

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM PEDAGÓGIAI ÉS PSZICHOLÓGIAI KAR
NEVELÉSTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

BABÁLY BERNADETT

**A TÉRSZEMLÉLET FEJLŐDÉSÉNEK VIZSGÁLATA A VIZUÁLIS NEVELÉS
SZEMSZÖGÉBŐL: MÉRŐESZKÖZÖK, FEJLŐDÉSI KORSZAKOK ÉS PEDAGÓGIAI
JAVASLATOK**

PhD értekezés

Témavezető:

Prof. Dr. Kárpáti Andrea, egyetemi tanár



elte | ppk

Budapest, 2020

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM PEDAGÓGIAI ÉS PSZICHOLÓGIAI KAR
NEVELÉSTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

Vezető: Prof. Dr. Halász Gábor, egyetemi tanár
Tanulás-Tanítás Program vezető: Prof. Dr. Vámos Ágnes, egyetemi tanár

BABÁLY BERNADETT:

**A TÉRSZEMLELET FEJLŐDÉSÉNEK VIZSGÁLATA A VIZUÁLIS NEVELÉS
SZEMSZÖGÉBŐL: MÉRŐESZKÖZÖK, FEJLŐDÉSI KORSZAKOK ÉS PEDAGÓGIAI
JAVASLATOK**

PhD értekezés

Témavezető:

Prof. Dr. Kárpáti Andrea, egyetemi tanár

BÍRÁLÓ BIZOTTSÁG

Elnök	Dr. Halász Gábor, egyetemi tanár
Bírálok	Dr. Gaul Emil, egyetemi tanár Dr. Rausch Attila, egyetemi adjunktus
Titkár	Dr. Tókos Katalin, egyetemi adjunktus
További tagok	Dr. Nagy Gyula, főiskolai tanár Dr. Csíkos Csaba, egyetemi tanár Dr. Trencsényi László, címzetes egyetemi tanár Dr. Molnár Béla, főiskolai docens

Budapest, 2020

TARTALOMJEGYZÉK:

BEVEZETÉS	5
1. A TÉRSZEMLÉLET FOGALMÁNAK ÉRTELMEZÉSE, ÖSSZETEVŐK ÉS MÉRŐESZKÖZÖK	7
1.1. A vizuális-téri képességek fogalom definíciója	8
1.2. A vizuális-téri képességstruktúra	10
1.3. A vizuális-téri képességek mérőeszközei	13
1.3.1. Hagyományos térszemlélet tesztek	13
1.3.2. A vizuális-téri képességek alternatív mérőeszközei	19
1.4. Összefoglalás	25
2. A VIZUÁLIS-TÉRI KÉPESSÉGEK FEJLŐDÉSE, FEJLESZTHETŐSÉGE	26
2.1. A vizuális-téri képességek fejlődése	26
2.2. A vizuális-téri képességek fejlődését előmozdító aktivitási formák	28
2.2.1. Építőjátékok használata gyermekkorban	28
2.2.2. Kézműves foglalkozások és barkácsolás	29
2.2.3. 3D-s számítógépes játékok	29
2.2.4. Sportolás	30
2.2.5. Matematikai képességek fejlesztése	31
2.3. A vizuális-téri képességek fejlesztésének lehetőségei	33
2.4. A vizuális-téri képességek előrejelző szerepe	37
2.5. A vizuális-téri képességek nemi különbségei	38
2.6. Összefoglalás	44
3. A VIZUÁLIS-TÉRI KÉPESSÉGEK A VIZUÁLIS NEVELÉS SZEMSZÖGÉBŐL	45
3.1. A vizuális képességek kognitív aspektusai	46
3.1.1. Látáselméletek	46
3.1.2. Kognitív vs. művészeti megközelítés	48
3.1.3. A térábrázolás fejlődése	51
3.2. A vizuális nevelés eredményességének mérőeszközei	54
3.2.1. Vizuális képességek értékelése pszichológiai tesztekkel	56
3.2.2. Vizuális képességek értékelése zsűrizéses-pontozásos módszerrel	56
3.2.3. Vizuális képességek értékelése online pedagógiai tesztekkel	58
3.3. Térszemlélet a vizuális nevelésben	59
3.3.1. Vizuális-téri képességek a hazai tantervekben	60
3.3.2. Vizuális-téri képességek fejlesztésének lehetőségei digitális környezetben	63
3.4. A vizuális-téri képességek fejlesztésének nem-formális és informális lehetőségei	65
3.5. Összefoglalás	69

4.	A KUTATÁS KONCEPCIÓJA, TARTALMI EGYSÉGEI, RELEVANCIÁJA	70
4.1.	A kutatás céljai	71
4.2.	Kutatási kérdések	71
4.3.	A kutatás hipotézisei	72
5.	VIZUÁLIS-TÉRI KÉPESSÉGEK VIZSGÁLATA 10-18 ÉVESEK KÖRÉBEN	74
5.1.	A kutatásba bevont minta, a felmérés menete	74
5.1.1.	<i>A minta összetétele a felmérés első fázisában (2016-2017)</i>	74
5.1.2.	<i>A minta összetétele a felmérés második fázisában (2019)</i>	76
5.1.3.	<i>A felmérés menete</i>	77
5.2.	A kutatásban alkalmazott mérőeszközök	78
5.2.1.	<i>Előzmények: a 2013-2014-es térszemlélet tesztek</i>	78
5.2.2.	<i>A 2016-2017-es térszemlélet tesztek fejlesztése</i>	82
5.2.3.	<i>A 2017-es felmérésben alkalmazott kérdőív</i>	90
5.2.4.	<i>A 2019-es térszemlélet tesztek fejlesztése</i>	91
5.3.	A 2016-2017-es felmérések eredményei	95
5.3.1.	<i>A 2016-os próbamérések eredményei</i>	95
5.3.2.	<i>Az 5. és a 9. osztályos tesztek mutatói a 2017-es nagymintás mérésben</i>	96
5.3.3.	<i>Az 5. és a 9. osztályos tesztek feladatai a 2017-es nagymintás mérésben</i>	98
5.3.4.	<i>Az 5. és a 9. osztályosok teljesítményének összehasonlítása</i>	102
5.3.5.	<i>Az 5. és a 9. osztályosok eredményei részképességek szerinti bontásban</i>	103
5.3.6.	<i>Az 5. és a 9. osztályos tesztek struktúrája</i>	105
5.4.	A 2019-es felmérések eredményei	107
5.4.1.	<i>A 2019-es próbamérés eredményei</i>	107
5.4.2.	<i>A 8. és a 12. osztályos tesztek mutatói a 2019-es nagymintás mérésben</i>	107
5.4.3.	<i>A 8. és a 12. osztályos tesztek feladatai a 2019-es nagymintás mérésben</i>	109
5.4.4.	<i>A 8. és a 12. osztályosok teljesítményének összehasonlítása</i>	113
5.4.5.	<i>A 8. és a 12. osztályosok eredményei részképességek szerinti bontásban</i>	114
5.4.6.	<i>A 8. és a 12. osztályos tesztek struktúrája</i>	115
5.5.	Vizuális-téri képességek fejlődése 10-18 éves kor között	118
5.6.	A háttérváltozók és a teszteken nyújtott teljesítmények összefüggései	121
5.6.1.	<i>Teljesítmények összehasonlítása iskolánként és osztályonként</i>	121
5.6.2.	<i>Teljesítmények összehasonlítása nemenként</i>	126
5.6.3.	<i>Az iskolai osztályzatok összefüggései a téri teszteken nyújtott teljesítményekkel</i>	133
5.6.4.	<i>Az interneten eltöltött idő összefüggései a téri teszteken nyújtott teljesítményekkel</i>	134
5.6.5.	<i>Számítógépes képszerkesztő programok használatának hatása a téri képességekre</i>	135
5.6.6.	<i>Számítógépes játékok kedveltségének hatása a téri képességekre</i>	135

5.6.7. Szabadidős tevékenységek hatása a téri képességekre	136
5.6.8. Színtévesztés, jobb- és balkezesség, motiváció hatása a téri teszteken nyújtott teljesítményekre	137
5.7. A 10-18 évesek körében elvégzett vizuális-téri képesség vizsgálatok eredményeinek összegzése	138
6. EGY ALKOTÓ-KONSTRUÁLÓ TEVÉKENYSÉGEN ALAPULÓ VIZUÁLIS-TÉRI KÉPESSÉGFEJLESZTŐ PROGRAM HATÁSVIZSGÁLATA	145
6.1. A minta összetétele, a fejlesztő program mérőeszközei	145
6.2. A fejlesztés menete, módszerei	148
6.3. A fejlesztő program eredményei	149
6.4. Az eredményeket befolyásoló tényezők	155
6.5. A 18-23 évesek körében elvégzett vizuális-téri képesség vizsgálatok eredményeinek összegzése	159
7. ÖSSZEGZÉS, PEDAGÓGIAI KONZEVENCZIÁK, TOVÁBBI KUTATÁSI IRÁNYOK	160
8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	164
9. IRODALOMJEGYZÉK	165
10. ÁBRÁK JEGYZÉKE	185
11. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	188
12. MELLÉKLETEK JEGYZÉKE	190
1. számú melléklet: mérési útmutató (2016), térszemlélet teszt, 5. évfolyam	191
2. számú melléklet: mérési útmutató (2016), térszemlélet teszt, 9. évfolyam	193
3. számú melléklet: mérési útmutató (2019), térszemlélet teszt, 8. évfolyam	195
4. számú melléklet: mérési útmutató (2019), térszemlélet teszt, 12. évfolyam	197
5. számú melléklet: kérdőív pedagógusoknak (2017. január) Az 5. osztályos térszemlélet teszt véleményezéséhez	199
6. számú melléklet: kérdőív pedagógusoknak (2017. január) a 9. osztályos térszemlélet teszt véleményezéséhez	201
7. számú melléklet: a „Bildkompetenz in der kulturellen bildung“ (Képi kompetencia a kulturális nevelésben) projekt keretében validált téri képességmérő feladatok	204
8. számú melléklet: a térszemlélet teszt feladatai (2017), 5. és 9. évfolyam	209
9. számú melléklet: a 2017-es felmérésben alkalmazott tanulói kérdőív, 5. és 9. évfolyam	214
10. számú melléklet: a térszemlélet teszt feladatai (2019), 8. és 12. évfolyam	218
11. számú melléklet: a fejlesztő programban alkalmazott kérdőív, mérnökhallgatók	224
12. számú melléklet: a fejlesztő programban alkalmazott munkanapló, mérnökhallgatók	227
13. A JELÖLT DISSZERTÁCIÓHOZ KÖZVETLENÜL KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓI	229

BEVEZETÉS

Az elmúlt évtizedekben az értékelés és ellenőrzés funkciója hazai és nemzetközi viszonylatban is a figyelem középpontjába került az oktatásban. A szakterület önálló kutatási ágazattá vált folyamatosan bővülő eszköztárral és folyóiratokkal rendelkező szakmai közösségekkel (Halász, 2004). Pozitív folyamat, hogy az egyre pontosabbá váló, finomodó visszajelző rendszerek hatással vannak a tanulási-tanítási módszerek fejlesztésére, segítve az intézmények oktatási céljainak megvalósulását (Csapó, 2003). A pedagógusok mindennapi értékelési gyakorlatába könnyen beilleszthető mérőeszközök fejlesztése kiemelten fontos olyan speciális képességek vonatkozásában, ahol elenyésző számban, vagy egyáltalán nem állnak rendelkezésre objektív, megbízható eszközök. Ide sorolható a vizuális képességek köre, ahol az iskolai értékelés rendszerint szubjektív szempontok alapján történik, és elsősorban a tanulók minősítésére irányul (Bodóczy, 2000). A diagnosztikus mérési eljárások fejlesztése és a vizsgálatok rendszeres elvégzése előmozdítaná a munka világában és a mindennapi életben fontos vizuális képességelemek fejlődésének nyomon követését, a fejlesztés hatékonyságát növelő programok, intézkedések kidolgozását, valamint a vizuális nevelés társadalmi megítélésének és iskolai helyzetének javítását.

A vizuális kutatási területen jelentős eredmények születtek az elmúlt évtizedekben. A műveltségterület megújult fogalmi rendszerében, tartalmában és szemléletében, elkészült az európai és hazai vizuális képességek keretrendszere (Kárpáti & Gaul, 2011; Wagner & Schönau, 2016; Kárpáti & Schönau, 2019). A digitális képalkotó technikák, a multimédiás eszközök és az online tér megjelenésével a képzés egyre inkább eltolódik a művészeti tartalmaktól a mindennapi élet vizuális kommunikációjának irányába (Sándor, 2011). Míg korábban többnyire az alkotóképességeket hangsúlyozták a vizuális neveléssel kapcsolatban, az új technológiák megjelenésével, a képek mennyiségének drasztikus növekedésével felértékelődik a vizuális információk befogadáshoz és feldolgozásához szükséges képességelemek jelentősége (Kárpáti, 2013; Kárpáti & Nagy, 2019). Az értekezésben bemutatott kutatás a mindennapi vizuális nyelvhasználat szempontjából kiemelten fontos vizuális-téri képességek vizsgálatára irányult. A kutatást három fő cél köré szervezve valósítottuk meg: (1) a téri képességek vizsgálata papír alapú és online tesztekkel az 5., 8., 9. és 12. évfolyamokon; (2) a téri képességek fejlődését befolyásoló háttérváltozók feltárása; (3) a térszemlélet fejleszthetőségének vizsgálata kreatív, konstruáló feladatokkal mérnökhallgatók körében.

A disszertáció első részében az empirikus vizsgálatainkat megalapozó szakirodalmi háttérrel ismertetjük. Az *1. fejezetben* bemutatjuk a téri intelligencia kutatásának első lépéseit, és a térszemlélet fogalmának pontos meghatározásával összefüggő nehézségeket. Áttekintjük a tanulmányokban leggyakrabban hivatkozott képességstruktúrákat, és az ezekhez szorosan kapcsolódó hagyományos mérőeszközöket. Kitérünk azokra az alternatív értékelési eljárásokra is, amelyek a téri képességek mérésének és egyben fejlesztésének új irányvonalait jelölik ki, vagy bár régóta használatosak nem általánosan elterjedtek. A *2. fejezetben* a térszemlélet fejlődésének és fejleszthetőségének kérdéseivel foglalkozunk. Először fejlődépszichológiai megközelítésben a téri gondolkodás kialakulásának főbb állomásait mutatjuk be, majd sorra vesszük azokat a tevékenységeket, amelyek a szakirodalom alapján a legnagyobb mértékben járulnak hozzá a képesség fejlődéséhez. Áttekintjük a vizuális-téri képességek fejlesztésének lehetőségeit, a kutatásokban bemutatott térszemlélet fejlesztő programok jellemző vonásait és hatékonyságukat. Meghatározzuk azokat a tudományterületeket, ahol a kiemelkedő téri képességek prediktív jelentőséggel bírnak. Végezetül ismertetjük a vizuális-téri képességek nemi különbségeivel összefüggő kutatási eredményeket. A *3. fejezetben* a térszemlélet vizuális nevelésben elfoglalt helyét, a kognitív és művészeti megközelítéseket mutatjuk be. Kitérünk a két- és háromdimenziós térábrázolás fejlődését érintő kutatásokra, kiemelve a legfontosabb magyarországi

vizsgálatok tanulságait. A vizuális területen alkalmazott mérőeszközöknél külön tárgyaljuk a pszichológiai és a pedagógiai vizsgálatok elvégzésére fejlesztett tesztek, értékelési eljárásokat. Részletesen elemezzük a téri képességek megjelenését a hazai alap-, keret- és helyi tanterv dokumentumaiban, és érintjük a digitális tanulási környezetben rejlő lehetőségeket. A fejezetet olyan nem-formális és informális tanulási keretek bemutatásával zárjuk, amelyek hatékonyak lehetnek a vizuális-téri képességek fejlesztésében.

Az értekezés második fele empirikus vizsgálatainkra épül. A *4. fejezetben* a kutatás koncepcióját, szerkezeti felépítését, valamint relevanciáját ismertetjük. Továbbá ebben a részben fogalmazzuk meg a kutatás főbb céljait, kérdéseit és hipotéziseit. Az *5. fejezet* a 10-18 évesek körében elvégzett térszemlélet vizsgálatokat tartalmazza. Ezen belül a papír alapú és online tesztjeink fejlesztésének folyamatát mutatjuk be, és az 5., 8., 9. és 12. évfolyamokon elvégzett próba és nagymintás mérések eredményeit közöljük. Az alkalmazott tesztek belső struktúráját klaszteranalízis segítségével tártuk fel. A teljesítmények értékelését feladatonként, részképességenként és a teszteredményekre vonatkozóan is elvégeztük, valamint a horgony-itekek segítségével az vizsgált korosztályok összehasonlító elemzéseit is elkészítettük. A fejezet utolsó részében bemutatjuk kérdőíves felmérésünk eredményeit. Részletes elemzést az intézmények közötti és a nemi különbségekkel kapcsolatban adunk közre. A *6. fejezetben* egy alkotó-konstruáló tevékenységeken alapuló térszemlélet fejlesztő programot mutatunk be. A 18-23 éves mérnökhallgatók körében elvégzett vizsgálatban kvantitatív és kvalitatív kutatási módszereket egyaránt alkalmaztunk. A három szemesztert érintő kísérlettel kapcsolatban a fejlesztés hatásméretéről, a különböző paraméterek mentén változó programok összehasonlításáról, az egyéni teljesítményekről és a nemi különbségekről közlünk eredményeket. A vizuális-téri információfeldolgozás és problémamegoldás háttérében meghúzódó összefüggéseket elsősorban a hallgatók által vezetett munkanaplók alapján tárjuk fel.

Az 5. és a 6. fejezetek a vizsgált korcsoportokra vonatkozó részösszegzésekkel zárulnak, amelyekben igazoljuk vagy cáfoljuk a kutatás vonatkozó hipotéziseit. A *7. fejezetben* a kutatás eredményeinek általános értékelését és a pedagógiai konzekvenciákat fogalmazzuk meg, valamint a további kutatási irányokat jelöljük ki.

1. A TÉRSZEMLÉLET FOGALMÁNAK ÉRTELMEZÉSE, ÖSSZETEVŐK ÉS MÉRŐESZKÖZÖK

Ez a fejezet áttekintést nyújt a téri képességkutatások legfontosabb irányairól. Feltárjuk, miért jelent problémát a térszemlélet fogalmának pontos, a szakértők többsége által is elfogadható definíciójának megalkotása. Érzékeltetjük a téri intelligencia különböző aspektusainak megragadásával és mérésével kapcsolatos nehézségeket. Bemutatjuk a legismertebb képességstruktúrákat, és az ezekhez szorosan kapcsolódó mérőeszközöket.

A téri információk érzékelése, minél pontosabb értelmezése alapvető megismerési képességünk, amelynek összetevői fontos szerepet játszanak a mindennapi életben. Tájékozódó képességünk segít minket eligazodni az épített és természetes környezetben. Rekonstruáló képességünket mozgósítjuk, amikor egy szerelési útmutatónak megfelelően új könyvespolcunkat állítjuk össze, esetleg műszaki rajzok alapján próbáljuk elképzelni épülő házunkat. Olyan egyszerű tevékenységeknél is támaszkodunk téri képességeinkre, mint egy ajándék becsomagolásához szükséges papír nagyságának megbecslése, egy szoba kifestéséhez szükséges anyagmennyiség kiszámolása, vagy autónk csomagtartójának kihasználása.

A téri intelligencia vizsgálata viszonylag fiatal tudományág, Sir Francis Galten 1880-ban elsőként számolt be a mentális vizualizáció területén végzett kísérleti eredményeiről. Fontos megállapítása, hogy a térbeli vizualizáció az általános intelligenciától elkülönítve létezik, amelyet a pszichometriai vizsgálatok eredményei is megerősítettek (Bölcskei, Kovács, & Kušar, 2013). A pszichometrikus intelligencia tesztek bevezetése óta (Binet & Simon, 1916) számos intelligencia modellben a vizuális-téri képességeket fontos elemnek tekintették. Elsőként Thurstone (1938) modelljében jelenik meg külön faktorként a térszemlélet, mint elsődleges mentális képesség. Az általa kidolgozott *Elsődleges Mentális Képességek Teszt (Test of Primary Mental Abilities)* téri képességek mérésére kidolgozott feladatai, különböző alakzatok (kártyák, zászlók) mentális forgatásán, téri-formai jellemzők értelmezésén alapul. Thurstone óta a vizuális-téri képességeket önálló összetevőként az intelligencia modellek többségében megtaláljuk. A legismertebbek közé tartozik Gardner (1993) többszörös intelligencia elmélete, mely szerint nem létezik egy átfogó, egységes intelligencia. Elméletében a problémák megoldásának és új produktumok létrehozásának szerepét hangsúlyozza a különböző faktorok, így a téri képességek tekintetében is.

A kortárs intelligenciaelméletek többsége elfogadja egy egységes kognitív képesség, általános intelligencia faktor létezését (g-faktor). A téri képességek szakirodalmában leggyakrabban hivatkozott Carroll (1993) hierarchikus kognitív képességek modelljében is együtt van jelen az általános intelligencia g-faktora és a csoportfaktorok. Az általános intelligenciához közvetlenül kapcsolódó másodrendű faktorok között jelenik meg a vizuális észlelés önálló faktorként. A hierarchikus modellek jellemzően a verbális és a térbeli vizualizációs faktorokat közvetlenül az általános kognitív képesség alá helyezik, mivel ez a két dimenzió nagyobb variációt mutat, mint bármely más dimenzió a képesség tesztekben. A kutatások tehát azt sugallják, hogy *a verbális és a térbeli feldolgozás közötti különbség alapvető kettősség az emberi megismerésben*. A téri képességek tesztelése a g-faktor és a fluid intelligencia leghatékonyabb mérési módjai közé tartozik. Számos terület, például kreatív gondolkodás, természettudomány, matematikai képességek felméréseiben is találkozhatunk téri feladatokkal (Shepard, 1978, Carroll, 2003, Lohman, 1993). A kutatók többsége rámutat, hogy *a jelen oktatási rendszerben hangsúlyos verbális intelligencia mellett, sokkal nagyobb szerepet kell kapnia a vizuális-téri intelligenciának* (Quaiser-Pohl, Lehmann, & Eid, 2004).

1.1. A vizuális-téri képességek fogalom definíciója

Egységesen elfogadott meghatározása a téri képességeknek nem létezik annak ellenére, hogy számos megközelítéssel találkozhatunk. Már megnevezésében is több, egymásnak megfeleltethető kifejezéssel találkozunk. A hazai tudományos életben egyaránt használatos a *téri képességek*, a *vizuális-téri képességek*, a *térszemlélet*, 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. Sorby (1999) álláspontja szerint ennek oka abban keresendő, hogy gyakorlatilag lehetetlen megállapítani a kutatások során, hogy a veleszületett képességek gyengék, vagy a képzés hiánya áll a háttérben egy-egy téri probléma sikertelen megoldásának. Bár Sorby az egyetemi hallgatók körében végzett kutatásaival kapcsolatban említi meg, feltehetően a fiatalabb korosztály vizsgálatok is jelentkezik az okok feltárásának nehézsége. A téri képességeket a neveléstudományban jellemzően csak 10 éves kor felett tanulmányozzák, a fiatalabb korcsoportokban ehhez képest elenyésző számban találunk kutatási eredményeket (Kárpáti & Gaul, 2011).

A téri intelligencia az 1930-as évek óta az oktatápszichológia jelentős kutatási területe. Más szegmensekkel ellentétben azonban nincs valódi egyetértés abban, hogy mit értünk a vizuális- téri képességek alatt. Bár kognitív aspektusainak feltárása érdekében számos átfogó, több korosztályt vizsgáló kutatás ismeretes, egységesen elfogadott képességstruktúráról nem beszélhetünk. Jelentős viták alakultak ki az egyes téri képességek beazonosítása és a téri problémák megoldásához kapcsolódó folyamatok leírása, jellemzése körül. A pszichometriai vizsgálatok nagyban függenek a mérések során alkalmazott tesztekől, ezért általános kategorizáció létrehozására nem alkalmasak. Ezzel szemben a kognitív megközelítés a téri feladatok megoldásához kapcsolódó gondolkodási folyamatokra fókuszál (Linn & Petersen, 1985; Sorby, 2009). Amennyiben az utóbbi módszert alkalmazzuk, újabb vitás pont merül fel. Ha megpróbáljuk elkülöníteni a téri megismerés különböző aspektusait a mentális műveletek alapján, problémát jelenthet, hogy az egyes feladatok megoldása különféle feldolgozási módokon (más-más képességelemek mozgósításával) lehetséges (Sjölander, 1998). Összegezve a faktor analízisek nem egy egységes, egymáshoz konvergáló definíció kialakulásához, sokkal inkább differenciálódáshoz vezetnek, így az egyes kutatók által létrehozott definíciók az általuk használt teszttel összefüggésben értelmezhetők. Voyer, Voyer és Bryden (1995) ezeket a meghatározásokat „*operational*” (műveleti) definícióknak nevezi, melyek egy adott teszt függvényében, a feladatok megoldásához szükséges műveleteken nyugodva, a téri képességeknek csak egy-egy speciális komponensére fókuszál. A téri szakirodalomban fellelhető ellentmondásokat D’Oliveira (2004) négy pontban összegezi:

- 1) *Vizuális-téri képességek meghatározása.* Néhány szerzőnél a képességek leírása közel azonos, de különböző megnevezéseket alkalmaznak, mint például a térbeli viszonylatok (*spatial relation*), amely részben vagy egészében a mentális forgatásnak (*mental rotation*) felel meg több kutató esetében. Ennek a jelenségnek az inverze is megfigyelhető, vagyis azonos megnevezés alatt eltérő meghatározást találunk. Leggyakrabban a vizualizáció (*spatial visualization*) esetében bukkan fel ez a probléma.
- 2) *A téri képességek száma.* Az azonosított részképességek száma széles skálán mozog (2 és 10 között).
- 3) *Faktorok elnevezése.* Rendszeresen előfordul, hogy a faktorok megnevezése eltér a különböző szerzőknél, és sok esetben még ugyanazon szerző munkáján belül is.

- 4) *Mérőeszközök*. Az egyes képesség összetevők mérésére alkalmazott tesztek elnevezése és tartalma nem világos, valamint nem következetes leírással szerepel a szakirodalomban.

A kutatók többsége a térszemlélet definiálásával kapcsolatos ellentmondások feloldásához elengedhetetlennek tartja az alkalmazott tesztek limitálását, valamint egy konszenzusos keretrendszer elfogadását. Feltételezhetően a definiálási nehézségekre vezethető vissza a túlzottan szűk, vagy a kutatók számára már megfoghatatlanná váló általánosításokat tartalmazó meghatározások. A leggyakrabban hivatkozott definíciók hangsúlyozzák a mentális kép létrehozásának, tárolásának, visszakeresésének és átalakításának különféle aspektusait.

„absztrakt vizuális képek előállításának, megőrzésének és manipulálásának képessége” (Lohman, 1979)

„szimbolikus, nem nyelvi információkat ábrázoló, átalakító, generáló és visszahívó képesség” (Linn & Petersen, 1985)

Más meghatározások a téri képesség összetevőinek, mentális műveleteinek felsorolását tartalmazzák, amely a korábban tárgyalt Voyer, Voyer és Bryden által leírt műveleti definícióként (*„operational definition”*) értelmezhető.

„képesség, hogy mentálisan manipuláljunk, elforgassunk, elcsavarjunk vagy megfordítsunk képileg bemutatott objektumokat” (McGee, 1979)

„a tárgyak mentális elforgatását igénylő feladatok megoldása, az objektumok különböző nézőpontokból történő megjelenésének és a tárgyak egymáshoz való viszonyának megértése” (Sutton & Williams, 2007)

„a téri-vizuális képességek lehetővé teszik a környezetben való tájékozódást, a különböző szögben elforgatott objektumok elképzelését, és a tárgyak elhelyezkedésére való emlékezést” (Lawton & Hatcher, 2005)

Az egyik legtöbbször hivatkozott definíció (Carroll, 1993) áll legközelebb a vizuális pedagógia szemléletmódjához, amelyben elkülönül a vizuális ingerek befogadásának és a belső képzetek kialakításának képessége. Továbbá egyértelműsíti, hogy az észlelt téri információk nem csak az objektumok egymáshoz viszonyított térben elfoglalt helyzetére korlátozódnak, hanem a tárgyi sajátosságokra is vonatkoznak (pl.: méret).

„a tárgyak formájához és térbeli helyzetéhez kapcsolódó vizuális észlelések felfogása, ezekről mentális reprezentációk kialakítása, és ezen reprezentációk manipulálása” (Carroll, 1993)

A hazai vonatkozásban leginkább meghonosodott definíció (Séra, Kárpáti, & Gulyás, 2002) nem nevez meg konkrét képesség összetevőket és műveleteket, elkerülve a szűk értelmezési keretet. A téri műveletek helyett a téri problémák megoldására helyezve a hangsúlyt, a definíció kellően nyitottá válik a mindennapi élethez közelítő téri feladatok irányába is.

„Vizuális-téri képességnek a két- és háromdimenziós alakzatok észlelésének és az észlelt információknak tárgyak és viszonylatok megértésére és problémák megoldására való felhasználásának képességét nevezzük.” (Séra, Kárpáti, & Gulyás, 2002, p. 9)

1.2. A vizuális-téri képességstruktúra

A korai faktor elemzések célja egy vagy több térbeli faktor meglétét bizonyítani, majd elkezdődtek a faktorok kategorizálására tett kísérletek (French, 1951; Eysenck, 1967; Guilford, 1967). Később a térbeli képességek dimenzióinak megértésére irányuló erőfeszítések arra irányultak, hogy a régi adatkészleteket modern faktor-analitikai módszerekkel elemezzék és felállítsanak egy hierarchikus faktormodellt (Lohman, 1979; Carroll, 1993). A meta-analízisek közül kiemelkedik Eliot és Smith (1983) kutatása, amely útmutatásokat és példákat is tartalmaz 392 térbeli teszthez, valamint Linn és Petersen (1985) 1974 és 1982 között végzett vizsgálatait. A faktoranalitikus kutatások és a meta-analízisek következetesen feltárták, hogy a vizuális-téri képesség nem homogén (egydimenziós) fogalom, hanem eléggé eltérő részképességekből áll (McGee, 1979; Linn & Petersen, 1985; Voyer et al., 1995; Quaiser-Pohl et al., 2004). Következésképpen a téri képesség fogalma az általános faktor modelltől a különböző térbeli alfaktorok hierarchikus modelljéig kibővült.

Elsőként azt kell meghatároznunk, hogy a térszemléleten belül mely részképességek jelennek meg önálló faktorként, vagyis jól elkülöníthetően más részképességektől. Az 1960-as évekig két faktort különböztetnek meg: észlelés és vizualizáció. A tesztek döntő többsége vizualizációs (*spatial visualization*) besorolást kapott, mivel gyakorlatilag az összes mentális manipulációt igénylő feladatot tartalmazta, mintegy gyűjtőfogalomként funkcionálva. A következő kutatások arra irányultak, hogy pontosan behatárolható téri műveletek alapján identifikálni tudják a téri képességek különböző komponenseit. Legelőször a mentális forgatás képességét tudják izolálni a vizualizációtól (Vandenberg & Kuse, 1978). Jelenleg öt olyan téri komponenst tartanak számon, amelyet a kutatók többsége elfogad (Sorby, 1999; Güven & Kosa, 2008):

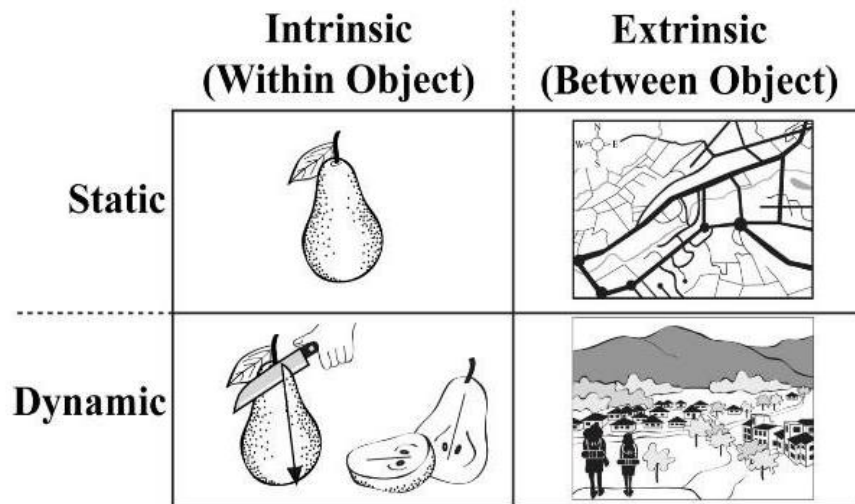
- 1) **Téri percepció** (*spatial perception*): a téri észlelésként és felismerésként is megnevezett összetevő a vizuális ingerek befogadását, képi értelmezését fedi le. Több kutató a mentális képek (képzetek) létrehozását, rögzülését is ehhez a komponenshez sorolja (Séra et al., 2002; Tóth, 2013), ahogy a vizuális szakirodalomban is elválaszthatatlannak tartják az érzékelési, észlelési és belső képalkotási folyamatokat (Arnheim, 1975). Linn és Petersen (1985) értelmezési kerete a legszűkebb, ők úgy definiálják, mint egy tárgy és a gravitációs vízszintes és függőleges közötti kapcsolat érzékelését. Ezt a fajta meghatározást indokoltá teszik a téri percepció mérésére fejlesztett eljárások (lásd 1.3. fejezet).
- 2) **Vizualizáció** (*spatial visualization*): az ide besorolt feladatok sokszínűsége miatt számos meghatározását olvashatjuk a szakirodalomban. Jellemzően a bonyolult, több lépésből álló manipulációkat tartalmazó, vagy a más komponensekhez nem besorolható téri műveletekből álló feladatok kapják meg a vizualizáció címkéjét. Az összetettebb feladatoknál meghatározóvá válik az optimális stratégiák kiválasztása, és az ezek között történő gyors váltások képessége. Ide sorolhatjuk a mentális transzformációkat (Guilford elnevezése: *Cognition of Figural Transformation*) (Linn & Petersen, 1985; Quaiser-Pohl et al., 2004; Gorska & Sorby, 2008). Több kutató a vizualizáció alkotórészeként tekinti a mentális transzformációt és a mentális forgatást is. Előfordul, hogy a forgatáson kívüli mozgathoz kapcsolódóan határozzák meg a vizualizációt (pl.: tükrözés, csavarás, hajtogatás), vagy egy egy másik hasonlóan szűk értelmezési keretben a mentális képek létrehozásával azonosítják.

