

BILLEGŐ VALÓSÁG

A térbeli konstrukciók
alapját képező stabilitás
megtapasztalhatóságának
vizsgálata az alkotói folyamatban
valós és digitális térben

Doktori értekezés
Szentandrás Dóra

Témavezető: Bényei Judit PhD

Budapest, 2023

Moholy-Nagy Művészeti Egyetem, Doktori Iskola

BILLEGŐ VALÓSÁG

A térbeli konstrukciók
alapját képező stabilitás
megtapasztalhatóságának
vizsgálata az alkotói folyamatban
valós és digitális térben

Doktori értekezés
Szentandrás Dóra

Témavezető: Bényei Judit PhD

Budapest, 2023

Moholy-Nagy Művészeti Egyetem, Doktori Iskola

„[...] a tér és valóság viszonya folyamatosan újraértelmeződni látszik az olyan materiális szférák létrejöttének következtében, amelyek érzékelésünk, tapasztalásunk, tudásunk, kommunikációnk és önmagunk kifejezésének legitím, párhuzamos dimenzióivá váltak. [...] A számítógép megjelenése újra-definiálta a térbeli észlelésről és az immerzióról alkotott elképzelésünket; felerősítette azt az igényt, hogy alternatív tereket tervezzünk és valósítsunk meg, és elemezzük környezetünket.”

– *Giulia Bini és Nolasco-Rózsás Livia*

Tartalomjegyzék

1. Kutatásom előzménye, személyes vonatkozásai	11
2. Bevezetés	13
3. A disszertáció felépítése és a kutatói kérdések, tézisek	17
4. Első rész: Teoretikus kutatás	23
4.1. A téri intelligencia (Általános intelligenciaelméletek)	24
4.2. A tér észlelése, a téri képességek fejlődése és fejlesztése	25
4.2.1. A tér észlelése	26
4.2.2. A téri képességek fejlődése a pszichológiai kutatások alapján	29
4.2.2.1. A tapintás és a mozgás szerepe a téri fejlődésben	31
4.2.3. A téri képességek fejlesztése pedagógiai jó gyakorlatok bemutatásával	33
4.3. Digitális környezet	40
4.3.1. A téri képességeket fejlesztő digitális játékok transzferhatása	43
4.4. A téri részképességek beazonosítása a téri intelligencia mentén	44
4.5. A téri gondolkodás és a téri gondolkodás kommunikációja	45
4.6. Téri kompetenciák	48
4.7. Téri képességekre irányuló mérések	56
4.7.1. A téri képességek mérése a neurobiológia irányából	56
4.7.2. A téri képességek mérése pszichomotoros és kognitív szempontból	57
4.8. Konstruálás	61
4.8.1. A konstruáló feladatokon keresztül mért képességek	62
4.8.2. A konstruáló feladatok jellege	66
4.8.2.1. A reprodukáló konstruáló feladatok karaktere és tesztelése	67
4.8.2.2. A tervező konstruálás részletes bemutatása	69
4.8.2.3. Az intuitív-alkotó konstruálás részletes bemutatása	71
4.9. Szerkezetstabilitás	74
4.9.1. A szerkezet oktatása az építészeti képzésben	76
4.9.2. Jó gyakorlatok a vonalszerű és felületszerű elemek alkalmazására	78
4.9.3. A súlypont szerepe a szerkezet stabilitásában	85

5. Második rész: Empirikus kutatás	89	5.4.2. A stabilitásra vonatkozó tapasztalat, tudás megszerzésének, alkalmazásának mérésére vonatkozó reflexiók	122
5.1. Fő kutatási kérdés és további kérdések témakörönként	90	5.5. Az almérőeszközre vonatkozó kutatás összegzése a doktori kutatási kérdésekre adott válaszok mentén	123
5.2. A doktori kutatás célja és a doktori kutatási kérdések	91	5.6. A posztdoktori kutatás előkészítése	125
5.2.1. Kutatócsoport	93	6. Összegzés	128
5.3. Az almérőeszköz kidolgozása	93	7. Bibliográfia	133
5.3.1. A vizsgált korosztály	94	8. Ábrák és táblázatok jegyzéke	142
5.3.2. A mérés környezete	95	Mellékletek	145
5.3.3. A mérés módszertana	95	1. számú melléklet	146
5.3.3.1. A mérési folyamat meghatározása	95	2. számú melléklet	148
5.3.3.2. Az alkotói feladat meghatározása	96	3. számú melléklet	152
5.3.3.3. A digitális eszköz, felület meghatározása	104	4. számú melléklet	154
5.3.4. A stabilitásra vonatkozó tapasztalat, tudás megszerzésének, alkalmazásának, mérhetőségének meghatározása	105	5. számú melléklet	164
5.3.4.1. A stabilitásra vonatkozó tudás megszerzésében az alkotói folyamat során szerzett tapasztalatok meghatározása	106	6. számú melléklet	166
5.3.4.2. A tapasztalati úton megszerzett stabilitásra vonatkozó tudás szintjeinek meghatározása	106	7. számú melléklet	170
5.3.4.2.1. Az aktivitásmátrix alkalmazása a stabilitásra vonatkozó tudás szakaszolásában	111	Köszönetnyilvánítás	174
5.3.4.3. Az alkotói folyamatban szerzett tapasztalatok és a stabilitásra vonatkozó tudás szintjeire vonatkozó mérési adatok kódolása	113	Szakmai önéletrajz	176
5.3.5. A digitális eszközökön szerzett stabilitásra vonatkozó téri tudás valós térben való alkalmazásának tesztelése	116	Absztrakt	182
5.3.5.1. A téri tudás valós térben való alkalmazására készített teszt eredményeinek értékelése	116	Abstract	183
5.3.6. A doktori kutatási kérdéseken túlmutató, a kutatást és mérést segítő további részek	117	Tézisek	184
5.3.6.1. Lezáró kérdések, beszélgetés a gyerekekkel	117	Theses	187
5.3.6.2. Értékelés megfigyelés alapján	118	Eredetiségi nyilatkozat	190
5.3.6.3. Szülői kérdőív	119		
5.4. Az almérőeszköz prototípusának pilottesztelése és a tesztre vonatkozó reflexiók	120		
5.4.1. Az alkotófeladatra vonatkozó reflexiók	121		

1. Kutatásom előzménye, személyes vonatkozásai

A **GYIK Műhely** (Gyermek és Ifjúsági Képzőművészeti Műhely) téri képességek fejlesztésére irányuló programját 2012-ben indítottam el „Lépj le a papírról, és alkoss térben!” címmel hat-tizenkét éves gyerekek számára kolléganőmmel, Terbe Ritával. Az iskolai tananyagtól független rendszeres, szakkör jellegű délutáni program nonformális tudásszerző folyamatként működik. Célja a GYIK Műhely módszertanára¹ épülve, a téri vizuális nevelés eszközeivel, téri problémák felvetésén keresztül a térbeli gondolkodás fejlesztése. A téri alkotófolyamatokban a gyerekek tapasztalatot szereznek a téri relációkról, az anyag, a fény és a forma összefüggéseiről. Különböző méretű modellek és térinstallációk készítése közben tanulják meg érzékelni a teret, és képessé válnak a léptékváltásra (Szentandrás, 2012).

A módszertan alapja, hogy a gyerekek belső intuíciók alapján készítsék el alkotásaikat, így az objektum nem tudatos tervezés eredménye, sokkal inkább művészeti céllal készül, és a motiváció is a művészeti folyamat flow-élményének elérése, s látszólag játékosan, tudat alatt fejlődik a téri tudásuk.

A módszertant továbbfejlesztve további alkalmazott megoldásokat fejlesztettünk ki, illetve kutatásokban vettünk részt. Kidolgoztunk egy, az iskolai tananyaghoz kapcsolódó téri alkotóprogram-sorozatot „Art & Science, élmény a tanulás” néven. A programban számos iskolai osztály vett részt. Az alkotáson keresztül a gyerekeknek személyes kapcsolatuk alakul ki a tananyaggal, az új ismeretekhez élmény társul, amely mélyebb tudást eredményezhet.

Az életvitel tantárgy tömbösítésével kísérleti jelleggel háromnapos, téri képességeket fejlesztő alkotóprogram-sorozatot tartottunk a GYIK Műhelyben 2017–2019 között az ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gyakorló Gimnázium hatodikos osztályainak. Szintén a módszertanra épülve dolgoztam ki a UART alkotódobozt, amely családok számára, otthoni környezetben megvalósítható téri alkotófeladatokhoz tartalmaz alapanyagokat és inspirációkat (lásd az 1. számú mellékletet).

A GYIK Műhely oktatójaként és térlátást fejlesztő kutatóként érdekes tapasztalatot jelentett a vak gyerekek integrálása a „Lépj le a papírról, és alkoss térben!” programba.

A GYIK Műhely téri képességek fejlesztésére irányuló feladataiból összeállított példatár *Táj-Tér-Tár* és *Táj-Tér-Tár+* címen jelent meg. Az első kötetre építve akkreditált hatvanórás, gyakorlatorientált pedagógusképzést indítottunk 2017-ben.

1 „A Gyermek- és Ifjúsági Képzőművészeti Műhely negyvenkét éve a kreativitás gondolati háttereit és alkotófolyamatait kutatja, amelyben a gyerekek nem a tanár utasításait követik, hanem művészeti kérdésfeltevésekre, izgalmas technikákkal, önálló alkotói válaszokat adnak.” (Forrás: www.gyikmuhely.hu.)

A GYIK Műhely téri képességek fejlesztésére irányuló tevékenységéért a „Golden Cubes” hazai pályázaton 2020-ban kiemelt díjat kaptunk. 2023-ban a *Táj-Tér-Tár+* angol nyelvű könyvével a „Golden Cubes” írott publikáció kategóriájában mind a hazai, mind a nemzetközi versenyen 1. helyezést értünk el.

Mindemellett 2 alkalommal NKA alkotói ösztöndíjban részesültem a disszertációhoz kapcsolódó témákkal. – szerintem ez a módosítás a tördelés miatt nem jelent problémát.

2. Bevezetés

A térben léteünk, a térben vannak interakcióink. Az ember először a saját teste terét érzékeli, majd ehhez viszonyítja a rajta kívül eső teret, így a tér érzékelése és önmagunk érzékelése nem szétválasztható. A környezet érzékelése elengedhetetlen az önmagunkról alkotott kép kialakulásához, és erősíti valóság- és önérzetünket (Pallasmaa, 2018). Pogány Frigyes szerint a fizikai valóság érzékelésének eredménye a térhatás, amely érzelmeket vált ki. A térhatáshoz fontos, hogy a szemlélő része legyen a térnek (Révész, 2017). Érzelmi biztonságunkhoz szükséges a térben elfoglalt stabil helyzetünk meghatározása. A helyzetérzésünket a tájékozódás folyamatában elsősorban a látás, vagyis az optikai észleletek biztosítják. A zártabb térben kialakuló térérzet és a tér tulajdonságai által kiváltott érzelmek térhatást váltanak ki (Moravánszky, 2007). A tágabban vett tér érzékelésében elsősorban vizualitásnak van jelentősége. Ugyanakkor a tér teljes észleléséhez és megértéséhez elengedhetetlen a haptikus észlelés, az anyagszerűség és a struktúra tapintása. (Pallasmaa, 2018).

A teret vizsgálhatjuk fizikai, geometriai jellemzői alapján, pszichológiai, pedagógiai, filozófiai kérdések mentén, szociológiai vonatkozásban és még számos tudományterülethez kapcsolódóan. Ennek azonban alapvető feltétele, hogy kialakuljanak a tér megértéséhez szükséges képességeink és készségeink, hogy általuk befogadói és alkotói oldalról tudatosak legyünk a térben, mivel a tér érzékelésének további jelentős szerepe van a hétköznapi életben, a mindennapi tájékozódásban és a tárgyak azonosításában, valamint a tanulási képességeinkben is, tekintve, hogy a téri intelligenciánk a teljes intelligenciánk fontos alkotóeleme.

Téri képességeink kialakulásához térben való létünk és interakcióink szükségesek, ezek a következők: térben való helyzetváltoztatás, téri manipuláció, téri gondolkodás és téri problémamegoldás (Piaget–Inhelder, 1956; Gardner, 1999; Gyarmathy, 2007b; Newcomb–Fritz, 2010; Dúll, 2017).

A téri képességek fejlődésének egyik leghatékonyabb módja a téri alkotófeladatokon keresztül történő tapasztalatszerzés (Szentandrás, 2012; Cseh, 2015). Az óvodai, iskolai környezetben egyre kevesebb téri alkotófeladattal találkozhatnak a gyerekek a gyakorlatok alapanyag- és helyigénye miatt (Pataky, 2012), így valós téri feladatokon keresztül kevésbé tudnak fejlődni a téri képességek. A csökkenő téri alkotófeladatokkal kapcsolatos problémák megoldására vetődött fel az a kérdés, hogy **a digitális felületeken történő téri alkotótevékenység során megfelelő tapasztalatot lehet-e szerezni a téri képességek megfelelő fejlődéséhez.** A kérdés elsősorban a gyermekek téri képességeinek a fejlődése szempontjából foglalkoztat. A téri képességek a kognitív pszichológiai kutatások alapján nem velünk születnek, fejlődésük szakaszosan megy végbe, és tizenéves korig alakulnak ki. Ennek során kiemelt szerepe van a vizuális észlelésnek, a tapintásnak és a mozgásnak, valamint a szenzomotoros tevékenységeknek (Piaget, 1969). A nem megfelelő szenzomotor-

ros képességek fejlődése hatással lehet a téri képességek nem megfelelő kialakulására, és tanulási zavarokhoz vezethet (Gyarmathy, 2007b).

A digitális térben történő alkotói folyamatban nemcsak a vizualitás változik a valós térhez képest, hanem a kezek manipulációjában is jelentős lehet a különbség a digitális eszközön. A valós téri alkotófeladatoknál mindkét kéz használata szükséges, aminek nemcsak a koordinációs képességek fejlesztésében van szerepe (Szentandrás, 2012), hanem az intenzív haptikus észlelésen keresztül a tér mélyebb megértését is eredményezheti. Az építés során több érzékszervünket is alkalmazzuk, aminek szintén jelentősége van az alkotási folyamat során szerzett tapasztalatokban (Cseh, 2015).

A valós és digitális manuális tevékenység összehasonlítására irányul Hámory József kutatása a kézírás és a gépirás összevetésével, amelynek az eredménye alapján eltérő agyi aktivitás tapasztalható a kézírás és a gépirás esetén (Sallai, 2016). Umajima és kutatócsoportja 2021-ben szintén eltérést tapasztalt az agyi működésben a papíron és a tableten történő jegyzetelés között. Hámory kutatási eredménye jelentős inspirációként hatott 2017-ben kezdődő doktori kutatásomra, amelyet Umajima eredménye tovább erősített, hiszen a kézírás egyénenként eltérően jobb vagy bal kézzel történik, de mindig egy kézzel. Így az a kérdés kezdett foglalkoztatni, hogy amennyiben a kézírás során aktívabb az agy működése még abban az esetben is, ha a kézírás során az aktív kezét a gépirásban két kézzel „helyettesítjük”, **akkor a téri alkotótevékenységben részt vevő mindkét aktív kéz szerepének megváltozása vajon hogyan hatna az agy működésére.**

Kutatói motivációmban további szerepet játszott, hogy míg a téri tájékozódás valós és digitális környezetben való összehasonlítására számos vizsgálat irányul, addig a téri alkotófolyamatok valós és digitális környezetben való összehasonlítása nem gyakori. A téri tájékozódásra irányuló kutatások eredményeit Kállai János így foglalja össze: „A téri tájékozódás mechanizmusainak empirikus elemzése alapján állíthatjuk, hogy a valós és a virtuális térben végzett navigáció, helytanulás, epizódok egymáshoz illesztése hasonló elvek alapján szerveződik. A virtuális valóságban szerzett tapasztalatok, bizonyos megszorításokkal, közvetlenül beilleszthetők a fizikailag valós térben és időben zajló tevékenység szervezésébe, problémák megoldása és pszichoterápiás tevékenység kivitelezése során egyaránt.” (Kállai, 2015, 764.)

A téri tájékozódás valós és digitális térben való összehasonlítására irányuló kutatások eredményeinek fényében méltán foglalkoztat a téri alkotófeladatok valós és digitális térben való összehasonlíthatóságának témája.

A digitális eszközök rendszeres használata, a digitális környezetben való interakcióink és aktív digitális jelenlétünk okán **nem az az elsődleges kérdés, hogy a valós vagy a digitális térben végzett tevékenység során fejlődnek-e jobban a képességeink, hanem az, hogy optimálisan miképpen valósítható meg a képességek fejlesztése e két médiumban.**

Ez a kérdés számos megközelítési szempontból releváns. Az emberi kultúra fejlődésével a vizuális észlelés lett az elsődleges észlelési faktor, maga mögé szorítva a haptikus észlelést és a hallást (Pallasmaa, 2018). A vizuális túlsúly korunk építészetére is nagy hatással van. A technika fejlődésével az építésznek lehetőségük van a virtuális világban való tervezésre, miközben épületeink a valós térben vannak. Téri környezetünkön és az

abban való létünkön már a digitális és virtuális tereket is értjük, amelyekben a napjaink egy részét töltjük, mozgunk, tevékenységet végzünk? A virtuális terek tervezői számára is releváns a probléma. Míg a valós terekben szükséges téri képességek egy része a tér fizikai adottságai miatt fejlődnek, a virtuális terek „fizikai adottságai” eltérőek lehetnek. Ezek a szempontok a virtuális tervezés folyamatában jelentősek, hiszen a felhasználók mind befogadói, mind alkotói oldalról a tervezett virtuális térben szerzik képességeik egy részét.

A harmadik ipari forradalom, amely a digitális eszközök megjelenését jelentette, kiterjedt az oktatási eszközökre is. Napjainkban az oktatási módszereket közvetlenül befolyásolják az új információs és kommunikációs technológiák. A virtuálisvalóság-eszközök (VR) oktatásban való alkalmazása a tanulás új megközelítését teszi lehetővé, amely ösztönzően hat a tudás iránti vágyra, és egyben lehetőséget is ad a személyes tapasztalatszerzésre, valamint az érzékszervi, intuitív megismerésre (Sun et al., 2019). A digitális eszköztár új produktumainak felfedezése és alkalmazása a kíváncsi, nyitott, kísérletező diákok számára önmagában motivációt, míg a pedagógia számára innovációt és kihívást jelent, ami a tanulási környezetek részbeni, további digitalizálását és virtualizálását indokolja (Komenczi-Lengyel, 2020). A digitális kultúra eszközein keresztül új környezetet valósul meg, a kultúraváltáshoz a gyerekek úgy alkalmazkodnak, hogy megváltozik az idegrendszerük fejlődése, ami a teljes fejlődésükre kihat (Gyarmathy, 2012). A digitális eszközökön végzett fejlesztés a téri tanulási és tanítási folyamatokban további jelentős kulturális változást hozhat.

„Az új VR-módszerek bevezetése a tudomány és a gyakorlat közös feladata.” (Kállai, 2018, 181.)

Doktori kutatásom témája a digitális terek tervezői számára is fontos kérdéseket vet fel a térben való interakcióink során fejlődő téri képességek kapcsán. Függetlenül attól, hogy valaki térlaikus vagy térszakértő, mindenkinek vannak meghatározó térélményei épületekkel, tárgyakkal kapcsolatban. A tér tudatos, professzionális létrehozásához művészeti és designterületen alkotó szakemberek szükségesek, az így létrejött tereket, tárgyakat viszont mindenki használhatja (Düll, 2017). A digitális eszközök elterjedésével a valós téri térélményeink mellett megjelennek a digitális téri élmények is, amely digitális terek létrehozásához szintén szakértelem szükséges. A valós terek megtervezésekor alapvető szempont, hogy a tér megépíthető és stabil legyen, ne dőljön össze, ami különböző fizikai hatások függvénye, s e fizikai hatások a tér használóira is vonatkoznak. A digitális tér tervezésekor a fizikai hatásokat nem szükséges figyelembe venni, így megvalósulhatnak olyan látványos terek, amelyek a valóságban nem jöhetnének létre. Az így létrejött terekben való interakciók hatással lehetnek a téri képességek fejlődésére, ami a digitális terek tervezői számára is fontos kérdéseket vethet fel.

3. A disszertáció felépítése és a kutatói kérdések, tézisek

Teoretikus kutatásomban a neurobiológia, a kognitív pszichológia és a pedagógia tudományterületek irányából tárom fel a téri képesség kialakulásához, fejlődéséhez, fejlesztéséhez és mérhetőségéhez szükséges szakirodalmat, valamint vizsgálom azokat az irányokat, tevékenységeket, amelyek a hét–tizenkét éves korosztály téri képességeinek fejlesztésében a leghatékonyabbnak bizonyulnak, így kiemelten foglalkozom a konstruálással és a téri szerkezetek alapját képező stabilitással. Ezen eredmények mentén fogalmaztam meg a kutatásom fő kérdését (FK):

FK – Valós térben, valós anyagokkal az egocentrikus térben történő alkotási folyamat hogyan valósítható meg optimálisan a digitális térben a stabilitásérzék fejlesztése szempontjából?

Kiinduló fő kutatási kérdésem megválaszolásához a teoretikus kutatásban feltárt tudományterületek fókuszja alapján, három tárgykör mentén további kutatási alkérdéseket fogalmaztam meg:

1. tárgykör

K1 – Digitális térben megtapasztalható-e az építés során a stabilitás?

K2 – Digitális térben korrigálható-e a stabilitásvesztés?

K3 – A tapasztalati úton digitális eszközökön szerzett stabilitásra vonatkozó téri tudás a valós térben alkalmazható-e?

2. tárgykör

K4 – Eltérő-e a vizualitás, a mozgás és a haptikusság a stabilitás megszerzésére irányuló alkotófeladat során valós térben és digitális térben?

3. tárgykör

K5 – Eltérő agyi aktivitás szükséges-e a stabilitásérzék megszerzésére irányuló alkotófeladat során valós térben és digitális térben?

A fenti fő és alkérdések megválaszolása komplex kutatási folyamat, amelyhez komplex mérőműszer szükséges. Doktori kutatásom a teljes komplex kutatási folyamat első része, melynek alapja az 1. tárgykörhöz tartozó kutatási alkérdéscsoport.

Doktori kutatásom célja a komplex mérőműszer alapját képező almérőeszköz prototípusának a kidolgozása, amely alkalmas a térbeli objektum alkotási folyamata

során a stabilitás megtapasztalására, megértésére, alkalmazására és a folyamat mérhetőségére.

A doktori kutatási célom alapján tovább pontosítottam doktori kutatási kérdéseimet a K1, K2, K3 kutatási kérdések mentén:

Doktori kutatási kérdés 1. (DK1) – Az alkotói folyamatban milyen, stabilitáshoz szükséges tapasztalatok szerezhetőek meg?

Doktori kutatási kérdés 2. (DK2) – Hogyan lehet meghatározni a stabilitásra vonatkozó tudás szintjeit?

Doktori kutatási kérdés 3. (DK3) – Milyen elvek szükségesek ahhoz, hogy meg lehessen állapítani, alkalmazható-e a valós térben a digitális eszközökön szerzett stabilitásra vonatkozó téri tudás?

A mérőműszer komplexitása miatt kutatócsoportot hoztam létre. Az almérőeszköz prototípusának pilottesztelése alapján megfogalmazódtak azok a hipotézisek, amelyek mentén a posztdoktori kutatásomat folytatni szeretném a korábban megadott tárgykörökkel kiegészítve:

H1 – Feltételezem, hogy a stabilitásra vonatkozó tudás, képesség megszerzése is szakaszolható.

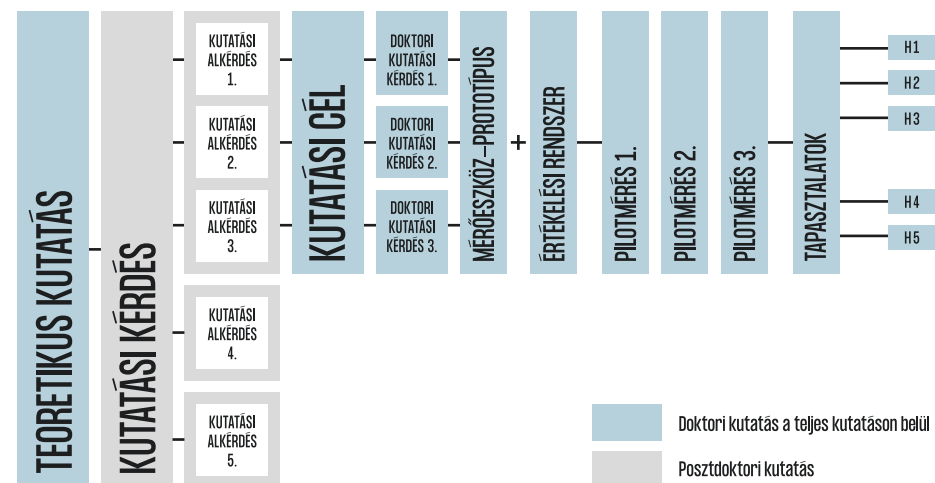
H2 – Feltételezem, hogy valós és digitális térben való építés során a stabilitás szakaszai összehasonlíthatók.

H3 – Feltételezem, hogy a teljes építési folyamat során a valós térben közel megegyező műveletet végeznek a gyerekek, mint a digitális térben.

H4 – Feltételezem, hogy a digitális térben kevésbé optimális mértékben tapasztalják meg az instabil helyzetek korrigálását a gyerekek.

H5 – Feltételezem, hogy digitális eszközön szerzett stabilitásra vonatkozó téri tudás a valós térben alkalmazható.

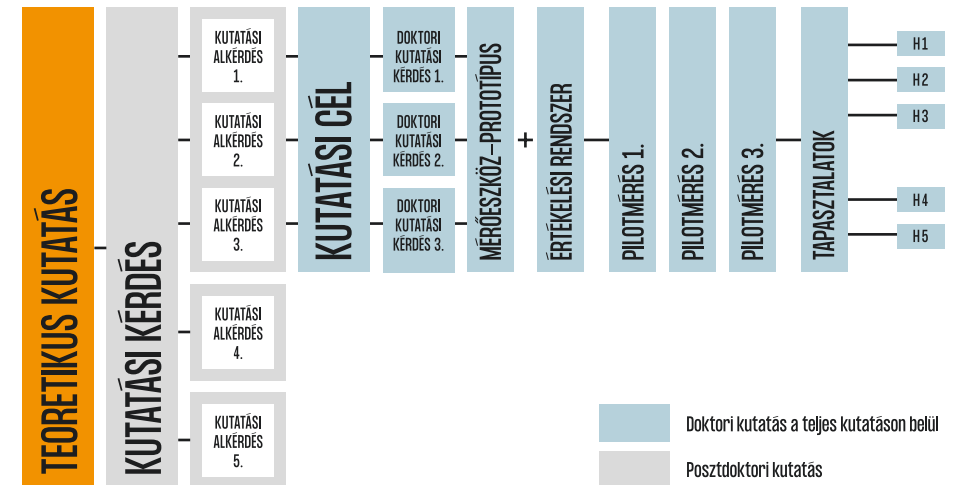
A disszertáció felépítését vizuálisan az alábbi ábrán illusztrálom. A rajta megjelenő nagyobb egységeket a megfelelő fejezeteknél vizuálisan jelölöm, aminek célja a folyamat könnyebb nyomonkövethetősége és megértése.



1. ábra: A disszertáció felépítése

4. Első rész: Teoretikus kutatás

Teoretikus kutatásomban a téri képességeinkből felépülő téri intelligenciánk bemutatásán keresztül tárom fel, hogy miért van szüksége mindenkinek a téri képességekre. Ezt követően bemutatom azokat a tudományterületeket, amelyek a téri képességek kialakulásával, fejlődésével, fejlesztésével foglalkoznak, hogy a gyermekek fejlődése szempontjából is megérthessük a téri képességeket. A teoretikus kutatás további célja, hogy feltárja a fejlődéshez és fejlesztéshez szükséges környezetet, amely a digitális környezetben való jelenlétünk miatt kiemelten fontos. A téri képességek kialakulásának megértését követően ismertetem, hogy miképpen rendeződnek képességrendszerbe a téri rész-képességek, amelyek fejlesztésének céljából a pedagógiai kutatások meghatározzák a kompetenciastruktúrát. Ezt követően áttekintem a téri képességek mérésének lehetőségeit valós és digitális eszközökön, különös figyelmet fordítva azokra a téri képességekre, amelyek a valós téri alkotásra, építésre fókuszálnak.



2. ábra: A disszertáció felépítése a teoretikus kutatás jelölésével

4.1. A téri intelligencia (Általános intelligenciaelméletek)

Az agykutatás kezdetén, az agy feltárásával úgy találták, hogy az idegrendszer egyes területei és a különböző intellektuális képességek között kapcsolat van. Az intelligencia faktoranalitikus elméletén belül két irány indult el. Charles Spearman és követői az általános intelligencia (g) mellett érveltek, amelyet kiegészít egy speciális intelligenciafaktor (s), míg L. L. Thurstone követői szerint több, egymással egyenrangú intelligenciafaktor létezik, amelyeknek további alfaktoraik vannak. A gyermekek fejlődéslektanával foglalkozó kutatók közül Piaget az értelem egységes struktúráját feltételezi, míg az „environmental learning school” képviselői a mentális képességek között nem találnak kapcsolatot. Gardner amellet érvel, hogy az emberi intelligencia egymástól független intellektuális kompetenciák együttese (Gardner, 1999).

Mind a spearmani, mind a thurstone-i intelligenciamodellel tartalmazza a téri intelligenciát. Gardner (1999), J. P. Guilford (1967) és Sternberg (2014) intelligenciakutatók szintén elsődleges és önálló intelligenciafaktorként azonosították a téri intelligenciát.

„A téri intelligencia középpontjában a világ vizuális észlelése és megértése áll. Az a képesség, amellyel átértelmezzük és pontosabban meghatározzuk az első észlelést, újraértelmezzük a szempontokat a vizuális tapasztalat alapján.” (Gardner, 1999, 182.) Hanstran a téri képességeken azokat az egymással összefüggő általános képességeket érti, amelyeknek a téri információ feldolgozásában, felidézésében, összehasonlításában és átalakításában, valamint a téri észlelések értelmezésében van szerepük (Makádi, 2012).

A téri intelligencia az eltérő intelligenciaelméletek mindegyike szerint alapvető mentális képesség, amelyet további részképességek alkotnak. Alapja a vizuális észlelés és megértés, nélkülözhetetlen a mindennapi életben és a kultúrában.

Mindenképp figyelemre méltó, hogy bár az intelligenciakutatások esetén is megemlítik, hogy elsődleges észlelési faktor a vizualitás, a téri intelligenciában nem kap helyet a haptikus észlelés és hallás mint további észlelési faktorok. A haptikus észlelés és a tér közötti kapcsolattal elsősorban filozófiai tanulmányok foglalkoznak. A haptikusság kérdésére a következő alfejezetben térek ki bővebben.

A továbbiakban téri-vizuális intelligenciaként tekintek a fenti fogalomra és feltételezem, hogy létezik téri-haptikus intelligencia és téri-audio intelligencia, melyeknek a téri megértésben van szerepük.

A téri (vizuális) intelligencia önmagában rendkívül összetett. A tudományterületek közötti határok összemosódása indokolhatja azt, hogy sem a hazai, sem a nemzetközi szakirodalomban nincs egységes fogalomrendszer. „Egyaránt használatos a »téri képességek«, a »vizuális-téri képességek«, a »térsejtel«, a »téri intelligencia« vagy a vizuális nevelésben a »térlátás« kifejezés, ahogy az angol nyelvű irodalomban is felcserélhető módon alkalmazzák a »spatial skills«, »spatial abilities«, »spatial intelligence«, »spatial cognition« és »spatial knowledge« fogalmakat. A különbségtétel még a »skills« és »abilities« szavak használatakor sem történik meg az angol változatban” – írja Babály (Babály, 2020, 8). Az alapvető elnevezések nem egységes megjelenése is azt mutatja, hogy a pedagógia és a pszichológia a térsejtel vizsgálatok nem különválasztható területek.

Itt kívánom ismét felhívni a figyelmet arra, hogy a magyar szakirodalomban olykor már megjelenik a vizualitás mint előtag, bár ez nem tűnik következetesnek. Az angol nyelvű irodalomban a felsoroltakon kívül »visual-spatial skills«, »visual-spatial abilities« fogalmak is előfordulnak, szintén következetlenül alkalmazva a »visual« jelzést. Mindez tovább erősíti azt, hogy a téri képességeket alapvetően vizuális észlelés alapján értelmezik, és nem okoz félreértést a »vizualitás«/»visual« jelző elhagyása.

A téri (vizuális) képesség Gardner szerint képesség a mentális ábrázolásra, majd ennek a képnek a transzformálása, valamint képesség egy téri információ grafikai megjelenítésére (Gardner, 1999). Ezt kiegészítve Sjölander kognitív funkciók összességéként tekint a téri képességre, mely a tárgyakkal való térbeli manipulációt, a térbeli tájékozódást, és a vizuális téri feladatok megoldását segítik (Séra–Kárpáti–Gulyás, 2002). Carroll azt állítja, hogy a téri képesség két részből áll, a vizuális ingerek feldolgozásából és a képzetek kialakításából, valamint a tárgyak egyéni tulajdonságai és egymáshoz viszonyított téri helyzetei alapján kapunk teljes téri információt (Babály, 2020). Ez alapján is látható, hogy a téri (vizuális) képesség nagyon összetett, és további részképességekből tevődik össze.

Az intelligencia elméletek bemutatása során kiderült, hogy a téri intelligenciára minden kutatás a teljes intelligencia egyik alkotóelemeként tekint, mely alapja a vizualitás és további részképességekből áll. Ez alapján láthatjuk, hogy a téri képességek mind a térlaikusok, mind a térszakértők számára fontosak a hétköznapi életben. Továbbiakban ismertetem, hogy a téri képességek a gyermek fejlődése során hogyan alakulnak ki, amivel a téri képességek további megértése a célom, a téri intelligenciát alkotó részképességek bemutatására a téri képesség teljes megértése után térek vissza.

4.2. A tér észlelése, a téri képességek fejlődése és fejlesztése

Ebben a fejezetben a téri képességek megértéséhez szükséges folyamatot tekintem át, amely a tér észlelésétől a téri képességek kialakulásáig és alkalmazásáig vezet. Bemutatom, hogy a látásnak milyen szerepe van a tér észlelésében, hogyan értelmezhető az, hogy a térben mit és hol látunk, ami mind a neurobiológia, mind a pszichológia tudományterületéhez szorosan kapcsolódik. Feltárom, hogy a gyermekek pszichológiai fejlődése során miképpen fejlődnek a téri képességek, továbbá pedagógiai szempontból néhány jó gyakorlaton keresztül szemléletesen érzékeltetem a téri képességek fejlesztésének a lehetőségét. A téri képességek fejlődési folyamatának megértése a téri képességek mélyebb megértését szolgálja.

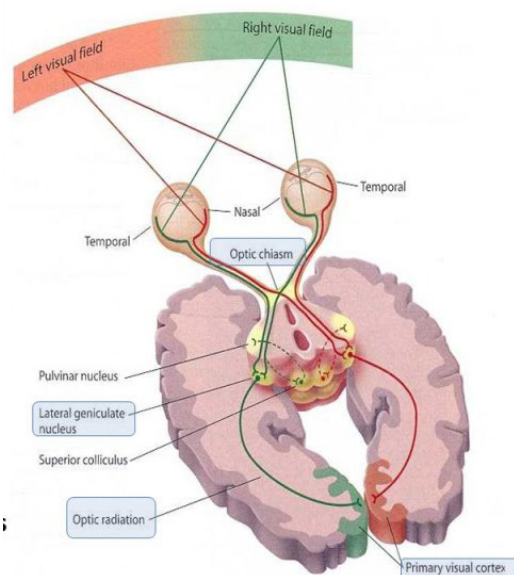
4.2.1. A tér észlelése

A tér érzékelésének megértéséhez, a teljes folyamat feltárásához szükséges választ kapnom azokra a kérdésekre, hogy hogyan látok, mit látok, és hol látom.

A környezeti ingereket különböző érzékszerveink segítségével fogjuk fel. Az ingereket érzékszerveink az agy számára feldolgozható kóddá alakítják, mely szenzoros kódolt információt agyunk feldolgozza és értelmezi. Az információ feldolgozása és értelmezése már a pszichológia tudományterületéhez tartozik, és észlelésnek nevezik.

Az észlelés egy olyan összetett pszichológiai folyamat, amely a környezetből származó ingerek felismerését és megértését jelenti. Általában nem objektív, függ a korábbi tapasztalatoktól és a kultúrától, érzékszerveink nélkül nem jön létre, valamint jelentős szerepe van benne a tanulásnak is. Összegezhető Dúll kutatásából, Eysenck és Keane, valamint Sternberg és Roth eredményei alapján.

Érzékszerveink közül a szemünk a legösszetettebb, így a vizuális észlelés jelentősége is kiemelkedik a többi szenzoros működés közül (Dúll, 2001).



3. ábra: A látás rendszere²

2 Forrás: <https://www.online-sciences.com/medecine/visual-pathway-functions-of-neurons-in-primary-visual-cortex-analysis-of-visual-information>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 2.

Arra a kérdésre, hogy hogyan látunk, választ kaptunk a vizuális észlelés megértésével, amit a 3. ábra jól szemléltet. A továbbiakban azt szeretném bemutatni, hogy mit és hol látunk.

Az, hogy mit látunk, tanult folyamat. A korábban megismert tárgyak alapvető tulajdonságai konstansak, nem változnak, ezt percpcionális konstanciának nevezik. Ezen belül meghatározható a tárgy alakjára és méretére vonatkozó alak- és méretkonstancia. Az észlelt tárgyat a korábbi tapasztalatok alapján a precpcionális konstanciák miatt ismerjük fel. A gestaltpszichológia³ alapján ha a tárgynak csak egy részét látjuk, akkor is felismerjük az egész tárgyat. Új tárgy esetén a korábban megismert mintázatok, tulajdonságok segítik a megismerést.

Előfordulnak percpciós illúziók, például Vasarely munkásságában is (Dúll, 2001).

Amit látunk, az lokálisan az agyunk temporális lebenyében véglegesedik, melyet a 4. ábra is jól szemléltet.

Az észleléshez a harmadik dimenziót a mélység adja, amely segít választ kapnunk arra a kérdésre, hogy hol látjuk a tárgyat.

A mélység Stenberger szerint „a saját test referencia-felületétől való távolságot jelenti [...], a tárgyak tőlünk való viszonylagos távolságáról tájékoztat bennünket” (Dúll, 2001, 14–15).

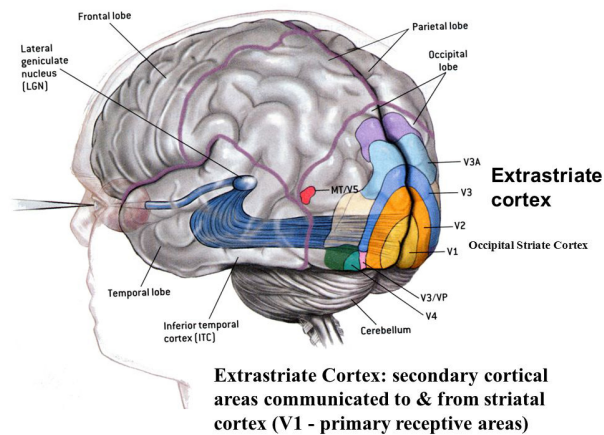
A mélység észlelésekor jelentősége van annak, hogy egy szemmel (monokuláris) vagy kétszemmel (binokuláris) kapunk információt a tárgyról. A binokuláris mélységészlelés összetettebb (Dúll, 2001). A hol kérdésre agyunk két viszonyítási rendszert határoz meg, attól függően, hogy az észlelt tárgy helyzetét mihez képest azonosítja. Az egocentrikus rendszerben saját helyzetünkhöz viszonyítjuk az észlelt tárgyat, vagyis saját nézőpont alapján, és a tőlünk karnyújtásnyira lévő térre vonatkozik, míg az allocentrikus rendszerben az észlelt tárgyat más tárgyak helyzetéhez viszonyítjuk, ami a térképek nézőpontjával áll kapcsolatban. Ez a két rendszer az agyban lokálisan is elkülönül. Az egocentrikus teret érzékelő receptorok a parietális lebenyben találhatóak, míg az allocentrikus teret érzékelő receptorok a hippocampusban helyezkednek el.⁴

Török kutatási eredménye alapján a két viszonyítási rendszer együtt működik, és eltérő aspektusokból segítik a tájékozódást. Míg az egocentrikus viszonyítási keret igénye több mentális erőforrás, az allocentrikus rendszer stabilabb (Török, 2014).

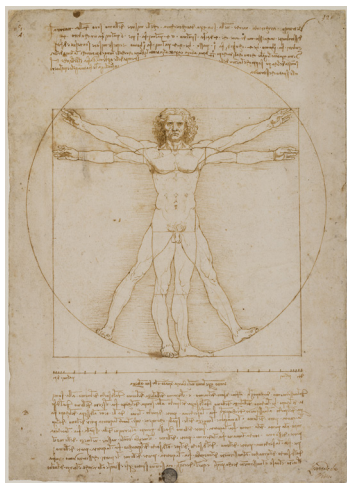
Ezzel választ kaptunk arra a kérdésre is, hogy hol látjuk, észleljük a tárgyat, amit a 4–6. ábra mutat be.

3 Kardos és Rock–Palmer alapján „Az alaklélektan vagy gestaltpszichológia alapvetése, hogy az egész (pl. a forma) több mint a részek (tulajdonságok) pusztá összege: a dolgok tulajdonságai egészékké (»jó alakokká«) szerveződnek. Az alakpszichológiai alapelvek alapvetőek a formaészlelés magyarázatában.” (Idézi Dúll, 2001, 14.)

4 ELTE Pszichológiai Kar, Kognitív Pszichológia Tanszék, a *Cognitive Science 2, Perception* című kurzus alapján, előadó: Nádasdy Zoltán, a University of Texas at Austin oktatója, 2018.



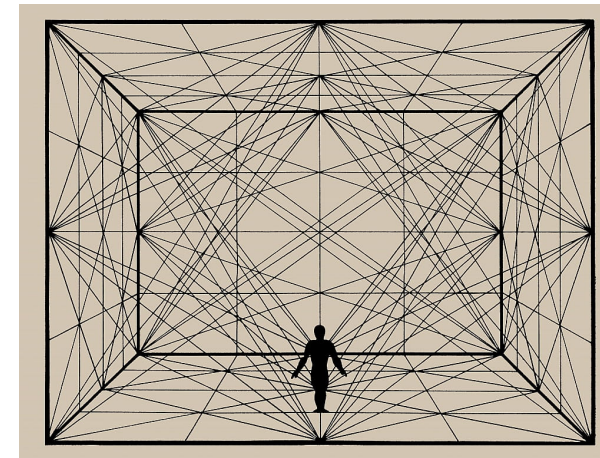
4. ábra: Vizuális információk észlelése: Mit és hol látok?⁵



5. ábra: Az egocentrikus tér⁶

5 Forrás: https://images.slideplayer.com/32/9996587/slides/slide_2.jpg, utolsó megtekintés: 2019. augusztus 10.

6 Forrás: Leonardo da Vinci: Vitruvius-tanulmány, <https://www.gallerieaccademia.it/tribunale-di-veneziana-ravensburger-ha-illecitamente-utilizzato-e-riprodotto-italia-e-allestero>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 2.



6. ábra: Az allocentrikus tér⁷

A tér észlelése a látottak tudatosításához, a következtetések levonásához szükséges.

A téri-vizuális észlelés (percepció) összetett folyamat, amelyben a vizuális modalitás szükséges ahhoz, hogy az egocentrikus és az allocentrikus térben megismerjük a tárgyakat és a környezetet, a tárgyakkal téri manipulációra legyünk képesek, míg a környezetünkben téri orientációra.

A tér észlelését biológiai és pszichológiai irányból feltárva választ kaptam arra a kérdésre, hogy hogyan látok, mit látok és hol látom, ami fontos ismeret ahhoz, hogy megértsem a téri képességek fejlődésének alapját, a tér vizuális észlelését.

Ezt követően a téri képességek fejlődésének a folyamatát ismertetem.

4.2.2. A téri képességek fejlődése a pszichológiai kutatások alapján

Ebben az alfejezetben ismertetem, miképpen alakulnak a gyermekek téri képességei az egymást követő fejlődési szakaszokban, és milyen szerepe van a mozgásnak, illetve a haptikusságnak a téri képességek fejlődésében.

7 Forrás: Oskar Schlemmer: Ábra a térben síkgeometriával és térbeli lehatárolásokkal, 1924–1925, <https://www.meisterdrucke.hu/fineart-nyomatok/Oskar-Schlemmer/1186779/%C3%81bra-a-t%C3%A9rben-s%C3%ADkgeometri%C3%A1val-%C3%A9s-t%C3%A9rbeli-lehat%C3%A1rol%C3%A1sokkal,-1924-1925..html>, utolsó letöltés: 2023. augusztus 2.

A tér észlelésére vonatkozóan eltérő elméletek léteznek arra vonatkozóan, hogy mikor és milyen folyamat hatására alakulnak, fejlődnek a téri képességek.

DeLoache és munkatársai szerint a tér észlelése veleszületett képesség lehet. A tárgyakat sík felszínként sematizáljuk, és későbbi kidolgozás során alakítjuk térbelivé. Ez alapján megkülönböztetünk „felszínszerű” és „térfogatszerű” tárgyakat (Landau-Jackendoff, 1993).

Míg Piaget szerint a tér észlelése nem velünk született képesség, kiépülése fokozatos és szakaszokra bontható, melyek egymástól minőségileg különbözőek. Piaget és Inhelder három periódusra osztja az értelmi fejlődést, amelyeken belül további szakaszokat neveznek meg. Az első, érzékszervi-mozgásos periódus kétéves korig tart, és az érzékszervek által nyert tapasztalat, valamint a mozgás kialakulása jellemzi. A periódus végére a látás és a fogás kialakulásának segítségével a saját testre irányuló helyváltoztatások értelmezését követően felismeri a gyermek, hogy ő egy eleme, része a környezetnek, ami egyelőre a cselekvés síkján jelenik meg. Ez szükséges ahhoz, hogy a későbbi periódusban a képzet szintjén is megnyilvánuljon, és így a gondolkodás része legyen. A második periódus, a művelet stádiuma, kétévestől tizenkét éves korig tart, és a tárgyakkal való manipulálás mint művelet a jellemzője. A periódust további két szakaszra osztja Piaget: az első a műveletek előtti szakasz, kettőtől hét éves korig, amikor a műveletek előtti képzet kialakul. A tapasztalatok rendszerezése alapján először a képzeti sík jön létre, majd ennek a rendszer, struktúrája és tagoltsága. A perióduson belüli második szakasz a konkrét műveletek fázisa, amely héttől tizenkét éves korig tart, amelyen belül kilenc-tíz éves korra alakul ki a teljes viszonyítási rendszer, koordináta-rendszerként. A harmadik periódus tizenkettőtől tizennégy éves korig tart, ez a formális műveletek szakasza, a két viszonyítási rendszer értelmezése (Piaget, 1969).

Dúll Andrea szintén amellet érvel, hogy a tér észlelése nem veleszületett képesség, és hogy a téri tájékozódási rendszer szakaszosan fejlődik. Míg Piaget a periódusokat a műveletek alapján határozza meg és nevezi meg, Dúll az észlelés helye alapján mutatja be a fejlődési szakaszokat. Az észlelési helyeket az előző alfejezetben a hely szempontjából ismertettem, jelen fejezetben a fejlődés alapján tekintem át a témát. Dúll szerint az első szakasz az egocentrikus tér: a gyerekek a saját testükhöz mint referenciaponthoz viszonyítják az őket körülvevő tárgyakat és a tér elemeit. A második, „...allocentrikus (rögzített, de csak részben koordinált referenciájú műveleti téri) szakasz lényege a rögzített téri referenciakeret kialakulása és működése: a gyerek képes megérteni a tér elemeinek helyzetét rögzített horgonypontokhoz képest, vagyis reprezentálódni kezd a tereptárgyak egymáshoz való viszonya a sorrendiséggel, iránnyal és egyéb relációkkal leképezett, éntől független térben is” (Dúll, 2017, 99). Hart és Moore kutatási eredménye alapján a harmadik geocentrikus szakaszban kialakul az éntől és a specifikus tárgyaktól független, hierarchikus koordinációval bíró, formális, abszolút tér fogalma, amelyben a személyek, helyek és tárgyak a közelség, elkülönültség stb. általános euklideszi elvei mentén viszonyíthatók egymáshoz. Így válik lehetővé a tér kezelése tárgyakat és viszonylataikat tartalmazó háromdimenziós rendszerként (Dúll, 2017). Siegel és White környezeti reprezentációra irányuló kutatásának eredménye alapján a vizuális tapasztalat szerepe jelentős a reprezentáció korai kialakulásában (Séra-Bakon, 1995).

Séra-Bakon Piaget–Inhelder, Siegel–White, valamint Shemyakin kutatásait megvizsgálva arra az eredményre jutott, hogy a téri képességek fejlődése tizenkét éves kor körül lezárul, a teljes, áttekintő reprezentáció kialakulásával, amely szükséges ahhoz, hogy a téri helyzeteket átfordítsuk 2D-s ábrázolásba, vetületbe, továbbá képesek legyünk absztrakttal téri problémák megoldására (Séra-Bakon, 1995). Ugyanakkor Hart és Moore kutatási eredményei szerint a felnőttek ha új környezetbe kerülnek, az arról kialakuló tudásuk a fent említett szakaszok alapján fejlődik (Dúll, 2017), ami arra enged következtetni, hogy a téri képességek fejlődése nem zárul le tizenkét éves kor körül.

Ahogy a téri intelligencia bemutatásában is kiderült, a téri képességeket a vizualitás alapján határozzák meg, amit alátámaszt a téri képességek fejlődésének szakirodalma, amelyben szintén a vizualitás kerül előtérbe. Ugyanakkor a térben való létezésünkhöz térben való mozgás szükséges, valamint a tárgyakkal történő manipuláció során szerepe van a tapintásnak is, ezért a következőkben a tapintás és a mozgás szerepét vizsgálom meg a téri fejlődésben.

4.2.2.1. A tapintás és a mozgás szerepe a téri fejlődésben

Az észlelésről szóló fejezetben bemutattam, hogy a szemünknek a látás során a vizuális észlelésben van kiemelt szerepe. Ugyanakkor a fejlődés kezdeti szakaszában a látás és a fogás között nincs egyberendeződés, így nem egységként működik a vizuális tér és a tapintási- kinezetikus tér. Ez azt jelenti, hogy sem a nagyság-, sem az alakkonstancia még nem alakul ki, és csak észleleti térről beszélünk.

Az észleleti tér kialakulása elengedhetetlen a képzeleti térhez, melyhez a látható tárgyakkal való manipuláció szükséges. A manipuláció a formák elemzésre ad lehetőséget, amelyhez a látás és a fogás közötti koordinációra van szükség. Tapintás útján szerzünk tapasztalatot a tárgy szilárdságáról is, ezáltal alakul ki a tárgy állandósága, ami szükséges ahhoz, hogy a messzebb lévő tárgyat is felismerjük, függetlenül attól, hogy ki-sebbsnek látjuk (Piaget, 1967). Biederman, valamint Rosch kísérletei is azt bizonyítják, hogy a tárgyakat alaksémájuk, illetve körvonalrajzaik alapján azonosítjuk (Landau-Jackendoff, 1993).

A térbeli viszonyok felismerésében mindenképp szükség van legalább két elemre, amelyek egymáshoz való viszonyából tudunk következtetni a térbeliségre (Nagy, 2000). Tizenhat hónapos korára a gyermek értelmezni tudja a látható helyváltoztatást, a tárgyak egymáshoz való viszonyát, forgását. Az alakkonstancia kialakulásában a szemmozgás és a tapintásos vizsgálódás – amely a képzeleti tér kialakulásához vezet – alapvető szerepet játszik. Az észlelés síkján elkezdődő téri észlelés a képzet síkján tovább folytatódhat téri konstrukcióként. A tapintási-kinezetikus észlelés tevékenység során fejlődik, és a fejlődés hatására az észlelési konstanciák javulnak az életkorral a képzeleti tér kialakulását követően is. A taktilis észlelést a gyerekek átfordítja mentális képre, így elindul az alakzatok

absztrakciója (Piaget, 1969). „A mozgás nemcsak hogy szerepet kap már az észlelés legkezdetén, hanem az észlelési tevékenység folytán egyre nagyobb szerephez jut.” (Piaget, 1969, 95.)

