

# Tudományos Diákköri Konferencia

## **A térbeli összefüggések megértési folyamatának vizsgálata**

Karuczka Máté

Olasz Krisztina

Tóth Flóra Bianka

Építész-, Építő- és Közlekedésmérnöki Kar

Építészmérnöki szak

4-5. évfolyam

## Tartalomjegyzék

|                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tartalomjegyzék .....                                                                                                                  | 2  |
| 1. Bevezetés.....                                                                                                                      | 4  |
| 1.1 Kutatási cél és módszertan .....                                                                                                   | 5  |
| 2. Az épületmodellezés jelenléte a külföldi és hazai egyetemek építészképzéseinek épületszerkezetekkel kapcsolatos tantárgyaikban..... | 7  |
| 2.1 Külföldi egyetemek vizsgálata .....                                                                                                | 7  |
| 2.2 Hazai egyetemek vizsgálata .....                                                                                                   | 7  |
| 2.3 Széchenyi István Egyetem, Győr .....                                                                                               | 7  |
| 2.3.1 Épületszerkezetek tantárgyak egyetemünkön .....                                                                                  | 8  |
| 3. Kutatási folyamatunkhoz szükséges alapfogalmak .....                                                                                | 9  |
| 3.1 Észlelés, térérzékelés, környezetpszichológia .....                                                                                | 9  |
| 3.1.1. Konstruktivista észlelés .....                                                                                                  | 9  |
| 3.1.2. Közvetlen észlelés .....                                                                                                        | 10 |
| 3.1.3. Környezetpszichológia .....                                                                                                     | 10 |
| 3.2 Mélységérzékelés .....                                                                                                             | 12 |
| 3.2.1 Távolsági jelzőmozzanatok .....                                                                                                  | 12 |
| 3.2.2 Monokuláris mélységjelzők [2].....                                                                                               | 13 |
| 3.2.3 Binokuláris mélységjelzők.....                                                                                                   | 15 |
| 4. A térbeli képességek és a térbeli érzékelés az építészet területén.....                                                             | 16 |
| 4.1 A térbeli képességek és a térbeli érzékelés .....                                                                                  | 16 |
| 4.2 3D szerepe az építészeti oktatás területén .....                                                                                   | 17 |
| 5. Technológiai fejlődés okozta agyműködési változások megismerése az építész képzés oktatásmódszertani változásai érdekében.....      | 18 |
| 5.1 Generációs különbségek megismerése .....                                                                                           | 18 |
| 5.2 Z generáció kognitív képességeinek jellemzői.....                                                                                  | 19 |
| 5.2.1 Z generáció figyelmének és munkamemóriájának átalakulása .....                                                                   | 20 |
| 5.3 Z generációnak megfelelő oktatásmódszertan .....                                                                                   | 22 |
| 6. Épületmodellezési készségek felmérése a Széchenyi István Egyetemen .....                                                            | 24 |
| 7. Épületszerkezettan első oktatás módszertani vizsgálata .....                                                                        | 27 |
| 8. Építészképzés oktatásmódszertani fejlesztése kísérlet segítségével / második kísérlet/ .....                                        | 32 |
| 8.1 A gamifikáció és annak létjogosultsága az Épületszerkezetek tantárgyban.....                                                       | 32 |
| 8.2 A játékosítási kísérlet az Épületszerkezettan oktatáson belül.....                                                                 | 34 |
| 8.2.1 A kísérlet résztvevői .....                                                                                                      | 34 |
| 8.2.2 A kísérlet menete .....                                                                                                          | 35 |
| .....                                                                                                                                  | 37 |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| .....                              | 37 |
| 8.2.3 Eredmények.....              | 38 |
| 8.2.4 Véleményfelmérés.....        | 39 |
| 9. Konklúzió és javaslatétel ..... | 40 |
| 10. Köszönetnyilvánítás.....       | 43 |
| 11.Irodalomjegyzék .....           | 44 |
| 12.Ábrajegyzék .....               | 46 |

## 1. Bevezetés

A világ felgyorsulása miatt elengedhetlenné vált a digitalizálás, beleértve ebbe az építőipart is. Ezzel a fejlődéssel számos program és munkamódszer nyílt meg az építész tervezők és mérnökök számára. A 2D-ben való rajzolás után meglehetősen gyors és fejlett munkamódszernek mutatkozott a számítógépen való rajzolás és épületmodellezés. Létrejöttek a 3D-s modellek, amelyek alapjául szolgáltak annak, hogy a különböző szakágak együttműködése érdekében egyre több információval ruházták fel a modellt. Ez alkalmas lehet a továbbiakban a BIM (Building Information Modelling- épületinformációs modellezés) módszertan használatára. Kulcsfontosságúnak tartjuk ezt a folyamatot, hiszen az egyetemi évek után a tervezés menetének alapját képezi. Továbbá a 3D modellezés és a BIM alkalmazása egyre több országban válik kötelezővé, amely folyamat már hazánkban is elindult, ezért nélkülözhetetlen ennek integrálása a felsőoktatásba.

Az építészhallgatók egyetemi feladatai során általában nélkülözhetetlen a 3D modell készítése, ezért a hallgatók a tudásukat gyakran internetes platformokon keresztül próbálják megszerezni. Ez azonban több hátránnyal is járhat, mivel az interneten fellelhető információk nem mindig helytállóak. Ennek köszönhetően egy autodidakta tanulási folyamat jön létre, ami diákonként eltérő tudáshoz vezet. Továbbá, ha silány vagy rossz módszerrel történik az önfejlesztés, akkor később nem csak egy adott iroda használati szemléletét kell majd megtanulni, hanem a silány módszertant is újra kell tanulni, ami több munkával jár. Ha azonban kapnának a hallgatók egy alap oktatást a helyes módszertanról, akkor gyorsabb és megfelelő irányú fejlődés lenne az eredménye.

Emellett érdemes elgondolkodni azon, hogy az épületmodellezés egyes tárgyakban is egy hasznos új oktatási módszert eredményezne. Erre egy nagyon jó példa az Épületszerkezetek tantárgyi csoport. Nagyon gyakran fordul elő, hogy szükségük lenne a hallgatóknak egy szemléletesebb reprezentációra egy részletről, vagy akár egy adott csomóponti megoldásról, hiszen a kétdimenziós tér átvetítése, megértése háromdimenzióban nehézséget okozhat. Az építészeti téralkotás meghatározó alapja a terek érzékelése és a térlátás. A térlátás velünk született adottság, ugyanakkor ahhoz, hogy építésszé váljunk a térlátásunkat folyamatosan fejlesztenünk kell.

A 3D-s terek 2D-s leképzése, illetve ennek inverz folyamata nem magától értetődő képesség, gyakorlással és tanulással sajátítható el. Ezt az összetett és jellemzően hosszú tanulási folyamatot ma már több technológiai lehetőség is tudja segíteni. Továbbá oktatásmódszertani fejlődés is történt a területen, így ezek alkalmazása is hozzájárulhat a hatékonyabb építésképzéshez. Legelőször arra a kérdésre kerestük a választ, hogy hogyan tudjuk segíteni a hallgatókat az épületszerkezeti csomópontok és összefüggések megértésében. Ez után felmerültek bennünk olyan pszichológiai vonatkozású kérdések, amelyek arra vonatkoznak, hogy ez a tanulási és megértési folyamat, illetve a 3D alapú oktatásmódszertan hogyan épül fel.

## 1.1 Kutatási cél és módszertan

Kutatásunk során arra a kérdésre keressük a választ, hogyan lehetne korszerűsíteni az építésképzést az épületmodellezés segítségével különös tekintettel az épületszerkezettani tantárgyak oktatására. Ehhez azonban szükségesnek találjuk a választ arra, hogy milyen oktatásmódszertanok segítségével lehet fejleszteni a hallgatók térérzékelését és térlátását az építésképzésben.

Dolgozatunkban kezdésként egy irodalmi áttekintést adunk az épületmodellezés oktatásáról, kezdve a külföldi példákkal, majd megvizsgáljuk a magyarországi egyetemek oktatási rendszerét ebben a témában. Ehhez több egyetem oktatóját kerestük fel, hogy minél pontosabb információt tudjunk leszármazni a magyar építész oktatás helyzetéről. Továbbá irodalmi áttekintést adunk az észlelés különböző fajtáiról, a térérzékelésről, illetve a mélységérzékelésről és azok jelzőmozzanatairól. Folytatásként megvizsgáljuk a térbeli képességek és a térbeli érzékelés jelenségét, illetve annak szerepét az építészet területén, illetve az oktatásban. Céljaink eléréséhez kutatást végeztünk a technológia fejlődés okozta agyműködési változásokról az építész képzés oktatásmódszertani fejlesztése érdekében. Itt részletesen vizsgáltuk az oktatásban jelenlévő generációk közötti különbséget, és a Z generáció jellemzőit, amellyel végezetül kiderül milyen oktatásmódszertanra is lenne szükség jelenleg a felsőoktatásban.

Saját egyetemünket vizsgálva folytatjuk dolgozatunkat és saját oktatásmódszertani kísérlet keretében összehasonlítjuk a 3D modell alapú és a hagyományos 2D rajz alapú épületszerkezzettani oktatás hatékonyságát. A kísérlet során egy saját modell segítségével mérjük fel a hallgatók tudását. E mellett hallgatói véleményfelmérést végzünk, hogy megvizsgáljuk milyen tudással rendelkeznek a hallgatók az épületmodellezés terén és mennyire érzik szükségesnek annak oktatását. Ezekre az információkra alapozva egy második oktatásmódszertani kísérletet végeztük. A korábban alkalmazott módszerek körét kibővítve a legjobbnak a gamifikációra tett kísérletet láttuk, így erre tettünk egy próbát az építészhallgatók körében, ahol a már előzőleg bevált kísérlet felépítését átemeltük, majd végül egy játékosabb formát kapott.

Célunk egy megalapozó kutatást végezni a hosszútávú terveinkhez, amely arra keresi a választ, hogy hogyan és milyen módszerekkel lehetne fejleszteni az építészhallgatók térérzékelését és észlelését az oktatáson belül. Olyan módszereket keresünk, amelyek az oktatási rendszerre tekintettel nem nagy anyagi vonzatúak, illetve könnyen kivitelezhetőek, és beilleszthetőek. Ehhez kínálunk most ebben a dolgozatban lényegi ismertetést, emellett kísérletet teszünk a gamifikáció beillesztésre az építész oktatásba. Ezzel felmérjük a hallgatók igényét a változásra és megteesszük az első lépéseket hosszútávú céljainkhoz.

## 2. Az épületmodellezés jelenléte a külföldi és hazai egyetemek építészképzéseinek épületszerkezetekkel kapcsolatos tantárgyaikban

### 2.1 Külföldi egyetemek vizsgálata

A nemzetközi példák áttekintése során az összehasonlíthatóság érdekében a Bolognai típusú háromciklusú képzési rendszert vizsgáltuk, ezért egy spanyol, egy olasz és egy angol egyetemet vettünk alapul. Mindhárom képzés során már az első félévek között betekintést kapnak a diákok mind az épületmodellezésbe mind az épületek szerkezeti felépítésébe. Illetve további tantárgyakba is beintegrálták az épületmodellezést, hogy ne okozzon nehézséget számukra egy modell felépítése.[1]

### 2.2 Hazai egyetemek vizsgálata

Az alábbiakban a hazai egyetemek vizsgáltuk, melyek oktatóival kapcsolatba tudtunk lépni, ezáltal részletesebb információkat kaphattunk a tantervről. Ezért a következőkben a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, a Pécsi Tudományegyetem, valamint az Óbudai Egyetem építészképzéseit tekintjük át, majd pedig kitérünk részletesebben a győri Széchenyi István Egyetemre is. Az előbb említett 3 egyetem mindegyikében az építész képzés 3,5 vagy 5 éves, 5 vagy 6 féléven keresztül tanulnak épületszerkezeteket a diákok és általában 1-2 félév során kapnak betekintést az épületmodellezésbe. [1]

### 2.3 Széchenyi István Egyetem, Győr

A győri Széchenyi István Egyetemen választható tantárgyként (Korszerű módszertanok az építészetben és BIM - Épületinformációs modellezés) találkozhatnak a hallgatók a BIM-mel, de itt is inkább épületmodellezésről beszélhetünk elsősorban, mint sem BIM-ről. Egy kötelező tantárgy során (Építészeti kommunikáció 2) ismerkedhetnek meg először a hallgatók az épületmodellezéssel. Továbbá, a BSc képzés végén a diákok egy kötelezően választható tárgy (BIM menedzsment és Tartószerkezeti BIM) keretein belül ismerkednek a témával, melynek keretében építész-, illetve építőmérnök hallgatók hoznak létre csapatmunkában egy építész - és tartószerkezeti modellt, aminek segítségével egy nagyobb rálátást kapnak az épületinformációs modellezés fontosságára és hatékonyságára. [1]

### 2.3.1 Épületszerkezetek tantárgyak egyetemünkön

Egyetemünkön az építészmérnök hallgatók kötelező tárgy keretein belül tanulnak épületszerkezetet 6 féléven keresztül az első szemesztertől kezdve. Az első három félévben kizárólag kézzel, majd a negyedik félévtől kezdhetnek géppel rajzolni, azonban még itt is csak kis mértékben. Az ötödik és a hatodik félév során pedig a csomópontokat kivéve, minden rajz készülhet gépi technikával.

