezért egy IFC file-t kimentve könnyedén fel lehetett a modellt más programokban is használni. Ilyen programok például az AxisVM (97. ábra)(98. ábra)(99. ábra)(100. ábra), Allplan, Consteel vagy a Bexel. (95. ábra)(96. ábra)(97. ábra) A vizsgálatok során előfordult, hogy az IFC sem tudott teljesen korrekt átjátszási formátumot biztosítani, úgynevezett SAF fordító hibák léptek fel, így egyes elemeket rosszul, vagy egyáltalán nem hívtak be a programok, melyeket manuális módon kellett korrigálni és pótolni.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Munka típus	Enevezés	Posztó	Enevezés	Elemtípus	Enevezés	Megtalálható ezeken a címkéken
2	tervezési	TL	alappozíció sznt	A	alappozíció	ap	A
3	alappozíció	GE	hősziget	F	hősziget	ht	A
4	szigetelés	SZ	1. emelet	E	aljzat (földszinten)	af	A
5	burkolat	BU	2. emelet	M	szőnyeg + járda	sj	A
6	betonozás	BE	2. emelet	H	padlólemez	fp	F.E.M.H
7	falazás	FA	Tető	T	falazás elleni szig.	ts	F
8	szerelés	SE			ü peremgerenda	ug	F
9	elhelyezés	EH			közbenső víz	kv	F.E.M.H
10					hősziget szig. aljazath.	ts	A
11					2 acél koszorú	zk	F.E.M.H
12					hőszigetítő L acél	ta	F.E.M.H
13					andráskeresztlet	ak	F.E.M.H
14					hidam alufordó	fa	F.E.M.H
15					koszorú hősziget	kh	F.E.M.H
16					fa lemez alufordó	fi	F.E.M.H
17					lapozó	l	F.E.M
18					itt	itt	F
19					függönyfalak	ff	F.E.M.H
20					fékete sávok homlokzat	fs	F.E.M.H
21					külső nyílászáró	kn	F
22					ettika	et	T
23					lapostető hősziget	lh	T
24					lapostető vízsziget	lv	T
25					villárfalak	vf	F.E.M.H
26					hősziget nyílászárók	bn	F.E.M.H
27					padlóburkolat	pb	A.F.M
28					közbenső ablakok	ka	F.H
29					gölgéret	gz	F.E.M.H
30					szaniterok	sa	F.E.M.H
31					árnycső	ac	F.E.M.H
32					bitórok	bk	F.E.M.H
33							
34							

94. ábra  
ArchiCAD-ben kódolás megadása pillérnek (Balra) – Excel-ben kódolás felvezetése (jobbra)  
Bexel ütemterv készítő program első lépései  
(Saját kép)

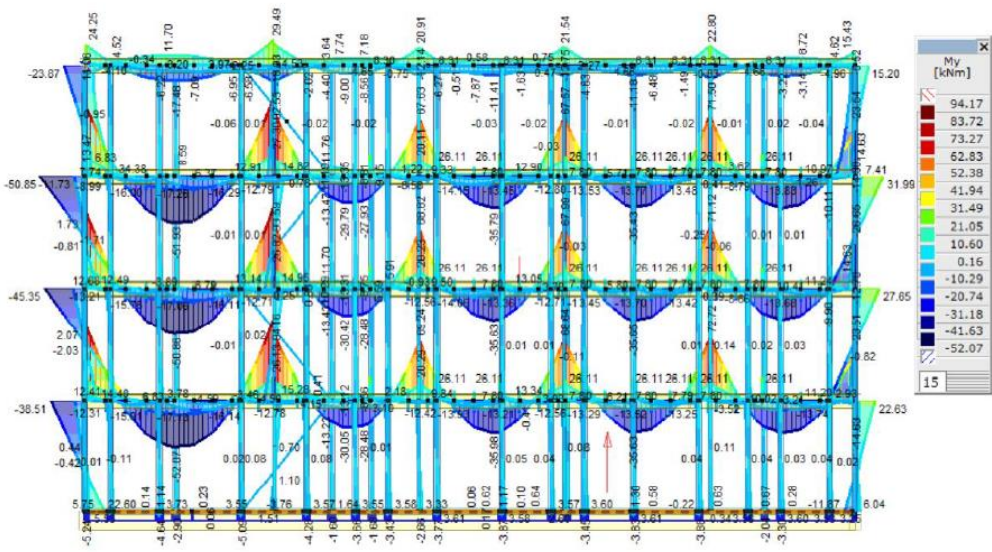
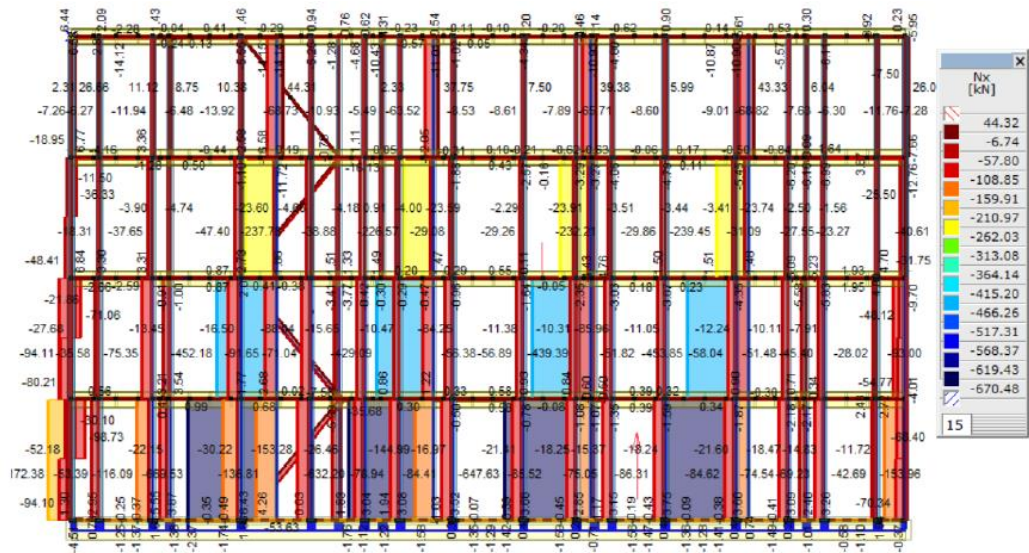


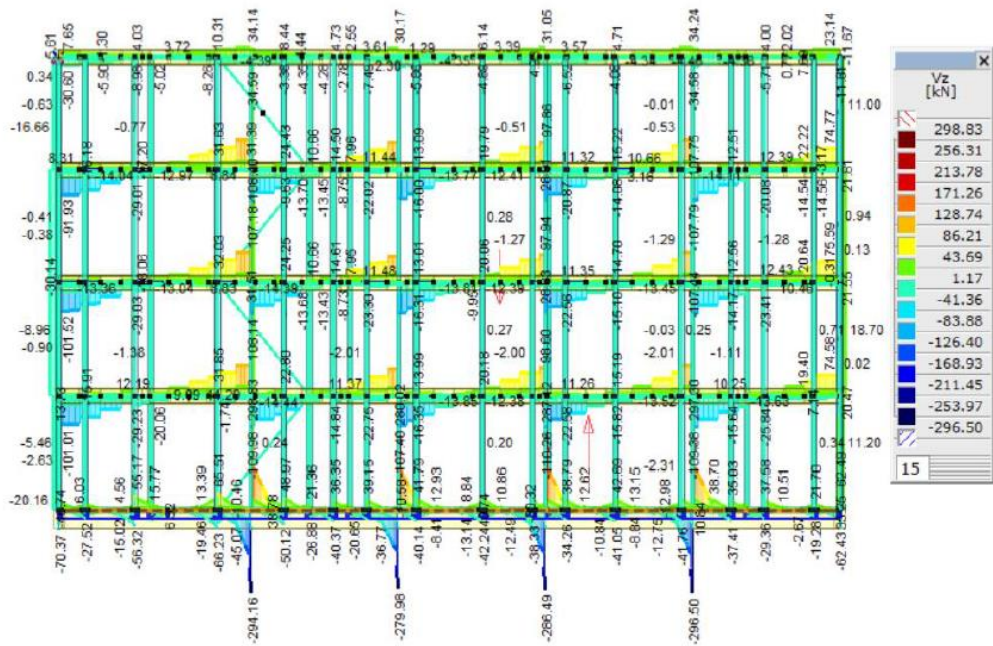
95. ábra  
Bexel ütemterv tervező programban felvezetett ütemidők logikai művelet alapján  
(Saját kép)<sup>38</sup>



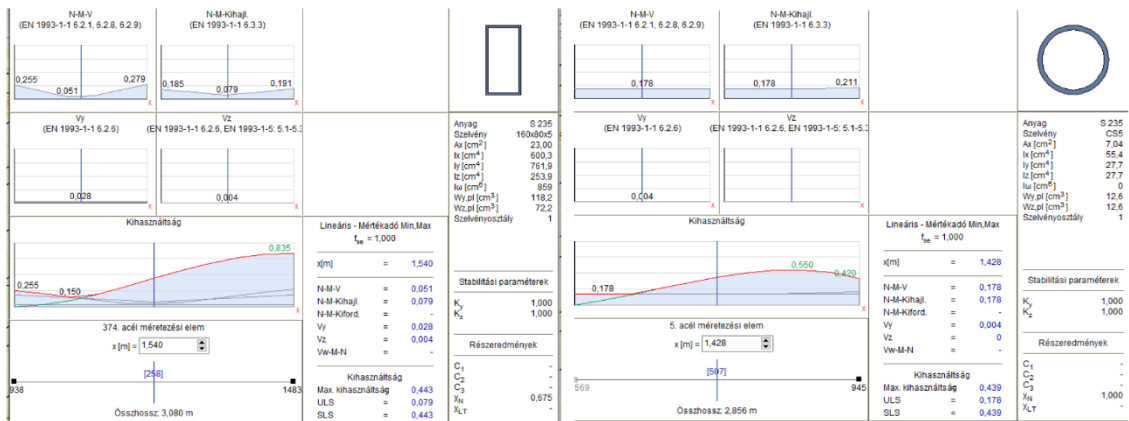
96. ábra  
Bexel ütemterv készítő program által készített animáció pillanatképe  
(Saját kép)

<sup>38</sup> A Bexel ütemterv és animáció Karner Botond építőmérnök hallgató segítségével készült el.





99. ábra  
Tartószerkezeti analízis AxisVM-ben BIM modell alapján  
Rúd igénybevételek – Nyírőerő ábra



100. ábra  
Tartószerkezeti analízis AxisVM-ben BIM modell alapján<sup>39</sup>  
Legkihasználtabb acél pillér (balra) – legkihasználtabb szélrács elem (jobbra)

### 6.3. Digitalizált előregyártás

A BIM modell azért fontos a digitális előregyártás esetében, mert a modelltől kinyert információk 100%-os méret és geometriai pontossággal rendelkeznek, így nem merülhet fel a gyártáskor hiba, mert azt már a tervezés fázisában ki lehetett küszöbölni. A tervezés során

<sup>39</sup> A tartószerkezeti analízis munkarészeket Horváth Márton építőmérnök hallgató készítette el.

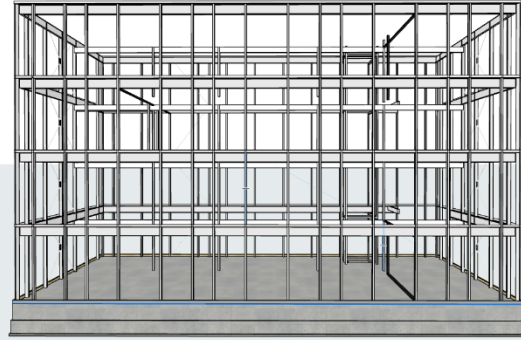
szabványosított moduláris szerkezeti elemeket vagyunk képesek létrehozni, ahogy a vizsgált irodaháznál is történt, ezzel hozzájárulva az előregyártás automatizálásához és a helyszíni összeszerelés megkönnyítéséhez. A moduláris előregyártás technológiája az épület elbontásakor is könnyebbséget jelent, illetve újra felhasználható anyagokat tudunk visszaforgatni más projektekbe.

A digital twin megkönnyíti az építés előtti fázisokat, hiszen a segítségével előre el lehet készíteni szerkezeti elemeket adott időre, azokat akár nyomon is lehet követni RFID alapján, illetve előre lehet ütemezni az előregyártást az építési helyszínre való szállításhoz.

Mivel az alapozáson kívül az egész épület szárazépítési eljárással lett tervezve és kivitelezve, ezért jelentős számmal állnak rendelkezésre az előregyártással elkészíthető épületszerkezeti elemek. A logikus tervezésnek és az előregyártott épületszerkezeti elemeknek köszönhetően jelentősen lerövidülnek a kivitelezési munkafolyamatok, illetve hulladékgazdálkodás szempontjából is praktikusabb megoldásnak bizonyul. Az elsődleges tartószerkezeti pillérváz és a másodlagos tartószerkezeti funkciót ellátó alulbordás fa panelekből felépülő födémelek, a BIM modell és a digital twin alapján könnyedén előre gyártható szerkezetek. A gyártó hozzáférést kaphat a felhőben elérhető BIM modellhez, de akár a magas részletzettségi (LOD) szintű modellből azonnal ki is nyerhetők a szerkezeti elemek geometriai és parametrikus adatai, illetve azok csatlakozási módjaik, csomópontjaik. Kevés időráfordítással készíthetők precíz gyártmánytervek. (101. ábra)(102. ábra)(103. ábra)(104. ábra)

A szerkezeti elemekbe integrált metaadatok a gyártáshoz is szükséges információkkal ruházzák fel az egyes elemeket. Például, hogy a betervezett acél pillérek és fa födémelek pontosan milyen anyagtípussal, szilárdsági és minőségi osztállyal rendelkeznek. (105. ábra)





103. ábra  
Elsődleges tartószerkezeti váz  
Valós épület szerkezeti váza (balra) – Saját modell szerkezeti váza (jobbra)

Z acél				
Elem ID	Összetett profil	Elemtípus	3D hossz	Mennyiség
Gerenda - 113	Z Acél szelemen 40 cm	Gerenda	121,14	8
Gerenda - 114	Z Acél szelemen 40 cm	Gerenda	35,25	4
Gerenda - 115	Z Acél szelemen 40 cm	Gerenda	85,44	4
			241,83 m	16

80x160 oszlop				
Elem ID	Összetett profil	Elemtípus	3D hossz	Mennyiség (db)
Oszlop - 005	Acél pillérek 80x160 mm	Oszlop	586,26	182
			586,26 m	182

10x40 zártszelvény				
Elem ID	Összetett profil	Elemtípus	3D hossz	Mennyiség
Gerenda - 101	Acél gerenda 10x40	Gerenda	84,88	4
			84,88 m	4

10x10 o. 10x10 zártszelvény oszlop				
Elem ID	Összetett profil	Elemtípus	3D hossz	Mennyiség
Oszlop - 004	Acél pillér (kicsi) 10x10	Oszlop	58,92	20
			58,92 m	20

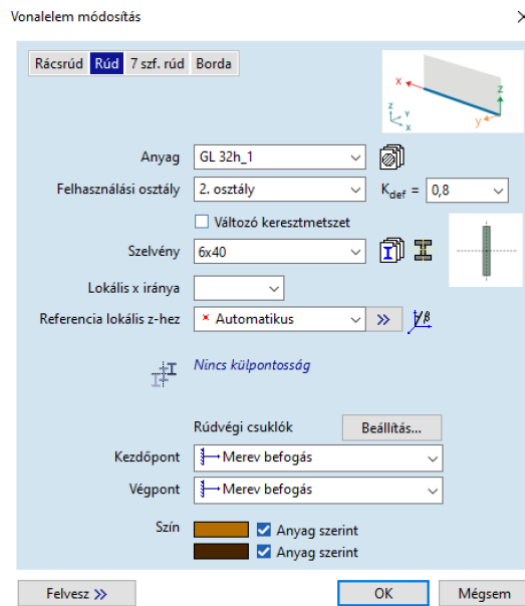
10x10 zártszelvény				
Elem ID	Összetett profil	Elemtípus	3D hossz	Mennyiség
Gerenda - 117	Acél pillér (kicsi) 10x10	Gerenda	23,10	5
			23,10 m	5

80x160 oszlop				
Elem ID	Összetett profil	Elemtípus	3D hossz	Mennyiség (db)
Oszlop - 005	Acél pillérek 80x160 mm	Oszlop	586,26	182
			586,26 m	182

U140 talpprofil				
Elem ID	Összetett profil	Elemtípus	3D hossz	Mennyiség
Gerenda - 102	U140 talpprofil	Gerenda	21,50	1
Gerenda - 103	U140 talpprofil	Gerenda	22,00	2
Gerenda - 104	U140 talpprofil	Gerenda	21,50	1
			65,00 m	4

104. ábra  
BIM modellből kilistázott szelvény paraméterek logikai művelet alapján<sup>42</sup>

<sup>42</sup> A táblázatokat Horváth Márton építőmérnök hallgató készítette el BIM modell alapján.



105. ábra  
 Elemtulajdonság beállítás AxisVM-ben.<sup>43</sup>  
 (BIM modellből kinyerhető metaadat)

Számtalanszor előfordul, hogy a kivitelezés helyszínén a hasonló, bár kicsiben mégis eltérő előregyártott szerkezeti elemek felcserélődnek és ezáltal a rögzítési, csatlakozási pontok nem stimmelnek. Ezt követően vissza kell a szerkezetet bontani, amivel rengeteg fölösleges idő megy kárba az építés helyszínén. Ez a veszély főleg csarnokszerkezeteknél áll fenn. Erre a problémára nyújtanak segítséget az RFID címkék, amiket a helyszínen egy RFID leolvasóval képesek vagyunk az elem pontos helyzetét megállapítani BIM modell alapján. (106. ábra)(107. ábra)

Az irodaházam esetében az acél vázszerkezeti elemek, illetve a fa alulbordás födém panelek esetében alkalmazandó ez a technológia, hiszen, bár azonosnak tűnnek az egyes szinteken elhelyezkedő tartószerkezeti elemek, kisebb különbségek adódnak. (108. ábra)(109. ábra)

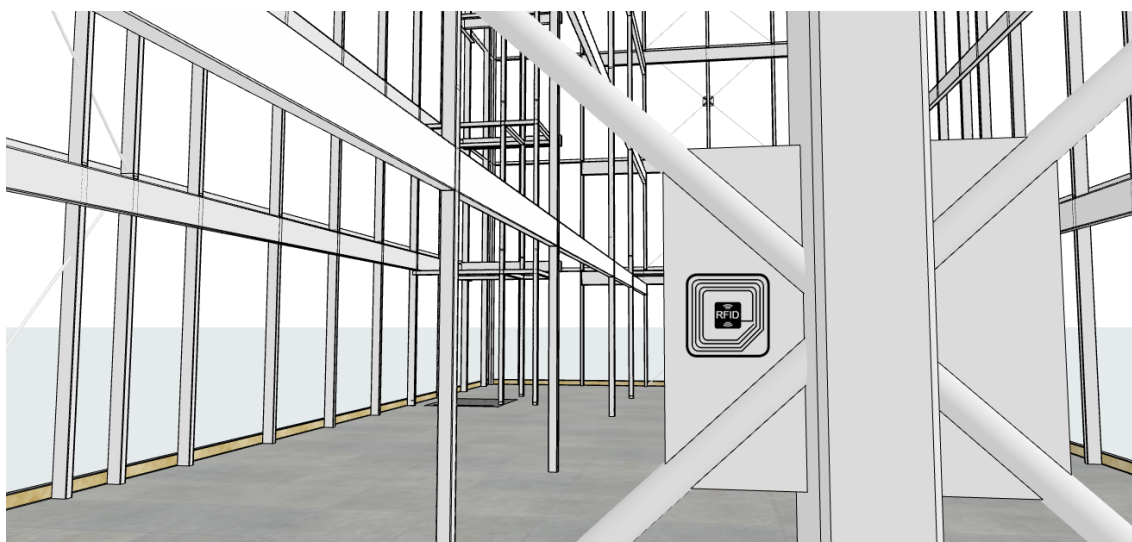
<sup>43</sup> A pontos anyagtípus és a felhasználási osztály már az előregyártás előtt, a szakági tervezésnél is megjelenik. Készítette: Csekme Roland építőmérnök hallgató.



106. ábra  
RFID címke vasbeton szerkezeti elemen



107. ábra  
RFID működési elve



108. ábra  
RFID címke acéllemezen  
(Saját kép)



109. ábra  
RFID címke fa födémgerendán  
(Saját kép)

## 6.4. Digitalizált kivitelezés

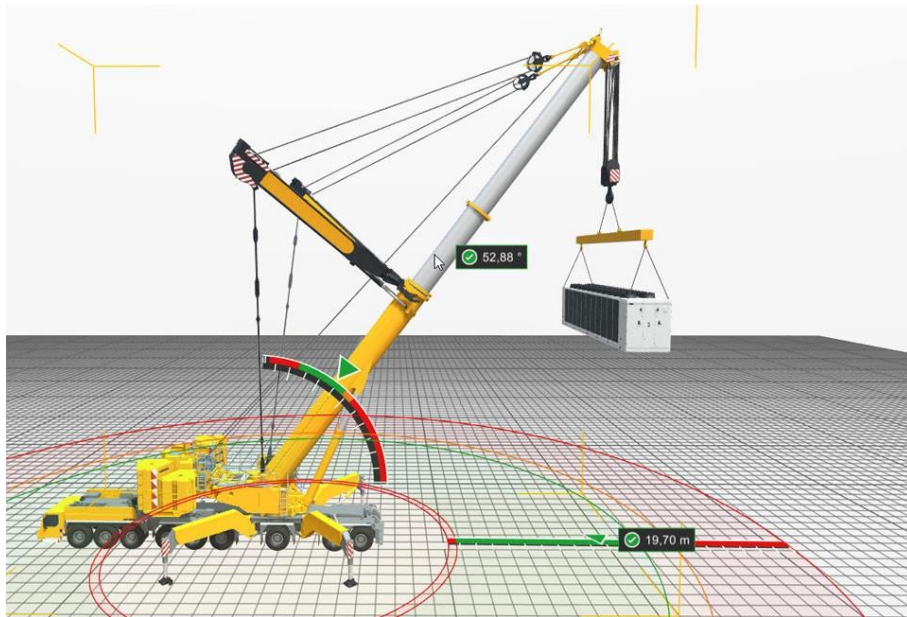
Egy építkezésen a legfontosabb tényező a logisztika, hogy az egyes beépítendő anyagok, előregyártott szerkezetek pont akkor érkezzenek meg a kivitelezés helyszínére, amikor azok beépítésre is kerülnek. Ezekkel a helyszíni munkálatokat és a termelékenységet tudják maximalizálni, valamint az utómunkákat minimalizálni.

A kordinációs feladatokban nagy segítségünkre tudnak lenni a digitális eszközök, rendszerek, melyek által központilag a háttérből is figyelemmel lehet kísérni a helyszíni tevékenységeket és kordinálni azokat.

Az előzőekben említett RFID technológia, melyeket már az előregyártáskor elhelyeznek, nem csak abban tudnak segíteni, hogy az épületen belül hol van annak a bizonyos elemnek a pontos helye, hanem abban is, hogy a megfelelő szerkezeti elemek érkeztek-e a helyszínre. Leltározási céllal is alkalmazhatók az építkezés helyszínén.