- 3) **Mentális forgatás** (*mental rotations*): két- és háromdimenziós formák képzeletben történő elmozdítása, ahol a tárgy egészében fordul el. (A mentális transzformáció esetében az adott objektum csak egyes részeiben mozdul el.)
- 4) **Téri orientáció** (*spatial orientation*): a térbeli tájékozódásként is ismert komponens pontosan definiált a szakirodalomban. Rendszerint a mentális forgatáshoz képest határozzák meg. Míg a mentális forgatásnál az objektum helyzete változik a térben, addig a téri orientációnál egy olyan műveletet hajtunk végre, ahol a tárgyak helyzete nem változik, csak a saját nézőpontunkat mozdítjuk el (Sorby, 1999). (Némely szerzőknél kinesztetikus faktor elnevezéssel jelenik meg az orientációs képesség, utalva a test átorientálási műveletére.) Feltételezi azokat a képességeket, melyek birtokában térbeli viszonylatokban tudunk gondolkodni. Értelmezünk térbeli elrendezéseket, és követni tudjuk az abban bekövetkezett változásokat (pl.: irány- és távolságmeghatározások). Séra (2002) kiemeli a megfigyelő helyzetéből fakadó vonatkoztatási rendszer fontos szerepét: (1) egocentrikus (saját testünkhöz/nézőpontunkhoz képest határozzuk meg más tárgyak helyzetét), (2) allocentrikus (saját testünk helyzetétől független nézőpontot veszünk fel).
- 5) **Téri relációk** (*spatial relations*): térbeli objektum gyors és helyes mentális elforgatásának vagy tükrözésének képességét jelenti (Lohman, 1979). A definícióból is érzékelhető, hogy jelentős átfedést mutat a mentális forgatással. A téri relációk részképességként azokban a modellekben jelenik meg, ahol a mentális forgatást nem azonosítják önálló faktorként (tehát csak átnevezésről beszélhetünk), vagy csak a téri relációk alkotórészeként szerepel. Ha a téri relációk elnevezésű teszt típusokat elemezzük (lásd 1.3. fejezet), akkor leggyakrabban a mentális transzformáció valamilyen műveletével találkozunk (pl.: papírhajtogatás). Ennek megfelelően a rendszerező munkákban a vizualizáció tesztjeihez sorolják (Linn & Petersen, 1985).

A vizuális-téri képességek osztályozására tett kísérletek ellenére az egyes faktorok és kapcsolatainak minősége részben tisztázatlanok maradtak, ezért megfelelő operacionalizálásuk tovább folytatódik. Ennek egyik mutatója, hogy sokszor nem találnak összefüggést az egyes részképességeket tartalmazó teszteken nyújtott teljesítmények között, vagy a kutatók különböző eredményekre, következtetésre jutnak (Quaiser-Pohl et al., 2004). Az egyes fogalmak jelentését folyamatosan finomítják különböző aspektusainak feltárásával. Az újabb dimenziók figyelembe vételével a téri gondolkodással kapcsolatos ismereteink kibővülnek, friss szemléletű modellek jelennek meg. Néhány szempont fontosságát már az 1960-as években felvetik, például Smith (1964) javasolja a két- és háromdimenziós megjelenítés, valamint a dinamikus és statikus jelleg megkülönböztetését. Uttal, Meadow, Tipton, Hand, Alden, Warren és Newcombe (2013) meta-analízisében egy olyan új osztályozási rendszer bevezetését javasolja, amely nem a pszichometriai módszerek által meghatározható téri képesség összetevőiben gondolkodik. Rendszerük alapvetően két megkülönböztetést kínál: (1) belső (objektum alkotóelemei és azok kapcsolatai, tehát belső struktúrája) és külső (tárgyak térbeli elrendezésének viszonylatai) információk (2) statikus (rögzített információk a térről) és dinamikus (mozgásban, átalakulásban lévő információk az objektumokról, térbeli elrendezésükről). (Ebben a rendszerben például egy mentális forgatási feladat: belső és dinamikus, 1. ábra)

A legtöbb kutatás a műveletek bonyolultságát (egyszerű-összetett), és az időkorlát teljesítményekre gyakorolt hatását vizsgálja (Lohman, 1979; Carroll, 1993). Felvetődött a téri

képességek osztályozása azon mentális folyamatok alapján, amelyeket várhatóan alkalmaznak egy-egy adott feladat megoldásához (Tartre, 1990; Tóth, 2013). Ez a módszer segítséget nyújthat a fogalmak és a mérésükre alkalmazott eszközök összehangolásában. Ellenben problémák jelentkeznének a többféle stratégiával, és a komplex műveletsorral megoldható feladat típusoknál, utóbbi esetében nem ritkán öt-hat gondolkodási műveletet is használunk a feldolgozási folyamatban.



1. ábra

A téri képességek osztályozása az objektumok belső (objektumon belüli) és külső (objektumok közötti) struktúrája, valamint statikus és dinamikus jellege alapján (Forrás: Gilligan, Hodgkiss, Thomas, & Farran, 2019, p. 50)

1. táblázat. A szakirodalomban leggyakrabban hivatkozott vizuális-téri képesség modellek

Forrás	Téris percepció	Vizualizáció	Mentális forgatás	Térbeli tájékozódás	Téris relációk	Egyéb
French (1951)	x	x		x		
Michael, Guilford, Fruchter és Zimmerman (1957)		x		x	x	
Maccoby és Jacklin (1974)		x	x			
McGee (1979)		x		x		
Lohman (1979)		x		x	x	
Linn és Petersen (1985)	x	x	x			
Carroll (1993)		x			x	befejezési sebesség, befejezési flexibilitás, perceptuális sebesség, vizuális memória
Maier (1994)	x	x	x	x	x	
Sutton és Williams (2007)			x	x	x	

Az 1. táblázatban összesítettük a leggyakrabban hivatkozott kutatók által meghatározott téri képesség komponenseket. Az egyes összetevők elnevezése néhány esetben eltér táblázatban és a szakirodalomban, rendszerezésüket a definíciók alapján végeztük el. French (1951) faktoranalitikus vizsgálatai során feltárt „*space factor*” (tér faktor) meghatározása például a téri percepciónak felel meg: térbeli mintázatok pontos érzékelésének és összehasonlításának képessége. Maccoby és Jacklin (1974) szerint a téri képesség két fontos összetevőből áll: analitikus és nem analitikus. Az analitikai faktor összetett mentális műveleteket tartalmaz (megközelítően a vizualizációnak felel meg), a nem analitikus faktor egy objektum forgatását tartalmazza (a mentális forgatásnak felel meg).

Amennyiben figyelembe vesszük, hogy a téri relációk és a mentális forgatás képesség összetevők esetében jelentős átfedés van, megállapítható, hogy a kutatók többsége azonos faktorokat nevez meg modelljében. Egyedül Carroll (1993) modellje tartalmaz különböző, a feladatok megoldásának gyorsaságához és komplexitásához köthető elemeket, és kiemeli a vizuális memória jelentőségét is. (Ezek sokkal inkább a képesség egyes sajátosságainak tekinthetők, vö. Nagy, 1998.) Vizsgálatok alapján a téri problémák megoldásának sikerességét jelentősen befolyásolhatja a munkamemória minősége, de ezzel kapcsolatban további vizsgálatokra van szükség (Quaiser-Pohl et al., 2004). A papír-ceruza tesztek feladatainál (pl.: mentális forgatás) a rövid távú memóriánkat használjuk, míg a nagyléptékű, valós terekben történő tájékozódásunk közben a hosszútávú emlékezetünket mozgósítjuk. A téri percepció sok felsorolásban nem jelenik meg önállóan, de a többi komponens részének, mintegy előfeltételnek tekintik a vizuális észlelési képesség meglétét.

A vizuális nevelésben a befogadáshoz és az alkotáshoz köthető részképességek azonos súllyal jelennek meg. A téri képességek kutatásával összefüggésben többen hiányolják azoknak a részképességeknek a beazonosítását és vizsgálatát, amelyeket a konstruálás, a tárgy- és környezettervezés során használunk (Sutton & Williams, 2010; Allahyar & Hunt, 2003).

1.3. A vizuális-téri képességek mérőeszközei

A téri tesztek két csoportban ismertetjük. Elsőként a tradicionális papír-ceruza tesztek, valamint ezek digitális átiratait, újragondolt és továbbfejlesztett változatait mutatjuk be. Ezt követően a vizuális-téri képesség alternatív, innovatív mérőeszközeit tárgyaljuk. Ide soroltuk be a korszerű technológiákkal támogatott értékelési lehetőségeket, valamint a valós térben és a mindennapi életben előforduló téri problémákra reflektáló feladattípusokat tartalmazó mérési eljárásokat.

A hagyományos mérőeszközöket a korábban ismertetett téri komponensek szerinti bontásban tekintjük át. Röviden bemutatjuk a leggyakrabban alkalmazott tesztek, mérési eljárásokat. Az egyes tesztípusoknál jelöltük a megjelenés évét, valamint azt, hogy a tesztekben szereplő ábránál sík- vagy térbeli megjelenítéssel találkozunk (2D, 3D). Az eszközök többségét a 10-18 év közötti korosztályra fejlesztették, ezért az egyes teszteknel csak abban az esetben jelezzük a megcélzott korcsoportot, ha eltérést találunk. A hagyományos mérőeszközök csoportjába illeszkedő, két legismertebb hazai tesztet kiemelten tárgyaljuk. Az alternatív mérőeszközöket, speciális jellegük miatt egy-egy konkrét kutatáshoz társítva mutatjuk be.

1.3.1. Hagományos térszemlélet tesztek

Olyan tesztípusokat gyűjtöttünk össze ebbe a csoportba, amelyek a legrégebben vannak használatban, ennek megfelelően a legnagyobb számban kerületek kipróbálásra. Népszerűségük máig töretlen, ami annak köszönhető, hogy megbízhatóságuk, érvényességük megkérdőjelezhetetlen. A

számos országban, korcsoportban történt adatfelvétel miatt, az eredmények nagy elemszámú mintán, több szempontból is összehasonlíthatóvá válnak. Jellemzően az intelligencia vizsgálatok játszottak szerepet létrejöttükben, így sokkal inkább pszichológiai, mint pedagógia szempontokat vettek figyelembe összeállításuknál. Hátrányt jelent korlátozott elérhetőségük, valamint jórészt ma is csak papír-ceruza formában felvehető, digitális formátumra csak néhány tesztet írtak át.

Téri percepció

Mindössze két általánosan ismert és elfogadott tesztet használnak a képesség összetevő mérésére, melyek az érzékelés pontosságára irányulnak. Mindkét tesztnél a zavaró észlelési információkat kell kiszűrni.

- *Rod and Frame Test* (RFT) (Rúd és Keret Teszt – Asch & Witkin, 1948), (2D): a feladat megoldása során egy rudat kell függőleges helyzetbe hozni egy 220 fokban megdöntött keretben. Történelmileg Witkin (1949) vezette be a „mező függőség-függetlenség” fogalmát.
- *Water Level Test* (Vízszint Teszt – Piaget & Inhelder, 1956), (3D): egy megdöntött üvegben kell a vízszintet meghatározni.

Mentális forgatás

A két- és háromdimenziós objektumok mentális forgatási feladatainál a nehézség függ az alakzatok bonyolultságától, a forgatás mennyiségétől és a válaszadás sebességétől. Shepard és Cooper (1982) igazolták, hogy a megoldás időtartama párhuzamosan növekszik az elforgatás szögének nagyságával. Azok a tesztípusok, amelyek háromdimenziós alakzatokat használnak és mérik a válaszadás sebességét, nem alkalmasak a fiatalabb korosztályok mérésére (13 éves kor alatt), mivel meglehetősen nagy koncentrációt igényelnek, például Shepard és Metzler, Vandenberg és Kuse, valamint Guay tesztjei.

A háromdimenziós objektumok mentális forgatását igénylő feladatok megoldását befolyásolják legkevésbé az analitikus feldolgozási stratégiák (Bodner & Guay, 1997). Emiatt a kutatók a legmegbízhatóbb eszközökként tartják számon a téri képességek értékelésére, és így a legtöbb felmérés is ezekkel készül. Ho és Eastman (2005) felhívják a figyelmet arra, hogy óvatosnak kell lennünk a két- és háromdimenziós felosztással. Véleményük szerint tisztán 3D tesztek nem állnak rendelkezésünkre, mivel kétdimenziós leképezési stratégiákat is alkalmazhatunk háromdimenziós alakzatok forgatásánál. Például Gittler és Glück (1998) „3D Cube” feladatai megoldhatók valódi térbeli műveletek végrehajtása nélkül, mintaáthelyezési stratégiával, így csak „3D-szerű” tesztnek nevezhető.

- *Primary Mental Abilities* (Elsődleges mentális képességek, Thurstone & Thurstone, 1941), (2D): minden item tartalmaz egy egyszerű síkidomot. A válaszadás során hasonló alakzatokból kell kiválasztani azokat, amelyek azonosak vele, tehát csak el vannak forgatva.
- *Flags and Cards* (Zászlók és kártyák – French, Elstrom, & Price, 1963), (2D): minden item tartalmaz egy egyszerű síkidomot. A válaszadás során hasonló alakzatokból kell kiválasztani azokat, amelyek azonosak vele, tehát csak el vannak forgatva.
- *Mental Rotation Test* (Mentális Forgatás Teszt – Shepard & Metzler, 1971), (3D): minden item tartalmaz egy kockából felépülő alakzatot. A válaszadás során négy hasonló alakzatból kell kiválasztani azt a kettőt, amely azonos vele, tehát csak el van forgatva.

- *Card Rotation Test* (Kártyaforgatás Teszt – Ekstrom, French, Harman, & Dermen, 1976), (2D): minden item tartalmaz egy egyszerű síkidomot. A válaszadás során hasonló alakzatokból kell kiválasztani azokat, amelyek azonosak vele, tehát csak el vannak forgatva.
- *Mental Rotation Test* (Mentális Forogatás Teszt – Vandenberg & Kuse, 1978), (3D): a *Shepard és Metzler* teszt 20 itemből álló, módosított változata.
- *Purdue Spatial Visualization test: Rotations* (PSVT:R, Purdue vizualizáció teszt: mentális forgatás – Guay, 1977), (3D): a feladat felső sora egy háromdimenziós objektum forgását mutatja be. Alatta, a második sorban egy másik objektum látható, és az alsó sorban lévő öt választási lehetőség közül kell kiválasztani, hogy nézne ki ez a második objektum, ha a felső sorban lévő objektummal megegyező mértékben elforgatnánk.
- *3-Dimensional Cube* (3D Kocka – Gittler & Glück, 1998), (3D): minden item tartalmaz egy oldalanként eltérő mintázattal ellátott kockát. A válaszadás során hat különböző mintázattal ellátott kockából kell kiválasztani azt, amelyiken a kiemelt kockát látjuk egy új helyzetben (elforgatva).

Téri orientáció

A téri komponensek közül a tájékozódási képességek vizsgálata áll legközelebb a mindennapi életben előforduló téri problémákhoz, ezért jelenleg az egyik legaktívabb kutatási terület.

- *Spatial Orientation Test* (Téri Orientáció Teszt - Guilford & Zimmerman, 1948), (3D): minden item tartalmaz két képet, amelyen egy hajó orrát látjuk a környezetével (tenger és szárazföld részlete). A két kép a hajó mozgásának két fázisát mutatja. A válaszadás során a hajó elbillenésének lehetséges irányait jelző öt ábra (egy pöttyöt és egy, a vízszintet jelző vonalból álló piktogram) közül kell kiválasztani azt, amelyik a képeknek megfelelő irányváltozást jelzi (6. ábra). Elkészült a teszt elektronikus változata, amelynél a válaszadás grafikai megjelenítése módosult (nyilak jelzik a lehetséges irányváltásokat) (Kyritsis & Gulliver, 2009).
- *Three Mountais Test* (Három Hegy Teszt – Piaget & Inhelder, 1956), (3D): kisgyermek (10 év alattiak) számára fejlesztett feladat, amelynek célja az egocentrikus nézőpontból való kilépés képességének vizsgálata. A kísérletben részt vevő gyermek egy terep modell előtt ül, amelyen három hegy van. Feladata kiválasztani a modelltől készült képek közül azt, amelyik a vele szemben ülő kísérletvezető nézőpontjából mutatja a modellt. (Általában 7 éves kortól válunk képessé arra, hogy kilépünk egocentrikus nézőpontunkból, és elképzeljük saját helyzetünktől független nézőpontokból tárgyakat.)
- *Money Road Map Test of Directional Sense* (Money Útvonal Teszt, Irányérzékelés - Money, Alexander, & Walker, 1965), (2D): egy sematikus város térképen kell követni egy útvonalat. (Az útvonalon a kísérletvezetőt kell navigálni bal-jobb irányok megadásával, a térkép forgatása nélkül.)

Vizualizáció, téri reláció

A gyermekek intelligenciájának mérésére használt első teljesítménytesztek (Binet & Simon, 1916) feladatait ebben a blokkban találjuk (pl.: mintaillesztések, papírhajtogatások). A vizualizáció tesztjei a mai napig változatos feladattípusokat foglalnak magukba, amelyek eltérő téri műveletek alkalmazását igénylik. A tartalmilag közel azonos tesztek két csoportba rendezve mutatjuk be dolgozatunkban,

amely megfeleltethető a Smith (1964) által javasolt dimenzióknak. Megjelenítésében a két- és háromdimenziós ábrák szerint, funkcionálisan pedig két téri művelet, mentális képek létrehozása és manipulálása mentén különíthetők el a csoportok. A *téri relációként* definiált részképességhez sorolt tesztek is ebben a csoportban mutatjuk be, mert feladataik jórészt a mentális transzformáció műveleteivel írhatók le (pl.: *Mental Cutting Test, Differential Aptitude Test: Space Relation*).

a) *Egész-rész viszonylatok*. A vizuális neveléshez közel álló feladatokat tartalmaz, ennek megfelelően a tanórákon számos módon fejlesztik a megoldásukhoz szükséges képességeket. A felsorolás két utolsó tesztje (Beágyazott Forma Teszt, Rejtett Forma Teszt) közelebb áll a téri percepcióhoz, mentális manipulációt nem igényel a feladatok megoldása. Ezeket az egyszerűbb teszt típusokat Eliot (1987) „felismerési teszt” megnevezéssel új kategóriába sorolta be azzal a szándékkal, hogy megkülönböztesse az összetett műveletsorokat tartalmazó vizualizációtól. A tesztek kétdimenziós megjelenítéseket használnak.

- *Block Design Test* (Elem Modellezés Teszt – Kohs, 1923), (2D): minden item tartalmaz egy két színből álló mintázatot, amelyet elemekből kell összeállítani. Az elemszám az egyes itemeknél változik, a feladat megoldásának idejét rögzítik.
- *Form Equations* (Forma szintézis – El Koussy, 1935), (2D): minden item tartalmaz egy egyszerű síkidomot. A válaszadás során öt alakzatokból kell kiválasztani azt, amellyel egy téglalapot ad ki.
- *Paper Form Board* (Mintaillesztés Teszt – Quasha & Likert, 1937), (2D): minden item tartalmaz egy egyszerű geometriai formát. A válaszadás során minimum négy, síkidomokból álló elemegyettesből kell megjelölni azt, amelyikből a megadott geometriai forma összeállítható.
- *Embedded Figures Test* (Beágyazott Forma Teszt – Witkin, 1950), (2D): minden item tartalmaz egy komplex ábrát (vonalakkal felosztott felületet). A megoldás során öt síkidomból kell kiválasztani azt, amelyik el van rejtve a komplex ábrában.
- *Hidden Figures Test* (Rejtett Forma Teszt – Ekstrom et al., 1976), (2D): Witkin Beágyazott Forma Tesztjének változata.

b) *Mentális transzformációk*. A tesztekben szereplő feladatok megoldásához olyan mentális manipulációt kell alkalmazni, amely az objektumot valamilyen módon átalakítja. A legtöbb esetben papírhajtogatást kell képzeletben elvégezni.

- *Mental Cutting Test* (Mentális Metszet Teszt – CEEB, 1939), (3D): a tesztet egyetemi felvételi vizsgához fejlesztették az Egyesült Államokban, és csak később alkalmazták térszemléleti kutatásokban (25 itemből áll, és 20 perces időkorláton belül kell megoldani). Egy háromdimenziós objektumot ábrázol minden feladat, egy képzeletbeli metszési síkkal. A válaszadóknak öt alternatíva közül kell kijelölniük a megfelelő síkmetszetet. (A téri relációk részképesség méréséhez sorolt teszt.)
- *Surface Development Test* (Felületkialakítás Teszt – Thurstone & Thurstone, 1949), (3D): minden item tartalmaz egy oldalanként különböző mintázattal ellátott kockát. A válaszadás során négy palást formából kell kiválasztani azt, amelyikből a megadott kocka összehajtogatható.
- *Paper Folding Test* (Papírhajtogatás Teszt, – Ekstrom et al., 1976), (2D): minden item tartalmaz két ábrát. Az első ábrán egy félbehajtott téglalap látható, amit a második ábrán egy lyukasztást

imitáló pöttyel látnak el. A válaszadás során a kihajtogatott téglalap képét (a lyukak helyzetét) kell beazonosítani, öt megadott lehetőségből kiválasztva.

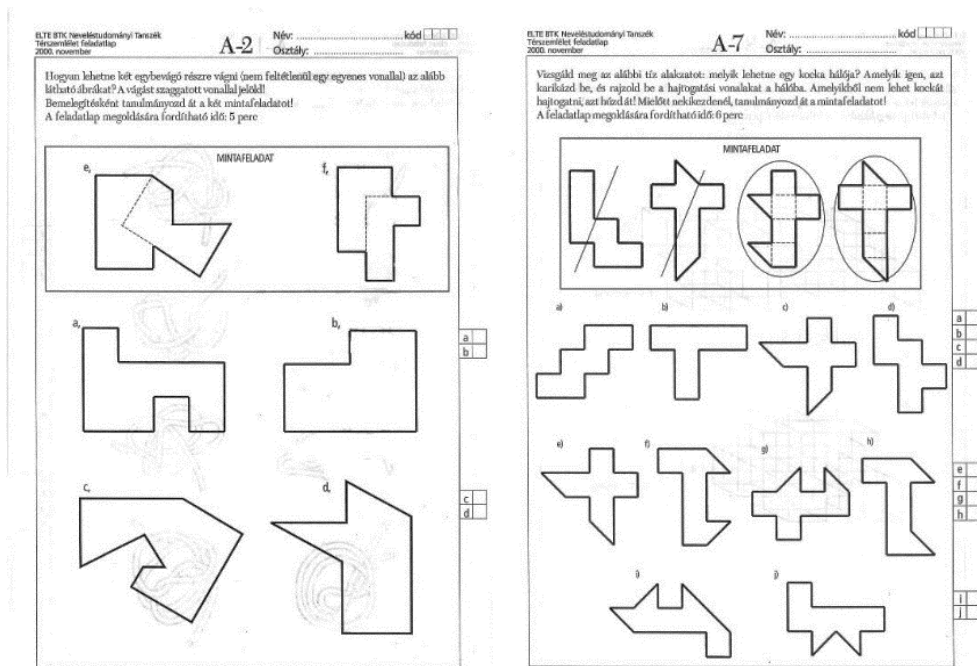
- *Differential Aptitude Test: Space Relation* (Képesség-differenciálási Teszt: Téri Relációk – Bennett, Seashore, & Wesman, 1973), (3D): minden item tartalmaz egy palást formát. A válaszadás során négy testből kell kiválasztani azt, amelyik a megadott palást formából összehajtogatható. (A „*Surface Development Test*” inverz művelete.)

Komplex téri képességtesztek

A tradicionális mérőeszközök bemutatását két hazai teszttel zárjuk, amelyek több téri komponens egyidejű vizsgálatát teszik lehetővé. A különböző részképességek mérésére fejlesztett feladattípusok változatosak a téri műveletek összetettsége, nehézsége szempontjából is, ezáltal mindkét mérőeszköz alkalmas a téri képességek átfogó vizsgálatára, és emellett képes differenciáltan megjeleníteni a gyermekek képességszintjét.

a) *Térszemlélet teszt* (Séra, Kárpáti, & Gulyás, 2002)

Séra, Kárpáti és Gulyás (2002) *Térszemlélet tesztje* a legismertebb, és máig az egyetlen szabadon hozzáférhető hazai mérőeszköz a vizuális-téri képességek értékeléséhez a szakemberek számára. Hiánypótló, mert longitudinális vizsgálatok elvégzésére is alkalmas. Egyrészt széles korosztályt céloz meg (13-18 évesek és egyetemi hallgatók köre), így lehetőséget biztosít a térszemlélet fejlődésének hosszútávú követésére, másfelől három, nehézségében és tartalmában is egyenrangú tesztvariációval rendelkezik.



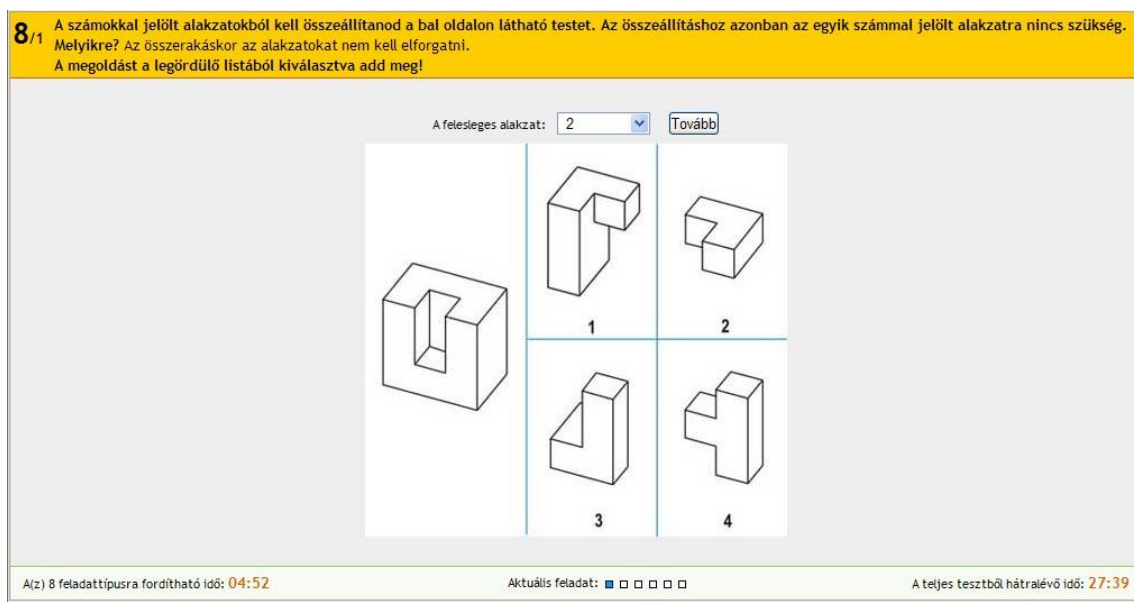
2. és 3. ábra

A Térszemlélet teszt feladatai. 2. ábra (balra): kétdimenziós vizuális térelképzelés (felismerés részképesség). 3. ábra (jobbra): tárgy képzeleti manipulálása (manipuláció részképesség). (Forrás: Séra, Kárpáti, & Gulyás, 2002, tesztkönyv melléklet)

A teszt fejlesztése során a szerzők figyelembe vették a pedagógia gyakorlati szempontjait (például csoportosan, rövid idő alatt felvehető, tanárok által is kiértékelhető), ezáltal nem csak pszichológiai vizsgálatok elvégzésére, vagy kutatási célokra használható a teszt, hanem az iskola értékelési folyamataiba is bevonható a mérőeszköz. A feladatok megnevezésében, leírásában a vizuális nevelésben megszokott fogalmak használatát helyezi előtérbe, rajzpedagógiai témakörökben gondolkodik. A hagyományos tesztekben megjelenő komponensek mindegyikére találunk feladatot. Ezek többsége olyan új típusú tesztfeladatokat jelent, amelyekkel más tesztekben nem találkozhatunk, mégis beazonosíthatók, összevethetők velük (2. és 3. ábra). Megjelennek ábraolvasó és ábrázoló képességet igénylő feladatok is, így vizsgálható válik a rajzolja gondolkodás, mint problémamegoldó módszer. Mérhetők a képességeket és az ismereteket (pl.: ábrázolási rendszerek) igénylő tudáselemek, valamint megjelennek a modalitások közötti váltások (verbális és vizuális kimenetek). Az időtényező beillesztésével differenciáltan értékelhetők a korosztályok, valamint más (térlátáson kívüli), analitikus stratégiák használata is kizárható.

b) *Téri műveleti képességek (Tóth, 2013)*

Tóth (2013) *Téri Műveleti Képességek* tesztjének fontossága, egyedisége abból fakad, hogy tovább már nem bontható, belső képekkel végzett gondolkodási műveletek alapján sorolja be a feladatokat. Megkülönböztet elemi és összetett (több fázisra tagolódó) gondolkodási műveleteket. Korábban Shepard és Judd (1976) kutatásai is irányultak az egyes téri feladatok megoldásához szükséges gondolkodási folyamatok feltárására (pl.: mentális forgatás fázisai: reprezentáció, forgatás, összehasonlítás, döntés az azonosságról vagy a különbözőségről). Minden feladatnál jelzést kapunk a nehézségi szintet befolyásoló tényezőkről, például két- vagy háromdimenziós objektumon kell végrehajtani az adott téri műveletet (Tóth, 2014).



4. ábra

A Téri Műveleti Képességek teszt feladata: Térhatású alakzat szintézise (Forrás: Tóth, 2014, p. 266)

Sokszor tapasztalhatjuk, hogy az elemi mentális műveleteket elhanyagolják a kutatásokban, pedig erőteljesen támogatná a fiatalabb korosztályok bevonását a téri képességek mérésébe. A tesztben két

feladattípust találunk ebben a csoportban: (1) „Mentális analízis – Térhatású, axonometrikus kockákból épített alakzatok részekre bontása” (Tóth, 2014, p. 265); (2) „Mentális szintézis – Térhatású, axonometrikus csonkolt hasábokból összetett objektum létrehozása” (Tóth, 2014, p. 266) (4. ábra). A teszt pontos megnevezésekkel, a megoldásukhoz szükséges műveletsor leírásával, és áttekinthető struktúrával segíti nem csak a kutatókat, hanem a pedagógusokat is. Két példa az összetett mentális műveletsort tartalmazó feladatok bemutatására: (1) „Térbeli képzet - Térhatású (axonometrikus) kép alapján három, különböző nézőpontú vetület egyesítése” (Tóth, 2014, p. 267); (2) „Térképzet - Hat nézőpontú vetület egyesítése, térbe helyezése, majd mozgatása, forgatása és kapcsolása térhatású (axonometrikus) alakzatokkal” (Tóth, 2014, p. 268).

1.3.2. A vizuális-téri képességek alternatív mérőeszközei

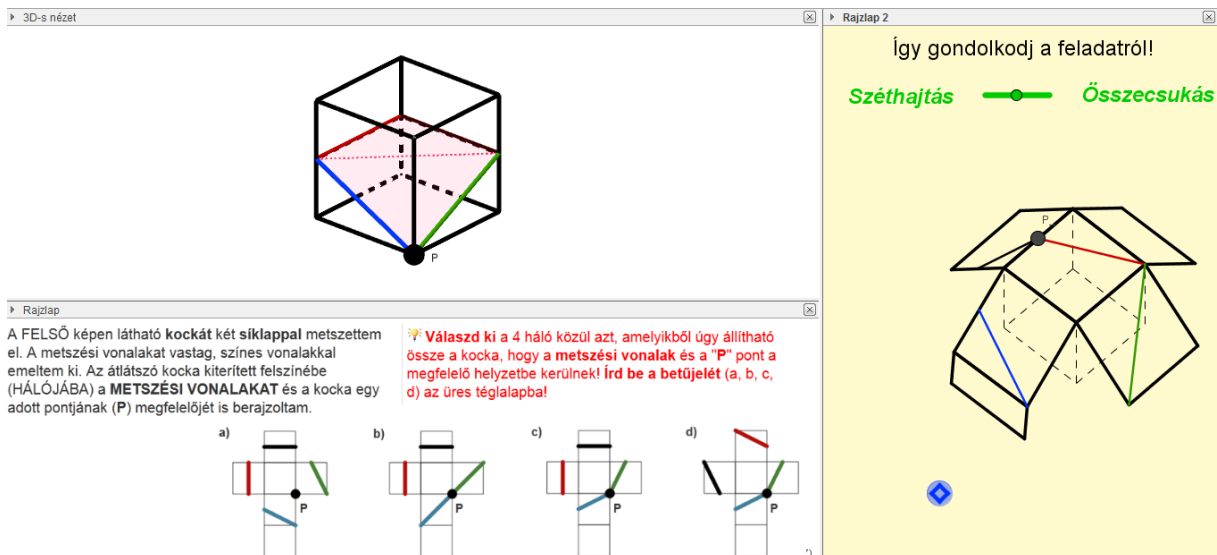
Az alternatív mérőeszközök kapcsán olyan eljárásokat ismertetünk, amelyek a téri képességek mérésének és egyben fejlesztésének új irányvonalait jelölik ki, vagy bár régóta használatosak nem általánosan elterjedtek. A tradicionális tesztekhez nem csak feladattípusaikban, hanem eszközeikben is eltérnek. Az itt bemutatott eljárások egy része az információs és kommunikációs technológiában rejlő lehetőségek használja ki. Ennek kapcsán meg kell jegyeznünk, hogy nem egyszerűen a hagyományos tesztek digitalizációjáról, online elérhetőségük biztosításáról van szó, hanem a térben való gondolkodás megváltozásáról, nagyobb interaktivitás eléréséről beszélhetünk. Az alkalmazott eszközök másik része ezzel szemben nem a virtuális, hanem a valós térben elvégezhető műveleteket célozza meg.