Az első félév során az Épületszerkezetek 1. tantárgyban a diákok egy átfogó képet kapnak az épületszerkezeti megoldásokról, alapfogalmakról és megismerik az épületek szakrajzának alapszabályait. Épületszerkezetek 2. során bevezetést kapnak a kisebb léptékű, egyszerűbb épületek építési rendszerek alkalmazásával történő szerkezeti megoldásaiba. Az Épületszerkezetek 3. tantárgy célja, hogy bevezesse a hallgatókat egyes speciális épületszerkezeti megoldásokat igénylő szerkezetek átfogó és részletes tervezésébe, mint például a lépcső szerkezetek teljes és részletes tervezésébe. Az Épületszerkezetek 4. keretein belül a magastetők, tetőfedések, energiatakarékosság, szárazépítés, korszerű kémények témákkal foglalkoznak részletesebben. Az Épületszerkezetek 5. tárgyban egy iskolaépületen keresztül sajátítják el a nagyobb léptékű épületek szokásos és alternatív építési módjait. Az Épületszerkezetek 6. tárgycsoportban pedig bevezetést kapnak az előregyártott, csarnok jellegű épületek épületszerkezeti problémáiba. Ennél az utolsó két tantárgy részénél a hallgatók, már egy sokkal gyakorlatiasabb oktatást kapnak az által, hogy az elméleti órát kiegészítve mutatnak nekik építési folyamatokról részabrákat és videókat. [1]

| Év | 1 félév                               | kredit | Tartalom                                             |
|----|---------------------------------------|--------|------------------------------------------------------|
| 1. | Épületszerkezetek 1                   | 4      | Betekintés az épületszerkezettanba                   |
|    | Épületszerkezetek 2                   | 4      | Kisebb léptékű, egyszerű épületek építési rendszerei |
| 2. | Épületszerkezetek 3                   | 4      | Lépcsőszerkezetek és homlokzat                       |
|    | Épületszerkezetek 4                   | 4      | Magastetők szerkezetei                               |
| 3. | Épületszerkezetek 5                   | 4      | Nagyobb léptékű épület építési rendszere             |
|    | Épületszerkezetek 6                   |        | Csarnok jellegű épületek                             |
|    | BIM - épületinformációs modellezés    | 2      | 3D modellezés (ArchiCad), mennyiségkimutatás         |
|    | BIM menedzsment                       | 6      | BIM alkalmazása projekten keresztül                  |
|    | Korszerű módszertanok az építészetben | 2      | BIM alapelveinek bemutatása                          |
|    | Építészeti kommunikáció 2             | 4      | ArchiCad alkalmazása                                 |

1. ÁBRA TÁBLÁZAT- SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM TANTÁRGYAK

### 3. Kutatási folyamatunkhoz szükséges alapfogalmak

#### 3.1 Észlelés, térérzékelés, környezetpszichológia

Az észlelés másnéven percepció egy olyan pszichológia folyamat, amiben felismerünk és különböző jelentésekkel ruházunk fel olyan dolgokat, amik a környezetünkben megjelennek. Ez egy nagyon összetett és folyamat, és nem mondható objektívnek sem, hiszen néha nem azt észleljük (például a vizuális illúziók esetén), vagy egyáltalán nem észleljük, ami a szemünk előtt van (például a szemüvegünket az orrunkon) illetve néha azt is látjuk, ami nincs előttünk. [2]

Az észlelésünket jelentősen befolyásolják előzetes ingerek, tapasztalataink, ismereteink, éppen az aktuális hangulatunk, szükségleteink, vagy akár az érdeklődési körünk, illetve az az adott kultúra, amelyben élünk. vannak olyan esetek, amikor olyat észlelünk, vagy éppen nem észlelünk, ami a szemünk előtt van. [3]

Az érzékelés és észlelés folyamatai jelentik az ember közvetlen kapcsolatát a külvilággal. A környezet észlelése minden környezeti viselkedés alapja: a fizikai tárgyi környezet felfogásához, átalakításához és hatékony használatához először pontos környezetészlelés szükséges. Az észlelés tehát egy pszichológiai alapfolyamat, aminek az érzékelés az előfeltétele. Magának az észlelésnek a folyamatát két, egymással ellentétes elmélet igyekszik magyarázni: a konstruktív percepció és a közvetlen percepció elméletek. [4]

##### 3.1.1. Konstruktivista észlelés

Az elmélet szerint az észlelés első lépése, hogy az érzékszervek felfogják a környező világból érkező ingereket. Az érzékelés fizikai rendszerek aktivitása a külvilágból, illetve a test belsejéből érkező fizikai-kémiai ingerek hatása. Az ingerek érzékelését követi a percepció, vagyis az aktív, értelmező észlelés, amely során az érzékszervek segítségével a környezeti információ tárgyak, események, ízek stb. élménnyé alakulnak. A percepciót konstruktív természetűnek tekintjük, vagyis az észlelőt körülvevő világ tényleges észlelése összetett és csak pszichológiai értelemben objektív: az észlelés folyamata nem tükrözi vagy képezi le a világot, hanem a percepció eredménye nagyon hatékonyan tartalmazza az információkat és

viszonyaikat. A világ mentális reprezentációja nem adott számunkra születéstől, ezt a tapasztalatok alakítják. Az észlelés tehát abban az értelemben sem objektív, hogy az észlelő gyakran nem azt észleli vagy egyáltalán nem észleli, ami a külvilágban valójában ott van vagy ott zajlik, hanem az a fizikai ingerekből saját pszichológiai folyamatai útján megkonstruálja az észleletet. [4]

### *3.1.2. Közvetlen észlelés*

E szerint az észlelés elmélet szerint nincs szükség az észlelő részéről magasabb rendű, értelmező kognitív folyamatokra, vagyis egyrészt a tényleges világ tartalmazza az összes információt, ami az észleléshez és a környezetben folyó aktív viselkedéshez szükséges, másrészt a fontos döntéseknél sokszor nincs idő bonyolult kognitív értékelési folyamatokra. Ennek az ökológiai elméletnek a képviselői is fontosnak tartják a tanulás szerepét a környezeti észlelésben, de nem az észlelő fejében levő tudás lesz egyre gazdagabb és pontosabb a környezetéről, hanem a perceptuális rendszerek válnak egyre nagyobb mértékben képessé a fontos és kevésbé fontos környezeti ingerek elkülönítésére. [4]

Az állati szervezetek (beleértve ebbe az embert is) esetében úgynevezett hatékony perceptuális rendszerek fejlődtek ki, tehát az evolúció úgy alakította ezeket az organizmusokat, hogy képesek felvenni információt a háromdimenziós világból, úgy, hogy ez a leghatékonyabb legyen. [2]

### *3.1.3. Környezetpszichológia*

A környezet és a fizikai tárgyak észlelése alapvető a hétköznapi életben, ezért hajlamosak vagyunk ezt magától értetődőnek venni, ami alapjában véve egy nagyon bonyolult folyamat. A környezeti percepció folyamatai gyakorta nem tudatosulnak, és ez a tendencia egyre erősödik a környezet vagy a tárgy ismertségének, vagy megszokottságának a fokozódásával. A tárgyak és a fizikai környezet észlelésük nyomán kialakuló jelentésük nem egyféle, ez függhet magától az észlelőtől, a helyzettől vagy például attól, hogy kitől és honnan származik a tárgy. A környezetpszichológia szerint a tárgyakat nem lehet egy nézőpontból megfelelően észlelni.

A környezet esetében még inkább kell hangsúlyozni, tehát ahhoz, hogy teljes mértékben észleljünk egy helyiséget, azt több szempontból és sok modalításban is észlelni kell, például zajok, szagok, mozgási tapasztalatok is fontosak lehetnek. [4]

A tárgyi környezet fontos jelentésmeghatározási dimenziói a valós térirányok és ezek pszichológiai leképeződései. Az emberi test a fejlődés során a térirányok szerint tagolódik pszichológiailag. A kitüntetett térirányok pszichológiai jellemzői figyelembevételével megkülönböztetünk objektív, ego- és immanens teret. Objektív térnek nevezzük a valódi, tényleges, fizikailag-matematikailag leírható teret, amelynek jellemzői közé tartozik például a térfogat, alak, távolság. Az ego tér, egy olyan tér, amelyet az én hoz létre, mégpedig úgy, hogy az objektív teret tagolja pszichológiai műveletekkel. Vagyis ez egy pszichológiai-fizikai világ, ami az egyén alkalmazkodó viselkedésének a színtere, a tárgyi, illetve a környezeti észlelés kutatása ezt a teret tárja fel. Az immanens tér egy belső, szubjektív tér, a reprezentációk nem tudatos világa, ami a személyes téri tájékozódási, térleképezési dimenziókat jelenti, de megnyilvánulhat álombeli vagy képzeleti tárgy – vagy térmanifesztációkban. [4]

## 3.2 Mélységérzékelés

Az ember valamilyen formában észleli az őt körülvevő tárgyakat, tereket. A tárgyak háttértől való elkülönítése az első lépése ennek a folyamatnak, amit perceptuális szegregációnak nevezünk. Ezeket a folyamatokat a V1 agyterület alapozza meg, ez felelős a körvonalak meghatározásáért és a tárgyak háttértől való elkülönítéséért. Nagy segítséget jelent számunkra, hogy általában a tárgy a háttér előtt helyezkedik el, a háttér a tárgy mögött is folytatódik, míg a körvonal általában a tárgyhoz tartozik és nem a háttérhez, valamint a tárgy jobban hasonlít egy már látott tárgyra, mint maga a háttér. Vagyis a látott képen lévő tárgyak mérete, szimmetriája, orientációja és ismertsége nagy részben hozzájárul ahhoz, hogy el tudjuk különíteni egymástól a háttérrel és a tárgyat. [5]

A mozgás egy alapvető dolog a mélységérzékelésben. Lényege a folyamatos térbeli orientáció vizuálisan a háromdimenziós térben. Ahhoz, hogy létrejöjjön egy mozgás, manipuláció, vagy helyzetváltoztatás folyamatos mélységi ítéleteket kell hoznunk. A mélység a saját test referenciatávjától való távolságot jelenti, ez adja az észleléshez a harmadik dimenziót. [2]

Mélységészlelés során úgynevezett mélységjelzőt, vagy más néven távolsági jelzőmozzanatot alkalmazunk. Ezek a jelzők egy adott tárgy tőlünk való távolságáról tájékoztatnak bennünket. A konstruktivista észlelés elmélet szerint a mélységjelzők tanulás eredményei és miután kialakultak, összekapcsoljuk őket a retinánkon keletkező kétdimenziós képpel. Viszont, ha a közvetlen észlelés elméletét nézzük, akkor a tárgyak távolsága a térben része a szervezett optikai elrendezésnek, tehát a szintézis lényege, hogy a távolsági jelzőmozzanatok használata feltehetően felesleges, míg mások alkalmazását meg kell tanulni. [2]

### 3.2.1 Távolsági jelzőmozzanatok

A mélységérzékelés során kétfajta jelzőmozzanatot különböztetünk meg, a szemmozgásos és a látási mélységjelzőt.

A szemmozgásos mélységjelzők a szem izmainak az összehúzódásából származnak, vagyis úgynevezett kinezetikus természetűek. Ezek az izmok tónusai tájékoztatják az agyat a nézett tárgy távolságáról. Az egyik ilyen mélységjelző az akkomodáció, vagyis a szemlencsék

domborúságának változása a fixált tárgy távolságától függően. Hatékonysági tartalma nem nagy, csupán pár méter. Egy másik ilyen jelzőmozzanat a konvergencia, ami a két szemtengely összetartásának a mértékét jelenti. Tehát amikor közelről nézünk egy tárgyat, szemtengelyeink jobban konvergálnak, amikor pedig távolra, akkor kevésbé, viszont, ha 6 méternél távolabbi tárgyat nézünk, akkor a konvergencia sem igazán hatékony mélységjelző. [2]

A látási mélységjelzők természetüket tekintve ténylegesen vizuálisak, jóval hatékonyabbak, mint a szemmozgásos mélységjelzők, így az emberek is jóval nagyobb mértékben támaszkodnak inkább ezekre a mélységészlelés során. Két féle látási mélységjelzőt különböztetünk meg: a hagyományos monokuláris, tehát egy szemes, illetve a binokuláris, tehát két szemes mélységjelzőket. [2]

### 3.2.2 Monokuláris mélységjelzők [2]

Monokuláris mélységjelzők közé sorolhatjuk a relatív méretet, takarást, lineáris perspektívát, levegőperspektívát, textúragrádiens és a mozgásparallaxist. E fogalmak magyarázata a következő:

*Relatív méret:* amikor a közelebbi tárgyat nagyobbnak érzékeljük.

*Takarás:* a közelebbi tárgy részlegesen fedi a távolabbinak látszó tárgyat, a távolabbi tárgy úgy mond a közelebbi „mögött” van.

*Lineáris perspektíva:* azt jelenti, hogy a távolságot úgy határozzuk meg, hogy a párhuzamos egyeneseket a távolban összetartónak észleljük.

*Levegőperspektíva:* a tárgynak a távolságát az alapján ítéljük meg, hogy azt az adott tárgyat mennyi levegőrészecske fedi el, vagyis mennyire tekinthető „homályosnak” a kép, tehát például egy közelebbi tárgyat kevesebb levegőrészecske fed el, vagyis a képe élesebb, nem „homályos”.

*Textúragrádiens:* változást jelez a tárgyak relatív méretében és a környezeti tárgyak eloszlásának sűrűségében egyaránt, vagyis a távolságban a tárgyak vagy alkotórészeik között.

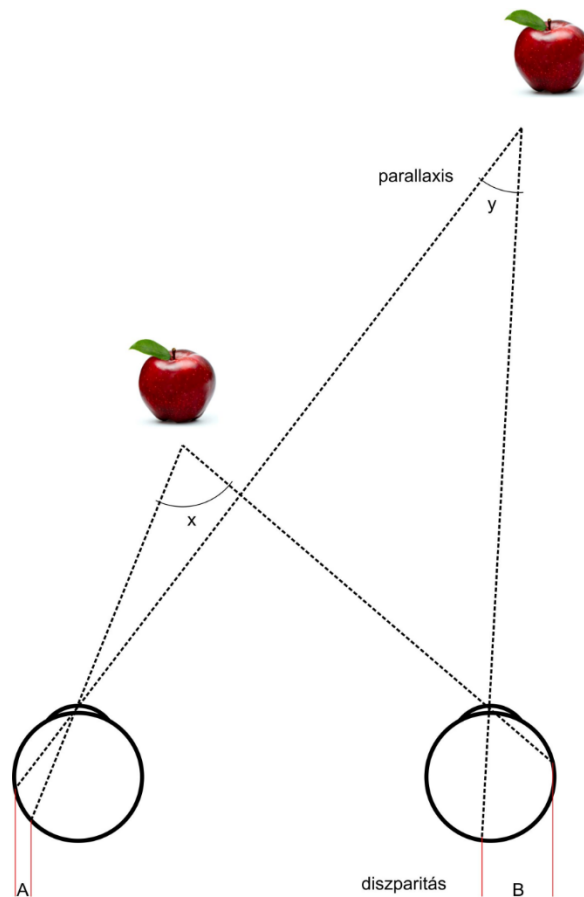
*Mozgásparallaxis:* ha mozgó nézőpontból nézünk egy tárgyat, akkor a közelebbi és távolabbi környezeti tárgyak sebessége és mozgásának irányultsága eltér. A közelebbi tárgy az észlelővel ellentétes irányban és gyorsabban mozognak tűnik, míg a távolabbi tárgy az észlelővel azonos irányban, de lassabban mozognak tűnik. Ez a mélységjelző bonyolultabb és mivel mozgást igényel, ezért nem is ábrázolható két dimenzióban.



**2. ÁBRA PERSPEKTÍVA (SAJÁT)**

### 3.2.3 Binokuláris mélységjelzők

A binokuláris észlelés a sztereopszis. A két szembe részben eltérő információ érkezik, amik a tényleges világ térbeli észleletévé egyesülnek. A binokuláris mélységjelzők tehát a két szem más látószögéből eredő eltérő észleleten alapulnak és összetettebbek a monokuláris mélységjelzőknél. A binokuláris mélységjelzők közül kiemelkedő a binokuláris diszparitás, ami azt jelenti, hogy a két szem kissé eltérő nézőpontjából adódóan ugyanannak a tárgynak a retinaképe a két szemben enyhén eltér, ebből az eltérésből számítja ki az agy a tárgytávolságot, tehát minél közelebb van a tárgy, annál nagyobb a diszparitás.