Alapvetően két, egymástól eltérő jellegű mozgás játszik szerepet a téri képességek kialakulásában. A manipulációhoz, a tárgyak formájának tapogatásához, forgatásához elsősorban a kezünk, az ujjaink mozgatása szükséges, de nincs szükség arra, hogy ehhez a művelethez a helyzetünket megváltoztassuk. Ez a művelet az egocentrikus térben történik. Az egocentrikus térben való manipulálás során ismerjük meg a tárgy tulajdonságait, alakformáját, formáját.

A helyzetváltoztatásra való lehetőség mint másik mozgásforma, biztosítja az allocentrikus térben szerzett tapasztalatok által az orientációs képességek fejlődését.

A fejlődés során az észleleti tér kialakulásához alapvetően a vizuális észlelés szükséges, míg a képzeti tér kialakulásában a vizualitást kiegészítve a tapintás-kinesztetikus észlelés dominál. A tapintási-kinesztetikus észlelés tevékenység során fejlődik, és a fejlődés hatására az észlelési konstanciák javulnak az életkorral, a képzeti tér kialakulását követően is (Piaget, 1969).

A haptikusság szerepét Pataky is megerősíti a plasztikai feladatok kutatását bemutató tanulmányában (Pataky, 2020).

A GYIK Műhelyben végzett gyakorlati tevékenységem alapján foglalkoztatott az a kérdés, hogy miként fejlődnek a vakon született gyerekek téri képességei vizuális észlelés nélkül. 2017–2019 között összesen tizennégy nem látó gyermeket vontunk be a téri képességeket fejlesztő csoportunkba. Tapasztalataink alapján a születetten vak gyerekek, akik nem rendelkeznek vizuális előképekkel, a téri feladatban felmerülő téri problémákat ugyanolyan jól oldották meg, mint látó társaik, ami azt igazolhatja, hogy a haptikusságnak kiemelkedő szerepe van a téri alkotófolyamatban (Szentandrás–Terbe–Szentandrás, 2021).

A tapintás szerepét a tér észlelésében Landau és Jackendoff is megerősíti: „A téri információ a vizuális, hallási és haptikus érzékszerveinkből származik [...], így a reprezentáció sem kizárólagosan vizuális, hallási vagy haptikus, hanem mindenképp téri.” (Landau–Jackendoff, 1993, 70.) Pallasmaa a taktilitást az érzékelés fölé emeli, s a látásra, valamint minden további érzékelésünkre úgy tekint, mint a tapintás kiterjesztésére (Pallasmaa, 2018).

A tér észlelésének és fejlődésének feltárása során egyértelművé vált, hogy nem lehet élesen elkülöníteni a biológiai, a pszichológiai és a pedagógiai tudományterületeket a fejlődési szakaszok meghatározásakor. A műveletek alapján való piaget-i meghatározás a pedagógia tudományterületéhez áll közelebb, míg az észlelés helye alapján történő meghatározás a biológia és a pszichológia tudományterületéhez, ami igazolja, hogy a tér észlelésének megértéséhez mindhárom tudományterület együttes vizsgálata szükséges. A tér észlelésében a vizualitásnak kiemelkedő jelentősége van, ugyanakkor a haptikusság és a mozgás szerepe is közrejátszik abban, hogy kialakul a teljes téri reprezentáció.

4.2.3. A téri képességek fejlesztése pedagógiai jó gyakorlatok bemutatásával

A korábbi alfejezetekben ismertettem a tér észlelését és a téri képességek fejlődését. Az így kialakult képességek fejlesztésének lehetőségét a pedagógia tudományterületén vizsgálom tovább.

A biológia és a pszichológia tudományterületek irányából bemutatott kutatások alapján a tér észleléséhez és a téri képességek fejlődéséhez a térben való tevékenységeink szükségesek, amelyeken keresztül megtapasztaljuk a teret. Ez alapján jelen alfejezetben is arra törekszem, hogy a tapasztalatszerzés oldaláról, a jó gyakorlatok ismertetésén keresztül tárjam fel a téri képességek fejlesztésének mikéntjét.

Ezt követően megvizsgálom, milyen szerepe van a környezetnek a tanulási folyamatokban, kiemelve a digitális környezet szerepét és hatásait.

A pszichológiai kutatások alapján azt állapíthatjuk meg, hogy a gyermek hétköznapi tevékenységei során, a fejlődés ütemében alakulnak az alapvető téri képességei, amelyek a mindennapokban való boldoguláshoz szükséges tudást jelentenek számára. Pedagógiai megközelítésben ez a spontán folyamat informális tudásszerzésként értelmezhető. Számos kutatás foglalkozik az informális téri tudásszerzéssel, tanulással, amit a hétköznapi tevékenységeken kívül sok játék segít már kisgyermekkortól. A formafelismerést, a méretkonstancia kialakulását támogató játékok, valamint az építőjátékok több variációja is ismert. Jó téri fejlesztő hatásúak azok a játékok, amelyekben a gyerekek különböző anyagokkal találkozhatnak. Hároméves kortól a kézművesség, később a barkácsolás is a téri képességek fejlődését segíti (Sorby, 2009; Babály, 2020; Newcomb–Frick, 2010).

A képességeink kialakulása egy tudásszerző folyamat eredménye, amelynek alapja a fejlődés során az alapvető képességek kialakulása. A hétköznapi folyamatokban való részvétel informális tanulási folyamat, amely nem tudatos tanulás, és az így szerzett informális tudásunkat sem tudatosan alkalmazzuk. Az informális tudásunk az alapja a tudatos tanulásnak, amely lehet nonformális vagy formális. Az utóbbi az iskolai kereteken belüli oktatási folyamat, míg a nonformális tanulás az iskolai kereteken kívül zajlik, de tudatos oktatási céllal a formális iskolai tanulás mellett jön létre. A téri képességek fejlődése és fejlesztése főként a pszichológia és a pedagógia tudományterületek felől vizsgálható, bár sokféle beágyazódásunk függvénye.

A tudásszerzés folyamatát megközelíthetjük fenomenográfiai elvek mentén, mely a tapasztalati úton való tudásszerzésre irányul. Marton Ferenc, a fenomenográfia módszerének kidolgozója hat⁸ kategóriába sorolta azokat a módokat, amelyekkel az egyén észleli, értelmezi, érzékeli és beazonosítja a különböző jelenségeket. Ezek közül Cseh kutatása alapján a téri tanulási folyamatban leginkább a valóság megértése és értelmezése,

8 „1. A tudás mennyiségi növelése. 2. Memorizálás. 3. Tények, módszerek stb. későbbi felhasználás céljából. 4. A jelentés absztrakciója. 5. A valóság megértésére irányuló értelmezési folyamat. 6. Személyiségfejlődés.” (Cseh, 2015, 13.)

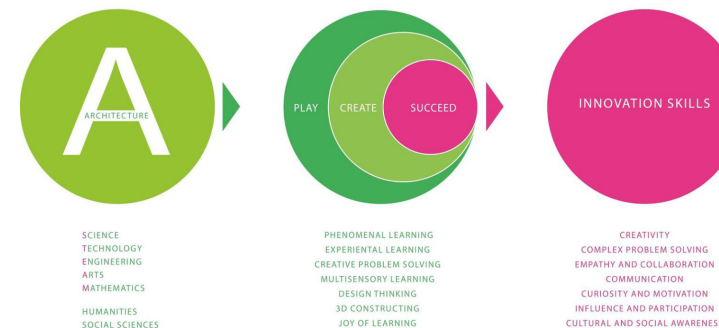
A *Táj-Tér-Tár* kiadvány és a képzés lehetőséget ad arra a pedagógusok számára, hogy a formális oktatási kereteken belül is alkalmazzák a módszertant.

A GYIK Műhely módszertanára épített téri alkotóprogram bemutatása jól érzékelteti, hogy miképpen tapasztalják meg a téri alkotófeladatokon keresztül a gyerekek a teret, a téralkotást, és hogyan fejlődnek ezáltal a téri képességeik.

A GYIK Műhely téri képességeket fejlesztő tevékenységének ismertetését követően Cseh András DLA építész tevékenységét mutatom be, aki a győri Pre Architectura workshopokon részt vevő gyerekek számára biztosítja a tapasztalati úton való tudásszerzést. A workshopok célja, hogy valós méretű építményeket alkossanak a gyerekek, s ezzel megtapasztalhatóvá váljon számukra az emberléptékű térbeli rendszer. Az építmény mérete, a méretéhez szükséges alapanyagok és eszközök használata miatt ez az alkotói folyamat közelebb áll az építészethez, míg a kisebb léptékű modell építéséhez inkább művészeti jellegű bevonódás szükséges. Az utóbbi építésekor az alkotó a modell mérete miatt csak kívülről tudja azt szemlélni, így más térélménye van, mint az 1 : 1 léptékű építmény építése során. Cseh kutatási eredményei alapján a térbeli tanulási folyamatban az alkotási folyamat hossza és a folyamat során létrehozott objektum mérete is szerepet játszik. A nagy léptékű téri alkotófeladatok megvalósítását az iskolai rendszer és a körülmények nem teszik lehetővé (Cseh, 2015). Cseh eredményei és megállapításai a neurobiológiai értelmezésben az egocentrikus és az allocentrikus térben való tapasztalatszerzésre vonatkoznak.

A nemzetközi jó példák közül a finn Arkki munkásságát emelem ki a nonformális téri tanulási folyamatokban elért sikerei miatt. Az Arkki négy-tizenkilenc éves gyerekek számára biztosít szakkörjelleggel oktatást, amelynek célja, hogy építészeti témájú térbeli alkotásokon, valamint designfeladatokon keresztül fejlessze a különböző képességeket és kompetenciákat, valamint a holisztikus szemléletet.

Míg Szentandrás és Terbe, valamint Cseh munkáiban az egyik elsődleges cél a téri képességek fejlesztése volt, az Arkkinál a téri alkotótevékenység eszköz a komplexebb képességek megszerzésére, fejlesztésére. Az alkotáson keresztül fejlődő képességek felsorolásában az Arkkinál is szerepel a térben való építés, de ők főleg a kreativitás és az innovációs képességek, valamint a kritikai gondolkodás fejlesztésére törekednek, amelyek lehetővé teszik, hogy a meglévő tudást megfelelően alkalmazva sikeresen oldjunk meg problémákat, írják a honlapjukon.¹¹



9. ábra: Az Arkki oktatásának felépítése¹²

Az eddig bemutatott három szervezet építészeti jellegű téralakítás és térépítés során ad lehetőséget a gyerekeknek arra, hogy tapasztalatot szerezzenek a térrel kapcsolatban, míg a KultúrAktív Egyesület az épített környezeti irányból közelíti meg a nonformális téri tudásszerzést. Céljuk, hogy a tér észlelésével, az épített környezetben szerzett tapasztalatokat a gyerekek megértsék, és tudatosan, felelősen vegyenek részt az épített környezet alakításában. Ennek érdekében számos eseményt szerveznek pedagógusoknak, gyerekek számára pedig társasjátékokat fejlesztettek, városfelfedező kiadványt írtak.¹³

Az építészeti téri problémák mellett a téri, plasztikai feladatok lehetőséget adnak arra, hogy a feladaton keresztül a gyerekek megtapasztalják a környezetüket, kifejezhessék saját világukat, és amennyiben megfelelő pedagógiai hozzáállással felelősséget adnak nekik, tudatos, felelősséggel gondolkodó felnőtté válhatnak (Pataky, 2020).

A következőkben az Élményműhely tevékenységét ismertetem. Ennek a célja integrált oktatási és tanulási módszerek kutatása és továbbfejlesztése a STEAM-módszertan bevonásával. A szervezet 2008 óta kutatja a témát, és workshopok keretében a gyakorlatban is alkalmaz olyan technikákat, amelyek során a gyerekeknek téri problémák megoldása a feladatuk. Nemzetközileg is aktív programjukra tanárképzés is épült.¹⁴

Ezek voltak a nonformális téri tanulási folyamatok jó gyakorlatai, amelyek az építésen vagy plasztikai feladatokon keresztül, az épített környezet irányából, illetve a STEAM-módszertan bevonásával közelítettek a céljuk eléréséhez, a tevékenység közbeni tapasztalati tudásszerzéshez.

Most a formális oktatáshoz kapcsolódó jó gyakorlatok következnek, amelyeknek a célja továbbra is a tapasztalati úton való tudásszerzés, a *learning by doing* módszer.

A formális oktatásban kiemelt szerepe van annak a tudásnak, amellyel a diákok érkeznak, mivel az új tudást a meglévőhöz tudják kapcsolni (Csapó, 2003). Ez alapján az

11 Lásd <https://www.arkki.com/arkki-education>, utolsó megtekintés: 2023. június 3.

12 Forrás: <https://www.arkki.com/arkki-education>, utolsó megtekintés: 2023. június 3.

13 Lásd <https://kulturaktiv.hu/epitett-kornyezeti-neveles>, utolsó megtekintés: 2023. június 3.

14 Lásd <https://experienceworkshop.org/hu>, utolsó megtekintés: 2023. június 5.

informális téri tanulás előfeltétele a megfelelő téri képességek kialakulásának. „A térszemlélet fejleszthetőségének kérdéseivel foglalkozó tanulmányok nagyrészt a műszaki felsőoktatás területéről származnak. Ennek hátterében az állhat, hogy a vizuális-téri képességek hiánya, ami a közoktatásban jellemzően még rejtve marad, a mérnökképzések során válik leginkább nyilvánvalóvá.” (Babály, 2020, 34).

A formális oktatásban is kiemelkedőek azok a jó gyakorlatok, amelyek építészeti irányból indultak el.

Jelentős sikereket ért el Mészáros Zsuzska építész és vizuálisnevelés-tanár, aki *Térkommandó* néven indított közösségi tervezést a Fazekas Mihály Gyakorló Gimnázium diákjainak és oktatóinak. Célja, hogy a résztvevők a jól ismert közösségi tereket más szemmel nézzék, és a designgondolkodás-módszertan segítségével tervezzenek és valósítsanak meg a közösen kiválasztott térbe közösségi életet kiszolgáló bútorokat. A közös építés eredménye nemcsak az iskola belső tereinek a hangulatához adott hozzá, hanem a folyamat során a diákok megtanulták, hogy felelősséggel tartoznak a környezetükért. Mészáros Zsuzska az Oktatási Hivatal felkérésére a 11. és 12. évfolyam számára tizennégy részes vizuáliskultúra-feladatgyűjteményt dolgozott ki; az ebben szereplő feladatok közül számos a téri képességek fejlesztését segíti.¹⁵

A GYIK Műhely nonformális tudásszerzésben bemutatott programját Terbe Ritával továbbvittük a formális oktatásba, és *Art & Science* néven workshopot biztosítottunk iskolák, osztályok számára, ahol az osztályok játékos feladatokon keresztül tapasztalták meg a fizika törvényeit. Kapcsolódtak a környezeti kultúrához, az anyagi kultúrához, az épített környezethez és az absztrakt kortárs művészethez. Kreatív folyamatokon keresztül fejlődött a kritikai gondolkodásuk, a kreativitásuk és az önbizalmuk (Szentandrás, 2019b). A program célja volt, hogy az iskolai tananyagot inspirációként felhasználva téri alkotófeladatokon keresztül a gyerekek téri-vizuális képességei is fejlődjenek. Az élményalapú alkotás során az iskolai tananyag elsajátítása is hatékony (Eplényi–Szentandrás, 2015). A nonformális oktatáshoz köthető a másik programunk, amelyben az ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános iskola és Gyakorló Gimnázium hatodik évfolyamos diákjai vettek részt 2017–2019 között. A pedagógiai kísérleti program célja az iskola részéről az volt, hogy tömbösítették az Életmód tantárgyat, így három napon keresztül lehetőségük volt az osztályoknak olyan programokban részt venni, ahol a *learning by doing* módszer alapján, tapasztalaton keresztül jutnak tudáshoz a gyerekek. Így vettek részt 3 éven keresztül a GYIK Műhely téri képességeket fejlesztő programjában is.

A GYIK Műhelyhez hasonlóan Cseh András is segítette a pedagógusok munkáját a nonformális téri tanulási folyamatokban szerzett tapasztalatai alapján a formális oktatásban. A CAN Architects keretein Köninger Szilárdal a Balaton-felvidéken közösségi tervezésen alapuló, közösségi építési céllal indították el a *Bazalt Iskolát*, amelynek további célja, hogy a közösségi tervezést követően 1 : 1 léptékben építsenek a gyerekek, valamint az építés megtapasztalásán túl és azon keresztül a felelős gondolkodás kialakítása és a helyi közösségek közötti különbségek csökkentése (Cseh–Köninger, 2022). A módszertan egyik alapja, hogy „A tanulás folyamatának hangsúlyos lépése az emberi test középpontba állí-

tása a humán geometria segítségével, amely a rajta keresztül bevezetett fogalmak organikus érthetőségét biztosítja” (Cseh et al., 2023, 43).



10. ábra: CAN Architects, Bazalt Iskola-munkafolyamat (Cseh et al., 2023, 42.)

A formális oktatásban nem építészeti irányból indult el Salmi & Fenyvesi oktatói-kutatói tevékenysége, a téri alkotói feladatok és a matematikai tudás közötti összefüggések feltárására. Kutatásuk a nonformális és a formális tanulási folyamat eredményeinek összehasonlítására irányul egy matematikához köthető képzőművészeti kiállításon szerzett tapasztalatok és a hagyományos iskolai matematikatanítás alapján. A matematikai-művészeti kiállítás tematikájához kapcsolódó matematikastruktúra-építő workshopon vettek részt a tizenkét-tizenhárom éves diákok. A workshop célja a modell építésén keresztül – mely így a tanulási folyamat része – saját tapasztalatot szereznii a kiállításon szerzett ismeretek hatékonyabb elsajátításához. Kutatásuk eredménye, hogy a csapattmunka és a művészeti alkotótevékenység által megélt esztétikai élmény örömet jelent, mely a tanulási folyamatokra, a tudásszerzésre jelentős hatással van (Salmi et al., 2016).

A téri képesség fejlődésénél bemutattam, hogy a térben való létünk és tevékenységeink során alakulnak a téri képességeink. Az ismertetett jó gyakorlatok alapján bebizonyosodott, hogy az informális, nonformális és formális téri tanulásban is megvalósítható a téri tapasztalatok szerzése és azokon keresztül a téri képességek fejlesztése.

A tapasztalati tudásszerzésre számos építészeti egyetemi képzésre irányuló kutatás is indult. Az oktatók visszajelzése alapján a valós alkotói tevékenység, amely leginkább a téri modell megépítésére irányul, számos olyan tudáselem megszerzését segíti vagy mélyíti el, amelyek az építészek számára szükségesek (Emami–Buelow, 2016). A téri tudásszerzéssel, a térszemlélet fejleszthetőségével felsőoktatásra irányuló kutatások foglalkoznak leginkább. A mérnökképzésben a 2D-s tervek 3D-s látványá alakítására való képesség alapvető fontosságú. Ennek hiánya vagy nem megfelelő szintje a kutatási eredmények szerint hatékonyan fejleszthető (Babály, 2020).

15 Lásd <https://designped.com>, utolsó megtekintés: 2023. június 5.

A tapasztalati úton való tudásszerzés, a *learning by doing* módszer eredményességét Piaget és Gyarmathy is megerősíti. Piaget a tudásra nem egy olyan kész rendszerként tekint, amelyben a tudás elsajátításához a külső információk felvétele önmagában elegendő. Úgy gondolja, hogy a tudást a tanuló hozza létre a tevékenységeivel, a környezettel való interakcióval, a tárgyakkal való manipulációval. Ez a tevékenység a tudás konstruálása, mely a konstruktivista pedagógia alapja (Csapó, 2003). Piaget-t megerősítve Gyarmathy úgy gondolja, hogy a készségek kialakulását erősíti a gyakorlás, a további tapasztalatszerzés, az így szerzett tudást akkor tudja újrendezni az egyén új szempontok alapján, ha absztrakt módon képes az összefüggéseket értelmezni (Gyarmathy, 2015b). A tevékenység közbeni fejlődés hatékonyságát erősíti meg Babály (2020) és Pataky (2012) is.

A tapasztalati úton való tudásszerzés fontos alapelve, hogy szabad hibázni, s ez is támogatja az alkotással járó pozitív élmény kialakulását.

Az előző fejezetekben azokat a kutatásokat és jó gyakorlatokat tártam fel, amelyek a valós környezetben, fizikai térben vizsgálták, hogy a tér megtapasztalásán keresztül miképpen fejlődnek és fejleszthetők téri képességeink. Napjainkban azonban nem tekinthetünk el a digitális térben zajló gyakorlatok vizsgálatától sem, ha átfogó képet szeretnénk kapni a téri képességek komplex fejlődéséről. „A digitális kultúra jelentős környezeti változás, amely közvetve és közvetlenül is befolyásolja a fejlődést.” (Gyarmathy, 2015b, 7.)

4.3. Digitális környezet

Ebben az alfejezetben feltárom, hogy a digitális kultúra kialakulásával miként egészült ki világunk a digitális környezettel, valamint ennek hatását vizsgálom a digitális tanulási környezetre vonatkoztatva. A digitális térben megjelenő játékokat is a tér megtapasztalásának lehetőségei alapján közelítem meg az informális, a nonformális és a formális tanulási folyamatokon keresztül.

A digitális eszközök megjelenésével és elterjedésével a valós környezeti ingerek mellett a digitális környezetből származó ingerek feldolgozására is szükség van, ami globálisabb, holisztikusabb, intuitív gondolkodást kíván a korábbi, sokkal inkább lineáris, analitikus gondolkodás mellé (Gyarmathy, 2012). A digitális kultúra hatására a megnövekedett információmennyiség mellett jelentősen több lett a vizuális ingerek mennyisége is. A megváltozott környezet a tanulási környezetet is érinti. Pedagógiai oldalról egyre több kutatás foglalkozik a digitális pedagógiával, amelyet a kutatási témámmal kapcsolatban a digitális tanulási környezet alapján vizsgálok a továbbiakban.

„A digitális tanulási környezet fogalom olyan tanulási környezeteket jelent, ahol a tanítás és tanulás feltételrendszerének kialakításánál meghatározó szerepe van az elektronikus információ- és kommunikációtechnikai eszközöknek.” (Komenczi–Lengyel, 2020, 44.) A digitális tanulási környezet egy olyan virtuális tér, amelyet szoftver segítségével generált a tervező, egy olyan eszköztár, amelynek az alkalmazásával a hagyományos

tanulási környezet új tanulási szinttel egészül ki (Komenczi–Lengyel, 2020). A valós és digitális tér optimális használatára indított kutatást az International Society for Education through Art (InSEA) szervezte pedagógusok, művészek és gyerekek bevonásával, a műterem mint inspiráló alkotókörnyezet vizsgálatával. Kutatási eredmények alapján a művészeti jellegű alkotások esetén a kreativitásban az alkotó személye meghatározóbb, mint a fizikai környezet (Pataky, 2020). Ugyanakkor a valós térben való interakcióink során fejlődik a téri képességünk, ezért mindenképp fontosnak tartom azt megvizsgálni, hogy digitális térben milyen interakciók, mozgások jöhetnek létre. A digitális játékok olyan tanulási környezetet biztosíthatnak, ahol a tanulók aktívan részt vesznek a tanulási folyamatban és a saját tudásuk formálásában, azaz nem passzív befogadói az információknak. A tananyag megfelelő integrálásával nemcsak a gondolkodási képességek, hanem az ismeretek átadása és elmélyítése is elősegíthető, így a játékok körültekintő tervezésével hatékony tartalomba ágyazott képességfejlesztő programok dolgozhatók ki. A XXI. században a digitális eszközök elterjedésével egyre nagyobb szerepet játszik a pedagógiai kutatásokban a digitális játékok képességfejlesztő és tudásszerző hatása. A kutatások kezdeti nehézségeit és eredményességét az is okozta, hogy nem vették figyelembe az oktatásméleti, pedagógiai, pszichológiai szempontokat. A kezdeti problémákat követően bebizonyosodott, hogy a digitális játékok alkalmasak a képességek fejlesztésére és a tudásszerzésre, ugyanakkor az, hogy ez milyen feltételekkel valósul meg, továbbra is számos kutatás kérdéseként merül fel (Pásztor, 2014).

A digitális eszközökön szerzett tudás akkor megfelelő és hatékony, ha a gyerekek már kialakult a valós térben a téri-vizuális észlelése. Abban az esetben, ha még nem fejlődött ki a helyes testsémája, illetve még nem tudja az irányokat, de digitális eszközön irányokkal kapcsolatos játékkal játszik, akkor előfordulhat, hogy torz téri észlelése lesz, mivel más észlelés és érzet társul a játékhoz, mint a valós térben. Ugyanez az elv érvényes a labirintusjátékok esetén is. Amennyiben a gyerekek először megtapasztalják valós térben a labirintust, ami lehet egy ültetett sövényből formált labirintus vagy épített fajta is, majd megépítik a saját térélményük alapján építőkövekből, kavicsból, botokból, kialakul a térészlelésükben a labirintus. Ezt követően, ha a digitális játékban avatárral megy végig a pályán a gyerek, az már valószínűleg nem okoz téri torzulást, mert stabilan kialakult téri észlelése van (Gyarmathy, 2007a). Ezt a megállapítást erősíti meg Cseh is, ahogyan a nonformális téri tudásszerzés jó gyakorlatainak bemutatásában ismertettem (Cseh, 2015).

Sun és kutatótársai szintén a virtuális környezet hatásaival foglalkoznak. Kutatásukban magasabb és alacsonyabb téri képességekkel rendelkezők VR környezetben való tevékenységeit vizsgálták EEG-vel a kognitív terhelés és a tanulási teljesítmény alapján. Kutatási eredményeik alapján, eltérő eredményeket mértek az alacsonyabb és a magasabb téri képességűek agyi aktivitásában a feladatok elvégzése közben. Eredményük azt mutatja, hogy a VR környezet nem mindenkire van ugyanolyan hatással, ez egyéni szinten eltérő lehet (Sun–Wu–Cai, 2019).

Mindezek alapján jól érzékelhető, hogy a digitális környezet hatásának vizsgálata fontos kutatási terület, és megfelelő alkalmazása az oktatásban szükségszerű.

Ahogy a valós térben is a téri tapasztalatszerzés alapján vizsgáltam a téri képességek fejlődését és fejlesztését, a digitális környezetben is a digitális térben szerezhető téri tapasztalatokat tárom fel a digitális játékok informális, nonformális vagy formális tanulási folyamatainak keresztül.

Kutatásomban digitális vagy számítógépes játéknak hívom az összes, digitális felületen elérhető alkalmazást, amelyeket aszerint csoportosítunk, hogy szórakoztató céllal vagy oktatási céllal készültek-e.

Az informális tanuláshoz a szórakoztató céllal készült játékok tartoznak. A digitális eszközök megjelenésével és a videójátékok gyors terjedésével az informális tanulás lehetősége még szélesebbé vált.

A téri-vizuális képességekre irányuló kutatások leginkább a lövöldözős akciójátékokat vizsgálták. Kovács és Faragó kutatása alapján Latham, Patston és Tippett az akciójátékokat játszóké téri vizuális képességeit hasonlították össze azokéival, akik nem játszanak ilyen játékokat. Eredményeik alapján az akciójátékokkal rendszeresen játszóké jobban teljesítettek a szem-kéz koordinációban, valamint a téri vizualizációban, ezen belül is a mentális forgatásban, illetve az orientációs feladatokban jobb volt a téri-vizuális figyelmük, mint azoknak, akik nem szoktak játszani videójátékokkal. A kutatás eredménye meglepő, mert elképzelhető, hogy azok, akik eleve jobb téri képességekkel rendelkeznek, sikeresebbek, ezért motiváltabbak is ezekben a videójátékokban, így többet is játszanak. Vagyis ebben a kutatásban nem bizonyított a játék fejlesztő hatása. Green és Bavelier a lövöldözős akciójátékok fejlesztő hatását két másik digitális játékkal összehasonlítva vizsgálták. A kutatásuk eredménye alapján számos képesség mellett a mentális forgatás képességében is jobb fejlesztési eredményeket ért el a lövöldözős játék (Kovács-Faragó, 2016). A kutatással kapcsolatos problémaként merül fel, hogy gyerekek nem vehettek részt benne a játék agresszív jellege okán. Bár a fent említett vizsgálatok a téri képességek mérésére is irányulnak, nem alkotó jellegű téri élményt elemeznek.

Az egocentrikus térben való építőjátékok közül kiemelkedő és nagyon népszerű a *Minecraft*, amelyben az építéshez építőelemek állnak rendelkezésre. A játék fejlesztő hatását a téri részképességek közül a mentális forgatásra vizsgálta Carbonell és kutatócsapata. Kutatási eredményeik alapján a *Minecraft*-tal játszó gyerekek mentális rotációs téri részképessége fejlődött (Carbonell et al., 2021).

A *digital game based learning* (DGBL) foglalkozik a digitális játékok képességfejlesztő hatásával. A célja minden esetben az, hogy ugyanazzal a hatékonysággal oktasson, mint a hagyományos módszerek, de sokkal inkább szórakoztatva, motiválva a tanulókat. A DGBL-módszer célja megegyezik a hagyományos oktatási módszerekével, azonban kiegészül azzal, hogy a motivációt kiemelt elemként kezeli (Balogh, 2017). Azokat a digitális játékokat sorolják ebbe a kategóriába, amelyek megfelelnek az alábbi követelményeknek: oktatási céllal készültek, interaktívak, szabályrendszer alapján működnek, amelyekben a cél elérése meghatározott kihívást jelent, és amelyek visszacsatolást biztosítanak, így a nonformális és a formális tanulási folyamatokat segítik. A játék fejlesztő hatása a digitális térben egyénre szabható azáltal, hogy a gyermek teljesítményéhez, kognitív szintjéhez igazodik a játék nehézsége (Pásztor, 2014).

Számos oktatási célú játék ismert a közismereti tantárgyak kiegészítésére, valamint az induktív gondolkodás fejlesztésére. A téri képességek fejlesztésére irányuló, alkotótevékenységbe bevonó digitális oktatási célú játékok viszont nem találtam.

A téri képességek fejlesztésére irányuló digitális szoftver a *GeoGebra*, amely leginkább a geometria tanítását segíti digitális felületen.

4.3.1. A téri képességeket fejlesztő digitális játékok transzferhatása

A játékok fejlesztő hatását az alapján mérik, hogy milyen transzferhatásuk van. Nincs transzferhatása az adott játéknak, ha adott képességet fejleszt, de a gyerek azt a képességet máshol nem tudja alkalmazni. Közeli transzferhatású a játék, ha az általa fejlesztett képességet más, hasonló játékokban is alkalmazni lehet. Távoli transzferhatású, ha adott képesség további képességek fejlődését teszi lehetővé, és ezeket széles területen lehet kamatoztatni és alkalmazni (Kovács-Faragó, 2016).

A *HeroQuest* játékot sikeresen alkalmazták a demencia elleni kutatásban. Az orientációs képességekre épülő játék célja a vízi labirintusokban való navigálás hajókkal. Az online kutatáshoz bárki kapcsolódhat a világ minden tájáról, bármilyen korosztályban, bármilyen képességekkel. A kutatók így nagyon hatékonyan és gyorsan tudnak széles körből adatokat gyűjteni, ami felgyorsíthatja és segítheti a kutatást. A demenciában és Alzheimer-kórban szenvedő betegeknél jó eredményeket értek el a játék alkalmazásával (Coughlan et al., 2018).

A repülőgép-pilóták számára kötelező a szimulátoros képzésben való rendszeres részvétel. A szimulációs gyakorlatok során extrém helyzeteket kell megoldaniuk. A pilóták visszajelzése alapján a szimulátorképzés hatékony, mivel az így szerzett képességeiket valós helyzetben jól tudják alkalmazni.

Mindezek alapján jól érzékelhető, hogy a digitális térben is szerzünk téri tapasztalatokat, amelyeknek lehet fejlesztő hatásuk a téri képességeink egy részére.

A szakirodalmi feltárás és a jó gyakorlatok bemutatása alapján bebizonyosodott, hogy a térben szerzett tapasztalataink szükségessé ahhoz, hogy téri képességeink fejlődjenek. Az előző alfejezetek célja a téri képesség bemutatása és megértése volt, mert ez a téri intelligenciával foglalkozó kutatások alapján szükséges ahhoz, hogy a téri képességeket alkotó részképességeket rendszerbe tudjuk helyezni.

4.4. A téri részképességek beazonosítása a téri intelligencia mentén

A 4.1. alfejezetben felvázoltam a téri intelligencia és az intelligencia közötti összefüggést. A téri intelligenciát alkotó további részképességeket annak ismeretében vizsgálom, hogy áttekinttem, mennyire különböző téri helyzetek adódnak a térben való interakcióink során.

A képességek feltárásával a pszichológia tudományterülete foglalkozik, ezen belül is három irányzat a meghatározó: a pszichometria, a genfi iskola és a kognitív pszichológia. A pszichometriához köthető a mérés bevezetése, a képességek fejlettségének mérhetővé tétele, valamint a képességrendszerek és taxonómiák megalkotása. Az általános értelmesség, az intelligencia a pszichometriához tartozó fogalom (Csapó, 2003).

Kezdetben Thurstone, Mark McGee, Truman, Lohman, A. A. H. El-Koussy és Carroll foglalkozott kiemelkedően a téri képességek beazonosításával, a részképességek meghatározásával és definiálásával (Thurstone, 1950; Séra–Kárpáti–Gulyás, 2002; Gardner, 1999). A kutatások két nagyobb területről indulnak, a pszichológia és a pedagógia tudományterületéről. A pszichológiai kutatásokon belül is számos eltérő megközelítés található.

Kognitív képességek feltárására irányuló kutatások vizsgálják a téri feladatok megoldásához szükséges gondolkodási folyamatokat, amiket a téri feladat jelentősen befolyásol, míg a pszichometriai vizsgálatok eredménye az alkalmazott tesztől függ. A sok változó okán sem a kognitív képességeket feltáró kutatások, sem a pszichometriai kutatási módszerek nem tudtak eddig egyértelmű kategóriákat megfogalmazni a téri részképességekre vonatkozóan, a megfogalmazott definíciók az alkalmazott tesztekkel vagy feladatokkal együtt értelmezhetők, így nem általánosíthatók (Babály, 2020). Sok vitára ad okot, hogy a téri képességek méréséhez használt eltérő tesztek nem egységes szempontok szerint mérnek. Carroll és Lohman szerint a módszerek, tesztípusok a tesztek formájának és felvételének különbözőségéből fakadóan eltérő faktorstruktúra-értelmezést eredményeznek (Séra–Kárpáti–Gulyás, 2002). D'Oliveira szerint a téri képességek kutatására vonatkozó szakirodalmakban az ellentmondásokat a téri-vizuális képességek beazonosításainak nehézségeiből adódóan az eltérő meghatározások, a részképességek nem egyértelmű számszerűsége és megnevezése, valamint a képességek mérésére irányuló tesztek nem megfelelő elnevezése, leírása okozza (Babály, 2020).

A szakirodalomban meghatározott részképességek közül egységesnek tekinthető a téri percepció, vizualizáció, manipuláció, orientáció részképességek megjelenése. Az ezeket meghatározó definíciók a már korábban említett okok miatt egymással átfedésben vannak. Az egyes részképességek definiálását tovább bonyolítja, hogy azok olykor további részképességekből állnak.

A téri manipuláció az a képesség, amely alapján az emberek az egocentrikus terükben észlelt tárgyakkal valós és képzeletbeli műveletek végzésére képesek.

„A téri orientáció (Carpman–Grant, 2002) az a képesség, amely alapján az emberek észlelik a környezethez viszonyított elhelyezkedésüket (Evans–Gärling, 1991), azaz felismerik magukat, és azonosítják a helyzetüket egy terület kognitív reprezentáció-

ján/térképén szereplő pontok vagy referenciarendszerek viszonylatában.” (Golledge, [1987], idézi Dúll, 2017, 96).

A fent bemutatott téri intelligenciánk, illetve az ezt alkotó téri részképességek szükségessé ahhoz, hogy téri problémákat oldjunk meg, és a megoldást kommunikálni tudjunk.

4.5. A téri gondolkodás és a téri gondolkodás kommunikációja

Az előző fejezetek alapján levonhatjuk a következtetést, hogy a téri észlelést meghatározza, mit és hol látunk. A téri képességek feltárására irányuló mérések során a mért személynek a gyakorlatban kell alkalmaznia a téri képességeit. A téri alkotási folyamat során szerzett tudás olyan tapasztalati tudás, amelyet Polányi tacit tudásnak nevez. Ez a tudásnak az a fajtája, amelyről verbálisan beszámolni nem tudunk, de például az alkotáson keresztül, a vizualitás eszközén keresztül képesek vagyunk megmutatni (Polanyi, 1966). A tacit téri tudás tudatosításában jelentős szerepe lehet a téri gondolkodásnak és a kommunikációnak, amelyet Goodchild is alátámaszt: a téri képességek gyakorlati alkalmazásához téri gondolkodás szükséges (Bednarz, 2011), a téri gondolkodás megismeréséhez pedig kommunikáció. Ezért elengedhetetlen megvizsgálni a téri észlelést követően a téri problémák megoldásához szükséges téri gondolkodás és a téri gondolkodás kommunikációjának természetét és sajátosságait.

Arnheim szerint a megfigyelés valójában téri-vizuális észleletek összehasonlítása-in keresztül zajlik, amelyek feldolgozását a téri-vizuális gondolkodás irányítja (Környeiné Gere, 1998). A téri gondolkodás a téri ismeretek megértését, a problémák téri gondolkodással és cselekedetekkel történő megoldását jelenti, valamint az új információk rendszerezésére való képességet. Ehhez tudás és a képességek együttes használata szükséges, mely lehet képzeletbeli, illetve megnyilvánulhat eszközök segítségével (grafikai, 3D nyomtatás stb.). Az eltérő szakmák különféleképpen alkalmazzák a téri gondolkodást (National Research Council, 2006).

Nagy József szerint a gondolkodás kognitív képesség, a tanulásban és a tudásszerzésben, valamint a kommunikációban jelentős szerepe van. Gondolkodás segítségével a meglévő tudásból új tudás létrehozására vagyunk képesek. A téri-vizuális tanulásához téri-vizuális tudásszerző képességre van szükség. Téri-vizuális tudásunkat és problémamegoldó képességünket téri-vizuális alkotóképességünk segítségével kommunikáljuk. Az új tudáshoz próbálkozás szükséges, aminek segítségével az összefüggések megérthetőek (Nagy, 2000). Míg Piaget és Inhelder a téri-vizuális gondolkodást úgy értelmezi, hogy a megismerést követően a művelet során mentális átalakítások, transzformációk hajthatók végre, amelyhez téri gondolkodás szükséges (Piaget–Inhelder, 1956). Mindez alátámasztja azt, hogy téri tapasztalathoz és térben lévő interakciókhoz köthető a téri képességeink.

	Statikus gondolkodás	Dinamikus gondolkodás
	az objektum térbeli viszonyai nem változnak, a megfigyelő viszonya az objektumhoz megváltozik	az objektum térbeli viszonyai megváltoznak
A megfigyelő a szituáción kívül van	Térbeli relációk felismerése	Vizualizáció
	Térbeli észlelés	Mentális forgatás
A megfigyelő a szituáción belül van	Képzeltbeli mozgás	Térbeli tájékozódás

1. táblázat: A téri képességfaktorok egymással való kapcsolata (Makádi, 2012, 3.)

Makádi a téri gondolkodási képességen belül megkülönböztet statikus és dinamikus téri gondolkodást: „Statikus téri gondolkodást kíván, ha a térelemek objektív viszonyai változatlanok, csak a helyzete, viszonya változik a térelemhez képest (pl. más-honnan szemléli). Ha a térelemek térbeli viszonyai megváltoznak (pl. elfordulnak, helyet változtatnak, mozognak), dinamikus téri gondolkodásra van szükség. A téri képességek teszik lehetővé számunkra a környezetben való tájékozódást, a különböző szögekben elforgatott tárgyak elképzelését, valamint a tárgyak elhelyezkedésére való emlékezést.” (Makádi, 2012, 3.)

Mindezek alapján megállapítható, hogy a tér észlelése során szerzett információk megfelelő használatához téri gondolkodás szükséges.

Babály bemutatja a kutatásában Clements, valamint Newcombe és munkatársainak eredményeit, amelyek szintén azt támasztják alá, hogy a téri gondolkodás kialakulásának kezdeti szakaszában a mozgás, a cselekvés, a taktilis és más érzékszervi tapasztalatok határozzák meg a fejlődést. Később egyre fontosabb szerepe lesz a szimbolikus megismerésnek, így a nyelv és a gesztusok használatának (Babály, 2020), ami a téri képességek kommunikációjának jelentőségére hívja fel a figyelmet, mely megvalósulhat vizuálisan, verbálisan vagy gesztikuláció segítségével.

A vizuális kommunikációs képesség két részből tevődik össze: a tapasztalati-művelési szintből és a gondolati-rationális szintből. Tapasztalati szinten az ábraolvasás és az ábrázolás, míg gondolati-rationális szinten az ábraértelmezés és az ábraalkotás képessége jelenik meg. A téri-vizuális megismerés tapasztalati-művelési szintje a téri vizuális észlelés, míg gondolati-rationális szintű eleme a tudatos viszonyulás a téri észlelés során szerzett információhoz, mely a téri-vizuális gondolkodás képessége (Nagy, 2000).

Mingyuan és Sotaro a téri megértés és a gesztikuláció kapcsolatát kutatta, a téri vizualitás és a kéz aktív használata közötti kapcsolat vizsgálatával. Számos kutatás igazolja, hogy beszéd közben, a téri vizuális problémák magyarázatához lényegesen gyakrabban gesztikulálunk kézzel is (*co-speech gestures*). A Shepard–Metzler-féle mentális forgatás-tesztek alkalmazása közben jelentős különbség volt megoldási időben és teljesítményben azoknál az alanyoknál, akik a feladat megoldásához joystickot vagy „forgó gombot” használtak, a manipulációknak megfelelő irányban. Ezek alapján azt feltételezte Mingyuan és Sotaro, hogy a téri problémák megoldásához a téri vizualizáció *co-speech* gesztusokkal való megértésnek segítségével közelebb juthatunk, miközben a téri problémákon való „néma”, „fejben való” gondolkodás közben is spontán gesztusokat teszünk (*co-thought gestures*). Kísérleteikben az alanyok egyedül oldották meg a teszteket, így a *co-thought* gesztikulálás téri problémákkal való kapcsolódását figyelték meg. Megállapították, hogy a nehezebb téri feladat megoldása közben sűrűbb a gesztikulálás is, ami az adott pillanatban segíti a problémamegoldást. Kutatásukban továbbá megállapították, hogy a gesztikulációnak (*co-thought*) a tanulási folyamatban jelentős szerepe van (Mingyuan–Sotaro, 2011). Mingyuan és Sotaro kutatási eredményeit igazolja Verdine és kutatócsoportja, akik a térbeli gondolkodást a gesztusokkal kiegészített kommunikáción keresztül vizsgálták, írja Babály (2020).

A verbalitásnak mint kommunikációnak jelentős szerepe van a vizuális észlelés és a megértés során is, amelyet Cseh a csapatmunkában való közös alkotás során vizsgált és erősített meg. A látás önmagában nem jelent kommunikációt, kommunikációs eszközt vagy csatornát, ugyanakkor a közös alkotás során a tudásmegosztásban jelentős szerepe van a vizualitás és a verbalitás együttes megjelenésének (Cseh, 2015).

Ez alapján a téri tapasztalatok verbális kommunikációja jelentősen segíti és tudatosítja a téri megértést, aminek nyomán a gyerekek beszédértése, valamint verbális képességeik fejlődésével a térbeli viszonyok megértése is jobban azonosítható. A térbeli viszonyok meghatározására több tucat kifejezés, fogalom létezik, ezek a téri szóbeli viszonyító rutinok. A megfelelő téri szóbeli viszonyító rutin kellő ismerete, vagyis a térrel kapcsolatos szókincs a téri alkotófeladatokon keresztül hatékonyan fejleszthető. Ezt erősíti meg Cseh is, aki különböző szempontból kutatta az alkotás és a verbalitás kapcsolatát. A művészeti célú alkotás során a verbalitás szükségessége vitatható, és más-más szerepe van az alkotás különböző fázisaiban való megjelenésének. Ugyanakkor ha az alkotási folyamat célja az edukáció, a verbális kommunikáció, a nyelv használata szükséges ahhoz, hogy tudatosítsuk a tapasztalat során szerzett tudást (Cseh, 2015).

A kommunikáció jelentőségére hívja fel a figyelmet Landau és Jackendoff is, azzal, hogy a tárgy helyének beazonosításához nyelvi reprezentációra van szükség, amely a lokalizálható tárgyból, a viszonyítási tárgyból és a kettő közötti kapcsolatból áll. Mozgó tárgy esetén a mozgás típusát, irányát és pályáját szükséges meghatározni (Landau–Jackendoff, 1993). „Mind a Piaget-féle értelmi szinteknek megfelelő, mind az életkor szerinti csoportosítás eredményei azt mutatják, hogy a téri reprezentáció – feltehetően a téri relációk nyelvi kifejezésével párhuzamosan – az egyszerűbbtől az összetettebb, a szegényesebbtől a tartalmasabb, a valóságos fizikai viszonyokat leképező reprezentáció irányába változik.” (Séra–Bakon, 1995, 326.) Düll Andrea a mentális térképek esetén tulajdonít kiemelt jelentő-

séget a verbalitásnak, mivel kutatásai során azt tapasztalta, hogy a vizsgált személy által készített rajzhoz gyakran szóbeli vagy írásbeli kiegészítés szükséges a teljes megértéshez (Dúll, 2017).

A hallgatóságos, tacit tudás felszínre kerülése érdekében a GYIK Műhelyben végzett munkánk során a foglalkozások végét követően beszélgetéseket kezdeményezünk a gyerekekkel, amelyeken a téri alkotások pontos, alapos, részletes megfigyelése is előtérbe kerül, ez ugyanis elősegíti a tudat alatti tudás tudatosulását. Az így szerzett tudást a sok gyakorlás tovább mélyíti (Szentandrás, 2012). Ezt a folyamatot megerősíti Cseh is. Az alkotási folyamat során szerzett tudás önmagában még nem tudatos. A nem tudatos téri tudás a pedagógusok, facilitátorok közreműködésével válhat tudatossá. A tudat alatti tudásból további tanulási folyamat során válik tudatos tudás. A téri alkotófeladatok természetükből adódóan kifejezetten alkalmasak arra, hogy segítsék a tudat alatti tanulás és tudás átalakulását tudatos tudássá. A téri alkotófeladatok rendszeressége, ismétlése tanulási folyamat, amely során tudás alakul ki, a tudás pedig készséggé alakul (Cseh, 2015).

A bemutatott szakirodalmak alapján a téri problémák megértéséhez és megoldásához téri részképességek, téri gondolkodás és kommunikáció szükséges.

Ezek mentén határozta meg a pedagógia azokat a kompetenciákat, amelyeknek a fejlesztése az oktatás feladata.

4.6. Téri kompetenciák

Ebben az alfejezetben a pedagógiai kutatások eredményeképpen létrejött kompetenciastruktúráról lesz szó a téri részképességek fejlesztésére vonatkozóan.

A pedagógiai és pszichológiai kutatások nehezen szétválaszthatók. A pedagógiai kutatások a téri képességek fejleszthetőségére, a téri képességekhez szükséges kompetenciák meghatározására irányulnak, valamint a téri gondolkodást tárják fel. Kotschy szerint a pedagógia a képességeket tudásként értelmezi, amely cselekvésben nyilvánul meg, és ismereteken alapszik, írja Pataky (Pataky, 2012). Kutatásomban a téri képességet téri tudásként értelmezem, valamint az ehhez kapcsolódó részképességeken is az adott területre vonatkozó tudást értem.

Kerber kutatása alapján az iskolai keretek között a matematika tantárgyon belül a geometriai feladatok, illetve a vizuális kultúra tantárgy alkotófeladatainak egy része foglalkozik kifejezetten a téri képességek fejlesztésével, de további tantárgyakban is előfordul, például a testnevelésben. Ezenkívül az „Ember és természet”, valamint a „Földünk és környezetünk” témakörben is gyakran felmerül a téma. Ugyanakkor problémát jelent, hogy az oktatási gyakorlatban a tantárgyak egymástól függetlenül foglalkoznak a tériséggel, ami a képzés összehangolásának a hiányára utal (Babály, 2020).

A European Network for Visual Literacy a vizuális műveltség kulcskompetenciáinak meghatározását tűzte ki célul. „A modell nem »esztétikai nevelésről« vagy »rajz-

tanításról« beszél, hanem az ennél tágabb, a mindennapi és művészi nyelvhasználatot egyaránt magában foglaló vizuális műveltség (*visual literacy*) oktatását szeretné jobban tervezhetőbbé, pontosabban értékelhetővé és tartalmilag korszerűbbé tenni.” (Kárpáti-Pataky, 2016, 9.)



11. ábra: A vizuális műveltség modellje az Európai Vizuális Műveltség Referenciakeretben (Kárpáti-Pataky, 2016, 9.)

A modellben az alkotói és a befogadói oldalról együttesen vizsgálják a tevékenységek tartalmát és értékét.



12. ábra: A vizuális kompetencia összetevői az Európai Vizuális Műveltség Referenciakeretben (Kárpáti-Pataky, 2016, 1.)

A magyarországi vizuális keretrendszer a nemzetközi vizuális képességmodell alapján készült, amely rendszerezi azokat a vizuális képességeket, amelyek definiálhatóak és mérhetőek. A Nemzeti alaptantervben is megjelenik a térszemlélet, mérhetőségéhez fejlesztő-értékelő rendszert dolgoztak ki (Kárpáti–Gaul, 2011). Séra és Kárpáti a kompetencia meghatározásához szűkebb értelmezést adtak, amelyet a téri képességek mérésére fejlesztett teszténél alkalmaztak. Ezt indokolta az a céljuk, hogy a teszt jobban illeszkedjen az iskolai képzéshez. Erről így írnak: „Olyan képesség- és jártasságrendszerként fogjuk fel, amely alkalmassá tesz a téri-vizuális információk lejegyzésére (ábrázolásra), a képi objektumokra vonatkozó képi információk értelmezésére, a mélység- és alakviszonyok és/vagy helyzetek felismerésére és/vagy elképzelésére és/vagy a bennük való eligazodásra, és amely kompetencia nemcsak a vizuális kommunikáció alapját képezi, hanem egyben az általános megismerési képességek egyik összetevője is.” (Séra–Kárpáti–Gulyás, 2002, 81.)

2009-ben Bodóczky és Pataky a vizuális nevelésben legfontosabb kompetenciaelemeket tartalmazó vizuális képességstruktúrát határoztak meg, melyet a 2. táblázat mutat (Pataky, 2012). A tizenöt kompetencia közül három olyat találunk, amely valódi téri manipulációt is jelent. E három kompetencia a formaalkotás térben (3D), a konstruálási képesség és a téralakítás. A többi kompetencia síkfelületeken való alkotásra vonatkozik, ahogy a geometriai feladatok is a tér síkbeli vetületeivel foglalkoznak.

	Fogalommagyarázat
1. Megfigyelés	Az észlelés érzékenységének foka, a látottak lényeges vonásainak kiemelése, a megfigyelés szempontjainak gazdagsága, adekvát jellege
2. Látványfelismerés és értelmezés	2.1 Felismerés: jelentés érzékelése, azonosítása. 2.2 Értelmezés: következtetések levonása látványok, képek, szövegek alapján, nézőpontváltás képessége (látványok elképzelése más nézőpontból, szövegek látvánnyá alakítása, igény a „más nézőpont felvételére, a statikus vagy a dinamikus állapotok felismerése és érzékeltetése, stb.
3. Vizuális emlékezet (tapasztalatok látványok előhívása)	látványok, képek (hosszú és rövidtávú) felidézésének képessége
4. Vizuális elemzés	információk rendszerezése, analógiák felismerése - csoportosítás, halmazképzés
5. Formaalkotás a síkban (2D) és térben (3D)	megfigyelt és elképzelt formák megjelenítése
6. Manipulációk	nagyítás, kicsinyítés, csonkolás, kiegészítés, stb.
7. Rekonstrukciós (transzponáló) képesség	Részletek alapján az egész megalkotása, rajz alapján téri alakzat elkészítése, térbeli konstrukció 2D-ben való megjelenítése
8. Absztrakció	lényegkiemelő, egyszerűsítő, redukáló képesség
9. Szimbolizáció	9.1 jelalkotás 9.2 jelképek, allegóriák, vizuális metaforák képzése
10. Ábrák alkotása és értelmezés	10.1 Ábraalkotás: konvenciókon alapuló, szabályokhoz igazodó, jelentést hordozó, közlő és magyarázó rajzok, szerelési ábrák, folyamat ábrák „olvasásának” és létrehozásának képessége, valós vagy elképzelt viszonyok, kapcsolatok megjelenítésének képessége 10.2 Ábraértelmezés: magyarázó rajzok, szerelési ábrák, folyamat ábrák „olvasásának” képessége
11. Nem vizuális jellegű információk megjelenítése	Adatok, összefüggések, fogalmak, struktúrák, arányok képi megjelenítése
12. Időbeli folyamatok megjelenítése	Állapotok változásai, mozgásfázisok megjelenítésének képessége
13. Modalitásváltás	Különböző észlelési tapasztalatok, modalitások (látás, hallás, tapintás, szaglás, ízlelés) áttétele, más rendszerben való rögzítése (pl. hanghatások, tapintási tapasztalatok vizuális „fordítása”, felidézése
14. Képalakítás, komponálás	Adott képmezőben, koherens ábrázolás létrehozása. Kiemelés, a képelemek szervezése, figyelemirányítás, figyelemvezetés.
15. Téralakítás	Térkapcsolatok, térbeli viszonyok, térbeli tagolódások létrehozása, ábrázoló, kifejező céllal.
16. Konstruálás	Tárgytervezés, -szerkesztés, -alkotás, konstrukciók létre hozása különböző anyagokból és célokra.
17. A síkbeli és térbeli vizuális megjelenítő, kifejező eszközök adekvát használata	A megjelenítés, a kifejezés céljának megfelelő árnyalt vonal tónus, szín, forma, stb. használat, (mintakövetéstől az önálló alkalmazásig)
18. Kreativitás	Fantázia, divergens gondolkodás, rugalmasság, asszociációs képesség
19. Anyagalakítás, eszközhasználat	Anyagok és eljárások ismerete; rendeltetéshez, alkalmazkodás a kifejezési célokhoz, anyag és eszközválasztás / használat

2. táblázat: A TÁMOP 3.1.9.¹⁶ kompetenciamérés vizuális képességrendszere (Pataky, 2012, 75.)