A következő rendszerezésben tárgyaljuk a bemutatásra kerülő mérőeszközöket:

- dinamikus tesztek, feladatok
- tájékozódás virtuális terekben
- téri intelligencia a mindennapokban
- téri képességek mérése konstruáló feladatokkal

Dinamikus tesztek, feladatok

A dinamikus tesztekhez azokat az online mérőeszközöket soroltuk, amelyeknél a felmérésben résztvevőknek lehetőségük nyílik a virtuális térben megjelenő két- és háromdimenziós ábrák mozgatására. Azonkívül, hogy az interaktivitás jelentős motiváló erővel bír, az egyes feladatok értelmezhetőségét is megkönnyíti. Ennek elsősorban a komplex téri műveletek esetében van kiemelt jelentősége, ahol a megoldás egyes műveleti fázisai jól érzékelhetővé válnak. Hátránya, hogy nem minden téri komponens mérésére alkalmas, például a mentális forgatás esetében, ahol a mozgatással kiváltható a képzeletben elvégzendő művelet. Egy hazai kutatásban ezt a problémát úgy sikerült áthidalni, hogy a tesztben szereplő feladathoz tartozó modell nem, csak egy hasonló jellegű, de más paraméterekkel rendelkező minta példa és megoldása került dinamikus környezetbe (5. ábra). A 10-13 éves korosztály számára fejlesztett Térszemlélet teszt teljes feladatsorára elkészült egy statikus és egy azzal megegyező, GeoGebra szoftverrel szerkesztett dinamikus változat (Babály, Budai, & Kárpáti, 2013; Kárpáti, Babály, & Budai, 2014; Budai, Kárpáti, & Babály, 2014; Kárpáti, Babály, & Budai, 2016).



5. ábra

A mentális transzformáció részképesség feladatának GeoGebra szoftverrel szerkesztett dinamikus változata (Forrás: Babály, Budai, & Kárpáti, 2013, p. 17)

A dinamikus feladatok köre alkalmas leginkább a téri képességek fejlesztésének és mérésének összehangolására. Az ALTC (Australian Learning and Teaching Council) „Spatial Diagnostic” elnevezésű, minden érdeklődő számára nyitott weboldalán próbára tehetjük vizuális-téri képességeinket. Mozgatható ábrák segítségével gyakorolhatjuk a mentális forgatásokat, a két- és háromdimenziós váltásokat, a térbeli tájékozódást, majd tesztelhetjük megszerzett tudásunkat. A felület többek között biztosítja a felhasznált idő kijelzését, a nehézségi szintek osztályozását, és a mérési-tanulási alkalmazások közötti rugalmas váltásokat. Egy térszemléleti kutatás részeként készült el a weboldal és a „3D Assessment Tasks” (3D Értékelési Feladatok) elnevezésű téri képesség teszt (Sutton & Williams, 2007; Sutton & Allen, 2011).

Tájékozódás virtuális terekben

A részképességek közül a téri orientációt vizsgálják a legváltozatosabb eszközökkel. A kutatások hosszú ideig olyan mentális műveletekre összpontosultak, amelyeket képességtesztekkel lehet mérni, és kevésbé fókuszáltak a valós környezetben való viselkedésre. Ennek háttérben feltehetően a terepen végzett mérések lebonyolításának nehézségei állnak. A technológiai lehetőségek kibővülése áthidalhatja ezt a problémát, hiszen a virtuális térben történő mozgásunk ma már jól közelíti azokat a térélményeket, amelyeket a valós környezetben is átélünk. Az új típusú eljárások megjelenése azért is fontos, mert a pszichometriai tesztekkel kiértékelt téri képességek és a terepi kísérletekben vizsgált környezeti tanulás és útmeghatározási képességek között szerény összefüggéseket mutatnak ki az értékelési szakemberek (Quaiser-Pohl et al., 2004).

A kutatók különbséget tesznek a térbeli megismerés szempontjából két feladattípus között: (1) nagy léptékű terek feladatai (*large-scale spatial tasks*), ahol a megfigyelő a környezet része, és egy nézőpontból nem látja be a teljes megfigyelt területet (ezt tapasztaljuk a valós térben mozogva); (2) kis léptékű terek feladatai (*small-scale spatial tasks*), ahol az objektumok és térbeli kapcsolataik egyidejűleg észlelhetők (ezt tapasztaljuk a hagyományos tesztek feladatainak megoldása közben).

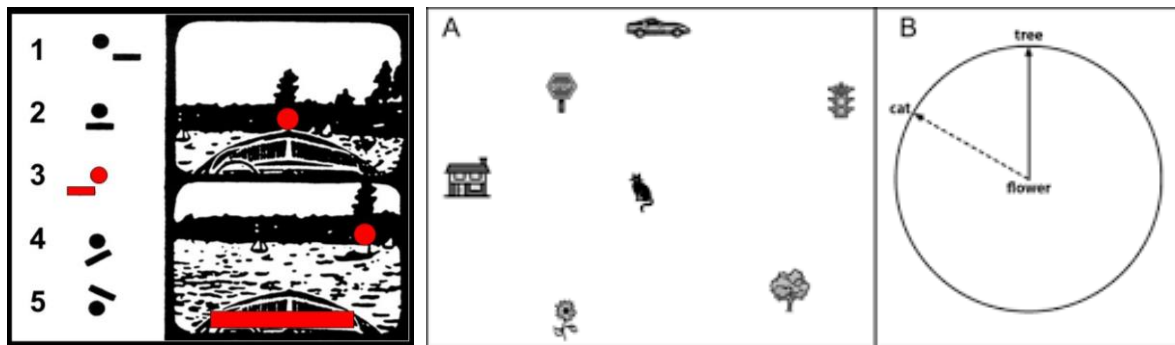
A téri orientáció mérésére fejlesztett digitális tesztek többsége arra tesz kísérletet, hogy imitálja a valós környezetben megszokott mozgást, nézőpontot. (A legtöbb esetben a kereskedelemben kapható számítógépes játékok szerkesztőprogramjaival fejlesztik a teszteket.) A felmérésben résztvevők a virtuális térnek mindig csak egy részét érzékelik, az irányváltások mellett szabályozhatják a mozgás sebességét is. Két, jól behatárolt tájékozódási stratégia mentén oldhatók meg a feladatok: (1) a tér geometriai információi alapján (irányok, távolságok); (2) tereptárgyak, fix tájékozódási pontok elrendezése alapján. A tesztípushoz számos kutató fejlesztett mérőeszközt, ezekből soroljuk fel a legismertebbeket:

- *Spatial Navigation* (Térbeli Tájékozódás – Sandstrom, Kaufman, & Huettel, 1998), (3D): kétféle virtuális környezetben, egy akadálypályán (csak a mozgás gyakorlására) és egy vízzel fedett labirintusban mozognak a résztvevők (joystick használatával), amelyekben tereptárgyak helyezkednek el. Rejtett célpontokat (tárgyak) kell megtalálniuk a résztvevőknek emlékezetből. (A gyakorlások során a résztvevők az akadálypályán bejárják a területet, és mentálisan rögzítik a terepviszonyokat és a tárgyak elrendezését.)
- *Santa Barbara Sense of Direction Scale* (SBSOD; Hegarty, Richardson, Montello, Lovelace, & Subbiah, 2002), (3D): kérdőíveket és változatos tájékozódási feladatokat (pl.: az egyetemi épületek közötti iránymeghatározások, az Egyesült Államok városai közötti útvonalak bejelölése, virtuális térben történő mozgás vagy videófelvételek alapján irány és távolságbecslések, valós környezetről térképek készítése a tájékozódási pontok bejelölésével) tartalmazó komplex mérőeszköz.
- *Virtual navigation* (Virtuális Tájékozódás – Chai & Jacobs, 2009), (3D): a *Spatial Navigation* teszt változata.
- *Virtual navigation* (Virtuális tájékozódás – Andersen, Dahmani, Konishi, & Bohbot, 2012), (3D): a *Spatial Navigation* teszt változata. Öt különböző virtuális környezetet alkalmaztak, amelyekben különböző számú tereptárgy került elhelyezésre.

Hegarty és Waller (2004) mérőeszköze, az „*Object Perspective Taking Test*” (Nézőpont Felvétel, Téri Orientációs Teszt) jellegében eltér a megszokott navigációs tesztektől. Megemlítését azért tartjuk fontosnak ezen a helyen, mert a téri orientációs képességet vizsgáló kutatásokban gyakran jelennek meg kiegészítő vizsgálatként, rendszeresen vetik össze eredményeiket az „*Object Perspective Taking Test*”-eken nyújtott teljesítményekkel. A tesztfeladatok megoldása során különböző tárgyak egymáshoz képest elfoglalt helyzetét kell meghatározni. A felmérésben résztvevőknek irányokat kell kijelölniük allocentrikus nézőpontok felvételével, kétdimenziós, statikus ábrákon dolgozva. A 6. és a 7. ábra szemlélteti az egocentrikus (nézőponttól függő, a saját testhez képest meghatározott téri viszonylatok, például Guilford és Zimmerman tesztjében), és az allocentrikus (nézőponttól független, a tárgyak egymáshoz képest meghatározott térbeli helyzete, például Hegarty és Waller vizsgálatában) nézőpont felvétele közötti alapvető különbséget.

A szakirodalomban rendszeresen hivatkoznak a Harvard Egyetemen működő *Mental Imagery and Human-Computer Interaction Lab* (Mentális Képzetek és Ember-Számítógép Interakciók Vizsgálat Laboratóriuma) kutatócsoportjának kísérleteire. Téri orientációs kutatásaik azért különlegesek, mert a tájékozódás *virtuális környezetben, de a valós térben mozogva* történik. A vizsgálat 3D szemüveg használatával zajlik, tehát a virtuális, háromdimenziós képek a mérésben részt vevő személy körül jelennek meg. A tesztelés folyamatában allocentrikus és egocentrikus referenciakereteket használva kell az objektumokat pozicionálni. A kutatás a vizuális információk feldolgozásának módozataira,

egyéni különbségeire fókuszál. Kísérletekkel azokat az agyterületeket vizsgálják, amelyek részt vesznek a vizuális-téri információk feldolgozásában. Két területet azonosítottak: *object processing* és *spatial processing*. A kísérletben részt vevő személyeket két, jól elkülöníthető csoportba sorolták annak alapján, hogy melyik területet aktivizálják a vizuális információk feldolgozása során. Az egyik csoportba azok kerültek, akik a térbeli viszonylatokat (*spatial processing*), a másikba pedig, akik a tárgyi jellemzőket (pl. forma, szín, textúra, méret) (*object processing*) ismerik fel hatékonyabban (Kozhevnikov, Hegarty, & Mayer, 2002).



6. és 7. ábra

6. ábra (balra): Téri orientációs feladat egocentrikus nézőpont felvételével - Guilford & Zimmerman: *Spatial Orientation Test* (Forrás: Tan, 2004, p. 144)

7. ábra (jobbra): Téri orientációs feladat allocentrikus nézőpont felvételével - Hegarty & Waller: *Object Perspective Taking Test* (Forrás: Secora & Emmorey, 2019, p. 205)

Téri intelligencia a mindennapokban

Ebben a csoportban olyan tesztek tekintünk át, ahol a téri problémák nem absztrakt módon, hanem a mindennapi életben szerzett vizuális tapasztalatokhoz kapcsolódva jelennek meg. Annak ellenére, hogy a pedagógia jelenleg az életszerű helyzetekben előhívható ismeretekre helyezi a hangsúlyt, elenyésző számú tesztet találunk ezek mérésére. Még kritikusabb a helyzet, ha a pontosan bemért, standardizált mérőeszközök számát tekintjük. A pillanatnyilag rendelkezésünkre álló tesztek többségét a téri orientációs képesség vizsgálatára fejlesztették, mert hasznosságát a hétköznapi életben is megtapasztaljuk, és az összetevő egyes elemei, mozzanatai (pl.: távolságok, irányváltoztatások) könnyen megragadhatók. Ide sorolhatjuk a korábban ismertetett virtuális navigációs tesztek, és a valós térben szerzett orientációs tapasztalatokra építő mérőeszközöket, amelyekre a továbbiakban térünk ki.

A valós térben vagy térképek felhasználásával zajló (legtöbb esetben ezek ötvözésével), térbeli tájékozódást célzó mérések jellemzően útvonalkereséseket, vagy téri reprezentációk (pl.: térképek) elkészítését tartalmazzák. Többnyire ezek között jelennek meg a téri képességek verbális feladattípusai, ahol egy hallott vagy olvasott szöveg alapján kell a mentális képet megkonstruálni. Egy feladatban, ahol a kísérletvezető által elmondott szöveg alapján kellett kijelölni az útvonalat egy térképen például így hangzott: „*Szilvi a kertészetben járt. Mikor kilépett, jobbra fordult és elindult. A 2. útkereszteződésnél balra kanyarodott és az utca jobb oldalán lévő házban vásárolt egy...*” (Herendiné Kónya, 2007, p. 84). Annak ellenére, hogy egyes kutatók (Ackerman & Kanfer, 1993) magas korrelációt mutatnak ki a verbális és más téri tesztek között, valamint jól reprezentálja a tájékozódási képességek használatát a mindennapi életben, kevés figyelmet kapnak ezek a feladattípusok. További előnyük,

hogy könnyen társíthatók rajzolást igénylő feladat megoldásokkal, amely elősegíti a legfiatalabb korosztályok bevonását is a téri képességek mérésébe.

A téri reprezentáció készítését igénylő sokrétű felmérésekből *Quaiser-Pohl, Lehmann és Eid* (2004) kutatását emeljük ki, mert viszonylag nagy mintán (439 fő, 7-12 évesek), és több hagyományos téri képességtesztet (*Water Level Test, Rod and Frame Test, Mental Rotations Test*) bevonva végezték vizsgálatukat. A résztvevőknek a tesztek kitöltése mellett vázlatos térképet kellett készíteniük a környékükről, feltüntetve az összes útvonalat és helyet, amelyet gyakran érintenek. A kétféle térbeli megismerés között (pszichometriai tesztekkel kiértékelhető téri képességek és a valós környezetben való tájékozódás képessége) empirikus kapcsolat nem volt kimutatható, tehát a téri képességek és a környezeti megismerés független konstrukciók. A valós vagy virtuális térben zajló navigációhoz és útvonalkereséshez (*way-finding*) szükséges képességeket már új téri komponensként azonosítják egyes kutatásokban „*Environmental ability*” (környezeti képesség) megnevezéssel. Az új összetevőt az egyént körülvevő természetes és mesterséges objektumokkal (3D) és felületekkel (2D) kapcsolatos térinformációk integrálásaként definiálják (Bell & Saucier, 2004; Yilmaz, 2009). Newcombe, Uttal és Sauter (2013) neurológiai kutatásokra hivatkozva javasolja az inter-object (objektumok közötti) és intra-object (objektumon belüli) vizsgálatok szétválasztását, mivel ezeket eltérő agyterületek támogatják. Megállapítják, hogy a két képesség (téri és környezeti) közötti összefüggés nem nagyobb, mint bármely más kognitív képességgel lenne. A környezeti képességek (objektumok közötti) megkülönböztetése a többi téri képességtől (objektumon belüli) jórészt megfeleltethető a *Quaiser-Pohl* és munkatársai által javasolt kis és nagy léptékű terek felosztásnak. A kutatás számunkra legfontosabb konklúziója, hogy a hagyományos tesztek nem képesek lefedni a téri intelligencia minden elemét. Berry (1966) tanulmánya alapján az útvonalkereső és navigációs feladatok teljesítése, a vizuális-memória és a mező függetlenség mérésével mutat szoros összefüggést.

A nagy léptékű, valós térhez köthető felmérések hátránya, hogy jellegükből adódóan speciális, egyedi vonásokkal rendelkeznek (pl.: a helyszín adottságai), így érdemben nem összehasonlíthatók az eredmények, és csak nagy körültekintéssel fogalmazhatók meg általánosítható következtetések. A tájékozódási feladatok megoldásánál használt stratégiák is jelentős egyéni és egyéb (pl.: kulturális, nemi, a környezet újszerűsége vagy ismertsége) különbségeket mutatnak, amelyek a teljesítményekre is számottevő hatással vannak (Kallai, Makany, Karadi, & Jacobs, 2005).

Eliot és Czarnolewski (2007) kutatása kísérletet tesz a téri intelligencia eddigieknél tágabb értelmezésére. Elképzeléseik szerint a téri képességekhez tartozó fogalmi és tartalmi kereteket a mindennapi életben megjelenő téri problémák megoldására irányuló feladatok mentén szükséges meghatározni, kibővíteni. Az általuk fejlesztett teszt „*Everyday Spatial Behavioral Questionnaire*” (ESBQ) (Mindennapi térbeli viselkedés kérdőív) a téri problémákat nem absztrakt módon, hanem a mindennapi életben szerzett vizuális tapasztalatokhoz kapcsolva jelenítik meg. Previc (1998) taxonómiája alapján a „térbeli működést” négy kategóriába sorolják, amely egy testközeli térből a tágabb környezet felé irányuló felosztást takar („*environmentally based behaviors*”): (1) Vizuomotoros feladatok (a résztvevőnek elérhető távolságban); (2) Vizuális keresés (letapogatás szemmozgással), objektum felismerési feladatok; (3) Testorientáció (térbeli helyzet meghatározása); (4) Térbeli helyzet meghatározása mozgással.

A teszt gyakorlatias, a mindennapi életben előforduló téri problémákra reagáló feladatait 12 kategóriába sorolják (összesen 116 itemből áll):

1. Fedés becslése: egy tárgy becsomagolásához szükséges csomagolópapírra nagyságának becslése.
2. Tárgy kapacitása: becsüljük meg, hogy mennyi dolgot tudok csomagolni egy bőröndbe, egy dobozba vagy egy autó csomagtartójába.
3. Irány: bejárati ajtó helyének meghatározása egy többszintes, nagy irodaépületben (emlékezetből).
4. Megfordítás: útvonal rekonstruálása visszafelé egy ismeretlen városon keresztül.
5. Vezetés: annak megítélése, mikor biztonságos balra fordulni egy kereszteződésben az ellenkező irányból érkező forgalom esetén.
6. Térbeli mozgás: táncolás, utasításokat követve.
7. Térbeli emlékezet: becsüljük meg egy néhány nappal ezelőtt látott objektum méretét.
8. Tárgyak összeállítása: térkép.
9. Szétválasztás: toll vagy ceruza megkeresése zsúfolt, rendetlen asztalon.
10. Pontos rajz: egy metszet pontos rajza.
11. Távolság becslése: becsülje meg, milyen távolságra van két kültéri hely, ha mindkettő látható.
12. Viszonylatok megítélése: annak eldöntése, hogy egy falon lógó kép egyenesen áll-e.

A mérőeszköz validitásának igazolására a felmérésben résztvevő egyetemi hallgatók (162 fő), az ESBQ teszt mellett olyan pszichometriai tesztek is kitöltöttek, amelyeknek feladatai megegyeztek vagy hasonlóságot mutattak a kísérleti feladatokkal. Az alkalmazott tesztek típusai: Rejtett formák teszt (*Hidden Figures Test*), kétféle mentális forgatás teszt, egy labirintus teszt és egy vizuális memória teszt. Az elvégzett vizsgálatok az első lépéseknek tekinthetők a téri intelligencia kibővítésének irányába. A kutatók egy jóval nagyobb minta bevonását tartják szükségesnek az eredményeik általánosíthatósága érdekében.

Téri képességek mérése konstruáló feladatokkal

A hagyományos, kézbe fogható játékeszközökkel végzett vizsgálatok előnye, hogy már kisgyermekkorban lehetővé teszik a téri képességek értékelését. Verdine, Golinkoff, Hirsh-Pasek, Newcombe, Filipowicz és Chang (2014a) kutatásában három évesek konstruáló képességét tanulmányozták a matematikai képességekkel, a nyelvi kifejezőkészséggel, a nem sajátosságokkal és a szociális háttérrel összefüggésben. A fejlesztést és az értékelést is Lego játékkal végezték el, a mérés során a gyermekeknek egy 2-4 elemből álló, a megadott mintának megfelelő modellt kellett összeállítani. Számos kutatás vizsgálja a vizuális-téri és más kognitív képességek összefüggéseit. Nath és Szűcs (2014) tanulmánya több olyan kutatási eredményt ismertet, ahol a konstruáló képesség, a matematikai és a térszemléleti teszteken nyújtott teljesítmények korrelálnak egymással.

Richardson, Jones, Croker és Brown (2011) elsőként teszt kísérletet arra, hogy a konstruáló feladatokat nehézségük, összetettségük alapján kategorizálva egy olyan modellt állítson fel, amely lehetővé teszi a gyermekek teljesítményének összehasonlítását. A kognitív kontextusba helyezett modellel egy konstruáló játék alapú értékelés vált lehetővé, amelynek empirikus ellenőrzését felnőttek körében és 7-11 éves gyermekekkel is elvégezték. A konstruáló feladatok különböző elemszámú modellek (4-12 Lego elemből), izometrikus képek alapján (az IKEA szerelési útmutatójához hasonló ábrák) történő összeállítását jelentik, amely során az elkészítés időtartamát is mérik.

Ezekkel a mérőeszközökkel kapcsolatban meg kell jegyeznünk, hogy a kutatásokban egy meglehetősen szűk keretben értelmezik a konstruálás fogalmát, a vizuális nevelésben megszokott szabad alkotó folyamatot egy előre megadott térbeli mintázat létrehozására redukálva. Fejlettségét többnyire csak az alakzatok elemszáma, a térbeli elrendezés komplexitása és az adott forma összeállításának sebessége alapján értékelik.

1.4. Összefoglalás

Az 1. fejezetben ismertetett tanulmányok alapján a vizuális-téri információ feldolgozás az egyik alapvető megismerési képességünk, és a szakemberek többsége szorgalmazza hangsúlyosabb megjelenését a tanulási-tanítási folyamatokban. Általánosan elfogadott meghatározása, értelmezése nincs a vizuális-téri képességeknek, eltérő definíciókkal és képességstruktúrákkal találkozunk a kutatási területen. Bár a konszenzus megteremtésének igénye megfogalmazódik a kutatók részéről a fogalmak használatával, és az egységes keretrendszer kialakításával kapcsolatban, létrejöttét nehezíti, hogy a térszemlélet meglehetősen eltérő részképességekből áll, az értékelésre fejlesztett tesztek feladatai változatos téri műveleteket tartalmaznak. Jórészt ennek köszönhető a megközelítésekben, az értelmezési keretekben tapasztalható eltérések, és hogy a kutatók által használt fogalmak és képességstruktúrák nem fedik egymást teljes egészében.

Áttekintettük a vizuális-téri képességek hagyományos mérőeszközeit, amelyekkel a legnagyobb számban végeznek felméréseket jelenleg is. A jellemzően pszichológiai vizsgálatokhoz fejlesztett tesztek, többnyire csak kutatási céllal használják a pedagógiai szakemberek. Hiányoznak az iskolák értékelési folyamataiba jól beilleszthető vizuális-téri képességmérő eszközök, főként a legfiatalabb korosztályok (14 év alattiak) számára. A technológiai lehetőségek bővülésével egyre nagyobb számban jelennek meg a térszemlélet méréséhez kapcsolódó innovációk. A korábbi papír alapú tesztek fekete-fehér ábráit és feleletválasztó itemeit felváltották a színes, interaktív és dinamikus feladatok. A pedagógiai mérőeszközök megjelenésével, az értékelési folyamat számos esetben összekapcsolódik a fejlesztéssel, a tartalom pedig elmozdul az életszerű téri problémák megoldásának irányába.

Kutatásunkban a vizuális-téri képességeket Séra, Kárpáti és Gulyás (2002) definíciója alapján értelmezzük, amely magába foglalja a tér észlelését, a téri információk értelmezését és a problémák megoldására való felhasználásának képességét is. A kutatók többsége által elfogadott öt részképesség közül a vizualizációt, a téri orientációt és a mentális forgatási képességet érintik vizsgálataink. A téri műveletek rendszerezésében Tóth (2013, 2014) elméleti és módszertani megközelítését tekintjük iránymutatónak.

2. A VIZUÁLIS-TÉRI KÉPESSÉGEK FEJLŐDÉSE, FEJLESZTHETŐSÉGE

A téri képességekben bekövetkező változásokat több szempontból vizsgáljuk. Áttekintjük a fejlődépszichológiai megközelítést, a térbeli gondolkodás kialakulásának szakaszait, minőségi átalakulását. Ismertetjük azokat a tevékenységeket, térbeli tapasztalatokat, amelyek pozitívan hatnak a térszemlélet fejlődésére. Kitérünk azokra a kutatásokra, amelyek tudományos igényű fejlesztő programok tervezését, kivitelezését mutatják be, és általános érvényű tanulságokat, következtetéseket fogalmaznak meg. Meghatározzuk azokat a területeket, ahol a kiemelkedő téri képességek prediktív jelentőséggel bírnak. Végezetül ismertetjük a vizuális-téri képességek nemi különbségeivel összefüggő kutatási eredményeket.

2.1. A vizuális-téri képességek fejlődése

Az egyéni képességek fejlődését akkor tudjuk nyomon követni, ha egy hosszabb időszakon keresztül valósul meg az adatfelvétel és az eredmények összehasonítása. Magyarországi vonatkozásban a legátfogóbb hosszmetzeti felmérés a *Szegedi Iskolai Longitudinális Program (HELP - Hungarian Educational Longitudinal Program)* keretében valósul meg. A 2003-ban kezdődő kutatás mára rendszeres adatfelvételi rendszerre vált, és a közoktatás teljes tizenkét évfolyamára kiterjed (Csapó, 2014; Tóth, Fejes, Patai, & Csapó, 2016). A vizuális-téri képességek vonatkozásában keresztmetzeti adatfelvételek jellemzik a hazai méréseket, még a legnagyobb számban publikált egyetemi korosztállyal (főként mérnökhallgatók) kapcsolatban is általában a csak a képzés első szakaszából ismerünk eredményeket. A közoktatással összefüggésben három olyan jelentős vizsgálat zajlott le az elmúlt két évtizedben, amely fontos adatokat szolgáltatott a magyarországi gyermekek téri képességeinek fejlődéséről:

(1) A 2001-ben végzett felmérés három évfolyamot érintett (8., 11., 12.), és kiegészült több háttérváltozó összefüggésvizsgálatával, fejlesztő programok kidolgozásával (Séra et al., 2002).

(2) A 2007-2010 között lefolytatott, 41 budapesti középiskolát bevonó, felmenőrendszerű longitudinális kutatás, a szakközépiskolások négy évfolyamának téri teszteken nyújtott teljesítményéről számol be (Tóth, 2013, 2014).

(3) A 2014-ben, Magyarország különböző térségeiben készült felmérés négy általános iskolai évfolyamot vizsgált (4-7.) (Kárpáti, Babály, & Simon, 2015; Babály & Kárpáti, 2015; Babály, 2016).

Mind a három kutatásban saját fejlesztésű mérőeszközöket alkalmaztak (1 papír-alapú; 2-3 digitális). Az aránylag széles életkori intervallumot felölelő vizsgálatok alapján is érzékelhető két általános probléma. Az eltérő jellegű tesztek miatt az eredmények összehasonlítása körülményessé válik, vagy teljes mértékben ellehetetlenül. Olyan mérőeszközök fejlesztése vált szükségessé, amelyek lehetővé teszik a különböző életszakaszokban felvett adatok összehangolását, ezzel együtt a fejlődési folyamat során bekövetkező változások tanulmányozását, ok-okozati összefüggések feltárását. Ezeknek az empirikus adatoknak a birtokában válnak kimutathatóvá a térszemlélet fejlődését meghatározó főbb tényezők, valamint tervezhetővé a tanulási-tanítási folyamatok, és a szükséges beavatkozások.

A hazai vizuális-téri képesség kutatások másik jellemző problémája, hogy kevés figyelem irányul a korai életszakaszokra (14 éves kor alatt), amely a tér észlelésében bekövetkező minőségi változásokról, és a mentális képzetek kialakulásáról tudna megbízható információkat nyújtani. A

fejlődés üteméről, sajátosságairól csak a térábrázolásban bekövetkező változásokat nyomon követő tanulmányok alapján tájékozódhatunk (Kárpáti, 2001; Séra et al.; 2002, Kárpáti & Gaul, 2011). Ezzel szemben a nemzetközi térben nagy számban készülnek felmérések téri képesség tesztek alkalmazásával óvodás korú és kisiskolás gyermekek körében (Levine, Huttenlocher, Taylor, & Langrock, 1999; Richardson et al., 2011; Auyeung, Knickmeyer, Ashwin, Taylor, Hackett, & Baron-Cohen, 2012; Jansen, Schmelter, Quaiser-Pohl, Neuburger, & Heil, 2013b; Verdine et al., 2014a). A hazai fejlesztő programok és tantervek kutatás alapú kidolgozásához Magyarországon is nagy szükség lenne a fiatalabb korosztályok vizsgálatára. Ez a munka téri feladatokat is tartalmazó, longitudinális vizsgálattal az óvodás és kisiskolás korosztályban elkezdődött (Gaul-Ács & Kárpáti, 2018; Kovács, 2019).

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, például a nyelv, a gesztusok, a térképek és a modellek használatának (Clements, 1998; Newcombe et al., 2013). Ezek a téri reprezentációk lehetővé teszik, hogy meghaladjuk a közvetlen tapasztalatokból kinyerhető információk mennyiségét. Uttal (2000) szerint például a térképeknek való kitettségünk elősegíti olyan mentális modellek, koncepciók kialakítását nagy léptékű terekről, amelyekre a valós környezetben tájékozódva nem lenne lehetőségünk. Az új és egyre kifinomultabb térinformatikai rendszerek (pl.: GPS) hatással lehetnek arra, hogyan gondolkodunk már ismert terekről, és szerzünk információkat egy számunkra ismeretlen helyről. *„Valójában a térképek és más külső térbeli ábrázolások olyan erősek lehetnek, hogy közvetlenül befolyásolják a valóság értelmezését”* (Uttal, 2000, p. 251).

Ferrara, Hirsh-Pasek, Newcombe, Golinkoff és Lam (2011) térszemlélet fejlesztő programjukban a vizuális és a nyelvi kifejezőképesség kapcsolatát vizsgálták 3-5 éveseknél. Azok a gyermekek, akik a játék során a térbeli helyzetre vonatkozó instrukciókat kaptak a szülőtől, például olyan kifejezéseket használtak, mint *alatta-felette*, *közelebb-távolabb*, *előtte-mögötte*, a térbeli viszonylatokat jobban és gyorsabban értették meg. A gesztusokkal kiegészített nyelvi megerősítések pozitív hatását a térbeli gondolkodás fejlődésére más kutatások eredményei is visszaigazolták (Verdine et al., 2014a; Levine, Ratliff, Huttenlocher, & Cannon, 2012).

A térszemlélet fejlődésének vizsgálata során Piaget (1970) három fejlődési szakaszt különített el:

- (1) Az elsőben tanuljuk meg az objektumok forma és távolság szerinti megkülönböztetését (izoláció, csoportok felismerése). Elsődlegesen a kétdimenziós érzékelés van jelen, és 3-5 éves korra alakul ki a téri képességeknek ez a minősége.
- (2) A másodikban el tudjuk képzelni a háromdimenziós tárgyakat különböző nézőpontokból, érzékeljük a mozgásukat, átalakulásukat a térben (nehézséget okozhat ebben a szakaszban a bonyolult, ismeretlen formák értelmezése).
- (3) A harmadikban képessé válunk a térbeli viszonylatok, a méretek és a távolságok vizualizálására, valamint ezekkel a belső térképekkel műveleteket végrehajtani (pl.: forgatás, tükrözés, összeillesztés).

A második és a harmadik fejlődési szakasz műveletei, vagyis a tér érzékelése, a mentális képek létrehozása és a belső térképekkel végrehajtott műveletek még felnőtt korban is nehézséget okozhatnak. Ennek oka, hogy a téri problémák megoldása komplex folyamat, különböző gondolkodási műveletek (pl.: összehasonlítás, vizuális emlékezet, nézőpontok integrálása) összehangolását igényli, és csak több lépésben végrehajthatók (Tóth, 2013).

2.2. A vizuális-téri képességek fejlődését előmozdító aktivitási formák

A továbbiakban azokat a tevékenységtípusokat ismertetjük, amelyek a szakirodalom alapján, indirekt módon a legnagyobb mértékben járulhatnak hozzá a téri képességek fejlődéséhez. Áttekintjük, hogyan jelennek meg ezek az aktivitási formák a hazai iskolai gyakorlatban. A felmérések során a háttérváltozók vizsgálatával összefüggésben öt ilyen területet azonosítottak be (Sorby, 2009):

2.2.1. Építőjátékok használata gyermekkorban

A játékipar mai kínálatában a téri képességeket fejlesztő építő, konstruáló és logikai játékok széles választékával találkozhatunk az üzletekben. A hagyományos építőjátékoknak három fő típusát különböztetik meg: (1) szimbólumok, betűk, szavak megjelenítése építőelemen; (2) egyszerű, absztrakt (geometrikus) formák; (3) modellek, építészeti struktúrák. Mindhárom típus más funkciót tölt be, amelyek átfedésbe kerülhetnek egymással (Hewitt, 2001). Az első csoport játéakai például elősegítik a fogalmi és a képi gondolkodás összehangolását, míg a különböző modellek és makettek a méretarányok, a léptékek érzékelését pontosíthatják. Külön csoportot képeznek a ma reneszánszát élő, a mentális téri képességeket (pl.: mentális forgatást, transzformációt) leginkább fejlesztő logikai, gondolkodtató játékok. Alkalmazásuk a tanulási-tanítási folyamatokban, akár idősebb gyermekek esetében is lehetséges, de a hazai gyakorlatban kompetenciafejlesztő játékokat többnyire csak a fejlesztő pedagógusok, logopédusok, ritkábban az óvónők és tanítók vagy a nyelvoktatók használják. Ezzel ellentétben például a Tridio nevű építőjáték olyannyira beépült a holland oktatási rendszerbe, hogy a téri képességek fejlesztése mellett mérőeszközként is alkalmazzák. (A társasjátékként is használható Tridio, a két- és háromdimenziós megjelenítések közötti biztos váltásokat segíti elő.)