Bár a Demountable Office Building acélszerkezete és fa alulbordás födémpanele nem nagy tömegű elemekből áll össze, érdemes beszélni a daruzási technológiák fejlődéséről. Ugyanis már a daruzást is megreformálták különböző szoftverekkel, melyekkel szimulációkat lehet lefuttatni, illetve tényleges emelés közben vizuális jelzéseket közvetít

a kezelőjének a daru gépjének pozíciójáról és annak terhelhetőségéről.  
(110. ábra)(111. ábra)



110. ábra  
*Liebherr Crane Planner 2.0 – Darukezelést segítő szoftver*



111. ábra  
*Demountable Office Building  
Acél szerkezeti elemek daruzása*

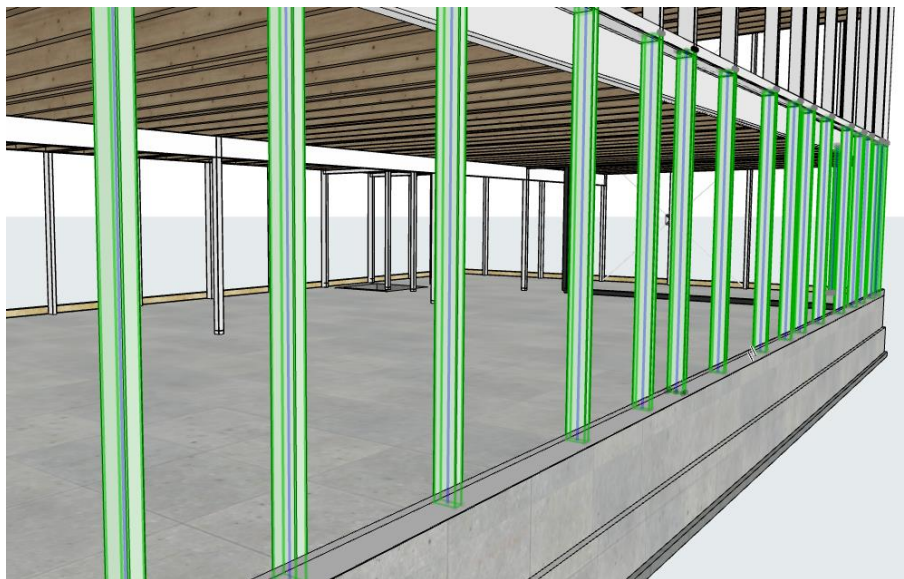
A VR;AR;MR technológiák az általam felsorolt 4 szakasz mindegyikében alkalmazhatók, így van ez a kivitelezésben is. Talán az építési munkafolyamatok közben van rájuk szükség a legjobban, amikor még nincsenek elhelyezve a szerkezeti elemek, gépészeti berendezések, de egy okos eszköz és az AR technológiának köszönhetően látjuk azoknak a pontos

pozícióját a képernyőn. Az AR technológia és a digital twin kapcsolata által az elhelyezési munkafolyamatok is megkönnyíthetők, hiszen az elemek pontos helyét is ki lehet terjeszteni a valóságba, majd képes vizuális jelzésekkel közölni, ha jó az elemek elhelyezési pozíciója. (112. ábra)

Az irodaház esetében ez különösen hasznos funkció, hiszen az épület előregyártott acél vázszerkezeti elemekből áll össze, ahol minden elemnek milliméter pontosan illeszkednie kell. Az AR technológiát például az acél pillérek elhelyezésénél is lehet alkalmazni. (113. ábra)



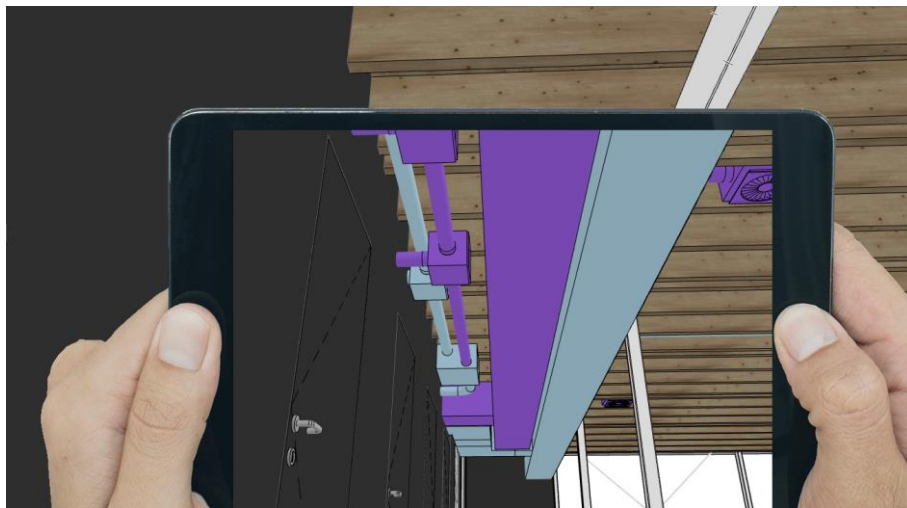
112. ábra  
AR technológiával készülő téglafal



113. ábra  
Acél előregyártott pillérek pontos pozicionálása AR technológia segítségével  
(Saját kép)



114. ábra  
Épületgépészet ellenőrzése AR szemüveggel



115. ábra  
AR technológia épületgépészet elhelyezéséhez  
(Saját kép)

A Demountabel Office Building kivitelezésénél is tudunk alkalmazni IoT technológiákat, azonban mivel nem egy több ezer négyzetméteres épületről van szó, ezért csak kisebb koordinálási, biztonsági funkciókat látnak el. Például a különböző szakágak tevékenységét és pozícióját nyomon lehet követni védősisakra szerelt IoT jeladókkal, ami jelen esetben azért fontos, mert szintenként koordinálhatóbbá lehet tenni például az épületgépészeti szerelvények elhelyezését, a szerelt válaszfalak építésétől, vagy a vizes helyiségek burkolási munkakörétől. Ez egy nagyobb, összetettebb épület esetén még érzékelhetőbb és használhatóbb funkció tud lenni. A védősisakra szerelt IoT technológiák nem csak pozícióval informálnak, de veszélyforrásokra is fel tudják hívni a

figyelmet, például a felső szinteken, kritikus zónákban a leesés veszélyét tudják előre jelezni. (116. ábra)



116. ábra  
IoT technológiával ellátott munkavédelmi sisak

Az irodaház szerkezeti vázának összeszerelése után egyre több szakág kezd párhuzamosan megjelenni az építési területen. A különböző szakágak által szolgáltatott építési adatok rengeteg strukturálatlan adathalmazt eredményeznek (Big Data), melyeknek összefogásában és rendszerezésében a mesterséges intelligencia segít. Elemzi a digitális építési naplót, majd következtetéseket von le. Ezzel megkönnyíti az építkezés koordinálását, a műszaki ellenőri tevékenységeket, költséghatékony és problémákat, baleseteket előz meg. Mindezek a kivitelezés helyszínén okoseszközökkel koordinálhatóvá válnak. (117. ábra)



117. ábra  
Projektkoordinálás helyszínen okoseszközzel

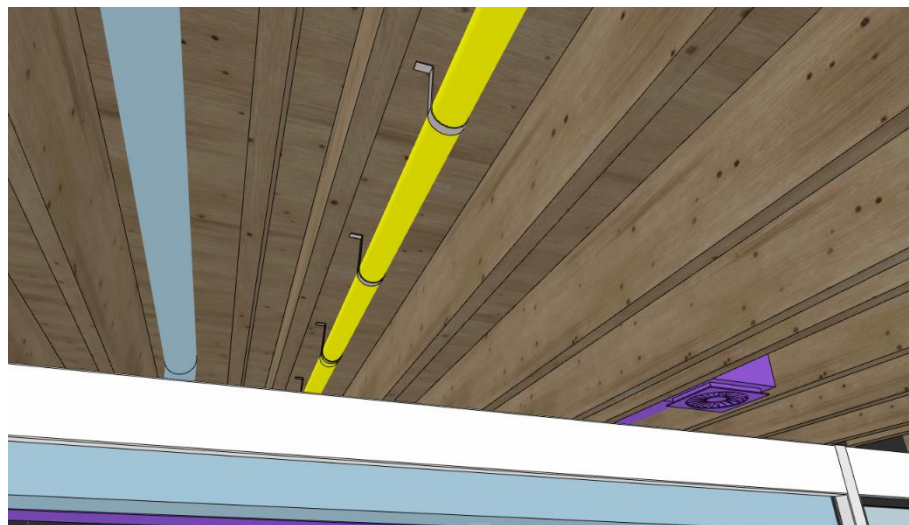
Egy épületet kétszer építünk meg. Először egy digital twin formájában, majd a valóságban is. Amennyiben egy épület LOD 400-500 részletezettségi szinten van megmodellezve, a belőle származó pontos elem pozíciókat a kivitelezés helyszínén tudjuk kamatoztatni. Szintén érvényes ez a delfti irodaházra is, ahol külső – belső építési munkálatokhoz egyaránt alkalmazható mind a BIM modell, mind a digitális ikertestvér, melyek könnyedén elérhetők a projektrésztvevők számára a felhőben. Mivel a modellünk pontos rögzítési csatlakozási pontokat is jelöl, ezért azokat a kivitelezésen is pontosan be tudjuk jelölni. Például a válaszfalak fém szerkezeti vázának rögzítési pontjait és „U” „C” profiljainak pontos helyét is ki lehet jelölni a HILTI PLT 300 pontkijelölő műszerével. Ehhez az eszközhöz tartozik egy PLC 400 táblagép melyről közvetlen kapcsolatot tudunk létesíteni a felhő tárhellyel és a BIM modellel. (118. ábra) A pontjelölő műszer és a táblagép folyamatos kommunikációban állnak egymással. A táblagépen az alaprajzon kijelölt rögzítési pontokat a pontkijelölő műszer automatikusan lézerponttal jelöli be a talajon, mennyezeten, vagy magán a falszerkezeten. Ezzel a megoldással milliméter pontosságú pontokat vagyunk képesek kijelölni, mellyel elkerülhetők a manuális mérésekből származó pontatlanságok, valamint a munkafolyamatokat is felgyorsítja. (119. ábra)(120. ábra)



118. ábra  
HILTI PLT 300 pontkijelölő (balra) – HILTI PLC 400 táblagép (jobbra)



119. ábra  
Pontkijelölés BIM modellben, alaprajzon táblagép használatával



120. ábra  
Épületgépészeti szelvények rögzítési pontjainak kijelölése HILTI PLT 300 pontkijelölővel  
(Saját kép)

## 6.5. Digitalizált épületüzemeltetés

A digitális technológiák lehetővé teszik az épület elkészülte után annak valós idejű monitorozását, épületüzemeltetését és karbantartását, melyekkel nő az eszközérték és magának az épületnek az értéke is.

A korábbiakban az épületüzemeltetésre vonatkozóan neveztem el ezeket a házakat az SBB (Smart BIM Building) fogalommal, amikor is a smart IoT eszközök egy közös BIM modellen keresztül tudják az épületet monitorozni és egymással kommunikálva üzemeltetési megoldásokkal szolgálni.

Egy digitális, számítógép által vezérelt épületüzemeltetési- és létesítménygazdálkodási rendszer (CAFM)<sup>44</sup> kiépítésének első lépéseként szükséges egy szoftvergyártót választani, aki jártas megoldásokkal tud szolgálni az igényeink, az épület léptéke és funkciója alapján. Mivel a vizsgált irodaházról ArchiCAD-ben készült el a BIM modell ezért az ArchiFM szoftvergyártó tökéletes szolgáltató az épület üzemeltetési rendszerének kiépítéséhez, mégpedig azért, mert az ArchiCAD és az ArchiFM integráltan tudnak együtt működni és nem lépnek fel kompatibilitási problémák.



121. ábra

ArchiFM – Épületüzemeltetési- és létesítménygazdálkodási szoftver

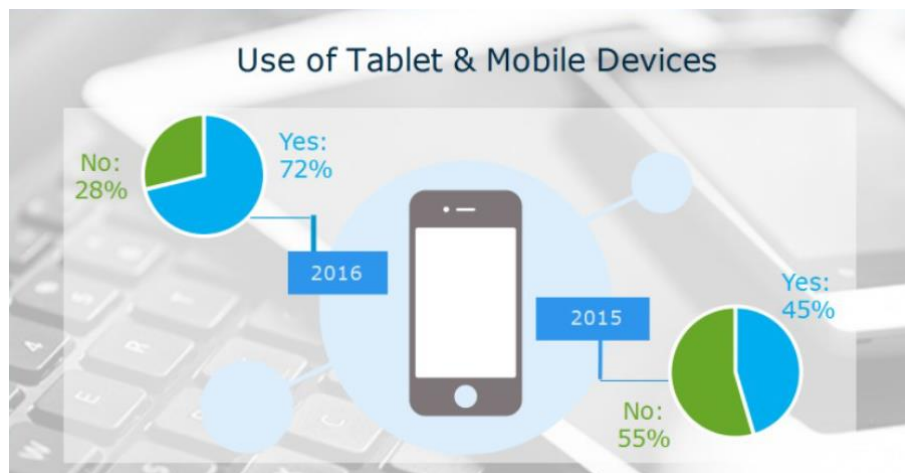
Mivel az irodaházról, annak rendszeréről és a benne zajló tevékenységekről egy központi rendszerben összpontosul minden információ, ezért azok akár mobil, vagy más digitális okoseszközzel is lekérdezhetővé válnak a hozzá jogosult személyek számára. Ez azt jelenti, hogy nagy mértékben le lehet csökkenteni a bonyolult papír alapú adminisztrációs és más jellegű feladatokat, ezzel jelentős mennyiségű

---

<sup>44</sup> A CAFM (Computer Aided Facility Management) a grafikus műszaki alkalmazások speciális területe. Célja számítógéppel támogatott, grafikus információkat is kezelő létesítmény gazdálkodás, egy szervezet működési feltételeinek biztosítása és a költségek minimalizálása érdekében. (2021. 12. 14.) <https://www.t-systems.hu/megoldasok/alkalmazasok/alkalmazascsomagok/iparag-fuggetlen-megoldasok/vallalatiranyitasi-rendszerek/letesitmenygazdalkodas>

időt és pénzt lehet megtakarítani amellet, hogy környezetbarát megoldást biztosít. (122. ábra)

“A Dome műszaki létesítménygazdálkodási tevékenysége az ArchiFM rendszer segítségével teljesen papírmentessé vált, ezáltal éves szinten több mint egy tonna papírt spórolunk meg, mellyel környezettudatosabban működhetünk.” / Décsi Gábor, Dome Facility Services Group ügyvezető igazgatója/



122. ábra  
Mobil és táblagép használatának növekedése a Facility Management-ben

Mivel a Demountable Office Buildingről készült BIM modell egyben digitális ikertestvérként is szolgál az épületről, ezért a létesítmény üzemeltetője naprakész információkat tud kinyerni a modelltől, ezzel informálódni tud a rendszer energiafelhasználásáról, teljesítményéről, fenntarthatóságáról és a benne zajló körülményekről. Minden információ egy kézben tud összpontosulni, akár egy mobiltelefonon is. Amennyiben a valós épületben valami megváltozik, átalakításra, felújításra kerül, az automatikusan felvezetésre kerül az ArchiFM szoftverben és a digital twin-ben is. Ezzel biztosítva, hogy a digital twin naprakész információkkal tudjon szolgálni az épületről. (123. ábra)



123. ábra  
*Demountable Office Building digitális ikertestvére*

Az irodaház megfelelő üzemeltetéséhez portaszolgáltatásra sincs szükség, hiszen felszerelhető olyan IoT technológiás beléptető rendszerrel, mely folyamatos felhő kapcsolattal rendelkezik és adatbázisban képes statisztikákat vezetni a ki és beléptetésekről, illetve azok személyazonosságáról. A beléptetést akár RFID kártyával is eszközölni lehet. Mivel a beléptető rendszer felhőhöz kapcsolódik ezért a biztonsági rendszerrel is összeköttetésben áll, amennyiben kísérlet adódik illetéktelen belépésre. Ilyen beléptető rendszer például az Intercom - 2N® IP Force. (124. ábra)



124. ábra  
*Intercom - 2N® IP Force  
Felhőkapcsolatra képes beléptető rendszer*

A digital twin és a valós épület között folyamatos az adat - információcsere. A megépült épület érzékelőkkel és IoT rendszerekkel van felszerelve, ezért azok képesek érzékelni az épületben zajló eseményeket. Mivel a beléptető rendszer folyamatosan nyilvántartja az egyes szinteken tartózkodó emberek számát, a szellőzőrendszer a központi adatbázisból kapott információk alapján tudja meghatározni a szellőzés teljesítményének mértékét az emberlétszám függvényében. Ezzel gazdaságosabbá válik az energiafelhasználás is. (126. ábra)

A levegő összetétele, hőmérséklete is monitorozható érzékelőkkel, mely adatok szintén a felhőben lévő BIM modellben összpontosulnak. Amennyiben az iroda levegő összetétele kedvezőtlen munkavégzés szempontjából, a szellőzőrendszer automatikusan reagál arra. (125. ábra)



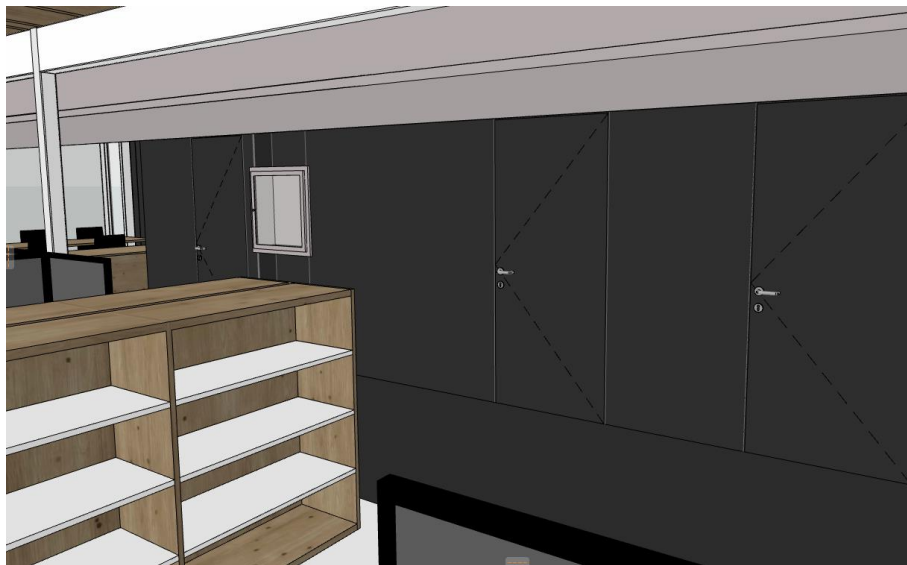
125. ábra  
MQ-135-M  
Levegő összetétel érzékelő



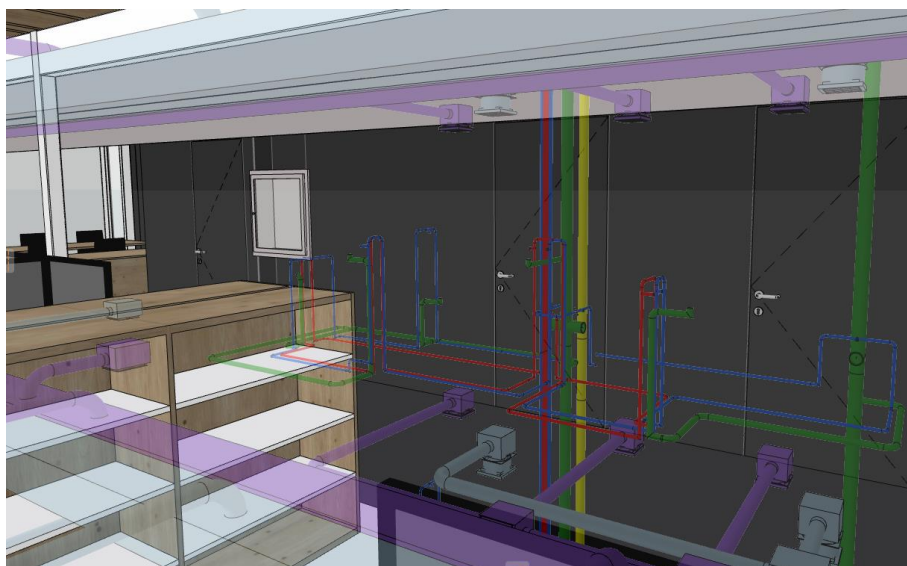
126. ábra  
Szintenként elkülönített adatkezelés

Ahogy az eddigi folyamatoknál is, az épületüzemeltetés esetében is fontos technológiának számít az AR technológia. Az AR technológiát akkor használják az épületüzemeltetésben, ha az épületben valamilyen

épületgépészeti rendellenesség, meghibásodás történik. A gépészeti berendezések szenzorokkal való ellátása lehetővé teszi, hogy pontosan meg tudjuk határozni a probléma helyzetét. Mivel a gépészeti berendezések takart szerkezetek, ezért a kiterjesztett valósággal könnyedén meg tudjuk jeleníteni ezek pontos pozícióit. Nem csak meghibásodás, de átalakítás, utómunkálatok esetén is hasznos egy ilyen rendszer megléte, hiszen elkerülhetjük az esetleges nem látszó gépészeti berendezések rongálását. (127. ábra)(128. ábra)



127. ábra  
Takart épületgépészet  
(Saját kép)



128. ábra  
AR szemüveggel érzékeltetett épületgépészet valós keretek között  
(Saját kép)

A BIM modell és a digital twin minden információt tartalmaz, ami az épület egészére és azok elemeire vonatkoznak. Ilyen adatok például az egyes beépített rendszerek karbantartási- és élettartam idejük is. Ezek metaadatként vannak a BIM modellbe integrálva, melyet felhő alapú szolgáltatások alkalmazásával egyszerűen lekérdezhetők az üzemeltetők számára. Az épületelemek életciklus adatainak elérési nélkülözhetetlenek az előrendelések, karbantartási időpontok számmentartása és a költségek kalkulálása szempontjából. (129. ábra)

Az irodaház esetében főleg a lift karbantartási időpontjainak figyelembevétele a mérvadó, a felvonókötelek esedékes cseréjének pontos időpontjait fel kell tüntetni metaadatként, de például a szellőzőrendszerek levegőszűrőinek cseréjét is, valamint a gépészet átfogó karbantartásának időpontjait, elektromos berendezések csereszabotosságát. Az elvégzett karbantartás dátuma és részletes leírása felvezetésre kerül a felhőben tárolt modellbe, ezáltal biztosítva a digital twin elnevezés további érvényességét.



129. ábra  
*Digitális karbantartás menedzsment*

## KONKLÚZIÓ

Szakedolgozatom célját kvázi keretrendszerben fogalmaztam meg, mégpedig a hagyományos analóg értékrendek rusztikus fa kerete és a modern kor szálcshiszolt képernyő keretein belül. Próbálok rávilágítani a régi építészeti értékrendek nagy becsben tartására, miközben hangsúlyozom a korral való haladás fontosságát és hogy a kettő együttes alkalmazása egymást nem kizáró ok. Egy valós projekt keretein belül szerettem volna bemutatni, hogy hogyan fejlődik világunk az építészetben, milyen új innovációk jelennek meg és kerülnek előtérbe, melyek gyorsabbá, egyszerűbbé és pontosabbá teszik az építészeti tervezést. Ezek által egy fiktív fogalomra mutattam rá, ami összegzi a digitális világ innovációit és a BIM alapú tervezés együttes fontosságát egy épület életében. A technológiák közös alkalmazása és együttműködése, illetve az adat – információ áramlás kölcsönös folyamata egy olyan fejlett épületet eredményez, mely által az építkezés utáni további életciklusokban példaértékű jelentőséggel és koordinálhatósággal fog bírni a jövőre nézve. Valós technológiai megoldásokkal ismertettem ezek működését és BIM modellel való kompatibilitását, melyekkel tervezési, kivitelezési és létesítményüzemeltetési feladatainkat tudjuk egyszerűbben kézben tartani. Napjainkban hatalmas problémát jelent az építőiparból származó rengeteg károsanyag- és hulladékkibocsátás, valamint a korszerűtlen épületüzemeltetésekből eredő pesszimális fogyasztás.