16 A TÁMOP 3.1.9. Diagnosztikus mérések /kognitív és affektív készségek és képességek mérése/ vizuális képességrendszer/kompetenciamérés (Bodóczky–Pataky, 2009).

A 3. táblázat a vizuális-téri képességek megjelenésének gyakoriságát mutatja meg. Ez alapján látható, hogy 2004 óta milyen arányban vannak jelen az oktatásban a valós téri alkotófeladatok és a síkbeli ábrázolások.

A meghatározások általános megfogalmazása alapján arra következtethetünk, hogy a szabad konstruáló feladatoknak adnak teret, ösztönzik a modellépítést, ugyanakkor véletlenszerűen jelennek meg (Babály, 2020).

Képességek	NAT 2012	Keret-tanterv 2012	Keret-tanterv Moszk. 2004	Keret-tanterv NTK, 2007	Helyi tanterv 2012
1. Térábrázolási rendszerek	a) Monge-vetület és nézetek 5-8 (2)	1-2,5-6 (2)	3,4,5,6 (12)	1,2,3,4, 5,6 (6)	3,4,5,6 (10)
	b) Axonometria 5-8 (2)	-	5,6 (4)	5,6 (2)	-
	c) Perspektíva 5-8 (2)	-	5 (1)	5,6 (4)	5,6 (5)
2. Térbeli viszonylatok érzékelhetősége	a) elhelyezéssel (pl.: fent-lent, takarás) 5-8 (5)	1-2,3-4, 5-6 (11)	1,2,4 (7)	1,2,3,4, 5,6 (9)	1,2,3,4, 5,6 (14)
	b) méret-különbségekkel -	-	-	-	1,2,4,5,6 (8)
3. Térérzékelés, térészlelés	a) sík és térbeli formák elkülönítése 1-8 (3)	1-2,3-4, 5-6 (3)	1,3,4 (6)	1,2,3,4, 5,6 (4)	2,6 (2)
	b) kiterjedési minőségek (pl.: pozitív-negatív) 1-8 (5)	1-2,3-4, 5-6 (7)	1,2,3,4,5 (8)	1,2,3,4, 5,6 (7)	1,2,5,6 (5)
	c) szabályszerűségeket (pl.: szimmetria) 1-4 (3)	5-6 (1)	2,5 (2)	1,2,3,4, 5,6 (6)	2,6 (2)
	d) térbeli helyzet meghatározása 1-8 (4)	3-4,5-6 (4)	1,2,3,4, (4)	1,2,3,4, 5,6 (2)	1,5,6 (5)
4. Téralkotás-tervezés, kumulatívás (síkbán)	a) tárgytervezés (pl.: nézetek, metszetek) 5-8 (1)	3-4,5-6 (6)	3,4,6 (6)	5,6 (4)	3,4,5,6 (10)
	b) épülettervezés (pl.: alaprajz, homlokzat) 1-8 (2)	1-2,3-4, 5-6 (7)	2,4 (4)	-	4 (1)
	c) térszervezés külső-belső tereiben 1-8 (6)	1-2,3-4, (12)	1,2,3,4,6 (12)	1,2,3,4, 5,6 (8)	1,2,3,4, 5,6 (25)
	d) szabad konstruálás (pl.: mintázás) 1-8 (10)	1-2,3-4, 5-6 (16)	1,2,3,4, 5,6 (28)	1,2,3,4, 5,6 (16)	1,2,3,5,6 (14)
	e) pallást és szabásminták 1-8 (2)	3-4 (3)	3 (2)	-	1,3,6 (3)
	f) térrendezés kis- és nagyméretű testekkel 1-8 (2)	1-2,3-4, 5-6 (8)	1,3,5 (10)	1,2,3,4, 5,6 (2)	1,2,4,5,6 (7)
6. Térbeli tájékozódás	a) valós térben (pl.: térkép) 1-4 (1)	1-2,3-4 (3)	-	1,2,3,4, 5,6 (3)	1,6 (2)
	b) térképek, útvonalak alapján emlékezetből 5-6 (1)	3-4 (3)	2,3,4 (3)	5,6 (1)	1,2,3,4,6 (6)
7. Rekonstrukció	a) magyarázó rajzok alapján 1-8 (2)	3-4,5-6 (5)	3,4 (3)	1,2,3,4, 5,6 (5)	1,2,6 (3)
	b) alaprajzok, nézetek, metszetek alapján 5-8 (4)	5-6 (2)	3,4,6 (5)	-	6 (1)
8. Elemek elrendezéséből addó térérzetek (pl.: egyensúly, ritmus)	-	5-6 (1)	1,2 (2)	5,6 (2)	6 (5)
9. Térhatások érzékelhetősége a vizuális nyelv alapelemeivel	1-8 (7)	1-2,3-4, 5-6 (3)	2,4,5,6 (14)	1,2,3,4, 5,6 (4)	2,3,4,5,6 (18)
10. Makett	1-8 (2)	1-2,3-4 (4)	3,6 (3)	1,2,3,4, 5,6 (2)	5,6 (2)
11. Térbeli formák ábrázolása látvány alapján (az ábrázolási rendszer meghatározása nélkül)	5-6 (1)	1-2,3-4, 5-6 (5)	3,4,5 (3)	1,2,3,4, 5,6 (3)	1,2,3,4, 5,6 (8)
12. Struktúrák értelmezése, hossz és keresztmetszetek	-	3-4,5-6 (7)	5,6 (7)	5,6 (7)	2,5,6 (15)
13. Tér redukálása, absztrahálása	5-8 (1)	1-2,5-6 (5)	5 (2)	5,6 (1)	2,3,5 (5)

3. táblázat: A vizuális téri képességek megjelenésének gyakorisága az alap-, a keret- és a helyi tantervekben (Babály, 2020, 61; Kárpáti-Simon, 2015 alapján)

Kárpáti és kutatócsoportja (Kárpáti-Babály-Simon, 2015) összeállította a téri képességekre vonatkozó keretrendszert, melyet a 4. táblázat tartalmaz. Céljuk, hogy a pedagógiában és pszichológiában meghatározott téri-vizuális képességstruktúrák összevethetővé váljanak, ezért az alkalmazott fogalmak pszichológiai fogalmakkal összehangoltan jelennek meg (Babály, 2020).

3. táblázat. Téri képességek keretrendszere a hazai tantervi dokumentumok alapján (Forrás: Kárpáti et al., 2015)

Részképesség	Meghatározás	Példák
1. Térábrázolási rendszerek, konvenciók	A térbeli viszonylatokat leképező ábrázolási rendszerek, konvenciók ismerete és az azokban történő tájékozódás képessége. Térhatások érzékelése vizuális minőségek alapján.	pl.: térábrázolási rendszerek (Monge-vetület, axonometria, perspektíva), kompozíciós megoldások (fent-lent, elől-hátul, takarás, előtér-háttér, méretkülönbségek, vízszintes-függőleges viszonylatok), vizuális alapelemek (pont-vonal-folt, fény-árnyékhatások, színezet, textúra és faktúra)
2. Térbeli alakzatok szerkezete, karaktere	Térbeli formák szerkezeti felépítésének, elemkapcsolatainak értelmezése. Sík és térbeli alakzatok elkülönítése, a térbeli kiterjedések minőségének érzékelése.	pl.: hossz- és keresztmetszetek, szerkezeti csomópontok, természetes és mesterséges formák térbeli struktúrája, szabályos és szabálytalan felépítése, formakarakterek (egyszerű-tagolt, pozitív-negatív, nyitott-zárt, széles-keskeny, szabályos-szabálytalan)
3. Térbeli tájékozódás	Tájékozódás valós térben, valamint a térbeli viszonyokat megjelenítő ábrák, térképek, és modellek alapján.	pl.: irányok, távolságok, objektumok egymáshoz viszonyított helyzete
4. Tér rekonstrukció	Kétdimenziós ábrák alapján háromdimenziós térbeli alakzatok vizualizálása.	pl.: vetületi képek, metszetek, alaprajzok, homlokzatok értelmezése
5. Tér redukálása, absztrahálása	Absztrahált térábrázolások értelmezése.	pl.: út és irányjelzések, térképészeti szimbólumok
6. Mozgás vagy belső kép mentális mozgatása által változó térélmények érzékelése	Időben változó térélmények értelmezése, mentális műveletek.	pl.: nézőpont és léptékváltások, mozgásfázisok, mentális forgatások és transzformációk

4. táblázat: Téri képességek keretrendszere a hazai tantervi dokumentumok alapján (Babály, 2020, 62; Kárpáti-Babály-Simon, 2015 alapján)

A vizuális nevelés tantárgyhoz illesztett téri képességek, kompetenciák alkotás útján való fejlesztését többek között azért is találom helyénvalónak, mert mind a művészeti, mind az építészeti jellegű foglalkozások során megfigyelhető a belső motiváció. A művészeti feladatok esetén az érzelmetől vezérelt, szabad alkotás lehetősége vált ki lelkesedést, és ösztönzi a gyerekeket aktív tevékenységre, az új létrehozására (Szentandrás, 2012). Cseh András kutatása megerősíti ezt az állítást, miszerint az építés, az alkotás élményt okoz, ezzel biztosítva a motivációt, valamint felkelti a gyermek kíváncsiságát (Cseh, 2015). Ezt erősíti meg a játékon alapuló Arkki-módszertan eredménye is, amely lehetőséget ad a gyerekeknek az alkotáson keresztül a felfedezésre, a rácsodálkozásra és a kíváncsiságra. „A szabad alkotás öröme élményként megélve és átélve tartósabb és mélyebb tapasztalatokhoz juthatnak a gyerekek, mellyel vizuális kommunikációjuk fejlődik. A meg-

szerzett tapasztalat, sikerélmény újabb feladatok kipróbálására ösztönzi őket. A játékos alkotás, a felfedezés öröme, élménye nyitottá teszi őket problémahelyzetek keresésében és a megoldási lehetőségek kidolgozásában.” (Szentandrás, 2012, 50.)

Az iskolai oktatási programban helyet kapó téri kompetenciák fejlesztése is erősíti azt a korábbi állítást, miszerint a téri képességek mindenki számára fontosak. Mindezek mellett szükséges azt is megvizsgálni, hogy milyen problémák adódhatnak a hiányukból.

A 4.2. alfejezetben bemutattam, hogy a gyerekek a mozgás segítségével észlelik a teret, ami elengedhetetlen a téri-vizuális képességeik kialakulásában. Mi lehet a következménye annak, ha a gyermek mozgása nem megfelelő?

A gyerekek teljesítményét a kognitív funkcióik komplex működése határozza meg. A kognitív funkciókat további kis elemek alkotják, ezek a részképességek. Nem megfelelő működésük részképességzavar kialakulásához vezet, amelyet az idegrendszer nem megfelelő érettsége, fejlettsége idézhet elő. A téri képességek fejlődéséhez szükséges szenzomotoros képesség olyan részképesség, amely a gyerek teljesítményét részben meghatározza, így ennek nem megfelelő fejlődése részképességzavart idézhet elő. A szenzomotoros képességek legerőteljesebben három-hat éves korban fejlődnek. A vizuális, auditív és taktilis érzékeléssel összeköthetően a testséma, az egyensúly és a téri orientáció területén jelenhetnek meg zavarok, amelyek az eltérő információfeldolgozásból adódhatnak, és a mozgáshiány következményei. Ha a gyerek iskolás koráig nem tudja behozni ezt a fejlődési lemaradást, abból lehetnek a tanulási problémák, aminek három fokozata van attól függően, hogy mennyire súlyos a probléma: a tanulási nehézség, a tanulási zavar és a tanulási akadályoztatottság. Tanulási zavar a diszlexia, a diszgráfia és a diszkalkulia. A szenzomotoros fejlődés nem megfelelő alakulása a hétköznapi tevékenységeink megváltozásának is tulajdonítható. A digitális eszközök megváltoztatták a környezetet, ami hatással van a gyerekek idegrendszeri fejlődésére. Az emberi kultúra változása az idegrendszer változását eredményezi, ami a képességek átalakulását vonja maga után. A digitális eszközök ugyanakkor nem közvetlen okozói a jelenségnek. A probléma abból származik, ami helyett a gyerekek a digitális eszközöket használják. Az egyre kevesebb mozgás az idegrendszer fejlődését lassítja. A részképességzavar diagnosztizálását követően célirányos fejlesztése lehetséges (Gyarmathy, 2007a). Ennek alapja a mozgás és a megfelelő játék, amiként a 4.2. alfejezet is alátámasztja.

Casby (2003) kutatása igazolja, hogy a játék és azon belül is a téri játékok fontos szerepet töltenek be a fejlődési rendellenességgel élő gyermekek korai fejlesztésében. Ezt a kutatást Greenfield (1991) azzal egészíti ki, hogy az elemekből való építkezés és a beszéd felépítése neurológiai szempontból azonos területet érint. Richardson et al. (2011), Brosnan (1998) és Caldera (1999) kutatásai igazolják, hogy a konstrukciós feladatok a kognitív képességekre is oda-vissza hatással lehetnek, mivel szerepük van a téri vizuális képességek fejlődésében. Ez a megállapítás segíthet a diagnózis felállításában, ha a részképességeket konstruáló feladatokon keresztül vizsgálják.

Newcomb és Fritz kutatása is azt igazolja, hogy iskoláskorban is kiemelten fontos a térbeli tartalmak beépítése a formális és informális oktatásba, ami nemcsak a térbeli funkciókat javíthatja általánosságban, hanem csökkentheti a nemhez és a társadal-

mi-gazdasági helyzetéhez kapcsolódó különbségeket is, amelyek akadályozhatják a technológiai társadalomban való teljes körű részvételt (Newcomb–Fritz, 2010).

A fejlesztések közül hatékonyabb az, amely összevontan egyszerre több területet is megcéloz. Mivel a tanulási nehézségekkel küzdő gyerekeknél általában a jobb agyfélteke a domináns, amelyhez a zene is tartozik, ezért a ritmusérzék fejlesztésével hatékonyan lehet javítani a többi jobb agyféltekés képességet is. A zsonglőrködés előnye, hogy egyszerre több labdának a dobálása nemcsak a koordinációt fejleszti, hanem nagyon fontos szerepe van a taktilitásnak, a ritmusnak és a térérzékelésnek. Craig Quat zsonglőr például kifejlesztett egy eszközt, amely nem vertikális, hanem horizontális irányban, kötött pályájú labda ritmustartását segíti. Az eszköz szintén nagyon jól fejleszti a részképességeket (Gyarmathy, 2007a). Mindez alapján megállapítható, hogy a megfelelően fejlődő téri képességek nélkülözhetetlenek.

Eddigi kutatásomban szemléltettem, hogy a tér észlelésében a vizualitásnak kiemelt szerepe van, továbbá a tériséget a mélység határozza meg, amely a saját testünktől mint referenciaponttól való távolságot jelenti. Megkülönböztetünk ego- vagy allocentrikus viszonyítási rendszert attól függően, hogy a saját helyzetünkhöz vagy más tárgyak helyzetéhez viszonyítjuk-e az észlelt tárgyat, teret. A tárgyakkal való téri manipuláció az egocentrikus térben történik.

Az intelligenciaelméletek áttekintése során megállapítottam, hogy mindegyik tartalmazza a téri intelligenciát mint alapvető intelligencia-összetevőt, melyben a kutatók kiemelik a vizuális észlelés szerepét, míg a haptikus és audioészlelést nem említik. Ez megerősíti azt, hogy a téri vizuális intelligencia alapvető képesség. A téri képességek részképességeinek meghatározásában nincs egységes álláspont, ami számos okra vezethető vissza. A pedagógia tudományterülete felől vizsgálva a téri részképességeket, kompetenciákat, azokat leginkább a vizuális nevelés, műveltség oldaláról határozzák meg. A téri kompetenciák közé sorolnak minden olyan feladat megoldásához szükséges kompetenciát, amelynek a kiindulópontja téri, de a kimenete sík, vagy a kiindulópontja sík és a kimenete téri, illetve amelyeknek mind a kiindulópontja, mind a kimenete téri. Akár a pedagógiai helyzetekben, akár a hétköznapi helyzetekben megjelenő téri problémák megértéséhez és megoldásához téri gondolkodás szükséges, amely a téri képességek gyakorlati alkalmazását jelenti. Az eltérő téri problémák megoldásához elengedhetetlen téri gondolkodás eredményéhez kommunikáció szükséges, amely többek között lehet vizuális és/vagy verbális. A téri képességek nem megfelelő fejlődése tanulási zavart okozhat.

Mindezek ismeretében a kutatási céloom eléréséhez szükséges feltárnom a téri képességek mérési lehetőségeit.

4.7. Téri képességekre irányuló mérések

A teri képességek eddigi mérései leginkább aszerint csoportosíthatók, hogy mi a kutató-sok célja, ami meghatározza azt is, hogy mely tudományterület vagy tudományterületek szempontrendszere dominál a mérés során. Én most a lehetséges mérési módszertanok, eljárások rövid bemutatására vállalkozom, majd a mérések során alkalmazott feladatok-ról írok.

4.7.1. A teri képességek mérése a neurobiológia irányából

A neurobiológiai mérések kapcsán is a 4.2. alfejezetre hivatkozom, amelyben szó volt arról, hogy az agyban jól elkülönült helyen észleljük az egocentrikus, illetve az allocentrikus teret.

Az agyi tevékenység mérésére az EEG, valamint az agyi képkalkoló mérőműszerek alkalmasak, úgymint az MRI és a PET-CT. A kognitív képességgel összefüggő agyi tevékenység vizsgálatára az EEG-készülék használata elterjedtebb, mivel ennek segítségével, időbeli felbontásának köszönhetően, a kognitív folyamatok követése valós időben lehetséges, míg az MR és PET-CT által mért eredményeket utólag, felvételről lehet megállapítani. Az EEG további előnye, hogy biztonságosan, sugárzásmentesen alkalmazható kísérleti helyzetekben, és a készülék nem akadályozza a vizsgált személyt a cselekvésben, míg az MR és PET CT nyugalmi állapotot, mozdulatmentességet követel a vizsgált személytől.

A helymeghatározás rendszerének agyi működését állatkísérletek alapján tárták fel. A hippokampuszban az idegsejtek az alapján aktiválódnak, hogy hol tartózkodik a kísérleti állat. A helyzetváltoztatás során más-más idegsejtek aktiválódnak. Adott helyen mindig ugyanaz a sejt aktív. Ezek a térsejtek a minket körülvevő környezet neurális modelljét hozzák létre, vagyis a mentális, más néven kognitív térkép elkészítésében játszanak szerepet. A koordináta-rendszeren lévő helysejtek a helyzetváltoztatás során küldnek, ezzel jelezve, hogy hol tartunk az útvonalon. A helymeghatározásban és az útvonal megtervezésében a hálózati sejteknek van szerepük. Az emberi tájékozódási rendszer meghatározására a „belső GPS” felfedezéséért, John O’Keefe, May-Britt Moser és Edvard Moser orvosi-élettani kategóriában Nobel-díjat kaptak 2014-ben (The Nobel Assembly at Karolinska Institutet, 2014).

Nádasdy Zoltán kutatócsoportja a temporális lebenyben található allocentrikus központban működő agyi aktivitásból indul ki; ez a terület a helyzetváltoztatásért felelős, ami az orientációs teri részképességekben játszik fontos szerepet. Nádasdy kutatásában a helyhez kötött vizsgált személy virtuális térben, avatár mozgatóásával képes helyzetváltoztatásra, az agyi reakcióit az agyba ültetett chipeken keresztül mérik (Nádasdy, 2022).

A vizuális-terei információk mérésére irányuló agyi területek vizsgálatával a Mental Imagery and Human-Computer Interaction Lab (Mentális Képzetek és Ember-Számítógép Interakciók Vizsgálat Laboratóriuma) harvardi kutatócsoportja is foglalkozik (Kozhevnikov-Hegarty-Mayer, 2002). A mérésekhez 3D-s szemüveget alkalmaznak, ezek során a vizsgált személy virtuális környezetet észlel, miközben valós környezetben mozog, és valós környezetben manipulál virtuális tárgyakkal. Ez a vizsgálat az allocentrikus és az egocentrikus tér érzékelésére is kiterjed, és célja a vizuális-terei információk feldolgozása (Babály, 2020).

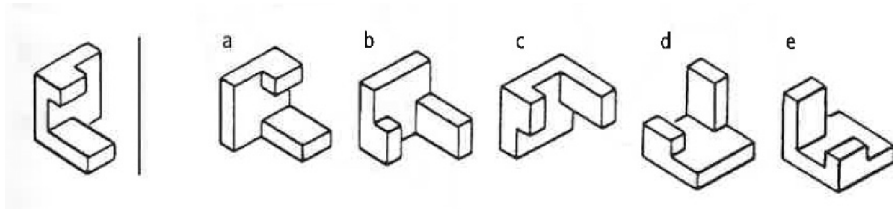
4.7.2. A teri képességek mérése pszichomotoros és kognitív szempontból

A fogalmak bemutatásánál ismertettem, hogy a tér érzékelésben jelentős szerepe van annak, hogy a saját referenciánkhoz képest hol vizsgáljuk a teret. A teri képességek mérésében ennek az ismeretnek jelentős szerepe van. Némely kutatások az egocentrikus térben való teri manipulációval kapcsolatos teri képességeket vizsgálják, míg mások az allocentrikus térben lévő, orientációs képességeket mérik, valamint a teri részképességek közötti korrelációt.

Babály kutatási eredménye alapján a teri teszteknel elterjedtebbek a papíralapú tesztek, mind a manipulációs (Thurstone-Thurstone, 1941; Shepard-Metzler, 1971; Gittler-Glück, 1998), mind az orientációs részképességek (Guilford-Zimmerman, 1948; Piaget-Inhelder, 1956; Money-Alexander-Walker, 1965) mérésére vonatkozóan. A kutatások egy része az egyes részképességek mérésére fókuszál, míg a Séra, Kárpáti és Gulyás által kidolgozott teszt komplex teri képességeket mér. Az eltérő kutatási célok határozták meg a mérőeszközt, amelyet a cél elérése érdekében, a kutatás részeként dolgoztak ki tesztlésre, validálásra. A digitalizáció elterjedésével megjelentek papíralapú tesztek digitális változatai, amelyek nem jelentettek különbséget a papíralapú tesztekhez képest. A digitális tesztek másik csoportját azok a dinamikus tesztek jelentik, amelyek a virtuális térben bemutatott ábrák mozgatóján keresztül vizsgálják a teri képességeket. Ezekben az esetekben a teri képesség mérése már fejlesztéssel is kiegészülhet. A fejlesztésben jelentős szerepe van az interaktivitásban rejlő motivációnak. A két- és háromdimenziós ábrákkal való interakcióra Babály, Budai és Kárpáti a *GeoGebra* programot alkalmazták, s a kutatásukat további statikus tesztekkel is kiegészítették. A tájékozódást vizsgáló tesztek esetén a virtuális eszközök megjelenése könnyebbé teszi az orientációs képességek felmérésében a környezet megfelelő, valóságghú megjelenítése és a térben való mozgás lehetősége miatt. A megvizsgált tesztek leginkább a tizenhárom-tizennyolc éves korosztály különböző teri képességeit mérték. Elvélve fordul elő a tizenhárom éveseknél fiatalabb korosztály vizsgálata (Babály, 2020). A szakirodalomban bemutatott teri képességekre irányuló papíralapú tesztek teri részképességeket mérnek.

Mind a pszichológiai, mind a pedagógiai kutatásokban a téri képességek mérése során leginkább a papíralapú, illetve annak megfelelő digitális tesztek alkalmazása terjedt el. A téri képességek fejlődésének bemutatása során egyértelművé vált, hogy téri képességeinket a valós háromdimenziós térben szerezzük, ugyanakkor a téri tesztek sík lapon ábrázolják a téri formákat, feladatokat; a problémákat és a megoldásokat is sík felületen kell megadni.

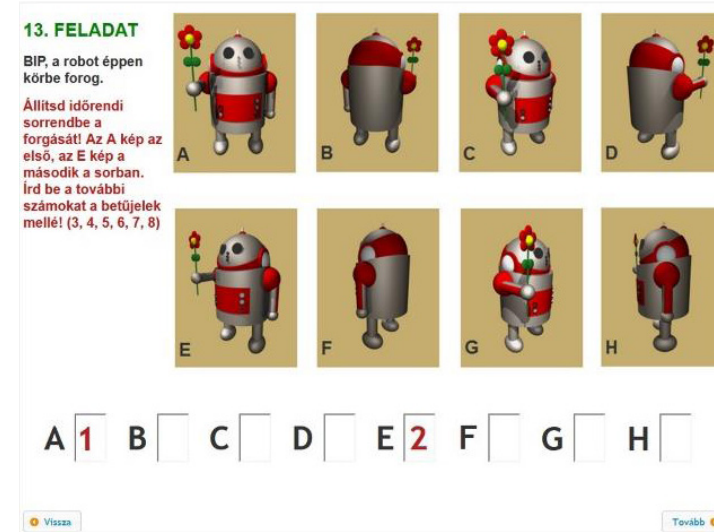
A téri tesztekben alkalmazott feladatokat, hasonlóan a téri tesztekben választott mérőeszközhöz, a kutatási cél alapján határozzák meg. A papíralapú, statikus tesztek-nél, függetlenül attól, hogy a kutatás célja a téri orientáció, a téri percepció, a mentális forgatás, a mentális transzformáció, a téri vizualizáció stb., a feladatok között gyakran szerepel olyan, hogy a megadott jó és rossz válaszok közül kell kiválasztani a helyesnek véltet. A tesztekben Bloom¹⁷ taxonómiája alapján határozzák meg a feladatokat, s a vála-szok alapján feltételezni lehet, hogy eljutott-e a felismerés és a megértés szintjére a teszt kitöltője.



13. ábra: Téri relációt mérő teszt. Melyik alakzat azonos a bal oldalon látható alakzattal? (Séra–Kárpáti–Gulyás, 2002, 25.)

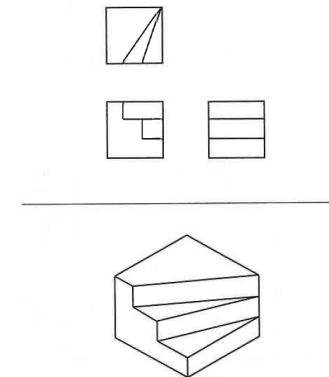
Az 13. ábra feladatához hasonlóan ugyancsak a mentális forgatás tesztelése a célja Babály feladatának, azzal a kiegészítéssel, hogy ő a forgatás folyamatát is végigkíséri az időrendi sorrendbe állítással, ami alapján a gondolkodási folyamat jobban követhető, és edukációs hatása is érezhető.

17 Bloom taxonómiája alapján a megszerzett tudás, a gondolkodás szintje az ismeret, a megér-tés, az alkalmazás és az új létrehozása szintekre bontható (Bloom, 1976).



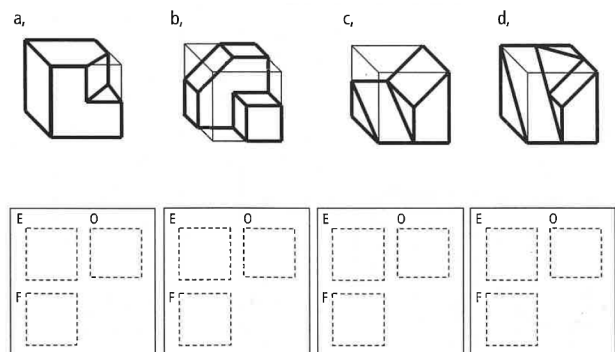
14. ábra: Tesztfeladat, robotforgatás (Babály, 2020, 88.)

Szintén a megértés szintjét tesztelik azok a feladatok, amelyek térbeli alakzatok vetületi rajzaira vonatkoznak.



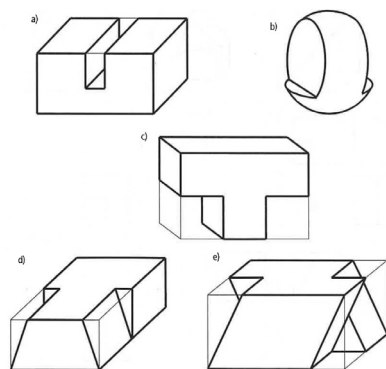
15. ábra: Komplex vizuális probléma megoldására irányuló teszt (Séra–Kárpáti–Gulyás, 2002, 35.)

Azok a tesztek, amelyek során az ábrát az adott instrukciók alapján, rajzban kell a tesztet végző személynek kiegészítenie, leginkább a kétdimenziós sík felületeken történő problémamegoldásra keresik a választ.



16. ábra: Tér szemlélet-feladatlap. Feladat: A testek látszati képei alapján vetületi rajz elkészítése (Séra–Kárpáti–Gulyás, 2002, tesztkönyvmelléklet)

A 16. ábra feladatában a tesztet végző számára már nehezebb dolga van, mint az 14. és a 15. ábra feladatainál, mivel meg kell rajzolnia a vetületi ábrákat, ami a megértésnek egy magasabb szintje, ugyanakkor még nem igényel alkotói attitűdöt. Ugyanez vonatkozik a 17. ábrára is, ahol a nem látszó élek berajzolása a feladat.



17. ábra: Tesztfeladat: a nem látható élek berajzolása (Séra–Kárpáti–Gulyás, 2002, tesztkönyvmelléklet)

Kárpáti, Babály és Simon tapasztalata alapján a digitális felületen létrehozott téri tesztek, amelyek a mentális forgatás vizsgálatára irányulnak, már tíz-tizenkét éves korban eredményesek, míg a papíralapú tesztek alkalmazása tizenhárom éves kor alatt nem jár sikerrel. Az általuk kidolgozott Elektronikus Diagnosztikus Mérési Rendszerrel (eDia) teszt sor célja, hogy a téri problémákat úgy jelenítse meg a feladatokban, hogy azok hétköznapi szituációkban szerzett vizuális tapasztalatokhoz kapcsolódjanak. A digitális felületek élethűen adják vissza a környezetet, és alkalmasak az összetett térbeli helyzetek megjelenítésére. Ugyanakkor kihangsúlyozzák, hogy „a virtuális térben való alkotás és befogadás nem feltétlenül azonos a valós téri műveletekkel” (Kárpáti–Babály–Simon, 2015, 45). Online tesztek esetén a virtuális vizuális élmény, látvány alapján megjelenő téri problémára virtuális környezetben ad megoldást a résztvevő.

Az eDia-teszteket papíralapon, digitális statikus felületen és dinamikusan – *GeoGebra* – is alkalmazták. A papíralapú tesztek eredményei gyengébbek voltak, mint a digitális statikus tesztek eredményei. A legjobb eredményt a dinamikus *GeoGebra* szoftverrel készült ábrákat tartalmazó tesztekkel érték el, azon belül is a mentális műveletek esetén, ahol az ábrák mozgathatósága szerepet játszott az értelmezésben (Kárpáti–Babály–Simon, 2015). A fent bemutatott téri képességekre irányuló mérésekre leginkább a papíralapú tesztek alkalmazzák, míg egyes téri képességek mérése megfigyelés alapján történik.

4.8. Konstruálás

A valós térben, valós téri szituációban a téri képességek mérése leginkább megfigyeléses módszerrel zajlik. Idetartoznak a téri alkotófolyamatokra irányuló kutatások, amelyek, ahogy a jó gyakorlatok ismertetésekor bemutattam, általában építészeti inspirációból indulnak ki: az alkotói feladatoknak az építési, konstruáló folyamat az alapja, ezek során jutunk el a forma alakításához.

„Konstruáló feladatoknak azokat nevezzük, amelyek eredménye egy objektum létrehozása különböző alkotóelemekből.” (Richardson–Richardson, 2011, 1.)

Továbbiakban a szakirodalmak bemutatásán keresztül tárom fel a konstruálásra vonatkozó méréseket.

4.8.1. A konstruáló feladatokon keresztül mért képességek

A konstruálást vizsgáló kutatások többsége a konstrukciós feladat és az akadémiai képességek közötti összefüggést vizsgálja, s csak elvétve található olyan kutatás, amely kifejezetten a konstrukciós képességekre irányul.

Richardson és Richardson négy fő területben határozták meg a konstrukciós és összeszerelésre vonatkozó feladatok jelentőségét. Ezek közül a legjelentősebb és a legszélesebb körben jelent érintettséget a matematikai, természettudományi és idegennyelvi képességekre vonatkozó fejlesztő hatásuk. Richardson saját kutatásainak eredményét Greenfield, Kersh, Casey és Young, valamint Wolfgang és munkatársainak kutatásaival is alátámasztja (Richardson–Richardson, 2011). Ugyanakkor az eredményeit még számos kutatás igazolja: Verdine és kutatótársai már a hároméveseknél is találtak összefüggést a matematikai képességek és az építő játékok között, míg Stannard, Wolfgang, Jones és Phelps a három–négy évesek vizsgálata során ezt az eredményt nem mutatták ki, ugyanakkor a tizenkét évesek vizsgálata során bebizonyították az összefüggést. Hanline és kutatótársai a konstruálási játékok és az olvasási teljesítmény közötti összefüggést találták meg. Stannard és Hanline kutatásaiból kiderül, hogy mindkét esetben a matematikai, illetve az olvasási eredmények több évvel a konstruálási játékok valószínűleg hosszabb távon fejtik ki a hatásukat, és több képességterületre is hatással vannak. Ugyanakkor nem bizonyítható, hogy a mérések között eltelt hosszabb idő a gyermekek fejlődésében nem eredményezte volna ugyanezt a kognitív fejlődést. Mayer, Sodian, Koerber és Schwippert a kutatásukban tízéves gyerekek természettudományi érdeklődése, eredménye és a téri képességek közötti összefüggést mutatták ki (Swiya–Szűcs, 2014).

Szűcs és Nath arra tettek kísérletet, hogy a konstrukciós játékok és a matematikai képességek közötti összefüggést keressék; a mérések során a téri-vizuális memória és a verbális képességek hatásaira is kitértek. A konstruáló feladatban szerepet játszó képességeket Lego-kockák segítségével vizsgálták. A gyerekeknek meghatározott vizuális instrukciók alapján hét különböző, összetettségében eltérően nehéz modellt kellett létrehozniuk. A modellek építésének a sorrendje véletlenszerű volt. A megépítés idejét mérték, valamint azt, hogy a minta modellektől eltérnek-e az épített modellek. A méréseket Raven-teszttel¹⁸ is kiegészítették. Az eredmény az lett, hogy a konstrukciós képességek és a matematikai képességek, valamint a téri vizuális képességek között egyértelmű összefüggést találtak. Bár a matematikai képességek és az olvasási képességek korrelálnak, a téri vizuális képességek és az olvasási képességek között nincs összefüggés. Kutatásuk eredménye alapján feltételezik, hogy a konstrukciós feladatokon keresztül a tanulási nehézségek fejleszthetők, például a diszlexia (Nath–Szűcs, 2014, 80), amely feltételezést megerősíti Gyarmathy megállapítása is, miszerint a mozgásból eredő téri képességek és a tanulási nehézségek között összefüggés van, amiről az előző alfejezetekben írtam.

Richardson egy olyan módszertant mutat be, amely a konstruáló feladat komplexitásán keresztül számos konstrukciós, téri és matematikai képesség mérésére ad lehetőséget. A továbbiakban a matematikai mint akadémiai képességre vonatkozó eredményeire térek ki. A gyerekeknek vizuális instrukciók alapján kellett Legóból megépíteniük a konstrukciót. Összesen tizennyolc különböző feladatot állított össze a kutatócsoport, amelyek a Lego-elemek miatt mind derékszögű formációk voltak, ugyanakkor a konstrukciós szintekben, összetettségükben, valamint az összeállítás folyamatában eltérést mutattak. A feladatok között volt, ami konkrét tárgyra hasonlított, míg máskor absztrakt formát kellett megépíteniük a gyerekeknek. A konstrukciós feladatban elért eredményeket a különböző képességeket mérő papíralapú standard tesztek eredményével vetették össze. A gyerekek téri képességét a Surface Development Test, a vizuális képességeiket a Kit of Factor-References Cognitive Test segítségével mérték, a matematikai képességeket pedig a SAT¹⁹ teszttel (Richardson, 2014). „A mérési eredmények jelentős korrelációt mutattak a téri képességek, az építési idő, az egyes elemek elhelyezéséből adódó hibák és a matematikai képességek között. Ahogy a korosztály, a téri képességek és az STA teszt által meghatározott matematikai tudásszint között is szoros az összefüggés.” (Richardson–Hunt–Richardson, 2014, 751.) A kutatási eredmények közül mindenképp fontos kiemelni, hogy Richardsonék a konstrukciós feladat teljesítését az alapján határozták meg, hogy az egyes elemek elhelyezésekor milyen hibát vétettek a gyerekek. Ez az érték előrevetítette a matematikai képességeket (Richardson–Hunt–Richardson, 2014).

Brosnan a konstruálási képességek és a téri képességek közötti összefüggést vizsgálta adott téri modell építése közben, a fiúk és a lányok közötti eltérésre fókuszálva. A gyerekek a modellt Lego-építőelemekből állították össze. A méréseket Shepard és Metzler a mentális forgatás tesztjével egészítették ki. Brosnan kutatási eredménye alapján a teszteken mért téri képességek és az adott konstrukció sikeres megvalósítása közötti összefüggés egyértelműen kimutatható (Brosnan, 1988).

Az itt bemutatott kutatások a konstruálási képességek és a téri vizuális képességek összehasonlítása mellett további képességek mérésére is kiterjedtek. A vizsgált konstruáló feladat jellege alapján a kutatásokban Legóból vagy építőkockából kellett a gyerekeknek építeniük megadott instrukciók alapján. A kutatások módszertana egyezőséget mutat abban, hogy mind a konstruáló feladatok eredményei és a papíralapú tesztek eredményei közötti összefüggéseket keresték. A kutatásokban eltérő papíralapú tesztek alkalmaztak.

Kárpáti Andrea kutatócsoportja a konstruálási képesség és a térszemlélet közötti kapcsolatot kereste, ennek során összehasonlította a valós építési és modellezési folyamatokban, a tárgy- és tértervezésben, valamint a műalkotások elemzésében részt vevő diákok téri képességének a fejlődését. A kutatási eredmények alapján azoknak a tanulóknak fejlődött leginkább a térszemléletük, akik az építési folyamatokban vettek részt, míg a legkevésbé a műalkotások elemzésével foglalkozó csoport fejlődött. Így a valós téri konstrukciós tevékenység, amely során a konstruálás rész-képességeinek a fejlesztése is cél, a térszemlélet fejlesztéséhez is jelentősen hozzájárul (Kárpáti, 2019).

18 Raven-teszt: induktív feladatokat tartalmazó, elterjedt intelligenciateszt (Csapó, 1994).

19 SAT: a matematikai szint meghatározására használt teszt az Egyesült Királyságban (Richardson–Hunt–Richardson, 2014).

Caldera és kutatócsoportja három eltérő jellegű konstruáló feladat és a téri képességek közötti összefüggést vizsgálja. Óvodáskorú gyerekeknél a manipulációs játékok, valamint az építőköckökkel való szabad játékok hatását figyelték meg a standardizált tesztekkel mérhető téri vizuális képességekre. A gyerekeknek három eltérő tevékenységet kellett végezniük. Az elsőben szabad játékok során eltérő játékok közül választhattak, amelyek között voltak művészeti tevékenységre ösztönző eszközök, szerepjátékokra ösztönző eszközök, valamint manipulációt igénylő játékok. A második tevékenységben a gyerekek adott építőelemekből szabadon alkothattak, nem kaptak előre meghatározott instrukciót vagy segítséget. A harmadik tevékenységben egy előre megépített modellt mutattak nekik. A feladatuk az volt, hogy a hozzanak létre a meglévő építőköckökből egy ugyanolyan modellt, felnőtt segítsége nélkül. A tizenöt-tizenöt perces tevékenységek során a folyamatokat videón rögzítették, és meghatározott szempontok alapján értékelték.

A mérések kiegészítéseként három eltérő, téri-vizuális képességeket mérő standardizált tesztet használtak, amelyek a téri vizualizáció mérése mellett a mentális rotációs képesség és a vizuális-motoros képesség mérésére is kiterjedtek. A vizuális tesztek kiegészítésére a gyerekek verbális képességeit is mérték.

A *block design* teszttel a téri vizualizációt és a mentális rotációt mérték. Az elrejtett-forma-teszt szintén a téri vizualizációt vizsgálja, az absztrakt geometriai formák megatlalásával. Az építőköckök-utánzó teszt a vizuális-motoros képességekre fókuszál. A vizuális tesztek kiegészítésére a gyerekek verbális képességeit is mérték.

A kutatási eredmények kiértékelésében a szabad játék során végzett tevékenységet és a teszteken mért téri képességek közötti kapcsolatot keresték. A mérések eredménye azt mutatta, hogy a manipulációs játékok és a tesztekkel mért téri vizuális képességek között nincs összefüggés. A fiús-lányos játékok, a téri és nem téri játékok, valamint a képességigény alapján felkínált játékok használata során tett megfigyelések eltérő eredményt adtak a téri képességekkel való összehasonlításban. A művészeti szabad tevékenységet választó gyerekek esetén megfigyelhető volt, hogy az alkotáshoz szükséges vizuális elemzési, valamint tárgyalkotó képességek a *block design* teszt eredményében is megjelentek, a vizuális-motoros koordinációs képességek pedig az építőköckök-utánzó teszt eredményeire voltak hatással. Az építőköckökből való a szabad építés során a kutatók megfigyelték, hogy a lányok több eltérő elemet használtak az építésnél, míg a fiúknál inkább a szerkezet építésén volt a hangsúly, de ezek a paraméterek nem befolyásolták a téri vizuális képességek eredményét, ahogy a téri vizualizációra sem volt hatással a szabad építés folyamata. Ugyanakkor az elrejtettalakzat-teszt eredményei korreláltak a szabad építéssel. Ezek alapján a művészeti tevékenység fejlesztő hatása a szem-kéz koordinációra kimutatható, valamint hatással van a megfigyelőképesség fejlődésére is. Tervezői érdeklődést mutattak azok a gyerekek, akik építőköckökből hoztak létre formákat. Caldera és szerzőtársai az instrukciók nélküli szabad építés és a téri vizuális képességek között nem találtak összefüggést, de a művészeti szabad tevékenységet választó gyerekek esetén a teszteredmények a vizuális elemzésben, a tárgyalkotó képességben, valamint a vizuális-motoros koordinációs képességekben is megjelentek (Caldera et al., 1999). Caldera óvodáskorú gyerekekkel végzett kutatásának eredménye alátámasztja azt, hogy a mozgáshoz köthető képességek fejlődésére hatással vannak a téri alkotótevékenységek.

Caldera és szerzőtársai vizsgálatait megelőzően Connor, Serbin és Schackman (1977), valamint Newcomb (1993) is végzett hasonló kísérletet. Mindhárom kutatásban eltérő jellegű manipulációt igénylő játékokat hasonlítottak össze téri képességekkel.

Swiwa Nath és Szűcs Dénes kutatásukban arról számoltak be, hogy annak ellenére, hogy már Piaget is talált összefüggést a konstruálási játékok fejlesztő hatása és a logikai-matematikai képességek között, a memóriakutatások többnyire a verbális memória és a konstruálási játékok összefüggéseire irányulnak (Nath–Szűcs, 2014).

A fenti kutatások bizonyítják, hogy a konstrukciós feladatok elvégzéséhez szükséges képességek hatással vannak a későbbi tudományos, szakmai teljesítményre, ezen belül is konstrukciós képességek és a matematikai képességek, valamint a téri vizuális képességek közötti egyértelmű összefüggés kiemelkedő. A konstruáló feladatok téri képességeket fejlesztő hatása vitathatatlan, ugyanakkor az iskolákban való megvalósításukat akadályozza, nehezíti a feladatokhoz szükséges anyag- és eszközigény, ezért jelentősen ritkábban valósulhatnak meg, mint ahogy a tantervben szerepel (Pataky, 2012).

A Téri kompetenciák című, 4.6. alfejezetben bemutatott, a vizuális nevelésben meghatározott kompetenciák alapján (2. és 3. táblázat) a rekonstruálás és a konstruálás külön kompetenciaként jelenik meg az oktatásban. A legfontosabb kompetenciaelemeket tartalmazó 2. táblázatot tovább szűkítve Pataky meghatározta azokat a kompetenciaelemeket, amelyek a konstruáláshoz szükségesek.

A konstruáló feladatokhoz illesztett kompetenciaelemek listája

5. Formaalkotás a síkban (2D) és térben (3D)	megfigyelt és elképzelt formák megjelenítése
10. Ábrák alkotása és értelmezés	10.1 Ábraalkotás: konvenciókon alapuló, szabályokhoz igazodó, jelentést hordozó, közli és magyarázó rajzok, szerelési ábrák, folyamat ábrák „olvasásának” és létrehozásának képessége, valós vagy elképzelt viszonyok, kapcsolatok megjelenítésének képessége
10.	10.2 Ábraértelmezés: magyarázó rajzok, szerelési ábrák, folyamat ábrák „olvasásának” képessége
16. Konstruálás	Tárgytervezés, a-szerkesztés, a-alkotás, konstrukciók létre hozása különböző anyagokból és célokra.
17. A síkbeli és térbeli vizuális megjelenítő, kifejező eszközök adekvát használata	A megjelenítés, a kifejezés céljának megfelelő árnyalt vonal tónus, szín, forma, stb. használat, (mintakövetéstől az önálló alkalmazásig)
18. Kreativitás	Fantázia, divergens gondolkodás, rugalmasság, asszociációs képesség
19. Anyagalakítás, eszközhasználat	Anyagok és eljárások ismerete; rendeltetéshez, alkalmazkodás a kifejezési célokhoz, anyag és eszközválasztás / használat

5. táblázat: A konstruáló feladatokhoz illesztett kompetenciaelemek listája (Pataky, 2012, 79.)

A továbbiakban a konstruáló feladatok jellegét, valamint a konstruálási folyamatot veszem górcső alá.

4.8.2. A konstruáló feladatok jellege

A szakirodalmi feltárás alapján a konstruáló feladat jellege szerint három nagyobb csoport különböztethető meg:

- Számos konstruálást vizsgáló kutatás (Richardson, Brosnan) irányul olyan jellegű feladatok elvégzésére, amelyekben a konstruáló személynek egy összeállítási rajz, terv alapján kell rekonstruálnia az objektumot. Ezekben a feladatokban például Lego-elemeket vagy egyéb, blokk jellegű építőköveket használhatnak a résztvevők.
- A konstruálást vizsgáló kutatások másik nagyobb csoportja (Kimbel, Gaul, Pataky) olyan feladatokon keresztül közelíti meg a konstruálást, amelyekben először tervet, rajzot készítenek a résztvevők, majd a saját tervük alapján hozzák létre a konstrukciót.
- A konstruáló feladatok harmadik csoportjában a résztvevők belső intuícióik alapján oldják meg a konstruáló feladatot, tervet, rajzot utólag sem készítenek.

A „konstruálás” fogalom nagyon széles értelmezése okozhatja, hogy mind az instrukció alapján épített Lego-tornyok, mind a tárgytervezéshez köthető feladatok, mind pedig az intuíciók alapján létrehozott szobrászati, művészeti alkotások idetartoznak. A legtöbb esetben a kutató egyfajta konstruálási tevékenységet vizsgál, így a szakirodalomban a konstruálás különböző tevékenységcsoportjai gyakran nem kaptak külön elnevezést, vagyis a kutatási anyagok feltárása során derül csak ki, hogy milyen jellegű konstruálásról van szó. A tárgytervezéssel kapcsolatos kutatások esetén látunk törekvéseket a konstruálás jellegének külön beazonosítására, de a folyamat összetettségéből adódóan itt is előfordulnak fogalmi zavarok az „alkotó” és a „tervező konstruálás” elnevezések körül.

Az eltérő jellegű konstruáló feladatokat kutatásomban a továbbiakban a „reprodukáló konstruáló”, „tervező konstruáló” és „intuitív konstruáló” elnevezéssel különböztetem meg.

„Reprodukáló konstruálásnak” nevezem azt a folyamatot, amelyben a résztvevő előre megadott instrukció, tervrajz alapján, meghatározott alkotóelemekből rekonstruálja az adott konstrukciót. A „reprodukáló konstruálás” és a „rekonstruálás” ugyanazt a folyamatot jelenti.

„Tervező konstruálásnak” nevezem azt a folyamatot, amelyben a résztvevő az adott probléma megoldására először tervet, rajzot készít, ezt követően pedig a rajz alapján valósítja meg a konstrukciót.

„Intuitív konstruálásnak” nevezem azt a folyamatot, amelyben a résztvevő előzetes terv nélkül, belső intuíciók alapján készítik el a konstrukciót.

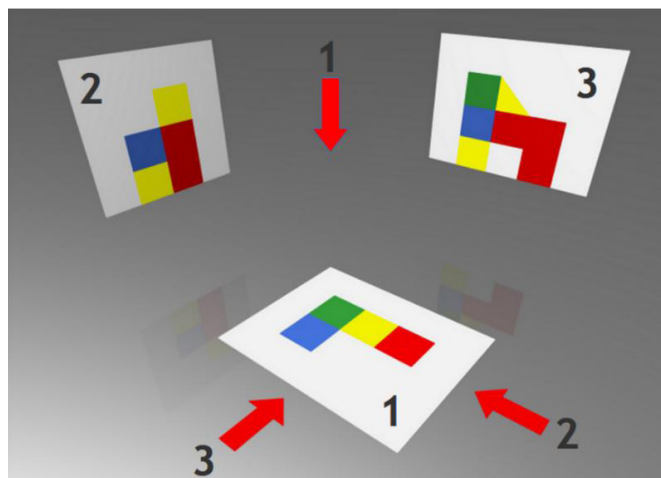
4.8.2.1. A reprodukáló konstruáló feladatok karaktere és tesztelése

A konstruáló feladatok eredményében jelentős szerepet játszik a feladat komplexitása. Novick és Morse hívják fel a figyelmet arra, hogy a korábbi kutatások ezzel – a módszertan hiányának okán – nem foglalkoztak. Casey és munkatársai a gyerekek építőkövekből alkotott konstrukcióinak szerkezeti komplexitását is értékelték a téri dimenziók mentén (Richardson–Richardson, 2011). Richardson a Lego-elemekkel való konstrukció létrehozása során négy alapvető alműveletet azonosított be, amelyek a tipikus illesztési folyamatot meghatározzák: „az alkotó elem(ek) kiválasztása a következő lépéshez, az elem(ek) orientációja vagy rotációja, mely a pozicionálást teszi lehetővé, majd az elem(ek) pozicionálása, mely a rögzítéshez szükséges, valamint az elem(ek) rögzítése, mely az összeillesztéshez szükséges” (Richardson–Richardson, 2011, 378). Az alpműveletek beazonosítását különböző modellek alapján végezte, amelyeket előre meghatározott instrukciók alapján hoztak létre a résztvevők. A megfelelő elem kiválasztásához szükséges időre hatással volt a rendelkezésre álló elemek száma, amely alapján megállapítható, hogy a kiválasztási faktor befolyásolja az észlelést és az összeillesztést, továbbá a teljes konstrukcióban részt vevő elemek száma szintén kihat az illesztés komplexitására. A Lego-elemek karakterisztikája meghatározza az elhelyezési lehetőségüket is. A szimmetrikus elemek megfelelő helyre való illesztéséhez kevesebb forgatásra van szükség. Ugyanannak az illesztési módnak a megjelenése egy konstruálási folyamaton belül ismétlődő folyamatnak tekinthető, amiből arra lehet következtetni, hogy az újonnan megjelenő illesztéseknek nagyobb fejlesztő hatásuk van, mint amelyek már korábban előfordultak. Richardson a hét–nyolc éves, tíz–tizenéves és a felnőtt korosztály konstrukciós készségeit hasonlította össze a fenti konstrukciós feladatok karakterisztikája mentén (Richardson–Richardson, 2011).