A konstruáló képességek fejlesztésének fontosságát már óvodás korban hangsúlyozza a szakirodalom, hiszen az iskola előtti időszakban szerzett élmények és tapasztalatok hosszan tartó, széleskörű hatással vannak a gyermek későbbi fejlődésre (Barnett, 2011). Az építő és konstruáló játékok oktatási célzatú megjelenése kapcsán Friedrich Fröbel pedagógiai tevékenységének megemlítése elkerülhetetlen. Amellett, hogy „adományok” néven játékeszköz rendszert dolgozott ki, a használatukhoz szigorú utasításokat, módszertani leírásokat is mellékel. „A Fröbel-féle gyermekertben az ismeretszerzés nem beszéd- és értelemgyakorlatokon keresztül történt, hanem cselekvésen, tevékenységen, alkotáson keresztül” (Szabolcs & Réthy, 1999, p. 364). A játékok többsége monokróm volt, ami azt jelzi, hogy a geometrikus elemek közötti strukturális összefüggésekre helyeződött a hangsúly, elemző, értelmező téri gondolkodást indukálva. Ezzel szemben Maria Montessorinál egy érzékszervi fejlesztésen keresztül megvalósuló spontán foglalkoztatásról beszélhetünk, amelyben lényeges szerepet kapnak az anyaggal, a formával, a színnel kapcsolatos vizuális, tapintási, hő, súly érzetek és hanghatások.

Az építő és konstruáló játékok az 1950-es években reneszánszukat élik, amikor felismerik, hogy kapcsolatban vannak a matematikai, fizikai, kémiai műveltség és gondolkodás fejlődésével. Az Egyesült Államok kormánya ebben az időszakban szorgalmazta ezeknek a játéktípusoknak a beépítését az iskolai oktatási folyamatokba, a gyermekek matematikai és természettudományos tudásának fejlesztése érdekében (Hewitt, 2001). A jelenlegi oktatási trendekhez szintén jól illeszkednek az építő, konstruáló játékok, hiszen támogatottak azok a tanulási formák, amelyek összefonódnak a játékos tapasztalatszerzési lehetőségekkel, az aktív tudásalkotással. McKnight és Mulligan (2012) az építő és konstruáló játékok szerepét abban látja, hogy a gyermekek intuitív és informális ismeretszerzésére reflektál. Továbbá alkalmas arra, hogy feltérképezze a tanulók differenciált gondolkodását és

képességeit. (Kutatásukban gyermekek téri problémamegoldó képességeit vizsgálták nyílt-végű feladatokkal.)

Egy új játékeszköznek a tanulási-tanítási folyamatokba történő beillesztése kapcsán azonnal felmerül a kérdés, hogyan teremthető meg az egyensúly a játék fejlesztő hatása és a játékélmény között. A gyermek nem feltétlenül azzal játszik szívesen, ami a legtöbb tudást adja, és amivel a képességei leginkább fejlődnek. A kutatók egyre nagyobb érdeklődést mutatnak a játék-alapú tanulás (*gamebased learning*) iránt, feltárva azokat a módszereket, amelyekkel a különböző játéktípusok integrálhatók az iskolai kontextusba. Habgood és Ainsworth (2011) azonban arra figyelmeztet, hogy ezeknél a fejlesztő játékoknál gyakran nem alakul ki a valódi, belső motiváció (a játéknál az egyetlen jutalom a tevékenység öröme), ezért sok esetben csak „cukormázzal bevont” tananyagról beszélhetünk.

2.2.2. Kézműves foglalkozások és barkácsolás

Kézműves és barkácsoló tevékenységek beillesztésére a hazai oktatási rendszerben elsősorban két tárgy, a *Vizuális kultúra* és a *Technika, életvitel és gyakorlat* keretében nyílna lehetőség. Bár a közoktatás tantervi előírásai ösztönzik a téri képzetek pontosításában nagy szerepet játszó mintázási, konstruáló, modellező feladatok beépítését a tanmenetbe, azonban eszköz- és időhiány miatt legtöbb esetben éppen ezek maradnak ki a mindennapi oktatási gyakorlatból (Pataky, 2012). A csökkenő óraszámok elsősorban a középiskolákat érintik, ahol a legjobb esetben is csak a 9. és a 10. évfolyamon részesülnek vizuális képzésben a diákok, mindössze heti egy órában, a 11.-12. évfolyamokon pedig nem kötelező a tárgy oktatása. Az órák rövidege mellett az anyagi lehetőségek is korlátozottak, például megfelelő szaktanterem, vagy szerszámok hiányában elmaradnak a hosszas előkészületeket és célszerű eszközöket igénylő kézműves foglalkozások, barkácsolások. Azt is meg kell jegyeznünk, hogy a téri képességek fejlesztéséhez nem minden esetben szükségesek drága eszközök, a legegyszerűbb játéktevékenységek is ugyanolyan hatékonyak, élvezetesekek lehetnek a gyermekek számára, például egy olyan bonyolult téri műveletet, mint a mentális transzformáció fejleszthetünk origamival, vagy papírterítő készítésével.

A vizuális oktatásra más országokban is kizárólag művészeti képzésként („*education through art*”) tekintenek, háttérbe szorítva szerepét a kognitív megismerési folyamatokban. Ez a szemlélet csak az elmúlt évtizedben változott meg, amikor a tartalmak eltolódtak az esztétikaitól, a mindennapi életben való eligazodáshoz szükséges képességek (pl.: vizuális kommunikáció, tárgy és környezetkultúra, média és mozgóképkultúra) fejlesztésének irányába (Kárpáti & Gaul, 2011). (A vizuális nevelés lehetőségeiről a 3. fejezetben számolunk be részletesebben.)

2.2.3. 3D-s számítógépes játékok

Az interaktív táblákkal, számítógépes laborokkal egyre jobban felszerelt iskolák számára növekvő mennyiségben válnak elérhetővé a digitális tananyagok. A valódi játékélményt nyújtó programok oktatási célzatú elterjedése azonban korlátozott, mivel a térbeli mozgásokat jól leképező szimulációs online játékok kifejlesztése költségigényes. Ennek következtében a vizsgálatok elsősorban az iskolán kívüli számítógépes játékokkal kapcsolatos szokásokra irányulnak. A videójátékok használata támogathatja a téri képességek fejlődését, azonban hatékonyságuk mértéke nagyban függ a játék típusától és az alkalmazásuk gyakoriságától, időtartamától. Több kutatásában például a mentális forgatás teszteken nyújtott teljesítmények csak az akciójátékokkal korreláltak (Feng, Spence, & Pratt,

2007; Boot, Kramer, Simons, Fabiani, & Gratton, 2008; De Castell, Jenson, Larios, Smith, Antle, & Aljohani, 2015b). Quaiser-Pohl, Geiser és Lehmann (2006) vizsgálatában az akció és a szimulációs játékok is pozitívan befolyásolták a rotációs teljesítményeket, azonban ez az összefüggés csak a fiúk mintáján igazolódott, akik több időt töltöttek el ezekben a játékokban. Felbukkannak olyan vizsgálatok, amelyek jól ismert online videójátékokat vonnak be egyes téri képesség összetevők fejlesztésébe, például Okagaki és Frensch (1994) „Tetris” játékkal végzett kísérletükben a serdülők mentális rotációs képességeinek javításában ért el eredményeket.

A kutatásokban elsősorban a téri orientáció és a mentális forgatás részképességek fejlesztésére és mérésére terveznek a számítógépes játékok látványvilágát idéző, virtuális térben megjelenő feladatokat (Andersen et al., 2012; Chai & Jacobs, 2009; Feng et al., 2007). Hasonló technológiai megoldásokkal régebbi, ismert téri képességmérő tesztek, kísérletek is felújításra kerülnek. Több kutatás alkalmazza például Richard G. Morris által, a térbeli tájékozódás és memória tanulmányozása céljából kidolgozott, „*Morris Water Maze Test*” (Morris-féle vízi labirintus teszt) néven ismertté vált eljárást navigációs fejlesztő és értékelő feladatként (Sandstrom et al., 1998; De Castell et al., 2015b; De Castell, Jenson, & Larios, 2015a). A videójátékok pozitív hatása olyan alapképességek fejlődésére is kiterjed, amelyek szoros összefüggést mutatnak a téri képességekkel, többek között a térészlelés, a figyelem (pl.: felbontás, látótér), szelektív figyelem, rövid-távú vizuális memória, objektum követés (Green & Bavelier, 2003, 2006; Boot et al., 2008; Spence & Feng, 2010; Castell et al., 2015b).

Az OECD/CERI (2008) „*New Millennium Learners*” (Az új évezred tanulói) elnevezésű, a digitális technológiák hatását vizsgáló projektjének beszámolójában hangsúlyozza a videójátékok szerepét a kognitív képességek, ezen belül elsősorban a vizuális-téri képességek fejlesztésében. Kiemelik, hogy a digitális média és a számítógépes játékok olyan funkciókat tartalmaznak, amelyek lehetőséget kínálnak a memóriakészség és a figyelem javítására, a vizuális információk értelmezésére, valamint a mentális modellek felépítésére. Hiányolja azokat a kutatásokat, amelyek a videójátékok által fejlesztett részképességek transzferhatását vizsgálják. A kérdéskörrel több tanulmány foglalkozik, azonban egyértelmű bizonyítékokat nem találunk arra vonatkozóan, hogy az egyes téri komponensek fejlesztésének eredményeit át lehet-e vinni új összefüggésekbe (távoli transzfer), vagy a téri képességek szélesebb skálájára (közeli transzfer) a videójátékok kontextusában (Okagaki & Frensch, 1994; Feng et al., 2007; Spence & Feng, 2010).

2.2.4. Sportolás

A sportolás és a téri képességek összefüggéseinek vizsgálatával kevés tanulmány foglalkozik, és az eredmények is ellentmondásosak. Azokban a kutatásokban, ahol kimutatták a sportolás pozitív hatását a téri teszteken nyújtott teljesítményekre, jellemzően alacsony mintaelemszámmal találkozunk. Moreau, Clerc, Mansy-Dannay és Guerrien, (2012) kutatásában két csoport mentális forgatási képességét vizsgálták 10 hónapos edzés előtt és után. A fejlesztést követően a rotációs teszten (Vandenberg & Kuse, 1978) a birkózó csoport magasabb teljesítményt ért el, mint a futók csoportja, a minta nagysága 112 fő volt. Arra a következtetésre jutottak, hogy a birkózás több koordinatív és forgómozgást tartalmaz, amely jobban támogatja a rotációs feladatok megoldását. Ezzel megegyező álláspontot képvisel Jansen, Kellner és Rieder (2013a), akik 7-9 éves (44 fő) gyermekeket vizsgáltak. Kísérletükben a kreatív táncoktatásban részesülő (kísérleti csoport) és az általános testnevelési órákon résztvevők (kontroll csoport) mentális forgatási teszten elért eredményeit vetették össze. A kísérleti csoport magasabb teljesítményét azzal indokolták, hogy a tánc a térbeli orientációkra és a

testtengelyek körüli forgásokra sokkal nagyobb mértékben épít, mint az a testnevelés órákon megszokott. Mivel a különböző sportágak összehasonlításával kapcsolatban kevés vizsgálat készül, és a bemutatott felmérésekhez hasonlóan kisméretű mintavételeket találunk, továbbra is problémát jelent, hogy nincsenek megbízható kutatási eredmények arra vonatkozóan, milyen mozgásformák (pl.: az összehangolt koordinációt igénylő tánc, az egyensúlyérzéklet fejlesztő torna, vagy a térbeli elrendezés gyors felmérését igénylő kézilabda, jégkorong) támogatják leginkább a téri képességek fejlődését.

Készültek felmérések a hivatásos sportolók, a szabadidős sport tevékenységet végzők és a semmilyen típusú sportot nem űzők téri képességeinek összehasonlítására. Ezek jellemzően nem pedagógiai, hanem pszichológiai nézőpontú vizsgálatok, ennek megfelelően az általános kognitív képességek részeként kerül az érdeklődés fókuszába egy-egy téri komponens. Furley és Memmert (2010) tapasztalt kosárlabda játékosokat és nem sportolókat hasonlított össze (112 fő, egyetemi hallgatók). Az eredmények azt mutatják, hogy a figyelmen kívül a kognitív (ezen belül a vizuális-téri) képességek fejlettsége nem mutat különbséget. Heppe, Kohler, Fleddermann és Zentgraf (2016) szintén nem talált eltérést a mentális rotációs teszteken nyújtott teljesítményekben élsportolók és szabadidős sportot végzők között (60 fő, 16-34 évesek). Olyan kutatásra is találunk példát, ahol az aktívan sportolók felülmúlják a nem sportolók eredményeit, például Habacha, Molinaro és Dosseville (2014) mentális forgatási feladatokat tartalmazó vizsgálatában (277 fő, 18-31 évesek). A sportolók feltehetően sok olyan térbeli tapasztalattal rendelkeznek, amelyek átlagon felüli kompetenciák kialakulásához vezetnek, azonban további tanulmányok szükségesek annak megállapítására, hogy az egyes sportágak milyen speciális téri képességelemek fejlődését mozdítják elő.

2.2.5. Matematikai képességek fejlesztése

A matematikai képességek fejlesztésére nagy hangsúlyt fektetnek a köz- és felsőoktatásban egyaránt, a tárgyon belül leginkább a geometriai tananyagok fejlesztik a térszemléletet. Az OECD PISA felmérés (2012, 2013a) alkalmazott matematikai műveltség tesztjében számos olyan item bukkan fel, amelyik részben vagy teljes egészében a téri képességek mozgósításával oldható meg. A magyar fiatalok gyenge teljesítményéhez feltehetően hozzájárultak a térszemlélet terén mutatkozó hiányosságok is. A tesztben „*space and shape*”, azaz tér és forma területként meghatározott feladatoknál nyolc különböző téri képességet mérő típust lehet elkülöníteni:

- alaprajz területének becslése
- épület mentális forgatása
- tető felszínének kiszámítása (2D-s vetületi képek alapján 3D-s látvány elképzése)
- térbeli helyzetek, viszonylatok érzékelése
- terület és távolságbecslések
- mentális nézőpontváltások
- mentális transzformáció (papírhajtogatás képzeletben)

A vizuális-téri képességek fejleszthetőségének kérdéseivel foglalkozó kutatások jellemzően ábrázoló geometriai kurzusokhoz köthetők. Ezek a vizsgálatok azt mutatják, hogy a geometriai tartalmak stimulálják a téri gondolkodást, erőteljes pozitív hatást gyakorolva a térszemlélet fejlődésre (Gittler & Glück, 1998; Sorby, 1999; Tsutsumi, Schröcker, Stachel, & Weiss, 2005; Martin-Gutiérrez, Gil, Contero, & Saorín, 2013). Az eredmények jórészt az egyetemi korosztályban elvégzett kísérletekből származnak, ahol önálló tantárgyként tud megjelenni az ábrázoló geometria. Több kutató figyelmeztet arra, hogy a

geometria oktatásra szánt órakeret folyamatosan csökkent az elmúlt évtizedekben, amely veszélyezteti a tárgy fő célját jelentő téri képességek megfelelő fejlesztését (Field, 1999; Leopold, 2005; Branoff & Dobelis, 2012). Gorska, Sorby és Leopold (1998) az Egyesült Államok, Németország és Lengyelország több egyetemén végzett átfogó kutatása is alátámasztja a geometria oktatás és a téri képességek szoros kapcsolatát. Az ábrázoló geometria kurzusokra beiratkozó egyetemi hallgatók szignifikánsan jobban teljesítettek a téri teszteken. Továbbá csak a téri teszteken magas pontszámokat elérő hallgatók teljesítették sikeresen az ábrázoló geometria vizsgájukat.

A műszaki felsőoktatás területén az ábrázoló geometriától elvont óraszám elsősorban az új 3D modellezési technológiák oktatásához került. Mivel a jövőben a mérnökök számára kulcsfontosságúvá válik a grafikai alapú problémamegoldás, a számítógépes térmodellezési eljárások ismerete és a magas szintű vizuális kommunikációs képességek megléte, a szakemberek javasolják, hogy a geometriai tudástartalmak átadása a 3D modellezési technológiák oktatásával kapcsolódjon össze (Stachel, 2007; Wiebe, 2009). A hagyományos rajztechnikák, szerkesztési eljárások helyett alkalmazott új technológiák nem csak érdekesebbek, vonzóbbak a fiatalok számára, hanem a geometriai tartalmak bővülését is lehetővé teszik például a görbék, felületek, szilárd test műveletek modellezésével. Az elmúlt két évtizedben több innovatív eszközt fejlesztettek ki a téma tanításához. A virtuális és a kiterjesztett valóság technikáin alapuló alkalmazások segítségével szinte kézzelfogható képet kapunk a komplex háromdimenziós tárgyakról, interakcióba léphetünk velük, és manipulálhatjuk a térben elhelyezett objektumokat. Ezeknek az eszközöknek a használata új távlatokat nyit a geometria oktatásában, és ehhez kapcsolódóan a téri képességek hatékony fejlesztésében, hiszen megkönnyíti a térbeli összefüggések érzékelését, a mentális képek kialakítását és a velük végrehajtott téri műveletek értelmezését. A középiskolai és az egyetemi szintű matematika és geometriai kurzusokon elvégzett kísérletek eredményei igazolják, hogy érdemes az új technológiák által biztosított lehetőségekre a jövőben nagyobb mértékben támaszkodni (Kaufmann, Schmalstieg, & Wagner, 2000; Branoff & Dobelis, 2012; Seabra, & Santos, 2013). (A matematikai és a vizuális-téri képességek fejlődésének összefüggéseivel a 2.4. és a 3. fejezetben is foglalkozunk.)

Több kutató szorgalmazza a felsorolt öt aktivitási forma mélyebb elemzését, a jelenlegi, nagyrészt kvantitatív felmérések mellett a kvalitatív megközelítések megjelenését. Szükségesnek tartják például az építő- és a videojátékokkal összefüggésben is a használat gyakoriságának pontosabb felmérését, az egyes játéktípusoknak a térbeli tartalom alapján történő osztályozását és annak megállapítását, hogy milyen inputok segítik elő a vizuális-téri képességek fejlődését. Hasonló rendszerezési igényeket a sportokkal kapcsolatban is megfogalmaznak (pl: egyéni, csoportos vagy két személyes tevékenységek) (Levine et al., 1999; Quaiser-Pohl et al., 2006; Gorska et al., 2009; Mohler, 2009). A tevékenységi formák részletes kategorizálása mellett fontos lenne meghatározni, hogy milyen iskolai tudástartalmakat hordoznak és melyeket lehet iskolai céllal hasznosítani, mint például McFarlane, Sparrowhawk és Heald (2002) kutatásában, ahol a szerzők a gyermekek iskolán kívüli számítógépes játékával összefüggő szokásait térképezte fel. Fontos megemlítenünk a vizuális-téri képességek fejlődését előmozdító tevékenységtípusok vonatkozásában, hogy a nem-formális és az informális tanulásnak legalább akkora szerepe lehet, mint a formális képzésnek.

2.3. A vizuális-téri képességek fejlesztésének lehetőségei

Gazdag irodalom áll rendelkezésünkre, amennyiben térszemlélet fejlesztő programokat bemutató tanulmányok között akarunk böngészni. A kutatások rendszerint visszaigazolják, hogy a téri képességek a beavatkozások jellegétől függetlenül hatékonyan fejleszthetők, akár egyetemi kurzusokról, kutatási projektek keretében megvalósított foglalkozásokról, vagy számítógépes játékokról beszélünk. A kapcsolódó vizsgálatok eredményei között nincs lényeges eltérés abban a tekintetben sem, hogy a különféle térbeli gondolkodást igénylő tevékenységek a fizikai térben, kézbe fogható tárgyakkal valósulnak meg, vagy a digitális technológiák közvetítésével. *A fejlődés mértékére elsősorban a gyakorlás rendszeressége, időtartama és minősége van hatással, és a beavatkozással elért javulás általában tartósnak is bizonyul* (Newcombe, 2010). A tanulási folyamatokban az elektronikus média térhódítása várhatóan növekedni fog az elkövetkező években, amelytől azt várják, hogy hatékonyabb, tudományosan megalapozott tananyagok jelennek meg, növeli a tanulók motivációját, biztosítja a személyre szabott tanulási lehetőséget, a 21. században elvárt képességeket fejleszti és egy autentikus értékelést tesz lehetővé (McClarty, Orr, Frey, Dolan, Vassileva, & McVay, 2012). Molnár (2011) kérdőíves felméréséből az is kiderül, hogy a szülők többnyire pozitívan viszonyulnak a digitális technológiákhoz. Elsősorban a fejlesztés irányába elkötelezettek, és nem lényeges szempont számukra, hogy a tartalmak milyen eszközökön jelennek meg.

Uttal és munkatársainak (2013) közelmúltban publikált meta-analízise, 217 tanulmány eredményeit veti össze. Kutatómunkájuknak köszönhetően átfogó képet kapunk arról, hogy képzéssel milyen mértékben javíthatók a téri képességek. A dolgozatban elemzett oktatási programok hatásméreteinek átlaga 0,47 (Hedges-g) volt, amelyek stabilnak mutatkoztak a képzés vége és az utómérés között eltelt hosszabb idő esetén is. A szakirodalmi elemzés tehát igazolja, hogy a téri képességek sikeresen fejleszthetők. A programok hatékonyságának értékelése mellett további szempontok alapján is összehasonlítják az elemzésben vizsgált fejlesztő kísérleteket: (1) a képességfejlődésben elért változások tartóssága, (2) a következtetések általánosíthatósága, (3) a kontrollcsoportok jelenléte, (4) az esetleges nemi különbségek nagysága, (5) a résztvevők életkora, (6) a képzések típusai, jellege.

A kutatásokban egyre hangsúlyosabban foglalkoznak olyan alapvető kognitív képességek fejlesztésével és mérésével, amelyek erőteljes hatást gyakorolhatnak a vizuális-téri teszteken nyújtott teljesítményekre (Salthouse, Mitchell, & Palmon, 1989; Salat & Séra, 2002). Több tanulmány arra vezeti vissza például az erőszakos videójátékok pozitív hatását a térszemlélet fejlődésére, hogy a játék közben nagyon gyorsan kell sok vizuális információt befogadni és tárolni. Emellett igénylik a megszerzett és a memóriában őrzött információk felhasználását különböző térbeli stratégiák megalkotására, mindezt sűrűn változó szituációkhoz, folyamatosan átalakuló térbeli környezethez alkalmazkodva. Green és Bavelier (2003, 2006) kutatásaikban azt vizsgálták, hogy az akció-videójátékok milyen hatással vannak a figyelemre és a munkamemóriára. Megállapították, hogy a játéknak való kitettség jelentősen mértékben javítja a rövid-távú vizuális memóriát, a figyelmet, sőt megváltoztatja vizuális észlelésünket. A tréning által előidézett teljesítmény növekedést zaj-kompatibilitási eljárással (*Flanker compatibility task*, Eriksen & Eriksen, 1974) mérték. Ferguson, Cruz és Rueda (2008) kísérlete megerősíti, hogy a videójátékokkal eltöltött idő jelentős mértékben javítja a vizuális memóriát. Felméréseiket a *Rey – Osterrieth Complex Figure Test* (Rey – Osterrieth komplex ábra teszt) absztrakt formáival és tárgyakkal is elvégezték. Spence, Yu, Feng és Marshman (2009) szorgalmazza azoknak az alap képességeknek a meghatározását, amelyek szükségesek a komplex téri műveletek végrehajtásához. Tanulmányukban a

szelektív figyelmet (*spatial selective attention*) és a munkamemóriát (*spatial working memory*) jelölik meg olyan képességekként, amelyek a legtöbb téri feladat sikeres megoldásához elengedhetetlenek.

Más kutatók a térbeli megjelenítésekre fókuszálva olyan alap képességeket emelnek ki, mint például egy tárgy szerkezeti struktúrájának értelmezése, amely előfeltétele például a mentális transzformációk végrehajtásának. A fejlesztő programok abból a feltételezésből indulnak ki, hogy amit nem látunk, vagy nem tapasztalunk, azt nem tudjuk elképzelni sem, tehát a konkrét tevékenységekből kiindulva jutunk el az absztrakt gondolkodásig (Kárpáti, 1995; Mohler, 2001; Alias, Black, & Gray, 2002). Ebbe a körbe tartoznak a szabadkézi rajzokat és a 3D modellezéseket tartalmazó képzések. Számítógépes szoftverek használatáról beszámoló tanulmányok, szinte kizárólag a felsőoktatásban indított kurzusok kapcsán jelennek meg, pedig az ingyenes, a fiatalabb korosztályok számára is könnyen kezelhető 3D modellező programok elérhetővé váltak (pl.: Google SketchUP). A választott szoftvertől függetlenül a résztvevők magas motivációjáról, aktivitásáról számolnak be a kutatások. Feltehetően részben ennek is köszönhető, hogy a virtuális modellező eszközökkel elvégzett gyakorlatok rendszerint pozitív hatással vannak a téri képességek fejlődésére (a kutatásokban leggyakrabban alkalmazott tesztek: PSVT: R, DAT: SR, MCT és MRT) (Sorby & Baartmans, 2000; Alias et al., 2002; Leopold, 2005; Basham & Kotrlík, 2008; Martín-Dorta, Saorín, & Contero, 2008). A rajzolást, a valós és virtuális térben történő modellezéseket magában foglaló fejlesztő programok sikerességét a motiváció mellett, a speciális oktatási módszereknek tulajdonítja a kutatók többsége. Ezzel összefüggésben Mohler és Miller (2009) készített átfogó tanulmányt. A „*mentored sketching*” (mentorált vázlatkészítés) elnevezésű vizsgálatukban két típusú fejlesztő programot (szabadkézi vázlatrajzok, számítógépes modellezés) alkalmaztak, valamint kérdőíves felmérést és interjúkat készítettek. A kutatás előtt azt valószínűsítették, hogy a számítógépes modellező eljárásokhoz pozitívabban viszonyulnak a hallgatók, ami növelni fogja a fejlesztés hatékonyságát. Feltételezésükkel ellentétben a résztvevők sokkal hasznosabbnak ítélték meg a téri képességek fejlődése szempontjából a szabadkézi vázolat, ahol az oktató lépésről lépésre együtt dolgozott a hallgatókkal, és láthatóvá vált, hogyan old meg egy-egy téri problémát. Az áttekintett tanulmányok alapján az a következtetés vonható le, hogy a térbeli megjelenítéseket alkalmazó fejlesztő programok hatékonysága nagyobb mértékben függ a tanulási-tanítási módszerektől és a résztvevők aktivitásától, mint az összeállított feladatsorok típusától és a megjelenítésre használt eszközöktől. Jellemzően a kutatásokban is vegyesen alkalmazzák a grafikai technikákat, a kézi és a digitális modellezési eljárásokat (Sorby, 1999; Alias et al., 2002; Contero, Naya, Company, Saorín, & Conesa, 2005; Mohler, 2008).

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 mérnök képzések során válik leginkább nyilvánvalóvá. Sok esetben a tanulmányok elvégzését, a választott hivatás gyakorlását teszi lehetetlenné például olyan alapvető képesség hiánya, mint a kétdimenziós tervrajzok, vetületek, metszetek alapján a háromdimenziós látvány elképzelése, létrehozása (Leopold, Gorska, & Sorby, 2001; Katona, 2012). Ennek megfelelően a mérnökhallgatók részvételével végzett vizsgálatok egyik kiemelt célja a képzésből való kiesés okainak feltárása és lehetőség szerinti megakadályozása. A tanulmányok másik fókusza a nők téri képességeiben meglévő hátrányok csökkentése (lásd bővebben 2.5. fejezet). A kutatási eredmények alapján még ebben az életkorban (18-23 évesek) is jelentős javulás elérésére van lehetőség megfelelő beavatkozásokkal, mint azt a fejezetben hivatkozott korábbi példák többsége is igazolja.

Kiemelt jelentőséggel bírnak azok az egyetemi kutatóhelyek, amelyek a téri képességek vizsgálatára már hosszú évek, esetleg évtizedek tapasztalatával rendelkeznek. Ilyen a *Michigan*

Technological University (MTU), ahol 1993 óta folynak felmérések, és indítanak önkéntesen felvehető speciális kurzusokat a térszemlélet fejlesztésére. Eredményeiről rendszeresen beszámolnak, így nyomon követhető válik milyen hatékonysággal csökkentették a négy longitudinális vizsgálatban alkalmazott oktatási programok a lemorzsolódás mértékét (különösen a nőket sikerült magasabb arányban megtartani az egyetemen). A téri képességek fejlődése következetes és jelentős haszonnal járt, azok a hallgatók, akik részt vettek a fejlesztő kurzusokon sikeresebben teljesítették a matematikai és a természettudományos tárgyakat is (Sorby, 1999, 2007, 2009; Sorby & Baartmans, 2000).

A hazai egyetemeken több felmérés is lezajlott az elmúlt időszakban, különböző szakirányú mérnökhallgatók részvételével. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen építészmérnök (Bárdné Feind, 2001), a Debreceni Egyetem Műszaki Karán gépészmérnök (Nagyné Kondor, 2007), a Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Karán építészmérnök (Bölcskei, Kállay-Gál, Kovács, & Sörös, 2012; Bölcseki, Kovács, & Kusar, 2013; Babály & Kárpáti, 2016a, 2016b; Babály & Bölcseki, 2017), a Soproni Egyetemen faipari és ipari formatervezési mérnök (Kovács & Németh, 2014) hallgatók téri képesség teszteken nyújtott teljesítményét vizsgálták. A kutatások egységesen megállapítják, hogy a képzésbe bekerülő hallgatók térszemlélete nem kielégítő, azonban a fejlesztések eredményességének tekintetében eltérő következtetéseket fogalmaznak meg. Feltehetően az egyetemi évek alatt nem lehet teljes egészében behozni a téri képességben jelentkező hátrányokat, ezért elsődlegesen olyan rész-képességekre kell az eddigieknél nagyobb mértékben koncentrálni, amelyekkel a hallgatók a mérnöki gyakorlatban rendszeresen találkozni fognak (pl.: az építészmérnöki képzésben a téralkotó, térszervező kvalitásoknak kell előtérbe kerülniük). A mérnökhallgatók bevonásával végzett vizsgálatok egyértelművé teszik, hogy a vizuális-téri képességek fejlesztésének hangsúlyosabban kell megjelennie a közoktatás tanterveiben, követelményeiben.

A fejlesztő programok hatékonyságának értékelésével kapcsolatos leggyakoribb problémákat a következőkben látjuk (Lohman, 1996; Alias et al., 2002; Sorby, 2007; Mohler, 2008; Basham & Kotrlík, 2008; Bölcseki & Kovács, 2012; Uttal et al., 2013):

- A fejlesztő programok sikerességét jellemzően elő- és utótesztelés módszerével értékelik, ahol az újbóli tesztelés nyeresége jelentősen érvényesül. A „begyakorlás” (*practice effects*) által az utótesztnél már önmagában teljesítményjavulás érhető el kizárólag a mérés ismétléssel, főként, ha azonos teszttel történik. Uttal (2013) javasolja a vizsgálatokban egy harmadik csoport létrehozását a kísérleti és kontroll csoportok mellett, akik csak az utótesztet töltik ki. Ezáltal statisztikailag is mérhetővé válik a begyakorlás hatásának nagyságrendje.
- Általában rövid időtartam (néhány hónap) alatt elvégzett fejlesztőprogramok eredményeiről számolnak be a kutatások, ezért kevés ismerettel rendelkezünk a hosszútávú hatásokról, például az eredmények tartósságáról vagy hasznosításáról.
- Többségében kvantitatív kutatásokkal találkozunk a vizuális-téri képességek szakirodalmában, alig olvashatunk kvalitatív módszerekkel végzett vizsgálatokról, amelyek alkalmasak mélyebb ok-okozati összefüggések feltárására a téri gondolkodással kapcsolatban.
- Ritkán vizsgálják a vizuális-téri képességek fejlődésében elért pozitív változások transzfer hatását (vagy csak nagyon hasonló feladatokkal kapcsolatban).
- A téri képességek kezdeti szintje jelentősen befolyásolhatja a fejlesztéssel elérhető javulás mértékét. Azok a résztvevők, akik alacsonyabb szintű teljesítménnyel érkeznek, nagyobb mértékű fejlődést tudnak elérni a képzés során, mint a magasabb szintről indulók. Ennek a „mennyezeti plafon” hatásnak a következményeként, bizonyos tudásszint felett nehezebb

javulást elérni (pl.: amelyik résztvevő már az előteszten maximális pontszámot ér el), ami torzíthatja a programok hatékonyságvizsgálatának az eredményeit. Bölcsei és Kovács (2012) kutatásában kidolgozott statisztikai eljárás ezt a torzító hatást korrigálja, amely a résztvevők fejlődésének mértékét a kiinduló szinthez viszonyítva határozza meg.