Egyre több országban foglalják jogszabályba a BIM tervezésmódszertan szerinti tervezést, amely szép lassan hazánkban is meg fog valamilyen mértékben jelenni, mellyel egy egységes közös adatbázis alakulhat ki.

Szakedolgozatom célja a Föld eltartóképességének végességét figyelembe vevő tervezésmódszertanok és technológiák megfelelő elvi és gyakorlati alkalmazására törekvő ösztönzés.

# JEGYZÉKEK

## Ábrajegyzék

1. ábra Pantheon térszervezése (alaprész, metszetek, robbantott axonometria) ..... 17  
Forrás:  
[https://www.researchgate.net/figure/Scheme-and-dimensions-of-the-Pantheon-from-Pulvirenti-2014\\_fig1\\_325781268](https://www.researchgate.net/figure/Scheme-and-dimensions-of-the-Pantheon-from-Pulvirenti-2014_fig1_325781268)
2. ábra Ludwig Mies van der Rohe - The Brick Country House földszinti szabad alaprajza ..... 18  
Forrás:  
<https://husale.discountshops2021.ru/content?c=mies%20van%20der%20rohe%20brick%20house%20floor%20lan&id=6>
3. ábra Tara Buddhista Istennő – Mongóliából származó 15. századi bronzszobor részlet ..... 19  
Forrás:  
(Pallasmaa, 2018)
4. ábra Czita építésziroda – Balatonfüredi Horgászklub Egyesület klubház enteriőr természetes építőanyagból ..... 20  
Forrás:  
<https://czita.hu/hu/munkak/?id=115>
5. ábra Az arousalszint teljesítményre gyakorolt hatása ..... 22  
Forrás:  
<https://www.welovecycling.com/hu/tour-de-hongrie/mentalis-an-is-birni-kell/>
6. ábra Okos szemüveg ..... 26  
Forrás:  
[https://www.phonearena.com/news/apple-glass-could-project-directly-onto-your-retina\\_id135981](https://www.phonearena.com/news/apple-glass-could-project-directly-onto-your-retina_id135981)
7. ábra Generációk digitális átalakulása ..... 28  
Forrás:  
<https://www.borsonline.hu/aktualis/gyerekek-a-vilaghalon/227920>

8. ábra A stylers.hu és braininghub.hu közös kutatása kérdőív formájában, a vállalatok digitális transzformációjára vonatkozóan..... 29

Forrás:

<https://stylers.hu/a-vallalati-digitalis-transzformacio-nyomaban/>

9. ábra Digitális feldolgozás - Digitization..... 30

Forrás:

<https://olm.hu/digitalizacio-ut-siker-es-jovohoz/>

10. ábra A munkafolyamatok digitalizálásának egyik friss jövevénye a home office..... 30

Forrás:

<https://www.portfolio.hu/premium/20211203/home-office-utan-hibrid-munkavegzes-513938>

11. ábra Okoseszközről vezérelt automatizált – robotizált munkafolyamatok 32

Forrás:

<https://folyoiratok.oh.gov.hu/uj-koznevel-es-onbeteljesito-joslat-e-az-automatizacio>

12. ábra Mesterséges Intelligencia (Artificial Intelligence)..... 33

Forrás:

[https://www.itbusiness.hu/technology/aktualis\\_lapszam/human/mesterseges-intelligencia-segitsegevel](https://www.itbusiness.hu/technology/aktualis_lapszam/human/mesterseges-intelligencia-segitsegevel)

13. ábra Az egyes szektorok digitalizáltsági szintjei..... 35

Forrás:

<https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/imagining-constructions-digital-future>

14. ábra Vasalat hegesztő robot..... 36

Forrás:

[http://gyartastrend.hu/robotech/cikk/az\\_automatizalas\\_ternyerese\\_az\\_epitoip\\_arban](http://gyartastrend.hu/robotech/cikk/az_automatizalas_ternyerese_az_epitoip_arban)

15. ábra 3D nyomtatott ház Hollandiában..... 38

Forrás:

<https://www.archdaily.com/961135/the-future-is-now-3d-printed-houses-start-to-be-inhabited-in-the-netherlands>

16. ábra 3D háznyomtatás folyamat közben.....	38
<u>Forrás:</u>	
<a href="https://www.maeponline.hu/technologia/attores-a-betonnyomtatasi-teren/">https://www.maeponline.hu/technologia/attores-a-betonnyomtatasi-teren/</a>	
17. ábra 3D nyomtatott főfal (fent) és válaszfal (lent).....	39
<u>Forrás:</u>	
Illés Anna: 3D nyomtatás az építészetben, Budapesti Műszaki Egyetem, Budapest, 2013, 6. oldal	
18. ábra 3D nyomtatott fém híd Amszterdamban.....	39
<u>Forrás:</u>	
<a href="https://drivemagazine.eu/vilag-elso-3d-nyomtatott-hidja-2654703999/utankovetes">https://drivemagazine.eu/vilag-elso-3d-nyomtatott-hidja-2654703999/utankovetes</a>	
19. ábra 3D pontfelhő.....	40
<u>Forrás:</u>	
<a href="https://furaysolutions.com/epuletfelmeres/">https://furaysolutions.com/epuletfelmeres/</a>	
20. ábra GLS-2000 3D lézerszkennő (geodéziai).....	41
<u>Forrás:</u>	
<a href="http://navicom.hu/gls-2000-3d-lezerszkenno/">http://navicom.hu/gls-2000-3d-lezerszkenno/</a>	
21. ábra RIEGL ULS lézerszkennő drónokhoz.....	41
<u>Forrás:</u>	
<a href="https://roadata.hu/riegl-uav-lezerszkenno-valasztek-dronos-felhasznalasra/">https://roadata.hu/riegl-uav-lezerszkenno-valasztek-dronos-felhasznalasra/</a>	
22. ábra ZEISS T-SCAN hawk kézi lézerszkennő.....	41
<u>Forrás:</u>	
<a href="https://www.freedee.hu/3d-szkennerek/gom-3d-szkennerek/">https://www.freedee.hu/3d-szkennerek/gom-3d-szkennerek/</a>	
23. ábra Lézerszkennő pontossága.....	42
<u>Forrás:</u>	
Ajtayné, K. (2020. november 11). 3D felmérések alapjai és pontfelhők. Ajtayné Károlyfi Kitti, Győr, Győr-Moson-Sopron megye, Magyarország.	
24. ábra Pontfelhők fúziója (UAV-s felmérés; Földi lézerszkennővel felmérés; Beltéri ZEB felmérés).....	43

Forrás:

Ajtayné, K. (2020. november 11). 3D felmérések alapjai és pontfelhők.  
Ajtayné Károlyfi Kitti, Győr, Győr-Moson-Sopron megye, Magyarország.

25. ábra A kiválasztott objektum és markerek (Saját kép) ..... 45

Forrás:

Saját kép

26. ábra A fotók alapján elkészített pontfelhő az Agisoft Metashape  
programban (Saját kép) ..... 45

Forrás:

Saját kép

27. ábra ArchiCAD-be behívott pontfelhő perspektívája és homlokzati nézete  
(Saját kép) ..... 45

Forrás:

Saját kép

28. ábra VR szemüveg ..... 46

Forrás:

<https://www.livehome3d.com/fields-of-use/vr-interior-design-app>

29. ábra GNSS alapú AR technológia ..... 47

Forrás:

<https://www.khl.com/1142216.article>

30. ábra MR technológia ..... 48

Forrás:

<https://www.lifewire.com/what-is-mixed-reality-4588766>

31. ábra Artificial Intelligence – Mesterséges Intelligencia (Fiktív  
ábrázolás - fizikailag nem megfogható jelenség) ..... 49

Forrás:

<https://ipon.hu/magazin/cikk/a-mesterseges-intelligencia-mar-most-jobb-chipeket-tervez-mint-a-mernokok>

32. ábra Autodesk torontói irodaházának generatív tervei ..... 50

Forrás:

<https://www.world-architects.com/en/architecture-news/insight/the-promise-of-generative-design>

33. ábra BIM360 adatplatform felépítése.....	51
<u>Forrás:</u>	
<a href="https://www.hungarocad.hu/mesterseges-intelligencia-az-epitoiparban/">https://www.hungarocad.hu/mesterseges-intelligencia-az-epitoiparban/</a>	
34. ábra Big Data – Elemzések – Döntések.....	52
<u>Forrás:</u>	
<a href="https://www.buildingincloud.net/gestione/cose-il-digital-twin-il-ruolo-del-bim/">https://www.buildingincloud.net/gestione/cose-il-digital-twin-il-ruolo-del-bim/</a>	
35. ábra A Big Data strukturálatlan adatokat kezel központosítva azokat..	53
<u>Forrás:</u>	
<a href="https://player.hu/eletmod/van-egy-uberkiraly-startup-otleted-big-datara-akkor-valtsd-valora-most-indul-az-sap-program">https://player.hu/eletmod/van-egy-uberkiraly-startup-otleted-big-datara-akkor-valtsd-valora-most-indul-az-sap-program</a>	
36. ábra Folyamatos adat és információcsere a digital twin és a valós épület között.....	54
<u>Forrás:</u>	
<a href="https://www.buildingincloud.net/gestione/cose-il-digital-twin-il-ruolo-del-bim/">https://www.buildingincloud.net/gestione/cose-il-digital-twin-il-ruolo-del-bim/</a>	
37. ábra Digital twin a kivitelezésben.....	55
<u>Forrás:</u>	
<a href="https://bim.cads.hu/digitalis-iker-bim-technologia-epiteszet-tervezes-kivitelezes-szamara/">https://bim.cads.hu/digitalis-iker-bim-technologia-epiteszet-tervezes-kivitelezes-szamara/</a>	
38. ábra IoT kapcsolati rendszere.....	57
<u>Forrás:</u>	
<a href="https://securelist.com/new-trends-in-the-world-of-iot-threats/87991/">https://securelist.com/new-trends-in-the-world-of-iot-threats/87991/</a>	
39. ábra Graphisoft – BIMcloud.....	57
<u>Forrás:</u>	
<a href="https://graphisoft.com/hu/">https://graphisoft.com/hu/</a>	
40. ábra Központi BIM modell.....	59
<u>Forrás:</u>	
<a href="https://www.hungarocad.hu/mesterseges-intelligencia-az-epitoiparban/">https://www.hungarocad.hu/mesterseges-intelligencia-az-epitoiparban/</a>	
41. ábra BIM bemutatása videóval.....	59

Forrás:

<https://www.youtube.com/watch?v=suNadRnHy-U>

42. ábra A módosítások időigénye a projekt előrehaladásának idő függvényében..... 61

Forrás:

(Zagorác & Szabó, BIM - Kézikönyv, 2018)

43. ábra Legelterjedtebb univerzális fájlformátum - IFC..... 62

Forrás:

<https://bimcorner.com/everything-worth-knowing-about-the-ifc-format/>

44. ábra Szakágakkal való együttműködés - Open BIM..... 63

Forrás:

<https://www.nemetschek.com/en/openbim>

45. ábra Closed BIM forgatókönyv..... 64

Forrás:

<https://www.baunetzwissen.de/bim/fachwissen/grundlagen/was-versteht-man-unter-open---closed-bim-5286041>

46. ábra Charles M. Eastman..... 66

Forrás:

<http://biblus.accasoftware.com/en/the-birth-of-bim-eastman/>

47. ábra 2D (CAD)..... 68

Forrás:

(Zagorác & Szabó, BIM-KÉZIKÖNYV, 2018)

48. ábra 3D (CAD)..... 68

Forrás:

(Zagorác & Szabó, BIM-KÉZIKÖNYV, 2018)

49. ábra 3D BIM-modell..... 69

Forrás:

(Zagorác & Szabó, BIM-KÉZIKÖNYV, 2018)

50. ábra 4D BIM-model..... 69

Forrás:

(Zagoráczy & Szabó, BIM-KÉZIKÖNYV, 2018)

51. ábra 5D BIM-model ..... 70

Forrás:

(Zagoráczy & Szabó, BIM-KÉZIKÖNYV, 2018)

52. ábra 6D BIM-model ..... 70

Forrás:

(Zagoráczy & Szabó, BIM-KÉZIKÖNYV, 2018)

53. ábra 7D BIM-model ..... 71

Forrás:

(Zagoráczy & Szabó, BIM-KÉZIKÖNYV, 2018)

54. ábra BIM dimenziók 3D – 8D ..... 72

Forrás:

<https://blog.drawbotics.com/2018/11/07/the-bim-revolution-in-building-management/>

55. ábra LOD 100 ..... 73

Forrás:

(Zagoráczy & Szabó, BIM-KÉZIKÖNYV, 2018)

56. ábra LOD 200 ..... 74

Forrás:

(Zagoráczy & Szabó, BIM-KÉZIKÖNYV, 2018)

57. ábra LOD 300 ..... 74

Forrás:

(Zagoráczy & Szabó, BIM-KÉZIKÖNYV, 2018)

58. ábra LOD 350 ..... 75

Forrás:

(Zagoráczy & Szabó, BIM-KÉZIKÖNYV, 2018)

59. ábra LOD 400 ..... 76

Forrás:

(Zagoráczy & Szabó, BIM-KÉZIKÖNYV, 2018)

60. ábra LOD 100 – LOD 500.....	76
<u>Forrás:</u> <a href="https://epe.ufc.br/index.php/blog/19-lod-trabalhando-bim-em-alto-nivel">https://epe.ufc.br/index.php/blog/19-lod-trabalhando-bim-em-alto-nivel</a>	
61. ábra BIM előnyei – hátrányai (pros – cons).....	79
<u>Forrás:</u> Saját táblázat	
62. ábra Odense Egyetemi Kórház épületgépészeti modellje és BIM bemutató videója.....	81
<u>Forrás:</u> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=SaaNesARneg">https://www.youtube.com/watch?v=SaaNesARneg</a>	
63. ábra ECHO IV okosház rendszer.....	82
<u>Forrás:</u> <a href="https://smartofficesandsmarthomes.com/smart-home-technology-1966/">https://smartofficesandsmarthomes.com/smart-home-technology-1966/</a>	
64. ábra Chameleon okosotthon rendszer.....	84
<u>Forrás:</u> <a href="https://chameleon-smarthome.com/blog/cikk/a-legjobb-okosotthon-rendszerek">https://chameleon-smarthome.com/blog/cikk/a-legjobb-okosotthon-rendszerek</a>	
65. ábra IoT – Internet of Things.....	86
<u>Forrás:</u> <a href="https://snt.hu/blog/microsoft-felho-alapu-iot-lehetosegek-osszehasonlitasa/">https://snt.hu/blog/microsoft-felho-alapu-iot-lehetosegek-osszehasonlitasa/</a>	
66. ábra Az első IoT eszköz – CocaCola automata.....	87
<u>Forrás:</u> (Tárgyak Internete Internet of Things (IoT), 2015, old.: 6)	
67. ábra IoT technológia az okosházakért.....	88
<u>Forrás:</u> <a href="https://semiengineering.com/buildings-get-smarter-through-tech/">https://semiengineering.com/buildings-get-smarter-through-tech/</a>	
68. ábra Smart – BIM – Building (Saját kép).....	89
<u>Forrás:</u> Saját kép	

69. ábra BIM központú IoT architektúra.....	90
<u>Forrás:</u>	
(Shahinmoghadam & Motamedi, 2019, old.: 4)	
70. ábra Kiterjesztett épületmodell.....	91
<u>Forrás:</u>	
<a href="https://medium.datadriveninvestor.com/augmented-reality-in-buiconstruction-a2b1c962ddcc">https://medium.datadriveninvestor.com/augmented-reality-in-buiconstruction-a2b1c962ddcc</a>	
71. ábra Middleware – Köztes szoftver.....	93
<u>Forrás:</u>	
<a href="https://www.researchgate.net/figure/Role-and-Distinctive-Characteristics-of-Proposed-Middleware_fig2_308129351">https://www.researchgate.net/figure/Role-and-Distinctive-Characteristics-of-Proposed-Middleware_fig2_308129351</a>	
72. ábra RFID.....	94
<u>Forrás:</u>	
<a href="https://www.confidex.com/success-stories/hilti-uses-rfid-technology-to-help-construction-professionals-manage-and-optimize-their-assets/">https://www.confidex.com/success-stories/hilti-uses-rfid-technology-to-help-construction-professionals-manage-and-optimize-their-assets/</a>	
73. ábra BLE jeladók (balra); sisakra szerelt BLE szenzorok (középen); mobilalkalmazás (jobbra).....	94
<u>Forrás:</u>	
(Teizer, Wolf, Neges, & König, 2017)	
74. ábra Rugalmas önszerveződő hálózat + Ultra alacsony energiafogyasztás + Alkalmazások könyvtára.....	95
<u>Forrás:</u>	
<a href="https://zigbeealliance.org/solution/zigbee/">https://zigbeealliance.org/solution/zigbee/</a>	
75. ábra LoRA mesh-hálózat.....	95
<u>Forrás:</u>	
<a href="https://www.semanticscholar.org/paper/Proposal-of-Seamless-Communication-Method-in-Shadow-Huh-Kim/0d783e98a35cbceabfca6ddff1095598eeff1f18">https://www.semanticscholar.org/paper/Proposal-of-Seamless-Communication-Method-in-Shadow-Huh-Kim/0d783e98a35cbceabfca6ddff1095598eeff1f18</a>	
76. ábra Raspberry pi.....	96
<u>Forrás:</u>	
<a href="https://blog.samm.com/raspberrypi-ile-iot/">https://blog.samm.com/raspberrypi-ile-iot/</a>	
77. ábra Demountable Office Building – Delft Külső megjelenés (balra eredeti épület – jobbra saját modell).....	99

Forrás:

(archdaily.com, 2020) - Saját kép

78. ábra Demountable Office Building – Delft Külső megjelenés (balra eredeti épület – jobbra saját modell) ..... 100

Forrás:

(archdaily.com, 2020) - Saját kép

79. ábra Demountable Office Building – Delft Külső megjelenés (balra eredeti épület – jobbra saját modell) ..... 100

Forrás:

(archdaily.com, 2020) - Saját kép

80. ábra Demountable Office Building – Delft Enteriőr (balra eredeti épület – jobbra saját modell) ..... 101

Forrás:

(archdaily.com, 2020) - Saját kép

81. ábra Demountable Office Building – Delft Enteriőr (balra eredeti épület – jobbra saját modell) ..... 102

Forrás:

(archdaily.com, 2020) - Saját kép

82. ábra Demountable Office Building – Delft Enteriőr (balra eredeti épület – jobbra saját modell) ..... 102

Forrás:

(archdaily.com, 2020) - Saját kép

83. ábra Körkörös gazdaság ..... 103

Forrás:

<https://www.europarl.europa.eu/news/hu/headlines/economy/20151201ST005603/korkoros-gazdasag-mit-jelent-miert-fontos-es-mi-a-haszna>

84. ábra 2014-es felvétel az irodaház helyén álló elbontott épületről... 105

Forrás:

[https://www.google.com/maps/@52.0088565,4.3671322,3a,75y,301.43h,91.22t/data=!3m6!1e1!3m4!1sYUx9lSLj9vhI2iPn\\_eqtvg!2e0!7i13312!8i6656](https://www.google.com/maps/@52.0088565,4.3671322,3a,75y,301.43h,91.22t/data=!3m6!1e1!3m4!1sYUx9lSLj9vhI2iPn_eqtvg!2e0!7i13312!8i6656)

85. ábra Drónra szerelt lézerszkennő pontfelhő készítéshez ..... 105

Forrás:

<https://roadata.hu/riegl-uav-lezerszkenner-valasztek-dronos-felhasznalasra/>

86. ábra Generatív tervezés – épületkontúr (Saját kép) ..... 106

Forrás:

Saját kép

87. ábra Generatív tervezés – Földszinti alaprajzelrendezés épületkontúron belül (Saját kép) ..... 106

Forrás:

Saját kép

88. ábra Generatív tervezés – Földszinti bútorozási elrendezés (Saját kép) ..... 107

Forrás:

Saját kép

89. ábra Generatív tervezés – Földszint optimális kialakítása (Saját kép) ..... 107

Forrás:

Saját kép

90. ábra BIMcloud felhőalapú szolgáltatás alkalmazása ..... 108

Forrás:

<https://graphisoft.com/hu/press-releases/graphisoft-bimcloud-extends-workflow-integration-to-mobile-devices>

91. ábra Épületgépészet és elsődleges tartószerkezeti modell (Saját kép) 108

Forrás:

Saját kép

92. ábra Épületgépészet a vizesblokkokban (Saját kép) ..... 109

Forrás:

Saját kép

93. ábra Eredeti épület (balra) – Digitális ikertestvér (jobbra) ..... 110

Forrás:

<https://www.archdaily.com/936389/building-d-amountable-architectenbureau-cepezed/5e7d3e21b357651b7e0040a-building-d-amountable-architectenbureau->

cepezed-photo?next\_project=no  
Saját kép

94. ábra ArchiCAD-ben kódolás megadása pillérnek (Balra) – Excel-ben kódolás felvezetése (jobbra) Bexel ütemterv készítő program első lépései (Saját kép) ..... 110  
Forrás:  
Saját kép

95. ábra Bexel ütemterv tervező programban felvezetett ütemidők logikai művelet alapján (Saját kép) ..... 111  
Forrás:  
Saját kép

96. ábra Bexel ütemterv készítő program által készített animáció pillanatképe (Saját kép) ..... 111  
Forrás:  
Saját kép

97. ábra Tartószerkezeti analízis AxisVM-ben BIM modell alapján Rúd igénybevételek – Normálerő ábra ..... 112  
Forrás:  
Saját kép

98. ábra Tartószerkezeti analízis AxisVM-ben BIM modell alapján Rúd igénybevételek – Nyomatéki ábra ..... 112  
Forrás:  
Saját kép

99. ábra Tartószerkezeti analízis AxisVM-ben BIM modell alapján Rúd igénybevételek – Nyíróerő ábra ..... 113  
Forrás:  
Saját kép

100. ábra Tartószerkezeti analízis AxisVM-ben BIM modell alapján Legkihasználtabb acél pillér (balra) – legkihasználtabb szélrács elem (jobbra) ..... 113  
Forrás:  
Saját kép

101. ábra BIM modellből kinyert elsődleges tartószerkezeti váz sémája... 115  
Forrás:  
Saját kép
102. ábra Pillér – szegélygerenda kapcsolata..... 115  
Forrás:  
Saját kép
103. ábra Elsődleges tartószerkezeti váz Valós épület szerkezeti váza (balra) – Saját modell szerkezeti váza (jobbra)..... 116  
Forrás:  
[https://www.archdaily.com/936389/building-d-amountable-architectenbureau-cepezed/5e7d3e21b357651b7e00040a-building-d-amountable-architectenbureau-cepezed-photo?next\\_project=no](https://www.archdaily.com/936389/building-d-amountable-architectenbureau-cepezed/5e7d3e21b357651b7e00040a-building-d-amountable-architectenbureau-cepezed-photo?next_project=no)  
Saját kép
104. ábra BIM modellből kilistázott szelvény paraméterek logikai művelet alapján..... 116  
Forrás:  
Saját kép
105. ábra Elemtulajdonság beállítás AxisVM-ben. (BIM modellből kinyerhető metaadat)..... 117  
Forrás:  
Saját kép
106. ábra RFID címke vasbeton szerkezeti elemen..... 118  
Forrás:  
<https://www.sp-samson.com/en/journal/item/533-new-rfid-labels-for-concrete>
107. ábra RFID működési elve..... 118  
Forrás:  
<https://blog.labtag.com/everything-you-need-to-know-about-rfid-technology/>
108. ábra RFID címke acéllemezen (Saját kép)..... 118  
Forrás:  
Saját kép
109. ábra RFID címke fa födémgerendán (Saját kép)..... 119  
Forrás:  
Saját kép