Richardson a konstrukciós feladatokat négy szempont alapján határozza meg, amelyek az illesztési feladatok komplexitására és véghezvitelére vonatkozóan előjelzéseket adhatnak. „A felhasznált elemek száma, a szimmetriasíkok száma, az egyedi illesztési folyamatok száma, a rendelkezésre álló összes elem száma. Méréseik alapján a konstrukciós feladat bonyolultságának a növelésével a felhasznált elemek száma, az egyedi összeillesztési folyamatok száma, valamint a rendelkezésre álló összes elem száma növekszik, míg a szimmetriasíkok száma csökken.” (Richardson–Richardson, 2011, 752.)

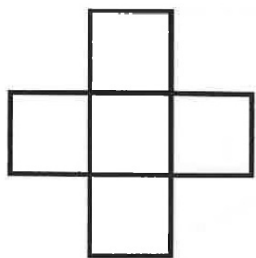
Richardson és Richardson kutatása igazolja Brosnan állítását, miszerint a „konstrukcióhoz a felhasznált elemek megértésére és az azok közötti téri kapcsolatok észlelésére van szükség” (Richardson–Richardson, 2011, 377).

Babály rekonstrukciós képességek tesztelésére kidolgozott feladatában az előre megrajzolt oldal- és felülnézet alapján, gondolatban kell rekonstruálni az építményt.



18. ábra: Mintapélda a tér rekonstruálása részképességhez a 9. évfolyam tesztjéből (Babály, 2020, 85.)

Séra és Kárpáti térszemléleti tesztora szintén tartalmaz rekonstruáló tesztfeladatot. Ebben egy olyan építmény megrajzolása a cél, amelynek minden nézete a megadott ábra szerinti. A feladat megfelelő elvégzése gyakorlott téri gondolkodási rutint és megfelelő rajzi készséget feltételez.



19. ábra: Rekonstruáló tesztfeladat (Séra–Kárpáti–Gulyás, 2002, tesztkönyvmelléklet)

4.8.2.2. A tervező konstruálás részletes bemutatása

A konstrukciós feladatok közé sorolhatók a design és technológia oktatásához kapcsolódó feladatok (Richardson–Richardson, 2011). A konstrukciós készségek tárgytervezésben megjelenő szerepe számos pedagógiai jellegű kutatást eredményezett (Porkolábné, 1972; Kimbel, 1992; Gaul, 2001; Pataky, 2012).

Porkolábné a tizenhárom–tizennégy éves korosztálynál vizsgálta a tervrajz megértése és a helyes konstrukció megépítése közötti összefüggést. Kutatásában bebizonyította, hogy a problémamegoldó gondolkodás hatékonyabban fejleszthető a kognitív képességek tudatos fejlesztésével, mint a spontán fejlődés során. Ezen belül is a leghatékonyabb, ha a tervrajzkészítéssel összekapcsoljuk a manuális és a gondolati tevékenységeket, írja Gaul, aki tizenkét–tizenhat évesek konstrukciós részképességeinek a meghatározásával foglalkozott, és a középiskolás korosztály konstruálóképesség-struktúráját alkotta meg.²⁰ Gaul a tárgytervező konstruálási képességek meghatározásakor figyelembe vette Porkolábné (1979) kutatási eredményei mellett Pólya és Lénárd eredményeit is, amelyek a problémamegoldó gondolkodást érintik, valamint Kárpáti és Gyebnár térszemléletre vonatkozó tapasztalatait a környezet- és tárgyalakítás tükrében. Gaul kutatási eredménye alapján a tárgytervezéshez szükséges a tervező- és a konstruálási folyamat. A tervezőfolyamat az ötletelésből, az ötletek leszűkítéséből, a problémamegoldásból, az ötletek kommunikálásából (rajz, írás, makett) áll, míg a konstrukciós folyamatban a tervezés során létrejött kétdimenziós terv alapján valós anyagok használatával elkészül a működő modell. Ehhez a kétlépcsős folyamathoz komplex képesség szükséges: a tervező-konstruáló képesség. A tervezés során nyomon követhető, hogy az első intuíciók alapján megjelenő ötletből formálódnak a részletekre kiterjedő tervek. Ezek megvalósítása során felmerülnek a kivitelezéssel kapcsolatban olyan problémák, amelyek az előzetes elképzelések alapján valós anyagokkal, valós térben nem megvalósíthatók. Vagyis a konstruálás során az eredeti tervtől el kell térni, és valós helyzetben kell a problémát megoldani, amihez konstruáló képesség szükséges. Gaul a tervezőképesség mérésére értékelőlapokat használt, amelyeket megadott megfigyelési szempontok alapján töltöttek ki a pedagógusok. E szempontok között szerepelt többek között az anyag és a szerkezet közötti összefüggés, valamint a formaalakítás is. A részképességek megállapítását követően a tizenhárom éves korcsoportnál a tervezési és konstruálóképesség fejlesztési lehetőségét vizsgálta Gaul. A folyamat eredményeit megadott szempontok alapján értékelőlapon rögzítették a pedagógusok. A kutatási eredmények megerősítették, hogy a vizsgált tizenhárom éves korosztály az anyag és a forma inspirációjából ösztönösen kezd alkotni, korábbi tapasztalatok alapján, és a tudatos lépések, tervezés később jelenik meg, amely folyamat leginkább a kézműves jellegű tevékenységre jellemző. Ez leginkább a rövidebb feladatok sajátja is. Az idősebb korosztály hosszabban elkészíthető feladatokat kapott, ami biztosította az elmélyülés lehetőségét a kutatásban és a tervezésben is. Gaul bebizonyította, hogy a tervező-konstruáló

²⁰ Gaul kutatási eredményei a hazai Tervezzünk tárgyakat! ifjúsági pályázatra készült alkotások elemzése alapján keletkeztek.

rész-képességek fejlesztésére megfelelő program szükséges, amelynek hiányában a nem fejlődnek megfelelően ezen képességek (Gaul, 2001).

Pataky az alábbi táblázatban gyűjtötte össze a Kimbel és munkatársai, valamint Gaul által meghatározott konstruálóképesség együttes elemeit, amely konstruáláson a tárgyalkotó, tervező konstruálást értik mindannyian.

Kimbel és mtsai, 1991	Gaul, 2001
1. Holisztikus képességek	1. Általános tárgyalkotó képesség
<i>Eljárási minőségek</i> 2. A téma megragadása, ami a feladat kiterjesztéséhez és részletezéséhez vezet. 3. A tervezés és az információforrások beszerzésének képessége. 4. A felhasználó szempontjainak megfelelő termékfejlesztés. 5. A gyártásnak megfelelő termékfejlesztés 6. A fejlesztés értékének és következményének megítélése.	<i>Alkotó rész-képességek</i> 2. Helyzettelismerő képesség 3. Tájékozódóképesség 4. Tervezőképesség 5. Konstruálóképesség 6. Ítéloképesség
<i>Kommunikációs minőségek</i> 8. A kommunikáció komplexitása. 9. A kommunikáció világossága. 10. A kommunikáció biztonsága. 11. Kommunikációs készség.	<i>Kommunikációs képességek</i> 7. Közérthetőség 8. Komplexitás 9. Biztonság
<i>Fogalmi minőségek</i> 12. Az anyagok ismerete és használata. 13. Az energiarendszerek ismerete és használata. 14. Az esztétikum ismerete és használata. 15. Az emberek / felhasználók ismerete és megértése.	<i>Fogalmak</i> (fogalmi ismeretek és képesség használatukra) 10. Felhasználó ember 11. Anyag-szerkezet 12. Esztétika

6. táblázat: A konstruálóképesség együttes elemei (Pataky, 2012, 75.)

Pataky a hat-tizenkét éves korosztály tárgytervezéséhez szükséges képesség struktúráját kutatta, és a TÁMOP 3.1.9. alapján a konstruáló feladatokhoz szükséges képességekhez kompetenciákat rendelt. A tárgyalkotás, tárgytervezés témában végzett kutatásában szereplő alkotófeladat konstruáló jellegű,²¹ melyekhez több alkalommal a papír mellett hurkapálcát is használhatnak a gyerekek, ami a vázszerkezet kialakításának a lehetőségét is magába foglalja. Bodóczky és Pataky kutatása során olyan, a vizuális kompetencia összetevőit tartalmazó képességstruktúrát hoztak létre, amely a vizuális nevelésben a vizuális mérésekre alkalmazható a hat-tizenkét éves korosztály számára. A képességrendszer tartalmazza a téralakítás és a konstruálás képességét (Pataky, 2012).

A konstruálás, tárgykészítés, tárgytervezés közben mozgósított operatív tudás (Pataky, 2012, 78):

1. munkafolyamat
2. szerkezetismeret
3. eszközhasználat
4. anyagismeret
5. formaismeret

Számos téri képességekkel kapcsolatos, tantárgyfejlesztésre vonatkozó kutatás készült a felsőfokú építészeti oktatás számára. Ezek leginkább az ábrázolás, ábrázoló geometria tantárgy témakörébe tartoznak.

A felsőfokú építészeti oktatás konstruálást érintő tantárgyfejlesztésére vonatkozóan Cseh András (Széchenyi István Egyetem) és Terbe Rita (BME) munkája említésre méltó.

A tervező-konstruáló kutatások célja, hogy eredményeik alapján a közoktatásba, azon belül is a vizuális nevelés, tárgy- és környezetkultúra tantárgy számára adjon segítséget.

4.8.2.3. Az intuitív–alkotó konstruálás részletes bemutatása

Abban az esetben, ha nem készül papíralapú terv, a konstruálóképesség a tervezést és a megvalósítást, kivitelezést egyszerre jelenti. Ez leginkább intuitív módon történik, mely többnyire a képzőművészeti, kézműves tevékenységre jellemző leginkább (Gaul, 2001).

Gaul felteszi a kérdést, hogy létezik-e csak képzetekre épülő vizuális gondolkodás.

Kutatásának eredményeként Pataky megállapítja, hogy azokban az iskolákban (Waldorf), ahol a tanulás tapasztalatszerzésen keresztül történik, vagyis a gyerekek cselekvés útján jutnak új tudáshoz, valamint integrált művészeti nevelés folyik, mozgósított képességek fejlesztését lehet elérni a konstruáló feladatokon keresztül. A feladatok meg-

21 Pataky, 2012, 163–216; feladatszám: 1001–1010.

oldásában szerepet játszik a korábban szerzett tapasztalat az anyagismeret és anyagalkítás terén (Pataky, 2012).

A GYIK Műhely Térlátásfejlesztő komplex építészeti programjának alapja a Műhely módszertanára épült, melyben az intuitív, kreatív gondolkodásra ösztönző feladatokon keresztül tapasztalják meg a gyerekek a szabad alkotás örömeit (Eplényi-Szentandrás, 2015). Empirikus tapasztalatok alapján, az intuitív konstruáló feladatok hatására a programban rendszeresen részt vevő gyerekek „elgondolkoznak az őket körülvevő épített környezetben, értik a térkapcsolatokat, jó a térlátásuk, fejlett a statikai érzékük, érzik az arányokat, komplexen elemzik korunk építészeti/térbeliséget érintő kérdéseit, és akár véleményyt is formálnak e kérdésekben. [...] A feladatokon keresztül a gyerekek játékosan kerülnek kapcsolatba elvont fogalmakkal, képzettársításokkal. A hétköznapi megélt vizuális képeket megtanulják szabadabban értelmezni, fejlődik asszociációs készségük, nyitottabbá válnak a designra és azon keresztül az építészetre” (Terbe-Eplényi-Szentandrás, 2017, 16). Az intuitív konstruálási folyamat egyik alapja a megfelelő feladat és a szabad, irányításmentes alkotás. A tudatos feladatmeghatározás, az inspiráció és a téri problémák felvetése az alkotó gyermekeket ösztönzi az intuitív építésre, a téri helyzetek spontán megélésére és a kísérletezésre. Az építés során tapasztalatot szereznek a téri szerkezetek alakításában, a szerkezetet alkotó elemek rögzítésében, kísérleteznek a szerkezet és az anyag fizikai jellemzőivel, valamint a léptékváltás sajátosságaival (Eplényi-Szentandrás-Terbe, 2023).

Az intuitív konstruáláshoz szükséges kompetenciákat az 5. táblázatból kiindulva szűkíttem tovább. Az intuitív konstruálási folyamatban nem készül előzetes terv vagy rajz, sem írás a megépítendő modellről, így a síkbeli ábrázolás és az ehhez kapcsolódó tevékenységek, árnyalt vonal, tónus nem jelenik meg. Az alkotási folyamatban saját ötlet alapján (fejből) készül el a konstrukció, így nincs szükség meglévő ábrák értelmezésére. Ugyanakkor szükség van kreativitásra az ötleteléshez, az ötletek megvalósításához az elképzelt formák megjelenítésére a rendelkezésre álló anyag alakításával.

↓ intuitív

A konstruáló feladatokhoz illesztett kompetenciaelemek listája

5. Formaalkotás a síkban (2D) és térben (3D)	megfigyelt és elképzelt formák megjelenítése
10. Ábrák alkotása és értelmezés	10.1 Ábraalkotás: konvenciókon alapuló, szabályokhoz igazodó, jelentést hordozó, közlő- és magyarázó rajzok, szerelési ábrák, folyamat-ábrák „olvasásának” és létrehozásának képessége, valós vagy elképzelt viszonyok, kapcsolatok megjelenítésének képessége
10. _____	10.2 Ábraértelmezés: magyarázó rajzok, szerelési ábrák, folyamat-ábrák „olvasásának” képessége
16. Konstruálás	Tárgytervezés, a szerkesztés, a alkotás, konstrukciók létre hozása különböző anyagokból és célokra.
17. A síkbeli és térbeli vizuális megjelenítő, kifejező eszközök adekvát használata	A megjelenítés, a kifejezés céljának megfelelő árnyalt vonal, tónus, szín, forma, stb. használat, (mintakövetéstől az önálló alkalmazásig)
18. Kreativitás	Fantázia, divergens gondolkodás, rugalmasság, asszociációs képesség
19. Anyagalkítás, eszközhasználat	Anyagok és eljárások ismerete; rendeltetéshez, alkalmazkodás a kifejezési célokhoz, anyag és eszközválasztás / használat

7. táblázat: A konstruáló feladatokhoz illesztett kompetenciaelemek listájának szűkítése az intuitív konstruálásnak megfelelően

Gaul megállapítása szerint az intuitív konstruálás a képzőművészeti, kézműves jellegű tevékenységre jellemző leginkább, ezért további művészeti területeket is megvizsgálók.

Uyên (2019) az építészet és a szobrászat közötti kapcsolatot keresik. Kutatásuk alapján a két művészeti terület annak ellenére, hogy bizonyos értékek mentén eltérő, mégis több hasonlóságot mutat, mint eltérést. Az építészetben már az ókor óta megfigyelhető volt a szoborszerűség, míg a szobrászatban az 1940-es években, Naum Gabo munkáiban mutatkozott meg először az építészet hatása. A szobrászatban újonnan megjelenő geometriai formák olyan alakzatok létrehozását eredményezik, amelyek az építészet és a szobrászat között korábban jellemző határ átlépésével a két művészeti terület közös metszetét hozzák létre. Caldernek 1970-es években készített absztrakt vázszerkezetből felépülő konstrukciói szintén a szobrászat és építészet közös metszetébe helyezhetők. Ezen előzmények hatására jött létre a kortárs művészetben a „szoborszerű építészet és építészszerű szobrászat”²² kifejezés. A XX–XXI. században az építészek közül a Frank O. Gehry és Zaha Hadid épületei szoborszerű megjelenésükkel alátámasztják az építészet és szobrászat közötti határ elmosódására vonatkozó állítást. Míg a szobrászatban is egyre inkább jelennek meg olyan alkotások, amelyek absztrakt geometrikus formákat tartalmaznak,

kialakításuk lehetővé teszi, hogy interakció jöjjön létre a közönség és a szobor között, és nincs a korábbiakban megszokott egyértelmű üzenetük sem (Paul Kipps – Jack Diamond: *The Olympic Arch at the University of Calgary Public Art*, 1988; Anthony Caro: *Goodwood Steps*, 1996; Richard Deacon: *Parabolic Sculpture-Fragment No. 5*, 1992) (Uyên, 2019).

Ezek alapján a kortárs szobrászat és építészet vizuális megjelenésben, konstrukcióiban összemósódhat, és művészeti besorolása szükségtelen.

A fentiek alapján a konstruáló feladatok karaktere igen szerteágazó, így lényegesen meghatározza a létrehozásához szükséges képességek struktúráját. Egyértelműen látható, hogy a vizuális észlelésen belül a téri és azon belül a konstruálási kompetenciák, képességek, rész-képességek közötti kapcsolat igen bonyolult. A konstruáló feladatok jellemzője, hogy elemek térbeli összeillesztésén alapul, ebből adódik, hogy a konstruáló feladatok karakterének meghatározásában fontos szerepet játszik az elemek összeillesztésének képessége (*assembly ability*).

Míg a rekonstruálásra és a tervező konstruálásra irányuló kutatások az építési folyamat eredményét értékelik, az intuitív konstruálás során az építés közbeni élményszerű, tapasztalati úton szerzhető tudásszerzésen van a hangsúly. Függetlenül attól, hogy a feladat melyik konstruálócsoporthoz tartozik, eredménye térbeli, 3D forma, amely konstruálási folyamat során jön létre. A síkból való kilépéshez olyan szerkezet létrehozása szükséges, amely alkalmas a térben fellépő erők megtartására. Abban az esetben, ha ez nem teljesül, és a szerkezet nincs egyensúlyban, nem stabil, akkor felborul vagy összedől. Ezért fontos feltárni azokat a tényezőket, amelyek a konstruálási folyamatoknak, valamint konstruálási folyamat végtermékének az alapját képezik, s hogy ezen tényezők megtapasztalása miért szükséges a téri konstruáló feladatok esetén.

4.9. Szerkezetstabilitás

A korábbi fejezetekben bemutatam, miért szükségesek a gyerekek számára a téri alkotófeladatok. Jelen fejezet célja, hogy igazoljam azt az állítást, amely szerint a stabilitás az alapja a térbeli szerkezeteknek, így annak megértése, megtapasztalása elengedhetetlen ahhoz, hogy térbeli alkotófolyamatok során létrehozott térbeli alkotásokkal foglalkozzunk.

A gyerekek számára nem szükséges a szakmai fogalmak teljes körű megértése, ismerete ahhoz, hogy megtapasztalják a stabilitást, ugyanakkor a kutatás részeként a mérésbeli alkotófeladat meghatározásában az anyaghasználat, az alkotóelemek rögzítésének kiválasztásához, indoklásához, valamint az alkotófolyamat értékeléséhez elengedhetetlen.

Az épületek szerkezete, szilárdsága, stabilitása a filozófiai iskolákban is kiindulásnak számított: „Az *architektúra* ezenfelül olyan szó, amelyik már szemantikuma által is a kezdetről, s a kezdetről mint uralomról beszél. A görög *arché* ugyanis kezdetet jelent, mely az *archein* = kezdeni, uralni szóból ered. A kezdet (mely egyszerre eredet!) az

a fundamentum, mely az épület stabilitását szavatolja. A tárgyak épített világában éppúgy, ahogyan a gondolatok konstruált világában. Kant például a metafizikát írta le biztos talajra épített, erős alapozású épületként, ezeket az erős alapokat tartva az integráns gondolatrendszer garanciájának. Ezért is óvta a filozófiát – utalva a bibliai építészettörténetre, a Babel tornyára – a hübrisztől, hogy megalapozatlan állításokból építsen tornyot, mert az aztán (szükségszerűen) úgyis összeomlik [...] A nyelvi tudattalan azonban biztonsággal őrzi annak a világnak a képét, amelyik egy erős alapokra épített, valamiféle határozott eredetből levezethető s valamilyen cél felé haladó, értelemelvű rendszer és rend. A nyelv beszél, s elárulja a nyugati kultúrának mint architektonikus világkonstrukciónak a szemléleti alapjait.” (Berta, 2001, 152.²³)

A konstruáló képességrendszer egyik fontos alkotó eleme a szerkezet ismerete (Patak, 2012). A 2. táblázat 8. pontja említi zárójelben példaként az egyensúlyt az elemek elrendezéséből adódó térérzetek-kompetencia kapcsán. A pedagógiai szakirodalomban a konstruáló és ezen belül a szerkezet ismeretének további rész-képességeire nem találtam kutatást, ezért megvizsgáltam a szakképzést, illetve az egyetemi képzést is.

A térbeli objektumok tartószerkezetének szerepe az építészetben és a szobrászatban merül fel leginkább, ezért ezen szakterületek képzési rendszerét vizsgálok meg.

Magyarországon a XIX. század második felében jelentkezett a szándék a felsőfokú művészeti oktatás megvalósítására. Bár Daniel Gran 1755-ben megírta a művészeti akadémia oktatási tervét, amelyben külön figyelmet fordított többek között a geometria, az építészeti tudományok és a perspektíva oktatására, melyet mechanikai tudományokkal egészített ki (Szabó, 1989).

Az építész- és építőmérnök-képzésben a statika, illetve az épületszerkezettan foglalkozik a szerkezettel. Mindkét terület a tervezett építészeti megoldás megvalósulását segíti. A statika a szerkezeti elemek méretezésével, az épületszerkezet a megfelelő szerkezeti anyagok kiválasztásával és azok egymáshoz rögzítésével foglalkozik.

A Magyar Képzőművészeti Egyetem szobrászművész szakán a tanterv nem említi külön a szerkezet ismeretére irányuló képzést. A *Szobrászat-táj-építészet* elnevezésű tantárgy leírásában nem szerepel külön a szerkezetet, ugyanakkor a szobrászképzésben a térbeli ábrázolás kiemelt helyet kap.

A Pécsi Tudományegyetem Művészeti Karán belüli szobrászművész szak tanterve alapján külön tantárgyként nem jelenik meg a szerkezet oktatása, míg a *Térábrázolás* szigorlati tantárgy.

A Magyar Képzőművészeti Egyetem látványtervező-BA-szakán a színházi látványtervezés kapcsán a díszlethez kötődő kivitelezés szerkezeti témakör jelenik meg a képzésben, a tantervi leírás alapján a 2. félévben.

A művészeti jellegű képzésekben kiemelt jelentősége van a gyakorlati képzésnek, a tapasztalati úton való tudásszerzésnek, így feltételezhető, hogy a hallgatók a szerkezetre vonatkozó ismereteiket elsősorban a gyakorlati órák során tapasztalják meg.

23 Lásd <https://dea.lib.unideb.hu/server/api/core/bitstreams/7b5570e6-8bf8-45fe-bfe0-4cb2c2d0f871/content>.

Az építészeti és művészeti szakterületen kívül a műszakimenedzser-képzésben is szerepet kap a stabilitás a BSC-képzés elején, ahol a *Statika* tantárgy keretében az első előadáson a szerkezetek egyensúlyával foglalkoznak a Gábor Dénes Főiskola műszaki menedzser szakos hallgatói, derül ki Szász Gábor és Csuka Antal (é. n.) tantárgyi leírásából, mely a stabilitás jelentőségét tovább erősíti.²⁴

4.9.1. A szerkezet oktatása az építészeti képzésben

Először a hazai oktatásban a szerkezet oktatáson belül a szerkezet stabilitására vonatkozó oktatást vizsgálom meg.

A középiskolás korú diákok építőipari technikumban és szakképző iskolában tanulhatnak az épületszerkezetekről. Az Ybl Miklós Építőipari Technikum szakmai programja alapján a diákok már az első évtől foglalkoznak az épület szerkezetével.

A Budapesti Műszaki Egyetemen az épületekkel szemben támasztott követelmények felsorolásában az állékonyság, stabilitás az első helyen szerepel, derül ki az Épületszerkezettan Tanszék oktatási anyagaiból (Becker, 2018). Az Építőmérnöki Kar alapképzésén belül a szerkezetépítő mérnöki ágazat tanterve szerint az első szemeszterben kiemelt tantárgy a statika. Az Óbudai Egyetem Bánki Donát Mérnöki Karán a *Mechanika* tantárgy első előadásának anyaga a statika alapfogalmain belül az egyensúlyról szól,²⁵ ami szintén azt erősíti meg, hogy a szerkezetek esetén a legfontosabb a stabilitás, az egyensúly.

A Moholy-Nagy Művészeti Egyetem építészképzésének alapja, hogy a műhelygyakorlatok során, kísérletezés útján tapasztalják meg a hallgatók az alapvető fizikai törvényszerűségeket, olyan alkotófeladatokon keresztül, amelyek az ősi építési ösztönökön alapulnak, míg végül eljutnak a komplexebb feladatokig. Az *Építőművészet BA – felvételi feladatok retrospektív válogatása* című kiadvány előszavában Kovács Csaba, a MOME Építészeti Intézetének igazgatója kitér a képzésben megjelenő műszaki ismeretek oktatására is, felsorolja a tantárgyakat, és a lista a statika és a tartószerkezetek tantárgyakkal kezdődik.

A felvételi folyamat 2. fordulójában a jelentkezőknek megadott paraméterek mentén térbeli alakzatot kell konstruálniuk. A 3. forduló szintén tartalmaz statikai, egyensúlyi képességekre irányuló téri alkotófeladatot (MOME Építészeti Intézet, 2022). A felvételi követelmény is jól mutatja, hogy a stabilitásra vonatkozó képesség alapvető a téri szerkezetek építésekor.

A hazai képzések tanterveit megvizsgálva egyértelmű, hogy a szerkezet stabilitására vonatkozó tudást a képzésben részt vevő hallgatók tanulmányaik legelején megszerzik, ami azt jelenti, hogy erre a tudásra alapozzák a későbbi ismereteket.

Az építészeti képzésben a szerkezet oktatása általában előadások és szemináriumok keretében történik. Emami és Buelow (2016), a michigani egyetem építészkarának kutatói arról számolnak be, hogyan egészítik ki az elméleti képzést laboratóriumban megvalósuló valós alkotó folyamatokkal, amelyek célja valós modellek létrehozása, valamint a szerkezet tesztelése céljából létrehozott modellek megépítése. További kiegészítő képzési lehetőség, amikor a hallgatók digitális felületen, szimulációk segítségével kerülnek kapcsolatba a szerkezettel, illetve a szerkezeti ismeretekre irányuló webalapú oktatás. A valós alkotófolyamatok során az építészeti oktatás számára jelentős tapasztalatokat gyűjthetnek a hallgatók, amelyek közül a hallgatók intuíciónak fejlődése, a szerkezet terhelhetőségének megtapasztalása kiemelkedő, melyben az anyaggal való fizikai érintkezésnek is jelentős szerepe van (Emami–Buelow, 2016). A valós szerkezetek modellezése során a hallgatók megismerhetik az alapvető szerkezeti alkotóelemeket is, amelyeket geometriai elemekkel helyettesítenek a modellben. A vonalszerű elemek közé tartoznak az oszlopok, gerendák, felületszerű elem a fal, a födém, míg pontszerű elemek a vonalszerű elemeket összekötő szerkezeti elemek. Az ezen alkotóelemek felhasználásával megépített szerkezet az épület vázszerkezete vagy statikai váza. Az elkészült modell vizsgálata során mindenképp ki kell térni a teljes szerkezet egyensúlyára, mozgására, alakváltozásra, mivel előfordulhat, hogy míg az egyes részelemek megfelelőek, az együtt dolgozó szerkezetek erőjátéka megváltozik, ami stabilitásvesztést okozhat (Lámer, 2009).

A disszertációban nem térek ki ennél részletesebben a szerkezet tervezésére, mert a stabilitás jelentősége és megértése szempontjából nem szükséges, ugyanakkor néhány fogalom tisztázása elengedhetetlen.

Az épületszerkezetek közül a tartószerkezetek feladata az épület szilárd vázát biztosítani. A szilárd vázhoz a váz alapanyaga felé támasztott követelmény a szilárdság és a folytonosság. Az alapanyagból létrejött szerkezet felé támasztott követelmény az alakstabilitás, a helyzeti stabilitás és a szerkezeti stabilitás.

„Az alakstabilitás a szerkezet lehajlását, elfordulását, elcsavarodását jelenti. Helyzeti stabilitás: a teljes épület egészére vonatkozik, az épület ne boruljon fel, ne csússzon meg a talajon, ne ússzon fel a talajvízben. Szerkezeti stabilitás: a terhek hatására ne váljon a szerkezet instabillá.”

(Lámer, 2009.)

A fenti kutatások igazolják, hogy a térbeli szerkezet stabilitása összetett, számos paramétertől függ, de elengedhetetlen hozzá a szerkezetet alkotó elemek közötti kapcsolat és erőjáték.

A 4.2. alfejezetben említett szervezetek, intézmények, oktatók, akik gyerekek téri képességeinek fejlesztése céljából tartanak foglalkozásokat, úgy állítják össze a felada-

24 Lásd: <https://docplayer.hu/17893556-Dr-szasz-gabor-csuka-antal-a-mechanika-oktatasi-modszerei-kulonbo,-kepzesi-formaban.html>, utolsó letöltés: 2023. április 15.

25 Lásd [http://old.bgk.uni-obuda.hu/gbi/oktatas/pdf4/ME11NNF\(aif-mec1\).pdf](http://old.bgk.uni-obuda.hu/gbi/oktatas/pdf4/ME11NNF(aif-mec1).pdf), utolsó megtekintés: 2023. április 15.

tokat, hogy azok a fent említett vonalszerű, felületszerű és pontszerű alkotóelemeket tartalmazzák, és a gyerekek az építés során tapasztalják meg az elemek együtt dolgozását, az erőjátékokat, a teljes szerkezet egyensúlyát. Így a gyerekek az alapoktól kezdik megtapasztalni a szerkezet építését és az építés folyamatában a szerkezet megbillenésére reagálva tudják korrigálni a hibát. A fizika törvényszerűségei miatt azonnali visszajelzést kapnak a korrigálás sikerességéről, ezt a tapasztalati tudást beépítik és alkalmazzák a további építés során.

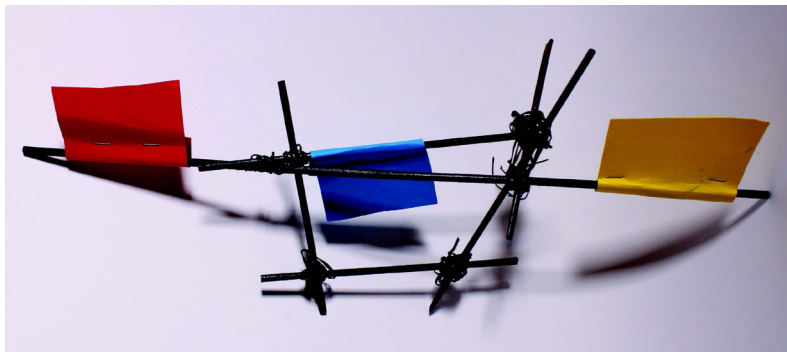
4.9.2. Jó gyakorlatok a vonalszerű és felületszerű elemek alkalmazására

Az alábbiakban példákat hozok arra, hogy a GYIK Műhelyben és a GYIK Műhely módszertanára épülő egyetemi képzésben miként valósulnak meg a vonalszerű, felületszerű alkotói feladatok.

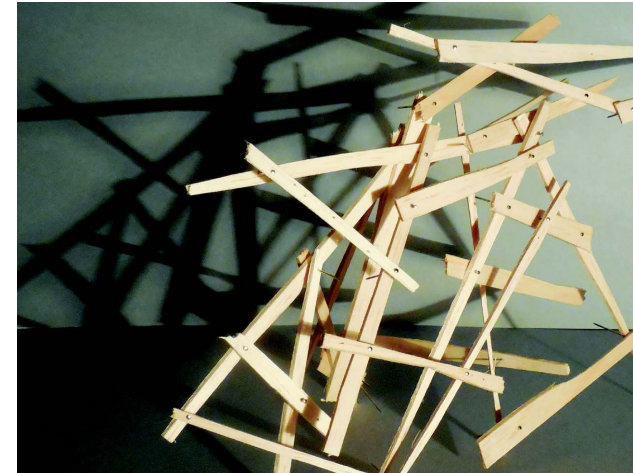
A kis léptékű modellek közül bemutatok néhányat, amelyekben eltérő alapanyagot használtunk szerkezeti elemként, valamint az elemek rögzítéséhez használt eszközök, technológia is eltérő. Az így bemutatott példák segítik a különböző szerkezetek megértését.

Az itt bemutatott szerkezeteken túl, további modellekről készített fotókat a 2. számú melléklet tartalmaz.

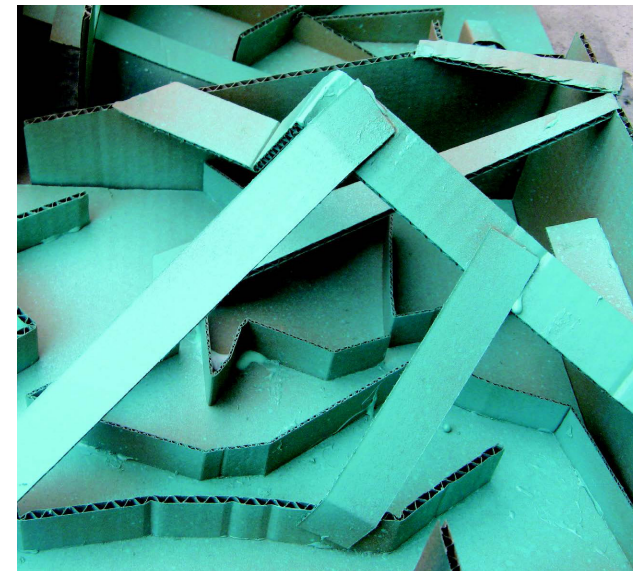
Vonalszerű elemekből épített szerkezetek:



20. ábra: Vonalszerű szerkezeti elem: bambuszrúd, elemek rögzítése: kötöződróttal, GYIK Műhely



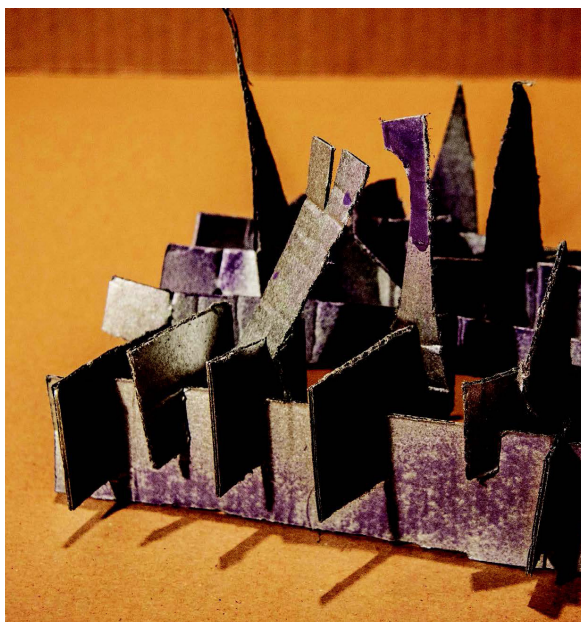
21. ábra: Vonalszerű szerkezeti elem: balsafa, elemek rögzítése: gombostű, GYIK Műhely



22. ábra: Vonalszerű szerkezeti elem: papírcsík, elemek rögzítése: ragasztás, GYIK Műhely



23. ábra: Vonalszerű szerkezeti elem: dekorlemez, elemek rögzítése: gyorskötöző, GYIK Műhely

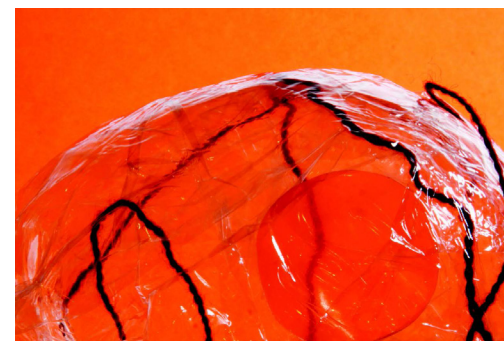


24. ábra: Vonalszerű szerkezeti elem: mikrokarton, elemek rögzítése: szorításos rögzítés, GYIK Műhely

Felületszerű szerkezetek eltérő anyaghasználattal:



25. ábra: Dobozszerkezet bemetszésekkel, GYIK Műhely



26. ábra: Feszített fólia különböző méretekben, GYIK Műhely

A GYIK Műhely tagjai közül Eplényi Anna, Terbe Rita és jómagam a felsőoktatási intézményi oktatásban is részt veszünk. A hallgatók az egyetemi szintre emelt gyakorlati feladatokon keresztül, saját tapasztalataikon keresztül sajátítják el a szerkezetek stabilitására vonatkozó ismereteket a GYIK Műhely téri képességeket fejlesztő módszertana alapján.

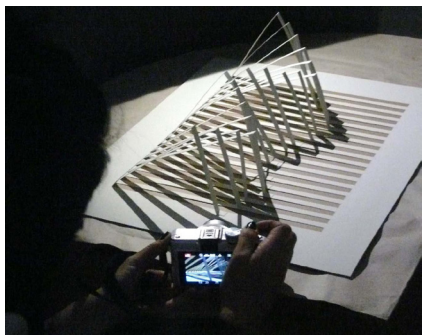
Én a Moholy-Nagy Művészeti Egyetem (MOME) Design Intézete *Téri stúdió* tantervének keretén belül, Terbe Rita a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

(BME) Építészmérnöki Karán, az Exploratív Építészeti Tanszék *Térkompozíció* tantárgyához kapcsolódva, Eplényi Anna a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE) Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézete Kertművészeti és Kerttechnika Tanszékén, a tájépítészmérnök-képzésben, a *Landscape Graphics* tantárgyon belül használja fel a GYIK Műhely feladatait. Mindannyiunk egyetemi munkássága az *Edu-kreatív* című összesítő kéziratban jelent meg.

Vonalszerű elemekből épített szerkezetek az egyetemeken a GYIK-módszertan alkalmazásával:



27. ábra: Vonalszerű szerkezet a MOME *Designszolfézs* tantárgyán belül a *Vizuális stúdió* blokkban (2021/2022, 1. félév / 2. feladat; oktatók: Szentandrás Dóra, Turcsány Villő, Józsa Pál; hallgatók: BA1 – Design Intézet)

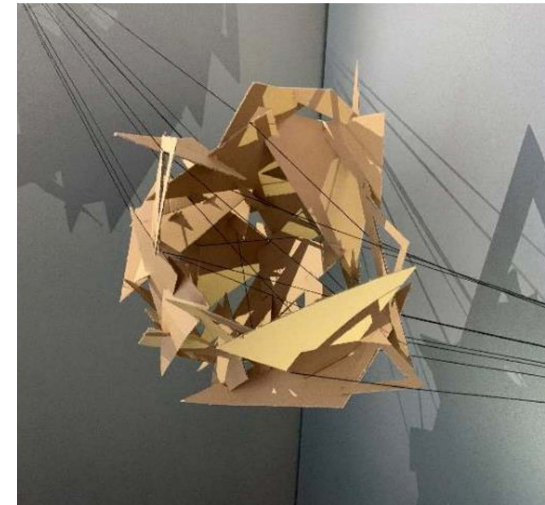


28. ábra: Vonalszerű szerkezet a MATE tájépítészmérnök-képzésén 2019-ben, a *Landscape Graphics* órán, MA – 1. évfolyam; oktató: Eplényi Anna

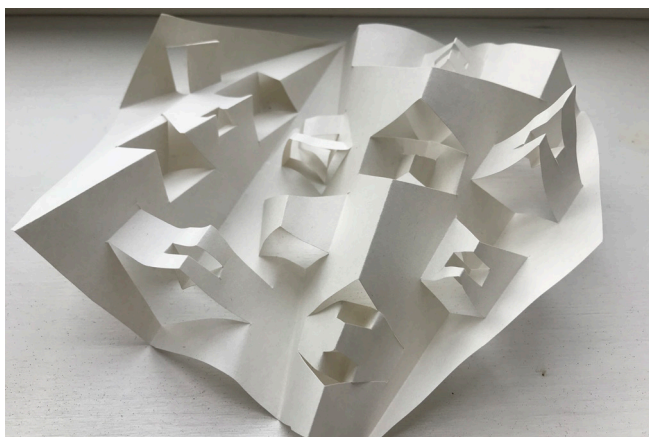


29. ábra: BME Építészmérnöki Kar, Exploratív Építészeti Tanszék, *Térkompozíció* tárgy, elsőéves hallgatók műhelygyakorlata; oktatók: Terbe Rita DLA, Árva József DLA, Barta Fruzsina, Bálint Anna, Dávid Dóra, Galántai Gergely, Kálna Dávid, Rácz Anna, Szabó Péter Róbert, Szűcs Imre

Felületszerű elemekből épített szerkezetek az egyetemeken a GYIK-módszer alkalmazásával:



30. ábra: Felületszerű szerkezet a MOME *Designszolfézs* tantárgyán belül a *Vizuális Stúdió* blokkban (2021/2022, 1. félév / 2. feladat; oktatók: Szentandrás Dóra, Turcsány Villő, Józsa Pál; hallgatók: BA1 – Design Intézet)



31. ábra: BME, Építészmérnöki Kar, Exploratív Építészeti Tanszék, *Térkompozíció* tárgy, elsőéves hallgatók műhelygyakorlata; oktatók: Terbe Rita DLA, Árva József DLA, Barta Fruzsina, Bálint Anna, Dávid Dóra, Galántai Gergely, Kálma Dávid, Rácz Anna, Szabó Péter Róbert, Szűcs Imre

A kisebb léptékű modellek építése során a stabilitási problémák kézzelfoghatók és a léptékből adódóan könnyebben korrigálhatók. A modellezés során megtapasztalt stabilitásra vonatkozó tudás a nagyobb léptékű építések esetén alkalmazható. Az egyes feladattípusokon megtapasztalt stabilitásra vonatkozó képesség téri gondolkodással más típusú feladatokhoz is alkalmazható, amit alátámaszt a MOME felvételi rendszere, miszerint a felkészülési folyamatban tanult képességeket a felvételi feladat megoldásához térbeli gondolkodás útján tudják alkalmazni a felvételizők (MOME Építészeti Intézet, 2022).

A téri alkotófeladatok kidolgozása során külön hangsúlyt fordítunk arra, hogy a kiválasztott alapanyaggal a feladat megvalósítható-e. Az anyag fizikai tulajdonságai jelentősen befolyásolják a teherbíró tulajdonságait, így a megfelelő előkészítés nélkül az alkotókat önhibájukon kívül kudarc érheti az építés során. Az építési folyamatban bekövetkező kudarcból szintén szereznek a gyerekek stabilitásra vonatkozó tapasztalatokat, amelyek akkor tudatosodnak, ha megbeszéljük a fellépő problémát.

A manuálisan, valós térben létrehozott alkotási folyamatokban a szerkezet megtapasztalásának a jelentőségét igazolja Emami és Buelow kutatási eredménye, akik építészhallgatók bevonásával vizsgálták, hogy a szerkezet megértésére az építészképzésben a valós térben készült téri alkotások, a számítógép vagy webalapú módszerek és platformok-e a leghatékonyabbak. Arra jutottak, hogy a digitális felületen elérhető programok, szoftverek leginkább a felsőbb éves hallgatók munkáját segítik, akik korábbi tanulmányaik miatt már kellő ismerettel rendelkeznek a szerkezeti rendszerekben (Emami–Buelow, 2016).

4.9.3. A súlypont szerepe a szerkezet stabilitásában

„A Föld gravitációs terében minden test fontos jellemzője annak tömege és térfogata mellett annak tömegeloszlása is. Ez egyszerűbb esetben a test gömbszimmetriától való eltérését jelenti (a test nem minden irányból ugyanúgy néz ki, alakja van), de jelentheti anyagának inhomogenitását is.” (Tóth, 2019, 48.)

A mérnökképzésben elsősorban műszaki irányból tekintenek a szerkezetre, és az előtérben a megvalósíthatósághoz szükséges paraméterek, méretezés stb. állnak, amelyeket javarészt elméleti képzés során sajátítanak el a hallgatók. A művészeti szakmai képzésekben a szerkezeti rendszerekre vonatkozó elméleti oktatás nem vagy alig jelenik meg, itt a hallgatók tapasztalati úton, a gyakorlati képzés során szerzik meg a szükséges tudást. Emami és Buelow az elméleti tudásszerzés és a gyakorlati, tapasztalati úton való tudásszerzés ötvözésének a sikerességéről számol be (Emami–Buelow, 2016).

A 4.2. alfejezetben bemutattam, hogy a mozgásnak milyen szerepe van a téri képességek fejlődésében. A gyerekek a növekedésük során ülő, majd álló testhelyzetben elhagyják a sík padlófelületet, és így a súlypontjuk is megváltozik a helyzetük téri megváltozásával. A fejlődésnek ebben a szakaszában megtapasztalhatják az egyensúlyvesztést, illetve annak korrigálási lehetőségeit. A későbbiekben számos játék irányul az egyensúly megtartására, illetve a célirányos mozgásfejlesztő foglalkozások szintén fontos elemei az egyensúlyi feladatok.

Az építés során ha az építmény kibillen a súlypontjából, instabillá válik. A súlypont kibillenésére a modellezés során több lehetőség van az építmény jellegétől függően.

A fejezet összegzéseként megállapítható, hogy téri építmény munkálatai során a stabilitás elengedhetetlen ahhoz, hogy a folyamat végén egy állékony, stabil építményt kapjunk (Shelton et al., 2022), amely alkalmas arra, hogy a újabb kutatások kiindulópontja legyen.

Mind a képzések, mind a jó gyakorlatok bemutatása alapján kiviláglik a szerkezet szerepe a téri konstrukciók esetén. A szerkezet kialakításában, függetlenül annak anyagától, funkciójától, méretétől, a stabilitás alapvető feltétel, melynek a megtapasztalására a valós téri alkotófeladatok megfelelnek. A digitális eszközök elterjedésével az a kérdés foglalkoztat, hogy a digitális térben megtapasztalható-e az építés során a stabilitás.

Teoretikus kutatásomban a téri intelligencia bemutatásán keresztül ismerttettem a téri képességek jelentőségét, valamint feltártam kialakulását, fejlődését, fejlesztését biológiai, pszichológiai és pedagógiai szempontok mentén, aminek célja a téri képesség alapos megismerése volt. Ezt követően a téri képességek részképességeinek a feltárásával foglalkoztam, mely részképességek összessége határozza meg téri intelligenciánkat.

A téri részképességek mérését a kutatás célja határozza meg. A mérések lehetnek tesztalapúak, végezhetőek megfigyelés alapján, vagy agyi aktivitást mérő eszközökkel.

A valós téri alkotófolyamatokra irányuló kutatások eredményei alapján megállapítható, hogy a téri képességek fejlődésében a valós téri alkotó folyamatok hatékonyak. A valós téri alkotófeladatok közé sorolhatók a konstruáló feladatok valós anyagok és valós eszközök használatával. A téri konstrukciók alapkövetelménye a szerkezet stabilitása az építési folyamat során és a végső produktum esetében is.

5. Második rész: Empirikus kutatás

Teoretikus kutatásomban rávilágítottam, hogy a téri képességek vizsgálatával kapcsolatos egyik legnagyobb probléma, hogy míg a képességek fejlődése a térben lévő interakciók során fejlődik, amihez mozgás szükséges, valamint a téri tudást leginkább a tevékenység során lehet megszerezni, addig a téri képességek mérésére többnyire papíralapú vagy annak megfelelő digitális tesztek alkalmaznak. Ettől eltérőek a konstruálóképességek közül a reprodukáló és a tervező konstruálásra vonatkozó kutatások, amelyek a folyamat során létrejött eredményeket vizsgálják megadott szempontok szerint (Pataky, 2012; Gaul, 2001; Brosnan, 1998; Richardson–Richardson, 2011). A teoretikus kutatásban bebizonyosodott, hogy a konstruálás során létrehozott térbeli építmény, szerkezet stabilitása a szerkezetre vonatkozó alapkövetelmény. A térbeli szerkezetek esetén függetlenül attól, hogy azok milyen célból jönnek létre, művészeti vagy designcélból, szakmai vagy kedvtelési célból, illetve függetlenül a térbeli szerkezet létrehozó egyén korától is, a legfontosabb szempont a szerkezet stabilitása a teljes alkotói, építési folyamat során és a végeredményben is. Amennyiben a szerkezet nem stabil, vagyis összedől, felborul stb., minden egyéb értékelési szempont értelmezhetetlen, amely az anyag- és eszközhasználatra, formavilágra, újszerűségekre vonatkozik.

A teoretikus kutatás pedagógiai-pszichológiai szakirodalmi feltárásainak eredményei alapján a környezet befolyásolja a gyermekek képességeinek fejlődését. A digitális eszközök megjelenésével a hagyományosan értelmezett környezetünk kiegészül a digitális környezettel. A téri képességek a valós térben szerzett téri tapasztalatok alapján fejlődnek. Ugyanakkor bebizonyosodott, hogy a digitális térben lefolytatott interakcióink is téri tapasztalatként értelmezhetők, amelyek közül mások mellett a téri orientáció, a téri manipuláció és a téri rotáció is azonosítható.

Ez alapján felmerül a kérdés, hogy abban az esetben, ha a gyerekek téri fejlődése a valós és digitális térben történik, feltételezhető-e, hogy téri intelligenciájuk, téri képességeik és részképességeik a valós és a digitális térben szerzett téri tapasztalatok alapján egyaránt alakulnak, fejlődnek.

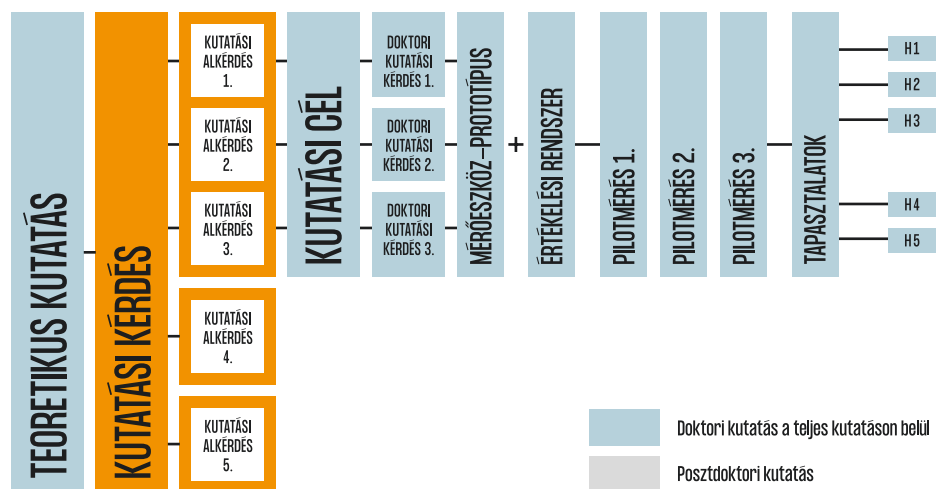
Egyre több kutatás irányul a digitális téri folyamatok vizsgálatára is, amely kutatások egy-egy alkotófeladatra irányulnak a kutatási cél alapján.

A teoretikus kutatás tapasztalatai alapján megfogalmaztam fő kutatási kérdésemet, amelyet további alkérdéscsoportokra osztottam. A kérdések megválaszolásához mérőeszköz szükséges. A disszertáció ezen második részében a mérőeszköz prototípusának kidolgozását és pilotesztelését mutatom be.

5.1. Fő kutatási kérdés és további kérdések témakörönként

A teoretikus kutatás eredményei alapján a téri képességek fejlődését hatékonyan fejlesztő konstruálásban elengedhetetlen szerepet játszik a stabilitás. Ugyanakkor ma már a digitális környezet nem megkerülhető színtere a téri képességek fejlődésének és a téri fejlesztésnek. Ezen eredmények mentén fogalmaztam meg **fő kutatási kérdésemet**:

Valós térben, valós anyagokkal az egocentrikus térben történő alkotási folyamat optimálisan hogyan valósítható meg digitális térben a stabilitásérzék fejlesztése szempontjából?



32. ábra: A disszertáció felépítése a kutatási kérdések jelölésével

A fő kutatási kérdés megválaszolásához a teoretikus kutatásban feltárt tudományterületek eredménye alapján további kutatási alkérdéseket fogalmaztam meg, amelyek a fő kutatási kérdés megválaszolásban segíthetnek.