**3. ÁBRA A BINOKULÁRIS PARALLAXIS ÉS DISZPARITÁS**  
(MOGI.BME.HU)

## 4. A térbeli képességek és a térbeli érzékelés az építészet területén

Az építész szakma során kulcsfontosságú a kommunikáció, amellyel továbbítjuk elképzeléseinket. Leginkább ehhez grafikai ábrázolást alkalmaznak, amelyet már az építészhallgatók egyetemi éveik néhány első hónapja során elsajátítanak. [6] A szabadkézi rajzolás és vázlat készítés továbbra is a legfontosabb eszköz, még a fizikai méretarányos maketteknel is lényegesebb, hiszen azok korlátozottan használhatóak. Nem alkalmasak belső terek megfigyelésére, illetve összeállításuk szükségtelenül időigényes, variálásuk pedig bonyolult, szinte lehetetlen. [7] Az építészeti tér rajzolásához azonban szükségünk van arra a képességre, hogy mentálisan ismerjük és megjelenítsük az ábrázolási rendszerek technikáit. Ezt képes beindítani a kézi rajzolás technikája, amely egyfajta katalizátoraként működik egy olyan cselekvésnek, amely nem csak a látást, hanem más érzékszerveket is bevon a folyamatba, amelyek a testi és tudattalan emlékezetében találhatók. Ez teszi lehetővé a különböző mentális, kognitív és képzeleti folyamatok reflexióját, így kialakítva a rajzolóban, hogy képes legyen kifejleszteni a három dimenzió manipulálásához szükséges készségeket. [8]

### 4.1 A térbeli képességek és a térbeli érzékelés

Az emberi intelligencia több különböző összetevőből áll, amelynek egyik része közvetlenül kapcsolódik vizuális és térbeli képességeinkhez, mivel ezek a két- és háromdimenziós terek mentális prezentációján belül működnek, illetve megkönnyítik a térbeli problémák megoldását. [9] Több kutatás folyt ezen a téren, azonban van egy séma, amely teljes mértékben megfelel az építészeti terek feltárásával kapcsolatos kutatásoknak módszertani és gyakorlati hatásai szempontjából: Sheryl Sorby,[10] Ennél a meglátásnál két szempontot kell figyelembe venni, a térbeli vizualizációt és a térbeli tájékozódást. A térbeli vizualizációs komponens egy tárgy mentális mozgatását, míg a térbeli tájékozódás egy adott nézőpont mentális mozgatásának képességét igényli, miközben a tárgy a térben rögzítve marad. [10]

E mellett a tér érzékelése (extraperszonális tér) számos specifikus készséget foglal magába. Amikor arra vagyunk kíváncsiak, hogy a hallgatók, hogyan értik meg az építészeti teret, akkor a térérzékelést a térbeli készségek egyik önálló aspektusaként tekintjük, az érzékelés egyszerűsített és eltérő definíciói miatt. Ezt főként színek, formák és építészeti anyagok befolyásolják. [11]

## 4.2 3D szerepe az építészeti oktatás területén

Előnyös egy tervező vagy egy építészhallgató számára, hogy 3D-ben rajzoljon és gondolkodjon. Ahhoz, hogy a valós, virtuális, vagy az interaktív környezetben lévő háromdimenziós tereket tudjanak tervezni, szükség van a térbeli készségek és a térérzékelés kiegyensúlyozott kombinációjára. Ezek biztosítják a tárgyak, részletek közötti kapcsolatok és térfogati tulajdonságainak „mentális” manipulálására való képességeket. [10] Az építészet területén a tér érzékszervek útján történő megtapasztalása nagy figyelmet kap, így a rajzokon kevésbé lényeges tulajdonságok, mint például a szín, a textúra, a világítás alapvető fontosságúvá válnak, ezzel kialakítva a térérzékenységet. Ez az interszubjektív interakciók eredményeként jön létre, és az adott időben, a helyérzetet alkotó érzékszervi jelek átmeneti összeolvadására való fogékonyságként. A hallgatók képzése kezdetén, nagy hangsúlyt kellene fordítani a térbeli készségek, a térérzékelés és a térérzékenység fejlesztésére, amelyeket összhangba kell hozni a jelenlegi építészeti pedagógiai kompetenciákkal. [13]

Az építészeti tervek komplexitása egyszerre több kognitív készség interakcióját igényli, és nem csak egy vagy kettőét. A térbeli készségek elsajátítása fontos stratégia az építészet pedagógiája terén és annak tanításában, főként a tanulmányok kezdetén. Ez nyújtja a későbbiekben azt az alapot, amelyre később a komplex és valós problémák megoldásához szükséges összetettebb készségek épülnek. Közvetlen kapcsolat található a mérnöki tanulmányokban elért tanulmányi eredményesség és a térbeli képességek között. A térbeli képességek fejlesztésére és képzésére egyre több valós környezetben történő tréningmódszert alkalmaznak, azonban a technológia fejlődésével a kutatások túlnyomó része a virtuális valóság technológia alkalmazási kísérletével próbálkozik a fejlesztések terén. Ehhez a számítógépes technológiák által létrehozott szintetikus környezetet használják, amely lehetővé teszi a felhasználó számára a valósághű jelenetek megélését virtuális környezetben.[8]

A technológia fejlődére tekintettel ezek előremutató lépések lehetnének, azonban ezeknek hatalmas anyagi vonzatuk van az oktatásra nézve. A kutatásunk során olyan, a már meglévő oktatási rendszerbe beilleszthető kiegészítő módszerekre keressük hosszútávon a megoldást, amelyek kivitelezhetőek, tanulási folyamatok során segítő készségűek lehetnek, illetve a jelenlegi oktatásban lévő Z generáció számára megfelelően mutatkozhatnak.

## 5. Technológiai fejlődés okozta agyműködési változások megismerése az építész képzés oktatásmódszertani változásai érdekében

A felsőoktatásnak személyiségformáló ereje van, amely felel a generációk tudatos tanulási igényének kialakítására. Ez azonban az utóbbi években gyökeresen megváltozott a technológia fejlődésével párhuzamosan. [14] Megvizsgáljuk, az oktatás és a technológia viszonyát, illetve, hogy mely generáció van jelen az oktatásban és ez, hogyan befolyásolja, illetve milyen fejlesztési igények jelennek meg agyműködésük változásának okán.

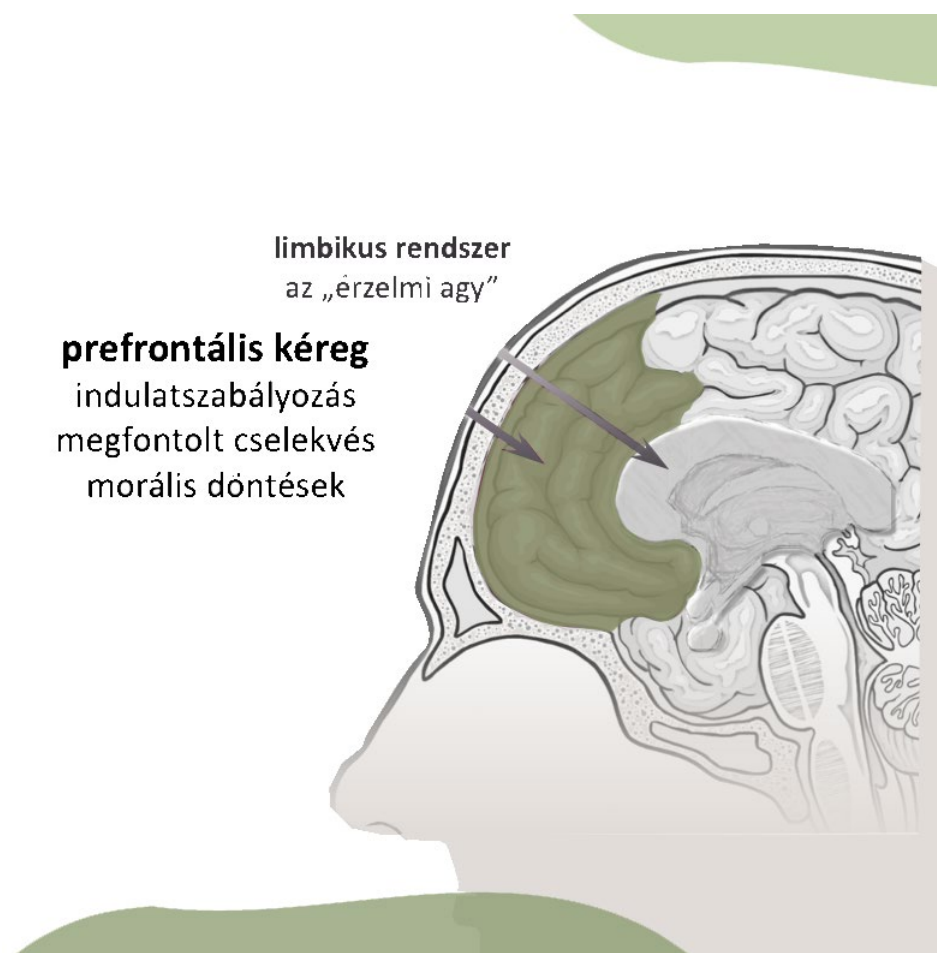
### 5.1 Generációs különbségek megismerése

Megalapozó kutatásunk egyik alapköve a generációs különbségeken alapul. A generációs besorolás kezdetét 1920-ra tehetjük, innen hat generációt különböztetünk meg. 1920-45 között a veteránokat említhetjük, míg az 1946-64-ben születetteket a Baby Boomerek csoportjába sorolhatjuk. Ezután 1965-1980 között az X generációt, 1980-99 között az Y generációt, ezután pedig 2000-2010 között a Z generációt tartjuk számon. A 2010 után születetteket alfa generációnak nevezik.[14]

Napjaink felsőoktatási életében résztvevők az oktatói oldalról X generációsok sorába, a hallgatói oldalról Z, azaz az „új generációsok” sorába sorolhatók. Amikor az X generációról beszélünk figyelembe kell venni azt a tényt, hogy ők azok, akik belekényszerültek, elfogadták majd elkezdtek alkalmazni a fejlődő technikát. Ennek okán kialakult az infokommunikációs technológia metodikai ismereteinek és bizonyos infokommunikációs készségeknek a hiánya, ennek következményeként nehezen tudják megérteni a Z generáció karakterét is. A Z generáció azonban beleszületett és alapvetőnek tekinti a digitális világot, hiszen gyermekkoruk óta körülveszi őket és meghatározza cselekvéseiket, életüket. Így alakultak ki náluk azok a képességek, mint a gyors információszerzés többféle forrásból, így változtak a tanulási szokásaik is, ezzel kihívást állítva az oktatási rendszer felé, amely újfajta pedagógiai módszereket igényel. [14]

## 5.2 Z generáció kognitív képességeinek jellemzői

A Z generáció kognitív (értelmi) képességei előrehaladottan érettnak látszanak, azonban érzelmi képességeik normális sebességen fejlődnek.[15] Átalakult a túlzott technológia használatból adódóan a döntésképeség és az ingerekre való reagálás, cselekedeteik már nem automatikusak, reflexszerűek, hanem kognitív döntések eredményei. Emellett nagy mennyiségben csökkent a koncentrált figyelem, hiszen az általuk már tapasztalt digitális fejlesztések, platformok csak szélsőséges mértékben elégítik ki információs szükségleteiket. Ennek okán az agy prefrontális kérgének, amely az indulatszabályzásért és a megfontolt döntésekért felel, döntést kell hozni arról, hogy mely információ hasznos és hogy mire figyeljen. Ez a tevékenység olyan plusz mellékhatásokat generál, mint a döntési fáradtság, elveszi az energiát az összetett gondolkodástól.[15]



4. ÁBRA PREFRONTÁLIS KÉREG – KÉK NEVELÉS (KEKNEVELES.NET)

### 5.2.1 Z generáció figyelmének és munkamemóriájának átalakulása

Az egyre több technológia használata felületességre tanítja az agyat, drámai, gyors, hirtelen ingerekre való reagálások alakulnak ki. Így alakul át teljesen a figyelem, a munkamemória és a céltudatos döntések sokasága.[15]

1. A figyelem szelektivitását korlátozza a stimulus (külső inger) vezérelt cselekvés.
2. A szétszórt osztott figyelem, a fókuszált figyelemmel ellentétben csökkentett teljesítményt okoz.
3. A figyelem fenntarthatósága az idő múlásával fordítottan arányos, különösen az unalmas helyzetekben.
4. Az információ feldolgozási sebesség befolyásolja a figyelem megosztását és hatékonyságát.

Az internet két fő jellemzője megegyezik a kognitív terhelés két legfontosabb forrásával, a problémamegoldással és a megosztott figyelemmel. Az internet használata intenzív agytornát igényel, ezt nevezik prefrontális aktivitásnak, azonban ez megakadályozhatja a mély tanulást és gondolkodást. A folyamatos szellemi koordináció és döntéshozatal elvonja a figyelmet a szöveg vagy más információ értelmezéséről. Ehhez már az interneten való olvasás is elégséges, hiszen már itt áldozatul esik a mélyolvasás, az információk pedig dekódolásra kerülnek. [15]



5. ÁBRA MUNKAMEMÓRIA FELÉPÍTÉSE (SAJÁT)

A figyelemfenntartás képessége a munkamemóriával összefüggésbe hozható, hiszen emlékeznünk kell mire is koncentrálunk. A munkamemória a rövidtávú memória egyik fajtája, határait elérve egyre nehezebbé válhat megkülönböztetni a lényeges és a lényegtelen információkat, a jeleket a zajoktól. Egy fogalom vagy egy téma megértésénél is felléphet a túlterheltség, hiszen minél nehezebb anyagot szeretnénk feldolgozni, annál jobban igénybe veszi elménket. [16] A munkamemória két fő jellemzője tehát:

1. A munkamemóriába rögzíthető elemek száma nagyon korlátozott.
2. A munkamemóriában tárolt információk minősége romlik az újabb és újabb információs interferencia eredményeként.

Jelentős szerepet játszik az információk továbbításában a hosszú távú memóriába, amely egyenlő a személyes tudásunk létrehozásával. Míg a munkamemória az adott pillanatban formálja elménket, a hosszú távú memória a megértés központja, amely összetett fogalmakat és sémákat is tárol. Intelligenciánk mélysége attól határozható meg, hogy agyunk képes-e a munkamemóriából a hosszútávú memóriába információt továbbítani, majd fogalmi sémákba szőni. Ez a folyamat jelenti az agynak a legnagyobb kihívást. [15]

A technológia használatával átalakul a folyamat, a kognitív terhelés okán. A munkamemória képtelen kezelni ennyi hirtelen és gyors információt, így ennek töredék mennyiségét továbbítja a hosszútávú memóriába, amelyből egy diffúz keverék lesz, amelyek forrásai már nem visszaidézhetőek. A tárolt információk között nem alakul ki létesíthető kapcsolat, és felállítható összefüggés, ezzel a tanulási képesség csorbát szenved, így a megértés felszínes marad. (John Sweller oktatáspszichológus) [15] A felületesség továbbá megjelenik a multitasking során is, hiszen a megosztó figyelemmel szintén felszínes marad a megértés. A multitasking két fő jellemzője tehát:

1. A multitasking kialakulásával eltűnt a célok maradéktalan megvalósítása, hiszen a hatékony kétfelé figyelés nem működik.
2. A multitasking a pontosság és a feladatvégzés rovására megy.