110. ábra Liebherr Crane Planner 2.0 – Darukezelést segítő szoftver..... 120

Forrás:

<https://www.liebherr.com/en/aus/products/mobile-and-crawler-cranes/service/crane-planner/crane-planner.html>

111. ábra Demountable Office Building Acél szerkezeti elemek daruzása... 120

Forrás:

[https://www.archdaily.com/936389/building-d-amountable-architectenbureau-cepezed/5e7d3e21b357651b7e00040a-building-d-amountable-architectenbureau-cepezed-photo?next\\_project=no](https://www.archdaily.com/936389/building-d-amountable-architectenbureau-cepezed/5e7d3e21b357651b7e00040a-building-d-amountable-architectenbureau-cepezed-photo?next_project=no)

112. ábra AR technológiával készülő téglafal..... 121

Forrás:

[https://www.archdaily.com/908618/this-is-how-a-complex-brick-wall-is-built-using-augmented-reality/5c262dff08a5e513d80004ca-this-is-how-a-complex-brick-wall-is-built-using-augmented-reality-image?next\\_project=no](https://www.archdaily.com/908618/this-is-how-a-complex-brick-wall-is-built-using-augmented-reality/5c262dff08a5e513d80004ca-this-is-how-a-complex-brick-wall-is-built-using-augmented-reality-image?next_project=no)

113. ábra Acél előregyártott pillérek pontos pozicionálása AR technológia segítségével (Saját kép)..... 121

Forrás:

Saját kép

114. ábra Épületgépészet ellenőrzése AR szemüveggel..... 122

Forrás:

<https://aec-business.com/how-vr-and-ar-will-help-in-remote-expert-assistance/>

115. ábra AR technológia épületgépészet elhelyezéséhez (Saját kép)..... 122

Forrás:

Saját kép

116. ábra IoT technológiával ellátott munkavédelmi sisak..... 123

Forrás:

<http://protechtio.co/>

117. ábra Projektkoordinálás helyszínen okoseszközzel..... 124

Forrás:

<https://www.archdaily.com/908618/this-is-how-a-complex-brick-wall-is-built->

using-augmented-reality/5c262dff08a5e513d80004ca-this-is-how-a-complex-brick-wall-is-built-using-augmented-reality-image?next\_project=no

118. ábra HILTI PLT 300 pontkijelölő (balra) – HILTI PLC 400 táblagép (jobbra) ..... 125

Forrás:

[https://www.hilti.com/c/CLS\\_MEA\\_TOOL\\_INSERT\\_7127/CLS\\_CONSTRUCTION\\_TOTAL\\_STATIONS\\_7127/r8732461](https://www.hilti.com/c/CLS_MEA_TOOL_INSERT_7127/CLS_CONSTRUCTION_TOTAL_STATIONS_7127/r8732461)

119. ábra Pontkijelölés BIM modellben, alaprajzon táblagép használatával 125

Forrás:

[https://www.hilti.com/c/CLS\\_MEA\\_TOOL\\_INSERT\\_7127/CLS\\_CONSTRUCTION\\_TOTAL\\_STATIONS\\_7127/r8732461](https://www.hilti.com/c/CLS_MEA_TOOL_INSERT_7127/CLS_CONSTRUCTION_TOTAL_STATIONS_7127/r8732461)

120. ábra Épületgépészeti szelvények rögzítési pontjainak kijelölése HILTI PLT 300 pontkijelölővel (Saját kép) ..... 125

Forrás:

Saját kép

121. ábra ArchiFM – Épületüzemeltetési- és létesítménygazdálkodási szoftver ..... 126

Forrás:

[https://archifm.net/wp-content/uploads/2020/09/ArchiFM\\_brossura\\_A4\\_8old\\_online\\_v4\\_1014.pdf](https://archifm.net/wp-content/uploads/2020/09/ArchiFM_brossura_A4_8old_online_v4_1014.pdf)

122. ábra Mobil és táblagép használatának növekedése a Facility Management-ben ..... 127

Forrás:

(Szalai, 2021)

123. ábra Demountable Office Building digitális ikertestvére ..... 128

Forrás:

Saját kép

124. ábra Intercom - 2N® IP Force Felhőkapcsolatra képes beléptető rendszer ..... 128

Forrás:

[https://www.archdaily.com/catalog/us/products/21095/intercom-2n-ip-force-2n/222465?ad\\_source=neufert&ad\\_medium=gallery&ad\\_name=open-gallery](https://www.archdaily.com/catalog/us/products/21095/intercom-2n-ip-force-2n/222465?ad_source=neufert&ad_medium=gallery&ad_name=open-gallery)

125. ábra MQ-135-M Levegő összetétel érzékelő ..... 129  
Forrás:  
[https://www.hestore.hu/prod\\_10039318.html](https://www.hestore.hu/prod_10039318.html)
126. ábra Szintenként elkülönített adatkezelés ..... 129  
Forrás:  
(HaskoningDHV, 2021)
127. ábra Takart épületgépészet (Saját kép) ..... 130  
Forrás:  
Saját kép
128. ábra AR szemüveggel érzékeltetett épületgépészet valós keretek között  
(Saját kép) ..... 130  
Forrás:  
Saját kép
129. ábra Digitális karbantartás menedzsment ..... 131  
Forrás:  
<https://digital.festo.com/hu/software/digital-maintenance-management/index.html>

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- A digitalizáció új korszaka. (2020). *Építészfórum*.
- Agarwal, R., Chandrasekaran, S., & Sridhar, M. (2016. június 24.).  
Imagining construction's digital future. *McKinsey & Company*.
- Ajtayné Károlyfi, K. (2021). *Bevezetés a BIM-be*. Ajtayné Károlyfi Kitti,  
Győr, Győr-Moson-Sopron megye, Magyarország.
- Ajtayné Károlyfi, K. (2021). *BIM a gyakorlatban*. Ajtayné Károlyfi Kitti,  
Győr, Győr-Moson-Sopron megye, Magyarország.
- Ajtayné Károlyfi, K. (2021). *BIM esettanulmányok*. Ajtayné Károlyfi Kitti,  
Győr, Győr-Moson-Sopron megye, Magyarország.
- Ajtayné Károlyfi, K. (2021). *Tartószerkezeti BIM*. Ajtayné Károlyfi Kitti,  
Győr, Győr-Moson-Sopron megye, Magyarország.
- Ajtayné, K. (2020. november 11). *3D felmérések alapjai és pontfelhők*.  
Ajtayné Károlyfi Kitti, Győr, Győr-Moson-Sopron megye, Magyarország.
- archdaily.com. (2020. március 28). *Building D(emountable) /  
architectenbureau cepezed*. Forrás: Archdaily.com:  
[https://www.google.com/search?q=Demountable+office+building+Delft&sxsrf=A0aemvLKTHY7HQp80UvZX-IHNTz3eJfbsw%3A1638972060120&ei=nLqwYdLkBsSU9u8P\\_I2SoAw&ved=0ahUKEwjS osLbrtT0AhVEiv0HHfyGBMQQ4dUDCA4&uact=5&oq=Demountable+office+building+Delft&gs\\_lcp=Cgdnd3Mtd](https://www.google.com/search?q=Demountable+office+building+Delft&sxsrf=A0aemvLKTHY7HQp80UvZX-IHNTz3eJfbsw%3A1638972060120&ei=nLqwYdLkBsSU9u8P_I2SoAw&ved=0ahUKEwjS osLbrtT0AhVEiv0HHfyGBMQQ4dUDCA4&uact=5&oq=Demountable+office+building+Delft&gs_lcp=Cgdnd3Mtd)
- archifm.net. (2021). Forrás: ArchiFM: <https://archifm.net/?lang=hu>
- Arkance Systems Hungary. (2021. 07 16). *A digitális iker BIM technológia az építészet, tervezés, kivitelezés számára*. Forrás: Arkance Systems:  
<https://bim.cads.hu/digitalis-iker-bim-technologia-epiteszet-tervezes-kivitelezes-szamara/>
- Az Országos Széchényi Könyvtár digitalizálási stratégiája. (2017).  
Budapest.
- Bencze, Á. (2020). Digitalizálódó építőipar. *Innotéka*.
- BIM: Magicad*. (2021). Forrás: Magicad: <https://www.magicad.com/en/bim/>
- cepezed.nl. (2020. május 19). *virtual building visit building d(emountable)*.  
Forrás: cepezed.nl: <https://www.cepezed.nl/en/news/virtueel-projectbezoek-bouwdeel-demontabel/54428/>
- Chaillou, S. (2019. február 27). *AI & Architecture*. Forrás: Medium.com:  
<https://medium.com/built-horizons/ai-architecture-4c1ec34a42b8>
- Chameleon. (2018). *A Jövőálló Okosotthon*. Magyarország.

- Deák, M., Kari, S., Pesti, M., & Riedek, M. (2017). Korszerű homlokzatfelmérési módszertan – fotogrammetria, statikus és mobil lézerszkennelés összehasonlítása. *Metszet*.
- Dezeen staff. (2021). Digital twins will lead to "a huge revolution" for designers says Anne Asensio of Dassault Systèmes. *Dezeen*.
- Domac, M. (2021. április 13.). Új építőipari technológiák 2021-ben. Forrás: Planradar: <https://www.planradar.com/hu/uj-epitkezesi-technologiak/#2.10>
- Dúll, A. (2009). *Helyek, tárgyak, viselkedés*. Budapest: L'Harmattan.
- Dúll, A. (2017). *Épített környezet és pszichológia*.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook*. Amerikai Egyesült Államok: John Wiley & Sons.
- Fine, D., Havas, A., Hieronimus, S., Jánoskúti, L., Kadocsa, A., & Puskás, P. (2018). [https://www.itbusiness.hu/technology/aktualis\\_lapszam/human/mesterseg-es-intelligencia-segitsegevel](https://www.itbusiness.hu/technology/aktualis_lapszam/human/mesterseg-es-intelligencia-segitsegevel). *McKinsey & Company*. McKinsey & Company.
- Géczy, N. (2019). *Design – Tér- és formakultúra*. Budapest: SCOLAR KIADÓ KFT.
- Gobesz, F.-Z. (2020). A BIM Gyökerei. In G. Ferdinánd-Zsongor. Sciendo.
- HaskoningDHV, R. (2021). *Integrated Digital Delivery*. (J. Makwana, Előadó) Jugal Makwana, Bécs, Ausztria.
- Hayes, M. (2020. január 31.). *KHL*. Forrás: Virtual and augmented reality: The realities of modern construction: <https://www.khl.com/1142216.article>
- Hegedűs, G. (2018. január 14). *magyerepitok.hu*. Forrás: Digitális építőipar: ha életben akarunk maradni, nem lehet elkerülni!: <https://magyarepitok.hu/iparagi-hirek/2018/01/digitalis-epitoipar-ha-életben-akarunk-maradni-nem-lehet-elkerulni->
- HILTI. (2020. február). *BIM WITH HILTI. ENABLING PRODUCTIVITY ALONG ENTIRE WORKFLOW*. Daniel Gmeiner, Berlin, Németország.
- Hortoványi, L., Szabó, Z., Nagy, S., & Stukovszky, T. (2020). A digitális transzformáció munkahelyekre gyakorolt hatásai – Felkészültek-e a hazai vállalatok a benne rejlő nagy lehetőségekre (vagy a veszélyekre)?\*. In *A digitális transzformáció munkahelyekre gyakorolt hatásai – Felkészültek-e a hazai vállalatok a benne rejlő nagy lehetőségekre (vagy a veszélyekre)?\** (old.: 73-96).
- Idegen-szavak*. (2021). Forrás: Idegen szavak gyűjteménye: <https://idegen-szavak.hu/deviancia>
- Illés, A. (2013). 3D nyomtatás az építészetben. *Budapesti Műszaki Egyetem* (old.: 4-9). Budapest: Budapesti Műszaki Egyetem.

- industry4.hu. (2021). *Dolgozók internete (IoT)*. Forrás: Industry4:  
<http://industry4.hu/hu/fogalomtar/dolgozok-internete-iot>
- Industry4.hu. (2021). *Kiber-fizikai rendszerek*. Forrás: Industry4.hu:  
<http://industry4.hu/en/fogalomtar/kiber-fizikai-rendszerek>
- Ipar4.hu. (2016). *MI AZ AZ IPAR 4.0?* Forrás: Ipar4.hu:  
<https://www.ipar4.hu/page/ipari-forradalmak-ipar-4-0>
- IT-businesses.hu. (2003. június 4.). *Middleware – köztesszoftver*. Forrás:  
IT-businesses.hu: [https://www.it-business.hu/technology/aktualis\\_lapszam/business/Middleware469](https://www.it-business.hu/technology/aktualis_lapszam/business/Middleware469)
- jgypk.hu. (2021). *jgypk*. Forrás: Pedagógiai pszichológiai jegyzet óvodapedagógusoknak:  
[http://www.jgypk.hu/mentorhalo/tananyag/Pedagogiai\\_pszichologia\\_jegyzet\\_vodapedagogusoknak/21\\_a\\_szocializaci\\_fogalma.html](http://www.jgypk.hu/mentorhalo/tananyag/Pedagogiai_pszichologia_jegyzet_vodapedagogusoknak/21_a_szocializaci_fogalma.html)
- Lexiq. (2021. október 13). *Lexiq*. Forrás: Cyber: <https://lexiq.hu/cyber>
- Luomala, P. (2019. Július 25). Forrás: MagicAD:  
<https://www.magicad.com/en/case/atiproject-bim-magicad-denmark-hospital-project/>
- m2mzona.hu. (2018. Október 24). *infoter*. Forrás: infoter.eu:  
<https://infoter.eu/cikk/hogyan-konnyiti-meg-a-cegek-eletet-az-okos-epulet>
- Megoldásközpont. (2019. július 24). *Megoldásközpont*. Forrás:  
<https://megoldaskozpont.com/lexikon/arousal-fogalma/>
- Moreira, S. (2020. május 1). 7 Practical Applications of Artificial Intelligence in Urban Management. *ArchDaily*.
- naturalwood.com. (2021). *Laminated veneer lumber (LVL)*. Forrás:  
naturalwood.com: <https://www.naturallywood.com/products/laminated-veneer-lumber/>
- Németh, Z. (2018. május 30). *HungaroCAD*. Forrás: HungaroCAD.hu:  
<https://www.hungarocad.hu/mesterseges-intelligencia-az-epitoiparban/>
- okt.ektf.hu. (2021. 09 25). <http://okt.ektf.hu/>. Forrás: Eszterházy Károly Főiskola Oktatás- és Kommunikációtechnológiai Tanszék:  
[http://okt.ektf.hu/data/forgos/file/tananyag/forgo/841a\\_kpdigitalizls\\_lpsei.html](http://okt.ektf.hu/data/forgos/file/tananyag/forgo/841a_kpdigitalizls_lpsei.html)
- okt.ektf.hu. (2021. 09 26). <http://okt.ektf.hu/>. Forrás: Eszterházy Károly Főiskola Oktatás- és Kommunikációtechnológiai Tanszék:  
[http://okt.ektf.hu/data/forgos/file/tananyag/forgo/864a\\_hangdigitalizls\\_folyamata.html](http://okt.ektf.hu/data/forgos/file/tananyag/forgo/864a_hangdigitalizls_folyamata.html)
- Pallasmaa, J. (2018). *A bőr szemei*. Typotex Kiadó.
- Sarhan, M. (2020). Mixed Reality Applications Powered by IoE and Edge Computing: A Survey. *ResearchGate* (old.: 125-136). ResearchGate.

- Shahinmoghadam, M., & Motamedi, A. (2019). Review of BIM-centered IoT deployment: State of the Art, Opportunities, and Challenges. *Researchgate* (old.: 1-9). Researchgate.
- Simon, J. (2014). A tárgyak internete - Internet of Things (IoT). (old.: 1-8.). ResearchGate.
- Spiller, N. (2008). *Digitális építészet ma*. Budapest: TERC kiadó.
- support.microsoft.com. (2021). *RGB függvény*. Forrás: support.microsoft.com: <https://support.microsoft.com/hu-hu/office/rgb-f%C3%BCggv%C3%A9ny-aa04db19-fb8a-4f58-9ad6-71a1f5a43e94>
- Szabó, Á. (2021). *Getenergy*. Forrás: Getenergy.hu: <https://www.getenergy.hu/blog/az-almeros-jogszabaly-magyarazata-gyakorlati-peldakkal/>
- Szalai, D. (2021. december 3). *FM rendszerek, parametrikus tervezés, szimulációk, minősítések*. Szalai Dóra, Győr, Győr-Moson-Sopron megye, Magyarország.
- Szombati, O. (2014). *Digitális evolúció*. London: Palgrave Machmillan.
- Tárgyak Internete Internet of Things (IoT)*. (2015). Budapest.
- Teizer, J., Wolf, M., Neges, H.-M., & König, M. (2017). Internet of Things (IoT) for Integrating Environmental and Localization Data in Building Information Modeling (BIM). *Researchgate* (old.: 1-8). Researchgate.
- Vereckei, S. (2017). *A "MÚLT" DIGITALIZÁLÁSA*. Budapest.
- Xiaomishop. (2021. Október 22). *xiaomishop*. Forrás: xiaomishop.hu: <https://xiaomishop.hu/hogy-mukodik-mennyibe-kerul-es-egyaltalan-mi-az-okosotthon>
- Zagorác, M., & Szabó, B. (2018). *BIM-KÉZIKÖNYV*. Budapest: Lechner Nonprofit Kft.
- Zettel, B. (2021). *Into its Component Parts: Office Building in Delft. Detail*.
- Zsiga, Z. (2013. December 9). Forrás: Építészfórum: <https://epiteszforum.hu/letezik-e-virtualis-epiteszet-ma>

## ELÉRHETŐSÉG

Név, Neptun kód: Szűrös Zsolt, D6RS6S

Lakcím: 5440 Kunszentmárton Izabella Királyné utca 19.

Mobil: 0630 274 8537

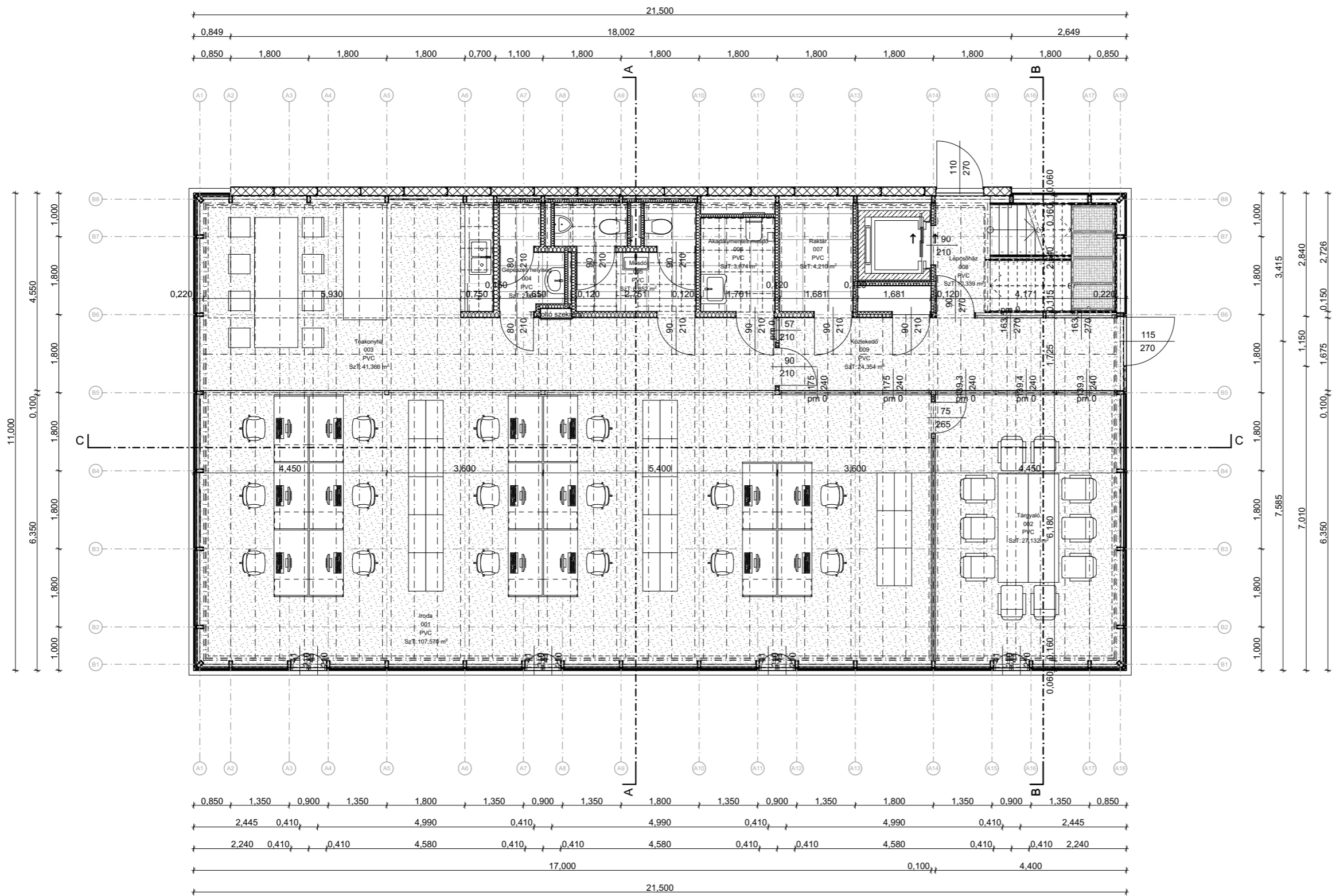
E-mail: [szurozs98@gmail.com](mailto:szurozs98@gmail.com)

## MELLÉKLETEK

- 01\_ Földszinti alaprajz
- 02\_ 1. Emeleti alaprajz
- 03\_ 2. Emeleti alaprajz
- 04\_ 3. Emeleti alaprajz
- 05\_ Tetőfelülnézet
- 06\_ A – B Metszet
- 07\_ C Metszet
- 08\_ Északi Homlokzat
- 09\_ Déli Homlokzat
- 10\_ Keleti – Nyugati Homlokzat
- 11\_ Tartószerkezeti modell
- 12\_ Földszinti épületgépészet
- 13\_ 1. Emeleti épületgépészet
- 14\_ 2. Emeleti épületgépészet
- 15\_ 3. Emeleti épületgépészet
- 16\_ Tetőfelülnézeti épületgépészet
- 17\_ Épületgépészet axonometria

# Földszinti alaprajz

ARCHICAD OKTATÁSI VERZIÓ



- R1**
  - PVC padlóburkolat 0,5 cm
  - Gipszrost kompozit padlóelem 2,5 cm
  - Aljzatbeton 5 cm
  - Technológiai fólia (PE) 1 rfg.
  - Lépcsőálló hőszigetelés 6 cm
  - Aljzatbeton 20 cm
  - XPS hőszigetelés 10 cm
  - Kavicsfeltöltés 40 cm
  - Termett talaj
- R2**
  - PVC padlóburkolat 0,5 cm
  - Gipszrost kompozit padlóelem 2,5 cm
  - Előregyártott LVL padlóelem 2,5 cm
  - Légrés/alulborda váz 40 cm
- R3**
  - Műanyag vízszigetelés 1 rfg.
  - Formavágtott Austrotherm XPS hőszigetelés 20 cm
  - Austrotherm XPS hőszigetelés 20 cm
  - Párazáró fólia 1 rfg.
  - Előregyártott LVL padlóelem 8 cm
  - Légrés/alulborda váz 40 cm
- F1**
  - Kétrétegű hőszigetelő üvegezés 0,5 cm
  - Pillérváz 16 cm

	Építőfa		Kőzetgyapot
	Vasbeton		Kavicsfeltöltés
	Beton		Termett talaj
	XPS hőszigetelés		Rozsdamentes acél

Tervezők	
Szűcs Zeolt	Építész-mérnök hallgató
Kárner Botond	Építész-mérnök hallgató
Vidosa Gréta	Építész-mérnök hallgató
Horváth Márton	Építész-mérnök hallgató
Csekme Roland	Építész-mérnök hallgató

**Építész**

**A Team**

**Megbízó**

cím: 9026 Győr Egyetem tér 1.