Az így létrejött alkérdéscsoportok az alábbiak:

1. kutatási alkérdéscsoport

- K1 – Digitális térben megtapasztalható-e az építés során a stabilitás?**
- K2 – Digitális térben korrigálható-e a stabilitásvesztés?**
- K3 – A tapasztalati úton digitális eszközökön szerzett stabilitásra vonatkozó téri tudás a valós térben alkalmazható-e?**

2. kutatási alkérdéscsoport

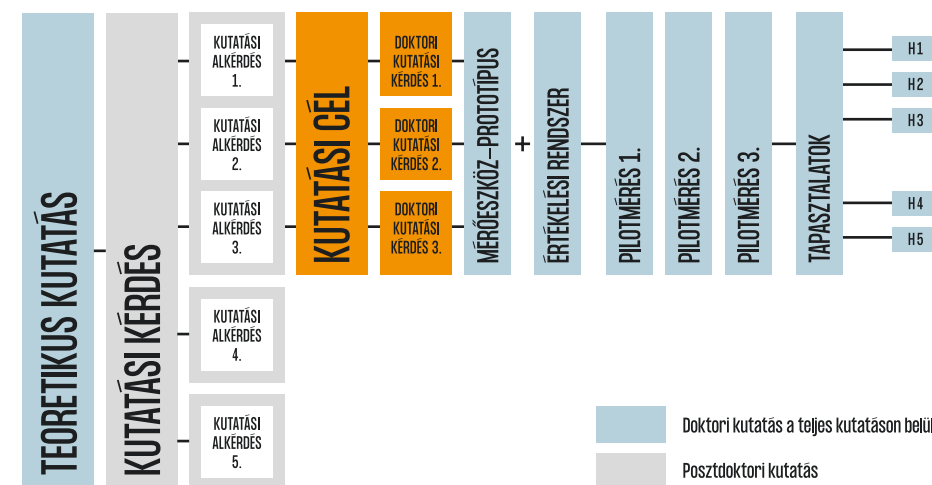
- K4 – Eltérő-e a vizualitás, a mozgás és a haptikusság a stabilitásérzék megszerzésére irányuló alkotófeladat során valós térben és digitális térben?**
- K5 – Eltérő agyi aktivitás szükséges-e a stabilitásérzék megszerzésére irányuló alkotófeladat során valós térben és digitális térben?**

A kutatási kérdések megválaszolásához komplex mérőműszer szükséges, mivel ahhoz, hogy meg tudjuk állapítani, az egyénnek milyen képességei vannak, méréseket kell végezni. A fejlesztés esetén a kiinduló tudás- vagy képességszintet is méréssel határozzák meg, amihez hasonlítani lehet a fejlesztési időszak végére megszerzett tudást vagy képességet.

Teoretikus kutatásomban feltártam, hogy a téri képességek mérése esetén a legtöbb esetben papíralapú vagy annak megfelelő digitális teszteket alkalmaznak, míg a téri képességeinket a valós térben alkalmazzuk, és fejlődésük is téri interakciók során valósul meg. A konstruálóképességek mérésekor a valós téri alkotásra vonatkozó megfigyelési szempontok alapján történik az azonosítás, illetve a téri képességek agyi működésének vizsgálatához EEG-készüléket alkalmaznak.

Kutatási kérdéseim megválaszolásához a fent említett okokból nem megfelelőek a téri tesztek, ezért szükséges egy mérőműszer létrehozása, amely mind a valós, mind a digitális térben történő téri alkotófolyamat feltárását segíti.

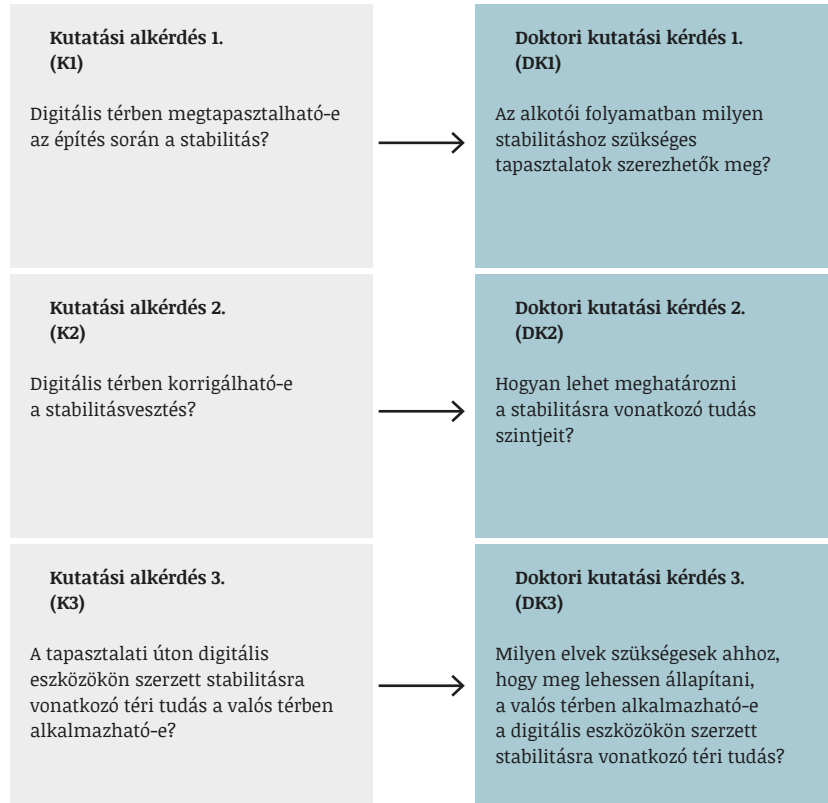
5.2. A doktori kutatás célja és a doktori kutatási kérdések



33. ábra: A disszertáció felépítése a kutatási cél és a doktori kutatási kérdések jelölésével

Kiinduló kutatási fő kérdésem megválaszolásához először az 1. alkérdéscsoport megválaszolására van szükség. A teljes kutatási folyamat alapját a doktori kutatásom képezi, amelynek célja az 1. kutatási kérdéscsoport mentén: **a komplex mérőműszer alapját képező almérőeszköz prototípusának a kidolgozása, amely alkalmas a térbeli objektum alkotói folyamata során a stabilitás megtapasztalására, megértésére, alkalmazására és a folyamat mérhetőségére.**

Doktori kutatási céлом alapján tovább pontosítottam doktori kutatási kérdéseimet a K1, K2, K3 kutatási kérdések mentén.



34. ábra: A kutatási alkérdések szűkítése a doktori kutatási cél mentén

5.2.1. Kutatócsoport

A mérőműszer komplexitása miatt kutatócsoportot hoztam létre, amelyben a kutatás vezetése, menedzselése, a mérés módszertanának, felépítésének meghatározása mellett a szakmai tartalmak tartoztak a feladatkörömbé, valamint részt vettem az összes mérési folyamatban és az eredmények kiértékelése szempontrendszerének meghatározásában.

Pulay Márk (BME Ergonómia és Pszichológia Tanszék) az almérőeszköz prototípusának kidolgozása során a kognitív pszichológiai szakmai tartalmakért felelt, valamint a videós mérési eredmények kiértékelésének a koordinálásában működött közre.

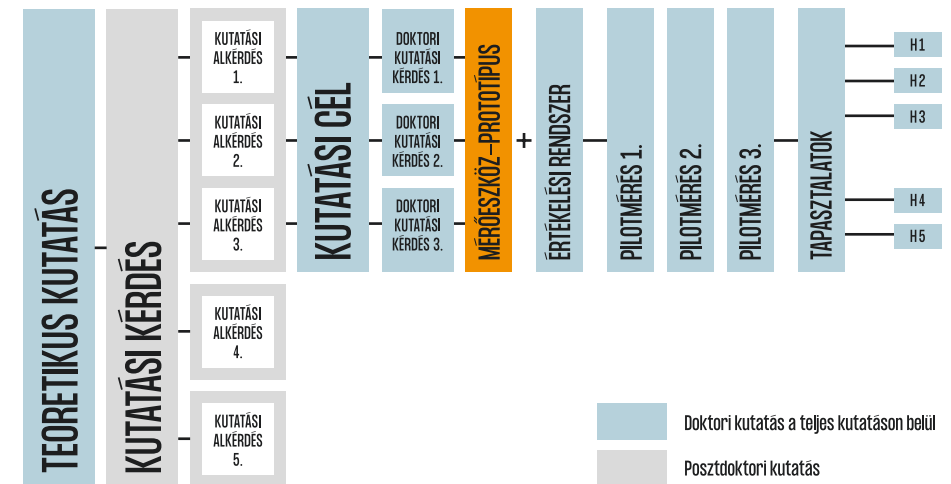
Pomázi Krisztián és Forstner Bertalan (BME Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék) a digitális eszközök kiválasztását és a programok megírásának a koordinálását végezték.

Szakál Abosa (BME Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék) a digitális eszközön megvalósult játék programozásában vállalt szerepet.

Dr. Geszten Dalma (BME Ergonómia és Pszichológia Tanszék) a videókódoláshoz szükséges statisztikai feladatokban segített.

Pillmann Dorina és Faradz-zade Szelmináz pszichológia szakos hallgatók a videós mérési eredmények kiértékelését végezték.

5.3. Az almérőeszköz kidolgozása



35. ábra: A disszertáció felépítése a mérőeszköz-prototípus jelölésével

Az almérőeszköz kidolgozásához meghatároztuk azokat a legfontosabb kritériumokat a doktori kutatási alkérdések mentén, amelyeknek a mérőeszköznek meg kellett felelnie:

M1 – Alkalmas legyen a térbeli objektum alkotási folyamata során a stabilitás megtapasztalására, megértésére.

M2 – Alkalmas legyen a stabilitási folyamat mérhetőségére.

M3 – Alkalmazható legyen valós és digitális térben egyaránt.

M4 – Alkalmas legyen a valós és a digitális térben szerzett tapasztalati tudás összehasonlítására.

M5 – Alkalmas legyen a mérésben részt vevő korosztály számára.

Az almérőeszköz prototípusának kidolgozásához a teoretikus kutatásban feltárt kutatási eredmények felhasználása szükséges a vizsgálandó korosztály és a mérési környezet meghatározására vonatkozóan.

5.3.1. A vizsgált korosztály

A teoretikus kutatás alapján problémát jelent, hogy míg a téri képességek kialakulása és fejlesztése tizenkét éves kor után jelentősen lelassul, a téri képességeket mérő tesztek nagy része leginkább a tizenkét év feletti korosztálynál validált. Ugyanakkor a hat-hét éves korú gyerekek már képesek a téri kreatív alkotófeladatok elvégzésére (Kárpáti, 1995). A teoretikus kutatás eredményei alapján az óvodáskorú gyerekeknél idősebb korosztályra volna érdemes helyezni a hangsúlyt a kutatásban. Ez alapján a téri képességek mérése szempontjából a hét-tizenegy éves korosztály vizsgálata az ideális, amit a GYIK Műhelyben szerzett gyakorlati tapasztalatom alapján megerősíték. A kutatás céljának, miszerint kiváltható-e iskolai környezetben a manuális téri tevékenység digitális eszközökkel, szintén megfelel a hét-tizenegy éves korosztály vizsgálata.

A korosztály megválasztását Babály (2020) is megerősíti.

A vizuális-téri képességgel kapcsolatos hazai kutatások másik jellemző problémája, hogy kevés figyelem irányul a korai életszakaszokra (tizennégy éves kor alatt), amelyek a tér észlelésében bekövetkező minőségi változásokról és a mentális képzetek kialakulásáról tudnának megbízható információkat nyújtani. A fejlődés üteméről, sajátosságairól csak a térábrázolásban bekövetkező változásokat nyomon követő tanulmányok alapján tájékozódhatunk (Kárpáti, 2001; Séra-Kárpáti-Gulyás, 2002, Kárpáti-Gaul, 2011). Ezzel szemben a nemzetközi térben nagy számban készülnek felmérések téri képességetesztek alkalmazásával óvodás és kisiskolás korú gyermekek körében (Babály, 2020).

A korosztály meghatározását követően a mérési környezetet pontosítom.

5.3.2. A mérés környezete

A környezet, mely körbevesz minket, hatással van érzelmi állapotunkra, biztonságérzetünkre. A térben lévő ingerek változatossága, minősége, összetettsége befolyásolhatja a viselkedésünket. A tér mérete, fizikai jellemzői, állapota és hangulata is hatást gyakorol (Dúll, 2017), ezért kiemelt jelentősége van a tanulás szempontjából annak a környezetnek, amelyben a tanulási folyamat végbemegy. A digitális térben törekednünk kell arra, hogy olyan fizikai környezetbe helyezzük az alkotói felületet, amely közel azonos lehet egy átlagos teremben létrejövő helyzettel. Az alkotóasztal a faltól kb. 2 méterre helyezkedik el, szemben az ablakkal. A valós helyszínen meg kell próbálnunk minden alkalommal azonos feltételeket biztosítani a mérések megvalósulásához. A digitális felületen megépítjük a teljes szobát, termet, amelyben a gyerekek körbe tudnak nézni, ezzel megadva a lehetőséget arra, hogy digitális térben is kialakulhasson az a térélmény, amelyben az alkotói folyamat zajlik.

5.3.3. A mérés módszertana

A mérés célja, hogy hat-tizenegy éves gyerekeket téri konstruáló alkotófolyamatban vizsgálni tudjunk a stabilitásra vonatkozó tapasztalatszerzés, tudásszerzés szempontjából, valós és digitális térben.

A doktori kutatási alkérdések mentén létrehozandó mérőműszerrel szemben támasztott öt kritérium (M1–M5) teljesüléséhez meg kell határozni az alkotói folyamatot, amelyhez meg kell adni az alkotói feladatot és a kiegészítő teszteket, a digitális eszközöket, felületeket, valamint a tapasztalat-, tudásszerzés mérésének szempontjait és módszereit.

A mérőeszköz megvalósításához szükséges meghatározni a mérési folyamatot, a mérés során megoldandó alkotófeladatot, valamint azt a digitális eszközt, felületet, amelyet a valós tér mellett alkalmazunk.

5.3.3.1. A mérési folyamat meghatározása

A mérés elsődleges célja nem a mérési folyamat során az alkotási folyamat fejlesztő hatása, hanem annak a kiderítése, hogy az alkotói folyamatban a tapasztalatszerzés mennyiben járul hozzá a megértéshez. Ezért nem végzünk előzetes tudásfelmérést a stabilitásra vonatkozóan, mert már maga az előzetes felmérés is segíti a megértést. A mérés egyik

célja, hogy összehasonlítsa a valós és a digitális térben tapasztalt tudást és annak alkalmazását, ezért két csoportot határoztunk meg, attól függően, hogy milyen médiumban, térben alkot a gyermek.

Azt a variációt, amelyben a gyermek egymást követően mindkét médiumban alkot, végül elvetettük, mert bár nagyon érdekes lenne vizsgálni, a kutatás céljától eltér abból a szempontból, hogy jelenleg nem a két médium egymásra gyakorolt hatására fókuszálunk.

Az almérőeszköz prototípusának a kidolgozásában a pilotméréshez fontos szempont volt annak a figyelembevétel, hogy az egy gyerekre szánt mérési idő ne haladja meg azt az időt, amihez a gyerekek az iskolai keretek között hozzá vannak szokva. A mérési idő jelentősen meghatározza azt, hogy a mérés különböző elemei mennyi időt vehetnek igénybe (erre az almérőeszköz prototípusának a reflexiójában még visszatérek).

A pilotmérésnél a tanóra időtartamából indultunk ki, amely alapján a mérés folyamata a következő:

- | | |
|--|---------|
| 1. Ismerkedés, bizalom kiépítése a tanteremben, a tanító néni felvezetésével | |
| 2. Eljutás a mérési helyszínre, iskolán belül | |
| 3. A mérési helyszín megismerése, akklimatizálódás, elhelyezkedés | 3 perc |
| 4. Feladat ismertetése, az alkotótechnika gyakorlása | 3 perc |
| 5. Alkotófeladat | 12 perc |
| 6. Elpakolás, átállítás | 2 perc |
| 7. Tudástmérő teszt | 6 perc |
| 8. Kiegészítő tesztek | 15 perc |
| 9. Reflexiók | 4 perc |
| 10. Visszajutás a tanterembe, iskolán belül | |

A mérési folyamat része a mérésben részt vevő gyerek szülei számára készített kérdőív.

5.3.3.2. Az alkotói feladat meghatározása

A téri feladat meghatározásához elsősorban azt kell figyelembe venni, hogy igazodjon a mérőeszköz kritériumaihoz, valamint a mérési folyamatban meghatározott peremfeltételekhez. Ez alapján a feladat felé támasztott követelmény:

- Alkalmas legyen a térbeli objektum alkotási folyamata során a stabilitás megtapasztalására, megértésére, tudatos alkalmazására. (M1)
- Valós és digitális térben egyaránt alkalmazható legyen. (M3)

- Összehasonlítható legyen a valós és a digitális térben szerzett tapasztalati tudás mérésére.
- Megadott korosztály számára megfelelő legyen. (M5)
- A feladatra szánt idő alatt teljesíthető legyen. (M5)

A meglévő, valós térben kipróbált konstruáló feladatokat az alapján elemzem, hogy megfelelnek-e a stabilitás megtapasztalása szempontjából.

A teoretikus kutatás 4.8. alfejezete (Konstruálás) alapján Richardson és Richardson (2011) a reprodukáló konstruálásban az elemek számát, illesztését és a konstruálási folyamatban meghatározható szabályszerűségeket vizsgálták. Pataky (2012) kutatásából is kiderül, hogy a konstruálási folyamatban a konstrukció megvalósításához használt egyes alkotóelemek megfogási és mozgatási lehetősége, rögzíthetősége kiemelten fontos. Mind ezt alátámasztja a GYIK Műhely oktatóinak kutatása (Szerkezetstabilitás című, 4.9. alfejezet), amely alapján beazonosítható, hogy az építés során milyen tapasztalatokat tudnak szerezni a gyerekek.

A korábbi kutatási eredmények alapján különválaszthatók az építésben szerzett tapasztalatok, valamint a szerkezet stabilitásában szerezhető tapasztalatok.

Valós térben a konstrukció építésében szerezhető tapasztalatok:

- Elemekkel történő manipuláció
- Az alkotóelemek rögzítése
- A konstrukció forgatása

Valós térben a konstrukció stabilan tartásában szerezhető tapasztalatok:

- A súlypont középen tartása
- Instabil helyzetek korrigálása

A téri alkotói folyamatban szerezhető tapasztalatok összegyűjtését követően az alkotói feladat jellegét határozom meg.

A teoretikus kutatás során bebizonyosodott, hogy a konstruáló alkotófolyamatok segítik a téri képességek fejlődését, valamint alkalmasak lehetnek a stabilitás megtapasztalására.

A továbbiakban megvizsgálom, hogy a három konstruálási folyamat közül melyik felel meg leginkább a kutatási célnak.

A *rekonstruáló feladatokban* egy eredetileg is stabil szerkezet lemásolása a cél, aminek az eléréséhez egy megadott összeépítési folyamatot minta alapján kell követnie az alkotónak. Az ilyen feladatokban a legtöbb esetben megjelenik az elemekkel történő manipuláció, az alkotóelemek rögzítése és a konstrukció forgatása. E feladatok elsődleges célja a rekonstruálóképességek fejlesztése, ezért feltételezhető, hogy szándékosan nem rejtenek el a lépések között olyat, ami instabil helyzetet teremt – ennek megfelelően a súlypont középen tartása és az instabil helyzetek korrigálása jellemzően nem fordul elő

az alkotói folyamatban. Ezért a rekonstruáló feladatok nem teljesítik azt a követelményt, hogy a stabilitást megtapasztalja a gyermek.

A *tervező konstruáló feladatok* tartalmazhatják a fent felsorolt szükséges lépéseket a tapasztalatszerzéshez, ugyanakkor ezek célja komplexebb, mint amire jelenleg szükségünk van a stabilitás megtapasztalásához. A megadott időkeretbe nem illeszthetők a tervezéshez szükséges időigény miatt, valamint a digitális felületen való alkalmazásuk is komplexebb digitális ismereteket kíván, mint a mérési korosztály tudása. Ezért a tervező konstruáló feladatok nem alkalmasak a jelen kutatásban való felhasználásra.

A teoretikus kutatás intuitív konstruálásról szóló, 4.8.2. alfejezetében, valamint a Szerkezetstabilitás című, 4.9. alfejezetben bemutatam az intuitív feladatok alkotói folyamataiban megtapasztalható stabilitást.

Az intuitív konstruáló feladatok alkalmazását erősíti meg Pallasmaa: „A képzelőerő számára a tárgy egyszerre van a kezünkben és a fejünkben; az elképzelt és kivetített fizikai képet saját testünk formálja meg.” (Pallasmaa, 2018, 14.) Az érzetekből, intuíciónál alakuló alkotások fejlesztő hatását Gyarmathy is alátámasztja: a szintézis, valamint az értékelés az alkotás alapja, amely során új ismereteket szerzünk, melyeket új keretekbe helyezünk. Az új szempontok szerinti tudás újrendezése akkor lehetséges, ha több opció közül lehet választani, mérlegelni, továbbá a tudásszerzést és a logikai gondolkodás fejlődését a szabad fantázia és a kreativitás egysége erősíti. A tevékenység során az interakció által jön létre a fejlődés (Gyarmathy, 2015b). A GYIK Műhelyben szerzett gyakorlati tapasztalataim megerősítik a fenti állításokat. A gyerekek által készített térbeli alkotások, amelyek építészeti inspirációból indulnak, közel állnak ahhoz az alkotói folyamathoz, amelyről Pallasmaa a hagyományos kultúrák építészetiével kapcsolatosan ír, miszerint az építkezést a test vezérli, és inkább haptikus érzetekből születnek alkotások, nem látásból (Pallasmaa, 2018).

Mindezek alapján megerősítést nyert, hogy a konstruáló feladatok közül az intuitív konstruáló feladat alkalmazása indokolt a mérésben.

A konstruáló feladat jellegének meghatározását követően szükséges megvizsgálni azokat a feltételeket is, amelyeknek teljesülniük kell ahhoz, hogy a feladat alkalmazható legyen valós és digitális térben is.

A konstruáló feladatokat az alapján elemzem, hogy megfelelnek-e a digitális térben való alkalmazásra.

Valós térben alkotásainkat az egocentrikus térben hozzuk létre, ezért a mérésekhez olyan alkotófeladat kitalálása a célom, amelyet valós és virtuális térben is az egocentrikus térben tudnak megoldani a gyerekek. A mért adatok összehasonlíthatósága miatt fontos, hogy a valós térben való alkotás és a digitális eszközökön való alkotás során ugyanazt a feladatot oldják meg.

A gyerekek alkotás közben az anyagszerúséget, textúrát, tömeget, állékonyságot, stabilitást tapasztalati úton ismerik meg. Ezt megerősíti Terbe is: az alkotói feladat sikeres megvalósításában jelentős szerepe van az inspiráció, az anyag és a technológia hármas egységének (Terbe, 2017). A valós térben szerzett tapasztalatokat figyelembe veszem a digitális térben, így olyan feladat megválasztása a célom, amelynek a megvalósításához digitális térben is adottak az anyagra és a technológiára vonatkozó követelmények.

Az alapanyag kiválasztásakor kiemelt figyelmet kell fordítani arra, hogy míg a valós térben, valós anyagokkal történő alkotás során nagyon fontos szerepe van a taktilitásnak, a digitális térben ez az észlelés másképp valósul meg, s egyenlő feltételeket kell teremteni mindkét médiumban.

Ugyanez felmerül az eszközhasználatnál, valamint az alkotóelemek illesztésénél, ragasztásánál is.

A feladat meghatározásakor fontos szempont volt, hogy a gyerekeknek az alkotás sikeres elkészítéséhez ne legyen szükséges ülőhelyet változtatniuk, azaz a modell forgatására, több nézőpontból való megtekintésére minden eszközön lehetőség legyen. Ez a kritérium már meghatározza az alkotófeladat léptékét és a méretet.

Az alkotófeladat léptékét az egyéni feladat jellege szabja meg. Nagy léptékű alkotásokra leginkább csoportosan van lehetőség.

Az alkotófeladatban a fent említett, inspirációra, anyagra és technológiára vonatkozó lehetőségeket tovább szűkíttem a korosztálynak megfelelően.

A feladat meghatározásakor figyelembe veszem Gyarmathy állítását, miszerint a motiváció jelentősen hozzájárul ahhoz, hogy a gyerekeket tevékenységben lehessen tartani, és biztosítani tudjuk a tevékenységnek megfelelő környezetet (Gyarmathy, 2015b).

A leszűkített paraméterek alapján megvizsgáltam azokat a meglévő feladatokat, amelyek módosítással vagy módosítás nélkül alkalmazhatók lehetnek a mérésben. A meglévő feladatok közül a Pataky Gabriella által alkalmazottakat (2012) és a GYIK Műhely *Táj-Tér-Tár* (2015) kiadványában szereplő feladatokat tekintettem át. A megfelelő feladat kiválasztásához többlépcsős szűrést alkalmaztam, melynek célja, hogy a megadott szempontok alapján leszűkíthető legyen a lehetséges feladatok száma.

Első lépcsőben a hét–kilenc évesek által egocentrikus térben megvalósítható, kis léptékű konstruáló feladatokat választottam ki.

Pataky (2012) kutatásából a fenti feltételnek a Varázstárgy, a Muzsikáló tárgy, Golyófolyó, Szélgép, Hajlék²⁶ feladatok felelnek meg. Ezekben a rendelkezésre álló anyagokból – amelyek között szerepel hurkapálca, papír, ragasztó, PET-palack – kell a gyerekeknek tárgyat készíteniük.

E feladatok átültethetősége a digitális térbe: A megnevezett felhasználható anyagok biztosítják a térbeliséget, és az elemek felhasználása megfelel a konstrukciós feladat paramétereinek. A fent említett feladatok megvalósítása digitális környezetben az anyaghasználat miatt megoldható. Az elemek egymáshoz való rögzítése a valóságban lehetséges ragasztóval, de digitális környezetben a ragasztás mint rögzítési mód nem alkalmazható. Így tehát ennek a kritériumnak ezek a feladatok nem felelnek meg.

A fenti feladatokban az építést papíralapú tervezés előzi meg, ezért azok inkább a tervező konstruáló feladatok közé sorolhatók, ennél fogva az intuitív konstruálásnak nem felelnek meg. Az elkészült objektumok funkciója és működőképessége fontos motiváció a gyerekeknél, így a feladatok a tárgytervezés, design témakörébe tartoznak, és bár

26 Feladatazonosító számok: Varázstárgy: 1001., Muzsikáló tárgy: 1003., Golyófolyó: 1004., Szélgép: 1005., Hajlék: 1006.

a folyamat során megtapasztalják a stabilitást, ennek a tudatosítása nem a feladat és a célkitűzés része.

Pataky kutatásában a Kártyatorony²⁷ feladatban a gyerekek előre felvágott, egyforma lapokat kapnak egy-egy bemetszéssel. A bemetszések segítségével úgynevezett szorításos rögzítéssel lehet az elemeket egymáshoz rögzíteni. A feladat célja minél magasabb torony építése a kartonlapokból.

A formára és a funkcióra nincs külön instrukció, így az intuitív konstruáló feladat kategóriájába sorolom. A rögzítési technika és a felhasznált alapanyagok fizikai tulajdonságai digitális környezetben is megvalósíthatók.

Pataky instrukcióiban szerepel, hogy „Vigyázz, biztonságosan álljon, mert ha eldőlné, azzal esetleg a körülötted lévő munkája is megsérülne” (Pataky, 2012, 207), ami alapvetően a szerkezetstabilitásra vonatkozik, de nem célja a tudatosítás.

Pataky (2012) kutatásának további feladatai²⁸ szintén tervező konstruáló feladatok, a tárgytervezés témakörébe tartoznak. Ami az anyaghasználatot és az alkotási technikát illeti, sík papírfelületről indulnak ki a gyerekek, és annak meghajtásával, alakításával hoznak létre a feladatkiírásnak megfelelő tárgyakat, de ennek során a stabilitás megtapasztalása nem egyértelmű. Továbbá a síklap hajtogatásának megjelenítése és megvalósítása a digitális felületen nehezen értelmezhető.

Gaul kutatása a tizenégy-tizenhat éves korosztályt vizsgálja, így a korcsoportbesorolás miatt nem releváns ebben a fejezetben. Az alkotófeladatok tervező konstruáló feladatok, ezért módosítás után sem alkalmasak az intuitív konstruálásra.

A GYIK Műhely *Táj-Tér-Tár* (2015) és *Táj-Tér-Tár+* (2018) kiadványában Eplényi, Schmidt, Szentandrás, Terbe térlátást fejlesztő feladatokat mutatnak be, a módszertanukat részletesen ismertettem a teoretikus kutatásban. A példatárban szereplő ötvenhat feladatból tizenhét²⁹ olyan intuitív alkotófeladat, amely azon túl, hogy alkalmas a szerkezet stabilitásának a megtapasztalására, megfelel a konstruáló feladat definíciójának is, így alkalmas lehetne a mérés során valós téri alkotófeladatnak is.

A tervezett mérőeszköz-prototípus egyik fő célja, hogy összehasonlítsa a valós és digitális térben a stabilitás megtapasztalását, ezért a kiválasztott feladatok esetében azt vizsgálom, hogy digitális térben megvalósíthatók-e. A vizsgálati szempontok meghatározásakor segítséget jelentett Pataky (2012) képességstruktúra-rendszere, amelyet a konstruktív feladatok értékeléséhez alkalmazott; ennek nyomán a munkafolyamat megvalósíthatósága, az alkotási folyamatban szükséges eszközök és az anyaghasználat alapján csoportosítom a feladatokat. A munkafolyamat megvalósíthatósága a digitális térben több alszemponton múlik, amelyek közül a legfontosabbak a korábbi fejezetekben bemutatott, a konstruálási folyamatban szererezhető tapasztalatok: az elemekkel történő manipuláció, az alkotóelemek rögzítése, a konstrukció forgatása, amit a feladatokra nézve így értelmezek: az alkotóelemek megfogási lehetősége, mozgatási lehetősége, rögzíthetősége.

27 Feladataazonosító száma: 1009.

28 Feladataazonosító száma: Kockacukortartó: 1008., Szatyor: 1010., Szerszámos táska: 1011., Uzsonnástáska: 1012.

29 Feladataazonosító számuk: 22., 23., 24., 27., 28., 31., 33., 34., 35., 36., 38., 39., 40., 41., 43., 44., 45.

Ezeket a szempontokat kizárólag az alapján veszem figyelembe most, hogy megvalósíthatók-e a digitális térben.

A rögzítést digitális térben nem tekintem megvalósíthatónak, amennyiben további alapanyag szükséges hozzá, például a kötözés, tűzés stb. További befolyásoló tényező, ha az elemek rögzítéshez használt technológia száradási időt igényel, mint például a ragasztás.

Az eszközhasználatnál azt a szempontot vettem figyelembe, hogy a valós térben alkalmazott elemek vágásához, felhasználásához stb. milyen eszközök szükségesek.

Az alapanyag-használatot illetően az számít, hogy az alkotáshoz megadott alapanyag fizikai tulajdonságai a digitális térben megjeleníthetők-e, értelmezhetők-e. Irreleváns, hogy például az eltérő anyagok, különböző fák, papírok érintése hogyan hat a haptikus észlelésre. A műszakirajzlap-vastagságú, vékony kartoncsíkokból készült alkotásokat megvalósíthatónak tekintem az alapanyag-felhasználás szempontjából annak ellenére, hogy az elemek szabad hajlíthatóságának lemodellezése a digitális térben kérdéseket vet fel. Döntésem oka, hogy a stabilitást bár befolyásolja az egyes elemek elhelyezése, de ha azok nem hajlíthatók, a stabilitás akkor is megtapasztalható az alkotói folyamat során. Ebben az esetben az elemek inkább egy merevebb kartonlaphoz hasonlítanak.

Egyes feladatoknál megjelennek olyan fizikai tulajdonságok, amelyek az alkotófeladat szempontjából megfelelőek, de összetettségük miatt elvonják a figyelmet a stabilitásról.

A táblázatban a feladatokat az értékelési szempontok alapján jelöltem. „Igen” jelölést kapott a feladat, ha digitális térben megvalósítható az adott szempont alapján.

elemek megfogása		elemek mozgathatósága		rögzítés módja		eszközhasználat		alapanyag használat	
igen	nem	igen	nem	igen	nem	igen	nem	igen	nem
1001	●	1001	●	1001	●	1001	●	1001	●
1003	●	1003	●	1003	●	1003	●	1003	●
1004	●	1004	●	1004	●	1004	●	1004	●
1005	●	1005	●	1005	●	1005	●	1005	●
1006	●	1006	●	1006	●	1006	●	1006	●
1009	●	1009	●	1009	●	1009	●	1009	●

8. táblázat: Az elemek értékelése a *Vizuális képességek fejlődése 6–12 éves korban, a tárgy-kultúra tanításának területén* című könyv (Pataky, 2012) feladatai alapján

A táblázatban szereplő sorszámok a *Táj-Tér-Tár+* kiadvány feladatainak sorszámaival egyeznek. A feladatokat a 2. számú melléklet tartalmazza.

elemek megfogása		elemek mozgathatósága		rögzítés módja		eszközhasználat		alapanyag használata	
igen	nem	igen	nem	igen	nem	igen	nem	igen	nem
22	•	22	•	22	•	22	•	22	•
23	•	23	•	23	•	23	•	23	•
24	•	24	•	24	•	24	•	24	•
27	•	27	•	27	•	27	•	27	•
28	•	28	•	28	•	28	•	28	•
31	•	31	•	31	•	31	•	31	•
33	•	33	•	33	•	33	•	33	•
34	•	34	•	34	•	34	•	34	•
35	•	35	•	35	•	35	•	35	•
36	•	36	•	36	•	36	•	36	•
38	•	38	•	38	•	38	•	38	•
39	•	39	•	39	•	39	•	39	•
40	•	40	•	40	•	40	•	40	•
41	•	41	•	41	•	41	•	41	•
43	•	43	•	43	•	43	•	43	•
44	•	44	•	44	•	44	•	44	•
45	•	45	•	45	•	45	•	45	•

9. táblázat: Az elemek értékelése a *Táj-Tér-Tár+* kiadványban szereplő feladatok alapján

A táblázat alapján jól látható, hogy a vizsgált feladatok az alkotóelemek megfogása és az eszközhasználat szempontjából mind megfelelnek. A kiválasztott tizenhét feladat közül csak három esetén jelent problémát az alapanyag a digitális térben, az elemek mozgathatósága szempontjából nyolc feladat nem megvalósítható. A digitális térben az alkotóelemek rögzítési módja jelentheti a legnagyobb kihívást.

A tizenhét feladatból négy esetén a megadott szempontok közül kettőből is akadályba ütközik a feladat digitalizációja, míg tizenkét feladat csak egy szempontnak nem felel meg. A kiválasztott feladatok közül egyedül a 28. számú felel meg az összes szempont alapján a digitális felületen.

Nagy kihívást jelent az alkotófeladat meghatározásában, hogy digitális eszközön az alkotóelemek technológiailag hogyan rögzíthetők egymáshoz. A valós anyagokkal való alkotás közben a mechanikai rögzítések (ragasztás, tűzés stb.) olyan technológiai akadályokat jelenthetnek, amelyeket a digitális folyamatba nem észszerű beépíteni (például a ragasztó száradási ideje), ugyanakkor a munkafolyamat miatt nem elhanyagolhatók. Ezért az elemek egymáshoz való rögzítéséhez a szorításos technológiát választottam, amely ugyanolyan feltételekkel valósítható meg manuálisan és digitálisan.

Pataky feladatai közül az 1109. számú Kártyatorony hasonló a GYIK Műhely 28. számú feladatához. Mindkét feladatban alapvető elvárás a stabilitás. Ebből a szempontból a 1109. feladat esetén nehézségnek látom, hogy az alkotóelemek közepén előre kialakított vágást hoznak létre, ami determinálja a rögzítés helyét. Ez a folyamat nem teszi lehetővé a súlypontból való kimozdulást, így a stabilitás megtapasztalása nem feltétlenül a szerkezetből adódik, hanem az alkalmazott rajzlap nem kellően merev fizikai tulajdonságából. A feladatban az instabil helyzetek korrigálására kevés lehetőség van. Az egy ponton való

rögzítés az intuícióban is korlátozza az alkotókat, és ez a motiváció csökkenéséhez vezethet. *Táj-Tér-Tár* feladatgyűjtemény 28. számú feladata anyag és rögzítés tekintetében jobban megfelel a stabilitás vizsgálatára, ugyanakkor az inspiráció túl komplex ahhoz, hogy a megadott időkeretben megvalósítható legyen az alkotási folyamat.

A végleges mérési feladatot a kiválasztott két feladat egyesítésével határoztam meg. Ennek során további szempont volt, hogy az építésre szánt idő ne befolyásolja az eredeti célt és a minőséget, valamint a folyamat megfigyelhetősége, adathordozón való rögzíthetősége is megvalósítható legyen:

„A megmutatott technikával építs minél magasabb tornyot ezekből a kartonokból! Fontos, hogy a szerkezetnek stabil alapja legyen. Olyan sok kartont használhatsz, amennyit csak szeretnél. Ha nem megfelelő a karton hossza, vágthatod őket kisebb darabokra is.”

Instrukciók:

- Először próbáld meg összeilleszteni 2 darabot!
- Emeleteket így tudsz csinálni.
- Függőlegesen is rakhatod.
- Nem kell nagyon mélyen bevágni.
- Ha véletlenül levágod, nyugodtan dobd el azt az elemet, és vedd el egy másikat!
- Ha egy kicsit megtörik a karton, nem baj, de ne erővel csináld!
- A próba után 12 perced van arra, hogy építsd a tornyot.

A szerkezeti besorolás szerint ez a feladat vonalszerű alkotóelemekből épül fel.

A stabilitás szempontjából: A mérés során az alkotói folyamat az asztalon történik, vagy ennek megfelelő digitális környezetben, így a környezetből adódóan nincs olyan tényező, amely befolyásolhatná a szerkezet helyzeti stabilitását. A feladatban alkalmazott alapanyag biztosítja azt, hogy a szerkezeti elemek önmagukban nem hajlanak meg, nem csavarodnak el, így alakstabilitás nem jöhet létre a nem megfelelő anyaghasználat miatt. A szerkezet alakjára vonatkozó problémák az elemek nem megfelelő rögzítéséből adódhatnak. A konstrukció szerkezeti stabilitása az építés során a nem megfelelően elhelyezett elemek során válhat instabillá.

A feladat megfelel az elvárt követelménynek a stabilitás megtapasztalására.

A feladat valós és digitális térben is alkalmazható.

A feladat megfelel a kutatásban meghatározott korosztály számára.

A feladat elvégezhető 12 perc alatt.

A feladatot a GYIK Műhely csoportjain kívül is teszteltük a teoretikus kutatásban említett *Art & Science* programban, valamint egy mentálhigiénés programsorozat részeként, melynek célja volt, hogy közös alkotófeladatokon keresztül közeledjenek egymáshoz látó és nem látó gyerekek (Szentandrás, 2022).



36. ábra: Látó és nem látó gyerekek közösen elkészített konstrukciója

A meghatározott téri feladat digitális környezetben való megjelenésénél kifejezetten figyelmet kell fordítanunk arra a teoretikus kutatásban Cseh András által tett megállapításra, amely szerint a „A téri tudás megszerzésére irányuló tanulási folyamatban a cél a valóság megértésére irányuló értelmezés...” (Cseh, 2015, 13). A digitális környezetben ha téves fizikai valóságot tapasztalnak a gyerekek, annak következményei lehetnek a későbbiekben a teoretikus kutatásban bemutatott, Csapó által megfogalmazott állítás értelmében, amely szerint a formális oktatásban kiemelt szerepe van annak a tudásnak, amivel a diákok érkeziknek, mivel az új tudást a meglévőhöz tudják kapcsolni (Csapó, 2003).

A téri tudás megszerzésére alkalmas a modell méretű építmény megvalósítása során szerzett tapasztalat, amit a Bazalt Iskola módszertana is igazol. Az 1 : 1 léptékű építés előtt a gyerekek modellt építenek, s közben a térrel kapcsolatos tapasztalatokat is szereznek (Cseh et al., 2023).

Az alkotófeladat meghatározását követően szükséges meghatározni azt a digitális eszközt, amelyen a feladatot a gyerekek el tudják végezni.

5.3.3.3. A digitális eszköz, felület meghatározása

A 4.3. alfejezetben részletesen bemutatam a digitális tanulási környezetet.

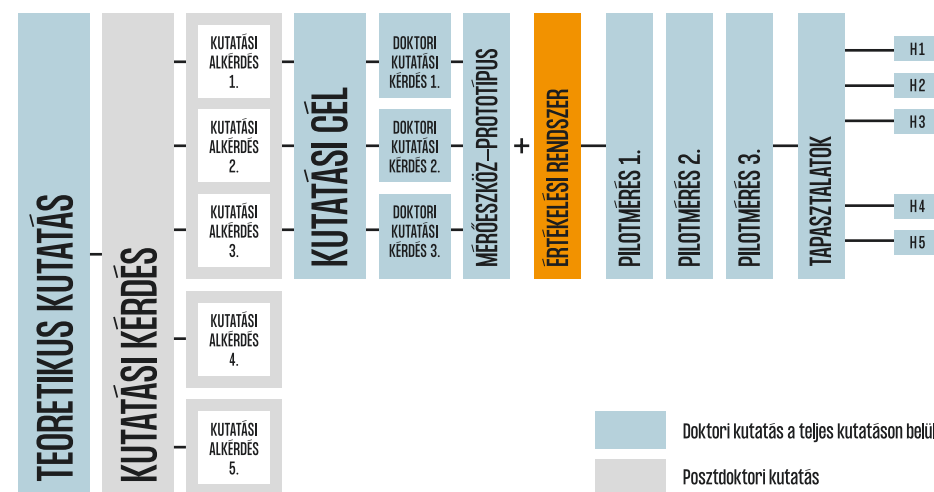
„Laboratóriumi és terepkutatások (például Péruich–Belingard–Thinus-Blanc, 2000) egyaránt azt találják, hogy a számos virtuális megvalósítást (vizualizáció, virtuális valóság, kiterjesztett realitás stb.) sokfajta eszközzel (falra vetítés, számítógép-képernyős bemutatás, okos szemüveg stb.) közvetíteni képes virtuáliskörnyezet-technológia (VET, *Virtual Environment Technology*) tartalmazhatja az összes lényeges információt, amit az emberek a valós környezetekben használnak. A VET technológiák két fő csoportja – az asztali rendszerek (rögzített monitor, egér- vagy joystickhasználat) és az immerzív rendszerek (például fejre rögzíthető eszköz vagy okos szemüveg), ahol ténylegesen mozoghat a test – közül a tényleges környezeti aktivitást lehetővé tevő rendszerek sokkal hatékonyabban

segítik a valós környezeti tudás kialakulását.” (Düll, 2017, 141.) A teoretikus kutatás során bebizonyosodott, hogy a mozgásnak és a haptikus érzékelésnek szerepe van a téri észlelésben, ezért az eszközválasztásban nemcsak a vizuális képmegjelenítés, hanem az ábrázoláshoz szükséges eszköz is szerepet játszik. A VR-szemüveghez, amely valósághoz közeli térérlelményt ad, egyujjas *controller* tartozik, amelynek a segítségével a hűvelykujjainkkal tudunk választani több funkció közül. A tableten, sík képernyőn, térhatású virtuális térben, *touchscreen* (érintőképernyő) segítségével manipulálhatunk, amely lehetővé teszi, hogy az alkotáshoz mindkét kezünket használjuk, s ez közelebb áll a valós térben, valós anyagokkal való manipulációhoz. Jelen doktori disszertációban nem térek ki a két kéz együttes használatának az agyi működésre vonatkoztatott előnyeire.

Ez alapján tablet és VR típusú digitális eszközön való alkotói folyamatra szükséges kiterjeszteni a teljes kutatást, amelyből a **doktori kutatáshoz tartozó almérőműszer prototípusához a tabletet alkalmazzuk**. A feladat megoldásához nem szükséges avatár, mivel az alkotó helyhez van kötve.

Miután meghatároztuk a mérési folyamatot, a mérés során megoldandó alkotófeladatot, valamint a digitális eszközt, a következő lépés, hogy megvizsgáljuk a stabilitásra vonatkozó tapasztalat- és tudásszerzés mérhetőségét.

5.3.4. A stabilitásra vonatkozó tapasztalat, tudás megszerzésének, alkalmazásának, mérhetőségének meghatározása



37. ábra: A disszertáció felépítése az értékelési rendszer jelölésével

Az alkotói feladat és az alkotói médiumok ismerete alapján tudunk továbblépni a mérhetőség kérdésében a doktori kutatási kérdések mentén.

A doktori kutatás 1. és 2. kérdésére az építési folyamatban történő események alapján kapunk választ, míg a 3. doktori kutatási kérdésre az építési folyamatot követően. Ezért a mérhetőség meghatározásában a továbbiakban először az 1. és 2. doktori kutatási kérdéssel foglalkozom, ezt követően a 3.-kal.

5.3.4.1. A stabilitásra vonatkozó tudás megszerzésében az alkotói folyamat során szerzett tapasztalatok meghatározása

A teoretikus kutatásban részletesen esett szó az alkotói folyamatban szerzhető tapasztalatokról. Ez alapján a konstruáló építési folyamatban szerzhető tapasztalat az elemekkel történő manipuláció, az alkotó elemek rögzítése és a konstrukció elforgatása. Ezek mérése szükséges a kutatási cél eléréséhez.

A konstruálási folyamatban a konstrukció stabilan tartásában szerzhető tapasztalatok, amelyek a súlypont közepén tartása és az instabil helyzetek előfordulása, korrigálásának mérése szükséges.

5.3.4.2. A tapasztalati úton megszerzett stabilitásra vonatkozó tudás szintjeinek meghatározása

A tanulási folyamat által létrejött tudás leginkább a kognitív-pszichológiai elvek mentén mérhető. A tudás szintjeinek kategóriáit a taxonómiák határozzák meg, amelyek a kognitív és a pszichomotoros területeken egyaránt elfogadottak. Az oktatásban a kognitív terület alkalmazására van nagyobb gyakorlat. Ebben az esetben Bloom taxonómiája alapján az ismeret, a megértés, az alkalmazás és az új létrehozása szintekre bontható a megszerzett tudás, a gondolkodás szintje (Bloom, 1976).

A problémamegoldás első lépése a probléma felismerése, amihez előzetes tudás szükséges. A problémákat, feladatokat gondolkodási folyamaton keresztül lehet megoldani.

A Bloom által kidolgozott, gondolati folyamatokat fókuszba helyező tudásrendszer hierarchikus, és hat egymásra épülő szintből áll, amelyek az értelmi fejlődés szintjeihez igazodnak (Bloom, 1976).

GONDOLKODÁSI SZINT		A TANULO VISELKEDESENEK / CSELEKVÉSENEK JELLEMZŐJE
ismeret		emlékezés, felismerés, felidézés
megértés		értelmezés, saját szavakkal történő leírás, interpretálás
alkalmazás		problémamegoldás
magasabb rendű műveletek	analízis	elemzés, a lényeges elemek, struktúrák feltárása, motívumok értelmezése
	szintézis	egyéni és eredeti produktumok létrehozása
	értékelés	vélemény és ítéletalkotás saját értékrend alapján

10. táblázat: Bloom hat szintje (Bloom, 1976)

De Block taxonómiája a különböző pszichikus funkciókhoz köthető viselkedésre irányul: a kognitív (intellektuális), a pszichomotoros (mozgással kapcsolatos), a volucionális (szabad akaratból való), és az affektív (érzelmi) területekre.

De Block taxonómiája A viselkedés különböző pszichikus funkciókban

Szint	Kognitív terület	Pszichomotoros ter.	Volucionális terület	Affektív terület
1. ismeret	tudatában van valaminek	érezkesszervvel érzékel	nem tanúsít ellenállást	figyelmes
2. megértés	reprodukálni tudja	példát utánoz	elvállal valamit	nyitott valamire
	felfogja az értelmét	átlatása van	beleéli magát	átérez valamit
3. alkalmazás	elmondja a saját szavaival	bemutat	hajlandó valamire	áhitattal teli valami iránt
		kiválaszt érzékkeléssel	helyesel	
		fel/leszerel		
	alkalmazni tudja új helyzetben	ural valamit	kész valamire	teljesítésre talál
4. integrálás	tervez	fel/leszerel valami újat	ajánl valamit	élvez valamit
	kiegészít	elkészít	kíván valamit	kielégítésre talál
		összeállít		
4. integrálás	önkéntelenül alkalmazza	gyors valamiben	vágyakozik valamire	meghatódik valamitől
	sajátjaként éli meg	biztos valamiben	törekszik valamire	kiáll valami mellett
		Szakértelmet bizonyít	önkényesen valaminek	csodál valamit

11. táblázat: De Block taxonómiája (Nyéki, 1993)

A kognitív és a pszichomotoros területek szintjeihez tartozó meghatározások alapján látható, hogy mindkettő szorosan kapcsolódik az alkotófolyamathoz és az annak során szerzett tudáshoz.

A kognitív terület kulcsszavai

Viselkedési szint	Kognitív terület
Ismeret	Emlékezik, felismer, megjegyez, jelez, észrevesz, említ
Megértés	Utánanéz, leír, kifejez magyaráz, azonosít, kiválaszt, jellemez, gyűjt, összehasonlítja a lényeges jegyeket, megkülönböztet
Alkalmazás	Gondosan kidolgoz, befejez, ábrázol, irányít, előállít, lefordít, Felfedez, bírál, értékkel, elemez, kiszámít
Integrálás	Szintézist készít, tervez, szerkeszti, levezet, önként tesz, igazodik valamihez, azonosul valamivel

12. táblázat: De Block taxonómiájához kapcsolódóan a kognitív terület kulcsszavai (Nyéki, 1993)

A pszichomotoros terület kulcsszavai

Viselkedési szint	Pszichomotoros terület
Ismeret	Mutat, felír, lemásol, utánoz, tapint, szagol, izlel, hallgat, megfigyel
Megértés	Alapvetően bemutat, összerak, szétszed, kipróbál, megpróbál, szelektív módon észlel, munkamódszert, mutat be
Alkalmazás	Készít, gyakorol, edz, épít, használ. Fenntart, végrehajt, ügyesen bánik vele, össze- vagy szétszerel valami újat, reszel, fűrészlel, meghajlít, forraszt, vág, főz
Integrálás	Helyes testtartást vesz fel, megfelelő anyagot választ, termel, helyesen használja a szerszámokat, automatikusan cselekszik, habozás nélkül hajtja végre, ellenőrzi a saját munkáját, könnyedén mozog

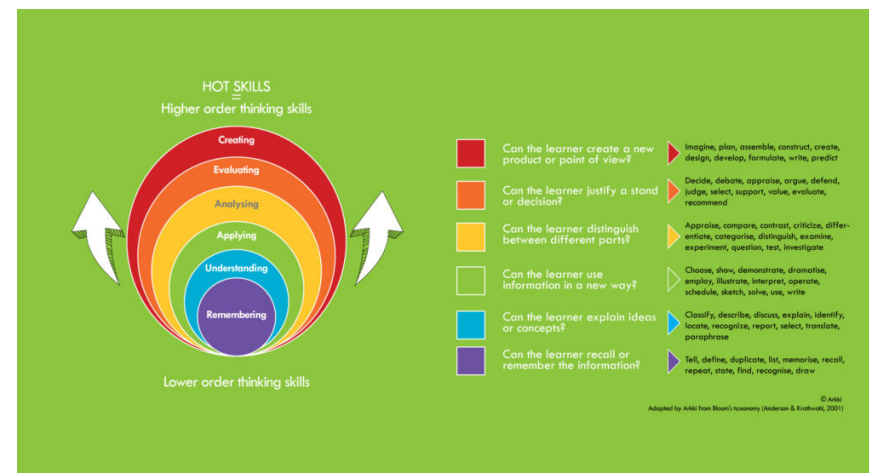
13. táblázat: De Block taxonómiájához kapcsolódóan a pszichomotoros terület kulcsszavai (Nyéki, 1993)

Krathwohl 2002-ben Bloom taxonómiáját felülvizsgálva hozott létre egy módosított taxonómiát. A Bloom-taxonómia legfelső szintje a szintetizálás, míg Krathwohlnál az alkotás (*create*).

A kognitív folyamat 6. szintje így az alkotás, amelynek részei: „6.0 Alkotás – Elemek összeillesztése egy újszerű, koherens egész vagy eredeti termék létrehozása érdekében. 6.1 Megvalósítás. 6.2 Tervezés. 6.3 Előállítás.” (Krathwohl, 2002, 215.)

Krathwohl taxonómiájában „Az alkotáson keresztüli megértést tekintik az oktatás legfontosabb eredményének, melynek bevonása, illetve hiánya a taxonómia táblázatában rögtön megjelenik” (Krathwohl, 2002, 216), melyben az alkotás és a megértés a krathwohl taxonómia egyes szintjeit jelentik.