A Z generáció céltudatos és kontrollált megismerő tevékenysége átalakult. A figyelem multimédia általi megosztása további terhet rak a kognitív képességekre és gátolja a tanulást és gyengíti a megértést.[15]

### 5.3 Z generációnak megfelelő oktatásmódszertan

A Z generációt tehát digitális kód, gyenge és kiszervezett memória, a szelekció és absztrakció nehézsége, a koncentrált figyelem hiánya, az elmélyült gondolkodásban való bizonytalanság és a multitasking illúziója jellemzi. E mellett magas szintű, kifinomult technológiai tudással és képességekkel rendelkeznek, illetve szocializációjuk és nevelkedésük miatt más tanulási igényeik és szokásaik vannak, mint az előző generációknak [15]. Így tehát a tanulási folyamataik támogatására megfelelő válasz lehet a kognitív terhelésemélet (Randall Schweller 2019). Az elmélet szerint öt elvet szükséges betartani a tanulástámogatásnál:

- 1. Az információátvitel elve:** Az oktatás fő célja, hogy a hasznos információk beépítésében segítsen a hallgatóknak a hosszútávú memóriába.
- 2. A kölcsönzés és átszervezés elve:** A kommunikáció az elsődleges eszköz, amellyel a legtöbb, a hosszútávú memóriába beépíthető másodlagos információt és tudást szerezhethetünk. Az oktatásban ezért biztosítani kell, hogy a hallgatók minél több formában kommunikáljanak egymással a feladatukkal kapcsolatban, ezzel elsajátítva új információkat, képességeket.
- 3. A genezis elve:** Időnként szükségünk lehet a problémamegoldó készségre, hiszen, ha valamiről nem kapunk elég információt, akkor saját magunknak kell előállítani egyet. Ez a stratégia az oktatásban a kutatás segítségével új tudás teremtetővé alakítja a tanulókat. Kidolgozott audiovizuális eszközök és tartalmak segítségével ez a problémamegoldási folyamat izgalmassá tehető a hallgatók és diákok számára is.
- 4. A tanulás korlátozottságának elve:** A tanuláspszichológia elmélete bizonyította, hogy új verbális vagy térbeli információt korlátozott mennyiségben lehet feldolgozni. A munkamemóriát használjuk új információk kezelésére azonban ez korlátozott kapacitású és időtartamú. Pontosabban négy egységnyi memorizálásra képes a munkamemória. Fontos tehát, a hallgatók munkamemória támogatása, amely a kimerülés és a pihenés ciklusaihoz igazított vizualizációs oktatási technikákkal érhető el.
- 5. A tanulási környezet megteremtésének elve:** A kreativitást igénylő feladatok esetében új módon kell felhasználni a már meglévő ismereteket, ez egyfajta tanulási környezetet jelent a hallgatók számára.

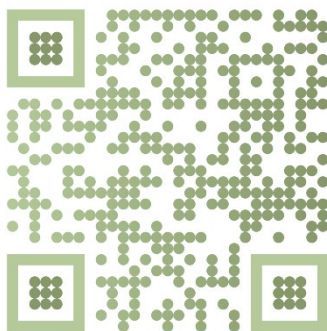
Ilyen helyzetekben integrált információkat hoznak létre, hogy a különböző helyeken tárolt más és más információk hozzáférhetőek, szervezhetőek és felhasználhatóak legyenek. Így komplex feladatoknál olyan munkakörnyezetet kell biztosítani, amelyben végbemegy az előző és az új tudások integrációja. [15]

A gamifikációnak és játékosításnak, illetve digitális eszközökkel támogatott oktatásnak egyre nagyobb létjogosultsága van. Ajánlatos tehát náluk szövegek helyett infokommunikációs technológiát, mozgóképeket, digitális tananyagokat, virtuális valóságokat és osztálytermeket alkalmazni. Az építész oktatásban, ahol hatalmas szerepe van a vizualizációnak és a térlátásnak, amelyek a mindennapi tananyagban is megjelennek, még fontosabb lenne alkalmazni a virtuális teret, illetve az online tanulási felületeket. A hallgatók azokat a tananyagokat tanulják szívesebben és értelmezik könnyebben, amelyek azonnal hasznosíthatóak és egyben szórakoztatóak, látványosak is. Ebben a folyamatban kapacitás hiányában már apróbb változások is elvezethetnek a tanulásuk támogatásához, amelyhez nincsen szükség az egész oktatási rendszer változtatására, csak egy-egy tantárgy keretein belüli játékosításra, tananyagok digitalizációjára. [16,17]

## 6. Épületmodellezési készségek felmérése a Széchenyi István Egyetemen

Kutatásunk egyik fontos részét az egyetemünkre járó hallgatók által kitöltött és általunk elemzett kérdőív adta. Ez a hallgatói kérdőív szolgált kutatásunk alapjául, amely segítségével kidolgoztuk a két oktatásmódszertani kísérletet. Célunk az volt, hogy egy átfogó képet kapjunk diáktársaink épületmodellezési tudásáról és véleményükről a témával kapcsolatosan. A kérdőív során 17 kérdést tettünk fel a hallgatóknak, melyek között vegyesen volt feleletválasztós, illetve saját választ igénylő kérdés is. Összesen 92 építészhallgató töltötte ki. A válaszokra úgy tekintettünk, hogy minden hallgató a saját magáról alkotott vélemény és önkritika alapján adta a válaszokat, így bizonyos kérdések esetében fontos figyelembe venni a válaszok szubjektív jellegét.[1]

A kérdőívhez felhasznált kérdéssor és annak eredményei itt megtalálhatóak:



<https://me-qr.com/syQW8rl5>

A teszt kitöltése minden évfolyamról megtörtént, a legnagyobb százalékban (42,4%) az első éves diákok voltak. A kitöltők által legismertebb, illetve az általuk leghasználtabb építész tervező program az eredmények szerint (95%) és (62%) az ArchiCad. Úgy gondoljuk, hogy azért az ArchiCad a legelterjedtebb az egyetemünkön, mert a hallgatók által ez a legelőször megismert program, illetve a szakgimnáziumokban is a diákok ezzel a programmal ismerkedtek meg túlnyomó részben. Ez annak is köszönhető véleményünk szerint, hogy a Graphisoft jelentős szerepet játszik az egyetem és a hallgatók életében, hiszen számos előadást és termékbemutatót tartanak a félévek során, továbbá a BIM témával foglalkozó, fent bemutatott tárgyakban is elsősorban az ArchiCad szerepel. Fontosnak tartjuk kiemelni,

hogy egy magyar szoftverről beszélünk, amely hazánkban is a legelterjedtebb, ezért sem meglepő az egyetemen belüli eredmény. Ezek mellett fontos kiemelni, hogy a válaszadók több mint 21 %-a nem használt még modellező szoftvert, ami valószínűleg az első éves hallgatók magas létszámának köszönhető.

A hallgatók értékelték saját felhasználási szintjüket. 34,80% egyszerű modell elkészítésére, 25%-a a hallgatóknak csomóponti részletességű modell elkészítésére képes, 14,10%-uk pedig teljes épületszerkezeti modellt tud létrehozni. Itt érdemes figyelembe venni, hogy minden hallgató saját magáról alkotott szubjektív véleménye alapján válaszolta meg a kérdést. Ugyanakkor a hallgatók 12%-a nem rendelkezik ilyen jellegű tudással.

Érdekelt minket honnan sajátították el tudásukat. A diákok többsége internetről, a résztvevők 39,1%-a hallgatótársaitól, 30,4%-a az egyetemi oktatás során, míg 28,3%-a piaci munka keretében sajátította el a modellezési készségeit.

A kérdőív részeként megtudtuk azt is, hogy azok a hallgatók, akik modellezést alkalmaznak, a tervezés tantárgyhoz használnak 3D épületmodellezést túlnyomó részben, 67,40%-ban.

Ennek oka véleményünk szerint a tantárgy keretein belül elvárt látványtervek, amihez szükséges egy egyszerű modell. Ez a modell nem felel meg sem épületszerkezeti sem tartószerkezeti modellnek. Mindezeknek köszönhetően a diákok nem kényszerülnek rá arra, hogy egy épületszerkezeti helyes modell hozzanak létre. A válaszadók 38%-a használja a 3D modellezést az épületszerkezeti, 32,6%-a tartószerkezeti feladatokhoz. Mivel a kitöltő diákok között nagy részben vannak első évesek, ezért a „semmihez” válasz is nagy százalékban (25%) megjelent. [1]

Fontos volt számunkra azt is megtudni, hogy a hallgatók mely tantárgyakban alkalmaznának szívesen 3D modellezést. A hallgatók az épületszerkezetek tantárgyat írták a legtöbben (60%-ban), amelyből kiderül, hogy a hallgatók többsége nem készít modellt. Szükséges itt megemlítenünk, hogy az Épületszerkezetek első három félévében nem engedélyezett a gépi rajzolás/modellezés, ennek köszönhetően miután a gépi szerkesztés engedélyezett, a diákok maradnak a programban való 2D-s vonalrajzolásnál, mivel a modellezési tudásuk a 4. félévben még nem elegendő a csomópontilag helyes modell megalkotásához.

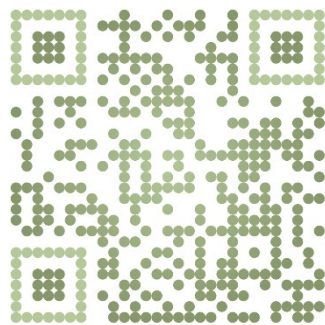
A modellezés felsőfoka a BIM, ezért kíváncsiak voltunk, hogy a hallgatók ismerik-e és ha igen, akkor honnan tájékozódtak róla. Mint láthatjuk a hallgatók 90,20%-a ismeri a BIM fogalmát (9.

ábra). A legtöbben, 70,70% az egyetemi oktatást jelölte meg forrásként, 38%-uk az internetről, 30,40%-uk hallgatótársaiktól, 19,60%-uk munkatapasztalat során hallott a BIM-ről, míg 9,80%-uk egyáltalán nem ismeri a fogalmat. Azonban szükséges megemlíteni, hogy nagyon sokan keverik az épületmodellezés fogalmával, ebből adódóan, ez egy felszínes tájékozódást jelent és sokan nincsenek tisztában azzal, mi is ez valójában és hogy hogyan működik. [1]

Visszajelzéseik alapján a hallgatók egyöntetűen úgy gondolják, hogy hasznos lenne, ha megjelenne az épületmodellezés a tantárgyi tematikában, akár összevont nagy projekt tárgyakban, vagy egy különálló kötelező tárgyként.

A hallgatók választ nyomatékosítja, hogy megmutattunk egy saját csomóponti rajzot, viszont az egyik ábrához csatoltunk egy 3D-s axonometrikus ábrát is. A válaszadók közül szinte mindenki (96,7%) azt a választ adta, hogy sokkal könnyebben értelmezhető a feladat, ha látnak róla egy ehhez hasonló axonometriát is. Ez a kérdés - válasz a lehető legjobban alátámasztja kutatási témánk fontosságát. [1]

Az ehhez felhasznált csomóponti ábrák az itt található QR kóddal megtekinthetők:

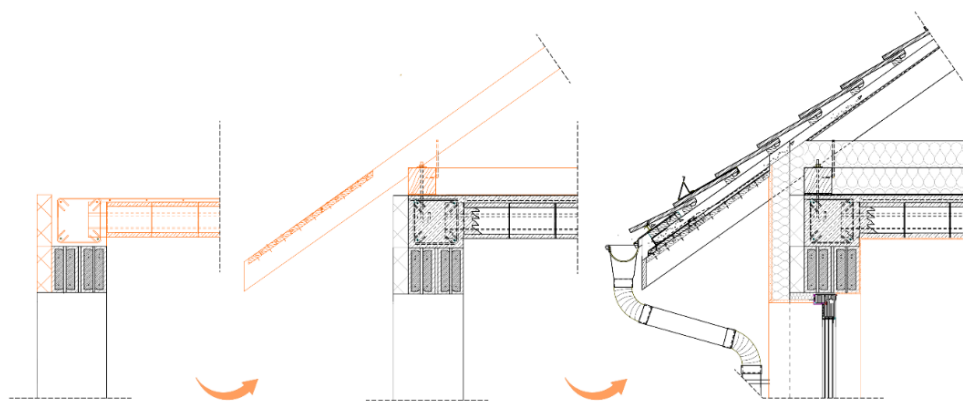


<https://me-qr.com/SKiMf4EJ>

## 7. Épületszerkezettan első oktatás módszertani vizsgálata

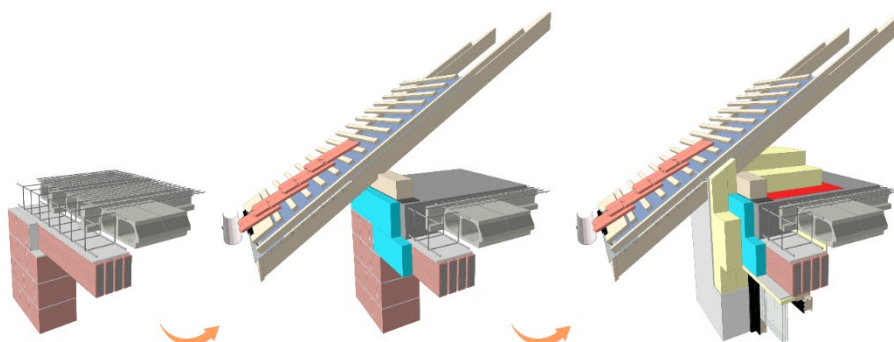
A dolgozatunk alapját az általunk lefolytatott teszt adta, amelynek célja az volt, hogy igazoljuk a bennünk megfogalmazódott feltételezést, amely szerint a 3D-s kiegészítő ábrák alkalmazásával javítható az épületszerkezettan oktatás hatékonysága. A kutatás eszköze egy oktatásmódszertani kísérlet, melynek keretében összehasonlítjuk a 2D-s és 3D-s eszközöket alkalmazó oktatási formákat, a megértést, azaz a módszerek hatékonyságát pedig tesztek segítségével ellenőrizzük. A vizsgálandó évfolyamok számát egyre szűkítettük, a különböző szintű tudás elkerülése érdekében, így az első évfolyamosokra esett a választásunk, akik közül 32-en jelentkeztek, majd két csoportra osztottuk őket. Figyelembe vettük a szakgimnáziumból és gimnáziumból érkezők tudásszint különbségét, ezért egyenlő arányban osztottuk el őket a két csoport között. Szerettük volna, ha számukra is hasznossá válik a teszt, ezért figyelembe vettük, hogy az épületszerkezettani tárgyból mi az elvárt követelmény a következő zárthelyi dolgozatukban. Így egy kisebb léptékű mintaház metszetét vettük alapul, amelyből kiválasztottunk egy lábazati és egy tető részletet. Első lépésben ehhez megmodelleztük a mintaházat, amelyről legeneráltuk a metszetet, amelyből kimentettük a két csomóponti részletet. Ezeket utólag részletesebben kidolgoztuk, mind 2D és 3D-ben. [1]

A 2D-s lábazati csomópontot 15, a tető részletet 9 és a metszetet 16 részre bontottuk építési sorrendnek megfelelően. Minden következő lépést az adott dián szín használatával különböztettünk meg az oktatás során (14. ábra). Az előadás során az aktuális lépés munkafolyamatát és anyagait ismertettük. A 16 fős csoportnak a 2D-s magyarázó ábrák, és az általunk elmondott információk alapján kellett visszarájzolni emlékezetből mind a metszetet és a két csomóponti rajzot is.