**Projekt adatok**

Megnevezése: Demountable Office Building - Delft

Helyszín: Delft, Netherlands Nieuwelaan 72

Terv típusa: Engedélyezési terv

Munkaszám: 0000

Terv adatok:

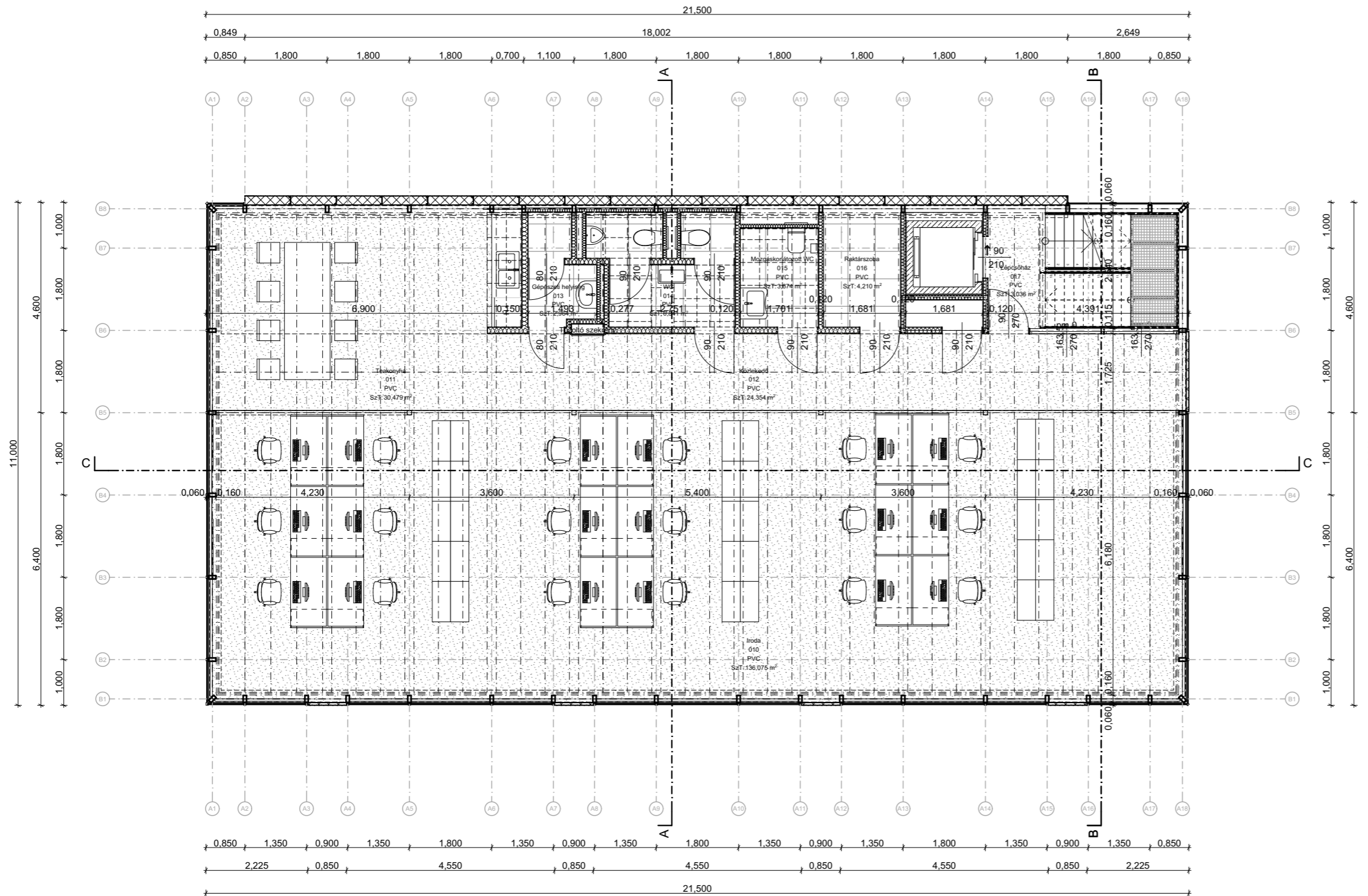
Lépték: M=1:100

Rajz megnevezése: Földszinti alaprajz

Tervlap szám: 01      Dátum: 2021.12.08.

# 1. Emeleti alaprajz

ARCHICAD OKTATÁSI VERZIÓ



- R1**
  - PVC padlóburkolat 0,5 cm
  - Gipszrost kompozit padlóelem 2,5 cm
  - Aljzatbeton 5 cm
  - Technológiai fólia (PE) 1 rfg.
  - Lépcsőálló hőszigetelés 6 cm
  - Aljzatbeton 20 cm
  - XPS hőszigetelés 10 cm
  - Kavicsfeltöltés 40 cm
  - Termett talaj
- R2**
  - PVC padlóburkolat 0,5 cm
  - Gipszrost kompozit padlóelem 2,5 cm
  - Előregyártott LVL padlóelem 2,5 cm
  - Légrés/alulborda váz 40 cm
- R3**
  - Műanyag vízszigetelés 1 rfg.
  - Formavágtott Austrotherm XPS hőszigetelés 20 cm
  - Austrotherm XPS hőszigetelés 20 cm
  - Párazáró fólia 1 rfg.
  - Előregyártott LVL padlóelem 8 cm
  - Légrés/alulborda váz 40 cm
- F1**
  - Kétrétegű hőszigetelő üvegezés 0,5 cm
  - Pillérváz 16 cm

- Építőfólia
- Kőzetgyapot
- Vasbeton
- Kavicsfeltöltés
- Beton
- Termett talaj
- XPS hőszigetelés
- Rozsdamentes acél

Tervezők	
Szűcs Zeolt	Építész-mérnök hallgató
Kárner Botond	Építész-mérnök hallgató
Vidosa Gréta	Építész-mérnök hallgató
Horváth Márton	Építész-mérnök hallgató
Csekme Roland	Építész-mérnök hallgató

**Építészet**

**A Team**

**Megbízó**

**SZÉCHENYI EGYETEM**  
UNIVERSITY OF GYŐR

cím: 9026 Győr Egyetem tér 1.

**Projekt adatok**

Megnevezése: Demountable Office Building - Delft

Helyszín: Delft, Netherlands Nieuwelaan 72

Terv típusa: Engedélyezési terv

Munkaszám: 0000

Terv adatok:

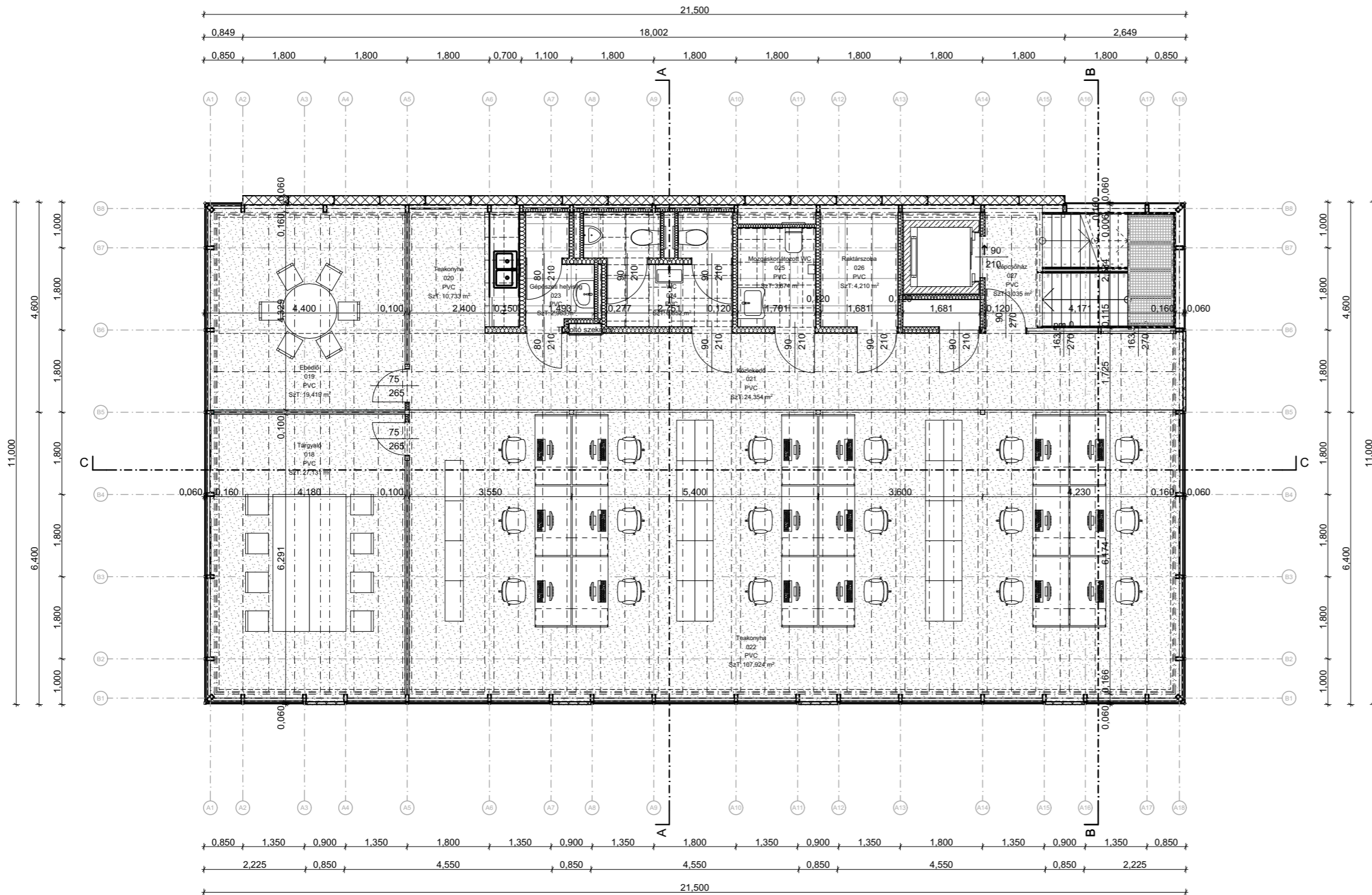
Lépték: M=1:100

Rajz megnevezése: 1. Emeleti alaprajz

Tervlap szám: 02      Dátum: 2021.12.08.

# 2. Emeleti alaprajz

ARCHICAD OKTATÁSI VERZIÓ



**R1**

- PVC padlóburkolat	0,5 cm
- Gipszrost kompozit padlóelem	2,5 cm
- Aljazt beton	5 cm
- Technológiai fólia (PE)	1 rtg.
- Lépcsőálló hőszigetelés	6 cm
- Aljazt beton	20 cm
- XPS hőszigetelés	10 cm
- Kavicsfeltöltés	40 cm
- Termett talaj	

**R2**

- PVC padlóburkolat	0,5 cm
- Gipszrost kompozit padlóelem	2,5 cm
- Előregyártott LVL padlóelem	2,5 cm
- Légrés/alulborda váz	40 cm

**R3**

- Műanyag vízszigetelés	1 rtg.
- Formavágtott Austrotherm XPS hőszigetelés	
- Austrotherm XPS hőszigetelés	20 cm
- Párazáró fólia	1 rtg.
- Előregyártott LVL padlóelem	8 cm
- Légrés/alulborda váz	40 cm

**F1**

- Kétrétegű hőszigetelő üvegezés	0,5 cm
- Pillérváz	16 cm

	Építőfa		Kőzetgyapot
	Vasbeton		Kavicsfeltöltés
	Beton		Termett talaj
	XPS hőszigetelés		Rozsdamentes acél

**Tervezők**

Szűcs Zeolt	Építésmérnök hallgató
Karner Botond	Építésmérnök hallgató
Vidosa Gréta	Építésmérnök hallgató
Horváth Márton	Építésmérnök hallgató
Csekme Roland	Építésmérnök hallgató

**Építész**

**A Team**

**Megbízó**

cím: 9026 Győr Egyetem tér 1.

**Projekt adatok**

Megnevezése: Demountable Office Building - Delft

Helyszín: Delft, Netherlands Nieuwelaan 72

Terv típusa: Engedélyezési terv

Munkaszám: 0000

Terv adatok:

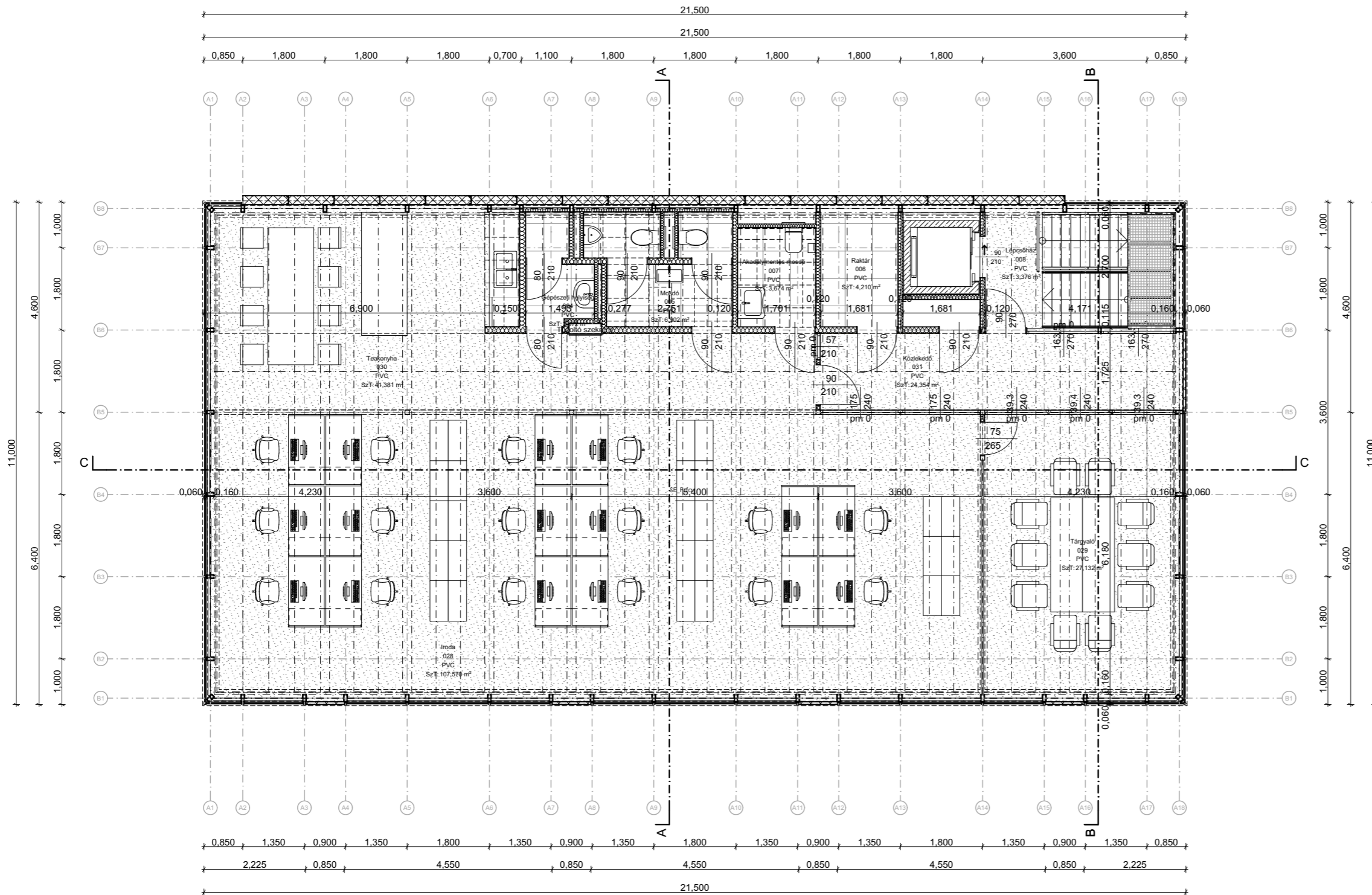
Lépték: M=1:100

Rajz megnevezése: 2. Emeleti alaprajz

Tervlap szám: 03      Dátum: 2021.12.08.

# 3. Emeleti alaprajz

ARCHICAD OKTATÁSI VERZIÓ



**R1**

- PVC padlóburkolat	0,5 cm
- Gipszrost kompozit padlóelem	2,5 cm
- Aljazatbeton	5 cm
- Technológiai fólia (PE)	1 rfg.
- Lépcsőálló hőszigetelés	6 cm
- Aljazatbeton	20 cm
- XPS hőszigetelés	10 cm
- Kavicsfeltöltés	40 cm
- Termett talaj	

**R2**

- PVC padlóburkolat	0,5 cm
- Gipszrost kompozit padlóelem	2,5 cm
- Előregyártott LVL padlóelem	2,5 cm
- Légrés/alulborda váz	40 cm

**R3**

- Műanyag vízszigetelés	1 rfg.
- Formavágtott Austrotherm XPS hőszigetelés	20 cm
- Austrotherm XPS hőszigetelés	20 cm
- Párazáró fólia	1 rfg.
- Előregyártott LVL padlóelem	8 cm
- Légrés/alulborda váz	40 cm

**F1**

- Kétrétegű hőszigetelő üvegezés	0,5 cm
- Pillérváz	16 cm

	Építőfa		Kőzetgyapot
	Vasbeton		Kavicsfeltöltés
	Beton		Termett talaj
	XPS hőszigetelés		Rozsdamentes acél

**Tervezők**

Szűcs Zeolt	Építésmérnök hallgató
Kárner Botond	Építésmérnök hallgató
Vidosa Gréta	Építésmérnök hallgató
Horváth Márton	Építésmérnök hallgató
Csikme Roland	Építésmérnök hallgató

**Építész**

**A Team**

**Megbízó**

**SZÉCHENYI  
EGYETEM**  
UNIVERSITY OF GYŐR

cím: 9026 Győr Egyetem tér 1.

**Projekt adatok**

Megnevezése:  
**Demountable Office Building - Delft**

Helyszín:  
Delft, Netherlands Nieuwealaan 72

Terv típusa:  
Engedélyezési terv

Munkaszám:  
0000

Terv adatok:

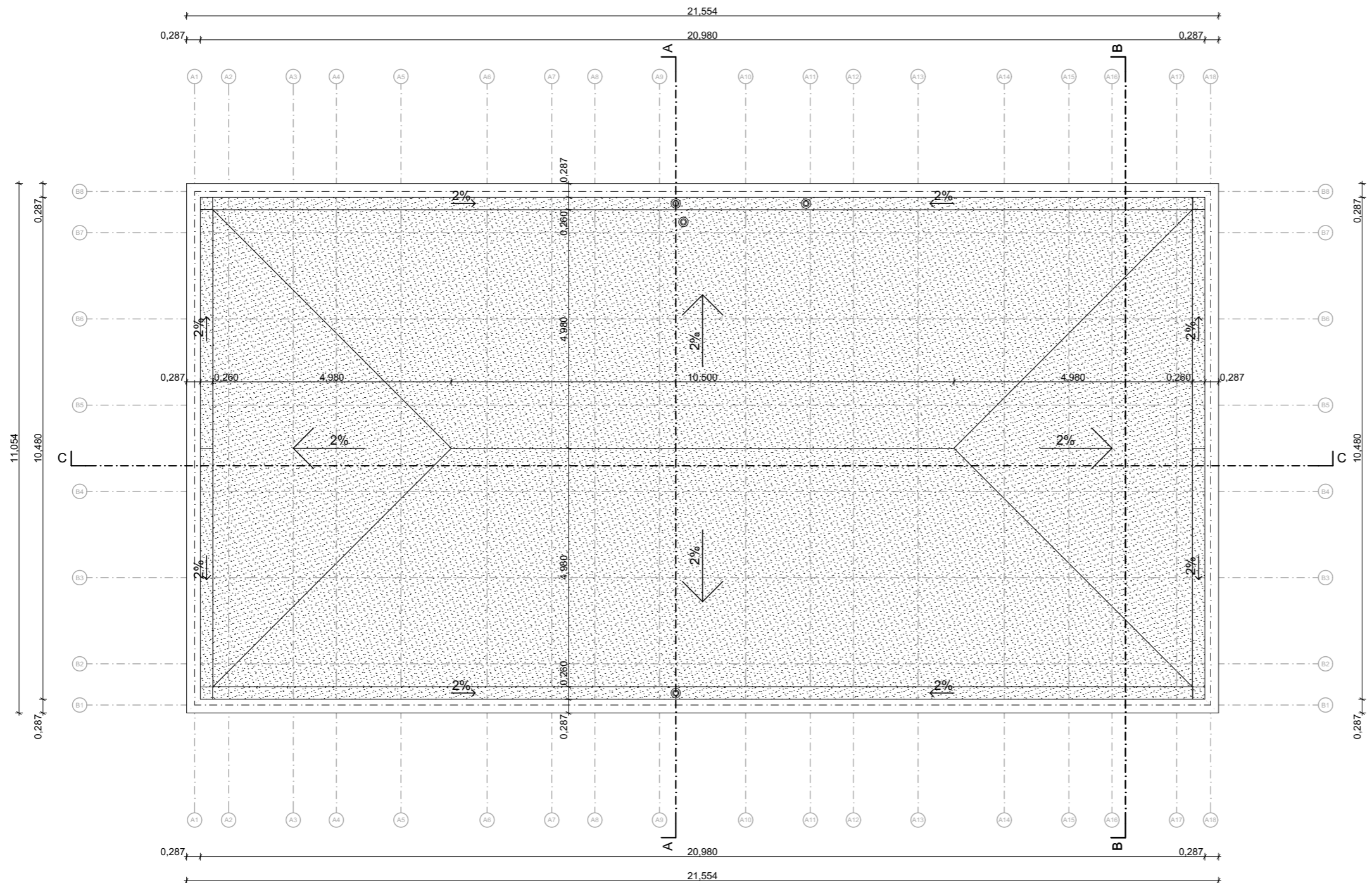
Lépték:  
M=1:100

Rajz megnevezése:  
**3. Emeleti alaprajz**

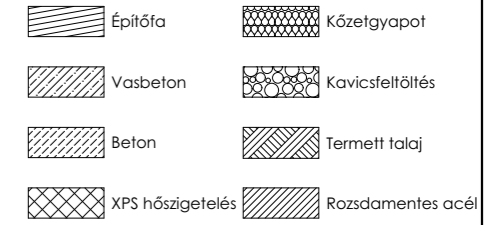
Tervlap szám: 04      Dátum: 2021.12.08.