Az Arkki kutatói a Bloom-taxonómia alapján a gondolkodáshoz szükséges legfontosabb képességeket rendszerezték, eszerint az alkotás a legmagasabb rendű gondolkodási képességhez szükséges.³⁰



38. ábra: Arkki oktatási programjában megjelenő taxonómia³¹

Heacox, K. Nagy és Gyarmathy az intelligenciatorokot és Bloom taxonómiáját együttesen alkalmazva a tevékenységen keresztüli fejlesztést vizsgálták (Heacox, 2006; K. Nagy, 2012; Gyarmathy, 2015b).

Gyarmathy a tehetséges gyerekek komplex vizsgálatához és fejlesztéséhez az aktivitásmátrixba rendelt tevékenységeket, melynek vízszintes sorai a Bloom-taxonómia szintjeiből indulnak ki, a függőleges sorok a gardneri intelligenciamodell faktorai (Gyarmathy, 2015b).

Gyarmathy aktivitásmátrixának 3. táblázatában látható, hogy a „C” sor, a téri-vizuális intelligencia a tudás minden szintjén megjelenik, és jól szakaszolható az egyes korcsoportokra. Míg a kisgyereknél ötletelés és képzelet alapján mutatkozik meg a téri vizualitás, az iskolás korúak már jobban rendszerezik a tudásukat szabályok és ismeretek köré.

30 Lásd <https://www.arkki.com/arkki-education>.

31 Forrás: <https://www.arkki.com/arkki-education>, utolsó megtekintés: 2023. június 3.

	Észlelés utánzás	Ötletelés képzelt	Szabályok ismerete	Alkalmazás gyakorlás	Szintézis, kapcsolat	Kritikai gondolkodás
Mozgásos						
Zenei						
Téri- vizuális						
Nyelvi						
Log- Mat.						
Társas						
Önreflexív						

14. táblázat: Az eredeti aktivitásmátrix-táblázat vizuálisan módosított verziója – korosztály alapján³²

	Észlelés utánzás	Ötletelés képzelt	Szabályok ismerete	Alkalmazás gyakorlás	Szintézis, kapcsolat	Kritikai gondolkodás
Mozgásos						
Zenei						
Téri- vizuális						
Nyelvi						
Log- Mat.						
Társas						
Önreflexív						

15. táblázat: Az eredeti aktivitásmátrix-táblázat vizuálisan módosított verziója – tevékenység alapján

A táblázat az első-második oszlopa alapján látható, hogy kisgyerekkorban a téri-vizuális intelligenciát próba szerencse alapján tapasztalják meg a gyerekek, majd ezt követi iskoláskorban (harmadik-negyedik oszlop) a módszeres gyakorlás, azután fiatal- és felnőttkorban az értő alkotótevékenység. Ez alátámasztja Krathwohl taxonómiáját is, amelyben az alkotás állt a tudás legmagasabb szintjén.

	Észlelés utánzás	Ötletelés képzelt	Szabályok ismerete	Alkalmazás gyakorlás	Szintézis, kapcsolat	Kritikai gondolkodás
Mozgásos						
Zenei						
Téri- vizuális						
Nyelvi						
Log- Mat.						
Társas						
Önreflexív						

16. táblázat: Az eredeti aktivitásmátrix-táblázat vizuálisan módosított verziója – tudás alapján

A táblázat értelmében a kisgyermekkorban a próba szerencse alapon megtapasztalt tudásra (Bloom 1–2. szintje) mintegy előkészítőként tekinthetünk, azaz a Bloom 3–4. tudásszintjeként értelmezhető alaptudás előfeltételeként. Erre alapozva fiatal- és felnőttkorban az egyén képes a tudása kiterjesztésére, ami jelentheti az absztrakciót.

A fenti táblázatok alkalmazásának sikeressége megerősíti a korábban bizonyított *learning by doing*, vagyis a tevékenység során fejlődő tudás eredményességét.

5.3.4.2.1. Az aktivitásmátrix alkalmazása a stabilitásra vonatkozó tudás szakaszolásában

A szerkezetek fizikai jellemzőinek, valamint a GYIK Műhelyben szerzett tapasztalatok alapján az építési folyamatban a konstrukció építésének kezdetén még nem értelmezhető a stabilitás, mivel a kevés elem még nem alkot olyan szerkezetet, amely kibillenhet a súlypontjából, és így instabil lenne. Emiatt elegendő mennyiségű elem és azok egymáshoz való téri viszonya szükséges ahhoz, hogy a konstrukció a súlypontjából ki tudjon bil-

32 Az eredeti táblázat tartalma és szerkezete a vizuális módosítás során változatlan maradt. Az eredeti táblázatot a 3. melléklet tartalmazza.

lenni, és a folyamatban megjelenjen az instabilitás, amely helyzet megoldása során stabilitásra vonatkozó tapasztalatokat szereznek a gyerekek. A stabilitási helyzet elérésének feltétele az elemekkel való további manipuláció (megfogás, forgatás, rögzítés), valamint szükség lehet a teljes szerkezet forgatására a korrigáló elem megfelelő helyének kiválasztása érdekében. Ezért az építés során el kell jutni arra szintre, amikor a szerkezet a mérete, formája miatt már megbillenhet. A folyamat szakaszolása szempontjából ez azt jelenti, hogy az alkotói folyamat két részből áll. Az első részben még nem jelenik meg a szerkezet instabil állapota. Ez a felkészítő szakasz csak az építésről szól, amely a feltétele a második résznek. A szerkezet a második részben válhat instabillá, aminek a korrigálásához stabilitási képesség szükséges, amelyet az előkészítő és az alaptudásszakaszban szerez meg a gyerek. A stabilitásra vonatkozó tudásszerzés mindkét része a teljes építési folyamat rendszeréhez tartozik, ezeket egymástól különválasztani nem lehet, az egész folyamatra nézve, holisztikusan értelmezhető.

Feltételezem, hogy külön az építés, amely megelőzi a stabilitást is, az előkészítő és az alaptudásszakaszokból áll. Disszertációm fókuszában nem a fent említett felkészítő szakasz áll, ezért ennek az alszakaszait külön nem vizsgálom.

Az aktivitásmátrixban megjelenő kiterjesztési szakasz a fiatalokra, felnőttekre vonatkozik, illetve a gyermekek tehetséggondozására, ezért jelen kutatásomban ezt a szakaszt sem vizsgálom.

Gyarmathy aktivitásmátrixának felső sorához igazodva, a fentiek értelmében, megjelenik a felkészítő szakasz, így a teljes alkotási folyamat a felkészítő szakaszból, az előkészítő szakaszból és a módszeres szakaszból áll, melyeket az alábbiak szerint definiálok.

Felkészítő szakasz: A szint az alkotás nulladik időpontjában indul, és addig tart, amíg a szerkezet mérete és/vagy kialakítása már lehetővé teszi az instabil helyzetet.

Előkészítő szakasz: A szerkezet mérete és kialakítása már lehetővé teszi az instabil helyzetet. A stabil helyzet megtartására való törekvés és/vagy az instabil helyzetek korrigálása **próba szerencse** alapon működik. Még nem jelenik meg a tudatosság. Erre a szintre jellemző, hogy az objektum építése még lassabb tevékenység, és nem módszeres. Jellemzői: az elemek helyének keresgélése, többféle megoldás alkalmazása, szélsőséges helyzetek kipróbálása, bizonytalan mozdulatok, határozatlanság.

Alaptudás szakasza: Erre a szintre jellemző, hogy a stabil helyzet megtartását és/vagy az instabil helyzeteket ugyanolyan vagy hasonló módon, **módszeresen** korrigálja (például csak az objektum tetejére rakott elemekkel próbál kiegyensúlyozni, vagy a teljes szerkezetet oldalról igyekszik kitémasztani). A korrigálás ebben a szakaszban már gyorsabb, tudatosabb tevékenység. További jellemzői: határozott elemelhelyezés, határozott mozdulatok, felfedezhető a tudatosság, rendszeresség.

		Észlelés utánnás	Ötletelés képzelet	Szabályok ismerete	Alkalmazás gyakorlás	Szintézis, kapcsolat	Kritikai gondolkodás
Téri-vizuális	felkészítő	előkészítő		alaptudás		kiterjesztés	

17. táblázat: Az aktivitásmátrix alapján a stabilitásra vonatkozó tudás szakaszolása

Az összesítés alapján a mérési során az alábbi mérési adatokra van szükség:

Felkészítő szakasz:

- A felkészítő szakaszban felhasznált elemek manipulációja
- A felkészítő szakaszban az elemek sikeres illesztése, rögzítése
- A felkészítő szakaszban az objektum forgatása
- A felkészítő szakaszban történő zoomolás – tablet esetén
- A felkészítő szakasz hossza

Előkészítő szakasz:

- Az előkészítő szakaszban felhasznált elemek manipulációja
- Az előkészítő szakaszban az elemek sikeres illesztése, rögzítése
- Az előkészítő szakaszban az objektum forgatása
- Az előkészítő szakaszban történő zoomolás – tablet esetén
- Az előkészítő szakaszban bekövetkező instabil helyzetek száma
- Az előkészítő szakaszban az instabil helyzetek korrigálása
- Az előkészítő szakasz hossza

Alaptudás szakasza:

- Az alaptudás szakaszában felhasznált elemek manipulációja
- Az alaptudás szakaszában az elemek sikeres illesztése, rögzítése
- Az alaptudás szakaszában az objektum forgatása
- Az alaptudás szakaszában történő zoomolás – tablet esetén
- Az alaptudás szakaszában instabil helyzetek száma
- Az alaptudás szakaszában az instabil helyzetek korrigálása
- Az alaptudás szakaszának hossza

5.3.4.3 Az alkotói folyamatban szerzett tapasztalatok és a stabilitásra vonatkozó tudás szintjeire vonatkozó mérési adatok kódolása

A teljes alkotói folyamatot mind valós, mind digitális térben videófelvételeken rögzítettük a gyerekek szemszögéből szemmozgáskövető eszközzel.

A videón rögzített folyamatban a meghatározott mérési adatokat kódolással értékeltük ki. A kódoláshoz meghatároztuk a mérési adatoknak megfelelően a viselkedési sémákat, az alapján, hogy pontszerűen (például: darab) vagy eseményszerűen megjelenő tevékenységről van-e szó, mely eseménynek egyértelmű kezdeti és végpontja van

(például: idő). Az így meghatározott viselkedéseket a kifejezetten viselkedéskódolásra tervezett Observer XT15 szoftverrel kódoltuk, ennek a segítségével a kvalitatív adatokból kvantitatív adatokat kaptunk. A két kódolót három szakértő készítette fel a szoftver használatára és a kódolásra. A kódolás eredményeit a JASP statisztikai program segítségével dolgoztuk fel.

A korábban meghatározott mérési adatok definíciója szükséges ahhoz, hogy a videó kódolást végzők ugyanazt értsék rajtuk:

Elemmanipuláció: Az objektumot alkotó egyes kartonokat nevezzük elemeknek. A mérés kezdőpontja az, amikor a gyerek megfogja, hozzáér az elemhez, és addig tart, ameddig el nem engedi. A valós téri alkotófolyamatban a vágási idő is ideszámít. Mértékegysége: idő.

Elem sikeres illesztése: A gyerek a megfogott elemet sikeresen illeszti egy másik elemhez. A fogadó elem lehet az objektum egy eleme, vagy ha külön objektumokat kezd el építeni, amelyeket később összeilleszt, az is megfelelő. Amennyiben az illesztés később szétesik, de van olyan stabil állapot, ami legalább öt másodpercig tart, az sikeres illesztésnek számít. Mértékegysége: darab.

Objektum forgatása: Az elemekből álló objektumot megforgatja a térben. A forgatás szöge, iránya nem befolyásolja azt, hogy forgatásnak számít-e. Mértékegysége: darab.

Zoomolás tableten: Közelíti vagy távolítja az objektumot. Ha több lépcsőben éri el a kívánt távolságot, minden szakasz külön zoomolásnak számít. Mértékegysége: darab.

Objektum megbillenése: Az objektum az építés során megbillen. Ha nem korrigálja a gyerek, hanem tovább épít, és újra megbillen (tablet esetén), az új megbillenésnek számít. Mértékegysége: darab.

Objektum felborul: Az objektum az építés során felborul. Mértékegysége: darab.

A tudásszintre vonatkozó definíciókat a felkészítő szakaszra, az előkészítő szakaszra és az alaptudásra egy korábbi fejezetben már megadtam. Mindhárom szakaszt idő alapján kódoljuk.

A kódolók a megadott táblázatok alapján kódolják a szükséges mérési adatokat:

Behavior Name	értelmezés	mértékegység	behavior type
Térkihasználás			
1 Elem manipuláció	Az objektumot alkotó egyes kartonokat nevezzük elemnek. A mérés kezdő pontja ahog megfogja, hozzáér az elemhez és addig tart ameddig el nem engedi. (valós térben a vágási idő is ide számít)	idő	State event
2 Elem sikeres illesztése	A megfogott elemet sikeresen illeszti egy másik elemhez. A fogadó elem lehet az objektum egy eleme vagy ha külön objektumokat kezd el építeni, amit később összeilleszt, az is megfelelő. Ha az illesztés később szétesik, de van olyan pillanat (5 sec), amikor stabil, azt sikeres illesztésnek számít	db	Point even
3 Objektum forgatása	Az elemekből álló objektumot megforgatja a térben. A forgatás szöge, iránya nem befolyásolja azt, hogy forgatásnak számít-e.	db	Point even
4 Zoomolás, (tableten)	Közelíti vagy távolítja az objektumot. Ha több lépcsőben éri el a kívánt távolságot, minden szakasz külön zoomolásnak számít. Valószínűleg csak tableten értelmezhető. Van erre külön funkció gomb.	db	point even

Behavior Name	értelmezés	mértékegység	behavior type
Stabilitás			
5 Objektum felborul	Az objektum az építés során felborul.	db	point even
6 Objektum megbillenése	Az objektum az építés során megbillen. Ha nem korrigálja a gyerek, hanem tovább épít és újra megbillen, az új megbillenésnek számít.	db	point even

Tudásszint			
8	Felkészítő szakasz	A szint a mérés 0- dik időpontjában indul. És addig tart, míg a szerkezet mérete és/vagy kialakítása már lehetővé teszi az instabil helyzetet.	idő state event
9	Előkészítő szakasz	A szerkezet mérete és kialakítása már lehetővé teszi az instabil helyzetet. A stabil helyzet megtartása és/vagy az instabil helyzetek korrigálása próbaszerencse alapon működik. Még nem jelenik meg a tudatosság. Erre a szintre jellemző, hogy az objektum építése még lassabb tevékenység és nem módszeres. Jellemzői: elemek helyének keresgélése, többféle megoldás véletlenszerű alkalmazása, szélsőséges helyzetek kipróbálása, bizonytalan mozdulatok, határozatlanság	idő state event
10	Alaptudás	Erre a szintre jellemző, módszeresen törekszik a stabil helyzet megtartására és/ vagy az instabil helyzeteket módszeresen korrigálja. (például csak az objektum tetejére rakott elemekkel próbál kiegyensúlyozni, vagy a teljes szerkezetet oldalról próbálja kitámasztani.) A korrigálás ebben a szakaszban már gyorsabb, tudatosabb tevékenység. További jellemzői: határozott elem elhelyezés, határozott mozdulatok, felfedezhető a tudatosság , rendszeresség.	idő state event

18. táblázat: A videók kódolásához meghatározott tevékenységek: értelmezés, mértékegység, típus

Az alkotófolyamat során nem értékeljük a gyerekeket, célunk, hogy a tapasztalat vezesse el őket a megértéshez, amelyben a fizikai törvényszerűségek alkotják a szabályokat. Vagyis ezek megtapasztalása, felismerése és elfogadása jelentheti azt a szintet, amikor módszeressé válik az instabil helyzetek korrigálása.

A méréseket és a mérési eredmények kiértékelését mind a valós térben, mind a tableten alkotó gyerekek esetén elvégezzük, és az eredményeket összehasonlítjuk.

A doktori kutatás 3. kérdésére az alkotási folyamatot követően kerülhet sor.

csökkentésében is szerepet kaphat. A verbális kommunikáció a kutatás számára információt jelenthet a kognitív folyamatok alaposabb megismeréséhez.

A kérdések a téri gondolkodásra és a tudatosságra is kitértek; lásd őket az 5. számú mellékletben.

5.3.6.2. Értékelés megfigyelés alapján

Egyes folyamatok mérésére nem alkalmas a videókódolás, azok természete okán. Az ilyen folyamatok egyéni megfigyeléssel értékelhetők, előre meghatározott szempontok szerint, amelyek a következők:

- Az épülő objektum formai alakításánál hogyan használja a gyermek a teret?
- Hogyan törekszik a gyermek az objektum súlypontjának a megtartására?
- Hogyan törekszik a gyermek az instabil helyzet korrigálására?
- Az objektum forgatására vonatkozó módszerek
- Tablet esetén kezek, ujjak használata az alkotás során
- Milyen nehézségeik vannak az építés során?

Az értékelés módja: szöveges.

A mérési folyamatot követően a gyerekek két tesztet töltenek ki, amelyek eredményei Pulay Márk kutatótársam disszertációjához szükségesek. Ezek részletes bemutatására jelen dolgozatban nem térek ki.

- Vizuálispercepció-teszt – MVPT-4,³³ validált, jogtiszt, gyorsan felvehető teszt
- Nagymozgásos teszt, részleges felvétel – Lakatos Katalin alapján³⁴

5.3.6.3. Szülői kérdőív

A szülői kérdőív létjogosultságát egyrészt az indokolja, hogy a konstruáló feladatok az iskolai gyakorlatban ritkán jelennek meg a feladathoz szükséges anyag- és eszközigények miatt (Pataky, 2012), ugyanakkor nem kizárt, hogy a gyerekek az iskolán kívüli találkoznak ilyen típusú tevékenységgel. Ennek feltárására, az alkotói folyamatok és a gyerekekkel való beszélgetés kiegészítésére keressük meg az alkotásban részt vevő gyerekek szüleit. Továbbá a gyerekek fejlődésében, a tudásszerzés folyamatában jelentős szerepe van a környezetnek. Számos kutatás foglalkozik a tanulási környezettel a családi, társadalmi környezeti hatás szempontjainak vizsgálata alapján, amelyek a gyermek fejlődésére hatnak. A környezetpszichológia azt vizsgálja, hogy a tanulási környezetben mint térben, ahol a tanulási folyamat végbemegy, a környezeti tényezők miképpen befolyásolják a viselkedést, a gondolkodást, a pszichológiai folyamatokat. Kutatásomban szociális szempontból kizárólag a család mint környezet szerepét vizsgálom, aminek az az oka, hogy a korai fejlődésben a család szerepe meghatározó (Zsolnai, 2001). A tevékenységhez vezető út megértéséhez a tevékenységet végző életére és anamnézisére vonatkozó adatok is támpontot jelenthetnek. Gyarmathy kutatása alapján az egyéni teljesítmények Csík-szentmihályi szerint az egyén és környezete közös eredményei, amit megerősít Sosniak is, aki szerint a tanulást támogató környezet összefügg a jó teljesítéssel (Gyarmathy, 2015b). A kérdőívnek nem célja, hogy a genetikai öröklődés, a családi környezet és nevelés hatásának összefüggéseit vizsgálja.

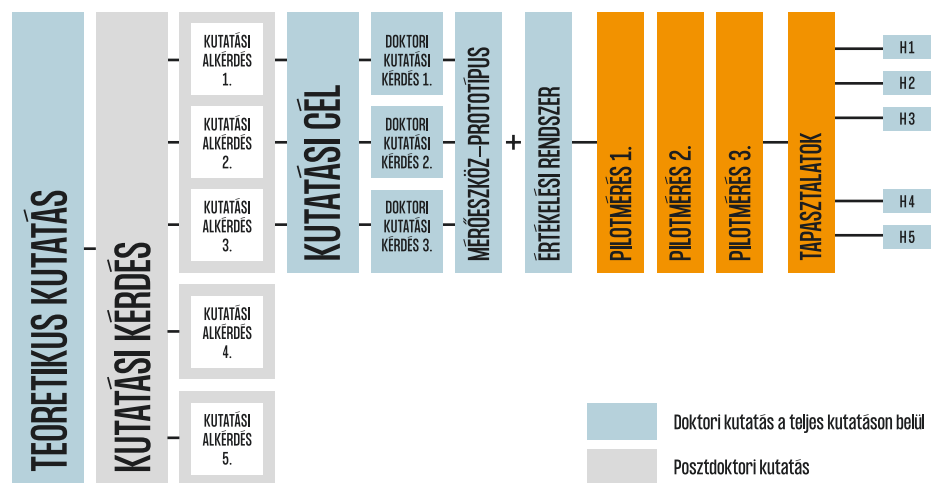
A szülőknél szóló kérdőív három nagyobb részből áll, az anamnézis, a fejlődés és a téri játékok használata mentén. A téri játékokkal kapcsolatban a gyerekek digitális szokásaira, valamint manuális és kreatív alkotó tevékenységére irányuló kérdések szintén segíthetik a kutatás transzferhatásainak vizsgálatát.

A szülői kérdőívet a 6. számú melléklet tartalmazza.

33 Lásd <https://www.wpspublish.com/mvpt-4-motor-free-visual-perception-test-4>.

34 Lásd <https://ofi.oh.gov.hu/tudastar/lakatos-katalin>.

5.4. Az almérőeszköz prototípusának pilottesztelése és a tesztre vonatkozó reflexiók



39. ábra: A disszertáció felépítése a pilottérések és a reflexiók jelölésével

Az almérőeszköz prototípusának tesztelésébe összesen tizenkét gyereket vontunk be, akiket véletlenszerűen két csoportba osztottunk. A csoportokon belül a nemek egyenlő elosztására törekedtünk. A prototípus teszteléséhez nem szempont, hogy minél diverzebb legyen a kutatásban részt vevők mintája, mert a pilottérés célja a prototípus működésének a tesztelése. A tehetséges, illetve a téri feladatokban gyakorlottabb gyerekek eredményeinek befolyásoló tényezőjével a posztdoktori kutatásban foglalkozom. Ebből adódóan a lehetőségeim alapján egy iskolából választottam a mintát, mégpedig az ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gyakorló Gimnázium 2. osztályát. A tesztelésre két ütemben, összesen tizenkét gyermek bevonásával került sor. A gyerekek egyénileg vettek részt a tesztelésben.

Az almérőeszköz prototípusának pilottesztelésén mért adatok kiértékelését a 7. számú melléklet tartalmazza.

5.4.1. Az alkotófeladatra vonatkozó reflexiók

A valós feladatot a GYIK Műhelyben számos alkalommal teszteltem már gyerekekkel, így azzal kapcsolatban a tesztelés első üteme sem hozott váratlan helyzetet, eredményt. A feladat megfelelt a kutatásban rögzített követelményeknek.

A tableten kiadott alkotófeladatban a mérés első üteme során felmerülő hibákat javítottuk. A programozással kapcsolatos tapasztalatokról a kutatócsoportunk fejlesztéssel foglalkozó tagja, Szakál Abosa így számolt be:

„A már meglévő alkalmazás továbbfejlesztése során a valósághű modellezés volt a fókusz, de az app túl nehézkesen működött, így további fejlesztésre volt szükség. Ennek során eleinte továbbra is a valós építési folyamat virtuális változatának elkészítése volt a cél. Ennek során azonban hamar komoly akadályok jelentkeztek.

Ugyan a kartondarabok elvágását sikerült megoldani, azok összeillesztése nagyon sok problémát vetett fel. A virtuális térben nagyon nehéz modellezni azt a komplex interakciót, ami a kartonlapok és egy ember kezei, ujjai között történik, sőt még közelíteni sem lehet jelentős komplexitás nélkül. Például két kartondarab összeillesztéséhez ki kellett volna választani az egyiket, megadni, hogy hol vágjuk el, ugyanezt megismételni a másik elemnél, majd egymáshoz közel vinni őket, és végül az illesztés után megigazítani, hogy hogy állnak egymáshoz képest. Ezek a lépések külön kezelőfelületet és logikát igényeltek volna, ami sokkal bonyolultabbá tette volna az alkalmazás kezelését és annak elsajátítását, mindez a játékelmény rovására ment volna.

Ezen tapasztalatok alapján újraterveztük a rendszert azzal a céllal, hogy minél egyszerűbb legyen kezelni. Ebben a változatban szempont volt a kutatási cél alapján az építési folyamatból azon részek megtartása, amelyek a stabilitásra vonatkoznak, és az építmény viselkedésére fókuszálnak. Így az alkotó elemek rögzítéséhez szükséges bevágás és az egyes elemek rögzítési folyamatának realizitkusságán változtattunk, ezen folyamatok egyszerűsítésével. Ebben a változatban a vágás és illesztés nem külön lépések, az elemeket egymásba húzással lehet összeilleszteni, majd egy gomb megnyomása után a megadott pozícióban összeforognak. Ez a módszer sokkal gyorsabbnak, kényelmesebbnek és átláthatóbbnak bizonyult. Ezenkívül sok más problémát is megoldott az új megközelítés, például fizikaszimuláció által okozott gondokat az összeillesztéskor, több elem illesztésének problémáját, ami kifejezetten nehéz lett volna előre megadott bevágásokkal, illetve egy visszavonás-funkció fejlesztését is sokkal könnyebbé tette.

Az alkalmazás fejlesztése a Unity³⁵ játékmotor segítségével történt, a Joystick Pack³⁶ és LeanTouch³⁷ bővítmények segítségével pedig komplexebb UI-elemek lettek megvalósítva. A Unity majdnem minden eszköztípust támogat, így az alkalmazásból készült Android-app és WebGL-alapú webről elérhető változat is, ami a fejlesztést is nagyban segítette a gyors frissíthetőségével.”

35 Lásd unity.com.

36 Lásd <https://assetstore.unity.com/packages/tools/input-management/joystick-pack-107631>.

37 Lásd <https://assetstore.unity.com/packages/tools/input-management/lean-touch-30111>.

A változtatásokat követően az új verzió a pilotesztelés második üteme során jól működött. A mérési feladat elvégzésére alkalmas volt. A gyerekek visszajelzése alapján a játék élvezetes volt.

Az alkotói feladat megfelelt a fejezet elején elvárt követelményeknek, mert:

- alkalmas a térbeli objektum alkotási folyamata során a stabilitás megtapasztalására, megértésére,
- valós és digitális térben egyaránt alkalmazható,
- megadott korosztály számára megfelelő,
- a feladatra szánt idő alatt teljesíthető.

5.4.2. A stabilitásra vonatkozó tapasztalat, tudás megszerzésének, alkalmazásának mérésére vonatkozó reflexiók

Az alkotói folyamatban szerezhető tapasztalatokra, valamint a tapasztalati úton megszerzett tudásra vonatkozó folyamatok kiértékelését a folyamatról készített videók alapján két fő egymástól függetlenül végezte. A kódolók a BME Pszichológia Karának hallgatói voltak. A két kódoló egymást validálta. A kódolás megbízhatósága a mérések összehasonlítása alapján megfelelő volt.

A kódolással nem mérhető részeket a felvett videók alapján, előre meghatározott szempontok szerint, megfigyelés alapján értékeltük. Az előzetesen felállított szempontokat a posztdoktori kutatásban szükséges lenne a tudatosság megfigyelésére kidolgozott szempontokkal kiegészíteni. A pilotmérés során az előre meghatározott szempont szerinti értékelést a rögzített videók alapján jómagam végeztem. Az összes pilotmérésnél a helyszínen is jelen voltam, így a videófelvételek mellett a helyszíni feljegyzéseim is segítették a munkát.

A digitális térben szerzett tudás valós térben való alkalmazására készített teszt terjedelmét a rendelkezésre álló idő határozta meg. A pilotesztelésen szerzett tapasztalatok alapján a teszt nem megfelelő terjedelmű, így kiegészítésére, bővítésére van szükség a továbbiakban. A teszt módosításánál szintén felmerül, hogy szükséges-e, és ha igen, hogyan lehet mérni a tudatosságot. A teszt bővítése a teljes mérési folyamat hosszára is hatással lesz, amit szem előtt kell tartani a posztdoktori kutatásban. A teszttel kapcsolatban további kérdéseket vet fel az a probléma, amelyet a sík felületen megjelenő téri tesztek esetén a teoretikus kutatásban jeleztem.

A mérési folyamat végén beütemezett lezárásként a gyerekekkel irányított kérdések mentén beszélgettünk a folyamatról. A beszélgetés terjedelmét a rendelkezésre álló idő határozta meg. A feltett kérdések közül amelyekre egyértelmű rövidebb válaszokat lehetett adni, megfelelőek voltak. Az összetettebb, gondolkodós válaszokra nem volt elegendő idő. Leginkább a téri gondolkodásra és a tudatosságra irányuló kérdésekre nem

kaptunk megfelelő válaszokat, így a kérdésre szánt időn a posztdoktori kutatásban változtatni kell, ha ezekben a témákban is eredményeket szeretnénk elérni.

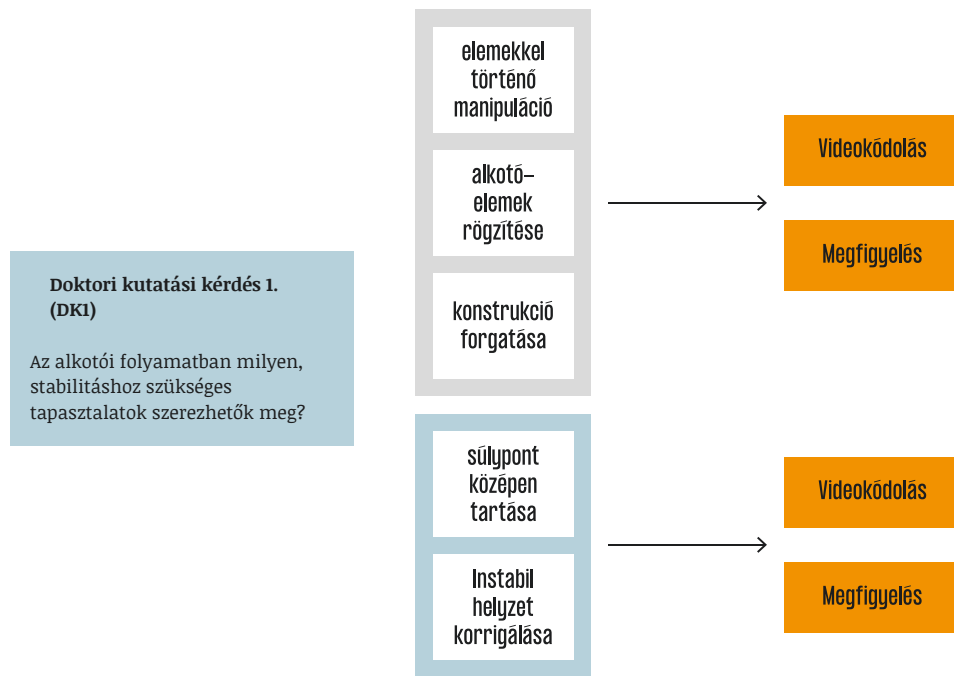
5.5. Az almérőeszközre vonatkozó kutatás összegzése a doktori kutatási kérdésekre adott válaszok mentén

Az almérőeszköz prototípusának célja, hogy alkalmas legyen a térbeli objektum alkotási folyamata során a stabilitás megtapasztalására, megértésére, alkalmazására és a folyamat mérhetőségére.

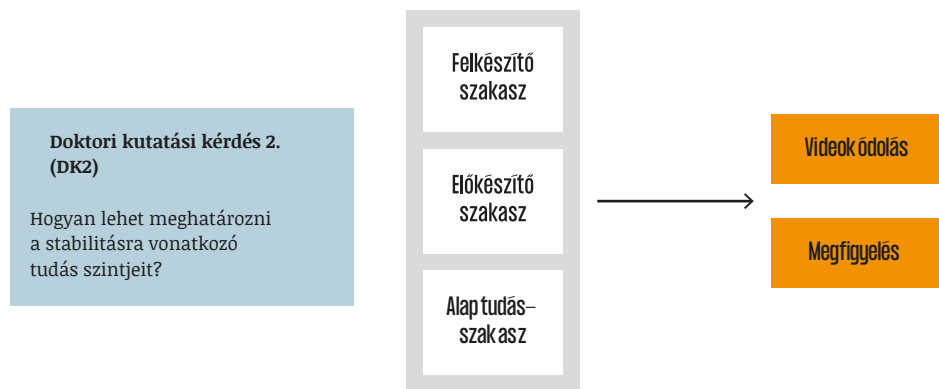
A stabilitáshoz szükséges tapasztalatoknak két nagyobb egységét határoztuk meg a valós térben végzett alkotófolyamatok alapján. Az egyik egység a konstruálási folyamatban szerezhető tapasztalatok: az elemekkel történő manipuláció, az alkotóelemek rögzítése és a konstrukció forgatása. A másik egység a konstrukció stabilan tartásában szerezhető tapasztalatok: a súlypont középen tartása, valamint az instabil helyzetek korrigálása (DK1). A tapasztalati úton szerzett tudás szintjeit beazonosítottuk, ezek a felkészítő szakasz, az előkészítő szakasz és az alaptudásszakasz (DK2). A kutatás alapvető célja, hogy optimalizálja a valós és a digitális tér használatát, ezért olyan alkotófeladat kidolgozása volt a cél, amelyben a stabilitásra vonatkozó tapasztalatok megszerzhetőek, és a feladat valós és digitális térben azonos feltételekkel megvalósítható legyen, annak érdekében, hogy mindkét térben meg lehessen mérni a szükséges adatokat. A méréshez szükséges mérési stratégiát és a mérési eredmények kiértékelését is meghatároztuk.

Valós térben vannak interakcióink, így fontos szempont, hogy a digitálisan szerzett tudást a valós térben is tudjuk alkalmazni. A tudás tesztelésére létrehozott tesztet (DK3) az alkotófeladatot követően töltik ki a gyerekek, a valós és a tabletes csoportból egyaránt. A tudás alkalmazását illetően a taxonómiák alapján határoztam meg a feladatokat: a gyermek felismeri-e a stabil helyzetet, értelmezni tudja-e a stabil helyzetet, valamint képes-e létrehozni stabil helyzetet.

A pilotmérés tapasztalatai alapján a videó kódolás eredményessége, valamint a megfigyelésekkel kapcsolatos kérdések is megfelelőek. A tudást mérő utólagos tesztel kapcsolatos reflexiók alapján a teszt módosításra szorul. A posztdoktori kutatásban a pilotesztelés tapasztalatai alapján a szükséges módosításokat követően újabb tesztelést tervezünk, amely az almérőeszköz validálásának a megkezdéséhez szükséges.



40. ábra: Az 1. doktori kutatási kérdésre adott válasz vizuális ábrázolása



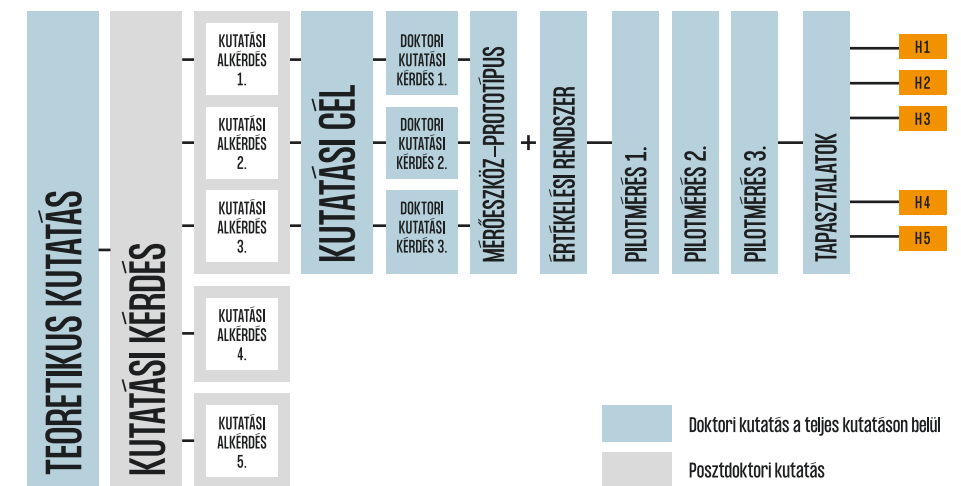
41. ábra: A 2. doktori kutatási kérdésre adott válasz vizuális ábrázolása



42. ábra: A 3. doktori kutatási kérdésre adott válasz vizuális ábrázolása

5.6. A posztdoktori kutatás előkészítése

Az almérőeszköz prototípusának pilotesztelése alapján megfogalmazódtak azok a feltételezések, amelyek mentén a posztdoktori kutatásomat folytatni szeretném.



43. ábra: A disszertáció felépítése a hipotézisek jelölésével

H1 – Feltételezem, hogy a stabilitásra vonatkozó tudás, képesség megszerzése is szakaszolható.

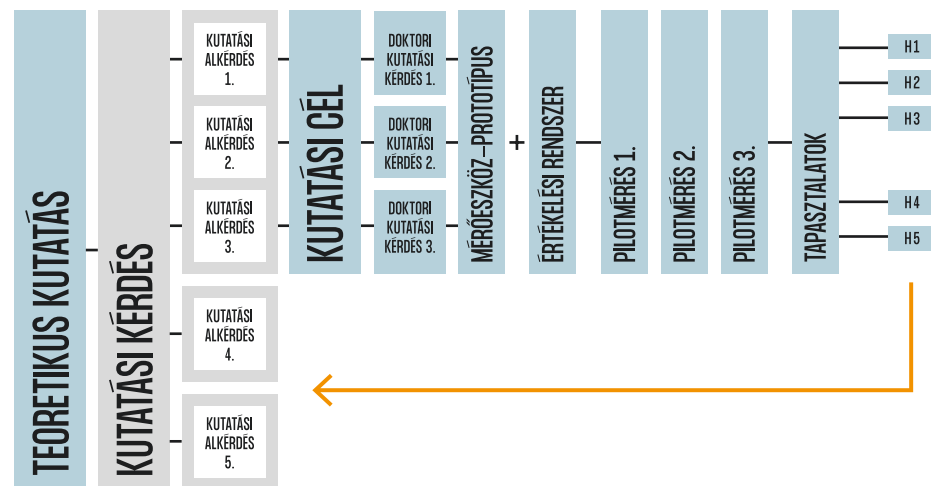
H2 – Feltételezem, hogy valós és digitális térben való építés során a stabilitás szakaszai összehasonlíthatók.

H3 – Feltételezem, hogy a teljes építési folyamat során a valós térben közel megegyező műveletet végeznek a gyerekek, mint a digitális térben.

H4 – Feltételezem, hogy a digitális térben kevésbé optimális mértékben tapasztalják meg az instabil helyzetek korrigálását a gyerekek.

H5 – Feltételezem, hogy a digitális eszközön szerzett stabilitásra vonatkozó téri tudás a valós térben alkalmazható.

Az almérőeszköz jóságvizsgálata a posztdoktori kutatás részét képezi.



44. ábra: A disszertáció felépítése a kiinduló kutatási kérdésekre való visszacsatolással

Összességében az almérőeszköz prototípusának tesztelése alapján a validálási folyamat megkezdése előtt fontosnak tartom, hogy a tudatosság mérhetőségével alaposan foglalkozzon a posztdoktori kutatás. Ezt alátámasztja a gyakorlati tapasztalatom is, mely szerint az alkotófeladatok esetén megjelenik egy olyan tudás, amit a korábbi taxonómiák nem említenek. Míg a korábban bemutatott tudásszintek az explicit megjelenő tudást mérik, az alkotófeladatokban megjelenik egy olyan tudás, amely nehezebben felismerhető. Michael Polányi (1966) az implicit megjelenő tudással foglalkozik, mely a tacit tudás. A tacit tudás olyan hallgatólágos tudás, amely nem tudatos, megszerzése nem intézményhez vagy diszciplínához kötött, kifejezése nem verbális. Úgy gondolja, hogy a kognitív képességek szintjei és a tacit tudás között nincs összefüggés (Polányi, 1966).

Polányit megerősíti Jessica Hemmings is, aki a kutatásaiban azt is vizsgálja, hogy az alkotó ember (*craftman*) és az alkotási (*craft*) folyamat milyen kifejező eszközt használ. Dormer azt állítja, hogy „a nyelvnek kevés szerepe van a *craft* megmagyarázásban, mert a *craft* nem igényel nyelvi magyarázatot. A tárgyak magukért beszélnek” (Hemmings, 2007, 3).

A teoretikus kutatás alapján megállapítható, hogy a gesztikuláció és a nyelvi eszközök szintén segítséget jelentenek a téri információ átadásában és megértésében. A gyerekek a képzeleti térükben megjelenő alkotás verbális kommunikálásával, illetve virtuális megjelenítésével, vizuálisan is kommunikálják elképzelésüket.

6. Összegzés

Teoretikus kutatásomban a téri intelligencia bemutatásán keresztül tárom fel, hogy a tárgyak formájának és helyzetének beazonosításában, a tárgyakkal való manipulációban, a téri problémák megoldásában, valamint az épített környezet tudatosabb megértésében milyen szerepük van a téri képességeknek, mely képességek mindenki számára szükségesek a hétköznapi életben. A tér megértéséhez, a téri problémák megoldásához, a téri gondolkodáshoz, valamint mindezek kommunikációjához is téri intelligencia szükséges. A téri képességek megszerzéséhez tanulási, tudásszerző és gondolkodási képesség kell, melyek taníthatók és tanulhatók. A téri problémák megoldása vizuális és verbális kommunikáció segítségével mutatható be. A téri megértést a kommunikáció és a gesztikuláció tovább segíti.

Teoretikus kutatásomban a téri intelligenciát alkotó téri részképességeket a biológia, pszichológia és a pedagógia tudományterületek irányából tártam fel.

A neurobiológia, az agykutatás foglalkozik a téri ingerek feldolgozásával, az észleléssel. Agyunk különböző területei dolgozzák fel azt, hogy mit látok, és hol látom. Ez alapján az egocentrikus rendszerben saját helyzetünkhöz viszonyítjuk az észlelt tárgyat, vagyis az a mi nézőpontunk alapján és a tőlünk karnyújtásnyira lévő térre vonatkozik, míg az allocentrikus rendszerben az észlelt tárgyat más tárgyak helyzetéhez viszonyítjuk, ami a térképek nézőpontjával áll kapcsolatban. Kutatásom relevanciájában a téri alkotófolyamatok az egocentrikus térben történnek.

A pszichológia foglalkozik a téri intelligenciával, amely a téri képességek és részképességek beazonosítását is jelenti. Kutatásom relevanciájában az egocentrikus térben való téri alkotófeladatokban a téri részképességek közül a téri manipuláció szükséges.

A pedagógia foglalkozik a téri képességek fejlesztésével, a téri gondolkodással és a téri képességekhez szükséges kompetenciák meghatározásával. A vizuális képességrendszer szűkítésével jutottam el azokhoz a kompetenciákhoz, amelyek a téri alkotó-, konstruáló feladatok megvalósításához szükségesek.

A biológia, a pszichológia és a pedagógia tudományterületen belül a téri képességekre irányuló feltárás során a definíciók között átfedést tapasztaltam, valamint hasonló jelenségekre a különböző területek eltérő fogalmakat alkalmaztak. A fogalmak közötti átfedésre, a tudományterületek közötti átfedésekből adódó fogalmi rendszertelenségre több hazai kutató is felhívja a figyelmet (Séra–Kárpáti–Gulyás, 2002; Pataky, 2012; Babály, 2020). A tudományterületek közötti átfedést igazolja az oktatáspszichológia, illetve a neuropedagógia tudományterületek megjelenése is.

A téri képességek fejlődése pszichológiai kutatások alapján című (4.2.2.) alfejezetben bemutattam, hogy a téri képességek nem velünk születnek fejlődésük szakaszosan megy végbe, és tizenkét–tizennégy éves korig alakulnak ki. A fejlődésben kiemelt szerepe van a vizuális észlelésnek, valamint a mozgásnak és a tapintásnak, amelyek szenzomotoros tevékenységek. A nem megfelelő szenzomotoros képességek fejlődése hatással lehet

a téri képességek nem megfelelő kialakulására, és tanulási zavarokhoz vezethet, amely állítás szintén azt igazolja, hogy a téri képességek megfelelő fejlődése elengedhetetlen a gyerekek számára.

A téri képességek fejlesztésére irányuló pedagógiai kutatások feltárása alapján függetlenül attól, hogy informális, nonformális vagy formális tudásszerzési folyamatban vizsgáljuk-e a téri képességek fejlesztését, a képesség szerzésére irányuló aktív alkotótevékenység szükséges az eredmény eléréséhez. Az alkotáson keresztül tapasztalati tudásszerzésben a fontos motivációs tényező az élmény. A pedagógiai kutatások által meghatározott kompetenciastruktúrában egyes téri kompetenciák megszerzéséhez szintén elengedhetetlen a téri alkotófolyamat. A kutatások és a tapasztalatok alapján ennek megvalósítására a hely, az idő és az alpanyaghiány miatt csak elvétve van lehetőség. Az alpanyag- és a helyhiány kiküszöbölésére a digitális technológiák, eszközök bevonása sok lehetőséget adhat.

Azok a téri képességek mérésére irányuló kutatások, amelyek digitális játékok téri fejlesztő hatását vizsgálják, gyakran akciós, lövöldözős játékokat alkalmaznak. Ezen kutatások eredménye alapján a téri manipuláció és a téri orientációs képességekben a játék fejlesztő hatása kiemelkedő. Az orientációs képességek fejlesztő hatásának vizsgálatára irányulnak azok a kutatások, amelyek a demencia és az Alzheimer-kór megelőzése szempontjából elemzik a digitális játékokat.

A feltárt digitális játékok téri képességeket fejlesztő hatására irányuló kutatások leginkább az allocentrikus térben lévő tájékozódást vizsgálják, nem alkotó jellegűek. Az oktatási célra készített digitális játékok főként a közismereti tantárgyak kiegészítését segítik, valamint az induktív gondolkodás fejlesztésére irányulnak. Célzottan a téri képességek fejlesztésére irányuló, alkotótevékenységbe bevonó oktatási játékot nem találtam.

Teoretikus kutatásomban feltártam továbbá a fejlődéshez és fejlesztéshez szükséges környezetet, amely a digitális környezetben való jelenlétünk miatt kiemelten fontos. Bebizonyosodott, hogy a digitális térben is szerezhetünk téri tapasztalatokat, amelyek hatással lehetnek egyes téri részképességek fejlődésére.

A Téri képességekre irányuló mérések című (4.7.) alfejezet összegzéseként megállapítható, hogy az allocentrikus és egocentrikus térben való mérések elkülönülnek. A mérések módszertana a kutatási céltól függ; lehetnek tesztalapúak, megvalósulhatnak megfigyelés alapján vagy agyi aktivitást mérő eszközökkel. A mérések a részt vevő személy téri-vizuális információk alapján mutatott téri képességeire irányulnak, amely téri-vizuális információkat valós, illetve virtuális térben nyeri. Az információszerzés lehet helyhez kötött vagy mozgás közbeni.

A mérési módszertanok feltárása alapján látható, hogy a mérésekben jelentős szerepe van a téri feladatnak, téri problémának, amelynek a megoldására irányulnak a téri mérések.

A téri képességekre, részképességekre fókuszáló pszichomotoros, kognitív mérések, valamint a pedagógiai mérések leginkább papíralapú tesztek vagy azok digitális megfelelőjét alkalmazzák. Ez a módszertan kérdéseket vet fel, hiszen a téri képességek fejlődésének bemutatása során egyértelművé vált, hogy a téri képességeinket a valós háromdimenziós térben szerezjük, ugyanakkor a téri tesztek sík lapon ábrázolják a téri formákat,

feladatokat, problémákat, és a megoldásokat is sík felületen kell megadni. Ez alapján az intelligenciateszteken mért téri képességek nem a valós háromdimenziós képességeket mérik, hanem a háromdimenziós tárgyak, szerkezetek kétdimenziós vetületi ábráiból mérhető képességeket, amelyek azok manipulációjához szükségesek. A valós téri alkotófeladatokhoz valós téri képességek kellenek. Utóbbiak közül teoretikus kutatásomban a konstruáló feladatokkal foglalkoztam részletesen, amelyek térképesség-fejlesztő hatása kiemelten hatékony. A konstruáló feladatokra irányuló nemzetközi és hazai kutatásokat minden esetben megadott szempontok szerint, megfigyelés alapján végezték. Feltárásuk alapján a konstruálásnak három fajtája ismert, a rekonstruálás, a tervező konstruálás és az intuitív konstruálás. Teoretikus kutatásomban részletesen bemutattam mindhárom típust, valamint a konstruáláshoz szükséges kompetenciákat.

Függetlenül a kutatás céljától, mindhárom konstruáló csoportba tartozó alkotói folyamat eredménye akkor sikeres, ha a térbeli, háromdimenziós szerkezet stabil, a térben fellépő erők megtartására képes. Amennyiben ennek a követelménynek nem felel meg az épített szerkezet, kimozdul az egyensúlyi helyzetéből, és instabillá válik. Megfelelő korrigálás hiányában felborul, összedől.

A Szerkezetstabilitás című (4.9.) alfejezetben igazolom, hogy a stabilitás az alapja a térbeli szerkezeteknek, így annak megértése, megtapasztalása elengedhetetlen ahhoz, hogy térbeli alkotófolyamatok során létrehozott térbeli alkotásokkal foglalkozzunk. Az alkotófeladatokban a vonal- és felületszerű szerkezeteket bemutató jó gyakorlatok alapján bebizonyosodott, hogy a gyerekek az építés során miként tapasztalják meg a teljes szerkezet egyensúlyát, illetve az építés folyamatában hogyan tudják korrigálni az instabil helyzetet. Az építés során a fizika törvényei miatt azonnali visszajelzést kapnak arról, hogy az instabil helyzet korrigálása sikeres volt-e, az így szerzett tapasztalti tudást már alkalmazni tudják a további építés során.

A Szerkezetstabilitás című fejezet eredményeként megállapítható, hogy téri építmeny építése során a stabilitás elengedhetetlen ahhoz, hogy a folyamat végén egy állékony, stabil konstrukciót kapjunk, amely alkalmas arra, hogy a későbbi kutatások kiindulópontja legyen.

A teoretikus kutatás pedagógiai-pszichológiai szakirodalmi feltárásainak eredményei alapján mind a valós, mind a digitális környezet befolyásolja a gyermekek képességeinek fejlődését, valamint mind a valós, mind a digitális térben lévő interakcióink értelmezhetők téri tapasztalatként. Ez alapján az a kérdés foglalkoztat, hogy feltételezhető-e, hogy azoknak a gyerekeknek, akik a téri képességek intenzív fejlődési szakaszában rendszeresen játszanak digitális eszközön téri játékokat, téri intelligenciájuk, téri képességeik és téri részképességeik a valós és a digitális térben szerzett együttes téri tapasztalatok alapján alakulnak, fejlődnek-e.

Empirikus kutatásomban a teoretikus kutatás eredményei alapján megfogalmaztam fő kutatási kérdésemet, amelyet további alkérdéscsoportokra osztottam. A fő és alkérdések megválaszolása komplex kutatási folyamat, amelyhez komplex mérőműszer szükséges. Doktori kutatásom a teljes komplex kutatási folyamat első része, amelynek célja a komplex mérőműszer alapját képező almérőeszköz prototípusának a kidolgozása

volt, mely alkalmas a térbeli objektum alkotási folyamata során a stabilitás megtapasztalására, megértésére, alkalmazására és a folyamat mérhetőségére valós és digitális térben.

A mérőműszer komplexitása miatt kutatócsoportot hoztam létre.

A mérőműszer kidolgozása során meghatároztuk az alkotófeladatot, az alkotás médiáját, a stabilitásra vonatkozó tapasztalatszerzés lehetőségeit, a stabilitásra vonatkozó tudás szintjeit, valamint a stabilitásra vonatkozó tudás alkalmazásának a mérhetőségét.

Az alkotói feladat meghatározásához adott szempontok szerint megvizsgáltuk a korábbi kutatásokban alkalmazott konstruáló feladatokat. A vizsgálat eredménye alapján választottam ki azt, amelyik a kutatásban meghatározott alkotói feladatokkal szemben támasztott követelményeknek megfelelt.

A stabilitáshoz szükséges tapasztalatokat a valós térben való alkotófolyamatok alapján elkülönítettem a konstruálási folyamatban szerzhető tapasztalatokra, amelyek az elemekkel történő manipuláció, az alkotóelemek rögzítése és a konstrukció forgatása, valamint a konstrukció stabilan tartásában szerzhető tapasztalatokra, amelyek a súlypont középen tartása és az instabil helyzetek korrigálása.

A mérés célja, hogy hat-tizenegy éves gyerekeket téri konstruáló alkotófolyamatban vizsgálni tudjunk az építéskor, valamint a konstrukció stabilan tartásában szerzhető tapasztalatszerzés, tudásszerzés szempontjából, valós térben és tableten.