- Az ismertetett programokban alkalmazott módszerek, eszközök és feladattípusok jellemzően azonos hatékonysággal fejlesztik a téri képességeket, azonban jórészt hiányoznak az összehasonlító elemzések.
- A tanulmányokban részletes leírásokat olvashatunk a fejlesztő feladatokról, vagy az értékeléshez használt mérőeszközökről, azonban kevés információt kapunk arról, hogy például milyen tanuláselméletekre támaszkodnak, milyen instrukciókat, segítséget kapnak a résztvevők, vagy mennyire motiváltak.
- A mintavétellel összefüggő nehézségek sokrétűek a kutatásokban:
 - Több esetben az *alacsony elemszámú mintákhoz* túlzott mértékben általánosított következtetések társulnak. Indokolt lehet egyes kutatási (pl.: interjú, esettanulmány) vagy oktatási (pl.: művészeti képzésben) módszernél a minta kis mérete, azonban csak ehhez képest lehet megfogalmazni az eredményeket, levonni a tanulságokat.
 - Az eredményeket nagyban befolyásolhatják a *kontroll csoportok minősége*, tehát sokszor nem tisztán a programok hatékonyságát mérjük, hanem a kontrollcsoport aktivitását, eltéréseit.
 - A fejlesztések rendszerint egy *szűk korosztályra* korlátozódnak, ezért az eredmények összehasonlítása nem csak a módszerek tekintetében, hanem az életkorra vonatkozóan sem történik meg.
 - A *speciális összetételű minták* esetében egyes kutatási kérdések nem megválaszolhatók. Például a mérnökhallgatók körében végzett téri képesség mérések fontos eleme a nemi különbségek vizsgálata, azonban bizonyos szakirányokon (pl.: gépészmérnökök, építőmérnökök) olyan alacsony a női hallgatók száma, amely már komolyan torzíthatja az eredményeket (Alias et al., 2002).

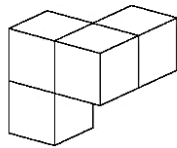
A felsorolásban is kiemelt kvalitatív kutatási módszerek rendkívül alacsony aránya meglepő, hiszen a téri gondolkodással és a téri teszteken nyújtott teljesítmények háttérében meghúzódó okokkal összefüggésben számos a tisztázatlan kérdés. Jelenleg keveset tudunk többek között az egyéni stratégiák különbségeiről, az egyes téri problémák megoldásánál figyelembe vett szempontokról, lépéseiről, vagy a teljesítményt gátló tényezőkről. Mohler (2008, 2009) kvalitatív módszerekkel végzett vizsgálataiban több figyelemre méltó megállapítást tesz. A kiváló és gyengébb térszemlélettel rendelkező résztvevők feladat megoldása közötti markáns különbséget a dekonstruáló képességük jelentette. Tehát a jobban teljesítők képesek a látványt és a téri problémát lebontani elemeire. Fontos megfigyelés, hogy a műveletek végrehajtása közben a jobb téri képességekkel rendelkezők hajlamosabbak a megoldásuk többszöri áttekintésére, ellenőrzésére. Rögzítésre kerültek a feladatvégzés közben felmerült érzelmek köre, például a kíváncsiság, a zavar, a közöny, az alázat, a kihívás. Érdekes eredmény, hogy szinte minden résztvevő megtapasztalt minden érzelmet, azok összes intenzitási szintjével. A vizuális-téri képességteszteken nyújtott teljesítményektől függetlenül a frusztráció, a megfélemlítés és más negatív érzelmi hatások folyamatosan jelen voltak, amikor térbeli problémák merültek fel.

2.4. A vizuális-téri képességek előreljő szerepe

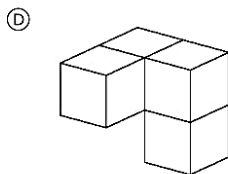
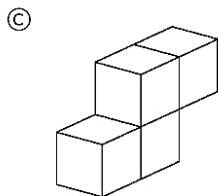
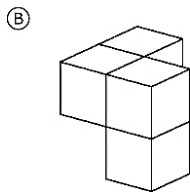
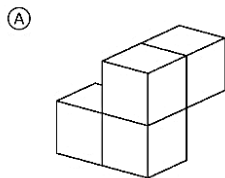
Az oktatáspolitikai döntések, a reformokra irányuló erőfeszítések nagy része az olvasásra, a matematikára vagy a természettudományokra összpontosít. A képzés, a pályaorientáció és a szakmai életút szempontjából pontosan behatárolható területeket fednek le, a teljesítmények pedig könnyen mérhetők. Ennek a fókuszának az egyik potenciálisan negatív következménye az, hogy elszalasztja olyan alapvető képességek és készségek, így a térbeli gondolkodás fejlesztésének lehetőségét, amelyek a teljesítmény alapjául szolgálhatnak a három nagy műveltségterületen.

A vizuális-téri képességek fejlettsége rendkívüli pontossággal megjósolja a tudományos, a technológiai, a mérnöki és a matematikai területeken (*STEM - science, technology, engineering, mathematics*) az eredményességet (Clarkson & Presmeg, 2008; Wai, Lubinski, & Benbow, 2009; Lubinski, 2010; Gunderson, Ramirez, Beilock, & Levine, 2012; Uttal & Cohen, 2012; Verdine, Irwin, Golinkoff, & Hirsh-Pasek, 2014b). Megvizsgálva olyan nagy nemzetközi összehasonlító felméréseket, mint a TIMSS (*Trends in Mathematics and Science Study*) vagy a PISA (*Program for International Student Assessment*), jól érzékelhető, hogy a közös tudástartalmat a vizuális-téri képességeket mérő feladatok jelentik (8. és 9. ábra). Ezek között megtaláljuk azokat a feladattípusokat, amelyek indirekt módon igénylik a térbeli percepció képességeket, vagy a térbeli gondolkodást (pl.: távolság és terület becslések, irányok meghatározása), de konkrét, a térbeli tesztekben gyakran előforduló feladattípusok is felbukkannak (pl.: mentális forgatási feladat).

Az alábbi alakzatot egy másik helyzetbe forgatjuk el.



A következő alakzatok közül melyik lehet az elforgatott?



GARAGE

A garage manufacturer's "basic" range includes models with just one window and one door.

George chooses the following model from the "basic" range. The position of the window and the door are shown here.

Question 1: GARAGE PM991 001

The illustrations below show different "basic" models as viewed from the back. Only one of these illustrations matches the model above chosen by George.

Which model did George choose? Circle A, B, C or D.

A

B

C

D

GARAGE SCORING 1

8. és 9. ábra

8. ábra (balra): TIMSS, 2007, mentális forgatás a matematikai feladatsorban, 8. évfolyam (Forrás: Oktatási Hivatal, 2011, TIMMS, 2007, matematika, 8. évf., p. 3)

9. ábra (jobbra): PISA, 2012, mentális forgatás a matematikai feladatsorban, 9. évfolyam (Forrás: OECD, 2013a, p. 29)

Arra vonatkozóan, hogy a téri képességeknek csak prediktív jelentősége van, vagy fejlesztésével növelhetők-e a STEM területeken elért teljesítmények, jelenleg is zajlanak a kutatások. Első eredmények a természettudományos (Reynolds, Piburn, Leedy, McAuliffe, Birk, & Johnson, 2006), és a matematikai képességekkel összefüggésben jelentek meg. Cheng és Mix (2014) rotációs feladatokkal, Krisztián, Bernáth, Gombos és Vereczkei (2015) origamival és 3D alakzatok hajtogatásával ért el szignifikáns fejlődést matematikai képesség összetevőkben, azonban ezek kis mintaelemszámú vizsgálatok voltak, így az eredmények általánosíthatósága korlátozott. Salat és Séra (2002) szerint elsősorban a vizualizációt igénylő matematikai problémák megoldásában van jelentősége a téri képességeknek. Tehát hatása a matematikai teljesítményekre szelektív, nem terjed ki olyan problémákra, amelyek más (nem téri) stratégiákkal is megoldhatók. A tanulmányok megjegyzik, hogy a téri képességekkel párhuzamosan javult a résztvevők munkamemóriája, így nem tisztázott melyik okozta a matematikai teljesítménynövekedést.

Uttal és Cohen (2012) hangsúlyozza, hogy a térszemlélet fejlesztésére irányuló kutatások csak elenyésző számban tartalmaznak STEM eredményeket. Emiatt jelenleg kevés információ van arról, hogy milyen képzési típusok és módszerek a leghatékonyabbak a STEM-tanulás előmozdításában. A szerzők kiemelik, hogy ennek ellenére a vizuális-téri képességek fejlesztése feltehetően javítja a STEM teljesítményeket. Állításukat a felsőoktatásban, a STEM területeken tanuló hallgatók részvételével lefolytatott felmérések eredményeire alapozzák. Ezekben a vizsgálatokban igazolják, hogy azok a hallgatók, akik nem képesek magas szintű téri gondolkodásra, nagyobb nehézségei vannak a STEM területekhez tartozó kurzusokon való átjutással.

Mivel a jelenleg rendelkezésünkre álló bizonyítékok arra utalnak, hogy a vizuális-téri képességek fejlesztése jelentős haszonnal járhat a matematikai, mérnöki és természettudományos területeken, ezért úgy gondoljuk, hogy a képzésbe történő befektetés megtérül (Yilmaz, 2009; Sorby, 2009; Newcombe, 2013). További, elsősorban longitudinális vizsgálatokra van szükség annak meghatározására, hogy milyen képzési típusok támogatják leginkább a téri képességek fejlődését és a nemek közötti különbségek csökkentését a STEM területekkel összefüggésben.

2.5. A vizuális-téri képességek nemi különbségei

Bár a nők egyre nagyobb arányban jelennek meg olyan szakmákban, amelyeket korábban elsősorban a férfiak uraltak (pl.: jog, orvostudomány), még ma is a kívánatosnál alacsonyabb számban választanak műszaki vagy természettudományi területekhez kapcsolódó munkahelyeket. Mivel utóbbi szegmensekben elkerülhetlenné vált a munkaerőhiány kezelése, a kutatások intenzíven foglalkoznak az ebben a tartományban nélkülözhetetlen kognitív képességek nemi különbségeivel kapcsolatos kérdések megválaszolásával. Ezeknek jellemzően hosszú tudományos előtörténete van, és sürgetik azokat a társadalmi változásokat, oktatáspolitikai döntéseket, amelyek szükségesek a nőkben rejlő tehetség teljesebb kibontakoztatásához. A foglalkoztatás jövőbeli, nemi megoszlással kapcsolatos trendjeiről az oktatási folyamatokra vonatkozó statisztikák áttekintésével kaphatunk előrejelzéseket. Az Eurostat (2016) felmérése alapján, az összes felsőoktatási hallgató 54,1%-a volt nő az Európai Unió 28 tagállamában (alapképzésben 53,2%, mesterképzésben 57,1%). Halpern (2004) az Egyesült Államokban nemi megoszlás szempontjából hasonló adatokat mutató felsőoktatási statisztika alapján teszi fel a kérdést, hogy néhány területet (pl.: mérnöki pálya), miért uralják még mindig a férfiak, míg például az üzleti élet és a könyvelés területén a nők már többségben vannak? Tanulmányában kiemeli, hogy a nemi különbségek vizsgálata érzelmileg terhelt téma, és a kutatók jellemzően csak a világgépüknek megfelelő eredményeket preferálják.

Mivel a kognitív képesség kutatásokon belül is kiemelkedően nagy nemi különbségeket mutatnak a rotációs tesztek eredményei, a vizuális-téri képességeket leggyakrabban a férfiak és nők teljesítményével összefüggésben vizsgálják. Az alkalmazott stratégiák és a felmérésekben nyújtott teljesítmények vonatkozásában fennálló nemi különbségek széleskörűen elismertek, azonban az eltérés mértéke, jellege és okai körül erőteljes viták alakultak ki. Konszenzus van abban a tekintetben, hogy a térszemlélet olyan tartomány, amely jellemzően a férfiak előnyét mutatja (Bouchard & McGee, 1977; McGee, 1979; Moffat, Hampson, & Hatzipantelis, 1998; Halpern, 2004; Chai & Jacobs, 2009; Voyer, Voyer, & Saint-Aubin, 2017). A nemek közötti különbség kisebb a képesség eloszlásának középső tartományában. A férfiak teljesítménye változatosabb, szélsőségesebb eloszlású a téri képességek méréseiben, ami szükségszerűen több férfit eredményez mind a magas, mind az alacsony képesség tartományokban. Ennek okai továbbra sem ismertek (Halpern, Benbow, Geary, Gur, Hyde, & Gernsbacher, 2007).

A térszemlélet nemi különbségével összefüggésben, a következő kérdésekre keresik a válaszokat:

- Melyik életkorban mutatható ki először megbízhatóan?
- Melyik téri komponenseknél jelentkeznek?
- Milyen típusú feladatokhoz köthető?
- Milyen szociokulturális tényezők állhatnak a különbség hátterében?
- Milyen hatékonysággal fejleszthetők a téri képességek, és milyen mértékben egyenlíthető ki a férfiak és nők teljesítménye?

Természetesen az egyik legérdekesebb kérdés az, hogy az eltérések biológiai vagy társadalmi szempontból meghatározottak. Az erről szóló eltérő álláspontok hátterében, a serdülőkor előtti felmérések megbízhatósága körül kialakult véleménykülönbségek állnak (Maccoby & Jacklin, 1974; Newcombe, Bandura, & Taylor, 1983). Ezzel összefüggésben a kutatások egy része a pubertás korban megjelenő változásokra, másik része a genetikai tényezőkre vagy a prenatális hormonális hatásokra vezeti vissza a téri képességekben jelentkező nemi különbségeket (Linn & Petersen, 1985; Hahn, Jansen, & Heil, 2010; Auyeung et al., 2012; Reilly & Neumann, 2013; Jansen et al., 2013b). Néhány, felnőttekkel végzett vizsgálat arra utal, hogy a tesztoszteron és az ösztrogén szintje is befolyásolhatja a mentális forgatási képességet. A tesztoszteron erőteljes és pozitív hatással volt a mentális rotációs teljesítményre. A menstruációs ciklus alatt szignifikáns teljesítmény ingadozást figyeltek meg (magas pontszámmal a menstruációs szakaszban és alacsony pontszámmal a köztes szakaszban) (Hausmann, Slabbekoorn, Van Goozen, Cohen-Kettenis, & Güntürkün, 2000).

A nemi különbségek életkorra vonatkozó kérdéseinek megválaszolása érdekében már egészen korai életszakaszokban is végeznek felméréseket téri tesztekkel. Az egyik legkorábbi vizsgálat Levine és munkatársai (1999) nevéhez fűződik, amelyet 4-6 éves óvodások részvételével végeztek el. Fél éves korkülönbségek szerinti bontásban vizsgálták a gyermekeket, és a fiúk-lányok teljesítménykülönbsége minden korcsoportban, tehát már 4 éveseknél is kimutatható volt, a fiúk előnyét jelezve. A mentális rotációt, transzformációt és téri orientációt is tartalmazó feladatsorok mindegyikében egyértelműen a fiúk voltak eredményesebbek.

Sok kutatóhoz hasonlóan Caplan, MacPherson és Tobin (1985) számos okból kritizálja ezeket a biológiai megközelítéseket. Többek között megállapítják, hogy a vizuális-téri képességben jelentett nemi különbségek nem konzisztensek, amikor pedig megtalálják őket, gyakran rendkívül csekély mértékűek. Azok a vizsgálatok, amelyekben ezeket a különbségeket feltárják, gyakran módszertanilag hibásak, emellett a "téri képesség" konstrukció érvényességét alátámasztó bizonyítékok a legjobb

esetben is vegyesek. Ehelyett sok más kutatóval együtt azt valószínűsítik, hogy a vizuális-téri képességek nemi különbségei sokkal inkább a szocializációs minták, és a tevékenységek kulturális alapú megkülönböztetésének (szexuális tipizálásának) eredménye (Bouchard & McGee, 1977; Goldstein, Haldane, & Mitchell, 1990; Caplan, Crawford, Hyde, & Richardson, 1997; Spence et al., 2009). Halpern (2004) magát a kérdést sem tartja relevánsnak. Álláspontja szerint a kognitív nemi különbségekkel kapcsolatban nem érdemes azt vizsgálni, hogy a teljesítmény variabilitása milyen arányban magyarázható veleszületett vagy tanult változókkal. A két tényező kölcsönhatásban van egymással, amit megtanulunk, befolyásolja neuronjaink szerkezetét, agyi felépítésünk pedig támogatja képességeink és készségeink fejlődését. Tehát oda-vissza módosítják egymást, a két változót nem lehet felosztani egymást kölcsönösen kizáró kategóriákba. A tanulás egyaránt biológiai és környezeti folyamat, és a „veleszületett” nem jelent megváltoztathatatlant (Halpern, 2000; Halpern et al., 2007).

A téri komponensek közül elsősorban *a mentális forgatás tesztjeihez kapcsolódó felmérések számolnak be kiugróan magas nemi különbségekről*, több esetben már 10 éves kor alatt (Hahn et al., 2010; Auyeung et al., 2012; Jansen et al., 2013b). A férfiak szignifikánsan jobb teljesítménye elsősorban a háromdimenziós formákkal végzett műveletek esetében realizálódik, a Shepard és Metzler (1971), Guay (1977), valamint Vanderberg és Kuse (1978) által szerkesztett papír-ceruza teszteknel (serdülőkortól alkalmazzák). A kétdimenziós alakzatok forgatásánál az eltérések kisebbek, vagy nem kimutathatók (Goldstein et al., 1990; Roberts & Bell, 2003; Quaiser-Pohl et al., 2006; Reilly & Neumann, 2013; Li, 2014; Miller & Halpern, 2014). A háromdimenziós objektumok mentális forgatását tartalmazó tesztek egy részénél, nem csak a végrehajtás pontossága, hanem a sebessége is az értékelési szempontok között szerepel. Mivel a lányoknak hosszabb időre van szükségük a feladatok megoldásához, ez bújtatott formában tovább növelheti a nemi különbségek mértékét. Ezzel összefüggésben végzett kutatásaik alapján Kail, Carter és Pellegrino (1979) megállapítják, hogy csak a válaszadás sebességében, és nem téri képességeikben van számottevő eltérés a nemek között. (A nők kb. 30%-al voltak lassabbak a férfiaknál.) A szerzők szerint elképzelhető, hogy a nők többször ellenőrzik megoldásaik helyességét, és ez a tényező lassítja a folyamatot. Továbbá az időkülönbség a stratégiából is fakadhat, míg a férfiak holisztikusan (a teljes objektumot egyidejűleg), a nők egy része az objektum jellegzetes elemeit külön-külön forgatja el (az időtartam a duplájára nőtt utóbbiak esetében). A válasz sebességét tekintve a nők csoportján belül nagyobb különbségek voltak, mint a férfiak mintájában. Tzurriel és Egozi (2006) szintén a fiúk holisztikus és a lányok analitikus térbeli feldolgozási módja közötti eltérésre vezet vissza a rotációs feladatok megoldásában mutatott teljesítmény különbségeket. Kiemelt fontossággal bír, hogy a kutatásban 5-6 éves óvodásokat vizsgáltak, tehát már korai életszakaszban is más stratégiaválasztás jellemző a nemekre. Eredményeiket megerősítették a 6-7 évesek (1. osztályosok) körében végzett vizsgálatokkal (Tzurriel & Egozi, 2010), amelyben azt is igazolták, hogy a nemi különbségek csökkenthetők a rotációs teljesítményekben, ha az oktatási programok figyelmet fordítanak a lányok holisztikus stratégiájának fejlesztésére.

A *téri orientációs* képesség vizsgálatánál is konzekvensen a férfiak magasabb teljesítményéről közölnek kutatási eredményeket. A navigációs tesztek esetében, a feladatok megoldáshoz választható stratégiák döntően befolyásolják a nemi különbségeket. Ha a tájékozódásra fix pontok alapján is lehetőség nyílik, akkor többnyire kiegyenlített a férfiak és a nők teljesítménye. Amennyiben kizárólag irányok és távolságok meghatározásával, tehát a tér geometriáját értelmezve oldhatók meg a feladatok, a férfiak könnyebben és gyorsabban eligazodnak. Például Morris víz-labirintus feladatánál a férfiak közvetlenül a rejtett térbeli struktúra alapján tájékozódva hatékonyabban találják meg a helyes útvonalat, míg a nők olyan stratégiákat alkalmaznak, mint a körkörös vagy cikk-cakk mozgások szerinti keresés. Ez a navigációs stratégiai különbség, elsősorban az ismeretlen környezetben való tájékozódás

esetében jelent hátrányt a nők számára (Sandstrom et al., 1998; Moffat et al., 1998; Chai & Jacobs, 2009; Andersen et al., 2012; Li, 2014). Az alkalmazott stratégiák eltéréseiből következik, hogy a férfiak jelentősen felülmúlják a nők teljesítményét, ha a navigáláshoz szükséges időt és az útvonal közvetlenségét is figyelembe vesszük az értékelésnél (Boone, Gong, & Hegarty, 2018).

A mentális forgatás tesztjeihez képest sokkal kisebb arányú eltérést találunk a *téri percepció* felméréseinél a férfiak és a nők teljesítményében. Mértéke változik az egyes teszt típusoktól, az életkortól függően, de a mérés körülményei is hatással lehetnek az eredményekre. Rendszerint a férfiak fölényét jelzik ennek a részképességnek a vizsgálatai is (Caplan et al., 1997). A *vizualizáció* feladataiban nem, vagy alig mutatható ki nemek közötti teljesítmény különbség. Ennek okát két sajátosságra vezetik vissza: (1) a vizualizációs tesztek változatos feladattípusainál többféle stratégia alkalmazására nyílik lehetőség, így mindenki kiválaszthatja a számára optimálisat, minimalizálva azokat a hatásokat, amelyek a nemek közötti különbségeket okozzák; (2) a komplex művelet sor végrehajtását igénylő vizualizációs feladatok megoldásának sikeressége sokkal nagyobb mértékben függ olyan általános képességektől, amelyek nem mutatnak nemi különbségeket (Linn & Petersen, 1985; Alias et al., 2002).

A vizuális-téri képességekkel összefüggésben általános kijelentéseket nem fogalmazhatunk meg a nemek közötti teljesítmény különbségekről, mert *a vizsgált képességelemtől függően a nullához közeli mértéktől (pl.: beágyazott forma teszt) egészen a kiugróan magas nagyságrendig terjedhet (pl.: háromdimenziós mentális forgatás esetén)*. Emellett *a férfiak előnye sokszor csak bizonyos feltételek teljesülése esetén jelentkezik*, például két- vagy háromdimenziós megjelenítést alkalmazunk a mentális forgatásnál, lehetőség nyílik-e különböző stratégiák közötti választásra, vagy alkalmazunk-e időkorlátot a felmérés során (Linn & Petersen, 1985; Okagaki & Frensch, 1994; Caplan et al., 1997; Halpern, 2000). Úgy tűnik, hogy a különbség mértéke az életkorral is változik, bizonyos teszteknel csökken, más tesztek esetében növekszik, vagy éppen változatlan marad. Voyer és munkatársai (1995) megállapították, hogy a háromdimenziós objektumok mentális forgatásánál növekedik a nemek közötti különbség az életkorral, és csökken például a kétdimenziós alakzatok rotációs feladatainál, vagy a beágyazott forma tesztnél.

Bár számos tanulmány igazolta, hogy a *téri képességek hatékonyan fejleszthetők, a férfiak és nők teljesítménye közötti különbség gyakran nem csökken, vagy ha szűkül is a rés, nem érhető el a teljes kiegyenlítődés* (Alias et al., 2002; Martín-Dorta et al., 2008; Terlecki, Newcombe, & Little, 2008). Ezt támasztja alá Gorska és munkatársainak (2009) mérnökhallgatók részvételével végzett nemzetközi kutatása is. Bár hatékonyan bizonyult a grafikai kurzus a *téri képességek fejlesztésében*, a nők még az utóteszten is alacsonyabb pontszámokat értek el, mint a férfiak az előteszten. Így a nők eredményeinek számottevő javulása ellenére sem sikerült kompenzálni a férfiakkal szemben meglévő hátrányukat. Ezzel szemben *nagy számban közölnek olyan kutatásokat is, amelyek sikeresen zártak és tetemes mértékben sikerült csökkenteniük a nemi különbségeket* (Feng et al., 2007; Sorby, 2007; Tzuril & Egozi, 2010).

A tanulmányokban bemutatott fejlesztő programok számos ponton eltérnek, ami ellehetetleníti összevetésüket, ezzel együtt sikerességük-sikertelenségük okainak feltárását. Például eltérőek az alkalmazott eljárások, technikák, módszerek tekintetében, a fejlesztés időtartamában, a hatékonyság értékelésére választott mérőeszközökben és a megcélzott korcsoport szempontjából is. Tartalmukban is vegyes képet mutatnak, például kapcsolódhatnak művészeti képzésekhez, geometriai vagy szakmai jellegű kurzusokhoz egyaránt. *Jellemzően többen számolnak be a nemi különbségek csökkenéséről, mint annak megszűnéséről*. Gittler és Glück (1998) négy osztrák tartományra kiterjedő kísérletében, ábrázoló geometriai kurzusok keretében fejlesztették a hallgatók *téri képességeit*. A

longitudinális kutatás fontos eredménye, hogy eltűntek a nemi különbségek, azonban fontos megemlíteni, hogy a másfél évet felölelő intervallum kivételesen hosszúnak számít más kutatásokkal összevetve. Spence és munkatársai (2009) szerint a téri képességek fejlesztésére alkalmazott módszerek hatékonyságának szélsőséges különbségei abból fakadnak, hogy bizonyos alap képességekre nem fordítanak figyelmet (pl.: munkamemória, szelektív figyelem, vizuomotoros képességek). Feltételezik, hogy *addig nem tüntethetők el a nemi különbségek a komplex feladatokban, míg az alap képességeket nem hozzák azonos szintre*. Ha kizárólag a feladatspecifikus képességeket módosítjuk, a nők hasonló tanulási pályát írnak le, így a nemek között meglévő kezdeti különbség nem csökken.

Egyre nagyobb számban jelennek meg olyan tanulmányok, amelyek a kulturális, a gazdasági és a társadalmi környezet hatásait vizsgálják a téri képességek fejlődésére (Levine, Vasilyeva, Lourenco, Newcombe, & Huttenlocher, 2005). Ezen belül kiemelten foglalkoznak azokkal a nemi szerepekhez köthető társadalmi elvárásokkal, amelyek révén a nők kiszorulnak a térszemléletüket leginkább fejlesztő tevékenységekből (Miller & Halpern, 2014; Reilly, Neumann, & Andrews, 2017). Minden korcsoportban vizsgálják a játékpreferenciát. Az eredmények azt mutatják, hogy még ma is jelentősen mértékben a nem sztereotípiák határozzák meg a szülők, és ezzel összefüggésben a gyermekek játék választását. Ez nem csak a tradicionális eszközökre (pl.: építőjáték, baba), hanem a számítógépes játékokra is igaz. A vizuális-téri képességeket hatékonyan fejlesztő számítógépes játékok jórészt „fiús” minősítést kapnak, és a lányok többsége alacsony gyakorisággal választja őket. Elképzelhető, hogy fordított oksági kapcsolat is jelen van, és a jó téri képességeik miatt kedvelik a fiúk ezeket a játéktípusokat. A játékokkal eltöltött idő alapján az is kijelenthető, hogy a számítógépes technológia önmagában is „férfiasnak” tekinthető (Quaiser-Pohl et al., 2006). Hasonló jelenséget figyelhetünk meg a sporttal összefüggésben is. Általában a „durva” sportokat, mint a futball vagy a jégkorong, tipikusan a fiúk választják, és ezek nagyobb mértékben mozgósítják a téri gondolkodást, mint a lányok által preferált úszás vagy kocogás (Yılmaz, 2009).

A tanulmányok azt jelzik, hogy a fiúk a játékon és a sporton túl is sűrűbben bevonódnak olyan hétköznapi tevékenységekbe, amelyek ösztönzik a térbeli megismerést (pl.: szerelés, barkácsolás). Mivel a lányok kimutathatóan kevesebb térbeli tapasztalatot szereznek az iskolán kívüli, mint a fiúk, sok lány alig használja ki ezirányú képességeit, kivéve, ha a térbeli gondolkodást kifejezetten bevezetik az iskolai tantervekbe. Tzurriel és Egozi (2010) hangsúlyozza, hogy a nemek közötti különbségek megelőzése, a fiúk és lányok esélyegyenlőségének biztosítása érdekében, a térbeli tapasztalatokban meglévő hiányosságok pótlását a lehető legkorábban el kell kezdeni. Ahhoz, hogy a nők szívesebben válasszák a műszaki és természettudományi pályákat, és sikeresek legyenek ezeken a területeken, *kisgyermekkorától ösztönözni kell a „fiús” játékok (pl.: mikroszkóp) használatát, a különböző térbeli megismerést serkentő aktivitási formákat (pl.: hegymászás)*. Ezek a tevékenységek jobban támogatják a térbeli struktúrák érzékelését, értelmezését, és a térben lezajló folyamatok (pl.: mozgások, manipulációk) megismerését, mint a miniatűr háztartási eszközök, amelyeket általában a lányok számára biztosítanak (Caplan et al., 1997; Halpern, 2000; Spence et al., 2009; Reilly & Neumann, 2013; Voyer et al., 2017).

A nemi sztereotípiákkal összefüggésbe hozható, a nők eredményességét hátrányosan befolyásoló tényezők a vizuális-téri képességek mérésénél:

- A férfiak, akik pozitív megerősítéseket kapnak a kognitív képesség vizsgálatok területén, gyorsabban és magabiztosabban oldják meg a feladatokat. A nők esetében gyakran tapasztalható önbizalomhiány, ami feltehetően sokszor marad rejtve a gyengébb teljesítmény

mögött. Például a tájékozódási feladatokban a férfiak bátrabban járnak be a helyszínt, keresik az út lerövidítésének lehetőségeit, míg a nők nagyobb valószínűséggel választják a megtanult útvonalakat. A magabiztosság hiánya megnyilvánulhat a mentális forgatások lassabb végrehajtásában is. Ha a nők óvatosabban fognak hozzá egy feladatokhoz, és többször ellenőrzik megoldásuk helyességét, nem a képességeikben lévő különbségek jelennek meg (Kail et al., 1979; Goldstein et al., 1990; Neuburger, Jansen, Heil, & Quaiser-Pohl, 2012; Boone et al., 2018).

- Ahogy korábban említettük, a nők jellemzően kevesebb tapasztalattal rendelkeznek olyan tevékenységekben, amelyek hatékonyan fejlesztik a téri képességeket. Statisztikai próbák szignifikáns korrelációt jeleznek ezen aktivitási formák és a vizuális-téri képességek között (Serbin, Connor, & Iler, 1979; Newcombe et al., 1983; Sorby, 2007; Gorska et al., 2009). Ferguson, Cruz és Rueda (2008) szerint az a tény, hogy eltérő nagyságú teljesítmény különbségeket mérhetünk az egyes részképességek vonatkozásában azt jelenti, hogy a férfiak vizuális-téri képességei nem általában jobbak a nőkéknél. Sokkal inkább annak következménye lehet, hogy az elvont téri feladatok olyan képességekre és tapasztalatokra épülnek, amelyekkel a férfiak gyakrabban találkozhatnak.
- A feladat jellemzők nemi tipizálása jelentős hatást gyakorolhat a felméréseken nyújtott teljesítményekre. Olyan egyszerű módosítások, mint az utasítások vagy a feladat elnevezések „férfias” vagy „nőies” jellegének megváltoztatása drasztikusan befolyásolhatják az eredményeket. Herrmann, Crawford és Holdsworth (1992) memóriavizsgálatai során igazolta a feladatok nemi tipizálásának jelentőségét. A résztvevők teljesítménye a nemi sztereotípiákkal összhangban változott, amikor például egy bevásárlólista „élelmiszerárú” vagy „hardverárú” címkézéssel jelent meg. Érdekessége a kutatásnak, hogy a férfiak viselkedését erőteljesebben meghatározta a nemi szerepükkel való azonosulás, nagyobb mértékben rontotta teljesítményüket egy feladatleírás „nőies” jellege, mint a nőkét a „férfias” jelleg. Hasonló eredményekről számol be például Reilly és Neumann (2013), valamint Ferguson és munkatársainak (2008) tanulmánya.

Összefoglalva, a férfiak és nők között a vizuális-téri képességekben a különbségek kimutathatók, azonban hozzá kell tennünk, hogy *a hasonlóságok arányaiban nagyobbak az eltéréseknél* (McArthur & Wellner, 1996). A teljesítmények vonatkozásában a férfiak előnye szignifikáns mértékben elsősorban a háromdimenziós objektumok mentális forgatásánál és a navigációs feladatokban jelentkezik, amelyek megbízhatóan csak a serdülőkortól válnak mérhetővé (Linn & Petersen, 1985; Voyer et al., 1995). Sok, egymással ellentmondó kutatási eredményt publikálnak a nemi különbségekkel kapcsolatban. Olyan eredmények tekintetében is rendre megtaláljuk a cáfolatokat, amelyek nagyrészt elfogadottnak minősülnek. Jól példázza ezt, hogy a tényként kezelt mentális forgatási sebességben kimutatható férfi előny, egy alapos, részletes vizsgálat során már nem igazolódik feltétlenül (Jansen-Osmann & Heil, 2007). Van Gerven, Schneider, Wuitchik és Skelton (2012) téri orientációs képesség vizsgálatában pedig nem találtak bizonyítékot a stratégiai preferencia szisztematikus nemi mintázatára, valamint a térbeli stratégia kiválasztásának a navigációs teljesítményre gyakorolt hatására. Eredményeik tehát azt mutatják, hogy nem beszélhetünk dominánsan férfi vagy női stratégiákról, hanem egyéb tényezők befolyásolják a feladatmegoldás módjának kiválasztását (pl.: személyes tapasztalatok a közvetlen környezetről).