# Tetőfelülnézet

ARCHICAD OKTATÁSI VERZIÓ



- R1**
  - PVC padlóburkolat 0,5 cm
  - Gipszrost kompozit padlóelem 2,5 cm
  - Aljzatbeton 5 cm
  - Technológiai fólia (PE) 1 rfg.
  - Lépcsőálló hőszigetelés 6 cm
  - Aljzatbeton 20 cm
  - XPS hőszigetelés 10 cm
  - Kavicsfeltöltés 40 cm
  - Termett talaj
- R2**
  - PVC padlóburkolat 0,5 cm
  - Gipszrost kompozit padlóelem 2,5 cm
  - Előregyártott LVL padlóelem 2,5 cm
  - Légrés/alulborda váz 40 cm
- R3**
  - Műanyag vízszigetelés 1 rfg.
  - Formavágtott Austrotherm XPS hőszigetelés 20 cm
  - Austrotherm XPS hőszigetelés 20 cm
  - Párazáró fólia 1 rfg.
  - Előregyártott LVL padlóelem 8 cm
  - Légrés/alulborda váz 40 cm
- F1**
  - Kétrétegű hőszigetelő üvegezés 0,5 cm
  - Pillérváz 16 cm



Tervezők	
Szűcs Zeolt	Építész-mérnök hallgató
Karner Botond	Építész-mérnök hallgató
Vidosa Gréta	Építész-mérnök hallgató
Horváth Márton	Építész-mérnök hallgató
Csekme Roland	Építész-mérnök hallgató

Építész	
<b>A Team</b>	

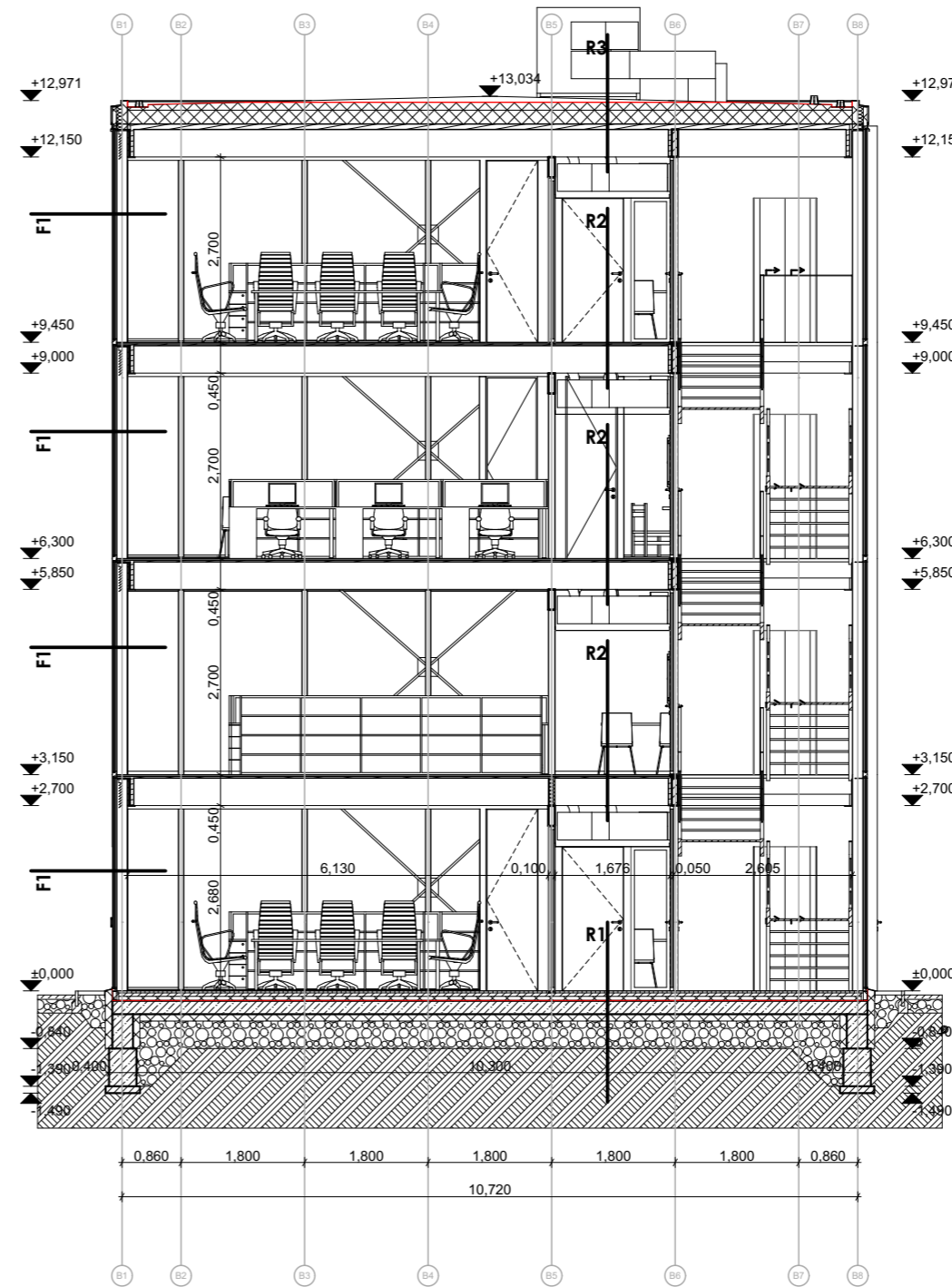
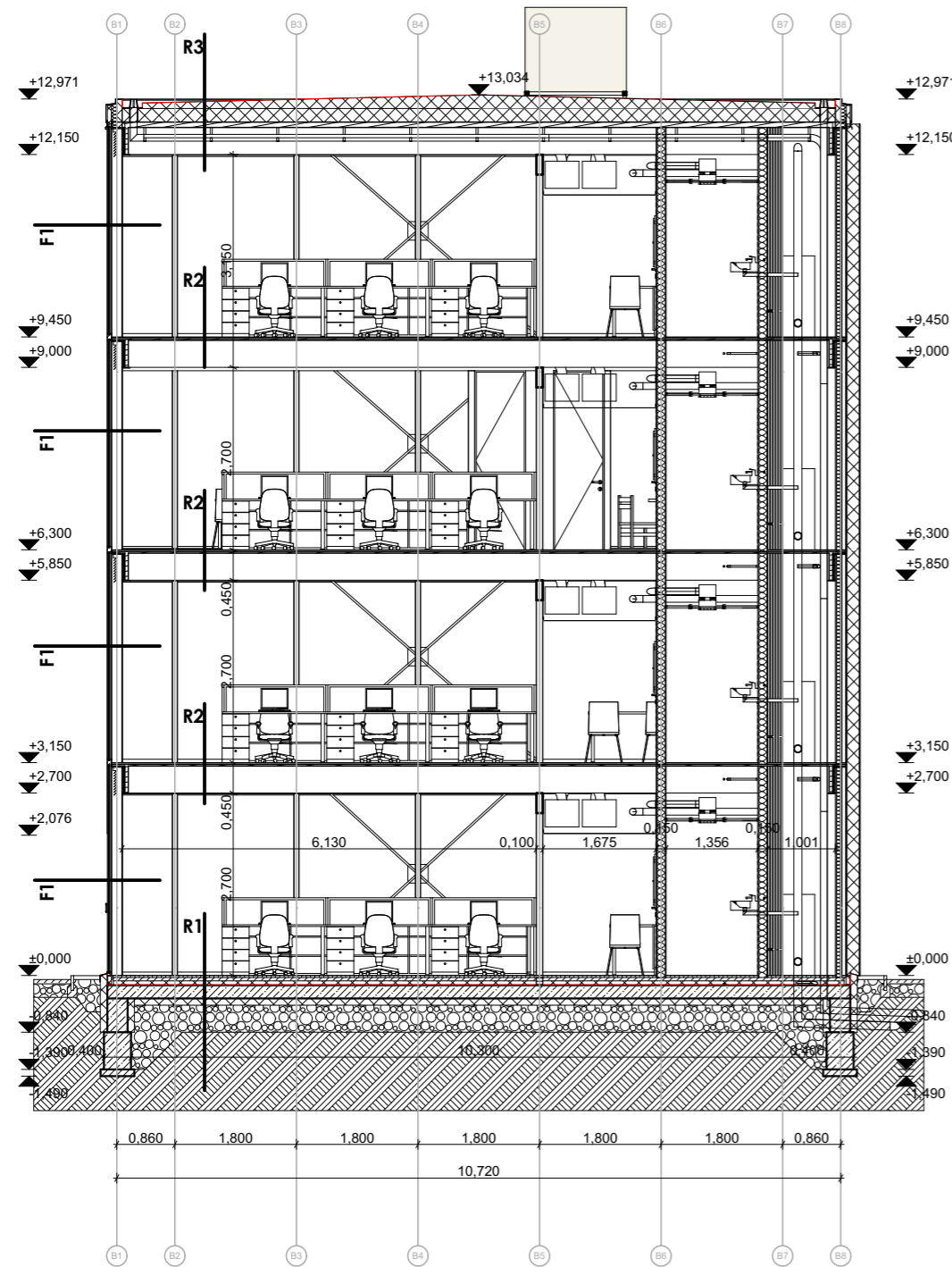
Megbízó	
cím: 9026 Győr Egyetem tér 1.	

Projekt adatok	
Megnevezése:	
Demountable Office Building - Delft	
Helyszín:	
Delft, Netherlands Nieuwelaan 72	
Terv típusa:	
Kiviteli terv	
Munkaszám:	
0000	
Terv adatok:	
Lépték:	M=1:100
Rajz megnevezése:	
Tetőfelülnézet	
Tervlap szám:	05
Dátum:	2021.12.08.

# A Metszet

# B Metszet



<b>R1</b>	- PVC padlóburkolat - Gipszrost kompozit padlóelem - Aljzabeton - Technológiai fólia (PE) - Lépcsőálló hőszigetelés - Aljzabeton - XPS hőszigetelés - Kavicsfeltöltés - Termett talaj	0,5 cm 2,5 cm 5 cm 1 rtg. 6 cm 20 cm 10 cm 40 cm
<b>R2</b>	- PVC padlóburkolat - Gipszrost kompozit padlóelem - Előregyártott LVL padlóelem - Légrés/alulborda váz	0,5 cm 2,5 cm 2,5 cm 40 cm
<b>R3</b>	- Műanyag vízszigetelés - Formavágott Austrotherm XPS hőszigetelés - Austrotherm XPS hőszigetelés - Párazáró fólia - Előregyártott LVL padlóelem - Légrés/alulborda váz	1 rtg. 20 cm 1 rtg. 8 cm 40 cm
<b>F1</b>	- Kétrétegű hőszigetelő üvegezés - Pillérváz	0,5 cm 16 cm

	Építőfa		Kőzetgyapot
	Vasbeton		Kavicsfeltöltés
	Beton		Termett talaj
	XPS hőszigetelés		Rozsdamentes acél

Tervezők	
Szűcs Zsolt	Építész-mérnök hallgató
Kárner Botond	Építész-mérnök hallgató
Vidosa Gréta	Építész-mérnök hallgató
Horváth Márton	Építész-mérnök hallgató
Csekme Roland	Építész-mérnök hallgató

**Építészet**

**A Team**

**Megbízó**

cím: 9026 Győr Egyetem tér 1.

**Projekt adatok**

Megnevezése:

Demountable Office Building - Delft

Helyszín:  
Delft, Netherlands Nieuwealaan 72

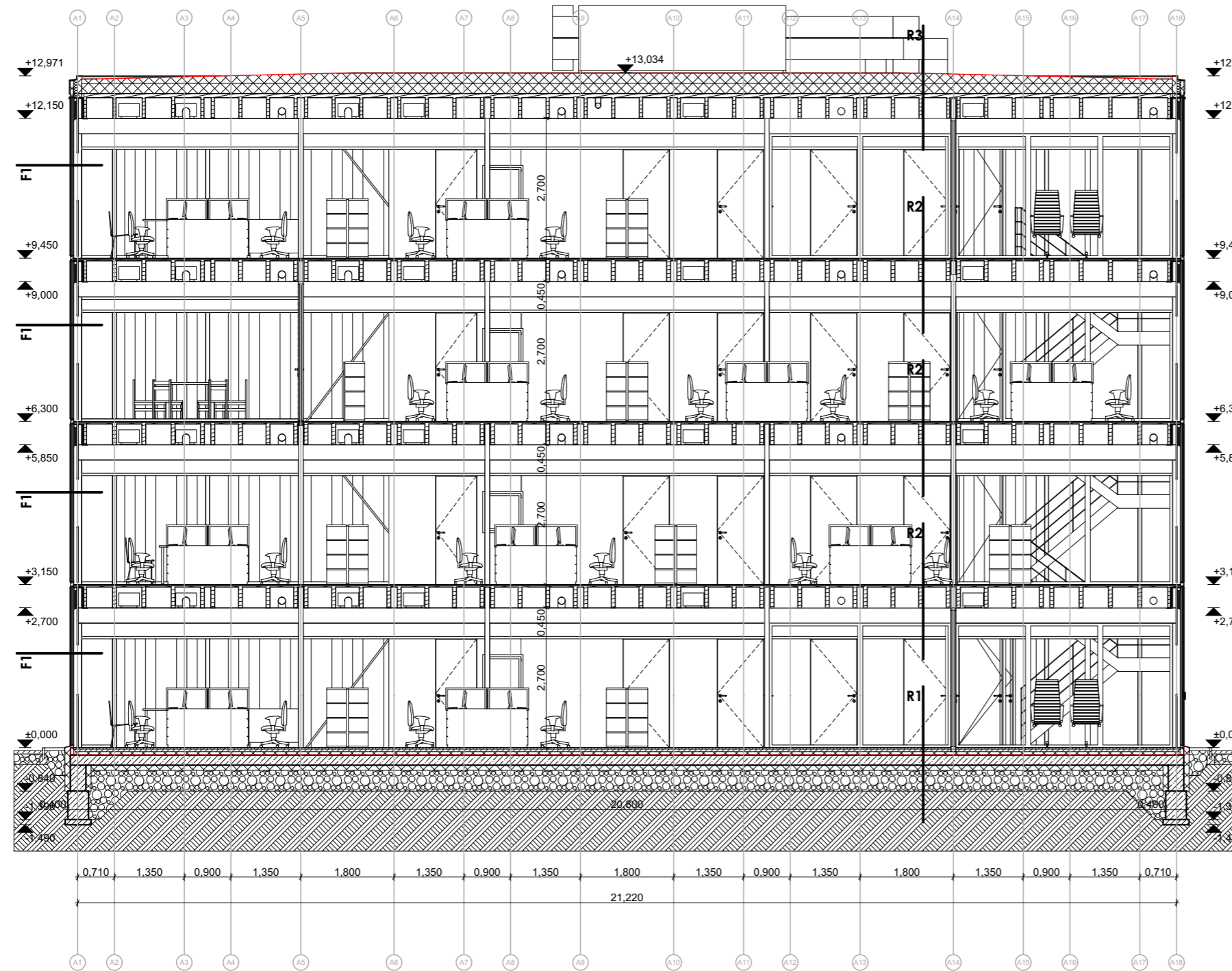
Terv típusa:  
Engedélyezési terv

Munkaszám: 0000

Terv adatok:  
Lépték: M=1:100

Rajz megnevezése:  
A - B Metszet

Tervlap szám: 06      Dátum: 2021.12.08.



<b>R1</b>	- PVC padlóburkolat - Gipszrost kompozit padlóelem - Aljzátbeton - Technológiai fólia (PE) - Lépcsőálló hőszigetelés - Aljzátbeton - XPS hőszigetelés - Kavicsfeltöltés - Termett talaj	0,5 cm 2,5 cm 5 cm 1 rtg. 6 cm 20 cm 10 cm 40 cm
<b>R2</b>	- PVC padlóburkolat - Gipszrost kompozit padlóelem - Előregyártott LVL padlóelem - Légrés/alulborda váz	0,5 cm 2,5 cm 2,5 cm 40 cm
<b>R3</b>	- Műanyag vízszigetelés - Formavágott Austrotherm XPS hőszigetelés - Austrotherm XPS hőszigetelés - Párazáró fólia - Előregyártott LVL padlóelem - Légrés/alulborda váz	1 rtg. 20 cm 1 rtg. 8 cm 40 cm
<b>F1</b>	- Kétrétegű hőszigetelő üvegezés - Pillérváz	0,5 cm 16 cm

	Építőfa		Kőzetgyapot
	Vasbeton		Kavicsfeltöltés
	Beton		Termett talaj
	XPS hőszigetelés		Rozsdamentes acél

**Tervezők**

Szűcs Zsolt	Építésmérnök hallgató
Kárner Botond	Építésmérnök hallgató
Vidosa Gréta	Építésmérnök hallgató
Horváth Márton	Építésmérnök hallgató
Csekme Roland	Építésmérnök hallgató

**Építész**

**A Team**

**Megbízó**

cím: 9026 Győr Egyetem tér 1.

**Projekt adatok**

Megnevezése:  
**Demountable Office Building - Delft**

Helyszín:  
Delft, Netherlands Nieuwelaan 72

Terv típusa:  
Engedélyezési terv

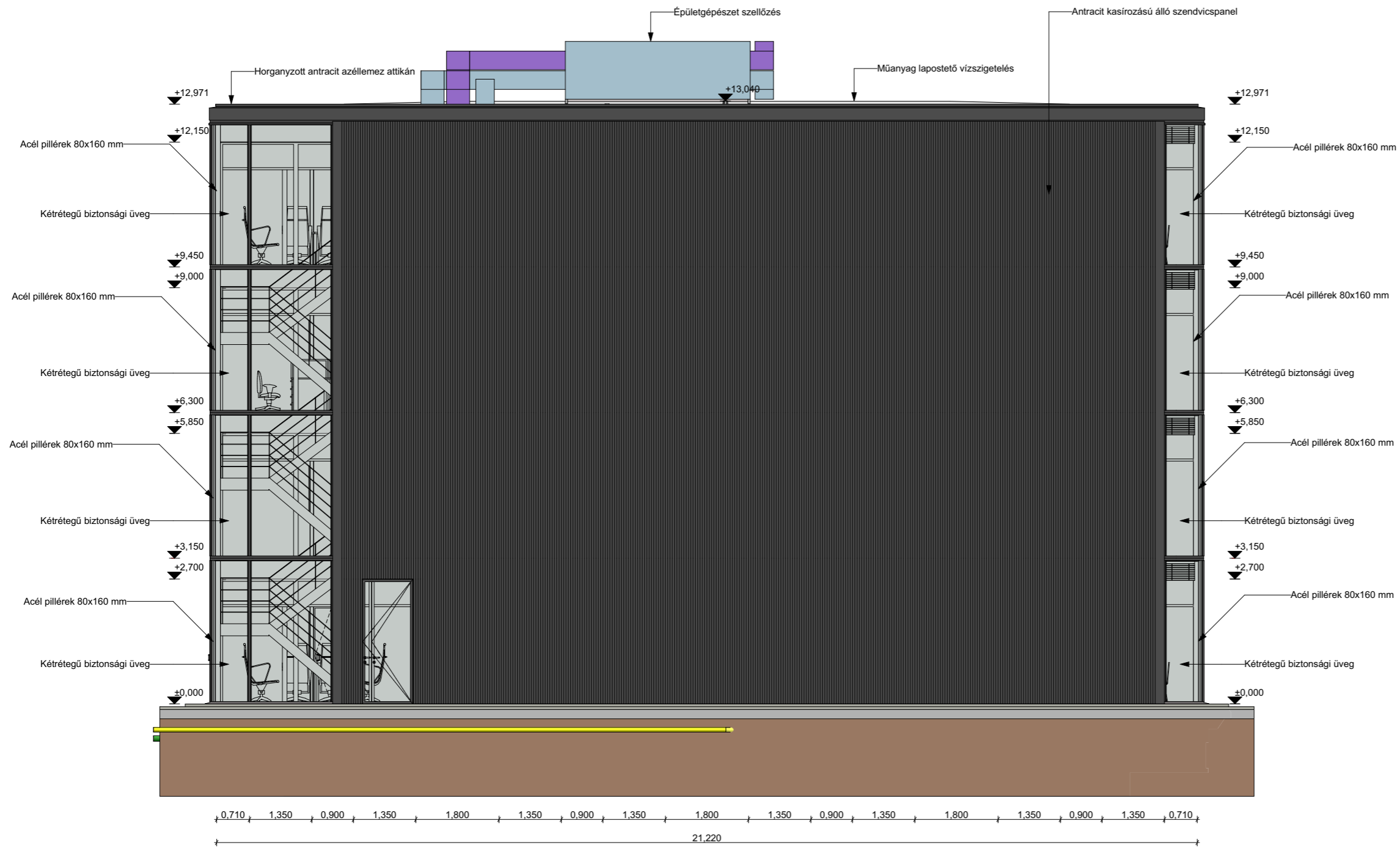
Munkaszám: 0000

**Terv adatok**

Lépték: M=1:100

Rajz megnevezése:  
**C Metszet**

Tervlap szám: 07      Dátum: 2021.12.08.