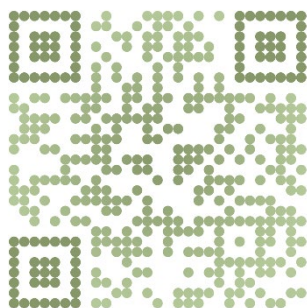
6. ÁBRA 2 D-S OKTATÁSI FOLYAMATÁBRA (SAJÁT)

A 3D-s csoportban résztvevőknél is ugyan azt az oktatási módszertant alkalmaztuk, mint az előző csoport esetében, azonban ők kiegészítő ábrákat is láttak a könnyebb megértés érdekében. A kiegészítés 3D-s csomóponti ábrákat tartalmazott (15. ábra), amelyeket szintén építési sorrendre bontottunk. A tető részletrajzot 11, a lábazatot 14, illetve a metszetet 14 részre bontottuk. Az oktatás menete során azt tapasztaltuk, hogy a hallgatók sokkal könnyebben megértik a feladatot, ha először a 3D-s csomópontot látják és csak utána a 2D-s vonalrajzot, így ez alapján építettük fel az előadás menetét.



7. ÁBRA 3D-S OKTATÁSI FOLYAMATÁBRA (SAJÁT)

A teljes oktatási anyag megtekinthető az 1. számú mellékletben, az alábbi QR kód és link segítségével:

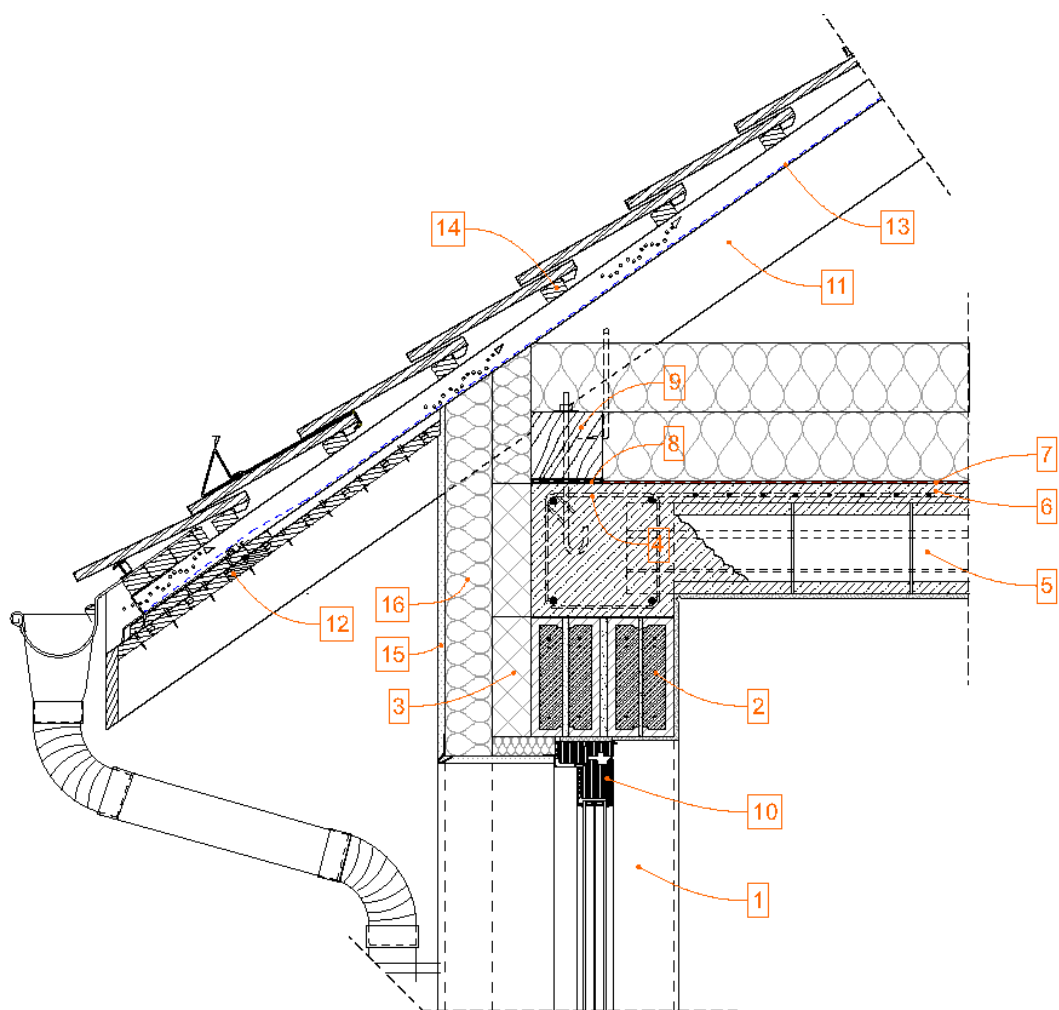


<https://me-qr.com/zt3ojJdg>

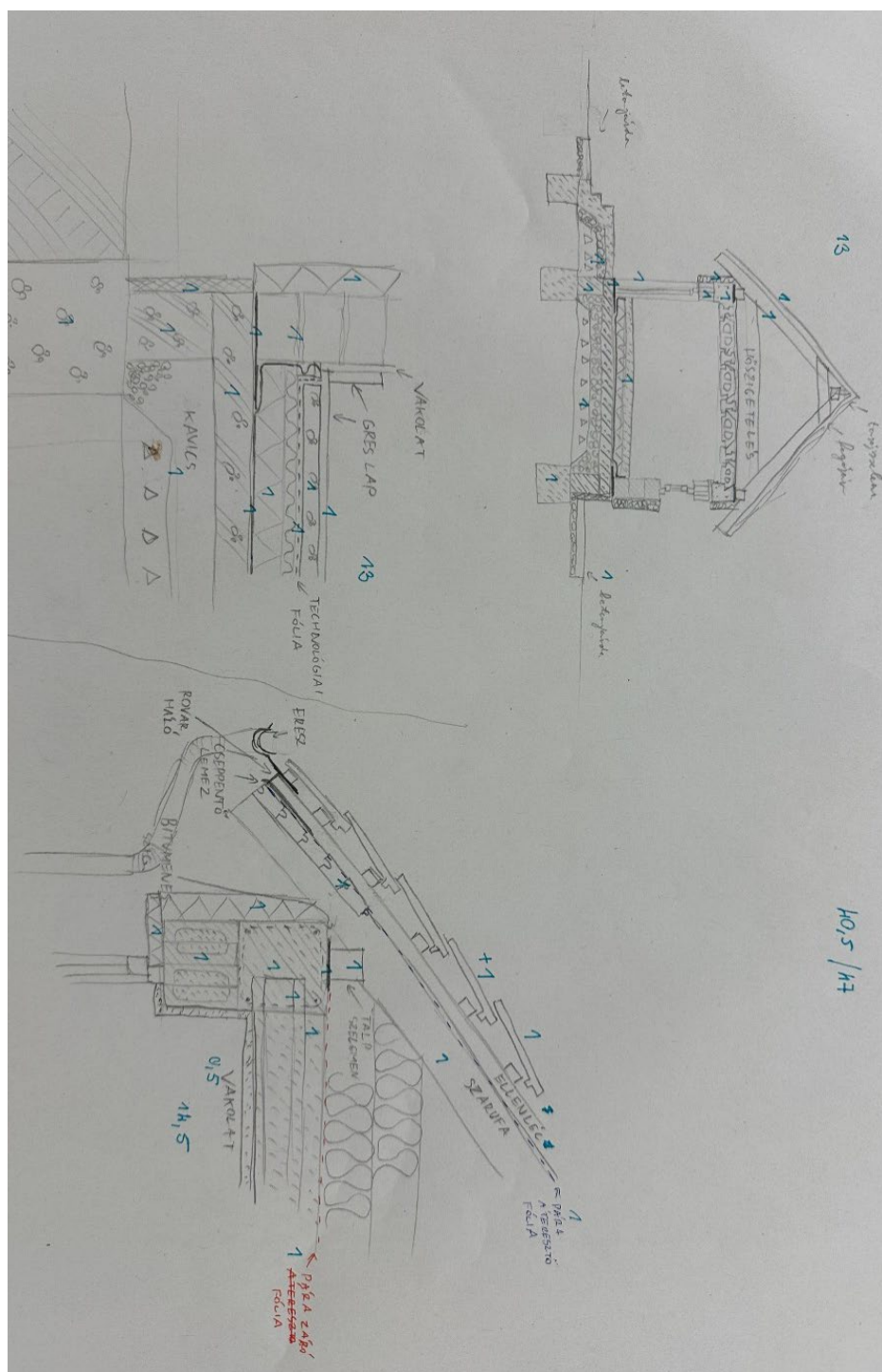
Az oktatásra megközelítőleg 45 percet szántunk, majd ezután a hallgatóknak körülbelül fél órájuk volt emlékezetből visszarajzolni a metszetet, illetve a két csomópontot is. Fontos volt, hogy egységes legyen a számonkérés a leadott anyagról, ezért mindkettő csoport esetében csak a 2D-s rajzokat kértük vissza, axonometrikus ábrázolást nem. A dolgozatokat mi hárman javítottuk általunk meghatározott szempontok alapján.

A pontozást is az építési sorrend határozta meg, minden visszarajzolt szerkezeti elem 1 pontot ért, összesen 47 pontot érhettek el a hallgatók. A jó visszarajzolásért a metszeten 15, a tető csomóponton 16 és a lábazati csomóponton is 16 pontot tudtak elérni maximum a hallgatók. A pontozási rendszerünk szemléltetése, egy általunk készített ábrán, megjelölve a szerkezeti elemeket, amelyek 1-1 pontot értek:

- |                               |                               |                          |
|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 1 – fal                       | 6 – beton/felbeton            | 11 – szarufa             |
| 2 – áthidaló                  | 7 – párazáró fólia            | 12 – deszkázat           |
| 3 – xps hőszigetelés          | 8 – bitumenes alátét szigetel | 13 – páraáteresztő fólia |
| 4 – koszorú vasalat           | 9 – talpszelemen              | 14 – héjalás             |
| 5 – f. gerenda és béléstestek | 10 – nyílászáró               | 15- vakolat              |
|                               |                               | 16 – hőszigetelés        |



8. ÁBRA SZERKEZET JELÖLŐ ÁBRA



## 9. ÁBRA MINTA PÉLDA "MINI ZH" (SAJÁT)

| SORSZÁM                   | CSOPORT | MAX PONT | ELÉRT PONT | EREDMÉNY | ISKOLA        |
|---------------------------|---------|----------|------------|----------|---------------|
| 1                         | 2D      | 47       | 36         | 77%      | GIMNÁZIUM     |
| 2                         | 2D      | 47       | 45         | 96%      | SZAKGIMNÁZIUM |
| 3                         | 2D      | 47       | 37,5       | 80%      | GIMNÁZIUM     |
| 4                         | 2D      | 47       | 32,5       | 69%      | GIMNÁZIUM     |
| 5                         | 2D      | 47       | 18         | 38%      | GIMNÁZIUM     |
| 6                         | 2D      | 47       | 37,5       | 80%      | GIMNÁZIUM     |
| 7                         | 2D      | 47       | 31,5       | 67%      | GIMNÁZIUM     |
| 8                         | 2D      | 47       | 27,5       | 59%      | GIMNÁZIUM     |
| 9                         | 2D      | 47       | 19,5       | 41%      | GIMNÁZIUM     |
| 10                        | 2D      | 47       | 18         | 38%      | GIMNÁZIUM     |
| 11                        | 2D      | 47       | 40,5       | 86%      | SZAKGIMNÁZIUM |
| 12                        | 2D      | 47       | 24         | 51%      | GIMNÁZIUM     |
| 13                        | 2D      | 47       | 44         | 94%      | SZAKGIMNÁZIUM |
| 14                        | 2D      | 47       | 38         | 81%      | GIMNÁZIUM     |
| 15                        | 2D      | 47       | 32         | 68%      | GIMNÁZIUM     |
| 16                        | 2D      | 47       | 26         | 55%      | GIMNÁZIUM     |
|                           | 2D      | 47       | 31,7       | 67%      | 13/3          |
| 1                         | 3D      | 47       | 39,5       | 84%      | GIMNÁZIUM     |
| 2                         | 3D      | 47       | 43,5       | 93%      | SZAKGIMNÁZIUM |
| 3                         | 3D      | 47       | 39         | 83%      | SZAKGIMNÁZIUM |
| 4                         | 3D      | 47       | 34         | 72%      | GIMNÁZIUM     |
| 5                         | 3D      | 47       | 42         | 89%      | GIMNÁZIUM     |
| 6                         | 3D      | 47       | 36         | 77%      | GIMNÁZIUM     |
| 7                         | 3D      | 47       | 40,5       | 86%      | SZAKGIMNÁZIUM |
| 8                         | 3D      | 47       | 35,5       | 76%      | GIMNÁZIUM     |
| 9                         | 3D      | 47       | 37,5       | 80%      | GIMNÁZIUM     |
| 10                        | 3D      | 47       | 46         | 98%      | SZAKGIMNÁZIUM |
| 11                        | 3D      | 47       | 43         | 91%      | GIMNÁZIUM     |
| 12                        | 3D      | 47       | 40,5       | 86%      | GIMNÁZIUM     |
| 13                        | 3D      | 47       | 42         | 89%      | GIMNÁZIUM     |
| 14                        | 3D      | 47       | 35,5       | 76%      | GIMNÁZIUM     |
| 15                        | 3D      | 47       | 31,5       | 67%      | GIMNÁZIUM     |
| 16                        | 3D      | 47       | 26,5       | 56%      | GIMNÁZIUM     |
|                           | 3D      | 47       | 38,3       | 81%      | 12/4          |
| CSOPORTOK KÖZTI KÜLÖNBSÉG |         |          |            | 14%      |               |