A vizuális-téri képességek vonatkozásában nem beszélhetünk egységes konstrukcióról, ezért az alkalmazott tesztek, kiegészülve a felmérés körülményeivel meghatározó mértékben befolyásolják

a nemi különbségeket. Figyelembe kell vennünk, hogy a kutatási eredmények a férfiak és nők csoportjainak átlagait, és általános jellemzőit írják le, ezért gyakran csak korlátozott jelentőséggel bírnak az egyes férfiak és nők megértésében (Newcombe, 2010). Önmagában nem találunk egyetlen olyan tényezőt sem, amelyről bebizonyosodott, hogy meghatározza a nemi különbségeket, a térbeli tapasztalatok, a biológiai tényezők, az oktatáspolitikai, a társadalmi elvárások és a kulturális háttér mind hatással vannak a vizuális-téri képességekre.

2.6. Összefoglalás

A vizuális-téri képességek vizsgálata aktív kutatási terület, ezért a rendelkezésünkre álló adatok mennyisége a képesség fejlődésével és fejleszthetőségével kapcsolatban dinamikusan növekedik. A 2. fejezetben olyan rendszerezésben mutattuk be az eredményeket, amelyek érzékeltetik a kutatások főbb irányvonalait. Sok tanulmány jelenik meg a STEM területek és a vizuális-téri képességek összefüggéseiről, amelyek igazolják, hogy a téri képességtesztek alkalmasak a matematikai, műszaki, és természettudományos tehetségek beazonosítására. Mivel ezek a szegmensek küzdenek leginkább a munkaerőhiánnyal, jelenleg az oktatáspolitikai is támogatja az ehhez kapcsolódó kutatásokat. Ezzel van összefüggésben, hogy a vizuális-téri képességek vizsgálata jelenleg két korcsoportra összpontosul. Az óvodások és kisiskolások körében a térszemlélet kialakulásának, fejlődésének főbb mozzanatait vizsgálják. A felsőoktatásba bekerülő fiatal felnőttekkel végzett kutatások pedig elsősorban a téri képességekben jelentkező hiányosságok feltárására, a fejleszthetőség kérdéseire fókuszálnak.

A 2.2. fejezetben részletesen ismertettük azokat az aktivitási formákat, amelyek a szakirodalom alapján leginkább támogatják a vizuális-téri képességek fejlődését. Megállapíthatjuk, hogy jellemzően éppen ezek a tevékenységek szorulnak háttérbe a hazai oktatási rendszerben. A képesség fejlődését és fejleszthetőségét befolyásoló háttértényezők közül kiemelt figyelem irányul a nemi különbségek vizsgálatára. Az eredmények általában a férfiak előnyét jelzik, azonban ennek mértéke változik részképességként, és függ az alkalmazott mérőeszköz egyéb paramétereitől, a felmérés módszereitől és körülményeitől. Az intenzív kutatás ellenére sincs konszenzus abban a tekintetben, hogy a kulturális, a társadalmi, a szociális és a biológiai tényezők közül melyik gyakorolja a legnagyobb hatást a vizuális-téri képességekben megmutatkozó nemi különbségekre.

A nemzetközi kutatási eredmények alapján a térszemlélet sikeresen fejleszthető 18 éves korig, és a felsőoktatási képzésben résztvevő fiatal felnőttek körében. A különböző programok értékelése jellemzően elő- és utóteszteléssel történik. A fejlesztés hatására elért teljesítménynövekedés mértékét elsősorban a fejlesztő programok hossza, és a foglalkozások gyakorisága határozza meg, kevésbé befolyásolják az alkalmazott feladattípusok és a tanulási környezet. Problémát jelent, hogy a vizuális-téri képességek fejlesztését megcélzó vizsgálatok között elenyésző számban találkozzunk longitudinális felmérésekkel, valamint kvalitatív kutatási módszerekkel történő adatfelvételek eredményeivel.

A hazai kutatások többsége a középiskolai diákok és mérnökhallgatók bevonásával végzett mérések eredményeiről számolnak be, ezért kevés tudásunk van a fiatalabb korosztályok téri képességszintjéről, és fejlődésük sajátosságairól. Ezeknek az adatoknak a hiányában, az általános iskolai tanulók esetében jelenleg nem ismerjük azokat a területeket, amelyek támogatásra szorulnak, így a szükséges beavatkozások sem tervezhetők. A nemzetközi tendenciákkal ellentétben, a hazai kutatók kevésbé érdeklődnek a vizuális-téri képességek fejlesztése iránt. Alacsony számban jelennek meg tanulmányok a különböző típusú programok hatékonyságáról, az új technológiák nyújtotta lehetőségekről, az alkalmazott tanulási-tanítási módszerekről, vagy az elért eredmények tartósságáról.

3. A VIZUÁLIS-TÉRI KÉPESSÉGEK A VIZUÁLIS NEVELÉS SZEMSZÖGÉBŐL

Napjainkra közismert tényné vált, hogy a külvilágból érkező információknak hozzávetőlegesen 80%-a látással, képi feldolgozás útján érkezik meg hozzánk, és a társadalom nagyobb része „vizuális típusként” határozza meg önmagát (Bertoline, 1998). A digitális képalkotó programok, a virtuális terekben zajló számítógépes játékok és a mindennapi élet multimédiás eszközeinek térhódításával párhuzamosan tovább növekedik a vizuális közlő nyelv szerepe. A fiatalok „vizuális önreprezentációs kelléktár” használatával építik fel elektronikus identitásukat az internetes közösségi terekben (Havasi, 2009), és az önkifejezés mellett egyre nagyobb szerep jut az elvont fogalmakat, a bonyolult gondolati struktúrákat és a komplex folyamatokat megjelenítő ábráknak is (pl.: infografika, adatvizualizáció). Történelmi előzménynek tekinthető Otto Neurath ISOTYPE („*International System of Typographic Picture Education*”) rendszere, amely egyedi vizuális logikára épül, az adatokat egyszerű ábrák, jelek segítségével jeleníti meg, és a verbális tartalmak kiváltásának céljából készültek (Dur, 2015). Jelentősége a vizuális kommunikáció alapjainak megteremtésében rejlik, ahol a képek a művészeti tartalmakon túl, információk közvetítőjévé is válnak.

A hordozó felületek egyre nagyobb befolyást gyakorolnak mind a képek létrehozására, mind a képek „fogyasztására”. „Minden elkezdett „flash” lenni... Minden mozgott, pörgött, lenyílt, becsukódott... a weboldalak akkor csinálják azt, amit én akarok, amikor én akarom. Ez a világ lenyűgözi az egyéneket. Hiszen mindenki részese lehet a virtuális világnak. Mindenki alkotója, alakítója az oldalnak. Én klikkelek, az megmozdul, leesik, elfordul...” (Balázs, Bubik, Hadabás, Hegyi, Kárpáti, Király, Péntek, Váradi és Zsupponits, 2013, p. 277). Szembetűnő jelenség a gyors modalitásváltás igénye (pl.: látás-, hallás- és tapintásélmények együttes jelenléte), a statikus és dinamikus ábrázolásmódok közötti gyors mozgások. Elmosódik a két- és háromdimenziós megjelenítések határa, és ezzel együtt feloldódnak a hagyományos műfaji keretek. György (1995) a Benetton-kampány kapcsán elemzi azt a jelenséget, ahol az alkotó egyesíti a magas és az alkalmazott művészeti felfogásokat. Az üzlethálózat számára készült provokatív óriásplakátok egyaránt értelmezhetők képzőművészeti alkotásként, reklámgrafikaként és társadalomkritikaként, feszültséget teremtve a különböző dimenziók között. Peternák (1993) a digitális képalkotási technikáknak azt az aspektusát emeli ki, hogy az eszközök speciális sajátosságai (pl.: matematikailag leírható, fizikai-kémiai folyamatok során létrejött ábrák) megteremtik a képek kutatásának, összevetésének új módszereit. A korábbiaktól eltérően a „képeleméletet, mint természettudományt” közelíthetjük meg. Egyre több tudós foglalkozik művészeti jellegű kérdésekkel, és egyre több művész kísérletezik tudományos problémákkal (Bölcskei & Farkas, 2007; Bölcseki, 2009). A 10. ábrán látható, számítógéppel generált, matematikai számsorokon (Mandelbrot-halmaz) alapuló grafika létrehozásakor az alkotás egyes fázisait már átveszi a program.



10. ábra

Fraktálok - számítógéppel generált grafika (Készítette: Nagy Márton, építészmérnök hallgató)

Nem beszélhetünk egységes álláspontról abban a tekintetben, hogy a többnyire szűrés nélkül, és folyamatosan felénk áradó vizuális ingerek, hogyan befolyásolják a befogadás és az alkotás minőségét. A legtöbb kritika jellemzően a mennyiségi növekedéssel együtt járó vélt vagy valós felszínességgel kapcsolatos (Böhringer, 1995). Annyit biztosan állíthatunk, hogy *a multimédiás eszközök használata jelentősen átalakítja képi és ezzel együtt téri gondolkodásunkat, a vizuális információk feldolgozásához, az alkotás folyamatához és a kommunikációhoz fűződő viszonyunkat*. A digitális képalkotási technikákra tehát nem csak új eszközként kell tekintenünk, hanem olyan komplex ábrázolásmódként, amely szemléletváltást jelent a vizuális kultúrában (Kárpáti & Nagy, 2019). Peternák (1989) a 20. század utolsó évtizedeiben megjelent technológiák kapcsán egy „új képkorszak” beköszöntéről számol be. Ezzel összefüggésben Kárpáti (2013) szerint: **„Ha autentikus, azaz kortárs kultúrájához illeszkedő módon vizsgálni szeretnénk a vizuális képességek rendszerét, integrálni kell az új médiumokat, meg kell kezdeni az új látásmódok képességelemékké fogalmazását”** (Kárpáti, 2013, p. 105).

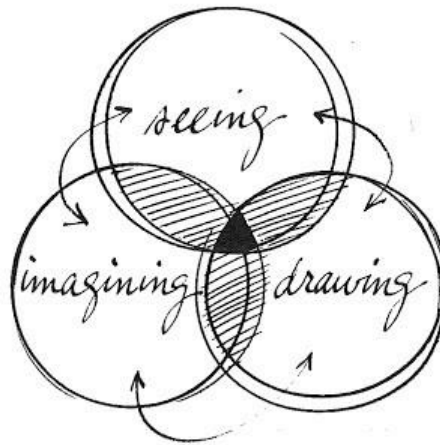
3.1. A vizuális képességek kognitív aspektusai

3.1.1. Látáselméletek

Térlátásunk alapvetően a binokuláris látáson nyugszik, vagyis a két szemünk közötti konvergencia szög és a szemlencsék akkomodációs fokán alapul. A pszichológiai vizsgálatok azt mutatják, hogy térészlelésünk erőteljesen szubjektív, amelynek korlátait legpontosabban az optikai csalódások érzékeltetik. (Ennek egyik jól ismert példája „Ames-szobája”, amely arra az észlelési bizonytalanságunkra épít, hogy a méretet a távolsággal összefüggésében ítéljük meg.) A belső látás, vagyis a *képzetek* kialakulásában döntő szerepe van a **perceptuális tanulás**nak. A folyamat során a *tapasztalatok ismétlődésével* egy tartós változás jön létre az észlelésben, és a mentális képek egyre pontosabbá válnak (pl.: hasonlóságok és különbségek érzékelésével). A **Gestalt-elmélet** szerint a látási ingereket agyunk zárt alakzatokba rendezi, majd ezeket a formációkat („Gestalt”-okat) értelmezi. Így nem csupán egy passzív befogadásról beszélhetünk, hanem a látvány átszervezéséről (Balázs et al., 2013). A pszichológiai fogalmak közül a **kognitív térképet** kell még kiemelni a térszemlélettel összefüggésben, amelyet Edward C. Tolman (1948) vezetett be és meglétét a patkányok labirintusban való tájékozódásával igazolta. Alapvetően egy mentális modell kialakításáról van szó térbeli környezetünkről. Tudatunkban a kognitív térképek folyamatosan változnak az újabb tapasztalatok, téri információ egymásra épülésével, amelyek belső tájékozódási rendszerünk részeivé válnak (Mag, 2014).

Bálványos és Sánta (1997) szerint a belső szemléleti kép konstruálásában, pontosításában elsősorban a „*primer*” és a „*direkt*” közlési formák játszanak szerepet. A primer, vagy elsődleges közlések a látvány megfigyelésén alapuló leképezéseket, míg a direkt közlések a valóság értelmezése után kialakított mentális képek létrehozását takarják. Ebben a vonatkozásban a látvány alapvetően két típusú lehet: formált és formálatlan. Értelmezési keretükben a formáltság azt jelenti, hogy a látottak már átmentek egyfajta „szűrőn”, vagyis vizuális gondolkodási folyamaton. Több elemzés erősíti meg azt az álláspontot, hogy **a pontos mentális képzetek létrehozásában döntő jelentősége van a képalkotási folyamatoknak, a képzelet fejlesztése pedig visszahat az észlelés fejlődésére** (Arnheim, 1979; Tóth, 2013). Ezt az összefüggést rögzíti McKim (1980) sokat hivatkozott háromkomponensű vizuális gondolkodási modellje is, amely a látás, a képzetek és a rajzolás szoros kapcsolatát érzékelteti. Úgy véli, hogy a vizuális terület szakemberei a háromféle képet rugalmasan, interaktív módon használják fel, a velük végrehajtott műveleteket pedig vizuális gondolkodásnak nevezi. A három fajta

kép (amit látunk, amit elképzélünk, és amit megjelenítünk) feltételezik egymást (11. ábra). Ahol a látás és a rajz átfedésben van, "a látás megkönnyíti a rajzolás és a rajzolás élénkíti a látást". Ahol a rajz és a képzelet átfedésben van, "a rajz stimulálja a képzeletet és a képzeletet biztosítja az alapanyagot a rajzhoz". Ahol a képzelet és a látás átfedésben van, "a képzelet irányítja és megszűri a látványt, miközben a látás nyersanyagot biztosít a képzelet számára" (Sorby, 1999). Az előző fejezetben több olyan kutatást ismertettünk, ahol a térszemlélet fejlesztő programot erre az összefüggésre alapozták. A szerzők azt feltételezték, hogy az ábrázolási feladatok elősegítik az észlelt információk feldolgozását, valamint a pontosabb térképzetek megalapozzák a mentális műveletek sikeresebb végrehajtását (Leopold et al., 2001; Alias et al., 2002; Contero et al., 2005; Mohler & Miller, 2009).



11. ábra

McKim háromkomponensű vizuális gondolkodás modellje (Sorby, 1999, p. 23)

Az első fejezetben ismertetett intelligencia modellek jelentős mértékben támaszkodnak a dinamikus fejlődő agykutatások eredményeire, ezen belül is a féltekékhez kapcsolódó különböző funkciók felfedezésére. Az agyi dominanciák eltérései meghatározhatják, milyen módon dolgozzuk fel az információkat. A kutatások alapján a bal agyfélteke szekvenciális, analitikus és időorientált (verbális feldolgozás), míg a jobb félteke érzékeli az egészet, szintetizál, valamint felfogja a térbeli relációkat és mozgást (vizuális feldolgozás). A vizuális-téri (jobb agyfélteke) dominanciával rendelkező tanulók képekben és holisztikusan gondolkodnak, ezért problémát jelenthet számukra az osztályteremben megszokott lépcsőről-lépésre tanulás, valamint kevésbé képesek a részletek felfedezésére. Erősségük, hogy nagy mennyiségű információt tudnak összehangolni a különböző területekről, és kiemelkedően teljesítenek összetett, nehéz feladatokban, ezért az intelligencia teszteken, benne a téri feladatok megoldásában is lenyűgöző eredményeket érnek el. Gyakran mutatnak korai rajztehetséget, kreativitást, matematikai, technológiai és tudományos tehetséget (Silverman, 2002; Winner & Drake, 2013). Az oktatási gyakorlat rendszerint a verbális és logikai intelligenciára támaszkodik, amely hátrányt jelenthet a vizuális-téri tanulási stílussal rendelkező gyermekek számára (Gardner, 1993; Sorby, 1999). Gyarmathy (2009) példákkal illusztrálja, hogy a kiemelkedő vizuális-téri képességek gyakran társulnak bal agyféltekei deficitekkel. Vizsgálatok igazolják, hogy a területükön kiugróan magas eredményeket elérő képzőművészek, matematikusok és feltalálók körében az átlagosnál nagyobb arányban jelenik meg az olvasás elsajátításának nehézsége. Továbbá a kimagasló vizuális-téri képességekhez megkésett beszédfejlődés társulhat, és a magas intelligencia szinttel rendelkezőknél gyakoribb a diszlexia kialakulása. (Pablo Picasso életrajzaiból tudjuk, hogy légzés nélkül született, ami

a bal agyfélteke súlyos oxigénhiányához vezetett. Ennek következtében, írni, olvasni és számolni is csak 10 éves kora körül tanult meg.) A tehetséges gyermekek korai azonítása az iskolákban jellemzően éppen az írás-olvasási készségek alapján történik. A kiemelkedő vizuális-téri képességekkel rendelkező tanulók ezért számos kudarcot és frusztrációt élhetnek át (Gyarmathy, 2009), így fontos nagyobb mértékben figyelembe venni a gyermekek információ feldolgozási, tanulási sajátosságait (Silverman, 2002).

3.1.2. Kognitív vs. művészeti megközelítés

A pszichológiai vizsgálatok révén megalapozott vizuális-téri képesség kutatások a kognitív aspektusokra fókuszálnak. Ezzel szemben a vizuális nevelés szerepét hosszú időn keresztül a kreativitással, az önkifejezéssel és az esztétikai érzéssel összefüggésben hangsúlyozta a hazai és a nemzetközi szakirodalom, háttérbe szorítva egyéb funkcióit és jelentőségét a megismerésben és a gondolkodás fejlődésében. Az 1990-es évek végétől egyre gyakrabban fogalmazódik meg a vizuális területek egységes rendszerbe foglalásának igénye. *A több szempontú (kognitív, képi, geometriai) megközelítés helyébe a mindhárom terület elméleti alapjait, gondolkodásmódját ötvöző „vizuális tudományok” (visual science) lépnek* (Bertoline, 1998).

A művészeti és tudományos szemléletmódok közeledése több irányból kezdődött meg, és eltérő okok húzódnak meg a háttérben. A művészeti oktatásban a tudástartalmak eltolódnak az esztétikaitól, a mindennapi életben való eligazodáshoz szükséges képességek fejlesztésének irányába (Kárpáti & Gaul, 2011). Ez a folyamat nem csak a vizuális nevelésben, hanem például a dráma vagy a zene tanulás területén is lezajlik. Winner és munkatársai (2006) álláspontja szerint az oktatás elszámoltathatóságának jelenlegi körülményei között két alapvető kérdésre kell válaszolnunk, hogy a vizuális képzés megőrizhesse helyét a közoktatásban: (1) Milyen kognitív képességeket fejlesztenek a művészeti tárgyak oktatói? (2) Hogyan sajátíthatók el ezek a képességek? Jelen pillanatban előttünk áll az a feladat, hogy feltárjuk azokat az alapvető megismerési képességeket, amelyek a művészeti képzés során hatékonyan fejleszthetők.

Nagy (1998) a kognitív képesség rendszerével, fejlődésével foglalkozó tanulmányában több fontos, a vizuális területet érintő gondolatot fejt ki. Számunkra leghasznosabb megállapításait a tudásszerző képességgel kapcsolatban fogalmazza meg, amelynek három formáját különíti el: (1) exploráció, (2) próbálkozás, (3) játék. Az **explorációból** bontakozhat ki az *ismeretszerzés*, amelyet önálló, saját funkcióval rendelkező képességként azonosít, és *magába foglalja az információk megkeresését, szelektálását és felvételét*. Tekintettel arra, hogy az információkat milyen nagy arányban szerezzük be látás útján, a vizuális nyelv ismerete kiemelt jelentőséggel bír nem csak a képző- és egyéb társművészetek (pl.: design, építészet) vonatkozásában, de minden más tudományterületen is. A szerző kiemeli a kognitív kommunikáció képességrendszerén belül a vizuális kommunikációt, az ábraolvasási és az ábrázolási képességeket beazonosítva. Ezen belül olyan (a térszemlélettel szoros összefüggésben lévő) képességelemeket határoz meg, mint a méretlátás, térlátás, szerkezetlátás, dinamikalás, valamint ezek megjelenítésének képessége. Hangsúlyozza, hogy a vizuális jelrendszerek segítségével nem csak a közvetlenül érzékelhető világról, hanem az ezeken kívül eső (pl.: mikro és makro környezet) rendszerekről is szerezhethetünk ismereteket. A **próbálkozás** funkciója a hiányzó ismeretek, tudás feltárása, és a *problémamegoldó képesség* kialakításában játszik fontos szerepet. A **játék** (az alkotó és konstruáló játékokat kiemelve) jelentőségét az *alkotóképesség* kialakításával összefüggésben hangsúlyozza a tanulmány. Lényeges vonásként azt emeli ki, hogy az alkotás során egy új produktum, és ezzel együtt egy új tudás jön létre. Azzal összefüggésben, hogy az alkotóképesség

csak más kognitív képességek által működtethető (problémamegoldó, ismeretszerző, gondolkodási képességek) a szerző a következőket írja: *“Korábban az alkotóképességet nem a kognitív kompetencia témaköréhez tartozónak gondoltam, de egyre inkább hajlok afelé, hogy a kognitív képességek körébe soroljam”* (Nagy, 1998, p. 12).

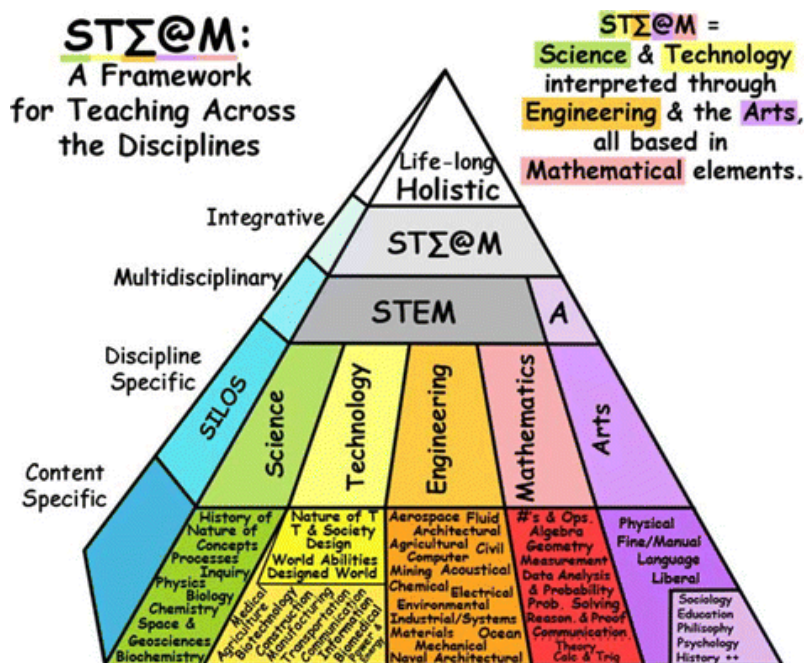
A vizuális nevelésben központi szerepe van a cselekvésből kiinduló, az anyag megformálásával és átalakításával járó konstruáló, modellező gyakorlatoknak, amelyben a három tudásszerzési forma (ismeretszerzés, problémamegoldás és alkotás) együtt van jelen. Ebben a gondolkodási térben a tanulási folyamatot maga a felfedezés, a kísérletezés jelenti, amely ebből következően komplex és kiszámíthatatlan cselekvések sorozata. Az ösztönös, spontán mozzanatokot tartalmazó megismerési folyamatok szükséges velejárója a kerülőutak, a tévedések és a hibázási lehetőségek, hogy a már ismert dolgok mellett újakat fedezhessünk fel (Aden, 2011). Fontos rögzítenünk, hogy a művészeti oktatás az alkotó tevékenységeknek alapvetően két típusát különíti el. Egyiknél szabad, öncélú tevékenységről beszélhetünk, míg a másiknál egy adott tárgyat kell elkészíteni, vagy egy problémát kell megoldani, tehát konkrét célt fogalmazunk meg a gyermekek számára. Mindkét esetben a modellel történő kísérletezés kognitív és affektív odafordulást egyaránt igényel (Hegedűs, 2009).

A művészet és a tudományok közötti határvonalak elmosódása jórészt gazdasági kényszer hatására zajlik, és az oktatásban a STEM képzési területei felől érkező nyomásban realizálódik, amelyet a vizuális nevelésre gyakorol. Bequette és Bequette (2012) tanulmányában részletezi azokat a lehetőségeket és buktatókat, amelyek az interdiszciplináris felfogásból, az esztétikai és analitikus gondolkodásmódok ötvözéséből következnek. Amennyiben megfelelően határozzuk meg a célokat, a két terület kölcsönösen segítheti egymást. *A kreatív alkotófolyamatra építő művészeti megközelítések és módszerek alkalmazása bizonyítottan bevonzza és megtartja a fiatalokat a természettudományos, a technológiai, a mérnöki és a matematikai területeken.* A művészeti tantervek pedig olyan komponensekkel bővíthetnek, amelyekkel például a tárgytervezés túlléphet az esztétikai viszonyuláson, és több lehet, mint kompozíciós gyakorlat az elemek formális elrendezésével, motívumok képzésével. A művészeti és tudományos gondolkodás összeolvadását több vonatkozásban tartja indokoltnak a szakirodalom:

- Az oktatáspolitikai döntéshozók már a közoktatásban is szorgalmazzák a műszaki-mérnöki megközelítések alkalmazását az informatika és a természettudományi tárgyak oktatása kapcsán azzal a szándékkal, hogy a fiatalok nagyobb számban érdeklődjenek ezen munkaerőhiányos területek iránt. A tárgyak, épületek vagy számítógépes alkalmazások *tervezésében összekapcsolódnak a különböző tudományos, funkcionális, vizuális-téri és esztétikai problémák, valamint társadalmi és gazdasági kérdések.* Művészeti és műszaki területen is hasonló lépésekből tevődik össze a tervezés folyamata, mint problémafelvetés, megoldási lehetőségek felmérése, ötletek generálása, koncepciók megalkotása és kidolgozása, anyagválasztás, prototípus elkészítése, tesztelések, végeredmény kiértékelése. Ebben a komplex kognitív folyamatban a probléma-alapú tanulás (*problem based learning*) kerül középpontba mindkét területen (Workman & Caldwell, 2007; Vande Zande, Warnock, Nikoomanesh, & Van Dexter, 2014). Az ipar támasztotta elvárások megjelenése az oktatásban nem új dolog, már a Bauhaus képzési rendszerében is ötvöződnek a művészeti szempontok, a technológiai újítások igénye és a mérnöki gondolkodás (Moholy-Nagy, 1996; Droste, 2003). A kreatív tér és formatervezési eljárásokon túl olyan pedagógiai alapelveket fektettek le, amelyek máig hatnak a jelenlegi felsőoktatásban (pl.: a gyakorlat-orientált duális képzésben), és a közoktatási rendszerben is életképesek (Lerner, 2005). „A térszemlélet fejlesztésének

elemző-alkotó eszköze Moholy-Nagy felfogása szerint hasznos a művészek készülőknél, de ugyanúgy hasznos az építészek, designerek, iparosok számára is.... Jóllehet Moholy-Nagy egyetemi szakképzésben dolgozta ki módszereit, azok jelentős része érvényes a közoktatásbeli művészeti nevelésben is” (Gaul & Kárpáti, 2018, p. 285). Gaul (2001) átfogó kutatásának köszönhetően rendelkezésünkre áll a nemzetközi modelleket és a hazai tudásszinteket egyaránt figyelembe vevő tervezőképesség framework. Az eredmények megmutatják a tervezőképesség életkori változásait, valamint fejleszthetőségét a 12-16 éves korosztályban.

- Pehkonen (1997) arra a veszélyre hívja fel a figyelmet a matematikai kreativitás kapcsán, hogy a problémamegoldó stratégiák tanításával gyakran rutinszerű megoldások kialakítása történik. Az oktatásban jellemzően a bal agyféltekéhez köthető képességeket működtetjük, például a logikus gondolkodást vagy a szabálykövetést. A jobb agyfélteke aktiválásával a vizuális gondolkodásmód kerül előtérbe, amely hatékonyabban támogatja a kreatív problémamegoldást, az egyéni stratégiák, tudás létrehozását. Ezeknek a tanulási módszereknek, attitűdöknek az ötvözése szükségszerű. Ezt jelzi, hogy egyre gyakrabban találkozunk a szakirodalomban a STEM területek és a művészetek integrálásával kialakuló STEAM oktatás fogalmával, ahol az „A” az Arts (művészetek) kifejezésből érkezik (Yakman, 2008; Park & Ko, 2012; Bequette & Bequette, 2012; Yakman & Lee, 2012; Taljaard, 2016; Sanabria & Arámburo-Lizárraga, 2017; Hampel, 2018). Yakman (2010) szerint: **„Jelenleg olyan világban élünk, ahol nem érthetjük meg a tudományt technológia nélkül, amelyben a legtöbb kutatási eredmény és fejlesztés a mérnöki területeken jön létre, amelyben nem tudunk alkotni a művészetek és a matematika megértése nélkül”** (12. ábra).



12. ábra

Framework - STEAM piramis (Framework - STE@M Pyramid) (Forrás: Yakman, 2010, p. 3)

- A STEM tartalmak nagy része grafikonok, térképek, makettek és más képi megjelenítések révén fejeződik ki, tehát *a kommunikáció egyik fontos kifejezőeszköze a vizuális megjelenítés*. Ezen az intenzíven térbeli tudományos és műszaki területeken belül kiemelt jelentősége van a nehezebben értelmezhető, bonyolult térbeli struktúrák szemléltetését segítő háromdimenziós modelleknek (Edens & Potter, 2007; Bequette & Bequette, 2012). Fontos szempont az is, hogy a diákok tudásáról a vizuális reprezentációikon keresztül kapunk pontos információt (pl.: a fogalmak megértésének mélysége, pontos mentális képek kialakulása). Ezek alapján leszünk képesek tudásukat értékelni, és a meglévő hiányosságokat pótolni (Jee, Gentner, Uttal, Sageman, Forbus, Manduca, Ormand, Shipley, & Tikoff, 2014).

Az első kutatási eredmények azt sejtetik, hogy a művészeti foglalkozások pozitív hatást gyakorolhatnak a vizuális-téri és más kognitív képességek fejlődésére (Winner, Goldstein, & Vincent-Lancrin, 2013). Elsősorban a zenei neveléssel kapcsolatos vizsgálatok szolgáltatnak meggyőző bizonyítékokat (Gombás, 2014), a zenetanulás, a vizuális-téri képességek és a matematikai teljesítmények közötti ok-okozati összefüggést több kutatás igazolja (Hetland & Winner, 2004; Catterall, 2005). Hasonló transzferhatást a rajzolás, a vizuális-téri képességek és a STEM területek (pl.: matematikai problémamegoldás) között is kimutattak (Edens & Potter, 2007; OECD, 2013b; Jee et al., 2014). Razel & Eylon (1990) „Agam” elnevezésű programja keretében fejlesztette óvodás korú gyermekek vizuális gondolkodását. A változatos feladatokat tartalmazó, a vizuális nyelv alapjainak elsajátítását megcélzó, két éves periódust felölelő fejlesztés pozitívan befolyásolta a 4-5 évesek kognitív képességeit. Kiemelten támogatta az első osztályba belépők számolási és írási képességeit. Tanulási nehézségekkel vagy kommunikációs rendellenességgel küzdő gyermekek számára kidolgozott képzőművészeti foglalkozásokkal is szignifikáns fejlődést sikerült elérni különböző kognitív képességekben (Silver, 1975, 1989; Mason, Steedly, & Thormann, 2005). Mivel kevés az empirikus kutatás, és nem minden esetben igazolódik a transzferhatást, további vizsgálatokra van szükség. (Ezzel összefüggésben például annak tanulmányozását sürgetik a kutatók, hogy a művészeti tanulás milyen mértékben szervezi át az idegpályákat, az agyi működést.)

Oktatási rendszerünk a vizuális gondolkodásra még ma is másodlagos intellektuális tevékenységként tekint, a rajzolást vagy konstruálást gyerekesnek, „primitívnek” tartja. Sokkal kevésbé valósul meg a vizuális-téri tehetségek korai szűrése, támogatása, mint a tudományos és matematikai területeken, valamint a kiemelkedő zenei vagy mozgási képességeket mutató gyerekeknél, akiket azonnal beíratnak zeneórákra vagy sportklubokba (Hetland & Winner, 2004; Winner & Drake, 2013). Továbbra is kérdéses, hogy a tervezési pedagógia és a probléma-alapú tanulás keresztmetszetében részt vehet-e a STEM a vizuális nevelés megerősítésében (Bequette & Bequette, 2012), és az integrációt megvalósító STEAM alkalmassá válik-e a 21. század kihívásainak megfelelő képességek fejlesztésére. Úgy véljük, hogy a humán és a kognitív képességek modelljeiben egyaránt kiemelkedő szerepet játszó vizuális-téri képességek vizsgálata (Lohman, 1996), kulcsfontosságú adatokat szolgáltathat ezeknek a kérdéseknek a megválaszolásához.

3.1.3. A térábrázolás fejlődése

A tér és a benne megjelenő formák felépítésének megértése nem passzív megfigyelés útján valósul meg, hanem különböző cselekvésekhez kapcsolódva, például tapintás, mozgás, építés vagy rajzolás. Ezeknek a tapasztalatoknak az összekapcsolásával, az eltérő nézőpontok integrálásával, az

attribútumok felismerésével alakulnak ki a mentális reprezentációk, vagy a különböző referenciakeretek (pl.: a vízszintes és a függőleges helyzet értelmezése).