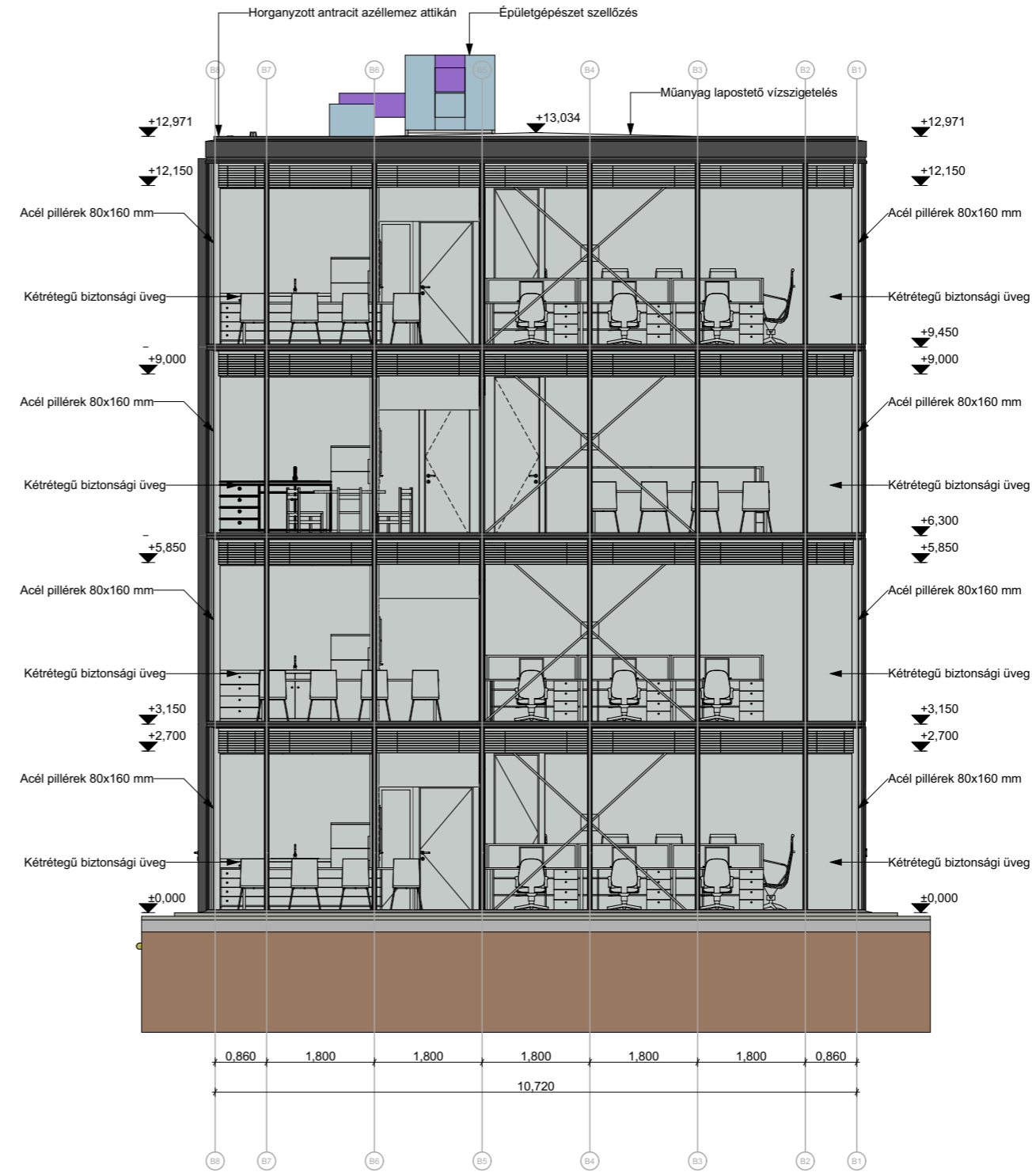
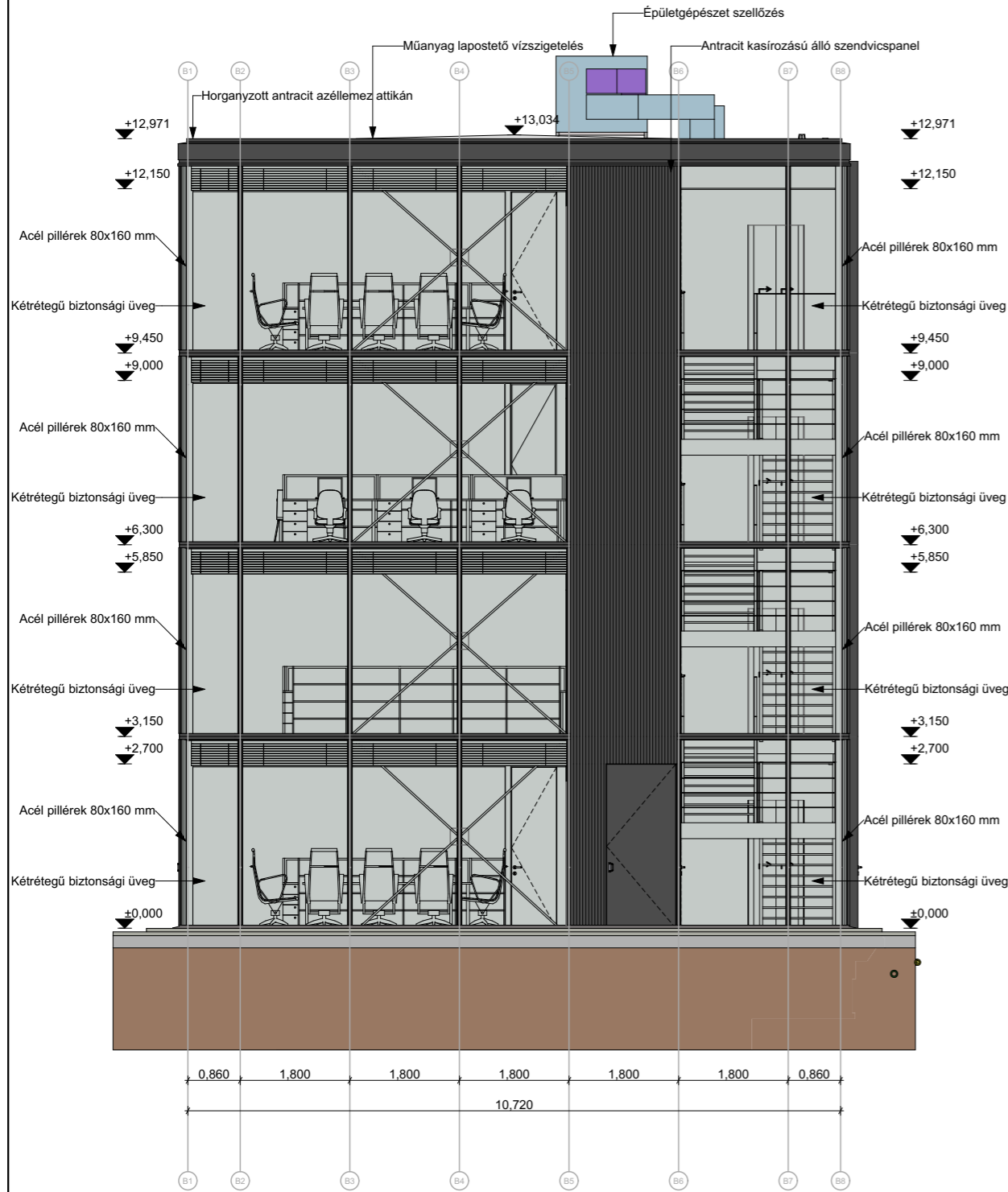


Tervezők	
Szűcs Zsolt	Építész-mérnök hallgató
Kárner Botond	Építőmérnök hallgató
Vidosza Gréta	Építőmérnök hallgató
Horváth Márton	Építőmérnök hallgató
Csakme Roland	Építőmérnök hallgató
Építész	
<b>A Team</b>	
Megbízó	
<b>SZÉCHENYI EGYETEM</b> UNIVERSITY OF GYŐR	
cím: 9026 Győr Egyetem tér 1.	
Projekt adatok	
Megnevezése:	
Demountable Office Building - Delft	
Helyszín:	
Delft, Netherlands Nieuwetaan 72	
Terv típusa:	
Engedélyezési terv	
Munkaszám:	0000
Terv adatok:	
Lépték:	M=1:100
Rajz megnevezése:	
Északi Homlokzat	
Tervlap szám:	08
Dátum:	2021.12.08.



# K Homlokzat

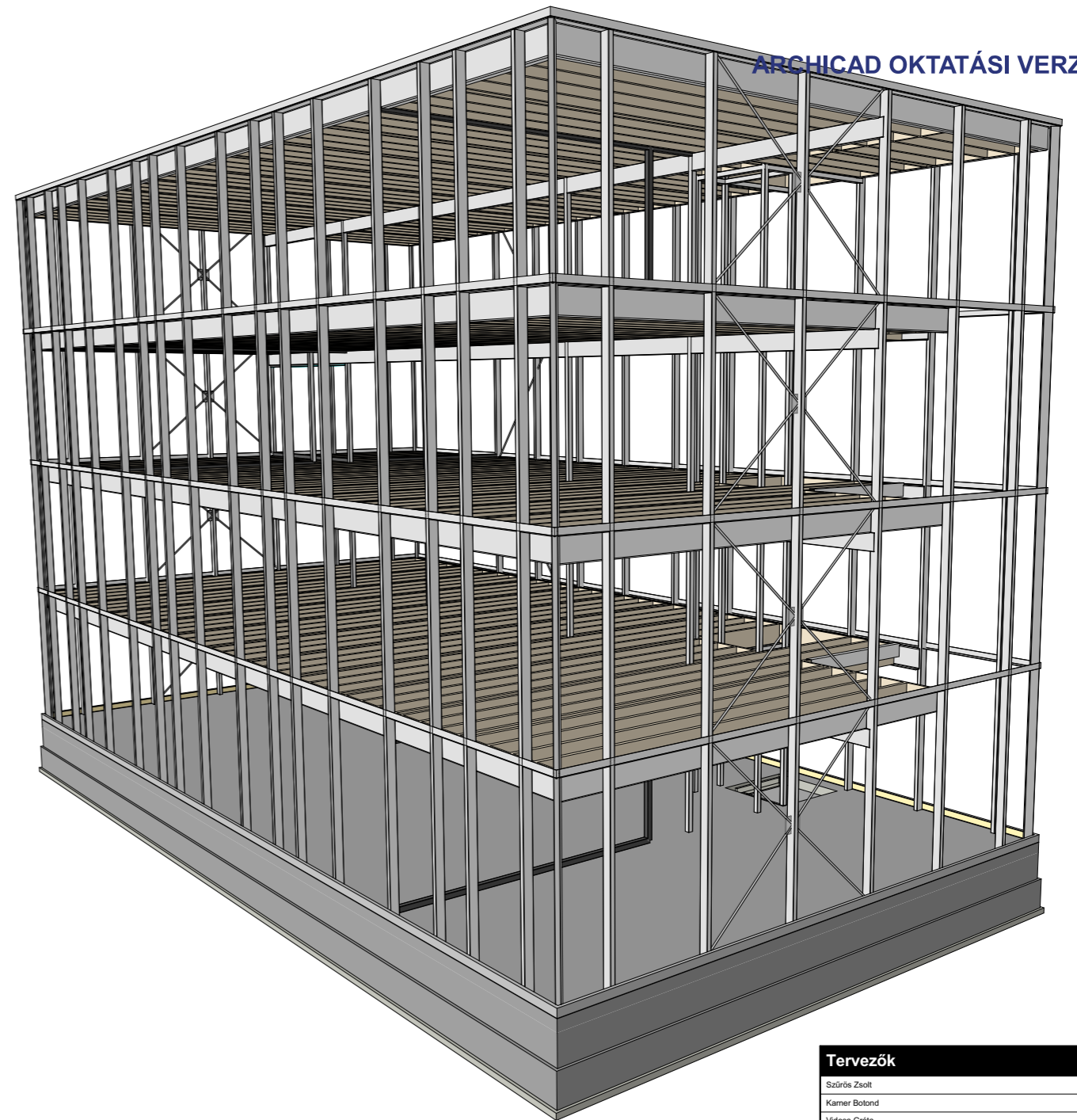
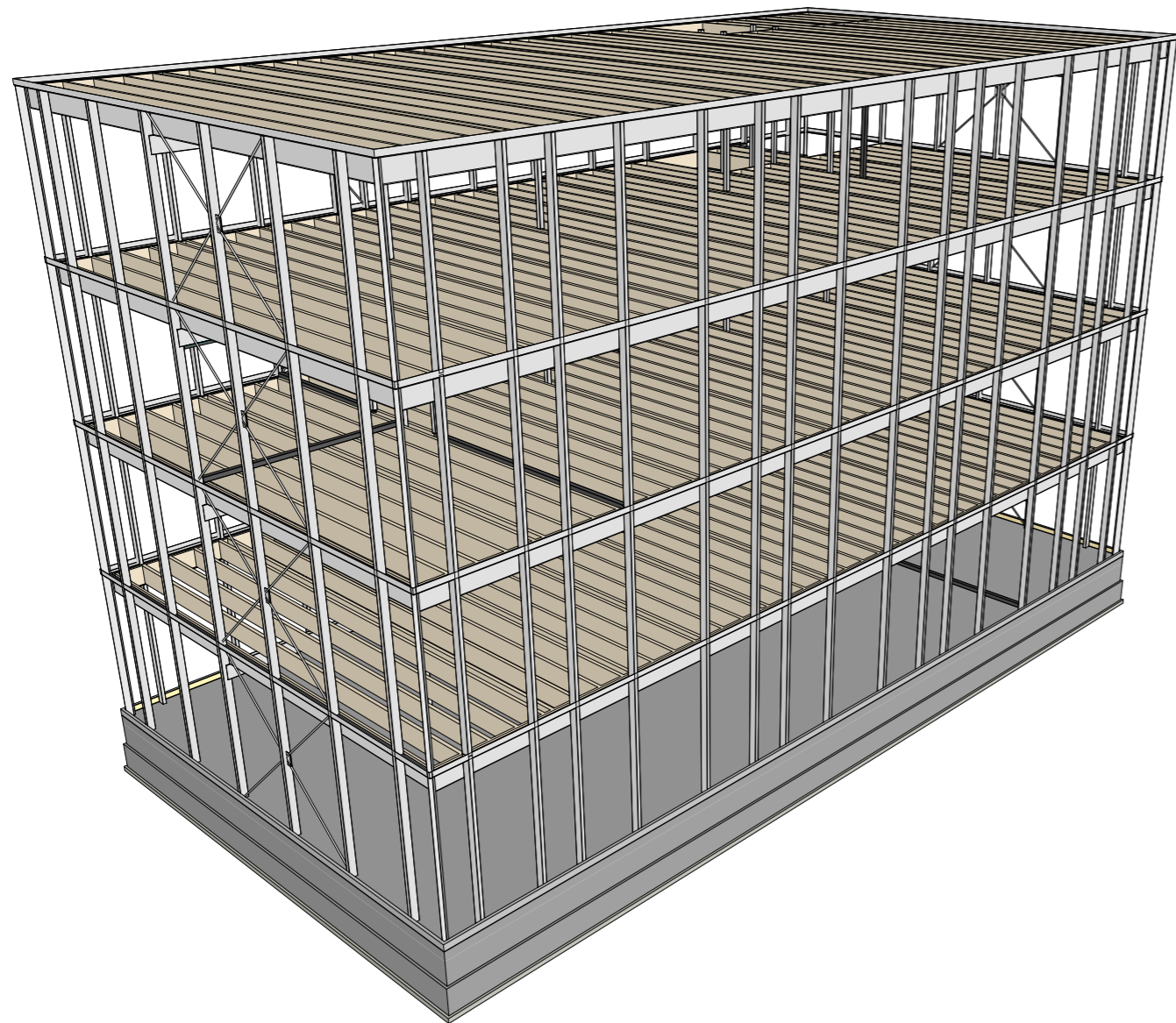
# Ny Homlokzat



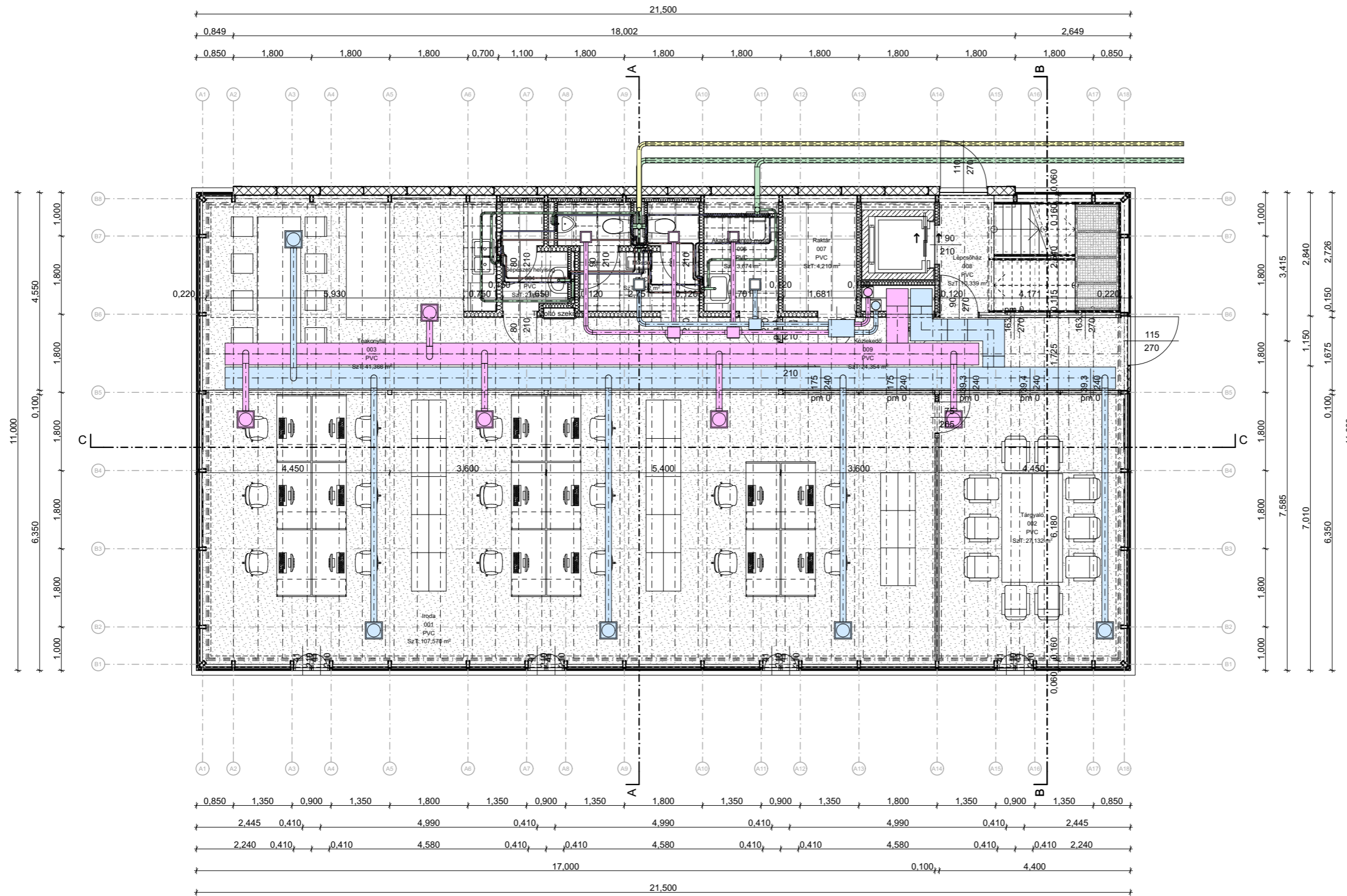
Tervezők	
Szűcs Zsolt	Építész mérnök hallgató
Kamer Botond	Építész mérnök hallgató
Vidosa Gréta	Építész mérnök hallgató
Horváth Márton	Építész mérnök hallgató
Csekne Roland	Építész mérnök hallgató
Építészet	
<b>A Team</b>	
<b>Megbízó</b> 	
<small>cím: 9026 Győr Egyetem tér 1.</small>	
Projekt adatok	
<b>Megnevezése:</b> Demountable Office Building - Delft	
<b>Helyszín:</b> Delft, Netherlands Nieuwelaan 72	
<b>Terv típusa:</b> Engedélyezési terv	
<b>Munkaszám:</b> 0000	
Terv adatok	
<b>Lépték:</b> M=1:100	
<b>Rajz megnevezése:</b> Keleti - Nyugati Homlokzat	
<b>Tervlap szám:</b> 10	<b>Dátum:</b> 2021.12.08.

# Tartószerkezeti modell

ARCHICAD OKTATÁSI VERZIÓ



<b>Tervezők</b>	
Szűrös Zsolt	Építészmérnök hallgató
Kárner Botond	Építészmérnök hallgató
Vidosa Greta	Építészmérnök hallgató
Horváth Márton	Építészmérnök hallgató
Csekme Roland	Építészmérnök hallgató
<b>Építészet</b>	
<b>A Team</b>	
<b>Megbízó</b>	
	
<small>cím: 9026 Győr Egyetem tér 1.</small>	
<b>Projekt adatok</b>	
Megnevezése:	
Demountable Office Building - Delft	
Helyszín:	
Delft, Netherlands Nieuwelaan 72	
Terv típusa:	
Engedélyezési terv	
Munkaszám:	0000
<b>Terv adatok:</b>	
Lépték:	
Rajz megnevezése:	
Tartószerkezeti modell	
Tervlap szám:	11
Dátum:	2021.12.08.

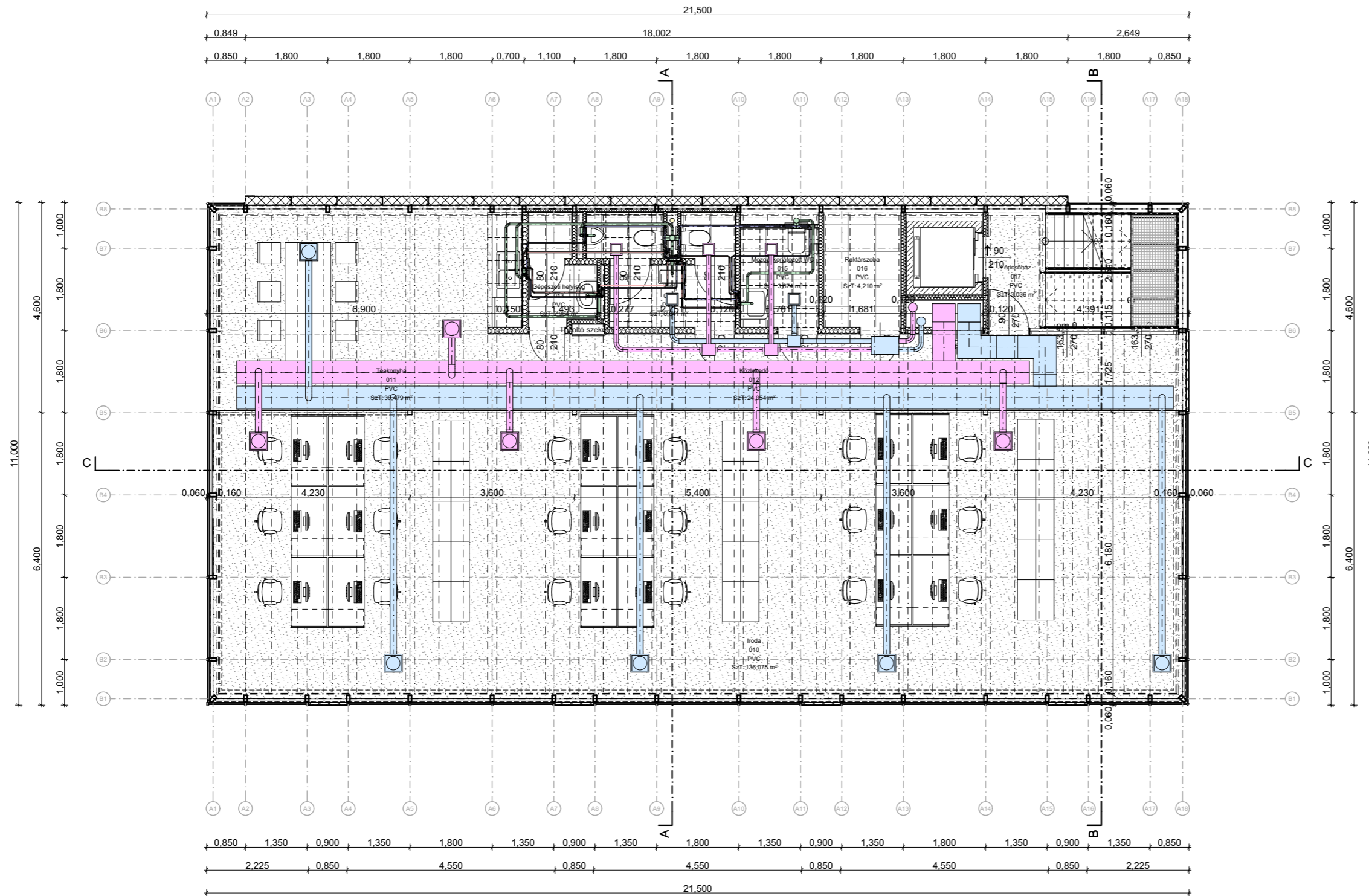


- Szellőzés (Friss levegő)
- Szellőzés (Elhasznált levegő)
- Hideg víz
- Meleg víz
- Szennyvíz
- Csapadékvíz

Tervezők	
Szűcs Zeolt	Építésmérnök hallgató
Kárner Botond	Építésmérnök hallgató
Vidosa Gréta	Építésmérnök hallgató
Horváth Márton	Építésmérnök hallgató
Csekme Roland	Építésmérnök hallgató
Építész	
<b>A Team</b>	
Megbízó	
<b>SZÉCHENYI EGYETEM</b> UNIVERSITY OF GYŐR	
cím: 9026 Győr Egyetem tér 1.	
Projekt adatok	
Megnevezése:	
Demountable Office Building - Delft	
Helyszín:	
Delft, Netherlands Nieuwealaan 72	
Terv típusa:	
Engedélyezési terv	
Munkaszám:	0000
Terv adatok	
Lépték:	M=1:100
Rajz megnevezése:	
Földszinti épületgépészet	
Tervlap szám:	12
Dátum:	2021.12.08.