10. ÁBRA ELSŐ TESZT-VÉGEREDMÉNY

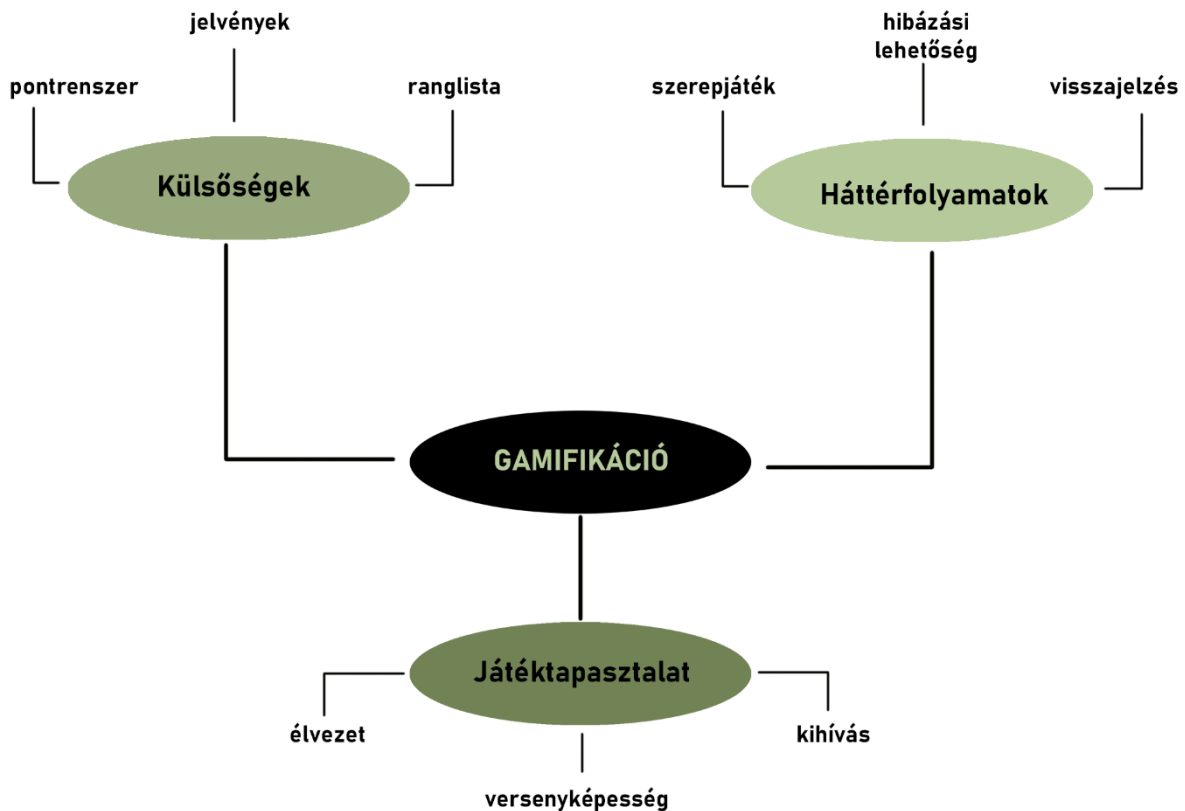
Az eredmények is alátámasztják korábbi feltételezésünket, mi szerint a digitális eszközökkel támogatott oktatásnak eredményesebb jövőképe van az építészkutatásban. A jelen és az ezután következő generációk számára könnyebben értelmezhető, és térlátás fejlesztő a tananyag digitalizációja, illetve modellalapú bemutatása.

## 8. Építészképzés oktatásmódszertani fejlesztése kísérlet segítségével / második kísérlet/

A második kísérletet egyfajta gamifikációs tesztként közelítettük meg, hiszen kutatásunk során kiderült, hogy a téri képességek fejlesztése mellett, ügyelni kell a jelenleg, illetve később az oktatásban jelenlévő generációk agyműködésére is. Az internethasználattal pár másodpercessé vált a döntésképeségük, amely alapján szortírozzák mire figyelnek és mire nem. Egy gamifikációs folyamat felkeltheti, majd fent is tartja érdeklődésüket, ez által növelhető a figyelemfenntartás ideje. Az elmúlt években számos szakterület kutatott ebben a témában, azonban végeredményként vagy természetes környezetben való módszert, vagy pedig a virtuális valósággal való fejlesztési módszert alkalmaztak kísérleteik során. [8] A technológia fejlődésére és a jelenleg a felsőoktatásban lévő Z generációs hallgatók képességeire tekintettel releváns a technológia használata a vizsgált módszerek során, azonban figyelniünk kell arra, hogy az költséghatékony, elérhető és könnyen beilleszthető legyen a jelenlegi oktatásba. A téma tanulmányozása során, a feldolgozott irodalom nyomán arra a következtetésre jutottunk, hogy második lépésként az oktatásban való gamifikációra és játékosításra szükséges kísérletet végeznünk, hiszen ez egy motiváló erőjű, a Z generáció agyműködési fejlődéséhez, változásaihoz jól illeszkedő módszer. Az egyetemi képzésünket tekintve az Épületszerkezetek tantárgyban figyelhető meg a leginkább a hallgatók téri képességeinek gyengesége, amelyről a hallgatói kérdőív is bizonyosságot ad számunkra.

### 8.1 A gamifikáció és annak létjogosultsága az Épületszerkezetek tantárgyban

A gamifikáció lényegében egy játékosítási módszer, ahol az információ megszerzéséért feladatokat kell megoldani. Játékelemekre épít, így azonnali mérhető eredmény és visszajelzés érhető el számukra. A rendszer eredményességéhez három alapkövet kell teljesíteni. Az első az optimális terhelés, amely a megfelelő nehézségi szint beállítására céloz, tehát ne legyen se túl egyszerű, se túl nehéz a feladat, mert unalmat vagy pedig frusztrációt válthat ki. A második az ideális beszíntezés, amely a kezdő és haladó hallgatói szintek felmérését, a jutalmak és feladatok rendszerbe illesztését jelenti. A harmadik pedig az ideális jutalomrendszer, amely az azonnali pozitív visszacsatolásra utal minden tevékenységhez, és a jutalomrendszer arányos beállítására a befektetett teljesítményhez képest.[18]



11. ÁBRA GAMIFIKÁCIÓ FOLYAMATA

Az infokommunikációs technológia folyamatos fejlődésével megváltozott az ebben szocializálódott generáció agyműködése, ezzel pedig az oktatási igényük is. Jellegzetesen gyors információfeldolgozásuk van több forrásból, szövegek helyett ajánlatos náluk inkább kép-, hang- és videóinformációkat alkalmazni. Azonnali visszacsatolásra és jutalomrendszerre van szükségük. [15]

Az építész képzés egyik legnagyobb kihívása a hallgatóknak az épületszerkezeti csatlakozások, csomópontok mentális megértése és összekapcsolása háromdimenziós képével. Gamifikáció és a téri képességek fejlesztésének összecsatolása fontos, hiszen a téri képességek fejlesztésére szükség van nem csak az építész képzésben, hanem azon belül az Épületszerkezetek tantárgynál is. Ez gamifikációs folyamaton keresztül, később akár egy megmaradó és bevált rendszerként is tovább működhet az építész oktatásban. A hallgatói kérdőív szerint a diákok is szükségét érzik a változásnak az oktatásmódszertanban.

## 8.2 A játékosítási kísérlet az Épületszerkezzettan oktatáson belül

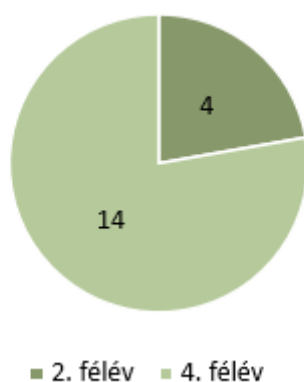
### 8.2.1 A kísérlet résztvevői

Dolgozatunk egyik alapköve az Épületszerkezzettani oktatáson belüli játékosítás, amellyel vizsgáljuk a bennünk megfogalmazódott feltételezést, amely szerint az építész hallgatóknak szükségük van a téri készségek fejlesztésére az épületszerkezeti megoldások térbeli megértéséhez, „mentális manipulálásához”.

A kísérletben a Széchenyi István Egyetem építész szakos másodéves hallgatói vettek részt. Választásunk azért rájuk esett, mert ők már rendelkeznek egy alap ArchiCad alkalmazási tudással, amely szükséges volt a feladat elvégzéséhez. A résztvevők között akadt pár elsőéves hallgató is, akik jelezték, hogy rendelkeznek programhasználati alaptudással. Ezen a teszten 18-an vettek részt.

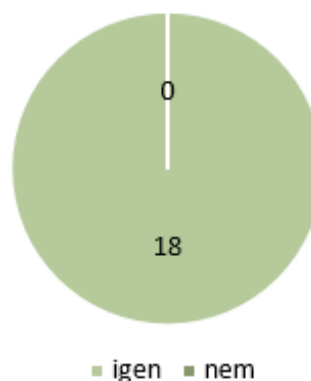
A számukra adott oktatás előtt feltettünk két kérdést a hallgatók számára, amelyek a születési évükre, a nemükre, az elkezdett Épületszerkezzettani félévükre vonatkoztak, illetve, hogy használták-e már az ArchiCad nevű programot. Ezeket a kérdéseket leellenőrizve indult meg az oktatási kísérlet.

Melyik épületszerkezzettan félévben vagy?



**12. ÁBRA A TESZTBEN RÉSZTVEVŐ HALLGATÓK JELENLEGI ÉPÜLETSZERKEZZETTANI FÉLÉVE (SAJÁT)**

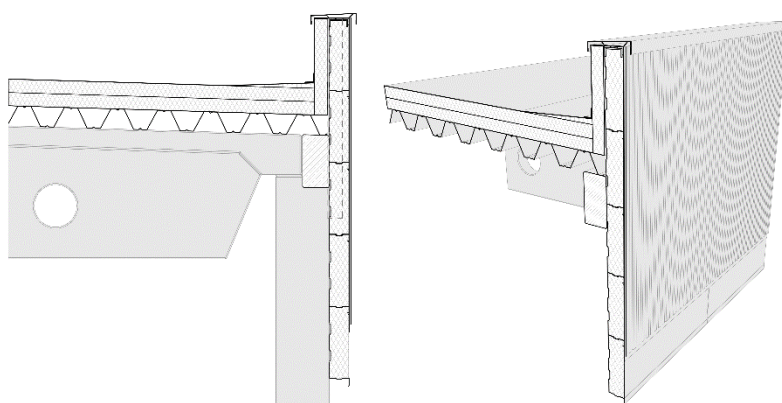
Használtál már ArchiCad-et?



**13. ÁBRA A TESZTBEN RÉSZTVEVŐ HALLGATÓK MINDEGYIKE HASZNÁLT MÁR ARCHICADET (SAJÁT)**

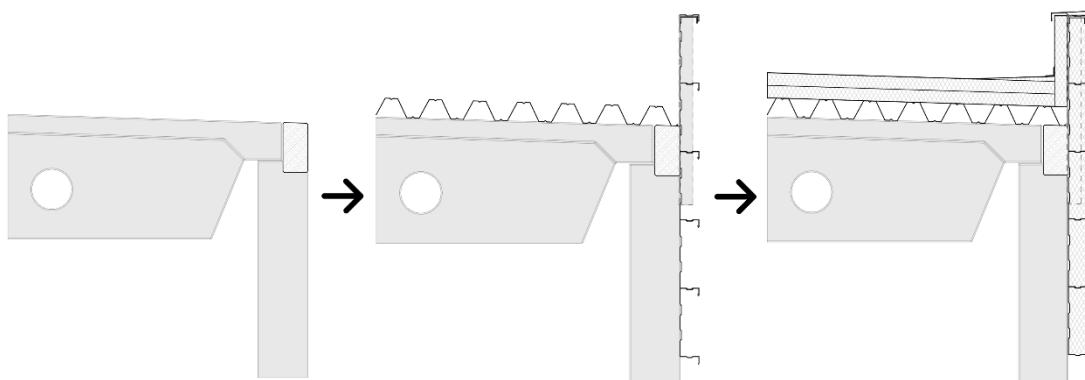
### 8.2.2 A kísérlet menete

A teszt során a 2. éves hallgatók számára egy teljesen ismeretlen szerkezeti csomópontot oktattunk, szimulálva azt az órai szituációt, mintha egy új anyagot oktatnának számukra. Így egy csarnok szerkezeti megoldásra esett a választásunk, amelyből egy attika csomópontot emeltünk ki. Első lépésként elkészítettük a csomópontot teljesen elemekre szétszedhető háromdimenziós modell formájában, majd ebből legenerálásra került egy kétdimenziós rajzi formátum is.



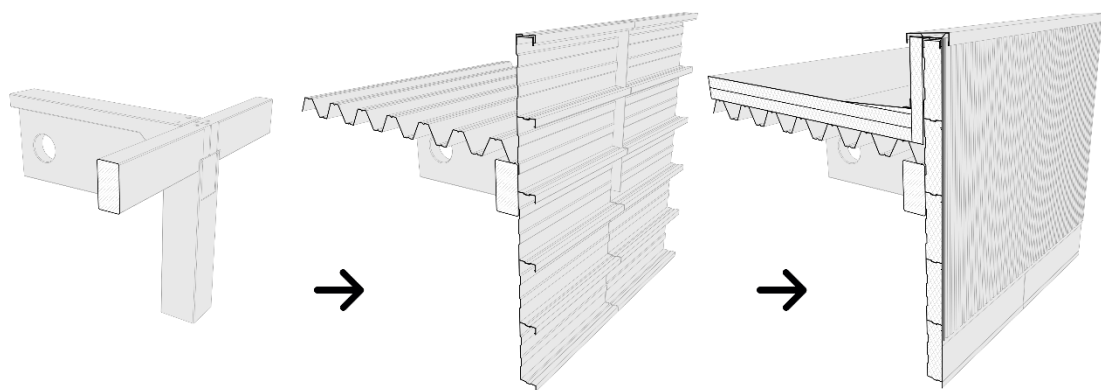
14. ÁBRA KIVÁLASZTOTT CSOMÓPONTI ÁBRA 2 ÉS 3D-S FORMÁJA

A kísérleten résztvevő hallgatókat szétbontottuk egy kétdimenziós és egy háromdimenziós csoportra, úgy ahogyan az első kísérletben is, a bevált módszer alapján indultunk el. A kétdimenziós csomópontban az attika részlet 2D-s rajzait használtuk fel csupán az oktatás során. A részletrajzot 18 különálló elemre bontottuk, építési sorrendnek megfelelően, majd lépésről lépésre ismertettük az adott munkafolyamatot és az ahhoz használt anyagot.