Kárpáti (2001, 2019) a vizuális képességeknek az alábbi *fejődési modell*jeit azonosította a gyermekrajz fejlődéséről szóló szakirodalom elemzésével - előre bocsátva, hogy az alkotás minősége (fejlettségi színvonala) változhat az alkalmazott anyagok és technikák függvényében:

- *Lineáris modell*: a klasszikus fejlődés elmélete, amelynek lényege a rajzolás módok folyamatos tökéletesedése (absztrakt firkáktól az egyre realiztikusabb ábrázolásokig). A modell megalkotói az egyes életkori szakaszokhoz kapcsolt rajzi szinteket, az érzékelés és a gondolkodás fejlődésével állítják párhuzamba.
- *Spirális modell*: a képi nyelv folyamatosan bővül, de a megelőző fejlődési korszakok kifejezési formáit is felhasználja a gyermek, ha a régebbi jelek alkalmasabbak a kifejezni kívánt tartalom megjelenítésére.
- *„U” alakú fejlődési görbe*: a kisgyermek magas szintű önkifejezése az iskolai képzés hatására hanyatlásnak indul. Mélypontját 10-12 éves kor körül éri el, amikor a felhőtlen, ösztönös rajz szinte eltűnik, és a korábbi kifejező készségét a kamaszoknak csak egy része nyeri vissza a későbbiekben.
- *Multimediális modell*: más néven „poliszenzoriális befogadás, intermediális alkotás”. A rajzolás kiegészül egyéb képző- és társművészeti műfajokkal (pl.: plasztika, design, építészet), valamint az alkotásokat más, nem vizuális megnyilvánulási formák (pl.: zene, gesztusok, szöveg) összefüggésében is vizsgálják. A modell szerint alkotó fiatal bravúros rajzi megoldások helyett, a tartalmat jól kifejező, egyszerű, de szimbólumgazdag képi közlő nyelv alkalmazására helyezi a hangsúlyt. A kutatók nem csak a vizuális teljesítményt, hanem a rajzolást kísérő mozgást, beszédet, éneket is számba veszik, és ezek mentén értékelik a fejlődést.

Amikor a gyermekek téri reprezentációjának fejlődéséről beszélünk, leggyakrabban a háromdimenziós világ kétdimenziós leképezésében bekövetkező változásokra gondolunk. A papírlapon történő térábrázolás fejlesztésének jelentősége valószínűleg túlmutat a vizuális nevelés keretein. Clements (1998, 2004) nemzetközi felmérések eredményeire utalva állítja, hogy az Egyesült Államok diákjai a téri reprezentációk hiánya miatt nem képesek megtanulni alapvető geometriai fogalmakat, és megoldani geometriai problémákat. A japán és a tajvani diákok több esetben kétszeresen múlják felül amerikai társaikat a geometriai és a téri képességeteszteken. A kimagasló teljesítmények hátterében a szerző szerint az állhat, hogy a távol-keleti művészetpedagógiában hagyományosan nagy hangsúlyt fektetnek a vizuális megjelenítési módok elsajátítására, és elvárják diákjaiktól az írástanuláshoz is szükséges jó rajzolás teljesítményt.

Rendszerint a lineáris rajzfejlődési modell alapján, vagyis a tér egyre realiztikusabb ábrázolása mentén képzeljük el a gyermekek fejlődését. A gyerekek döntéseit, amelyeket a tér kétdimenziós megjelenítésekor meghoznak, több tényező befolyásolja, ilyenek lehetnek a kompozíciós stratégiák (pl.: az ég felül, a föld alul), az ábrázolási konvenciók (pl.: takart formák hátrébb vannak), vagy a hagyományos ábrázolási rendszerek ismerete (pl.: perspektíva, axonometria szabályai). A reprezentáció során keverednek a Gestalt hatások, a tanult térszervezési eljárások, valamint a megelőző képi minták (grafikai sémák) és a rajzi tapasztalatok. Továbbá meghatározza a folyamatot az a téri információmennyiség, amelyet a gyermekek képesek egyszerre figyelembe venni és feldolgozni (Morra, 2008). A térábrázolásban jól behatárolhatók azok a változások, amelyek az egyes életkori

szakaszokat jellemzik, és objektív kritériumokat lehet meghatározni a fejlődés értékelésére. Elsősorban az ábrázolási konvenciók és a kompozíciós szerkezetek alkalmazásának fejlődési fázisai követhetők nyomon pontosan olyan képes javítókulcsok segítségével, mint például a *Clark Drawing Abilities Test (CDT, Clark Rajzi Képességek Teszt, Kárpáti & Gyebnár, 1997)*. Azonban figyelembe kell vennünk, hogy a legtöbb kutató szerint *a téri reprezentáció fejlődése nem feltétlenül jelent egy lineáris, egyre naturalisztikusabb ábrázolás felé irányuló folyamatot* (Lewis, 1963). Kárpáti (2001, 2005) az egyes korcsoportokban megjelenő térábrázolási típusokkal összefüggésben is hangsúlyozza, hogy ezek a későbbi életszakaszokban visszatérően felbukkannak. A szerző szerint a spontán fejlődés és a tudatos fejlesztés kölcsönhatásából kibontakozó téri reprezentációk meghatározó fázisai a gyermekrajzokban a következők (Séra, Gulyás & Kárpáti, 2002):

- *Kétterű kompozíciók*: a rajzlap alján egy vízszintes vonal mentén elrendezett alakzatokat tartalmazó előtérből és a háttérből álló letisztult térkompozíció. (Az óvodai rajztanítás hatására kialakuló ábrázolási típus.)
- *Szubsjektív arányrend*: a tér egy központi elem köré szerveződik, amelyet mérettel, színnel és a kép centrumába történő elhelyezéssel is hangsúlyoz a gyermek. A realisztikus térábrázolás igénye nem jelenik meg a kompozícióban.
- *Transzparens képek*: a látható világ mellett, a valóságban nem érzékelhető térrészletek megjelenítése (pl.: az „átlátszó” házban lévő emberek és bútorok megrajzolása). Az előző típushoz hasonlóan spontán módon, már óvodás korban megjelenő térábrázolás.
- *Kevert nézőpontú kép*: az elől-, felül- és oldalnézetek kombinálása a kompozícióban annak megfelelően, hogy melyik nézőpontból a legjellegzetesebb a forma (legnagyobb felületek elve). Ezt a változatot sem a naturalisztikus térábrázolás igénye, hanem a legtöbb képi információ megjelenítésének szándéka motiválja.
- *Álperspektíva*: a valós téri viszonylatok illúziójának a megteremtését célozzák meg a rajzok. Jellemzően kisiskolás korban, a térábrázolási rendszerek iskolai oktatását megelőzően jelenik meg ennek igénye. Mivel a perspektíva és az axonometria szabályait még nem ismerik, ezért a más képekről „ellessett” rövidüléssel, kompozíciós megoldásokkal, a tárgyak méretének változtatásával érzékeltetik a teret.
- *Perspektivikus ábrázolás*: a kultúránkban leggyakrabban használt térábrázolási rendszer iskolai oktatása az 5-8. osztályokban történik, azonban sok gyermeknek jelent gondot az elsajátítása. (Hozzá kell tennünk, hogy az általános iskola képzési követelményeiben szintén szereplő axonometrikus és Monge-vetületi rendszer megértése és alkalmazása is hasonló nehézséget okoz.)

Feltehetően az iskolai gyakorlatban preferált bonyolult térábrázolási rendszerek megértésének hiányosságai is hozzájárulnak ahhoz, hogy a kamaszok a spirális modellnek megfelelően visszanyúlnak a rajzfejlődés korábbi korszakaihoz köthető megoldásokhoz, a tanulmány alapján leggyakrabban az álperspektívához és a kevert nézőpont alkalmazásához. (Az egyetemi oktatásban is gyakran találkozunk hasonló jelenséggel, ahol a képzésbe bekerülő fiatal felnőttek, akár a kétterű kompozíciós megoldásokat is szívesen használják.) Továbbá magyarázatot adhat az U-alakú fejlődési görbénél leírt kifejezőkészség hanyatlására, az „élménytelen rajzok kiüresedésére” is, amely az iskolai oktatás hatására következik be. A szerző ezzel összefüggésben több javaslatot tesz: 1) a perspektíva tanítása mellett olyan térábrázolási konvenciók alkalmazásának lehetőségeit is biztosítani kell, amelyek elsajátítása nem okoz leküzdhetetlen nehézséget; 2) a téri megjelenítésben ne törekedjünk a realisztikus ábrázolásmód kizárólagosságára; 3) médiumváltással támogassuk a képi kifejező képesség fejlődését.

Míg a gyermekrajzok vizsgálatának gazdag szakirodalma van, a háromdimenziós térábrázolással foglalkozó kutatások hiányosak, és még ma is feltérképezetlen területnek számít (Pataky, 2017a, 2017b). A pedagógiai dokumentumokban az építés, a konstruálás, a tervezés és a design kifejezésekkel találkozunk leggyakrabban. A téri képességek szakirodalma elsősorban a konstruálás fogalmát használja, azt is csak egy meglehetősen szűk értelmezési keretben. Rendszerint geometrikus testek térbeli elrendezési mintázatának értelmezését fedik le a vizsgálatok (lásd 1.3.2. fejezet). Ezzel szemben a vizuális szakirodalom széles képességcsoportokban gondolkodik az egyes kifejezések kapcsán (pl.: a konstruálás magában foglalja többek között az anyag és eszközhasználatot, a kreativitást, vagy a kifejező képességet). Mivel a kutatások komplex alkotófolyamatokra irányulnak, a tér érzékeltetésének csak bizonyos aspektusaira terjednek ki a vizsgálatok (jellemzően a szerkezetlátásra, formakapcsolatokra).

A konstruáló-tervező képesség fejlődésével, az egyes életkori szakaszokat jellemző tudásszintek meghatározásával kapcsolatban négy széleskörű hazai kutatás is lezajlott az elmúlt időszakban: 1) Leonardo Program: vizuális alkotó és befogadó képességek fejlesztése 7-12 éves korban (Kárpáti, 1992, 1995, 1996); 2) a tervező-konstruáló képességek szerkezete és fejlődése 12-16 éves korban (Gaul, 2001); 3) tárgykészítés-tárgytervezés 6-12 éves korban (Pataky, 2010, 2012); 4) plasztikai képességek fejlődése 3-7 éves korban (Pataky, 2017b). Dolgozatunk vonatkozásában kiemelt jelentőséggel bírnak a Leonardo Program kutatási eredményei. A vizuális képességeken belül hangsúlyosan vizsgálták a téri képességek fejlődésével és fejleszthetőségével kapcsolatos kérdéseket a kutatás mindkét fázisában (1991-1993 és 1993-1995 között). Összesen öt vizuális nevelési program hatásvizsgálatát végezték el, amelyekben a rajzolás mellett tervező-konstruáló feladatok is szerepeltek („Környezetkultúra” program). Ennek következtében lehetőség nyílt a két- és háromdimenziós térábrázolás fejlesztő hatásának összevetésére. A szerző megállapította, hogy **a vizuális-téri képességeket háromdimenziós modellezési feladatokkal, valós téri tapasztalatokkal lehet a leghatékonyabban fejleszteni**. Fontos eleme a kutatásnak, hogy az alkotófolyamatban különböző technikák kipróbálására, alkalmazására nyílt lehetősége a tanulóknak, akik a hazai rajztanítás gyakorlatában igen ritkán szereplő média technikákat is megismerhették (videó, fotó, számítógépes grafika). A korszerű médiumok szerepét felmutatva, a fotó és videó modul téri képességfejlesztő hatását érzékeltetve, árnyaltabb képet adtak a térszemlélet fejlődéséről.

A négy hazai kutatás eredményeként elkészült a tervező-konstruáló képesség részképességeinek leírása, melyeket az iskolai gyakorlatban is jól alkalmazható mérőeszközökkel azonosítottak. A kutatások betekintést nyújtanak a két- és háromdimenziós térábrázolás fejlődésének sajátosságaiba, és feladatgyűjteményekkel támogatják a hatékony fejlesztést. Fontos, hogy a hazai vizuális nevelés szempontjainak, lehetőségeinek szem előtt tartásával, a teljes óvodai-iskolai képzési intervallumot (3-16 évesek) lefedve zajlottak a vizsgálatok.

3.2. A vizuális nevelés eredményességének mérőeszközei

„A vizuális nevelés az a sajátos iskolai fejlesztési terület, amelynek értékelési problémái nem a tartalmak és módszerek meghatározásával, hanem a minősítés szükségességének megítélésével kezdődnek. *Sem a magyar, sem a nemzetközi szakmai közvélemény számára nem egyértelmű, hogy az iskolai oktatásban elsajátított esztétikai és művészettörténeti ismereteket vagy az ábrázolás, tervezés, kifejezés technikáit és szabályait éppen úgy számon lehet és kell is kérni, mint a matematika vagy anyanyelv tananyagát*” (Kárpáti & Gaul, 2011, p. 41).

Értékelés szempontjából a vizuális nevelés két, egymástól markánsan elkülöníthető részből tevődik össze. Más elméleti tárgyakhoz hasonlóan, egy pontosan behatárolható, számonkérhető tudást felölelő művészettörténeti/műelemző részből. Továbbá egy ennél jóval nagyobb arányban jelen lévő, alkotófolyamatokból álló gyakorlati részből, ahol többnyire még az oktatási célok és a követelmények meghatározásában sincs konszenzus a szakemberek között. Egyértelmű kritériumok hiányában az értékelők személyes ízlése, az általuk preferált szempontok kerülnek előtérbe. Erről az iskolai gyakorlatban is megjelenő problémáról Bodóczky (2000) a következőket írja: „Az egészében szubjektív tanári értékelés pedig igen súlyos következményekkel jár, és nem csak azért, mert kialakulhat egyes tanulóknál önmaguk tartós alul- vagy felülértékelése. Az *objektívebb értékelés hiánya nagy presztízsveszteséget jelent a tantárgy egészére nézve* is. Részben ennek köszönhető, hogy a rajz nem számít a „komoly” tantárgyak közé, óriási mértékben leértékelődött a társadalom szemében” (Bodóczky, 2000, p. 1).

A vizuális terület nemzetközi vezető szakfolyóirataiban, amelyekben a hetvenes-nyolcvanas évek alapvető, a vizuális képességkutatást megalapozó írások jelentek meg, alig találkozunk az értékeléssel foglalkozó tanulmányokkal. „A vizuális nevelés szakirodalma jelenleg esztétikai, kulturális antropológiai és szociológiai tanulmányokból áll, a gyakorlatot segítő újságokban pedig képkalkoló technikák leírása olvasható a remek rajzórákról szóló lelkes beszámolók mellett. ...A magyar Vizuális kultúra műveltségterület nemzetközi megfelelőinek (*Art and Design, Kunsterziehung, Arts Plastiques*) tanterveiben az értékelésről szóló részekben kimeneti követelmények helyett esszéket találunk az önkifejezésről, a jó ízlésről és az esztétikai érzékenységről” (Kárpáti & Gaul, 2011, p. 42). Az *oktatáspolitikája jelenleg is művészetoktatásként tekint a vizuális nevelésre*. Figyelmen kívül hagyja azt a paradigmaváltást, amelynek lényege éppen **a hangsúly eltolódása a művészi tartalmaktól a mindennapi élet vizuális kommunikációjának irányába** (Sándor, 2011). Kárpáti és Gyebnár (1997) arra az ellentmondásra is rámutat, hogy miközben a tanárok idegenkednek az értékeléstől, az órákon jórészt olyan vizuális kifejezési módszerekkel ismertetik meg a gyerekeket, amelyek pontosan leírhatók és mérhetők (pl.: ábrázolási konvenciók, eszközök és technikák alkalmazása, szimbólumok értelmezése).

A közelmúltban számos hazai szakember fogott össze annak érdekében, hogy meghatározzák a vizuális képességek objektív értékeléséhez szükséges kritériumokat. A nemzetközi szakirodalomban ismertett képességmodellek és a Nemzeti alaptanterv figyelembe vételével elkészült egy átfogó vizuális képességstruktúra (Kárpáti & Gaul, 2011). Emellett bizonyos képességelemekre vonatkozóan a részletes keretrendszerek is kidolgozásra kerültek (például a korábban említett tervező-konstruáló képességekhez). A kutatások célja azoknak a vizuális képességeknek, részképességeknek az összegyűjtése és rendszerezése, amelyek pontosan definiálhatók, ezáltal mérhetők és meghatározhatók az egyes életkori szakaszokhoz kapcsolódó képességszintek. A magyar standardok kialakításánál nehézséget jelentett, hogy a 6-14 évesek vizuális nyelvének fejlődése jelentős egyéni különbségeket mutat (Kárpáti, 1996). „Igen nehéz volt olyan kritériumokat találni, amelyek nem frusztrálták a vizuális tehetségeket, jól tükrözték az átlagosak fejlődését és még megoldhatók voltak a képi nyelvet próbálgatók számára is” (Kárpáti, 1996, p. 8). (A magyar vizuális képességmodell kutatások részei lettek a Közös Európai Vizuális Műveltség Referenciakeret kidolgozásának, amely egy új, képességkutatásra alapozott tantervfejlesztési irányzatot indított el Európa-szerte, Kárpáti, 2018).

A továbbiakban ismertetjük a vizuális képességek azonosítására és fejlődésük értékelésére használható, bevált kortárs mérőeszközöket.

3.2.1. Vizuális képességek értékelése pszichológiai tesztekkel

Számos standardizált pszichológiai teszt áll jelenleg is rendelkezésünkre a vizuális képességek mérésére. Ennek ellenére pedagógiai célú alkalmazásukra ritkán látunk példát még kutatómunkák kapcsán is. Kivételt jelent ez alól a Leonardo Program öt alternatív tanmenetének hatásvizsgálata, amelyben pedagógiai és pszichológiai mérőeszközöket egyaránt alkalmaztak (Kárpáti, 1995, 1996; Kárpáti & Gyebnár, 1996, 1997). Ez a kutatás jól szemlélteti, hogyan járulhatnak hozzá a vizuális képességek fejlődésével kapcsolatos tudásunk gyarapodásához releváns pszichológiai vizsgálatok. Az *általános intelligencia és a vizuális képességek szoros kapcsolatának kimutatása például új eredménynek számít*. Emellett olyan összefüggésekre (vagy annak hiányára) világít rá, amelyek hasznosíthatók az oktatás napi gyakorlatában. *A rajztanításban kiemelt szerepet játszó térábrázolási rendszerek elsajátításának színvonala például nem mutatott összefüggést a pszichológiai teszteken mutatott teljesítményekkel* (a McQuerrie-sorozatot és a Rybakoff tesztet alkalmazták a vizsgálatban). *A felmérések tehát cáfolják az oktatási szakemberek régi meggyőződését, hogy a téri gondolkodást leginkább az axonometrikus, perspektivikus és Monge-vetületi rendszerek tanításával lehet fejleszteni*. A vizuális-téri képességek értékelése a pedagógiai vizsgálatokban is többnyire pszichológiai tesztekkel vagy azok módosított változataival történik. Az 1.3.1. fejezetben ismertetett mérőeszközök is ebbe a körbe sorolhatók. Azoknak a képességeknek a vizsgálata is pszichológiai eljárásokkal történik, amelyek a legnagyobb hatással vannak a térszemlélet teszteken mutatott teljesítményekre, mint vizuális memória, szelektív figyelem vagy munkamemória (lásd 2.3. fejezet, pl.: *Rey-Osterrieth complex figure test*, *Flanker compatibility task*).

Kárpáti és Gyebnár (1997) kiemeli, hogy a vizuális nevelésben megjelenő objektív értékelési eljárások jelentős mértékben javíthatják az oktatás minőségét, és egyértelműen használnak a tantárgy presztízsének. Felgyorsítják a professzionalizálódás folyamatát, hiszen nagyobb arányban jelennek meg a fejlesztést elősegítő feladatsorok, tanári segédanyagok, tankönyvek, új oktatási módszerek, intenzívebbé válik a tanárok közötti tapasztalatcsere. Annak veszélyére is figyelmeztetnek a szerzők, hogy a tanárok védekező stratégiákkal reagálhatnak a felmérésekre, például hangsúlyosabban jelennek meg a jobban beazonosítható, könnyebben mérhető tudáselemek (pl.: ábrázolási rendszerek ismerete, technikai fogások).

3.2.2. Vizuális képességek értékelése zsűrizéses-pontozásos módszerrel

A hagyományos téri képességetesztekkel végzett mérések hátránya, hogy nem szolgáltatnak információt az alkotói képességelemekről (pl.: formaalkotás és konstruálás, térszervezés, anyag-szerkezet-forma összefüggéseinek felismerése). Ennek a képességcsoportnak az értékelésére a zsűrizéses vagy pontozásos módszert alkalmazzák. A legnagyobb kihívást az értékelés szubjektivitásának csökkentése jelenti, amelyet többnyire bizottságok felállításával, a zsűrizést végző szakértők számának növelésével próbálnak elérni. „Kérdéses azonban, hogy több szubjektív vélemény átlaga milyen eredménynek tekinthető?” (Bodóczky, 2000, p. 19). Bodóczky (2000) arra hívja fel a figyelmet, hogy a pontosan meghatározott kritériumok felállítása helyett számos esetben csak bizonytalanul megfogalmazott szempontok alapján végzik az értékeléseket. Lényeges a százalékban, vagy pontszámban kifejezhető értéksorrend felállítása, és az egyértelmű eldönthetősége annak, hogy valaki megfelelt-e az adott kritériumnak.

A vizuális képességvizsgálatok területén találkozunk olyan kísérlettel, amely sikeresen bizonyította, hogy az alkotói összetevők mérhetővé tehetőek. Kárpáti, Zempléni, Verhelst, Velduijzen és

Schönauf (1998) egy holland-magyar együttműködéssel megvalósuló kutatási projekt keretében vizsgálta a zsűrizéses értékelés lehetőségeit. Megállapították, hogy a számos szakértő részvételével összeállított *részletes kritérium-rendszer alapján történő értékelés számszerűsíthető eredményeket ad és objektív mérőeszköznek tekinthető*. Az utasítások követésével, a kritériumok alapján végzett pontozással kiküszöbölhető az alkotói képességek értékelése kapcsán gyakran felvetődő probléma: „hogyan lehet csökkenteni az értékelés szubjektivitását és elősegíteni azt, hogy több kiértékelő se jusson más véleményre” (Kárpáti & Gyebnár, 1997, p. 50).

A pedagógiai gyakorlatban számos tantárgyban alkalmazzák a zsűrizéses-pontozásos módszert. Jellemzően nem az egyes tanórák keretében létrehozott produktumok, hanem egy hosszabb időszakot felölelő alkotómunka értékelésére használják. Ebből következően nem csak az adott pillanatban meglévő tudás mennyiségéről és minőségéről képes információt szolgáltatni, hanem árnyaltabb képet nyújt a diákok vizuális gondolkodásának sajátosságairól, fejlődéséről. A vizuális nevelésben hagyományosnak mondható, céljaiban és ezzel együtt szempontrendszerében is különböző értékelési módszerek:

- *Portfólió értékelés*: egy adott időszakban elkészült alkotások gyűjteménye. Rendszerint jellegükben, témájukban és a kivitelezés technikájában is változatos munkákat foglal magába a portfólió. Ilyen a Rajz és vizuális kultúra érettségi vizsgára összeállított feladatsor, amely egyaránt tartalmazhat például a látvány megfigyelése alapján készült tanulmányrajzokat, plasztikákat, tárgy és környezetterveket, fényképsorozatokot. Sokszínűsége miatt a portfólió alapján készített felmérésekkel a diákok vizuális képességeinek széles spektrumát tudjuk vizsgálni. Mivel a gyűjtemények sokszor egy tanév válogatott anyagát tartalmazzák, az egyes képességelemek fejlődéséről is gazdag információt nyújtanak.
- *Projekt-módszerű oktatás és értékelés*: konkrét célkitűzéssel meghatározott tervezési feladat kidolgozása. Az egyes projektek megvalósulhatnak egyéni vagy csoportmunkában, és alkalmasak különböző tudományterületek bevonására. Jelentős eltéréseket mutathat a feladat kiírásának részletessége, a megvalósítás időtartama és ezzel összefüggésben a kivitelezés minősége (például egy pár napos workshop alatt kidolgozhatunk egy koncepciót, míg egy féléves munka keretében elkészülhet egy prototípus). Az értékelés közös vonása a projekt-módszernél, hogy a végeredmény mellett a megvalósítás folyamatának egyes fázisaiban létrejövő munkák is kiértékelésre kerülnek. Tájékozódhatunk az egyes lépéseknél megjelenő problémákról és a megoldási kísérletekről, tehát a vizuális gondolkodás teljes folyamatára nyílik rálátásunk.
- *Mestermunka értékelése*: egy tanulási folyamatot lezáró, a megszerzett tudást összegző alkotás. Jellemzően egy képzés befejezéseként elkészülő vizsgafeladat, amely a leggyakrabban egy önállóan választott tervezési munkát, vagy egy műalkotás létrehozását takarja. A vizsgafeladat (mestermunka) alapján történő értékelési formának hosszú hagyománya van (pl.: a Bauhaus iskolában is bevett eljárás volt), és az alkotói képességeket leginkább igénylő hivatásokban ma is alkalmazzák (pl.: képző és iparművészeknél, építészmérnököknél a tanulmányokat lezáró diplomamunka). Az értékelés célja annak felmérése, hogy a vizsgázó rendelkezik-e azokkal a képességekkel, tudással, amely az adott szakmában való sikeres érvényesüléshez szükséges.

3.2.3. Vizuális képességek értékelése online pedagógiai tesztekkel

A hazai vizuális képességstruktúra létrejöttével a tesztjellegű mérőeszközök fejlesztése is megkezdődhetett. Jelenleg a vizuális nevelés három kiemelt területén rendelkezünk online tesztekkel: 1) vizuális kommunikáció (6-18 évesek); 2) térszemlélet (10-18 évesek); 3) színpercepció és színértelmezés (6-18 évesek) (Kárpáti et al., 2015; Babály & Kárpáti, 2015; Babály, 2016; Tóth, Kárpáti & Molnár, 2017; Simon, 2018). Ezekkel az eszközökkel vizsgálhatóvá váltak mind a tantárgytól független, mind a közoktatás tantervi dokumentumaiban szereplő képességelemek. A tesztek és a feladatsorok igazodnak az oktatás napi gyakorlatához (pl.: a felmérések elvégezhetőek a 45 perces tanóra keretében), ezért a pedagógusok könnyen beilleszthetik értékelési munkájukba. Az egyes korosztályok számára összeállított tesztek horgony-itemekkel kapcsolódnak egymáshoz, amely lehetővé teszi a tanulók fejlődésének nyomon követését egészen kisgyermek kortól a felnőtté válásig. Ezeknek az adatoknak a birtokában feltárhatóvá válnak a további fejlesztést igénylő területek, előmozdítva egyéni, iskolai vagy akár országos szinten a szükséges beavatkozások tervezését. A számítógép alapú értékelésnek számos előnyét ismerjük, ilyenek például az automatikus, gyors kiértékelhetőség, amely a korábbi adatfelvételekhez képest objektívebb, azonnali visszacsatolást eredményez (Csapó, Molnár, & R. Tóth, 2008; Csapó, Molnár, & Nagy, 2014). Olyan információkat is szolgáltat, amelyek rögzítésére a papír alapú mérések során nincs lehetőség, például a teszten belüli mozgása a gyerekeknek, vagy az egyes feladatok megoldásával eltöltött idő. Ezek a tulajdonságai az online teszteknek hozzájárulhatnak a vizuális-téri gondolkodási folyamatok, az alkalmazott problémamegoldási stratégiák mélyebb elemzéséhez.

Objektív felméréseket csak pontosan meghatározott képességstruktúra (referenciakeret) alapján, a vizsgálat céljának és a résztvevők életkori sajátosságainak megfelelő mérőeszközökkel végezhetünk. Olyan összetett képességek vonatkozásában, mint a térszemlélet, különösen fontosak azok a vizsgálatok, amelyek ötvözik a különböző értékelési eljárásokat (pl.: tesztelés és zsűrizés együttes alkalmazása) (Koch, 2006; Babály & Kárpáti, 2016a, 2016b). A téri képességek összetevői egyértelműen csoportosíthatók az általuk mozgósított képességelemek alapján, amelyek meghatározzák a vizsgálatukra használt mérőeszközöket is. Ezek a csoportok egymástól független fejlettségi szinteket mutathatnak:

- Befogadó képességek: mentális műveletek (felismerés, manipuláció)
- Alkotói képességek: konstruálás – tervezés (problémamegoldáshoz, kreativitáshoz, funkcionalitáshoz köthető aspektusok)
- Leképező képességek: két- és háromdimenziós térábrázolási rendszerek (pl.: axonometria, Monge-vetület) és konvenciók ismerete, alkalmazása (pl.: műelemzés, műszaki rajzok és térképek jelrendszere, kivitelezés technikai minősége, vizuális kifejezőképesség)

Bár az elmúlt időszakban elkészültek a vizuális képességstruktúrák és a részletes kritériumokat tartalmazó értékelési rendszerek, még hosszú idő kell ahhoz, hogy ezek megjelenjenek az oktatás dokumentumaiban és a pedagógusok napi gyakorlatában. *A tanulói munkák minőségét továbbra is holisztikusan szemléljük, pedig ez a megközelítés nem alkalmas a munka világában és a mindennapi életben lényeges vizuális képességelemek fejlődésének értékelésére, és a hatékony fejlesztésükhöz szükséges pedagógiai stratégiák kidolgozására* (Kárpáti & Gaul, 2011; Kárpáti et al., 2015).

3.3. Térszemlélet a vizuális nevelésben

A térszemlélet, interdiszciplináris jellegével több tudományágat kapcsol össze (pl.: intelligenciakutatás, műszaki tudományok, vizuális kultúra, geometria), ennek megfelelően számos iskolai fejlesztési területet érint. A hazai közoktatási rendszerben a Matematika, az Ember és természet, a Földünk-környezetünk, a Művészetek, a Testnevelés és sport programjában egyaránt megjelenik a téri képességek fejlesztésének igénye, de a műveltségterületekhez tartozó tantárgyak oktatási gyakorlatában egymástól függetlenül, az összehangolás igénye nélkül folyik a képzés (Kerber, 2006). Jelenleg a pszichológiai mellett a pedagógiai kutatásoknak is kedvelt témájává vált a vizuális-téri képességek vizsgálata, amelyet elsősorban a matematika és a természettudományos oktatással foglalkozó szakemberek végeznek. Annak ellenére, hogy olyan kutatási területről beszélünk, amely a látási tapasztalatokat, a mentális képek kialakulását és a velük végrehajtott gondolkodási műveleteket vizsgálja, a vizuális nevelés szakemberei közül csak kevesen mutatnak érdeklődést a térszemlélet vizsgálata iránt nemcsak nálunk, hanem nemzetközi vonatkozásban is.

Az 1970-es évek végétől indul el hazánkban az a folyamat, amelyben a vizuális nevelés egyre inkább eltolódik a képzőművészeti tartalmaktól a vizuális nyelv elsajátításának irányába (Bodóczy, 2000). Ennek a megújulásnak az ikonikus alakjai Bak Imre és Lantos Ferenc, akik tér és formaalakítási kísérleteket, kompozíciós gyakorlatokat tartalmazó kiadványaikkal előmozdították a pedagógusok szemléletváltását, és egy korszerűbb rajztanítás lehetőségének a megteremtését (Bak, 1977; Lantos, 1976, 1982). Napjaink legfőbb kihívását az jelenti, hogy a számítógépes technológiák, és az online tér megjelenésével folyamatosan növekszik a képi információk aránya, egyre nagyobb mértékben vizuálisan kommunikálunk. A látott élmények befogadásához, feldolgozásához, és az új típusú képalkotási eljárások alkalmazásához szükséges vizuális képességek megismerése elengedhetlenné vált. Ennek érdekében alapítja meg számos, közöttük több magyar kutató és oktatási szakember 2010-ben az Európai Vizuális Műveltség Hálózatot (*European Network for Visual Literacy, ENViL*). A hálózat tagjai tantervek, fejlesztő programok és értékelési rendszerek áttekintésével, elemzésével alkották meg a *Közös Európai Vizuális Műveltség Keretrendszert (Common Framework of Reference for Visual Literacy, CEFR-VL)*. A keretrendszer célja, hogy támogassa a kompetenciákon alapuló tanterv- és tananyagfejlesztéseket, valamint az ezekhez kapcsolódó értékelési rendszerek kidolgozását a vizuális nevelésben. A nemzetközi képességmodell jelentősége, hogy a pszichomotoros képességek körébe tartozó vizuális képességeket affektív és kognitív képességekhez kapcsolták, és hangsúlyozták a képi nyelvet mozgósító helyzetek („*Situations*”) jelentőségét a vizuális nyelv fejlesztésében (Wagner & Schönau, 2016; Kárpáti & Schönau, 2019; magyarul: Kárpáti & Pataky, 2016; Kárpáti, 2018).

Magyarországon a vizuális nevelés jelentős módszertani átalakuláson ment keresztül a 20. század utolsó évtizedeiben, amit a tantárgy nevének megváltozása is jelez. A korábban *Rajz és műalkotások elemzése* tárgy már 1985-ben megkapta a *Vizuális kultúra* elnevezést, és tartalmában is jelentősen megújult. Bevezeti a mindennapi képi nyelv használatát, az új alkotó módszereket (pl.: projekt-módszer) és technikákat (pl.: intermediális művek), felhasználja a kortárs képzőművészet, design és tömegkultúra témáit, kifejezőeszközeit. Ekkor jelenik meg az iskolai tananyagban a környezetkultúra és a vizuális kommunikáció fogalma. A nemzetközi szakirodalom vizuális képességmodelljei alapján elkészül a hazai vizuális keretrendszer, amely az egyértelműen definiálható és mérhető vizuális képességeket rendszerezi. A vizuális képesség keretrendszert alkalmazzák a Nemzeti alaptanterv (2007) megjelenése után meginduló mérésekben is. Ebben önálló képességelemként jelenik meg a térszemlélet, amelyhez - a többi részképességhez hasonlóan - fejlesztő-értékelő feladatsor is készül (Kárpáti & Gaul, 2011).