# 1. Emeleti épületgépészet

ARCHICAD OKTATÁSI VERZIÓ

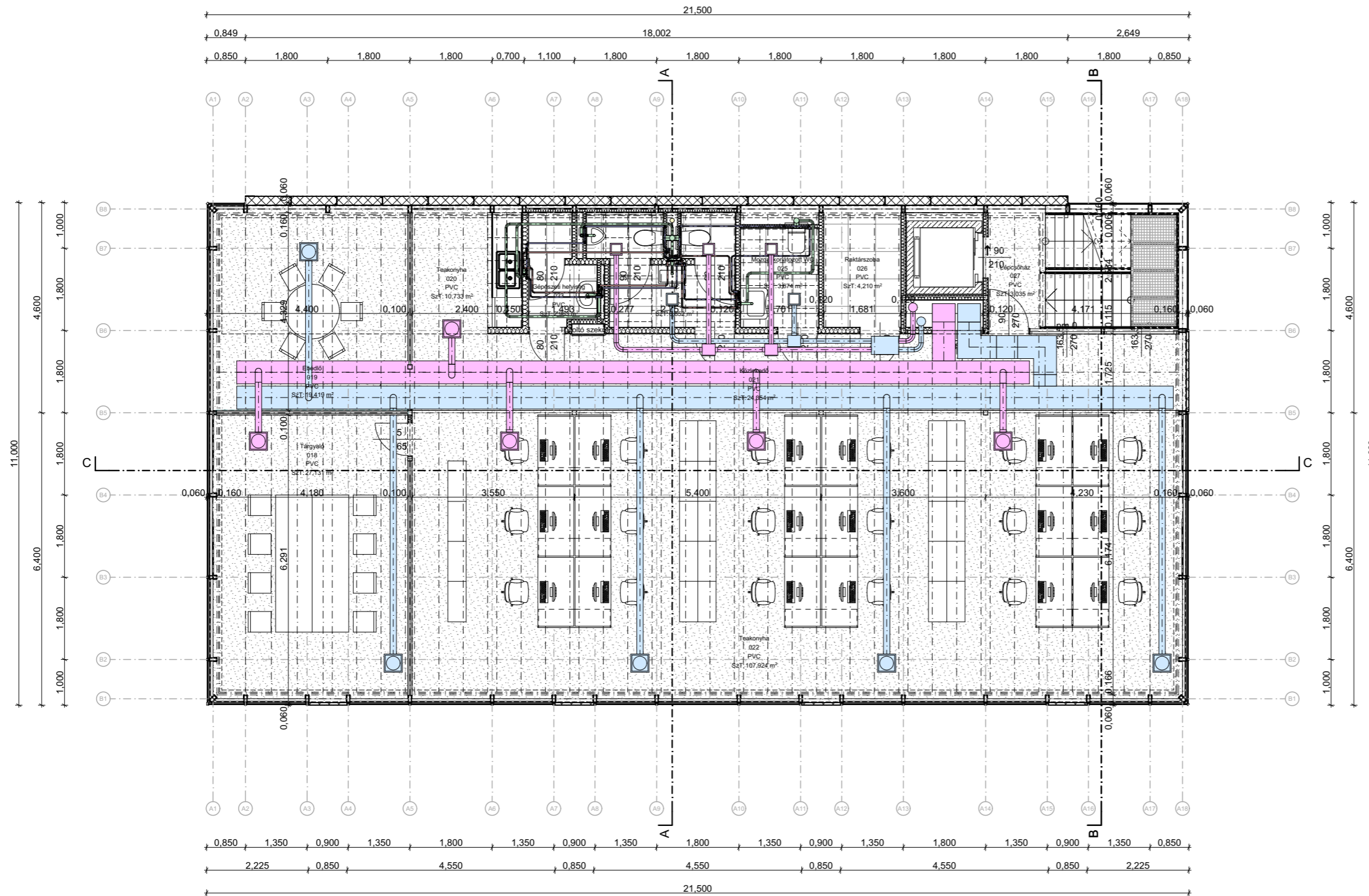


- Szellőzés (Friss levegő)
- Szellőzés (Elhasznált levegő)
- Hideg víz
- Meleg víz
- Szennyvíz
- Csapadékvíz

Tervezők	
Szűcs Zeolt	Építésmérnök hallgató
Kárner Botond	Építésmérnök hallgató
Vidosa Gréta	Építésmérnök hallgató
Horváth Márton	Építésmérnök hallgató
Csekme Roland	Építésmérnök hallgató
Építészeti	
<b>A Team</b>	
Megbízó	
<b>SZÉCHENYI EGYETEM</b> UNIVERSITY OF GYŐR	
cím: 9026 Győr Egyetem tér 1.	
Projekt adatok	
Megnevezése:	
Demountable Office Building - Delft	
Helyszín:	
Delft, Netherlands Nieuwealaan 72	
Terv típusa:	
Engedélyezési terv	
Munkaszám:	0000
Terv adatok	
Lépték:	M=1:100
Rajz megnevezése:	
1. Emeleti épületgépészet	
Tervlap szám:	13
Dátum:	2021.12.08.

# 2. Emeleti épületgépészet

ARCHICAD OKTATÁSI VERZIÓ

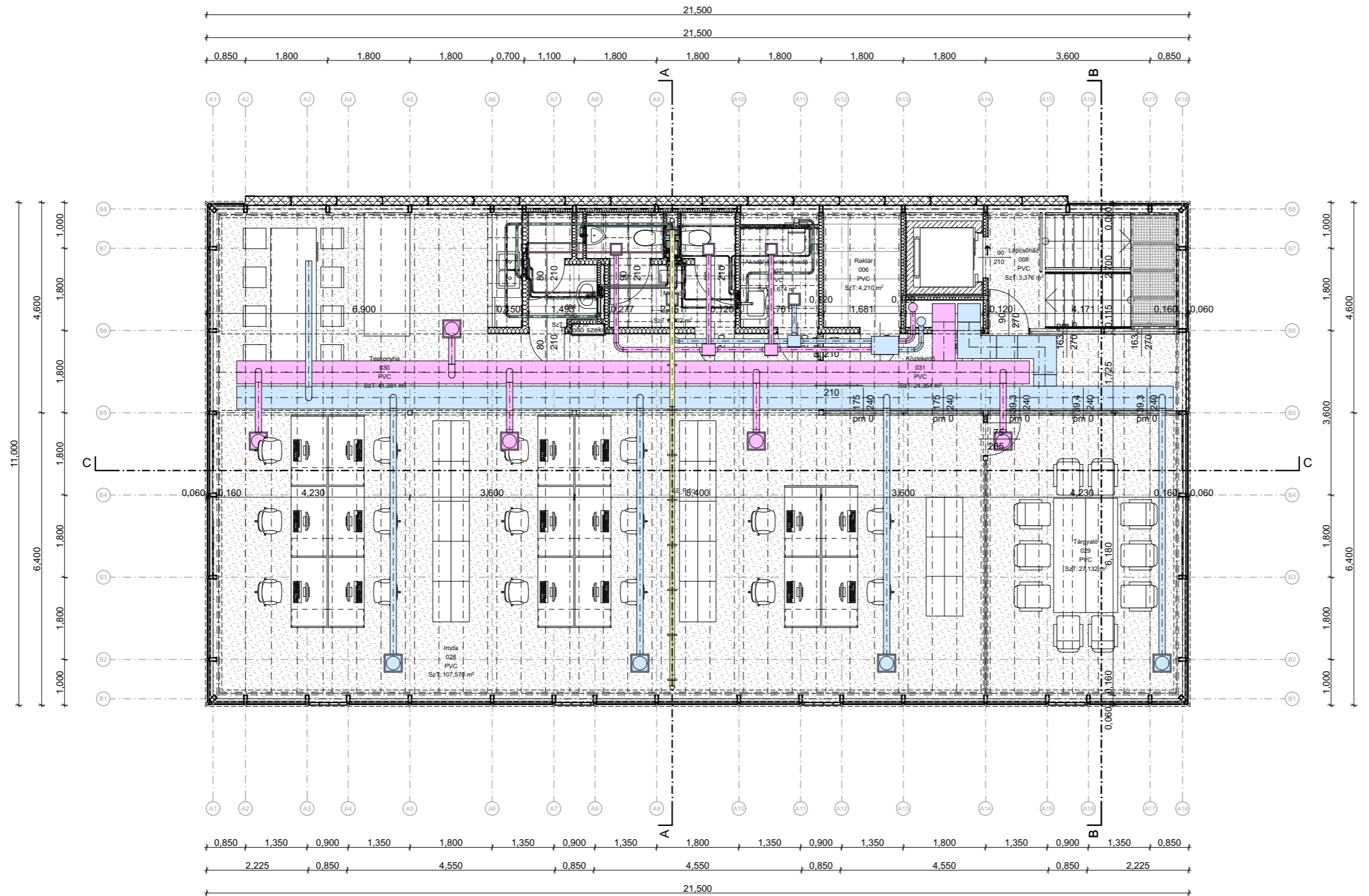


- Szellőzés (Friss levegő)
- Szellőzés (Elhasznált levegő)
- Hideg víz
- Meleg víz
- Szennyvíz
- Csapadékvíz

Tervezők	
Szűcs Zsolt	Építésmérnök hallgató
Kárner Botond	Építésmérnök hallgató
Vidosa Gréta	Építésmérnök hallgató
Horváth Márton	Építésmérnök hallgató
Csekme Roland	Építésmérnök hallgató
Építészeti	
A Team	
Megbízó	
cím: 9026 Győr Egyetem tér 1.	
Projekt adatok	
Megnevezése:	
Demountable Office Building - Delft	
Helyszín:	
Delft, Netherlands Nieuwealaan 72	
Terv típusa:	
Engedélyezési terv	
Munkaszám:	
0000	
Terv adatok	
Lépték:	
M=1:100	
Rajz megnevezése:	
2. Emeleti épületgépészet	
Tervlap szám:	14
Dátum:	2021.12.08.

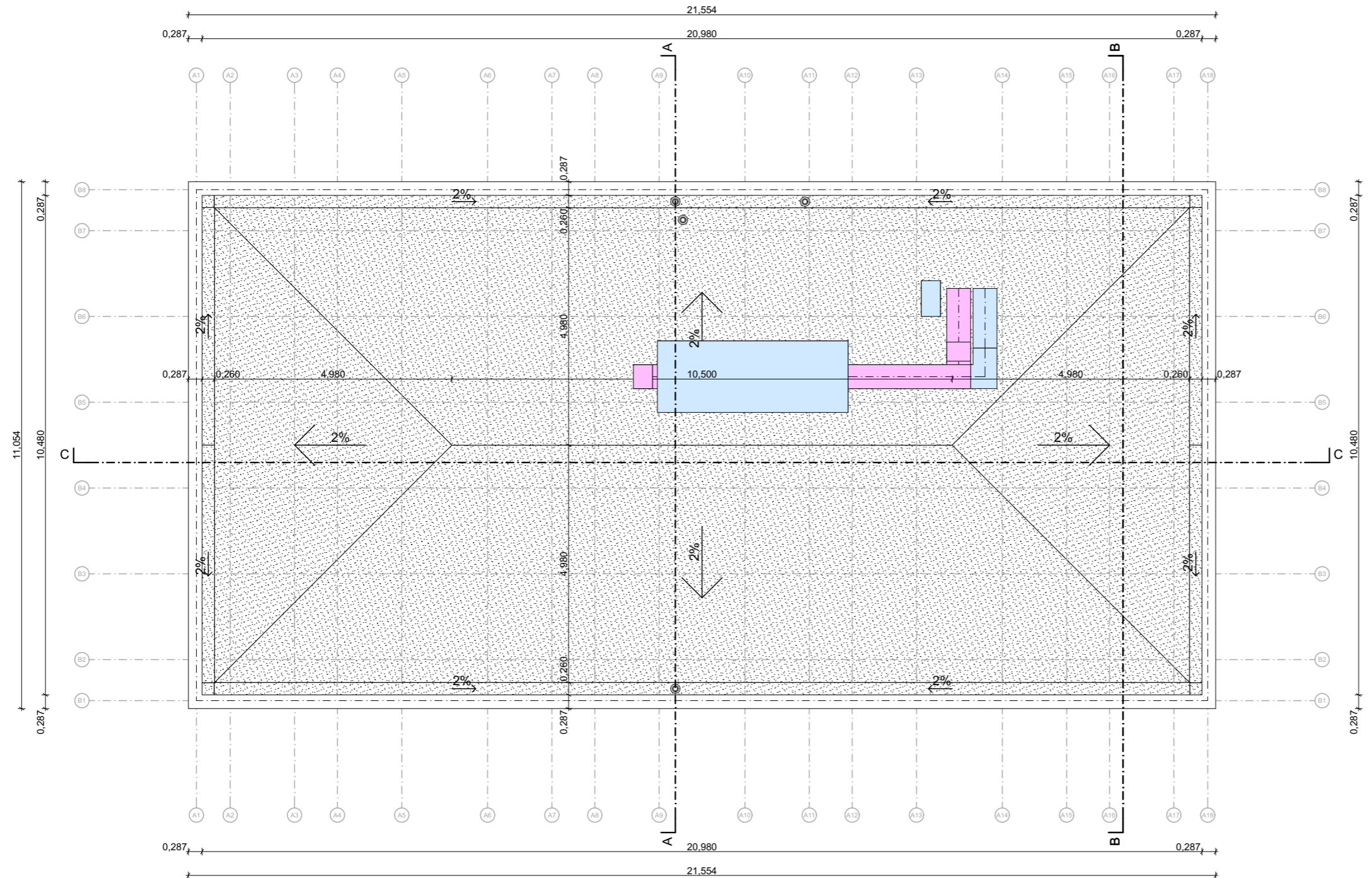
# 3. Emeleti épületgépészet

ARCHICAD OKTATÁSI VERZIÓ



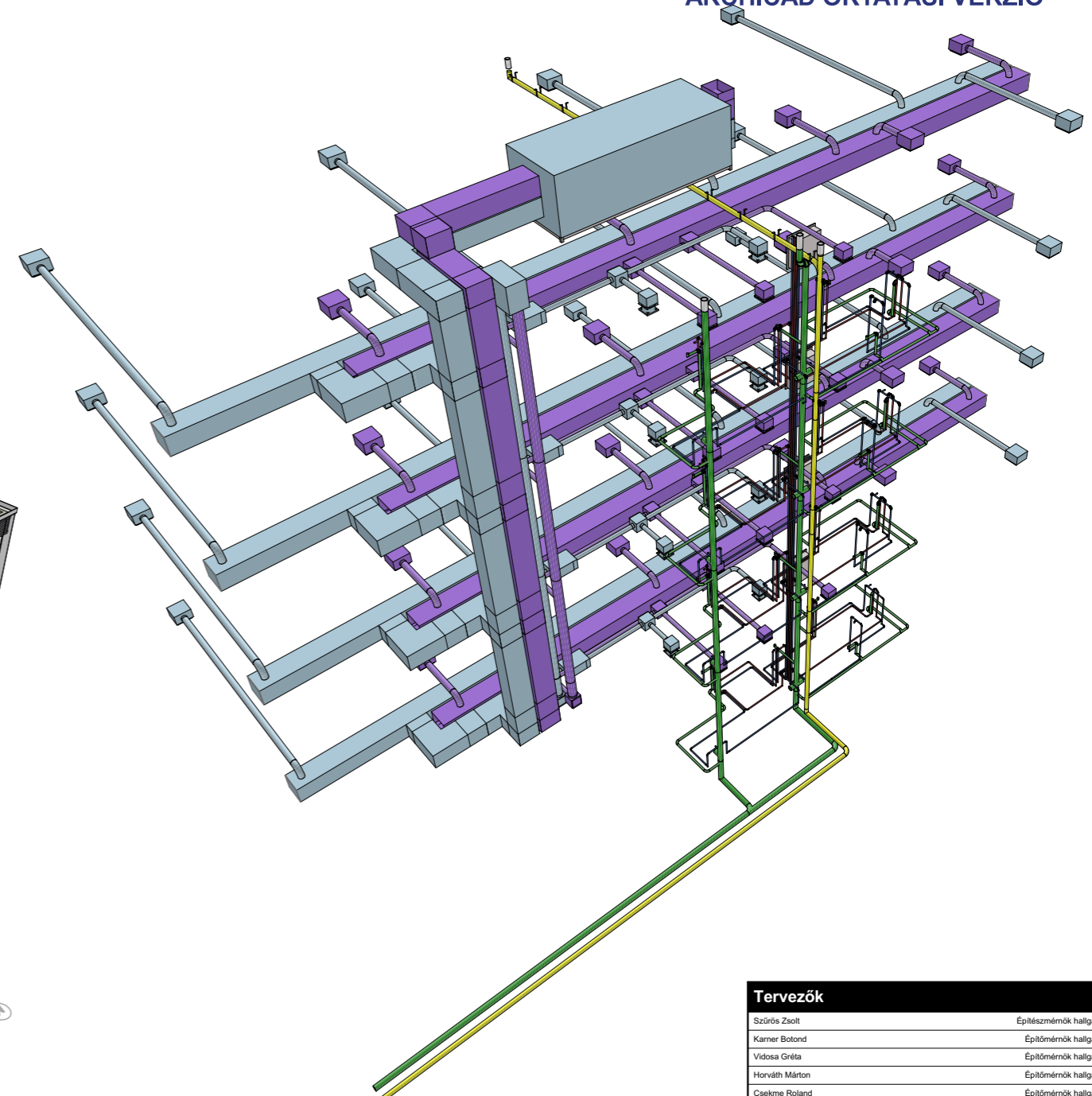
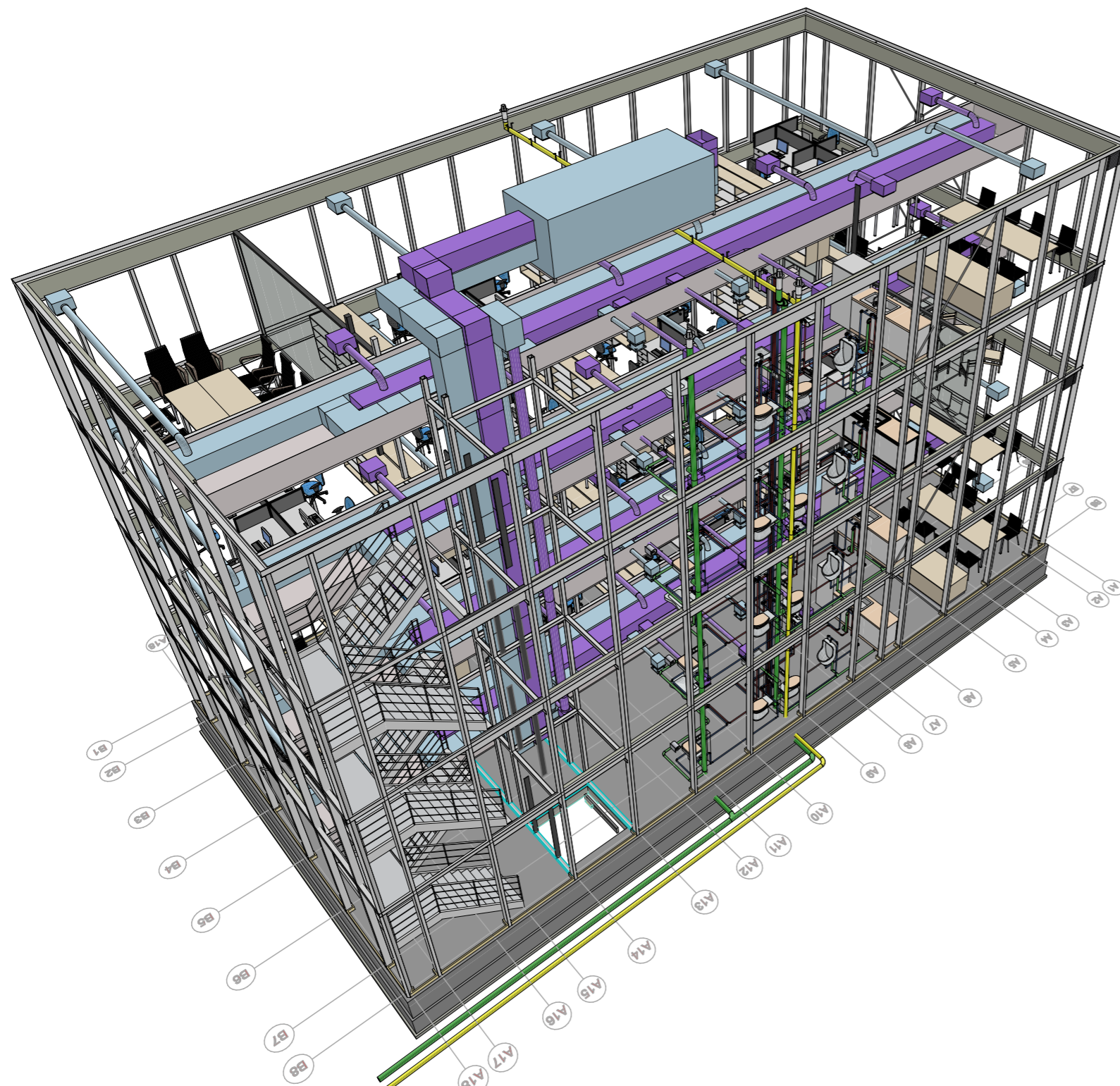
- Szellőzés (Friss levegő)
- Szellőzés (Elhasznált levegő)
- Hideg víz
- Meleg víz
- Szennyvíz
- Csapadékvíz

Tervezők	
Szűcs Zoltán	Építésmérnök hallgató
Kárner Botond	Építésmérnök hallgató
Vidosa Gréta	Építésmérnök hallgató
Horváth Márton	Építésmérnök hallgató
Csekme Roland	Építésmérnök hallgató
Építészet	
A Team	
Megbízó	
cím: 9026 Győr Egyetem tér 1.	
Projekt adatok	
Megnevezése:	
Demountable Office Building - Delft	
Helyszín:	
Delft, Netherlands Nieuwealaan 72	
Terv típusa:	
Engedélyezési terv	
Munkaszám:	
0000	
Terv adatok	
Lépték:	
M=1:100	
Rajz megnevezése:	
3. Emeleti épületgépészet	
Tervlap szám:	15
Dátum:	2021.12.08.



- Szellőzés (Friss levegő)
- Szellőzés (Elhasznált levegő)
- Hideg víz
- Meleg víz
- Szennyvíz
- Csapadékvíz

Tervezők	
Szűcs Zsolt	Építész mérnök hallgató
Karner Botond	Építész mérnök hallgató
Vidosa Gréta	Építész mérnök hallgató
Horváth Márton	Építész mérnök hallgató
Csekme Roland	Építész mérnök hallgató
Építész	
<b>A Team</b>	
Megbízó	
cím: 9026 Győr Egyetem tér 1.	
Projekt adatok	
Megnevezése:	Demountable Office Building - Delft
Helyszín:	Delft, Netherlands Nieuwelaan 72
Terv típusa:	Engedélyezési terv
Munkaszám:	0000
Terv adatok	
Lépték:	M=1:100
Rajz megnevezése:	Tetőfelülnézeti épületgépészet
Tervlap szám:	16
Dátum:	2021.12.08.



- Szellőzés (Friss levegő)
- Szellőzés (Elhasznált levegő)
- Hideg víz
- Meleg víz
- Szennyvíz
- Csapadékvíz

Tervezők	
Szűcs Zsolt	Építészmérnök hallgató
Karner Botond	Építészmérnök hallgató
Vidosa Gréta	Építészmérnök hallgató
Horváth Márton	Építészmérnök hallgató
Csekme Roland	Építészmérnök hallgató
Építészet	
<b>A Team</b>	
Megbízó	
	
cím: 9026 Győr Egyetem tér 1.	
Projekt adatok	
Megnevezése:	
Demountable Office Building - Delft	
Helyszín:	
Delft, Netherlands Nieuwelaan 72	
Terv típusa:	
Engedélyezési terv	
Munkaszám:	0000
Terv adatok:	
Lépték:	
Rajz megnevezése:	
Épületgépészet axonometria	
Tervlap szám:	17
Dátum:	2021.12.08.