15. ÁBRA KÉTDIMENZIÓS OKTATÓÁBRA (SAJÁT)

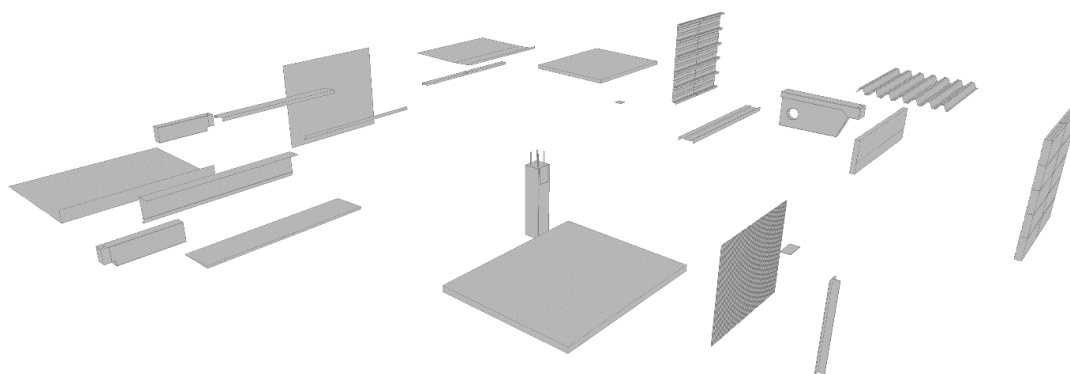
A háromdimenziós csoportban résztvevőknek is ugyan azt az oktatási módszert alkalmaztuk, mint az előző csoport esetén, azzal a kiegészítéssel, hogy ők a 3D-s csomóponti modellt is megkapták a 2D-s rajzok mellé, amely ugyan úgy építési sorrendre bontott volt és lépésenként „játékosan” a helyére tudták rakni az elemeket.



16. ÁBRA HÁROMDIMENZIÓS OKTATÓ ÁBRA (SAJÁT)

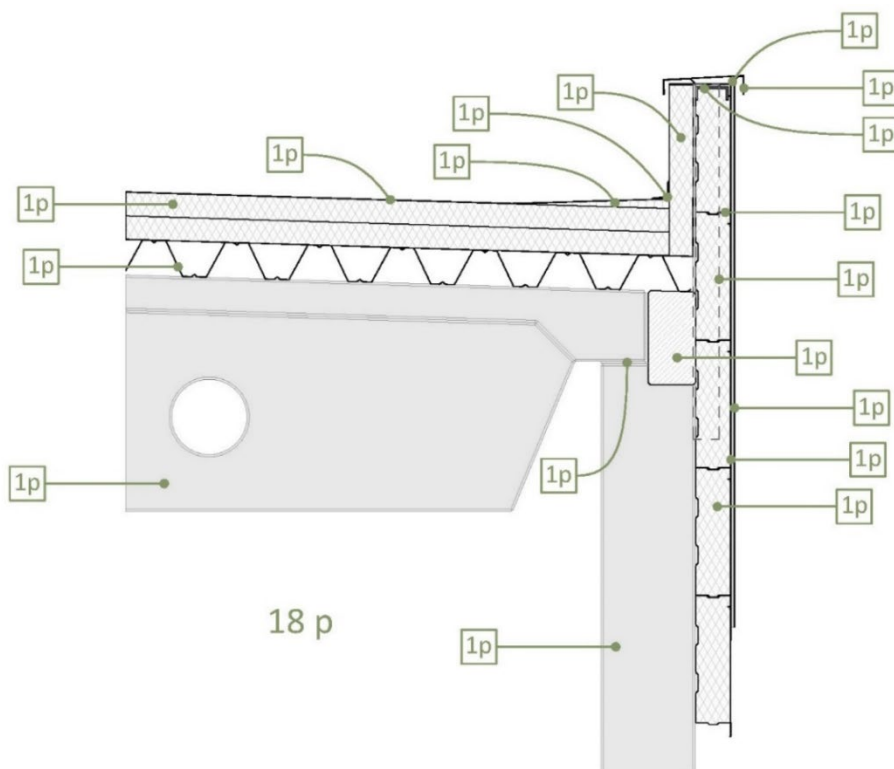
A két csoportra bontással szemben a számonkérés egységesen történt, hiszen arra voltunk kíváncsiak, hogy a 3D-s kiegészítéssel történő oktatás mennyiben segíti a hallgatók téri képességeit a kétdimenziós rajzokkal történő oktatással szemben.

A visszakérdezés egy játékos teszt formájában történt, amelyet az ArchiCad programban kellett elvégezniük. A tesztet úgy alakítottuk ki, hogy egy ArchiCad fájlba beillesztettük a háromdimenziós modellt, majd mind a 18 elemét szétszórta a térben, majd ezeket nekik „lego” -szerűen helyesen össze kellett illeszteniük egymáshoz, hogy újra kiadja a teljes csomópontot. Ez alkotta a játékosított feladat alapját. Ehhez szükségük volt a hallgatóknak a saját számítógépükre, amelyet előre jeleztünk, ezt a fájlt megkapták, majd ebben tudták megcsinálni a feladatot.

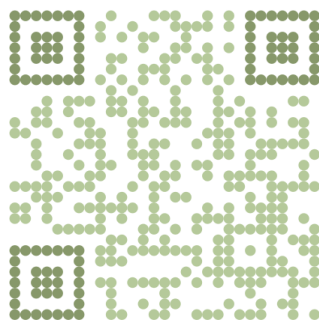


17. ÁBRA TÉRI KÉPESSÉGEKET SEGÍTŐ KÍSÉRLETI OKTATÁSMÓDSZERTANT VISSZAIGAZOLÓ TESZTFELADAT (SAJÁT)

A feladat elkezdésének időpontjától időmérést végeztünk, minden hallgató részére külön. A beérkezett megoldott feladatokat az egységes javítás érdekében mi hárman javítottuk. Pontozási rendszerünket az építési sorrend határozta meg, minden jó helyre visszarakott építési elem 1 pontot ért. Amennyiben tökéletes feladatmegoldásuk volt a hallgatóknak, 18 pontot tudtak elérni maximum. Itt látható a pontozási rendszer kétdimenziós képen, csupán az egyszerű bemutatás érdekében. Alább pedig a háromdimenziós olvasható be.



**18. ÁBRA PONTOZÁSI RENDSZER KÉTDIMENZIÓBAN (SAJÁT)**



<https://me-qr.com/gpmRrlSy>

**19. ÁBRA PONTOZÁSI RENDSZER HÁROMDIMENZIÓBAN (SAJÁT)**

### 8.2.3 Eredmények

Az egyszerűen reprezentálható eredményekért pontegyszerűsítést kellett végeznünk. Ehhez vettünk egy 3 perces alap idő intervallumot, ezután megnéztük, hogy egy adott hallgató hányszor 3 perc alatt tudta elvégezni a feladatot, majd ezt kivontuk az elért pontszámából, így megkapva a végső eredményt. (elért pont- idő/3=végső pontszám)

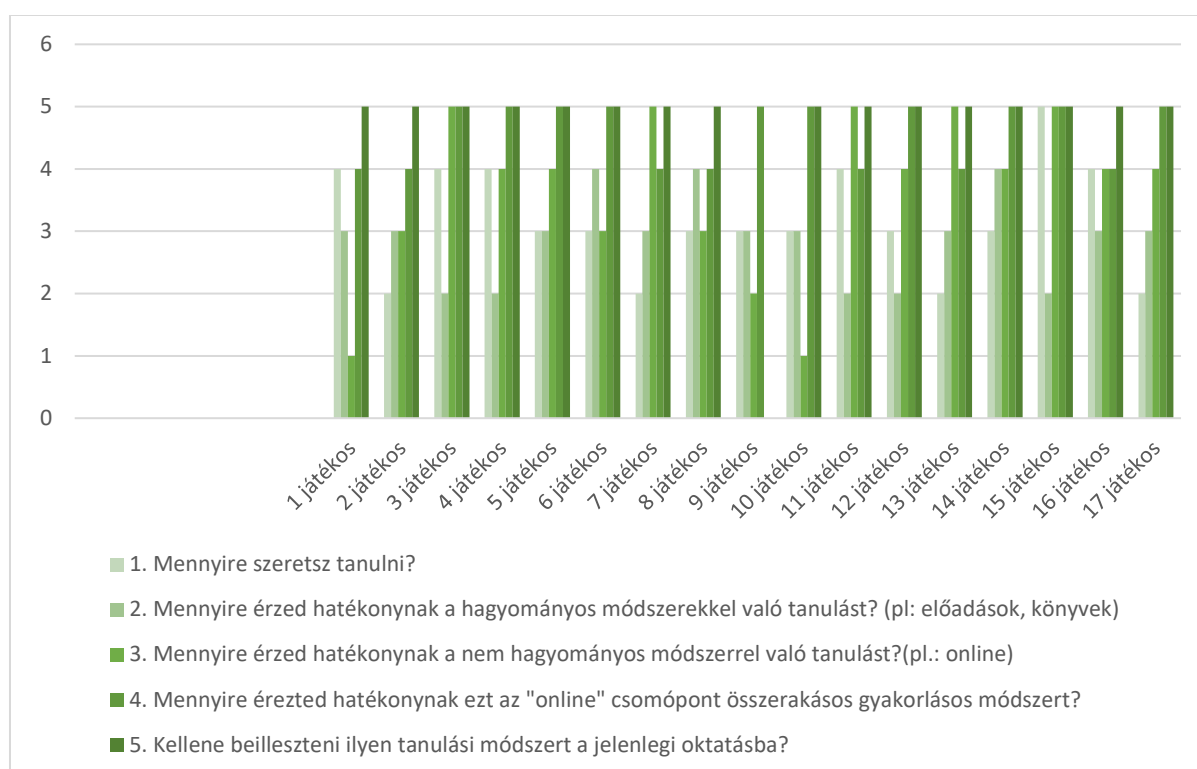
A háromdimenziós csoport átlag pontszáma 16,2 míg az átlag ideje 16,3 perc lett. A legjobb időhöz arányosított pontszám 13,67 perc lett. E mellett a kétdimenziós csoportnak az átlag pontszáma 12,9 lett, az átlagideje 15 perc, az idővel arányosított végleges legjobb pontszám pedig 12,33 lett. A háromdimenziós csapatnak a véglegesített átlaga 10,78 lett, míg a kétdimenziós csoportnak 8,31 pont lett. Így a két csoport eredménye között 33%-os különbséget kaptunk a háromdimenziós csoport javára.

|          | vizsgálat |       |       |       |       |       |       |       |      |         |
|----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---------|
| sorszám  | 1.        | 2.    | 3.    | 4.    | 5.    | 6.    | 7.    | 8.    | 9.   | átlagok |
| csoport  | 3D        | 3D    | 3D    | 3D    | 3D    | 3D    | 3D    | 3D    | 3D   |         |
| max pont | 18        | 18    | 18    | 18    | 18    | 18    | 18    | 18    | 18   |         |
| pont     | 16,5      | 18    | 17    | 18    | 18    | 15    | 15,5  | 17    | 11   |         |
| százalék | 92%       | 100%  | 94%   | 100%  | 100%  | 83%   | 86%   | 94%   | 61%  | 90%     |
| idő/perc | 13        | 20    | 19    | 16    | 20    | 15    | 14    | 10    | 20   | 16,3    |
| pont/idő | 12,17     | 11,33 | 10,67 | 12,67 | 11,33 | 10,00 | 10,83 | 13,67 | 4,33 | 10,78   |
| sorszám  | 1.        | 2.    | 3.    | 4.    | 5.    | 6.    | 7.    | 8.    | 9.   | átlagok |
| csoport  | 2D        | 2D    | 2D    | 2D    | 2D    | 2D    | 2D    | 2D    | 2D   |         |
| max pont | 18        | 18    | 18    | 18    | 18    | 18    | 18    | 18    | 18   |         |
| pont     | 9         | 18    | 17    | 16    | 9     | 11    | 16    | 6     | 14,5 |         |
| százalék | 50%       | 100%  | 94%   | 89%   | 50%   | 61%   | 89%   | 33%   | 81%  | 72%     |
| idő/perc | 6         | 18    | 14    | 17    | 12    | 8     | 20    | 23    | 17   | 15      |
| pont/idő | 7,00      | 12,00 | 12,33 | 10,33 | 5,00  | 8,33  | 9,33  | 1,67  | 8,83 | 8,31    |
| 33%      | 2D        |       |       |       | 3D    |       |       |       |      |         |
|          | 8,31      |       |       |       | 10,78 |       |       |       |      |         |

20. ÁBRA EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÓ TÁBLÁZATA (SAJÁT)

## 8.2.4 Véleményfelmérés

A tesztek végeztével utólagos kérdéseket is tettünk fel a hallgatóknak kikerve véleményüket az egész kísérleti folyamatról, illetve a játékosítási folyamatról. A kérdések a saját tanulási stílusuk felmérésével kezdte, szeretnek-e tanulni, a hagyományos vagy az online módszert preferálják-e jobban, illetve mennyire érezték hatékonynak a tesztet és mennyire érzik szükségét az új tanulási módszer beillesztését az oktatába.



21. ÁBRA UTÓLAGOS VÉLEMÉNYFELMÉRÉS A TESZTRŐL (SAJÁT)

Kielemezve a felmérési eredményeket láthatjuk, hogy a hallgatók nagyrésze számára, kevésbé hatékony a jelenlegi oktatási módszertan, hiszen téri képességeik nem kapnak ez által fejlesztő feladatokat, így a már meglévő érzékükkel dolgoznak, azonban ezt néha kevésnek érzik. Egyértelmű eredményként látható, hogy a hallgatók hasznosnak találták, az általunk játékosított csomóponti módszert, illetve szükségét érzik, az ilyesfajta téri képességeket fejlesztő feladatokat, oktatáskiegszítő módszertanokat.

## 9. Konklúzió és javaslattétel

Az általunk készített kérdőívek, az épületszerkezettani oktatásmódszertani teszt, illetve az elvégzett gamifikációs teszt alapján azt a következtetést lehet levonni, hogy a hallgatóknak szükségük van a megváltozott kognitív képességek és gyakorlati elvárások miatt egy újfajta oktatásmódszertanra, ami a téri készségek fejlesztését az épületszerkezeti megoldások jobb térbeli megértését, „mentális manipulálását” segíti. Az építészoktatás során a térérzékelés hiánya leginkább az épületszerkezettan tárgynál jelentkezik, hiszen itt a hallgatóknak a kétdimenziós grafikai ábrázolásból kell mentálisan kialakítaniuk magukban egy háromdimenziós összetett képet. Ahhoz, hogy kialakulhasson náluk a későbbiekben a komplex folyamatú térérzékelés, már az egyetemi évek elejétől szükségük van oktatásmódszertani segítségre.

Hipotézisünk alátámasztásához először felmértük a külföldi és hazai helyzetet az épületszerkezetek, illetve épületmodellezés oktatása terén a Széchenyi István Egyetem alaposabb kutatásával, amely magába foglal egy a hallgatók által kitöltött kérdőívet is. Folytatásként olyan, a térrel kapcsolatos pszichológiai fogalmakat tártunk fel, amelyek segítik a téri képességek és térbeli érzékelés folyamatát megérteni. A téri képességek alapja a grafikai ábrázolás, amely beindítja a térbeli érzékelés folyamatát, azonban ehhez szükséges elsajátítani egy tudást, amivel képesek vagyunk mentálisan megjeleníteni az adott képet.