A stabilitásra vonatkozó tudás szintjeinek meghatározására Gyarmathy Bloom-taxonómiára és a gardneri képességstruktúrára épülő aktivitásmátrixából indultunk ki. A teoretikus kutatás, valamint a korábbi empirikus tapasztalatok alapján a stabilitásra vonatkozó tudás szintjei a felkészítő szakasz, az előkészítő szakasz, az alaptudásszakasz. A felkészítő szakasz addig tart, amíg a szerkezet mérete vagy kialakítása már lehetővé teszi az instabil helyzetet. Az előkészítő szakaszban próba szerencse alapján történik a szerkezet stabilan tartása, míg az alaptudásszakaszban módszeresen tartja stabilan a szerkezetet a gyerek, vagy korrigálja az instabil helyzeteket.

Mindhárom szakaszban videókódolással értékeltük az építési folyamatban az elemekkel történő manipulációt, az alkotóelemek rögzítését, a konstrukció elforgatását, az instabil helyzetek előfordulását és az instabil helyzetek sikeres korrigálását. A pilotmérés tapasztalatai alapján a videókódolás eredményes volt.

Az alkotói folyamatot követően papíralapú teszten mértük a digitális eszközökön szerzett, stabilitásra vonatkozó téri tudás valós térben való alkalmazásának a sikerességét, amely tesztet a taxonómiák alapján állítottunk össze. Ennek segítségével mérhetővé válik, hogy a gyermek a stabil helyzetet felismeri-e, értelmezni tudja-e, valamint képes-e önállóan létrehozni stabil helyzetet. A pilotmérés tapasztalata alapján a tudást mérő utólagos tesztet a posztdoktori kutatásban módosítani szükséges a reflexiók mentén.

Az építési folyamat sajátossága okán egyes folyamatok mérésére nem volt alkalmas a videókódolás, így ezeket előre meghatározott szempontok alapján egyéni megfigyeléssel értékeltük.

A doktori kutatásomban megfogalmazott kutatási célt elértük – ez a komplex mérőműszer alapját képező almérőeszköz prototípusának a kidolgozása volt, amely alkalmas a térbeli objektum alkotási folyamata során a stabilitás megtapasztalására, megértésére,

alkalmazására és a folyamat mérhetőségére valós és digitális térben –, továbbá a célt meg is haladva a pilotesztelést tizenkét gyereken elvégeztük.

Az almérőeszköz prototípusának pilotesztelése alapján megfogalmazódtak azok a hipotézisek, amelyek mentén a posztdoktori kutatásomat folytatni szeretném.

Az almérőeszköz validálására a posztdoktori kutatásban a pilotesztelés tapasztalatai nyomán megfogalmazott módosításokat követően kerül sor.

Doktori kutatásom eredménye egy olyan komplex kutatás alapját képezi, amelynek eredménye felhasználható lehet az oktatásban, valamint digitális terek tervezői számára, illetve mindazon kutatók által, akik a digitális eszközök hatásait vizsgálják a téri képességek alakulására, fejlődésére.

7. Bibliográfia

- Anderson, L. W. – Krathwohl, D. R. et al. (eds.) (2001): *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*, Boston, MA: Pearson Education Group, Allyn & Bacon.
- Babály B. (2020): *A térszemlélet fejlődésének vizsgálata a vizuális nevelés szemszögéből: mérőeszközök, fejlődési korszakok és pedagógiai javaslatok*. PhD-értekezés, Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem.
- Balogh A. (2017): Digitális játékok az oktatásban, *Anyanyelv-pedagógia*, X. évfolyam, 2017/1, 53–63.
- Becker G. (2018): *Előadás*. Online elérés: <http://www.epszerk.bme.hu/index.php?Id=C0101>, utolsó megtekintés: 2023. március 14.
- Bednarz, S. W. – Kemp, K. (2011): Understanding And Nurturing Spatial Literacy, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2011/21,18–23.
- Berta E. (2001): Arché versus artefaktum: Az architektúra dekonstrukciójának kísérlete a dekonstruktivista építészetben és filozófiában, in: Uő (összeáll.): *Test – tér – tekintet*, Debrecen: Debreceni Egyetem Magyar és Összehasonlító Irodalomtudományi Intézete, 152-173. Online elérés: <https://dea.lib.unideb.hu/server/api/core/bitstreams/7b5570e6-8bf8-45fe-bfe0-4cb2c2d0f871/content>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 11.
- Bloom, B. S. (ed.) – Engelhart, M.D. – Furst, E. J. – Hill, W. H. – Krathwohl, D.R. (1956): *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook 1: Cognitive Domain*. New York: David McKay.
- Bloom, B. S. (1976): *Human Characteristics and School Learning*, New York, NY: McGraw Hill.
- Brosnan, M. J. (1998): Spatial Ability in Children's Play with Lego Blocks, *Perceptual and Motor Skills*, 87(1), 19–28.
- Caldera, Y. et al. (1999): Children's Play Preferences, Construction Play with Blocks, and Visual-Spatial Skills: Are They Related?, *International Journal of Behavioral Development*, 23(4), 855-872
- CAN Architects (Cseh A. – Köninger Sz.) (2022): Bazalt Iskola: A kültéri oktatás Kodály-módszere, *Építészfórum*, 2022. augusztus 31. Online elérés: <https://epiteszforum.hu/bazalt-iskola--a-kulteri-oktatas-kodaly-modszere>, utolsó megtekintés: 2023. július 8.
- Carbonell-Carrera, C. – Jaeger, A. J. – Saorín, J. L. – Melián D. – Torre-Cantero J. de la (2021): Minecraft as a block building approach for developing spatial skills, *Science Direct*, Volume 38, May 2021. Online elérés: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1875952121000240>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 11.
- Carroll, J. B. (1993): *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*, New York: Cambridge University Press.

- Casby, M. W. (2003): The development of play in infants, toddlers and young children, *Communication Disorders Quarterly*, 2003, 24, 163–174.
- Connor, J. M. – Serbin, L. A. – Schackman, M. (1977): Sex differences in children's response to training on a visual-spatial test, *Developmental Psychology*, 1977, 13(3), 293–294.
- Coughlan, G. – Laczó, J. – Hort, J. – Minihane, A.-M. – Hornberger, M. (2018): Spatial Navigation Deficits: Overlooked Cognitive Marker for Preclinical Alzheimer Disease?, *Nature Reviews Neurology*, Vol. 14, 2018, 496–506.
- Csapó B. (1994): Az induktív gondolkodás fejlődése, *Magyar Pedagógia*, 1994, 94. évf., 1–2. szám, 53–80.
- Csapó B. (2003): A képességek fejlődése és iskolai fejlesztése, Budapest: Akadémia Kiadó.
- Cseh, A. (2015): *Learning Through Space*. Doktori értekezés, Budapest: Moholy-Nagy Művészeti Egyetem.
- Cseh A. – Élő J. – Németh D. – Köninger Sz. – Tátrai Á. (2023): A kültéri tanulás módszertana – bemutatkozik a Bazalt Iskola, *Új Köznevelés*, 2023. május–június, 79. évf., 5–6. szám, 42–45. Online elérés: https://folyoiratok.oh.gov.hu/sites/default/files/journals/uj_kozneveles_2023_05_06_online.pdf?fbclid=IwAR25rd19U1Ev7AZffbljd39y7FtAtiHV9DbcdTfHXIqoW5fzjbOLP6_BDM, utolsó megtekintés: 2023. június 27.
- Cseh A. – Köninger Sz. (2022): Bazalt Iskola: A kültéri oktatás Kodály-módszere, *Építészfórum*, 2022. augusztus 31. Online elérés: <https://epiteszforum.hu/bazalt-iskola--a-kulteri-oktatas-kodaly-modszere>, utolsó megtekintés: 2023. május 15.
- Davis, B. (2015): *Spatial Reasoning in the Early Years*, New York: Routledge.
- Dénes E. – Skalizky J. (2015): Asszociációval alkotni – Térrel terelni: A 40 éves GYIK-Műhely térszemlélete, *Országépítő*, 2015/3, 6–13.
- Dúll A. (2001): Az érzékelés és az észlelés, in: Oláh A. – Bugán A. (szerk.): *Fejezetek a pszichológia alapterületeiből*. Második, bővített kiadás, Budapest: ELTE Eötvös Kiadó, 37–65.
- Dúll A. (2017): *Az épített környezet és pszichológia: A lokalitásémény környezetpszichológiai vizsgálatai*. Doktori értekezés, Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem.
- Emami, N. – Buelow, P. von (2016): Teaching Structures To Architecture Students Through Hands-On Activities. Online elérés: https://www.researchgate.net/publication/306014937_Teaching_Structures_to_Architecture_Students_through_Hands-On_Activities, utolsó megtekintés: 2023. január 5.
- Épített környezeti nevelés*. Online elérés: <https://kulturaktiv.hu/epített-kornyezeti-nevelés>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 14.
- Eplényi A. – Szentandrás D. (2015): A GYIK Műhely komplex téralkotási szemlélete, *Építészközöny*, 2015/2, 242. szám, 8–9.
- Eplényi A. – Szentandrás D. – Terbe R. (2015): *Táj-Tér-Tár*, Budapest: GYIK Műhely.
- Eplényi, A. – Szentandrás D. – Terbe, R. (2023): Spatial skills development for socially challenged children – an in-service art teacher training program, in: Kárpáti, Andrea (ed., to appear in 2023): *Arts-Based Interventions and Social Change in Europe*, New York: Routledge.
- Fenyvesi, K. – Somlyódy, N. (2022): *Hungarian School Tours Finland with Experience Workshop*. Online elérés: <https://experienceworkshop.org/hu>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 11.
- Gardner, H. (1999): *Frames of Mind*, New York, Basic Books. [Első kiadása: 1983.]
- Gaul E. (2001): *A tervező-konstruáló képességek szerkezete és fejlődése 12–16 éves korban*. Doktori disszertáció, Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem.
- Greenfield, P. M. (1991): Language, tools, and brain: The ontogeny and phylogeny of hierarchically organized sequential behavior, *Behavioral and Brain Sciences*, 1991, 14, 531–551.
- Guilford, J. P. (1967): *The Nature of Human Intelligence*, New York: McGraw-Hill.
- Gyarmathy É. (2007a): *Diszlexia: a specifikus tanítási zavar – Tankönyv*, Budapest: Léleken Otthon Kiadó.
- Gyarmathy É. (2007b): *Mi a specifikus tanulási zavar, miért terjed és hogyan lehet hatékonyan kezelni?* Online elérés: <http://www.diszlexia.hu/Cikkek/tanzavtanitani.pdf>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 11.
- Gyarmathy É. (2012): *Egy átmeneti korszak nyűgei és dilemmái*, in: *Digitális degeneráció 2.0. OFOE*, Győr: Underground Kiadó, 45–61.
- Gyarmathy É. (2015a): *Diszlexia a digitális korban*. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
- Gyarmathy É. (2015b): A különleges helyzetű tehetség és a tehetséggondozás szemléletváltásának szükségszerűsége, *Magyar Pszichológiai Szemle*, 70(2), 371–393.
- Gyarmathy É. – Kucsák J. (2012): A digitális bennszülöttek képességprofilja: A mérési eljárások, a linearitás és a hagyományos iskolai tanítás alkonya, *Iskolakultúra*, 22(9), 43–53.
- Heacox, D. (2006): *Differenciálás a tanításban, tanulásban – Kézikönyv a 3–12. évfolyam számára*, Budapest: Szabad Iskoláért Alapítvány.
- Hemmings, J. (2007): The Future of Written Text In Art And Design Education, *FLUX: Design Education Is A Changing World*, DEFSA International Design Education Conference, 2007. Online elérés: <https://www.defsa.org.za/sites/default/files/downloads/2007conference/hemmings%2c%20jessica1.pdf>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 14.
- Hom, E. J. (2022): *What is STEM Education?* Online elérés: <https://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 14.
- Honfi, D. (2013): *Design for Serviceability – A Probabilistic Approach*, Lund University, <https://lup.lub.lu.se/search/publication/4216141>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 14.
- Ilkovič, J. – Ilkovičová, L. – Špaček, R. (2014): To Think in Architecture, to Feel in Structure: Teaching Structural Design in the Faculty of Architecture, *Global Journal of Engineering Education*, 2014, Volume 16, Number 2. Online elérés: https://www.researchgate.net/publication/290732428_To_think_in_architecture_to_feel_in_structure_Teaching_Structural_Design_in_the_Faculty_of_Architecture, utolsó megtekintés 2023. július 5
- Kállai J. (2015): Valóság és fikció: Téri tájékozódás fizikailag valós és computer által létrehozott virtuális környezetben, *Magyar Pszichológiai Szemle*, 2015, 70(4), 743–767.

- Kállai J. (2019): A komputer által létrehozott virtuális valóság pszichológiai mechanizmusai: téri reprezentációs sajátosságok, *Magyar Pszichológiai Szemle*, 2019, 74(2), 181–200.
- Kállai J. – Lábadi B. – Osváth A. – Makány T. – Karádi, K. (2002): A téri reprezentáció különböző szintjei valós és virtuális térben, in: *A reprezentáció szintjei*, Budapest: Gondolat.
- Kárpáti A. (1995): *Vizuális képességek fejlődése*, Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Kárpáti A. (2001): *Firkák, formák, figurák – a vizuális nyelv fejlődése a kisgyermekkoról a kamaszkorig*, Budapest: Dialóg Campus Kiadó.
- Kárpáti A. (2019): *A gyermekrajztól a fiatalok vizuális nyelvéig*, Budapest: Akadémiai.
- Kárpáti A. – Babály B. – Simon T. (2015): A vizuális képességrendszer elemeinek értékelése: térszemlélet és képi kommunikáció, in: Csapó B. – Zsolnai A. (szerk.): *Online diagnosztikus mérések az iskola kezdő szakaszában*, Budapest: Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet, 35–71.
- Kárpáti A. – Gaul E. (2011). A vizuális képességrendszer: tartalom, fejlődés, értékelés, in: Csapó B. – Zsolnai A. (szerk.): *Kognitív és affektív fejlődési folyamatok diagnosztikus értékelésének lehetőségei az iskola kezdő szakaszában*, Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó, 41–82.
- Kárpáti A. – Pataky G. (2016): A Közös Európai Vizuális Műveltség Referenciakeret, *Neveléstudomány*, 2016/1, 6–21. Online elérés: <http://nevestudomany.elte.hu/index.php/2016/04/a-kozos-europai-vizualis-muveltseg-referenciakeret>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 14.
- Képzőművészeti Egyetem, Látványtervezés-tanterv (2022)*. Online elérés: https://mke.hu/res/latvanytervezo_ba.pdf, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 14.
- Képzőművészeti Egyetem, Szobrászművésztanterv (2022)*. Online elérés: <https://mke.hu/tanterv/index.php?mid=8hmxbakaqxbzvaopwoaufc>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 14.
- K. Nagy E. (2012): *Több mint csoportmunka*, Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Komenczi B. – Lengyelne Molnár T. (2020): Tanulási környezet a digitális pedagógiai kultúra világában, in: *A kultúraváltás hatása az oktatásra: Tanulmányok a digitális átállás iskolára gyakorolt hatásáról*, Eger: Eszterházy Károly Egyetem Líceum Kiadó, 9–81.
- Kovács K. – Faragó B. (2016): A modern technológia hatása a kognitív képességekre: Áttekintés, *Magyar Pszichológiai Szemle*, 2016, 71(1), 127–141.
- Kozhevnikov, M. – Hegarty, M. – Mayer, R. (2002): Spatial abilities in problem solving in kinematics, in: Anderson, M. – Meyer, B. – Olivier, P. (eds.): *Diagrammatic representation and reasoning*, London: Springer, 155–171.
- Krathwohl, D. R. (2002): A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview, *Theory into Practice* (College of Education, The Ohio State University), 2002, Volume 41, Number 4, Autumn 2002. Online elérés: https://www.academia.edu/533768/A_revision_of_Blooms_taxonomy_An_overview, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 18.
- Lámer G. (2009): Az épületszerkezet erőjátéka: a modellezés kérdései, in: *Műszaki tudomány az észak-alföldi régióban*, Debrecen: MTA DAB Műszaki Szakbizottsága, 95–100. Online elérés: https://oszkdk.oszk.hu/storage/00/00/10/61/dd/1/musz_fuz_07.pdf#page=101, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 14.
- Landau, B. – Jackendoff, R. (1993): A „mi” és „hol” a téri nyelvben és a téri megismerésben. In *A téri megismerés és a nyelv*, Fordította: Kovács Ágnes, Budapest: Gondolat, 2003. [Eredeti, online kiadás: Cambridge University Press, 2010, 69–128.]
- Losoncz A. (2014): *Konstellációk 2014: Építészet és észleléspszichológia*. Online elérés: <https://repositorium.omikk.bme.hu/handle/10890/5401>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 14.
- Makádi M. (2012): *A térbeli intelligencia fejlesztése a földrajztanítás-tanulás folyamatában*. Doktori értekezés, Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem.
- McCullough, M. (1998): *Abstracting Craft: The Practiced Digital Hand*, Boston: The MIT Press. Online elérés: https://creativetech.mat.ucsb.edu/readings/abstracting_craft_medium.pdf, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 14.
- Mészáros Zs. (é. n.): *Designed blog*. Online elérés: <https://designedped.com>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 15.
- Mingyuan, C. – Sotaro, K. (2011): The Nature Of Gestures' Beneficial Role In Spatial Problem Solving, *Journal of Experimental Psychology: General*, 2011, Vol. 140, No. 1, 102–116.
- Molnár Gy. (2011): *Számítógépes játékon alapuló képességfejlesztés: Egy pilot vizsgálat eredményei*, SZTE, Neveléstudományi Intézet, MTA-SZTE, Képességkutató Csoport.
- MOME Építészeti Intézet (2022): *Építőművészet BA – felvételi feladatok retrospektív válogatása 2006–2022*. Online elérés: https://issuu.com/moholy-nagymveszetiesegyetem/docs/felveteli_feladatkonyv_issuu-1, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 15.
- Moravánszky, Á. – Gyöngy, K. (2007): *A tér*. Budapest: Terc.
- Nagy J. (2000): *XXI. századi nevelés*, Budapest: Osiris.
- Nath, S. – Szűcs, D. (2014): Construction Play and Cognitive Skills Associated with the Development of Mathematical Abilities In 7-Year-Old Children, *Learning and Instruction*, 32, 73–80.
- National Research Council (2006): *Learning To Think Spatially*. Washington, D. C.: The National Academies Press.
- Navvab, M: (2012): Measureable Domain for Colour Differences within a Virtual Environment, *Light & Engineering* (Michigan, USA), 2012, Vol. 20, No. 3, 71–81. Online elérés: https://www.researchgate.net/profile/mojtaba-navvab/publication/258630279_measureable_domain_for_colour_differences_within_virtual_environment/links/0c960529912ab616eb000000/measureable-domain-for-colour-differences-within-virtual-environment.pdf, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 15.
- Newcombe, N. (1993): *The relation between preschoolers' everyday activities and spatial abilities*. Poster presented at the Society for Research in Child Development, New Orleans, LA, April.
- Newcombe, N. S. – Frick, A. (2010): Early Education for Spatial Intelligence: Why, What, and How, *Mind, Brain, and Education*, 4(3), 102–111.
- Nyéki L. (1993): De Block taxonómiaja, *Szakoktatás*, 1993/10, 21–24. Online elérés: <http://rs1.szif.hu/~nyeki/okt/DeBlock.pdf>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 15.

- Oláh A. (2006): *Pszichológiai alapismeretek*, Budapest: Bölcsész Konzorcium. Online elérés: <https://mek.oszk.hu/05400/05478/05478.pdf>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 15.
- Pallasmaa, J. (2018): *A bőr szemei*, Fordította: Veres Bálint, Budapest: Typotex.
- Pásztor A. (2014): Lehetőségek és kihívások a digitális játék alapú tanulásban: egy indukzív gondolkodást fejlesztő program hatásvizsgálata, *Magyar Pedagógia*, 2014, 114. évf., 4. szám 281–302.
- Pataky G. (2012): *A tárgykészítés-tárgytervezés a 6–12 éves gyerekek vizuális nevelésében, egy diagnosztikus mérés tükrében*. Doktori (PhD-) disszertáció, Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem.
- Pataky, G. (2020): “Do not touch it!”: Today’s Children’s Visual Competencies in Comparison with the Pre-Digital Era in Light of their Art Educational Environment, *Center for Educational Policy Studies Journal*, 2020, Vol. 10, No. 10, 75–96. Online elérés: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1284144.pdf>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 15.
- Pécsi Egyetem, Szobrászterv. Online elérés: https://www.art.pte.hu/kepzuveszeti_intezet/tanterv, utolsó megtekintés: 2023. március 15.
- Piaget, J. (1969): Az észleleti tér, a képzeleti tér és az alaklátás, in: Uő: *Válogatott tanulmányok*, Fordította: Semjén András, Budapest, Gondolat, 66–132.
- Piaget, J. – Inhelder, B. (1956): *The Child Conception of Space*, London: Routledge & Kegan Paul.
- Polanyi, M. (1966): *The Tacit Dimension*, London: Routledge & Kegan Paul. [Új kiadás: Chicago, IL: University of Chicago Press, 2009.]
- Porkolábné Balogh K. (1972): *Serdülőlk cselekvéses feladatmegoldásainak oktatás-lélektani problémái* (Pszichológiai Tanulmányok XIII.), Budapest: Akadémiai.
- Porkolábné Balogh K. (1979): *A technikai gondolkodás fejlesztése*, Budapest Országos Pedagógiai Intézet.
- Révész E. (2017): *Textil struktúrák épített terekben*. DLA-értekezés, Budapest: Moholy-Nagy Művészeti Egyetem.
- Richardson, M. – Hunt, T. E. – Richardson, C. (2014): Children’s Construction Task Performance and Spatial Ability: Controlling Task Complexity and Predicting Mathematics Performance, *Perceptual & Motor Skills: Learning & Memory*, 2014, 119(3), 741–757.
- Richardson, M. – Jones, G. – Croker, S. – Brown, S. L. (2011): Identifying the Task Characteristics that Predict Children’s Construction Task Performance, *Applied Cognitive Psychology*, 25(3), 377–385.
- Richardson, M. – Richardson, C. (2011): *Building Blocks of Mathematics: Understanding Children’s Construction Play as a Basis for Educational and Cognitive Assessment*. Unpublished Manuscript.
- Rimfelda, K. – Shakeshafta, N. G. – Malanchinia, M. – Rodicb, M. – Selzama, S. – Schofielda, K. – Daled, P. S. – Kovasa, J. – Plomina, R. (2017): Phenotypic and Genetic Evidence for a Unifactorial Structure of Spatial Abilities, *PNAS*, 2017, Vol. 114. No. 10, 2777–2782.
- Reilly, D. – Neumann, D. L. – Andrews, G. (2017): Gender Differences in Spatial Ability: Implications for STEM Education and Approaches to Reducing the Gender Gap for Parents and Educators, in: Khine, M. S. (ed.): *Visual-Spatial Ability In STEM Education: Transforming Research Into Practice*, Switzerland: Springer International, 195–224.
- Salamon J. (1959): Az elemi konstruáló gondolkodás fejlődésének néhány adata, *Pedagógiai Szemle*, 9, 12, 1119–1132.
- Sallai É. (2016): A kézírás személyiségfejlesztő hatása: Beszélgetés Hármory József agykutatóval, *Új Köznevelés*, 2016/2. Online elérés: <https://folyoiratok.oh.gov.hu/uj-kozneveles/a-keziras-szemelyisegfejleszto-hatasa>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 15.
- Séra L. – Bakon I. (1995): A téri megismerés fejlődése, *Pszichológia*, 1995, (15)3, 313–329.
- Séra L. – Bakon I. – Stefanik K. (1993): Térismeret és a kognitív készségek, *Pszichológia*, 1993, (13)1, 43–65.
- Séra L. – Kárpáti A. – Gulyás J. (2002): *A térszemlélet: A vizuális-téri képességek pszichológiája, fejlesztése és mérése*, Pécs: Comenius Bt.
- Shelton, A. L. et al. (2022): Characterizing the Details of Spatial Construction: Cognitive Constraints and Variability, *Cognitive Science*, 2022, Vol. 46, No. 1, e13081.
- Somogyi K. (2019): *Közvetlen élmény — közvetlen építészet: Az „építész nézet” kvalitatív vizsgálata saját élményű középiskolai környezetben*, PhD-értekezés, Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem.
- Spearman, C. (1961): The Abilities of Man, in: Jenkins, J. J. – Paterson, D. G. (eds.): *Studies in Individual Differences: The Search for Intelligence*, New York: Appleton-Century-Crofts, 241–266.
- Stannard, L. – Wolfgang, C. H. – Jones, I. – Phelps, P. (2001): A Longitudinal Study of the Predictive Relations among Construction Play and Mathematical Achievement, *Early Child Development and Care*, 2001, 167(1), 115–125.
- Stenberg, J. R. (2014): Intelligence, in: Nadel, L.: *Encyclopedia of Cognitive Science*, Nature Publishing Group.
- Sun, R. – Wu, Y. J. – Cai, Q. (2019): The effect of a virtual reality learning environment on learners’ spatial ability, *Virtual Reality*, 2019, 23(4), 385–398.
- Szabó L. (1989): A művészeti oktatás kérdése Magyarországon 1790–1846 között, *Ars Hungarica*, 1989/2, 134–145.
- Szász G. – Csuka A. (é. n.): *A mechanika oktatási módszerei különböző képzési formában*. Online elérés: <https://docplayer.hu/17893556-dr-szasz-gabor-csuka-antal-a-mechanika-oktatasi-modszerei-kulonboz-kepzesi-formaban.html>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 15.
- Szentandrás D. (2012): Vizuális nevelés, *Régi-Új Magyar Építőművészet, Post Scriptum*, 2012/3., XII. évf., 68. sz., 50–52.
- Szentandrás D. (2019a): Creativity and problem Solving Skills Development through Spatial Workshops, *Research in Arts and Education*, 2019(2), 695–698.

- Szentandrás D. (2019b): *Kiváltható-e a téri vizuális képességek fejlesztése digitális eszközökkel? Komplex tanulmány*. Kézirat, Budapest: Moholy-Nagy László Művészeti Egyetem.
- Szentandrás D. – Terbe R. – Szentandrás R. (2021): Nem látó gyerekek a GYIK Műhelyben, *Vizuális Kultúra*, 2021/1, 24–28. Online elérés: http://vizualiskultura.ujsag.hu/wp-content/uploads/2021/01/2_Szentandr%C3%A1si%20et%20al.%20Nem%20l%C3%A1t%C3%B3%20gyerekek%20a%20GYIK%20m%C5%B1helyben_v2.pdf, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 15.
- Szentandrás R. (2014): *Láthatatlan világ*, Budapest: Semmelweis Egyetem, Mentálhigiéné Intézet.
- Szentpéteri, M. (2011): *Térpoétika*, Budapest: Helikon.
- Terbe R. (2017): Térjátékok, Térbeli gondolkodásfejlesztés, épített környezeti nevelés gyerekeknek. DLA-értekezés, Budapest: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem.
- Terbe R. – Eplényi A. – Szentandrás D. (2017): GYIK Műhely, GYIK-TÉR-TOVÁBBKÉPZÉS, *Építész Közöny*, 2017, 251. szám, 16–17.
- The Nobel Assembly at Karolinska Institutet*, 2014. Online elérés: <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2014/press-release>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 15.
- Thurstone, L. L. (1950): Some Primary Ability in Visual Thinking, *Proceedings of the American Philosophical Society*, 1950, Vol. 94, No. 6, 517–521.
- Thurstone, L. L. (1999): *The Nature of Intelligence*, London: Routledge, Trench, Trubner & Co. Ltd. [Eredeti megjelenés: 1924, Digitalizált kiadás: 2007.]
- Tóth B. (2019): *Mechanika I.: Statika*, Budapest: Dialóg Campus, Budapest.
- Tóth L. (2009): Intelligencia, *Tehetség*, 2009, 17(3), 3–6.
- Tóth P. (2014): Térlátás fejlesztése online környezetben, in: Tóth P. – R. Ősz R. – Várszegi Á. (szerk.): *Pedagógusképzés – személyiségformálás, értékközvetítés, értékkeremtés - IV. Trefort Ágoston Szakmai Tanárképzési Konferencia, Tanulmánykötet (Budapest, 2014. november 20.)*, Budapest: Óbudai Egyetem Trefort Ágoston Mérnökpedagógiai Központ, 253–275.
- Umejima, K. – Ibaraki, T. – Yamazaki, T. – Kuniyoshi, L. (2021): Sakai Paper Notebooks vs. Mobile Devices: Brain Activation Differences during Memory Retrieval, *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 2021, Vol. 15. Online elérés: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnbeh.2021.634158/full>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 15.
- UNESCO Education Sector (2004): *The Plurality of Literacy and its Implications for Policies and Programmes: Position Paper*, Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Uyên, N. N. (2019): *The Binary Nature of Architecture and Sculpture*. Master thesis in architecture, Ho Si Minh-város, Vietnám: Ho Chi Minh City University of Architecture.
- Vaughan, L. (2017): Embracing the Literacies of Design as Means and Mode of Dissemination, in: Vaughan, L. (ed.): *Practise-based Design Research*, New York: Bloomsbury Academic, 73-77.
- Verdine, B. N. – Golinkoff, R. M. – Hirsh-Pasek, K. – Newcombe, N. S. – Filipowicz, A. T. – Chang, A. (2014): Deconstructing Building Blocks: Preschoolers' Spatial Assembly Performance Relates to Early Mathematical Skills, *Child Development*, 85(3), 1062–1076.
- Vida P. (2017): *A kreativitáskutatás pszichológiai elméletei és eredményei a kortárs szakirodalomban*. Kézirat, Budapest: Moholy-Nagy Művészeti Egyetem.
- Ybl Miklós Főiskola, *Tanterv* (2020). Online elérés: <https://yblszakkepzo.hu/szakmaidokumentumok/szakmai-program>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 15.
- Zsolnai A. (2001): A gyermekkori kötődések szerepe a szociális kompetencia fejlődésében, in: Csapó B. és Vidákovich T. (szerk.): *Neveléstudomány az ezredfordulón: Tanulmányok Nagy József tiszteletére*, Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó, 143–152.

8. Ábrák és táblázatok jegyzéke

Ábrák:

1. *ábra*: A disszertáció felépítése
2. *ábra*: A disszertáció felépítése a teoretikus kutatás jelölésével
3. *ábra*: A látás rendszere (Forrás: <https://www.online-sciences.com/medecine/visual-pathway-functions-of-neurons-in-primary-visual-cortex-analysis-of-visual-information>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 2.)
4. *ábra*: Vizuális információk észlelése: Mit és hol látok? (Forrás: https://images.slideplayer.com/32/9996587/slides/slide_2.jpg, utolsó megtekintés: 2019. augusztus 10.)
5. *ábra*: Az egocentrikus tér (Forrása: Leonardo da Vinci: *Vitruvius-tanulmány*, <https://www.gallerieaccademia.it/tribunale-di-veneziana-ravensburger-ha-illicitamente-utilizzato-e-riprodotto-italia-e-alleestero>, utolsó megtekintés: 2023. augusztus 2.)
6. *ábra*: Az allocentrikus tér (Forrás: Oskar Schlemmer: *Ábra a térben síkgeometriával és térbeli lehatárolásokkal, 1924–1925*, <https://www.meisterdrucke.hu/fineart-nyomatok/Oskar-Schlemmer/1186779/%C3%81bra-a-t%C3%A9rben-s%C3%ADkgeometri%C3%A1val-%C3%A9s-t%C3%A9rbeli-lehat%C3%A1rol%C3%A1sokkal,-1924-1925..html>, utolsó letöltés: 2023. augusztus 2.)
7. *ábra*: A fotók a GYIK Műhely akkreditált, térlátást és térbeli alkotókészséget fejlesztő gyakorlatorientált művészeti továbbképzését mutatják
8. *ábra*: A *Táj-Tér-Tár* kiadványban szereplő témakörök (Eplényi-Szentandrás-Terbe, 2015, 3.)
9. *ábra*: Az Arkki oktatásának felépítése
9. *ábra*: Az Arkki oktatásának felépítése (Forrás: <https://www.arkki.com/arkki-education>, utolsó megtekintés: 2023. június 3.)
10. *ábra*: CAN Architects, Bazalt Iskola-munkafolyamat (Cseh et al., 2023, 42.)
11. *ábra*: A vizuális műveltség modellje az Európai Vizuális Műveltség Referenciakeretben (Kárpáti-Pataky, 2016, 9.)
12. *ábra*: A vizuális kompetencia összetevői az Európai Vizuális Műveltség Referenciakeretben, (Kárpáti-Pataky, 2016, 1.)
13. *ábra*: Téri relációt mérő teszt. Melyik alakzat azonos a bal oldalon látható alakzattal? (Séra-Kárpáti-Gulyás, 2002, 25.)
14. *ábra*: Tesztfeladat, robotforgatás (Babály, 2020, 88.)
15. *ábra*: Komplex vizuális probléma megoldására irányuló teszt (Séra-Kárpáti-Gulyás, 2002, 35.)
16. *ábra*: Térszemlélet-feladatlap. Feladat: A testek látszati képei alapján vetületi rajz elkészítése (Séra-Kárpáti-Gulyás, 2002, tesztkönyvmelléklet)
17. *ábra*: Tesztfeladat a nem látható élek berajzolása (Séra-Kárpáti-Gulyás, 2002, tesztkönyvmelléklet)
18. *ábra*: Mintapélda a tér rekonstruálása részképességhez a 9. évfolyam tesztjéből (Babály, 2020, 85.)
19. *ábra*: Rekonstruáló tesztfeladat (Séra-Kárpáti-Gulyás, 2002, tesztkönyvmelléklet)
20. *ábra*: Vonalszerű szerkezeti elem: bambuszrúd, elemek rögzítése: kötöződróttal, GYIK Műhely
21. *ábra*: Vonalszerű szerkezeti elem: balsafa, elemek rögzítése: gombostű, GYIK Műhely
22. *ábra*: Vonalszerű szerkezeti elem: papírcsík, elemek rögzítése: ragasztás, GYIK Műhely
23. *ábra*: Vonalszerű szerkezeti elem: dekorlemez, elemek rögzítése: gyorskötöző, GYIK Műhely
24. *ábra*: Vonalszerű szerkezeti elem: mikrokarton, elemek rögzítése: szorításos rögzítés, GYIK Műhely
25. *ábra*: Dobozszerkezet bemetszésekkel, GYIK Műhely
26. *ábra*: Feszített fólia különböző méretekben, GYIK Műhely
27. *ábra*: Vonalszerű szerkezet a MOME *Designszolfézs* tantárgyán belül a *Vizuális stúdió* blokkban (2021/2022, 1. félév / 2. feladat; oktatók: Szentandrás Dóra, Turcsány Villó, Józsa Pál; hallgatók: BA1 – Design Intézet)
28. *ábra*: Vonalszerű szerkezet a MATE tájépítészmérnök-képzésén 2019-ben, a *Landscape Graphics* órán, MA – 1. évfolyam; oktató: Eplényi Anna
29. *ábra*: BME Építészmérnöki Kar, Exploratív Építészeti Tanszék, *Térkompozíció* tárgy, elsőéves hallgatók műhelygyakorlata; oktatók: Terbe Rita DLA, Árva József DLA, Barta Fruzsina, Bálint Anna, Dávid Dóra, Galántai Gergely, Kálna Dávid, Rácz Anna, Szabó Péter Róbert, Szűcs Imre
30. *ábra*: Felületszerű szerkezet a MOME *Designszolfézs* tantárgyán belül a *Vizuális Stúdió* blokkban (2021/2022, 1. félév / 2. feladat; oktatók: Szentandrás Dóra, Turcsány Villó, Józsa Pál; hallgatók: BA1 – Design Intézet)
31. *ábra*: BME, Építészmérnöki Kar, Exploratív Építészeti Tanszék, *Térkompozíció* tárgy, elsőéves hallgatók műhelygyakorlata; oktatók: Terbe Rita DLA, Árva József DLA, Barta Fruzsina, Bálint Anna, Dávid Dóra, Galántai Gergely, Kálna Dávid, Rácz Anna, Szabó Péter Róbert, Szűcs Imre
32. *ábra*: A disszertáció felépítése a kutatási kérdések jelölésével
33. *ábra*: A disszertáció felépítése a kutatási cél és a doktori kutatási kérdések jelölésével
34. *ábra*: A kutatási alkérdések szűkítése a doktori kutatási cél mentén
35. *ábra*: A disszertáció felépítése a mérőeszköz-prototípus jelölésével
36. *ábra*: Látó és nem látó gyerekek közösen elkészített konstrukciója
37. *ábra*: A disszertáció felépítése az értékelési rendszer jelölésével
38. *ábra*: Arkki oktatási programjában megjelenő taxonómia (Forrás: <https://www.arkki.com/arkki-education>, utolsó megtekintés: 2023. június 3.)
39. *ábra*: A disszertáció felépítése a pilotmérések és a reflexiók jelölésével
40. *ábra*: Az 1. doktori kutatási kérdésre adott válasz vizuális ábrázolása
41. *ábra*: A 2. doktori kutatási kérdésre adott válasz vizuális ábrázolása

42. *ábra*: A 3. doktori kutatási kérdésre adott válasz vizuális ábrázolása
 43. *ábra*: A disszertáció felépítése a hipotézisek jelölésével
 44. *ábra*: A disszertáció felépítése a kiinduló kutatási kérdésekre való visszacsatolással

Táblázatok:

1. *táblázat*: A téri képességfakorok egymással való kapcsolata (Makádi, 2012, 3.)
2. *táblázat*: A TÁMOP 3.1.9. kompetenciamérés vizuális képességrendszer (Pataky, 2012, 75.)
3. *táblázat*: A vizuális téri képességek megjelenésének gyakorisága az alap-, a keret- és a helyi tantervekben (Babály, 2020, 61; Kárpáti–Simon, 2015 alapján)
4. *táblázat*: Téri képességek keretrendszere a hazai tantervi dokumentumok alapján (Babály, 2020, 62; Kárpáti et al., 2015 alapján)
5. *táblázat*: A konstruáló feladatokhoz illesztett kompetenciaelemek listája (Pataky, 2012, 79.)
6. *táblázat*: A konstruálóképesség együttes elemei (Pataky, 2012, 75.)
7. *táblázat*: A konstruáló feladatokhoz illesztett kompetenciaelemek listájának szűkítése az intuitív konstruálásnak megfelelően
8. *táblázat*: Az elemek értékelése a *Vizuális képességek fejlődése 6–12 éves korban, a tárgy-kultúra tanításának területén* című könyv (Pataky, 2012) feladatai alapján
9. *táblázat*: Az elemek értékelése a *Táj-Tér-Tár+* kiadványban szereplő feladatok alapján
10. *táblázat*: Bloom hat szintje (Bloom, 1976)
11. *táblázat*: De Block taxonómiája (Nyéki, 1993)
12. *táblázat*: De Block taxonómiájához kapcsolódóan a kognitív terület kulcsszavai (Nyéki, 1993)
13. *táblázat*: De Block taxonómiájához kapcsolódóan a pszichomotoros terület kulcsszavai (Nyéki, 1993)
14. *táblázat*: Az eredeti aktivitásmátrix-táblázat vizuálisan módosított verziója – korosztály alapján
15. *táblázat*: Az eredeti aktivitásmátrix-táblázat vizuálisan módosított verziója – tevékenység alapján
16. *táblázat*: Az eredeti aktivitásmátrix-táblázat vizuálisan módosított verziója – tudás alapján
17. *táblázat*: Az aktivitásmátrix alapján a stabilitásra vonatkozó tudás szakaszolása
18. *táblázat*: A videók kódolásához meghatározott tevékenységek: értelmezés, mértékegység, típus
19. *táblázat*: A téri tudás valós térben való alkalmazására készített teszt eredményeinek pontozótáblája

Mellékletek

1. *számú melléklet*:
 UART alkotódoboz bemutatása – videólink
2. *számú melléklet*:
 A disszertációban bemutatott ábrák kiegészítésére az alábbi témában: a GYIK Műhelyben és a GYIK Műhely módszertanára épülő egyetemi képzésben hogyan valósulnak meg a vonalszerű, felületszerű alkotói feladatok.
3. *számú melléklet*:
 Gyarmathy eredeti aktivitásmátrixa (Gyarmathy, 2015)
4. *számú melléklet*:
 Teszt a téri tudás valós térben való alkalmazásának mérésére
5. *számú melléklet*:
 Lezáró kérdések, beszélgetés a gyerekekkel
6. *számú melléklet*:
 Szülői kérdőív
7. *számú melléklet*:
 Az almérőeszköz prototípusának pilottesztelésén mért adatok kiértékelése

1. számú melléklet

UART alkotódoboz bemutatása

<https://www.facebook.com/envallalkozasom/videos/394055570786509>



2. számú melléklet

A disszertációban bemutatott ábrák kiegészítésére az alábbi témában: a GYIK Műhelyben és a GYIK Műhely módszertanára épülő egyetemi képzésben hogyan valósulnak meg a vonalszerű, felületszerű alkotói feladatok.

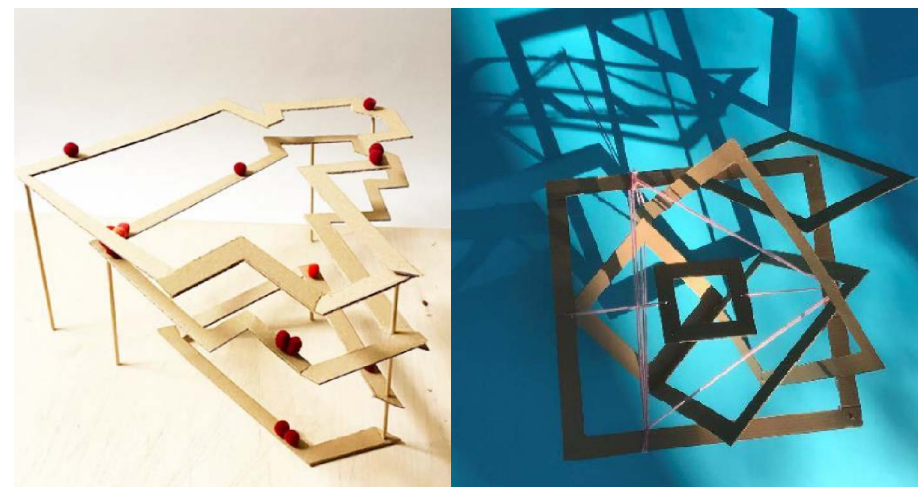
Vonalszerű szerkezetek a GYIK Műhelyben:



Felületszerű szerkezetek a GYIK Műhelyben:



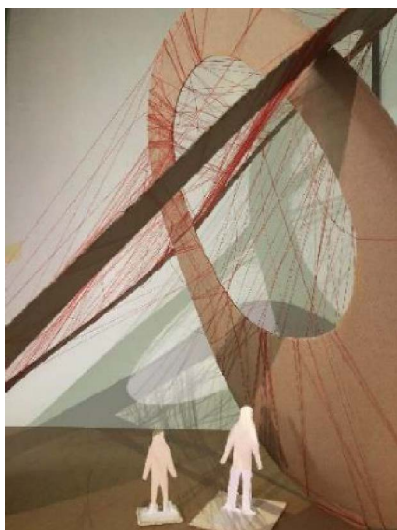
Egyetemen készült munkák:



Design Intézet / Designszolfézs / Vizuális Stúdió
2021/2022 / 1. félév / 2. feladat
Oktatók: Szentandrás Dóra, Turcsány Villő, Józsa Pál
Hallgatók: BA1-Design Intézet



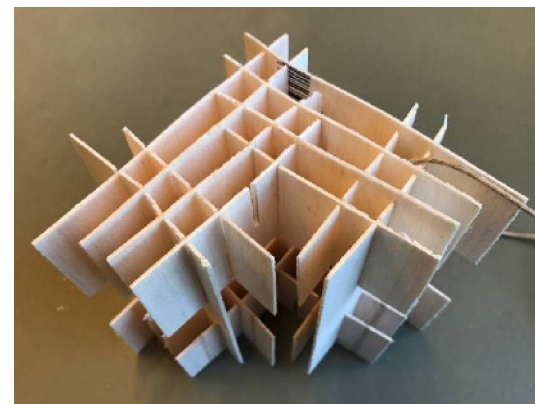
BME, Építészmérnöki Kar, Exploratív Építészeti Tanszék, Térkompozíció tárgy első-
éves hallgatók műhelygyakorlata,



Design Intézet / Designszolfézs / Vizuális Stúdió
2021/2022 / 1. félév / 2. feladat
Oktatók: Szentandrás Dóra, Turcsány Villő, Józsa Pál
Hallgatók: BA1-Design Intézet



BME, Építésztechnológiai Kar, Exploratív Építészeti Tanszék, Térkompozíció tárgy első-
éves hallgatók műhelygyakorlata.



BME, Építésztechnológiai Kar, Exploratív Építészeti Tanszék, Térkompozíció tárgy első-
éves hallgatók műhelygyakorlata.

3. számú melléklet

Inkluzív fejlesztési/tanulási környezet						
Nem a tanulókat, hanem a tananyagot differenciáljuk						
	Észlelés utánzás	Ötletelés képzelet	Szabályok ismeretek	Alkalmazás gyakorlás	Szintézis, kapcsolat	Kritikai gondolk.
Mozgásos						
Zenei		<i>kisgyerek</i>				
Téri-vizuális						
Nyelvi			<i>iskolás gyerek</i>			
Log-Mat.						
Társas						
Önreflexív						<i>fiatal és felnőtt</i>

Inkluzív fejlesztési/tanulási környezet						
Nem a tanulókat, hanem a tananyagot differenciáljuk						
	Észlelés utánzás	Ötletelés képzelet	Szabályok ismeretek	Alkalmazás gyakorlás	Szintézis, kapcsolat	Kritikai gondolk.
Mozgásos						
Zenei		<i>próba-szerencse</i>				
Téri-vizuális						
Nyelvi				<i>műszerezés</i>		
Log-Mat.						
Társas						
Önreflexív						<i>értő-alkotó</i>

Inkluzív fejlesztési/tanulási környezet						
Nem a tanulókat, hanem a tananyagot differenciáljuk						
	Észlelés utánzás	Ötletelés képzelet	Szabályok ismeretek	Alkalmazás gyakorlás	Szintézis, kapcsolat	Kritikai gondolk.
Mozgásos						
Zenei		<i>előkészítés</i>				
Téri-vizuális						
Nyelvi				<i>alapvetés</i>		
Log-Mat.						
Társas						
Önreflexív						<i>kiterjesztés</i>

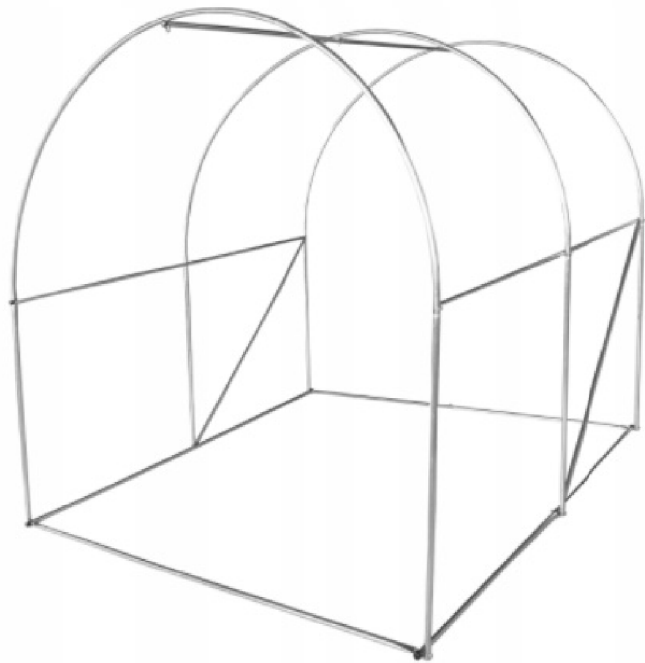
4. számú melléklet

Teszt a téri tudás valós térben való alkalmazásának mérésére

GYERMEK kódja:
Rögzítés dátuma:

1.1.

Szerinted ez stabil szerkezet?



igen / nem / nem tudom

KÓD:
Dátum:
1.2.

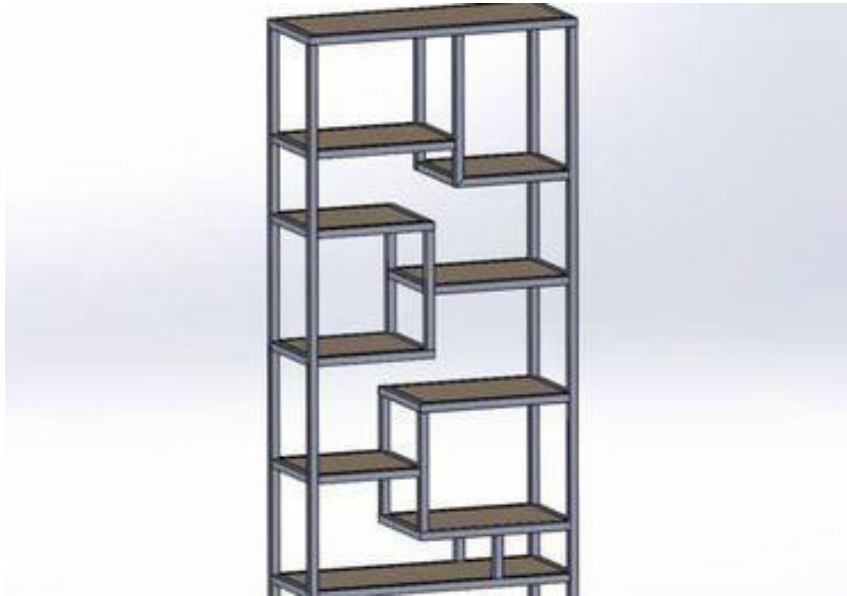
Szerinted ez stabil szerkezet?



igen / nem / nem tudom

KÓD:
Dátum:
1.3.

Szerinted ez stabil szerkezet?



igen / nem / nem tudom

KÓD:
Dátum:
1.4.

Szerinted ezt tényleg így építette meg valaki, vagy számítógéppel modellezte meg? Stablnak talárod a szerkezetet?



igen / nem / nem tudom

KÓD:
Dátum:
2.1.

A kettő közül melyik stabilabb?



A

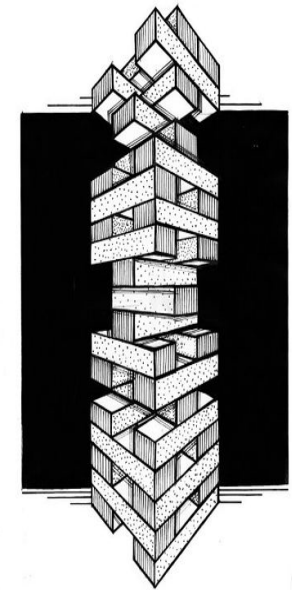
B

KÓD:
Dátum:
2.2.

A kettő közül melyik stabilabb?



A



QUINT CLYDE

B

KÓD:
Dátum:
2.3.

A kettő közül melyik stabilabb?



A



B

KÓD:
Dátum:
2.4.

Ezek számítógéppel készült látványtervek.
A kettő közül melyik stabilabb?



A



B

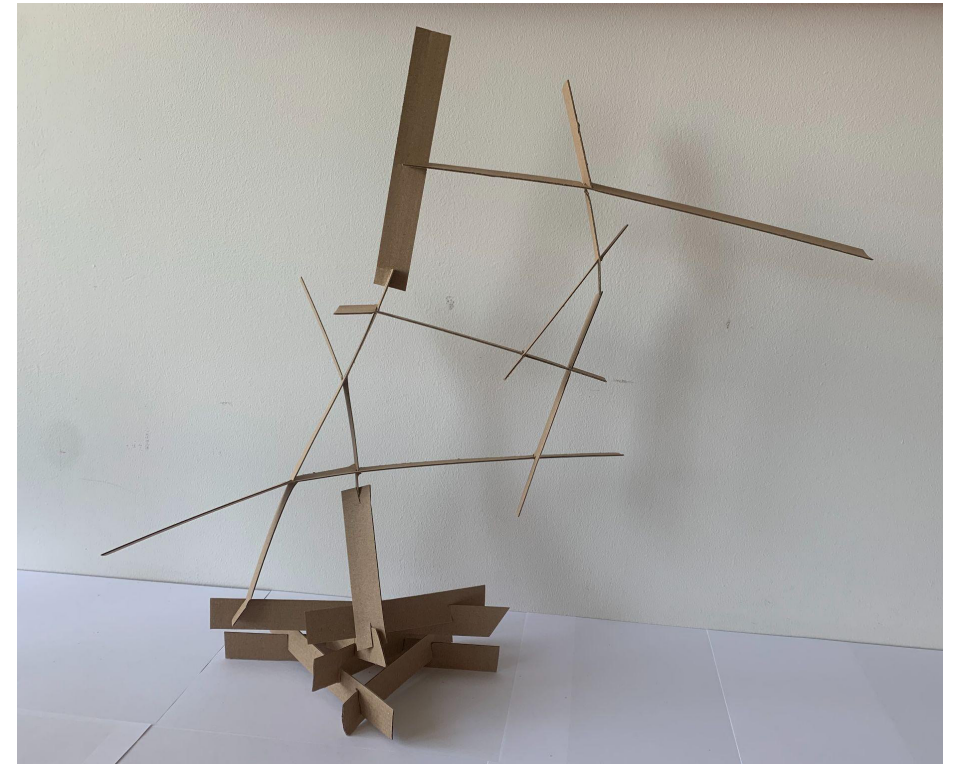
KÓD:
Dátum:
3.1.1.