Kutatásunk célja volt az építészhallgatók tanulási folyamatainak megértése, ezért kidolgoztunk két kísérletet, mellyel jobban meg tudtuk érteni az oktatásban jelenleg résztvevő Z generáció agyműködési sajátosságait. Az első kísérletünk a háromdimenzió alapú oktatásra fókuszált, feltételezésünk okán, ami szerint ez nagy mértékben elősegíti épületszerkezettani összefüggések megértését. A teszt végeredményei alátámasztják álláspontunkat, hiszen az a csoport, amely kiegészítő 3D-s ábrákat is kapott, összességében 14 %-al jobb eredményt ért el. A kettő csomópont közül az egyik tartalmazott egy általuk még nem ismert szerkezeti megoldást, amit a 3D-s csoport tagjai sokkal jobb eredménnyel rajzoltak vissza. A második kísérletünk a gamifikációs folyamatra fókuszált, hiszen ez növelheti a hallgatók figyelemfenntartását, illetve a játékosság egy mélyebb tanulási folyamatot eredményez. Itt a már jól bevált kísérleti módszert alkalmaztuk az első kísérletből átemelve.

A gamifikációs módszertan költséghatékonyabb, mint számos eddigi oktatásmódszertan, illetve könnyen beintegrálható a jelenlegi tantervbe. Kísérletünk és véleményfelmérésünkben egyértelműen kiderült számunkra, hogy a hallgatók jobb eredményeket értek el a háromdimenziós oktatással, illetve visszajelzést kaptunk arról, hogy hasznosnak találják és szükségét érzik az ilyesfajta téri képességeket fejlesztő módszertanoknak. Ezt bizonyítják a teszt eredményei is, hiszen míg a kétdimenziós csoport eredményének átlaga 8,31 pont lett, míg a háromdimenziós csoport átlaga 10,78 pont lett. Így a két csoport eredménye között 33%-os különbség lett a háromdimenziós csoport javára.

Az épületszerkezzettani tárgy valamit, a téri képességek alapja a 2D-s grafikai ábrázolás, amely beindítja a térbeli érzékelés folyamatát, azonban ehhez szükséges elsajátítani egy tudást, amivel képesek vagyunk mentálisan megjeleníteni az adott képet. Ezt, az alapot azt gondoljuk nem szabadna leváltani vagy csökkenteni, hanem egy új módszerrel kellene bővíteni. Ez alatt azt értjük, hogy a 2D-s rajz alapú oktatási módszereket az Épületszerkezetek 1 oktatása után, az Épületszerkezetek 2-től ki kellene egészíteni és ezáltal támogatni a hallgatók tanulási folyamatát egy 3D-s módszerrel. Ettől a tárgytól kezdve a hallgatók nem csak átfogó általános szerkezetekről tanulnak már, hanem egy olyan részletes, csomópontokkal teli fázisba lépnek, mely már megkövetelné a korszerűbb és értelmezhetőséget segítő 3D-s ábrák és csomópontok használatát. Ehhez kapcsolódóan további javaslatot szeretnénk tenni elsősorban az oktatott tananyag kiegészítésére több videó és képanyaggal, illetve háromdimenziós illusztrált ábrával a könnyebb érthetőség és tanulhatóság miatt a Z generációs építészhallgatók számára. Javasolnánk továbbá, hogy tartalmazzanak 3D-s kiegészítő ábrákat a számukra elérhető segédletek, amelyeket a tanuláshoz használnak, emellett a leghatékonyabb módszer szerintünk az lenne, ha az összes épületszerkezzettani félévnek a gyakorlati oktatása egy 3D-s mintaépületen alapulna. Ez elősegítené az oktatási és megértési folyamatot, mindkét fél számára. Továbbá javasolnánk a zárthelyi dolgozat felkészítésnél azt a gamifikációs oktatásmódszertant, amelyet mi is vizsgáltunk dolgozatunk folyamán, amely magába foglalja a háromdimenziós ábrával való oktatást, illetve a megértést visszaigazoló „lego-szerű” tesztet, ezáltal egy azonnali tanulási és gyakorlási folyamat megy végbe.

Figyelembe kell venni, hogy az Épületszerkezetek tárgy negyedik félévétől alkalmazhatnak a hallgatók féléves feladat megoldására számítógépes programot, azonban többségük még ekkor is marad a 2D-s gépi vonalrajzolásnál, mivel a modellezési tudásuk nem elegendő egy szerkezetileg helyes modell elkészítéséhez. Jelenleg egyetemünkön egy tantárgy keretein belül tanulhatnak a hallgatók épületmodellezést egy féléven keresztül, viszont ez nem nyújt számukra naprakész tudást. Ehhez kapcsolódóan további javaslatot szeretnénk tenni, kötelező épületmodellezési tantárgyak integrálására a tantervbe. A hallgatók a második félévtől kezdve, négy féléven át tanulnának épületmodellezést, amellyel el tudnák érni azt, hogy mire az Épületszerkezetek 4. félévéhez érnek, már képesek lesznek egy csomópont helyes családiház megmodellezésére. A gyakorlati oktatás mellett, úgy gondoljuk fontos lenne egy átfogó elméleti edukáció a diákok számára a BIM szemléletmódjáról és az épületmodellezés fontosságáról.

Hosszú távú terveink között szerepel további oktatásmódszertanok tesztelése és kutatása, mint például az eye-tracking vizsgálati módszer. Ezt a módszert bonyolultabb kognitív folyamatok megismerésére szeretnénk alkalmazni. Egy látványos eredményeket nyújtó módszerről beszélünk, amely a szemmozgást pontosan rögzíti, ez által szeretnénk megvizsgálni a továbbiakban, hogy a jelenleg az oktatásban lévő Z generáció hogyan térképezi fel mind a valóságos és a virtuális teret egyaránt. Úgy gondoljuk, hogy ez egy nagy előrelépés lehet további oktatásmódszertanok vizsgálatához, illetve a későbbiekben ezek integrálásához az oktatásba. Továbbá célunk egy olyan rendszert létrehozása, amely hasonló tematika alapján működik, mint a jelen dolgozatunkban megjelenő teszt, az épületszerkezeti elemek, részletek háromdimenziós tára, amelyben tanulási célú csomópont összerakásra van lehetőség. Erre a rendszerre tökéletesen fel lehetne fűzni a játékosítási módszertant, így egy olyan komplex rendszer a cél, amelyben a hallgatók a feladat teljesítés után eredményt érnek el, így láthatják teljesítésük szintjét, illetve versenyezhetnek egymással. Ezt integrálva az oktatásba a féléves érdemjegyük részévé is lehetne tenni, motiválás céljából.

## 10. Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti konzulenseinket, Ajtayné Dr. Károlyfi Kittit a Széchenyi István Egyetem adjunktusát, illetve Szalai Dórát, a Széchenyi István Egyetem doktoranduszát, a TSPC BIM - menedzserét és a szoftverfejlesztési csoport csoportvezetőjét, akik tapasztalatukkal, ötleteikkel és idejüket nem sajnálva segítették munkánkat.

Köszönet illeti Dr. habil. Bozsaky Dávid PhD-t, a Széchenyi István Egyetem egyetemi docensét és tanszékvezetőjét, illetve Dr. Somfai Attila PhD-t, a Széchenyi István Egyetem egyetemi docensét a támogatásért és segítségéért és hogy az oktatásmódszertani teszt minél több első és másodéves hallgatóhoz eljusson.

Köszönet illeti Takács Attilát, a Széchenyi István Egyetem mesteroktatóját, aki az oktatásmódszertani teszt összeállításában, a megfelelő előadásmódban és a tesztek értékelési szempontjainak meghatározásában volt segítségünkre.

Köszönet illeti Horváth Tamás PhD-t, a Széchenyi István Egyetem egyetemi docensét a támogatásért és segítségéért, hogy az oktatásmódszertani teszt minél több első éves hallgatóhoz eljusson.

Köszönet illeti Dr. Rák Olivért, A Pécsi Tudományegyetem adjunktusát, aki interjút adva számunkra hozzájárult dolgozatunk elkészüléséhez.

Köszönet illeti Dr. Horkai Andrást, az Óbudai Egyetem adjunktusát, aki interjút adva segítette a jelenlegi kutatás fejlődését.

Köszönet illeti Dr. habil. Lábadí Beatrix PhD-t, A Pécsi Tudományegyetem egyetemi docensét, tudományos és pályázati dékán – helyettesét, aki interjút adva számunkra hozzájárult dolgozatunk elkészüléséhez.

## 11.Irodalomjegyzék

[1] Tudományos Diákköri Konferencia/A 3D épületmodellezés oktatásának helyzete és integrálási lehetőségei az épületszerkezetek tantárgyakba

[\(PDF\) Tudományos Diákköri Konferencia/A 3D épületmodellezés oktatásának helyzete és integrálási lehetőségei az épületszerkezetek tantárgyakba \(researchgate.net\)](#)

megtekintés dátuma-2024.04.01.

[2] Düll Andrea: Az érzékelés és észlelés; megtekintés dátuma – 2024.03.01

[https://www.researchgate.net/publication/296994766\\_Az\\_erzekeles\\_es\\_az\\_eszleles](https://www.researchgate.net/publication/296994766_Az_erzekeles_es_az_eszleles)

[3]<https://pszichologia.szeszterke.ro/az-eszleles-funkcioi-lokalizacio-es-mintafelismeres/>

megtekintés dátuma – 2024.03.01

[4] Düll Andrea: Környezetpszichológia; megtekintés dátuma – 2024.03.05

[https://www.researchgate.net/publication/274699356\\_Dull\\_Andrea\\_Helyek\\_targyak\\_viselkedes\\_Kornyezetpszichologiai\\_tanulmanyok](https://www.researchgate.net/publication/274699356_Dull_Andrea_Helyek_targyak_viselkedes_Kornyezetpszichologiai_tanulmanyok)

[5] [https://mogi.bme.hu/TAMOP/3d\\_megjelenitesi\\_technikak/index.html](https://mogi.bme.hu/TAMOP/3d_megjelenitesi_technikak/index.html)

megtekintés dátuma – 2024.03.10 hiba

[6] Investigating three-dimensional sketching for early conceptual design—Results from expert discussions and user studies pdf.; megtekintés dátuma-2024.03.13.

[main.pdf \(sciencedirectassets.com\)](#)

[7] Immersive VR environment for architectural design education pdf.;

megtekintés dátuma-2024.03.13.

[Immersive VR environment for architectural design education | SIGGRAPH Asia 2017 Posters \(acm.org\)](#)

[8] Spatial Skills and Perceptions of Space: Representing 2D Drawings as 3D Drawings inside Immersive Virtual Reality; megtekintés dátuma-2024.03.13.

[Applied Sciences | Free Full-Text | Spatial Skills and Perceptions of Space: Representing 2D Drawings as 3D Drawings inside Immersive Virtual Reality \(mdpi.com\)](#)

[9] A structural analysis of visual spatial ability in academically talented students pdf.

megtekintés dátuma-2024.03.15.

[10] Developing 3-D Spatial Visualization Skills

[Developing 3-D Spatial Visualization Skills | The Engineering Design Graphics Journal \(edgj.org\)](#)

megtekintés dátuma-2024.03.15.

Developing 3-D Spatial Visualization Skills pdf.; megtekintés dátuma-2024.03.15.

[126-Article Text-496-1-10-20090813.pdf](#)

[11] Emergence and Characterization of Sex Differences in Spatial Ability: A Meta-Analysis

megtekintés dátuma-2024.03.15.

[Emergence and Characterization of Sex Differences in Spatial Ability: A Meta-Analysis on JSTOR](#)

[12] Spatial Sensibility in Architectural Education

megtekintés dátuma-2024.03.17.

[main.pdf \(sciencedirectassets.com\)](#)

[13] Architecture students' spatial reasoning with 3-D shapes

megtekintés dátuma-2024.03.17.

[Architecture students' spatial reasoning with 3-D shapes | Journal of Design Research \(inderscienceonline.com\)](#)

[14] Takács\_Rita\_doktori\_disszertáció.pdf ; megtekintés dátuma – 2024.03.20.

[Takács Rita doktori disszertáció.pdf \(elte.hu\)](#)

[15] A Z generáció jövőképe pdf.; megtekintés dátuma-2024.03.22.

[24SzabadKlaudia.pdf \(irisro.org\)](#)

[16] [Gen.spec .kutatasi osszefoglalo weboldal modositott-20231213.pdf \(bm-tt.hu\)](#) ;

megtekintés dátuma – 2024.03.25.

[17] [TK12-pdfprint jó-2.pdf \(komnev.lhu\)](#); megtekintés dátuma – 2024.03.25.

[18] Gamifikáció az oktatásban: - megtekintés dátuma:2024.03.25.

[\(PDF\) Gamifikáció az oktatásban \(researchgate.net\)](#)

## 12.Ábrajegyzék

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. ábra táblázat- széchenyi istván egyetem tantárgyak .....                                             | 8  |
| 2. ábra perspektíva (saját).....                                                                        | 14 |
| 3. ábra A binokuláris parallaxis és diszparitás (mogi.bme.hu) .....                                     | 15 |
| 4. ábra Prefrontális kéreg – KÉK nevelés (kekneveles.net) .....                                         | 19 |
| 5. ábra Munkamemória felépítése (saját).....                                                            | 20 |
| 6. ábra 2 D-s oktatási folyamatábra (saját) .....                                                       | 27 |
| 7. ábra 3d-s oktatási folyamatábra (saját).....                                                         | 28 |
| 8. ábra szerkezet jelölő ábra .....                                                                     | 29 |
| 9. ábra minta példa "mini zh" (saját).....                                                              | 30 |
| 10. ábra első teszt-végeredmény .....                                                                   | 31 |
| 11. ábra gamifikáció folyamata .....                                                                    | 33 |
| 12. ábra a tesztben résztvevő hallgatók jelenlegi épületszerkezettani féléve (saját).....               | 34 |
| 13. ábra a tesztben résztvevő hallgatók mindegyike használt már archicadet (saját).....                 | 34 |
| 14. ábra kiválasztott csomóponti ábra 2 és 3d-s formája .....                                           | 35 |
| 15. ábra kétdimenziós oktatóábra (saját) .....                                                          | 35 |
| 16. ábra Háromdimenziós oktató ábra (saját).....                                                        | 36 |
| 17. ábra Téri képességeket segítő kísérleti oktatásmódszertant visszaigazoló tesztfeladat (saját) ..... | 36 |
| 18. ábra Pontozási rendszer kétdimenzióban (saját) .....                                                | 37 |
| 19. ábra Pontozási rendszer háromdimenzióban (saját).....                                               | 37 |
| 20. ábra Eredmények összefoglaló táblázata (saját) .....                                                | 38 |
| 21. ábra Utólagos véleményfelmérés a tesztről (saját).....                                              | 39 |