Ez a szerkezet mindjárt összedől. Szerinted hova kellene tenni elemeket ahhoz, hogy a szerkezet stabil legyen? Rajzold bele!



KÓD:
Dátum:
3.1.2.

Ez a szerkezet mindjárt összedől. Szerinted hova kellene tenni elemeket ahhoz, hogy a szerkezet stabil legyen? Rajzold bele!



5. számú melléklet

Lezáró kérdések, beszélgetés a gyerekekkel

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfaQaI50jM6IpG4eaEcJY-s38KofGPGKNH8SsoYA1gWSLcnlQ/viewform?usp=sf_link

Gyermek kódja

Saját válasz

Kitöltés dátuma

Saját válasz

Élvezted a toronyépítést?

Saját válasz

A tornyod melyik része tetszik a legjobban? Mutasd meg! Miért?

Saját válasz

Mielőtt nekikezdtél az építésnek, előtte fejben megtervezted, hogy mit szeretnél építeni? Vagy hogyan szeretnéd építeni? Vagy csak úgy nekikezdtél?

Saját válasz

Ha volt terved, akkor végig az alapján építettél, vagy eltértél tőle? Ha igen, akkor meg tudod mutatni, hogy hol tértél el, és miért?

Saját válasz

Ha nem volt terved, akkor az építés közben volt-e olyan, hogy a következő néhány lépést előre átgondoltad?

Saját válasz

Mennyire vagy elégedett azzal a magassággal, amit elértél?

Saját válasz

Tetszik a torony, amit építettél?

Saját válasz

Mi okozott nehézséget az építés során?

Saját válasz

Volt olyan, hogy labilissá vált a tornyod, vagy azt hitted, hogy mindjárt összedől? Mivel tudtad megakadályozni, hogy összedőljön a tornyod?

Saját válasz

Ha most újra megépíthetnéd a tornyodat, akkor valamit másképp csinálnál, hogy még magasabb legyen?

Saját válasz

6. számú melléklet

Szülői kérdőív

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe4C_hpAvLRdfXzNgnhFxHpMD9BFVuP4ES1e17T1SFf9a4Hzw/viewform?usp=sf_link

Kedves Szülők! Köszönjük, hogy hozzájárultak ahhoz, hogy gyermekük részt vegyen a konstruáló képességeket mérő kutatásban. A kérdőív a gyermek fejlődésére és játékkal kapcsolatos szokásaira irányul. A gyermekek a kutatás során kódot kaptak, jelen kérdőívet a gyermek „dossziájához” fogjuk csatolni, és a korábban megküldött GDPR szerint bizalmasan kezeljük. Amennyiben érdeklő a saját gyermekének eredménye, illetve a teljes kutatás, kérjük, hogy adja meg e-mail-címét, és megküldjük Önnek, várhatóan 2023. augusztusban. Köszönjük együttműködésüket!

Kérjük, adja meg e-mail-címét, ha szeretne tájékoztatást kapni a kutatás eredményéről!

Rövid szöveges válasz

Gyermek neve

Rövid szöveges válasz

Gyermek születési éve

Rövid szöveges válasz

Az édesanya születési éve

Rövid szöveges válasz

Testvérek száma

1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 / 8 / 9 / 10 / 11 / 12 / 13 / 14

Születési sorrend - amennyiben van testvére a gyermeknek, hányadik a „sorban”?

1. / 2. / 3. / 4. / 5. / 6. / 7. / 8. / 9. / 10. / 11. / 12.

Gyermek születésére vonatkozó kérdések

Volt-e a terhesség alatt vagy a szülés körül komplikáció?

A gyermek koraszülött volt-e?

nem / igen

Amennyiben az „igent” jelölte be, kérem, fejtse ki egy kicsit bővebben (pl. hányadik hétre született, igényelt-e intenzív terápiás ellátást, stb.)!

Hosszú szöveges válasz

Apgar-érték?

A gyermek születésekor kapott Apgar-értéke 8–10 pont közötti volt.

A gyermek születésekor kapott Apgar-értéke 0–7 pont közötti volt.

Amennyiben az előző kérdésre „A gyermek születésekor kapott Apgar-értéke 0–7 pont közötti volt” választ jelölte, kérem fejtse ki jobban, mely (például: mely életfunkciók esetében kapott kevesebb pontot az újszülött)!

Hosszú szöveges válasz

Gyermek fejlődésére vonatkozó kérdések

A gyermek mozgásának fejlődése csecsemőkorától kezdve hogyan alakult?

mindent hamarabb csinált, mint a korosztálya / többnyire mindent a korosztályának megfelelően csinált / 1-1 területen megkészt a mozgásfejlődése a korosztályához képest / több mozgással kapcsolatos területen is megkészt a fejlődése a korosztályához képest / nem tudom / egyéb

Hogyan alakult a gyermek beszédfejlődése?

hamar kezdett beszélni korosztályához képest / korosztályának megfelelően kezdett / megkészt a beszédfejlődése / nem tudom / egyéb

Volt-e a gyermeknek bármilyen fejlődési lemaradása?

igen / nem / nem tudok róla

Van-e a gyermeknek olvasási nehézsége?

igen / nincs / korábban volt, de ma már behozta a lemaradást / nem tudok róla

Van-e a gyermeknek valamilyen területen kiemelkedő tehetsége?

igen / nem / nem tudok róla / egyéb

Ha az előző kérdésre igennel válaszolt, kérem, írja le, hogy gyermeke miben tehetséges?

Hosszú szöveges válasz

Van-e a gyermeknek bármilyen tanulási nehézsége?

igen / nem / nem tudok róla

Ha az előző kérdésre igennel válaszolt, kérem, írja le, hogy milyen jellegű tanulási nehézsége van?

Hosszú szöveges válasz

A gyermek játékszokásaira vonatkozó kérdések

Gyermeke rendszeresen (naponta) játszott-e építőköccel? (Klasszikus vagy ahhoz hasonló építőköccel gondolunk, nem Legóra)

1-3 éves kora között / 4-6 éves kora között / 7-9 éves kora között / nem játszott rendszeresen / gyakorlatilag egyáltalán nem vagy alig játszott / nem volt építőköccel / nem emlékszem / egyéb

Gyermeke ritkán (heti 2-3 alkalom) játszott-e építőköccel (Klasszikus vagy ahhoz hasonló építőköccel gondolunk, nem Legóra)?

1-3 éves kora között / 4-6 éves kora között / 7-9 éves kora között / rendszeresen játszott / gyakorlatilag egyáltalán nem vagy alig játszott / nem volt építőköccel / nem emlékszem / egyéb

Gyermeke rendszeresen (naponta) játszott-e Legóval vagy Duplóval ?

1-3 éves kora között / 4-6 éves kora között / 7-9 éves kora között / nem játszott rendszeresen / gyakorlatilag egyáltalán nem vagy alig játszott / nem volt Legója/ Duplója / nem emlékszem / egyéb

Gyermeke ritkán (heti 2-3 alkalom) játszott-e Legóval vagy Duplóval?

1-3 éves kora között / 4-6 éves kora között / 7-9 éves kora között / rendszeresen játszott / gyakorlatilag egyáltalán nem vagy alig játszott / nem volt Legója/Duplója / nem emlékszem / egyéb

Gyermeke szokott-e bármilyen alkotótevékenységet végezni (A rajzolás, festés most nem tartozik ide)?

igen, rendszeresen / néha / évente 1-2 alkalommal / nem szokott / kisebb korában gyakran alkotott / nem tudom / ha több ideje lenne rá, biztos többet alkotna / egyéb

Gyermeke szokott-e barkácsolni?

igen, rendszeresen / néha / évente 1-2 alkalommal / nem szokott / kisebb korában gyakran barkácsolt / nem tudom / egyéb

Gyermeke járt-e óvodán vagy iskolán kívüli olyan foglalkozásra, különórára, ami vizuális képességeit fejlesztésére irányult?

igen / nem / nem tudom

Ha az előző kérdésre igennel válaszolt, kérem, írja le, hogy hova járt, és milyen rendszerességgel?

Hosszú szöveges válasz

Gyermek digitális eszköz-használatára vonatkozó kérdések

Gyermeke szokott-e digitális eszközön játszani (filmnézés nem ide tartozik)?

igen / nem / nem tudom / egyéb

Gyermeke hány éves kora óta játszik napi rendszerességgel digitális eszközön (filmnézés nem ide tartozik)?

Rövid szöveges válasz

Gyermeke szokott-e rendszeresen Minecrafttal vagy egyéb konstruáló digitális játékkal játszani?

igen / néha játszik / mostanában egyre többet / régen többet játszott / nem játszik / nem tudom

Van-e gyermekének saját digitális eszköze?

igen / nem / egyéb

Gyermeke az elmúlt egy évben átlagosan mennyi időt töltött képernyő előtt hétköznap? (Az online oktatás idejét ne számolják ide)

nem néz semmilyen képernyőt hétköznap / fél óránál kevesebb / 30 perc és 1 óra között / 1-3 óra között / 3-5 óra között / 5 óránál többet / nem tudom / egyéb

Gyermeke átlagosan mennyi időt tölt képernyő előtt egy hétvégi napon?

nem néz semmilyen képernyőt hétvégén / fél óránál kevesebb / 30 perc és 1 óra között / 1-3 óra között / 3-5 óra között / 5 óránál többet / nem tudom / egyéb

7. számú melléklet

Az almérőeszköz prototípusának pilottesztelésén mért eredmények kiértékelése

A mérésre az ELTE Radnóti Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium második osztályos gyermekeinek bevonásával került sor.

Az alkotói folyamatot videón rögzítettük.

A videó kódolást két független kódoló végezte. Az eredmények összehasonlítását követően a kappa-érték az előírásoknak megfelelő volt, így a kódolás megbízható, valid. A videók kódolása Observer XT15 szoftverrel történt.

A mérések eredményei

A valós téri alkotófolyamatokra vonatkozó mérés: v.

A tableten történt alkotófolyamatokra vonatkozó mérés: t.

Descriptive Statistics						
	Felkészítő szakasz_ sec		Előkészítő szakasz_ sec		Alaptudás_sec	
	t	v	t	v	t	v
p	0.18		0.177		1.00	
Valid	6	6	6	5	5	3
Missing	0	0	0	1	1	3
Median	117.000	182.500	101.000	295.000	457.000	303.000
Mean	116.667	265.000	161.333	349.400	449.000	379.000
Std. Deviation	49.139	251.483	198.594	207.813	247.151	145.712
Minimum	56.000	63.000	11.000	96.000	134.000	287.000
Maximum	181.000	759.000	555.000	613.000	722.000	547.000

A mérések alapján mindkét felületen megjelentek az alkotói folyamatban a meghatározott alkotói szakaszok.

A valós és tabletes építés eredményei alapján az egyes szakaszokra vonatkoztatva nincs szignifikáns eltérés ($p > 0,05$), ami a mérés alapján azt jelenti, hogy a valós és digitális térben való építés során a stabilitás szakaszai összehasonlíthatók.

Az összehasonlítás eredménye alapján a felkészítő szakaszt a valós térben és a tableten történő alkotási folyamatban is elérte minden résztvevő. Az előkészítő szakaszt a tableten mind a hat alkotó elérte, míg valós térben csak ötüknek sikerült. Az alaptudást tableten öt alkotó érte el, míg valós térben csak három.

A középérték (*median*) és az átlag (*mean*) alapján a felkészítő és az előkészítő szakaszban a tableten kevesebb időt töltöttek a gyerekek, mint a valós térben. Ez alapján kevesebb időre volt szükségük egy-egy szakaszban ahhoz, hogy átjussanak a következő szakaszba, így a tizenkét perces játékidő során több időt tudtak tölteni az utolsó, azaz az alapszakaszban.

Az alkotói folyamat során a műveletekre vonatkozó mérési eredmények:

Descriptive Statistics								
	Elem-manipuláció_db		Elemmanipulacio_ido		Illesztés (sikeresen)		Objektum forgatás	
	t	v	t	v	t	v	t	v
Valid	6	6	6	6	6	6	6	6
Missing	0	0	0	0	0	0	0	0
Median	37.500	31.500	590.000	521.000	38.000	24.000	14.500	11.000
Mean	37.500	34.167	540.000	507.833	37.333	24.000	13.167	12.667
Std. Deviation	17.581	16.558	173.185	93.564	17.592	7.642	10.759	7.367
Minimum	18.000	14.000	207.000	357.000	17.000	15.000	0.000	3.000
Maximum	62.000	57.000	702.000	628.000	61.000	36.000	24.000	24.000
p	0.818		0.423		0.199		0.936	

Az alkotói folyamat során műveleteket hajthat végre a gyerek az elemek manipulálásával, az elemek illesztésével és az objektum forgatásával. Az eredmények alapján a tablet és a valós mérések során nem szignifikáns az eltérés ($p > 0,05$).

A tabletes alkotói folyamatban több elemmanipuláció történt, mint a valós alkotói folyamatban.

A tizenkét perces alkotói folyamatban a tableten játszó gyerekek több időt töltöttek az elemek manipulációjával, mint a valós térben alkotó gyerekek.

A tizenkét perces alkotási időben a tableten játszó alkotó gyerekek több elemet illesztettek sikeresen, mint a valós térben alkotó gyerekek.

Az építés során a gyerekek tableten többször forgatták meg a teljes objektumot, mint a valós térben.

A mérési eredmények alapján a teljes építési folyamat során a tabletes alkotási folyamatban több műveletet végeznek a gyerekek, mint a valós térben.

Míg a tableten a felhasznált elemek száma és a sikeres rögzítések száma megegyezik, addig a valós térben kevesebb illesztés valósult meg, mint ahány elemmanipuláció. Ennek az az oka, hogy az valós térben az elemek illesztésekor előfordult a kartonpapír elszakadása, jelentős meggyűrődése, ami ellehetetlenítette a rögzítést.

Az instabil helyzet korrigálásra vonatkozó mérési eredmények:

Descriptive Statistics				
	Objektum megbillenése		Objektum felborult	
	t	v	t	v
Valid	6	6	6	6
Missing	0	0	0	0
Median	1.500	2.500	0.000	2.000
Mean	3.667	4.333	0.500	1.667
Std. Deviation	4.926	3.724	0.837	1.033
Minimum	0.000	1.000	0.000	0.000
Maximum	12.000	10.000	2.000	3.000
p	0.517		0.075	

Az instabil helyzetet az objektum megbillenésével tapasztalhatja meg a gyerek, melyet az instabil helyzet korrigálásával, a stabil helyzet visszaállításával tud megoldani.
 p – A felborulásnál 0,075 – közel van a 0,05-höz – nagyobb elemszám megvizsgálására lenne szükség.

Alkotást követő papíralapú teszt eredményei			
		t	v
ismeri	max 24 pont	19	16
megérti	max 18	12	14
alkalmazza	korrigált hibák átlaga, max átlag, 3,5	2.17	2
	szumma hány elemet használt fel a korrigálásnál átlag/ fő, min. 7 db szükséges	13.5	13
	megjegyzés	korrigálásnál gyakran középről vagy felülről kezdik a korrigálást	többnyire alulról kezdődően korrigáltak

A papíralapú teszt összesítése alapján nincs jelentős eltérés a valós és a digitális térben való építést követően a papíralapú teszt eredményeiben.

Köszönetnyilvánítás

Hálás köszönettel tartozom Bényei Judit konzulensemnek szakmai és emberi támogatásáért, aktív jelenlétéért a teljes kutatási folyamat alatt, tudásának megosztásáért, a kutatási témám iránti nyitottságáért, lelkesedéséért, bizalmáért, támogató hozzáállásáért és a hasznos, jó hangulatú konzultációs alkalmakért, valamint kutatási anyagaim lelkiismeretes, precíz korrigálásáért, továbbá szakmai tudományos utam egyengetéséért.

Szeretném megköszönni Gyarmathy Évának, hogy előadásain és publikációin keresztül felhívta a figyelmemet a téri képességek jelentőségére, valamint az elméleti és gyakorlati tanácsokat, amelyeknek a mérőeszköz kidolgozásakor volt igazán jelentőségük.

Köszönöm Nádasdy Zoltánnak, hogy befogadott az ELTE Pszichológiai Karán tartott Kognitív pszichológia, észlelés című kurzusára, és a szünetekben, órák után végtelen türelemmel magyarázta nekem az agy működését. Köszönöm nyitottságát és érdeklődését a kutatási témám iránt.

Köszönettel tartozom Pataky Gabriellának a pedagógiai szakmai javaslatokért és az építő kritikákért, Illés Anikónak a pszichológiai szakmai támogatásért és a gondoskodásért. Köszönöm Dúll Andreának a pszichológiai és Kárpáti Andreának a pedagógiai szakmai iránymutatást.

Szeretném megköszönni kutatótársaimnak a sok-sok munkát és bizalmat. Forstner Bertalannak, hogy első pillanattól kezdve segítette a kutatócsoport megalakulását és munkáját. Pulay Márknak köszönöm a sok közös gondolkodást, a kutatási design folyamatos kontrollálását és korrigálását, a mérőeszköz létrehozásában, a mérések megvalósításában és az eredmények kiértékelésében való aktív részvételét. Köszönöm, Pomázi Krisztiánnak és Szakál Abosának a mérőeszköz digitális fejlesztését és az IT-hátteret. Köszönöm Geszten Dalmának, hogy statisztikai tudásával segítette a videókódolás stratégiájának kidolgozását, valamint Pillmann Dorinának és Faradzs-zade Szelmináznak a lelkiismeretes és precíz videómérési eredmények kiértékelését.

Köszönettel tartozom az ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gyakorló Gimnázium igazgatójának, Molnár Katalinnak, és Láng Györgynek, hogy biztosította a lehetőséget a mérésekre. Szeretném megköszönni a 2. osztály osztályfőnökeinek, hogy támogatták a méréseket, és elviselték, hogy napokon keresztül felborítottuk az osztály napi rutinját. Köszönöm a mérésben részt vevő gyerekeknek a türelmet és az aktív részvételt, valamint szüleiknek, hogy hozzájárultak a mérésekhez.

Szeretném megköszönni a GYIK Műhely vezetőjének, Eplényi Annának, hogy 2011-ben nyitott volt arra, hogy a GYIK-módszertanra építve téri képességeket fejlesztő programot indítsak. Köszönöm Terbe Ritának, hogy mellém állt, hitt bennem, és közösen dolgoztuk ki a programot. Köszönöm a GYIK Műhelybe járó gyerekeknek a sok izgalmas téri megoldást, amelyek alapján elindítottam a doktori kutatásomat.

Köszönöm Lipóczki Ákosnak és Püspök Balázsnak, hogy lehetőséget biztosítottak arra, hogy a disszertációm témájához kapcsolódó oktatási tevékenységet végezzek a MOME-n.

Hálával tartozom Póczos Valinak az inspiráló szakmai beszélgetésekért és a kéz a kézben haladásért a doktori iskolás évek alatt egészen a disszertációig.

Köszönöm Helfrich Juditnak a disszertáció szövegének lektorálását, Hegyi Bélának az alapos és lelkiismeretes grafikai munkát, valamint Szalontai Ábel és az Europapier segítségét a nyomtatáshoz szükséges papírok beszerzésében.

Nem utolsósorban szeretném megköszönni családomnak, Gábornak, Annának, Andrisnak és Adélnak a türelmet és a támogató jelenlétet, amellyel hozzájárultak a kutatói munkámhoz, valamint szüleimnek az idáig vezető hosszú utat.

Szakmai önéletrajz

Tanulmányok

1993–2000	Budapesti Műszaki Egyetem, Építészmérnöki kar, Középülettervezési Tanszék
2017–	MOME Doktori Iskola

Szakmai tapasztalat

2023–	MOME Ugrás a Jövőbe! – projektvezető
2021–2023	MOME Balatorium – szakmai vezető
2020–2022	MOME Ugrás a Jövőbe! – szakmai kurátor
2020	Szakképzés 4.0, Kreatív Technikum – szakértő
2018–2022	Fővárosi Komplex Rajzverseny – zsűrielnök
2018–	MOME – kurzus/kurzushét-oktató
2011–	GYIK Műhely, (oktató-térlátást fejlesztő program, Art & Science program, UART alkotódoboz, pedagógusképzés)
2000–2003	XXL Építész Iroda
1999–2000	Kertész Építész Stúdió

Publikációk (MTMT szerint)

- Eplényi A. – Terbe R. – Szentandrás D. (2022): A téri képességek fejlesztésének módszerei a GYIK Műhely pedagógus-továbbképző programjában, in: *A művészetpedagógia múltja és jelene – reformpedagógia, életreform, gyermekkultúra: Absztraktkötet*, Budapest: Magyarországi Reformpedagógiai Egyesület – ELTE PPK, 89.
- Eplényi, A. – Schmidt, G. – Szentandrás, D. – Terbe, R. (2022): *Landscape-Space-Repository+*, Budapest: GYIK Műhely.
- Eplényi A. – Szentandrás D. – Terbe R. (2021): *EDU-KREATÍV_Téri alkotókészséget fejlesztő kiadvány közép és felsőfokú művészeti képzések számára*, Budapest: Magyar Művészeti Akadémia.
- Szentandrás D. – Terbe R. – Szentandrás, R. (2021): Nem látó gyerekek a GYIK Műhelyben, *Vizuális Kultúra (MROE)*, 2021(1), 24–26.
- Bényei J. – Lódi V. – Pallag A. – Szentandrás D. et al. (2020): *Designgondolkodás az iskolában III.* Szerk. Illés A. – Schmidt A. Budapest: Moholy-Nagy Művészeti Egyetem (MOME).

- Eplényi A. – Szentandrás D. (2019): Táj-Tér-Tár+. *Építész Közlöny Műhely*, 2019, 13(265), 26–27.
- Eplényi A. – Terbe R. – Szentandrás D. (2019): II. Építészeti Nemzeti Szalon: TÉR /// ERŐ. Szentandrás D. (2019): Creativity and Problem Solving Skills Development through Spatial Workshops, *Research in Art Education*, 2019(2), 695–698.
- Szentandrás, D. (2019): Téri gondolkodás-fejlesztés, *Építész Közlöny Műhely*, 2019, 13(264), 28–29.
- Eplényi A. – Schmidt G. – Szentandrás D. – Terbe, R. (2018): *Táj-Tér-Tár+*, Budapest: GYIK Műhely.
- Szentandrás D. (2018): Zegzugos tereink, in: *Épített környezeti nevelés kisgyermekkorban: Konferenciakötet.* Szerk. Tóth E. – Pataky G. Budapest: kultúrAktív Egyesület – ELTE TÓK, 99–104.
- Eplényi A. – Szentandrás, D. – Terbe R. (2017): GYIK-Műhely, *Építész Közlöny Műhely*, 2017(251), 14–17.
- Dénes E. – Skaliczki J. – Eplényi A. – Szentandrás D. – Terbe R. (2015): Asszociációval alkotni – térrel terelni: A 40 éves GYIK Műhely térszemlélete, *Országépítő*, 2015, 26(3), 4–11.
- Eplényi A. – Szentandrás, D. – Terbe R. (2015): A GYIK Műhely komplex téralkotási szemlélete, *Építész Közlöny Műhely*, 2015(szept.), 8–9.
- Eplényi A. – Terbe R. – Szentandrás D. (2015): *Táj-Tér-Tár*, Budapest: GYIK Műhely.
- Terbe R. – Szentandrás D. (2014). *TÉRJÁTÉKOK_Térlátás-fejlesztő komplex építészeti kurzus gyermekeknek*, NKA alkotói ösztöndíj.
- Terbe R. – Szentandrás D. – Barta F. (2014): Térjátékok: Lépj le a papírról, és alkoss térben, *Építészfórum*, 2014. szeptember 22. Online elérés: <https://epiteszforum.hu/terjatekok-lepj-le-a-papirrol-es-alkoss-terben2>.
- Eplényi A. – Schmidt G. – Terbe R. – Szentandrás D. (2013): Kreatív termorfológiák, in: *Építő játékok 2.: Kézikönyv pedagógusoknak*, Budapest: Magyar Építész Kamara, 24–27.
- Terbe R. – Barta F. – Szentandrás D. (2013): Térjátékok látóhatáron innen és túl, *Építészfórum*, 2013. szeptember 13. Online elérés: <https://epiteszforum.hu/terjatekok-latohataron-innen-es-tul>.
- Szentandrás D. (2012): Vizuális nevelés, *Régi-Új Magyar Építőművészet*, 2012, 12(3), 50–52.

Konferenciák, előadások

- 2015 GYIK Műhely – Kreativitás, mint oktatási eszköz, Inklúzió Alternatív Médiaival konferencia, 2015. augusztus 26.
- 2015 GYIK Műhely – Kreativitás offline-online, Digitális Pedagógus konferencia, 2015. október 17.
- 2015 Térjátékok a GYIK Műhelyben, Terbe Ritával közösen, BME, Építészmérnöki Kar, Doktori Iskola, 2015. október 28.

- 2015 A GYIK Műhely térlátásfejlesztő szakmai tevékenységének ismertetője: BÉK-küldöttgyűlés (Budapesti Építész Kamara), BÉK-székház, 2015. november 6., valamint MÉK-küldöttgyűlés (Magyar Építész Kamara) Terbe Ritával, FUGA, Budapest, 2015. november 27.
- 2016 A GYIK Műhely térszemlélete / A GYIK Műhely térképző programjának bemutatása gyakorlati példákon keresztül, ELTE – Bálványos Huba Vizuális Nevelő Kutató Műhely, 2016. április 6.
- 2016 Térképző foglalkozások óvodások számára, MMA Építőművészeti Tagozat, BÉK, MÉK által támogatott szakmai program ismertetése: BÉK-küldöttgyűlés Terbe Ritával, FUGA, Budapest, 2016. május 12.
- 2016 GYIK Műhely – Térbeli gondolkodás, ELTE, Gondolkodni – máshogy? konferencia, 2016. június 1.
- 2016 A GYIK Műhely – Esztergom, Építészeti Napok, 2016. október 14.
- 2016 A GYIK Műhely téri vizuális szemlélete, 60 órás továbbképzési program elméleti-előadás-blokkja, a XIII. ker. Egyesített Óvodák számára, az óvodai továbbképzés keretében, Mesés kert Óvoda, Budapest, XIII. kerület, 2016.
- 2017 TÉRJÁTÉKOK_Lépj le a papírról, és alkoss térben!, a P4 _Építész Stúdió első tematikus félévi előadás-sorozatában Terbe Ritával, 2017. március 17.
- 2017 Csiga Futam / GYIK Műhely, Nemzeti Galéria, 2017. október 28.
- 2017 Épített környezet, Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Vizuális Mesterpedagógus Műhely (VIMM), előadás a Magyar Építész Kamara képviselőjeként, 2017. november 16.
- 2018 17. Vizuális Mesterpedagógus Műhely (VIMM), a Magyar Rajztanárok Országos Egyesületének (MROE) szervezésében, az előadás címe: Épített környezeti kultúra, Térkultúra, Tárgykultúra – Design Thinking: Művészeti Városinterpretációk, 2018. január 20.
- 2018 Development of creativity and problem solving skills through spatial workshops, European Regional InSEA Congress, Aalto University, Finland, 2018. június 18–21.
- 2018 Kreativitás és problémamegoldó képesség fejlesztése térbeli alkotófeladatokon keresztül, 2. Művészetpedagógiai konferencia, 2018. május 24–26.
- 2018 Technikatanárok XXIII. Országos Konferenciája, MÉK-küldött, az előadás címe: Épített környezeti nevelés, 2018. október 5.
- 2018 VIMM 21. (Vizuális Mesterpedagógiai Műhely), az előadás címe: Az Alvar Aalto Egyetem bemutatása építészszemmel, középpontban a közösségi terek, 2018. október 6.
- 2020 Golden Cubes Awards, Be STEAM! Fi City, előadás
- 2020 Golden Cubes Awards, GYIK Műhely, előadás
- 2021 Ugrás a Jövőbe! pályázat edukációs programjának bemutatása, VIMM, Deák 17 Galéria, 2021. szeptember 18.
- 2021 Hogyan hat a kreatív tanítási, tanulási helyzetben készült produktumokra a facilitátor?, Szimpózium, Designszemiotika konferencia, MOME, 2021. december 9.
- 2021 A művészet szerepe a fejlesztésben, Apor Vilmos Katolikus Főiskola, 2021. április 23.

Kiállítások

- 2014 A 2014-es Velencei Építészeti Biennálé magyar pavilonjában való megjelenés. Téma: 'gyermek-közös-építés', GYIK-kisfilmek vetítése.
- 2016 GYIK 40 – Az alkotás csodakamrája címmel a 40 éves GYIK Műhely jubileumi kiállításán való részvétel, FUGA, Budapest, 2016. február 12. – március 1.
- 2016 GYIK 40 – Az alkotás csodakamrája címmel a 40 éves GYIK Műhely jubileumi kiállításán való részvétel, Deák 17 Galéria, Budapest, 2016. március 2–30.
- 2019 A TÉR /// ERŐ – II. Építészeti Nemzeti Szalon Közösség és építészeti szekciójának részeként nyíló Építészeti és Oktatás című kiállításon a GYIK Műhely téri gondolkodást fejlesztő és épített környezeti nevelés programjának bemutatása, Múcsarnok.
- 2021 Kiállítás az Ugrás a jövőbe! designpályázat anyagából a Design Héten, MOME BASE, 2021. október 9–16.
- 2022 Kiállítás az Ugrás a jövőbe! designpályázat anyagából a Design Héten, MOME GROUND, 2022. október.
- 2022 MOME Balatorium kiállítás a Design Héten, MOME Ground, 2022. október.
- 2022 MOME Balatorium, Detox, Veszprém, Művészetek Háza, 2022. november–december.
- 2023 MOME Balatorium, Kulturális Hét, Örvényes, 2023. augusztus 26–27.

Díjak

- 2023 UIA Architectur & Children GOLDEN CUBES AWARDS 'Nyomatott média kategória' fődíj, díjátadó: UIA-2023-CPH, World Congress of Architects - Építészek Világkongresszusa, Koppenhága. A fődíjas könyvünk: 'TÁJ-TÉR-TÁR térlátás-fejlesztő alkotások // 'LANDSCAPE-SPACE-REPOSITORY+', Creations to boost visual-spatial intelligence', szerzők: GYIK – Műhely Alapítvány (Gyermek és Ifjúsági Képzőművészeti Alapítvány) Eplényi Anna PhD, Schmidt Gertrúd, Szentandrás Dóra, Terbe Rita DLA, Munkatársak: Barta Fruzsina, Tóth Borbála, Kara Dávid, Kárpáti Gergely, Tolonics Kristóf, Fordította: Dunay Katalin, Grafika: Filó Veronika
- 2023 MÉSZ-GOLDEN CUBES AWARDS pályázaton „nyomatott média kategória fődíja” a Landscape-Space-Repository+creations to boost visual-spatial intelligence című kiadványért
- 2020 MÉSZ-GOLDEN CUBES AWARDS pályázaton GYIK Műhely intézményi különdíj – a kategóriákat átívelő kimagasló teljesítményért
- 2015 NKA alkotói ösztöndíj, „Térjátékok – Térlátásfejlesztő komplex építészeti kurzus gyermekeknek” munkacímű kéziratának elkészítésére.
- 2022 NKA alkotói ösztöndíj, az építészeti és vizuális környezetkultúra alap, közép és felsőfokú oktatásához magas színvonalú segédanyag kéziratának elkészítésére.

Egyéb szakmai eredmények

- 2015 Art & Science, iskolai tananyagra épített program kidolgozása, megvalósítása, közel húsz iskolai- óvoda csoport részvételével
- 2015 UART alkotódoboz megvalósítása, GYIK-módszertanra épülő alkotódoboz otthoni használatra
- 2015 Nem látó gyerekek bevonása a GYIK Műhely térérzékelés programjába
- 2016 ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gyakorló Gimnázium, 6. évfolyam, életvitel tantárgy kiváltása térlátásfejlesztő workshoppal – Precedensértékű program a GYIK-módszertan integrálására a közoktatásban
- 2017 Térlátást és térbeli alkotókészséget fejlesztő, 60 órás, gyakorlatorientált művészeti akkreditált továbbképzés (OH575/52/2017.) kidolgozása, akkreditálása, oktatása

Oktatási tapasztalat Neptun alapján

- B-KH-401-A-20222301-03 // Balaton – Művészeti Akció – SZÉL-VÍZ-FÉNY KURZUSHÉT / Kurzusheti kurzus 3.
- B-KF-401-A-222302-05 // Be STEAM! – Kreatív foglalkozás fejlesztése hátrányos helyzetű gyerekek számára / Kutatás, fejlesztés, innováció
232-17-92-00 // Think Fun! / Speciális témák
- B-KH-301-DI-20192-09 // Think Fun! / Kurzusheti kurzus 2.
- M-KH-201 // Kurzusheti kurzus 2.
- B-DS-101 // Designszolfézs
- M-KF-301-A-20222301-06 // Be STEAM! – Kreatív foglalkozás fejlesztése hátrányos helyzetű gyerekek számára / Kutatás, fejlesztés, innováció – Csoportos kurzus 3.
129-33-11-01 // Think Fun! / A pedagógia- és pszichológiatudomány aktuális kérdései 1.
- M-KH-201 // Kurzusheti kurzus 2.
- M-KH-201-DI-20192-09 // Think Fun! / Kurzusheti kurzus 2.
- M-KH-101-A-202101-02 // Ökológia és Installáció / Kurzusheti kurzus 1.
- M-AE-102 // Elméleti bázisú projektfejlesztés csoportmunkában
- M-KH-101-A-20222301-03 // Balaton – Művészeti Akció – SZÉL-VÍZ-FÉNY KURZUSHÉT / Kurzusheti kurzus 1.
- B-KF-401 // Kutatás, fejlesztés, innováció
- B-DS-101 // Designszolfézs
- B-KH-401-A-202101-02 // Ökológia és Installáció / Kurzusheti kurzus 3.
- M-KF-301-A-222302-05 // Be STEAM! – Kreatív foglalkozás fejlesztése hátrányos helyzetű gyerekek számára / Kutatás, fejlesztés, innováció – Csoportos kurzus 3.
129-33-11-01 // Think Fun! / A pedagógia- és pszichológiatudomány aktuális kérdései 1.
- M-KF-101 // Kutatás, fejlesztés, innováció – Csoportos kurzus 1.

GYIK Műhely

- 2012–2022 GYIK Műhely, csoportvezető, oktató, 6–12 éves korosztály

Szakedolgozat konzulensi feladatok – MOME

- 2023 Spanyol Judit: Ökológiai szemléletformálás az iskolában - szakmódszertana és gyakorlatai, Design- és vizuálművészet-tanár-MA
- 2022 Kalocsai-Sinkó Dorottya: A problémaalapú gondolkodás módszertana és az ökológiai szemlélet lehetőségei az osztályteremben a Balatorium programhoz kapcsolódó tájvédelmi kihívások tükrében, Design- és vizuálművészet-tanár-MA, rektori díj
- 2022 Törőcsik Katalin: A Papírtárgyak pedagógiai program elméleti háttere és gyakorlati tapasztalatai, Design- és vizuálművészet-tanár-MA
- 2019 Oszteczky Dorina: Tér a vizuális nevelésben, Design- és vizuálművészet-tanár-MA

Szakedolgozat-opponensi feladatok – MOME

- 2023 Páll Áron: Iskola és művelődési ház összevonásának vizsgálata
- 2021 Czánik Fanny Fruzsina: Játék és oktatás, MA Targyalkotó
- 2020 Cser Boglárka Johanna, tanárszak, szakedolgozat
- 2020 Kovács Ramóna: A játék szerepe az oktatásban, Tervezőgrafika
- 2019 Cser Boglárka Johanna: tárgyalkotó szak, szakedolgozat
- 2018 Balogh Imola: A vizuális nevelés középiskolai lehetőségei

Absztrakt

A XXI. században a digitális eszközök elterjedésével egyre nagyobb szerepet játszik a pedagógiai kutatásokban a digitális játékok képességfejlesztő és tudásszerző hatása (Pásztor, 2014). A digitális eszközök rendszeres használata, valamint a digitális környezetben való interakcióink és aktív digitális jelenlétünk okán nem az az elsődleges kérdés, hogy a valós vagy a digitális térben való tevékenység során fejlődnek-e jobban a képességeink, hanem az, hogy optimálisan miként valósítható meg a képességek fejlesztése e két médiumban. Ez alapján foglalkoztat az a problémakör, hogy digitális felületeken történő téri alkotó tevékenység során megfelelő tapasztalatot lehet-e szerezni a téri képességek fejlődéséhez. A digitális térben történő alkotói folyamatban nem csupán a vizualitás változik a valós térhez képest, hanem a kezek manipulációjában is jelentős lehet a különbség a digitális eszközön. Teoretikus kutatásomban részletesen bemutatom a valós téri alkotófeladatok közül a konstruáló feladatokat, amelyek létrehozásában a stabilitás mint a téri szerkezetekkel szemben támasztott követelmény alapvető kritérium.

Doktori kutatásom egy teljes komplex kutatási folyamat első része, melynek célja a komplex mérőműszer alapját képező almérőeszköz prototípusának kidolgozása, amely alkalmas a térbeli objektum alkotási folyamata során a stabilitás megtapasztalására, megértésére, alkalmazására és a folyamat mérhetőségére valós és digitális térben.

Empirikus kutatásomban meghatároztam az alkotói feladatot, a digitális médiumot, beazonosítottam a stabilitáshoz szükséges tapasztalatokat és a stabilitásra vonatkozó tudás szintjeit. Kutatócsoportommal videókódolással értékeltük a pilotmérésben az építési folyamat során az elemekkel történő manipulációt, az alkotóelemek rögzítését, a konstrukció elforgatását, az instabil helyzetek előfordulását és azok sikeres korrigálását. A pilotmérés tapasztalatai alapján a videókódolás eredményes volt.

Az alkotói folyamatot követően papíralapú teszten mértük a digitális eszközökön szerzett stabilitásra vonatkozó téri tudás valós térben való alkalmazásának sikerességét, mely tesztet a taxonómiák alapján állítottuk össze. Ez alapján mérhetővé válik, hogy a gyermek a stabil helyzetet felismeri-e, értelmezni tudja-e, valamint képes-e önállóan létrehozni stabil helyzetet.

Az almérőeszköz prototípusának pilottesztelése alapján megfogalmazódtak azok a hipotézisek, amelyek mentén a komplex kutatási programot folytatni lehet.

Abstract

In the 21st century, with the spread of digital devices, the skill development and knowledge acquisition effects of digital games are playing an increasingly important role in pedagogical research (Pásztor, 2014). Due to the regular use of digital devices and our interaction and active digital presence in digital environments, the primary question is not whether our skills develop better in real or digital space, but how to optimally develop skills in these two media. On this basis, I am concerned with the question of whether it is possible to gain adequate experience for the appropriate development of spatial skills during spatial creation activities on digital surfaces. In the process of creating in digital space, not only the visibility changes compared to real space, but also the difference in the manipulation of the hands on the digital device may be significant. In my theoretical research, I detail the constructive tasks in real space, in the creation of which stability, as the requirement imposed on spatial structures, is a fundamental criterion.

My doctoral research is the first part of a complete complex research process, aiming to develop a prototype sub-measurement device based on a complex measurement instrument, which is suitable for experiencing, understanding, applying the stability during the creation process of the spatial object and for the measurability of the process in real and digital space.

In my empirical research, I defined the creative task, the digital medium, identified the experiences required for stability and the levels of knowledge regarding stability. In the pilot measurement, my research team and I used video coding to evaluate the manipulation of elements in the construction process, the fixing of the constituent elements, the rotation of the construction, the occurrence of unstable situations and the successful correction of unstable situations. Based on the experience of the pilot measurement, the video coding was successful.

Following the creative process, a paper-based test was used to measure the success of applying spatial knowledge of stability in real space, which was acquired on digital devices, the test was compiled based on the taxonomies. This method makes it possible to measure the child's ability to recognise and interpret a stable situation and to independently create a stable structure.

Based on the pilot testing of the prototype of the sub-measurement device, hypotheses were formulated to continue the complex research programme.

A XXI. században a digitális eszközök elterjedésével egyre nagyobb szerepet játszik a pedagógiai kutatásokban a digitális játékok képességfejlesztő és tudásszerző hatása (Pásztor, 2014). A digitális eszközök rendszeres használata, valamint a digitális környezetben való interakcióink és aktív digitális jelenlétünk okán nem az az elsődleges kérdés, hogy a valós vagy a digitális térben való tevékenység során fejlődnek-e jobban a képességeink, hanem az, hogy optimálisan miként valósítható meg a képességek fejlesztése e két médiumban. Ez alapján foglalkoztat az a problémakör, hogy digitális felületeken történő téri alkotó tevékenység során megfelelő tapasztalatot lehet-e szerezni a téri képességek fejlődéséhez. A digitális térben történő alkotói folyamatban nem csupán a vizualitás változik a valós térhez képest, hanem a kezek manipulációjában is jelentős lehet a különbség a digitális eszközön.

Teoretikus kutatásomban a neurobiológia, a kognitív pszichológia és a pedagógia tudományterületek irányából tárom fel a téri képesség kialakulásához, fejlődéséhez, fejlesztéséhez és mérhetőségéhez szükséges szakirodalmat, valamint vizsgálom azokat az irányokat, tevékenységeket, amelyek a hét-tizenkét éves korosztály téri képességeinek fejlesztésében a leghatékonyabbnak bizonyulnak, így kiemelten foglalkozom a konstruálással és a téri szerkezetek alapját képező stabilitással. Ezen eredmények mentén fogalmaztam meg a kutatásom fő kérdését (FK):

FK – Valós térben, valós anyagokkal az egocentrikus térben történő alkotási folyamat hogyan valósítható meg optimálisan a digitális térben a stabilitásérzék fejlesztése szempontjából?

Kiinduló fő kutatási kérdésem megválaszolásához a teoretikus kutatásban feltárt tudományterületek fókuszja alapján, három tárgykör mentén további kutatási alkérdéseket fogalmaztam meg:

1. tárgykör

K1 – Digitális térben megtapasztalható-e az építés során a stabilitás?

K2 – Digitális térben korrigálható-e a stabilitásvesztés?

K3 – A tapasztalati úton digitális eszközökön szerzett stabilitásra vonatkozó téri tudás a valós térben alkalmazható-e?

2. tárgykör

K4 – Eltérő-e a vizualitás, a mozgás és a haptikusság a stabilitás megszerzésére irányuló alkotófeladat során valós térben és digitális térben?

3. tárgykör

K5 – Eltérő agyi aktivitás szükséges-e a stabilitásérzék megszerzésére irányuló alkotófeladat során valós térben és digitális térben?

A fenti fő és alkérdések megválaszolása komplex kutatási folyamat, amelyhez komplex mérőműszer szükséges. Doktori kutatásom a teljes komplex kutatási folyamat első része, melynek alapja az 1. tárgykörhöz tartozó kutatási alkérdéscsoport.

Doktori kutatásom célja a komplex mérőműszer alapját képező almérőeszköz prototípusának a kidolgozása, amely alkalmas a térbeli objektum alkotási folyamata során a stabilitás megtapasztalására, megértésére, alkalmazására és a folyamat mérhetőségére.

A doktori kutatási céloim alapján tovább pontosítottam doktori kutatási kérdéseimet a K1, K2, K3 kutatási kérdések mentén:

Doktori kutatási kérdés 1. (DK1) – Az alkotói folyamatban milyen, stabilitáshoz szükséges tapasztalatok szerezhetők meg?

Doktori kutatási kérdés 2. (DK2) – Hogyan lehet meghatározni a stabilitásra vonatkozó tudás szintjeit?

Doktori kutatási kérdés 3. (DK3) – Milyen elvek szükségesek ahhoz, hogy meg lehessen állapítani, alkalmazható-e a valós térben a digitális eszközökön szerzett stabilitásra vonatkozó téri tudás?

A mérőműszer komplexitása miatt kutatócsoportot hoztam létre. Az almérőeszköz prototípusának pilotesztelése alapján megfogalmazódtak azok a hipotézisek, amelyek mentén a posztdoktori kutatásomat folytatni szeretném a korábban megadott tárgykörökkel kiegészítve:

H1 – Feltételezem, hogy a stabilitásra vonatkozó tudás, képesség megszerzése is szakaszolható.

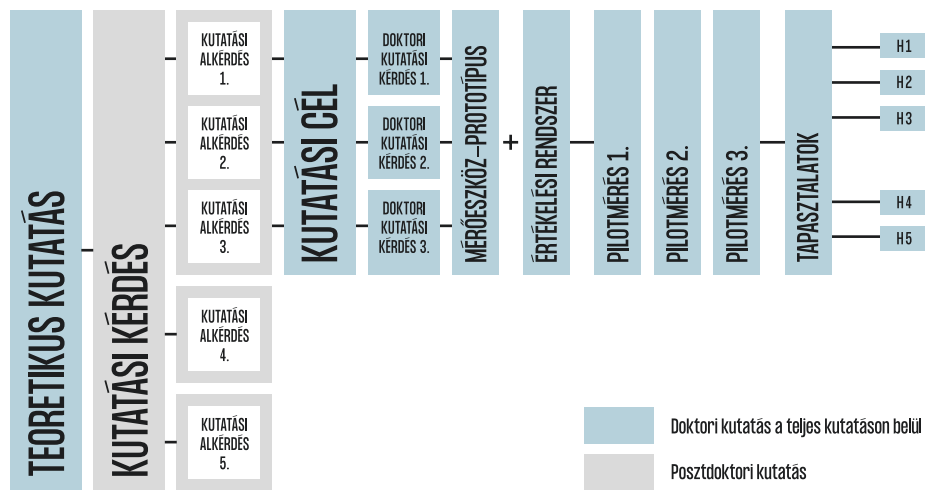
H2 – Feltételezem, hogy valós és digitális térben való építés során a stabilitás szakaszai összehasonlíthatók.

H3 – Feltételezem, hogy a teljes építési folyamat során a valós térben közel megegyező műveletet végeznek a gyerekek, mint a digitális térben.

H4 – Feltételezem, hogy a digitális térben kevésbé optimális mértékben tapasztalják meg az instabil helyzetek korrigálását a gyerekek.

H5 – Feltételezem, hogy digitális eszközön szerzett stabilitásra vonatkozó téri tudás a valós térben alkalmazható.

A disszertáció felépítését vizuálisan az alábbi ábrán illusztrálom. A rajta megjelenő nagyobb egységeket a megfelelő fejezeteknél vizuálisan jelölöm, aminek célja a folyamat könnyebb nyomonkövethetősége és megértése.



Theses

In the 21st century, with the spread of digital devices, the skill development and knowledge acquisition effects of digital games are playing an increasingly important role in pedagogical research (Pásztor, 2014). Due to the regular use of digital devices and our interaction and active digital presence in digital environments, the primary question is not whether our skills develop better in real or digital space, but how to optimally develop skills in these two media. On this basis, I am concerned with the question of whether it is possible to gain adequate experience for the appropriate development of spatial skills during spatial creation activities on digital surfaces. In the process of creating in digital space, not only the visibility changes compared to real space, but also the difference in the manipulation of the hands on the digital device may be significant.

In my theoretical research, I explore the literature necessary for the emergence, development, evolution and measurability of spatial skills from the disciplines of neurobiology, cognitive psychology and pedagogy. I will examine the strategies and activities that have been proven to be most effective in developing spatial skills in 6-11-year-olds, with a particular focus on construction and the stability underlying spatial structures. Based on these results I formulated the main research question (MRQ):

MRQ- In real space, with real materials, how can the process of creation in egocentric space be optimally implemented in digital space in the aspect of developing a sense of stability?

To answer my initial main research question, I defined further research sub-questions along three topics, based on the focus of the disciplines explored in the theoretical research:

Topic 1:

- Q1 – Can stability be experienced in digital space in the process of construction?**
- Q2 – Can loss of stability be corrected in digital space?**
- Q3 – Is the spatial knowledge of stability acquired on digital tools applicable in real space?**

Topic 2:

- Q4 – Are visibility, motion and hapticity different in the creative task of acquiring a sense of stability in real space and in digital space?**

Topic 3:

Q5 – Is different brain activity required during the creative task of acquiring a sense of stability in real space and in digital space?

Answering the main questions and sub-questions of research is a complex research process that requires a complex measurement tool. My doctoral research is the first part of a complex research process, which is based on the research sub-questions under Topic 1.

The aim of my PhD research is to develop a prototype sub-measurement device based on a complex measuring instrument, that is suitable for experiencing, understanding, applying and measuring the stability of the spatial object creation process.

Based on my doctoral research goal, I further refined my doctoral research questions along the research questions Q1, Q2, Q3.

**Doctoral research question 1 (DRQ1)-
What experiences of stability can be gained in the creative process?**

**Doctoral research question 2 (DRQ2)-
How can levels of knowledge about stability be determined?**

**Doctoral research question 3 (DRQ3)-
What principles are needed to determine whether spatial knowledge of stability acquired on digital devices can be applied in real space?**

Due to the complexity of the measuring instrument, I set up a research group. Based on the pilot testing of the prototype of the sub-measurement device, the hypotheses were defined according to which I would like to continue my postdoctoral research, complementing the previously stated themes:

H1 – I hypothesize that the acquisition of knowledge and skills related to stability can also be phased.

H2 – I hypothesize that the stages of stability in construction in real and digital space are comparable.

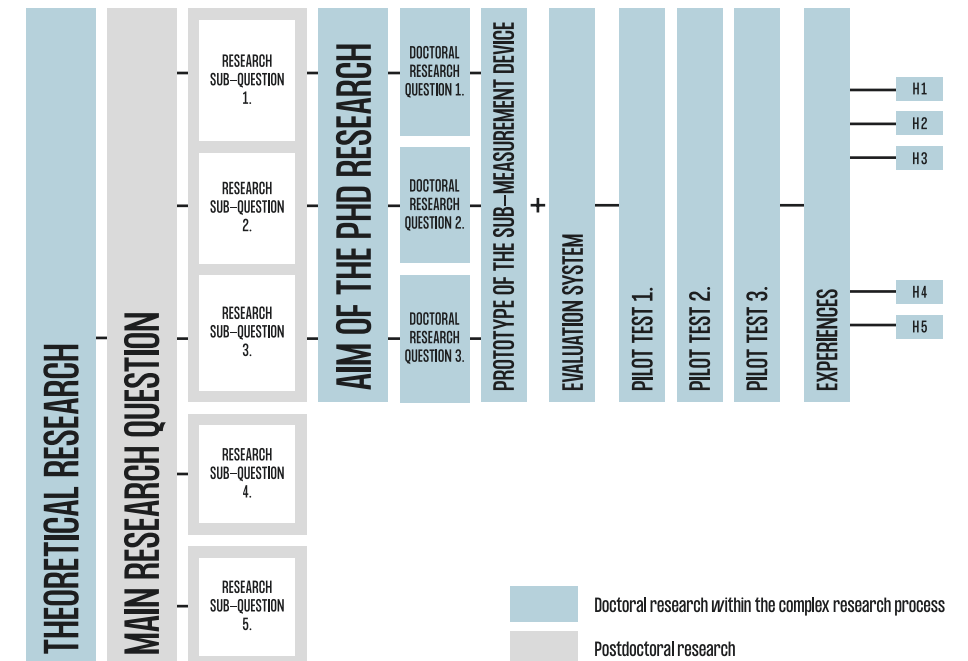
H3 – I hypothesize that during the whole construction process, children perform nearly the same operation in real space as in digital space.

H4 – I hypothesize that children experience the correction of unstable situations in digital space to a less optimal extent than in real space.

H5- I hypothesize that spatial knowledge about stability acquired on digital devices is applicable in real space.

The structure of the dissertation is illustrated in the following figure. The larger units shown in the diagram are visually marked in the corresponding chapters to facilitate the tracing and understanding of the process.

The structure of the dissertation is illustrated in the following figure.



EREDETISÉGI NYILATKOZAT

Alulírott Szentandrás Dóra, a Moholy-Nagy Művészeti Egyetem Doktori Iskola doktorjelöltje kijelentem, hogy A térbeli konstrukciók alapját képező stabilitás megtapasztalhatóságának vizsgálata az alkotói folyamatban valós és digitális térben című doktori értekezésem saját művem, abban a megadott forrásokat használtam fel. Minden olyan részt, amelyet szó szerint vagy azonos tartalommal, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem. Kijelentem továbbá, hogy a disszertációt saját szellemi alkotásomként, kizárólag a fenti egyetemhez nyújtom be.

Kelt: Budapest, 2023. 08. 29.



.....
Aláírás