3.3.1. Vizuális-téri képességek a hazai tantervekben

A Vizuális kultúra tanterveinek közös jellemzője, hogy tevékenység leírások, általánosan megfogalmazott komplex célok mentén haladnak, így *nehezen azonosíthatók a pontos oktatási-nevelési tartalmak és azok súlya az egyes feladatokon belül. A térszemlélet fejlesztésére irányuló tananyagok, követelmények is többnyire indirekt módon, a fejlesztendő, elvárt vizuális-téri képességek pontos definiálása nélkül jelennek meg.* Kivételt a térábrázolási rendszerek ismerete és a térbeli tájékozódás képessége jelent, amelyeket az alap-, a keret- és a helyi tantervek is kiemelten kezelnek. Az alábbiakban összefoglaljuk, mely vizuális-téri képességelemek melyik korosztályok tanterveiben jelennek meg (Magyar Közlöny, 2012/66, 2012/51; Mozaik Kiadó, 2004; Nemzeti Tankönyvkiadó, 2007; Helyi tanterv, 2012).

2. táblázat. Vizuális-téri képességek megjelenésének gyakorisága az alap, a keret- és a helyi tantervekben (A táblázatban feltüntettük, hogy melyik évfolyamokon jelenik meg az adott képességelem, a zárójelben az említés gyakorisága szerepel.) (Forrás: Kárpáti, Babály & Simon, 2015)

Képességelem		NAT 2012	Keret- tanterv 2012	Keret- tanterv Mozaik, 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 érzékeltetése	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) szabályszerűségek (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 (1)	1.,5.,6. (5)
4. Téralakítás-tervezés,	a) tárgytervezés (pl.: nézetek, metszetek)	5-8. (2)	1.-2.,3.-4., 5.-6 (9)	3.,4.,6. (6)	5.,6. (4)	3.,4.,5.,6. (10)

konstruálás (síkban)	b) épülettervezés (pl.: alaprajz, homlokzat)	5-8. (1)	3.-4.,5.-6 (6)	2.,4. (4)	-	4. (1)
	c) térszervezés külső-belső terekben	1-8. (2)	1.-2.,3.-4., 5.-6 (7)	1.,2.,3.,4.(6)	-	4. (2)
5. Téralkítás- tervezés, konstruálás (térben)	a) tárgytervezés modellezéssel	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)
	b) épülettervezés modellezéssel	-	5.-6. (2)	4. (1)	-	4. (1)
	c) 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)
	d) palást és szabásminták	-	3.-4. (1)	3. (2)	-	1., 3., 6. (3)
	e) origami	-	-	2., 4. (2)	1.,2.,3.,4. (1)	1. (1)
	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.: lakóhely)	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 adódó térérzetek (pl.: egyensúly, ritmus)	-	5.-6. (1)	1.,2. (2)	5.,6. (2)	6. (5)	
9. Térhatások érzékeltetése a vizuális nyelv alapelemeivel	1-8. (7)	1.-2.,3.-4., 5.-6 (3)	2.,4.,5.,6. (11)	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)	
14. Időben változó térélmények ábrázolása (mozgás)	1-8. (5)	1.-2.,3.-4., 5.-6 (8)	-	5.,6. (3)	3.,4.,5.,6. (5)	

Megjegyzés. NAT=Nemzeti alaptanterv, NTK=Nemzeti Tankönyvkiadó

A 2. táblázatban összesített adatok alapján szembetűnő, hogy magas számban jelennek meg a modellezéssel, tárgykészítéssel, térbeli helyzet érzékeltetésével és a térérzékeléssel kapcsolatos feladatok minden vizsgált évfolyamban. Ezek azonban szabad képalkotási, konstruálási feladatokat takarnak, és ennek megfelelően sokkal inkább az önkifejezés, a kreativitás, mint a pontos térképzetek kialakításának irányába tolnak el a gyakorlatban. A vizsgált tantervekről összességében megállapítható, hogy a térszemlélethez kapcsolódó tananyagok és kimeneti követelmények meghatározása többnyire általánosságokban van megfogalmazva, például „egyszerű tárgykészítés” (NAT, 2012), vagy „személyes és közös élmények, képzetek megjelenítése rajzokban, festményekben, szobrokban” (Mozaik, 2004), ezért a tanórákon minden bizonnyal eltérő súllyal és esetlegesen jelennek meg ezek a vizuális-téri képességeket fejlesztő tartalmak. *A tantervi előírások a kreatív alkotótevékenységeket ösztönzik, ami egyrészt előnyös, hiszen a téri képességeket hatékonyan fejlesztő modellezések a korábbiaknál nagyobb szerepet kapnak, másrészt hátrányos a látvány megfigyelését, a térbeli viszonylatok, helyzetek elemzését igénylő feladatok háttérbe szorulása miatt.* További probléma, hogy a konstruáló feladatok rendkívül anyag- és eszközigenyesek és ezért az iskolai gyakorlatban a tantervi említéseknél nagyságrendekkel ritkábban jelennek meg (Pataky, 2012).

A hazai tantervi dokumentumok alapján összeállítottuk a téri képességek keretrendszerét (3. táblázat). Ebben azokat a részképességeket gyűjtöttük össze, amelyeket a hétköznapiakban rendszeresen használunk, fontosak lehetnek a munka világában, és objektíven értékelhetők. Az alkalmazott kifejezések egyértelműsítése érdekében a vizuális képességelem meghatározásokat összehangoltuk a pszichológiai vizsgálatok jellemzően matematikai, geometriai fogalmi és műveleti rendszerével. *Szándékaink szerint ezzel a szintézissel vizuális képességstruktúránk összevethetővé válik a képességdiagnosztikai mérésekben használatos hazai és nemzetközi térszemléleti tesztek által vizsgált komponensekkel.*

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 rekonstruálása	Kétdimenziós ábrák alapján három-dimenziós 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

3.3.2. Vizuális-téri képességek fejlesztésének lehetőségei digitális környezetben

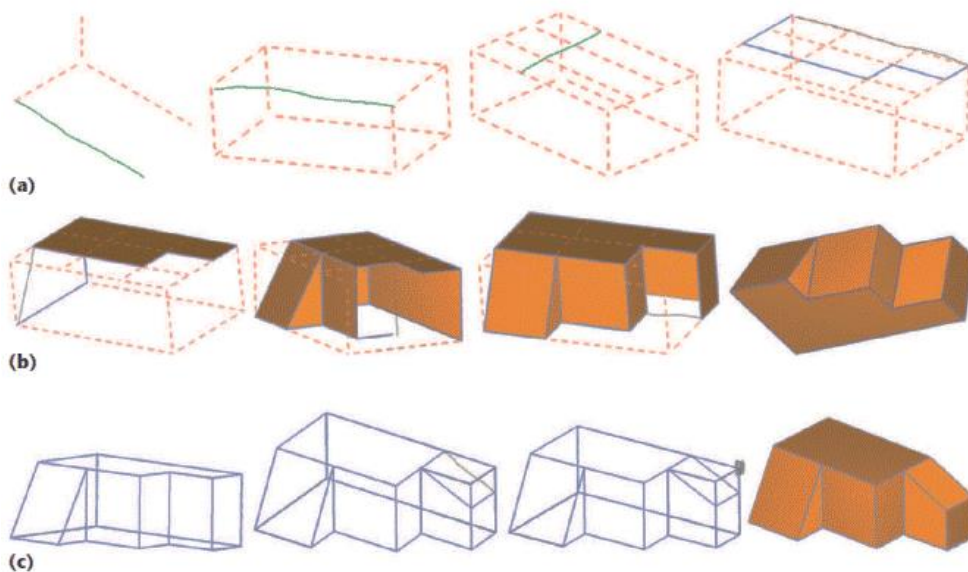
A hétköznapi életben egyre több időt töltünk az online térben, a virtuális valóság (VR - *Virtual Reality*) és a kiterjesztett valóság (AR - *Augmented Reality*) is mindennapi életünk szerves részévé válik. A fiatalok hozzászoktak, hogy sokféle stimulációnak, például interaktív és audiovizuális tartalmaknak vannak kitéve, és hiányként élik meg, ha ezek az ingerek nem érik őket az osztályteremben. Egyre növekvő igény mutatkozik a digitális technológiák nyújtotta lehetőségek felhasználására a tanulók motivációjának, és a tanulás hatékonyságának növelésére, valamint az iskolai teljesítmények értékelésére. Az új, oktatási célú alkalmazások fejlesztése **csökkentheti az iskolai oktatás hagyományos módszereit és az alternatív, informális tanulás közt ma még meglévő szakadékot**. Klima és Kárpáti (2018) kiemeli a digitális technológiák megismerése iránt elkötelezett pedagógusok fontosságát is, hiszen a diákok gyakran magasabb szinten használják ezeket az eszközöket tanáraiknál. Ezek a fejlesztésre is alkalmas eszközök igénylik vizuális nevelés és a médiapedagógia integrálását, hiszen képesek ötvözni a digitális média, a virtuális valóság és a művészeti oktatás technikáit és szempontjait.

Olyan kutatásokkal nem találkoztunk, amelyek eredményei átfogó képet adtak volna a valós és a virtuális térben való érzékelési, gondolkodási folyamatok különbségeiről, de egyre növekvő számban jelennek meg a digitális eszközök felhasználásával végzett fejlesztő kísérletek a vizuális-téri képességek kutatásán belül is. Ezek jelentős része az immerzív VR technológiákhoz kötődik, amelyek előnye, hogy *a közvetlen tapasztalat élménye, az interaktivitás, és a játékos megközelítés vonzóvá teszi a tanulást* (Freina & Ott, 2015). A VR segítségével szimulálhatunk olyan valós vagy elképzelt, természetes vagy városias környezetet, amelyekhez egyébként nem lenne hozzáférésünk. Ez lehetővé teszi a térbeli tájékozódási képesség fejlesztését és értékelését egy élményszerű tanulási környezetben, ahol az összes változó, beállítás teljes mértékben az irányításunk alatt áll. A VR technológiához kapcsolódó mérőeszközöket korábban már bemutattuk (lásd 1.3.2. fejezet).

A vizualizációban, képi gondolkodásban rejlő valódi potenciált többnyire a szakemberek sem ismerik, és tévesen a szemléltetéssel azonosítják. A napjainkban használatos grafikai alkalmazások egyszerű, felhasználóbarát kialakítása miatt egyre többen válnak aktív kép- és videoszerkesztővé. *Az új eszközök kímoldítanak a szemléltetésnél megszokott, passzív befogadói szerepből, és egyre inkább az információk megszerzésének, értelmezésének, rendszerezésének és átadásának hatékony módjaként tekintenek a vizualításra.* Több oktatási szoftver támogatja a tudományos ismeretek feldolgozását vizuális-téri reprezentációk segítségével. Jee és munkatársai (2014) olyan új módszereket

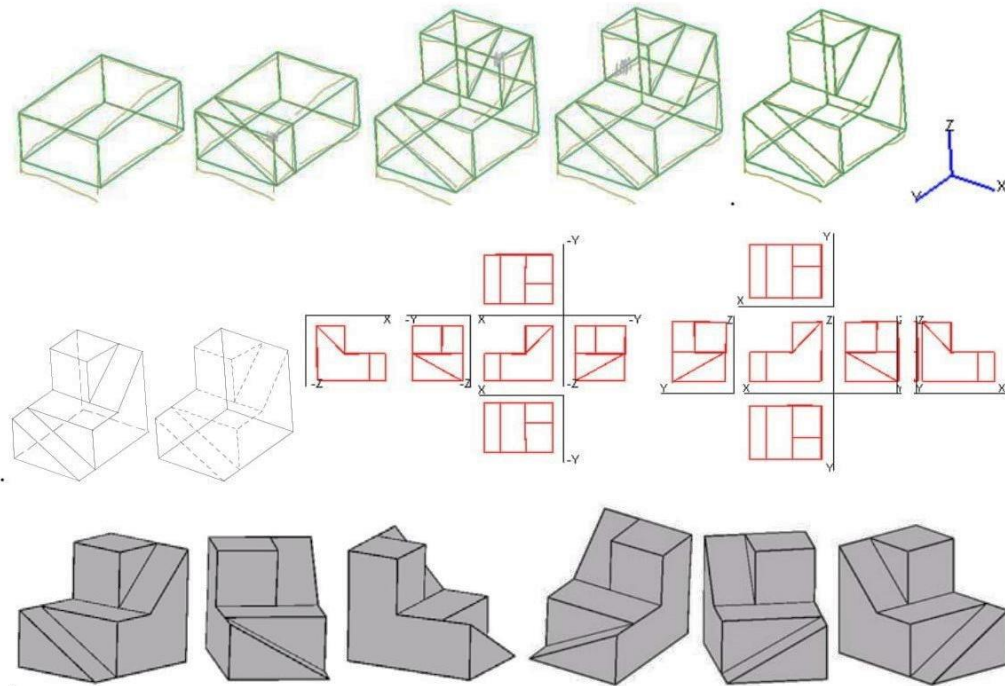
mutatnak be, amely segíti a térbeli információk feldolgozását különböző tudományterületeken. A tanulás támogatására egy vázlatmegértő programot, a nyílt forráskódú CogSketch alkalmazást használják, amely intelligensen értelmezi a rajzokat, képes elkülöníteni a vázlatban megjelenő objektumokat, és rögzíteni a köztük lévő kapcsolatrendszer nyílak felrajzolásával (pl.: egy térképen). Elhelyezhetünk kiegészítő információkat, például címkézhetjük az ábrákat a CogSketch tudásbázisából lehívható fogalmakkal, szimbólumokkal, és érzékeli az elemek beillesztésének sorrendjét, időtartamát. A szerzők megállapítják, hogy az elkészült vázlatok bizonyos tulajdonságai - mint például a relációs tartalom, a térbeli elrendezés és az időbeli felépítés - jelzik a tudományos tartalmak megértésének szintjét. Tehát ellenőrizhetővé, értékelhetővé válik a megszerzett tudás, például az adatgyűjtés során felhalmozott információk milyen arányban relevánsak, ok-okozati összefüggések feltárásra kerültek-e, a folyamatok egyes szakaszainak sorrendisége megfelelő-e.

A tudományos, az informatikai és a mérnöki területeket a művészetekkel integráló (STEAM) tanulási módszerek támogatása digitális, interaktív eszközökkel számos kutatásban megjelenik. A tanulmányok többsége a mérnökképzésben használatos, a kreatív tervezési folyamatokat és a 3D modellezéseket segítő szoftverekkel végzett kísérletek eredményeiről számol be (Mohler, 2001; Leopold, 2005; Rafi, Samsudin, & Ismail, 2006; Katona, 2012; Roca-González, Martín-Gutiérrez, García-Dominguez, Carrodegua, & del Carmen, 2017). A két és háromdimenziós modellezésben a CAD rendszerek (*computer-aided design*) a legelterjedtebbek, de ingyenesen elérhető, akár gyermek által könnyen kezelhető szoftverek is rendelkezésünkre állnak. Ezekkel az eszközökkel a téri képességek befogadáshoz (pl.: térbeli struktúrák, formakapcsolatok értelmezése) és alkotáshoz (pl.: formatervezés) köthető összetevői is hatékonyan, élményszerűen fejleszthetők. Továbbá alkalmas lehet a tanulók számára nehézséget okozó ábrázolási rendszerek elsajátításának megkönnyítésére. A vizuális megjelenítési képességek javításában jelentős segítséget nyújthatnak a vázlat alapú modellező programok is. Az oktatási célokra adaptált eREFER és eCIGRO alkalmazások egy kétdimenziós szabadkézi vázlat alapján hozzák létre a háromdimenziós modellt (Contero et al., 2005; Firat & Laramee, 2018) (13. és 14. ábra).



13. ábra

Szabadkézi vázlat feldolgozási fázisai az eCIGRO alkalmazásban (Forrás: Contero et al., 2005, p. 29)



14. ábra

Szabadkézi vázlat feldolgozási fázisai az eREFER alkalmazásban (Forrás: Contero et al., 2005, p. 28)

3.4. A vizuális-téri képességek fejlesztésének nem-formális és informális lehetőségei

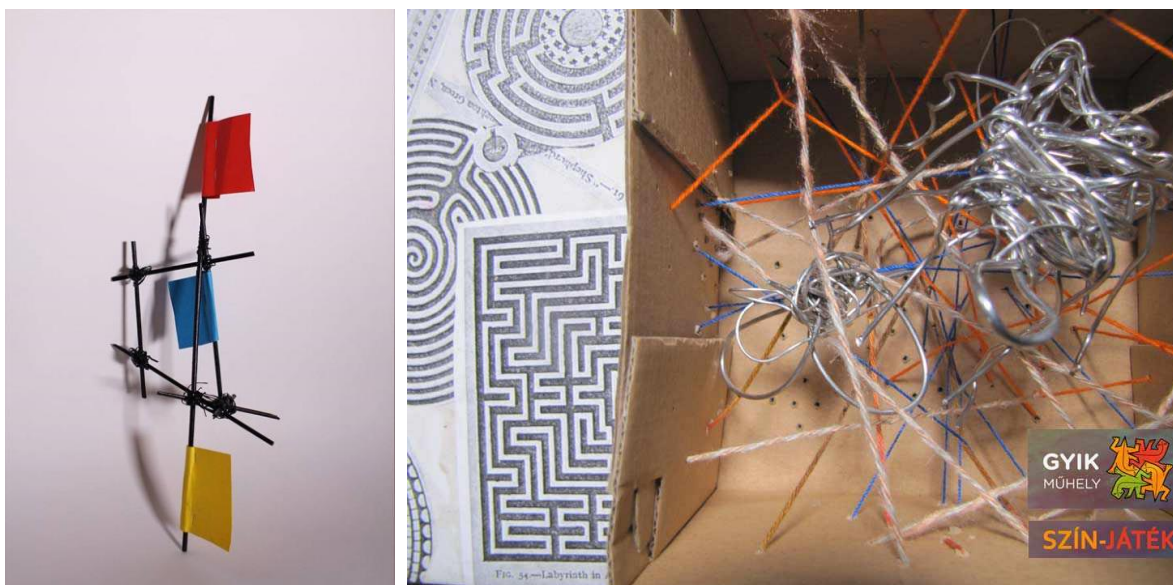
Jelenleg még csak formálódnak az új technológiákat felhasználó digitális tanulási-tanítási módszerek. A jövőben feltehetően sokkal nagyobb szerepe lesz az információk önálló megszerzésének és feldolgozásának, ezáltal a formális, nem-formális és informális tanulás közötti határok is feloldódhatnak. Sanabria és Arámburo-Lizárraga (2017) összekapcsolja a három tanulási formát kísérletében, amelynek résztvevői digitális képekkel, 3D modellekkel, AR technológiával és egy művészeti alkalmazással (AMLA - *Art Movement Learning App*) is dolgoztak. A vizsgált arra irányult, hogy miként elemzik, értelmezik és szintetizálják a főként vizuális információkat. A tudásszerzés nem-formális és informális csatornái több szempontból vizsgálhatók, csoportosíthatók, többek között a szervezethez tartozó szintje, irányítottsága, infrastruktúrája, a tartalom hitelessége, elfogadottsága, a részvétel tudatossága alapján (Szivák & Tóth, 2012).

A formális képzés keretein kívül eső, de szervezeten működő programok tekintetében gazdag a kínálat a konstruáló képességek fejlesztésére minden korosztályban, például kézműves vagy múzeumpedagógiai foglalkozásokon (Szabics, 2009). A vizuális neveléssel foglalkozó szervezetek közül most azokat emeljük ki, amelyek a téri képességek fejlesztését deklaráltan vállalják fel, és számos ehhez köthető projektet valósítottak meg az elmúlt években:

- *GYIK Műhely* (Gyermek és Ifjúsági Képzőművészeti Műhely): 1975 óta működik a Magyar Nemzeti Galéria épületében, művészetpedagógiai célokat valósít meg. Tevékenységük elsősorban a kortárs képzőművészen alapul, de más társművészetekhez kapcsolódó tartalmak is megjelennek (pl.: foto/videó-művészet, iparművészet, építészet és tájépítészet).

Több megvalósított projekt is jelzi a vizuális-téri képességek fejlesztése iránti elkötelezettségét a közösségnek, foglalkozásaik számos konstruáló feladatot tartalmaznak a kisplasztikától a nagyléptékű térinstallációkig. Az elmúlt időszakban „Térlátás-fejlesztő komplex építészeti programot” indítottak útjára (15. és 16. ábra). A 40 téri feladatot tartalmazó kiadványuk a vizuális nevelésben dolgozó szakembereket segíti (Eplényi, Schmidt, Szentandrás, & Terbe, 2018).

- *ÉlményMűhely*: 2008-ban Magyarországról induló, de mára nemzetközi mozgalommá vált kezdeményezés. Oktatási célú programjait matematikusok, művészek, kézművesek, pedagógusok dolgozták ki (a szülők és a gyerekek aktív közreműködésével), amelyek a művészeti és a tudományos megismerést integráló STEAM tanuláson alapulnak.
- *Hello Wood*: 2010-ben művészeti táborként indult, napjainkra számos ország egyetemét tömörítő nemzetközi oktatási platform az építészet és a design területén. Elsődlegesen a nyári táborokban, fesztiválokon megszerezhető tapasztalatokon alapuló tanulásra építenek a szervezők, előmozdítva az innovatív és fenntartható tervezést, kivitelezést.
- *Demo Wood*: a Hello Wood gyermekeknek szóló programjai, a magyarországi szervezet 7-14 évesek számára kínál programokat elsősorban a tárgy- és környezettervezés területén.
- *kultúrAktív Egyesület*: a szervezet célja, hogy felkeltse az érdeklődést az épített környezeti nevelés iránt, gyarapítsa az ehhez kapcsolódó tudást, és létrehozson egy szakmai hálózatot, amely jelenleg építészek, tájépítészek, pedagógusok, kulturális menedzserek, művészettörténészek részvételével működik. Pedagógiai projektjeik ösztönzik a szűkebb és tágabb lakókörnyezet felfedezését, erősítik az épített környezet iránti felelősségvállalást. Kiemelt céljaik közt szerepel a tér észlelésével, az épített környezetben megszerzett téri információk feldolgozásával, a térbeli tájékozódással, az építészeti tervezéssel és téralkotással összefüggő képességek fejlesztése.



15. és 16. ábra

A GYIK Műhelyben készült térkonstrukciók (Forrás: <http://www.gyikmuhely.hu/galeria>)

Több kutatás igazolta, hogy a térszemlélet informális keretek között is fejleszthető, például játékokkal és kézműves tevékenységekkel (lásd 2.2. fejezet), ezért nem minden téri komponenst kell feltétlenül formális keretek között oktatni (Newcombe et al., 2013).

A hagyományos építő, konstruáló játékok mellett növekvő arányban használunk elektronikus játékokat. A szórakoztatási és tanulási funkciókat ötvöző „*serious game*” típusú játékok többsége már nem csak számítógépen, hanem mobil eszközökön is futtatható azonnali hozzáférést biztosítva. A téri intelligencia fejlesztésére is számos lehetőségünk nyílik, néhány alkalmazással akár tesztelhetjük is tudásunkat. Ezeknek a játékoknak elvitathatatlan előnye, hogy plusz tanulási időt jelentenek, általában optimalizálni tudják a nehézségi szintet a gyermekek képességeihez, ismétlési és helyreállítási funkcióval rendelkeznek, ami csökkentheti a frusztrációt. Emellett azonban kétséges, hogy mennyire felelnek meg a pedagógiai szempontoknak, így a választás a különböző minőségű, tartalmú játékok között meghatározó. Habgood és Ainsworth (2011) álláspontja szerint a játékipar által előállított termékek annak köszönhetik sikerüket, hogy nem szakítják meg a játék élményét tananyagokkal. Még az olyan fejlesztő típusú játékok is, mint a „*Brain Training*” és „*Big-Brain Academy*” biztosítják a Csíkszentmihályi (2010) által leírt flow élményt, egyensúlyt teremtve a képességek és a kihívások között. Megjelentek olyan játékeszközök is, amelyek ötvözik a tradicionális és digitális játékok előnyeit, például a Lego cég „*MindStorms*” elnevezésű robotépítő játékaival a fizikai térben építhetünk, szerelhetünk, de egyben programozási kihívások elé is állítja a gyermekeket.

Az internet megjelenésével egyre nagyobb számban jelennek meg olyan szubkultúrák, amelyek fiatalok tömegeit vonzza folyamatosan, és népszerűségük évtizedek múltán is töretlen. A szubkultúrák marginalizált helyzete az elmúlt két évtizedben jelentősen megváltozott. Széleskörű nyilvánosság elérése vált lehetővé, ami alapvetően rendezte át a kulturális hierarchia struktúráját. Feloldódtak a magas művészet, a tömegkultúra és a mikrokultúra közötti határok (Thornton, 1996). *Amíg korábban a magas kultúra által előállított értékek szivárogtak le a tömegkultúrába, napjainkban az információk oda-vissza áramolnak, az egyes szegmensek reflektálnak, hatással vannak egymásra.* Hogyan viszonyul a neveléstudomány a velünk párhuzamosan létező, mégis ismeretlen kulturális terekhez? Milyen pozíciót foglalnak el ezek az informális közösségek a művészet, a tudomány, a technológia, a média, a piac, a kultúra és az oktatás koordináta-rendszerében? *A művészetpedagógia számára különösen fontos azoknak a szubkultúráknak a megismerése, amelyek vizuális alkotóközösségként működnek (pl.: a graffiti vagy a streetart szubkultúrák művészeti irányzatot teremtettek)* (Kárpáti & Papp, 2012).

A *Demoscene* (röviden *scene*) szubkultúra egy *technikai háttérű művészeti formációként* definiálható, egyesíti az informális tanulás legtöbb pozitív vonását. A közösség önmagát egy nemzetközi, underground szubkultúráként határozza meg, melynek tagjai digitális művészeti alkotásokat készítenek, kizárólag az alkotás örömeért. A virtuális térben létrejött művek csúcspontját, az összes műfajt egyesítő „demó” jelenti, ami egy néhány perces, zenei aláfestésű, a videóklipiek látványvilágához hasonló alkotást takar. Sajátosságuk a valós idejűség (*realtime*), vagyis a látványt és a hangokat a program futtatásának adott pillanatában hozza létre a számítógép, az előre megírt forgatókönyv (programkód) alapján (17. ábra).

A *Demoscene* szubkultúra kiemelését azért tartjuk fontosnak, mert megvalósít számos, a formális oktatás, köztük a vizuális nevelés dokumentumaiban megfogalmazott célt:

- Olyan *képességeket fejleszt*, mint például a kreativitás, a szociális, a gondolkodási és a matematikai képességek, valamint IKT és idegen nyelvi kompetenciákat.

- *Hatékony kommunikáció* a közösségen belül (lehetőség nyílik személyes kapcsolatok építésére a szűk környezetben és a globális térben egyaránt, például a weboldalakon vagy az általuk szervezett fesztiválokon keresztül) és kívül (kötődik a média és a piac egyes szegmenseihez). Hatékonysága az elektronikus eszközökkel támogatott gyors információcserének köszönhető. Megvalósítja a hálózati tanulást, amelyben a személyes tudások hálózatba szerveződve adódnak össze („*cycle of knowledge development*”).
- *Önálló és együttműködésen alapuló tanulás képessége.* A közösség tagjai autodidakta módon tanulnak, elsősorban a közösség tagjaitól (pl.: egymás programjait visszafejtve), de a technológiákat fejlesztő és gyártó cégek megosztott anyagaiból, valamint kutatócsoportok által közzétett publikációkból is gyűjtnek információt. Mivel a gyorsan változó technológiákra épül, elkerülhetetlen a közösség *tudásának állandó megújulása*, és az ismeretek folyamatos *implementálása*.
- Megvalósítja a *STEAM tanulást*. A létrejött művekben ötvöződnek a technológiai-informatikai, matematikai tudástartalmak a kreatív problémamegoldással, a vizuális-téri gondolkodással, és a művészi attitűddel.



17. ábra

Számítógépes grafika, Demoscene szubkultúra (Készítette: Bartosz Rakowski (biter): 5minutes12 – a „5minutes” sorozatból – 396k, 2005, Forrás: <https://www.scene.org/>)

Sipos (2008) a finnországi, erősen Demoscene kötődésű *Pixelache* (pixelfájdalom) fesztivál kapcsán szintén az oktatási vonatkozásokat, tanulságokat emeli ki. „Hogyan lehet összehozni a művészetet, a tudományt, a technológiát és a kultúrát az oktatásban? *Tudnak-e az oktatási intézmények az alulról jövő kezdeményezéseken alapuló közösségektől (grassroot) tanulni például azzal kapcsolatban, hogy miként osszák szét, adják át a tudást és támogassák az innovációt?*” (Sipos, 2008, p. 36).

A körülöttünk kialakuló szubkultúrák jelentős befolyással bírnak a fiatalok identitásának, társas kapcsolatainak és „kultúrafogyasztási” szokásainak alakulására függetlenül attól, hogy mekkora nyilvánosságot kapnak a médiában. *Pedagógiai szempontból vizsgálatuk kiemelten fontos lenne, hiszen létrejöttüket döntően a formális oktatási keretekben megmutatkozó hiányosságok idézik elő.* Kárpáti és Papp (2012) az informális vizuális tanulóközösségek kapcsán tárja fel ezeket, megemlítve többek között **a művészeti óraszámok drasztikus csökkenését, az önkifejezési lehetőségek beszűkülését, és a fiatalokat leginkább vonzó tevékenységek és műfajok (pl.: digitális grafika, fotó, animáció) elmaradását a hivatalos képzésben.** Kérdéses, hogy a különböző érdeklődési területek és életérzések mentén szerveződő szubkultúrák, alkotóközösségek tevékenysége hogyan emelhetők be az iskolai képzés kereteibe. Az azonban kétségtelen, hogy a bennük rejlő és többnyire kiaknázatlan nevelési-oktatási lehetőségekre érdemes nagyobb figyelmet fordítanunk. Működésük megértése és támogatása pedig elengedhetetlen, ha a Demoscenekhez hasonló, számos értéket felvonultató szellemi műhelyről van szó.

3.5. Összefoglalás

A 3. fejezetben sorra vettük azokat a társadalmi, kulturális hatásokat és kutatási eredményeket, amelyek jelentősen hozzájárultak a vizuális nevelésben lezajló szemléletváltáshoz az elmúlt évtizedekben. A digitális technológiák megjelenésével felértékelődött az információk képi úton való megszerzésének és feldolgozásának jelentősége, ezáltal az iskolai tartalmak is eltolódtak a mindennapi vizuális nyelv elsajátításának irányába. Megváltoztak a képalkotási technikák és módszerek, ezzel együtt pedig az önkifejezés és a vizuális kommunikáció formái. Az elektronikus médiumok által a művészet nagymértékben demokratizálódott, már nem csak befogadói vagyunk a vizuális kultúrának, hanem aktív alakítójává és terjesztőivé is váltunk. Olyan új kihívásokra kell reagálnia a vizuális nevelésnek, mint például a STEAM rendszerű oktatás, a médiapedagógia, a környezettudatosság és társadalmi felelősségvállalás kérdései, vagy a tanulás nem-formális és informális csatornáinak figyelembe vétele (Tóth & Pataky, 2019). Ebben kiemelkedő szerepe lehet olyan szakmai közösségeknek, mint a Magyar Rajzpedagógusok Országos Egyesületének Vizuális Mesterpedagógus Műhelye (MROE VIMM), amely megteremti a párbeszéd és az együttműködés lehetőségeit a vizuális nevelés szereplői, a pedagógusok, a kutatók, és más civil szervezetek képviselői között.

Az elmúlt időszakban a kutatók beazonosították a - vizuális nevelés tartalmi és módszertani megújulásának irányait is kijelölő - pontosan definiálható kognitív és affektív képességelemeket (Wagner & Schönau, 2016; Kárpáti & Schönau, 2019). Az európai kutatásokkal összhangban, hazánkban is elkészültek a kortárs képző- és iparművészeti trendekre, valamint a társadalmi és gazdasági élet kihívásaira reflektáló, pedagógiai kutatásokon alapuló vizuális keretrendszerek. A magyar vizuális képességmodell létrejötte megalapozta a kompetenciákon alapuló tanterv- és tananyagfejlesztések, valamint az ezekhez kapcsolódó értékelési rendszerek kidolgozásának lehetőségét a vizuális nevelésben. Főként ezeknek a céloknak a megvalósítására irányul a „Moholy-nagy Vizuális Modulok - a 21. század képi nyelvének tanítása” elnevezéssel induló, a MTA tantárgypedagógiai pályázatának támogatásával létrejött kutatási projekt (Gaul & Kárpáti, 2018; Gaul, Havasi, Nagy, & Sándor, 2018). Ennek részét képezi a következő fejezetben bemutatásra kerülő kutatás, amely a vizuális-téri képességek iskolai értékelését lehetővé tévő mérőeszköz-csomag fejlesztéséről és kipróbálásáról, valamint egy művészetpedagógia módszereket alkalmazó fejlesztő program eredményeiről számol be.

4. A KUTATÁS KONCEPCIÓJA, TARTALMI EGYSÉGEI, RELEVANCIÁJA

Az elméleti fejezetekben ismertetett vizsgálatok alapján a térszemlélet fontos megismerési képességünk, számos, napjaink oktatáspolitikájában is prioritást élvező területtel áll kapcsolatban. Bár sok mérőeszköz van jelenleg is használatban, jórészt korlátozott a hozzáférhetőségük, és csak elenyésző számban alkalmasak a vizuális-téri képességek iskolai értékelésére. Megfelelő mérőeszközök hiányában a pedagógusok nem tudják nyomon követni a képesség fejlődésének ütemét, meghatározni főbb állomásait, és nem képesek észlelni mely képességelemek igényelnek nagyobb figyelmet az adott korcsoportban és egyénenként egyaránt. Az értékelések elmaradása hátrányosan érinti ennek a mindennapi életben és a munka világában is nélkülözhetetlen képességnek a fejlesztését, amelynek következményeivel jellemzően csak a felsőoktatásban, vagy a munkaerőpiacon szembesülünk. További problémát jelent, hogy a pedagógiai kutatások többségét a természettudományok és a matematika területéről érkező szakemberek végzik, ezáltal kevés a vizuális nevelés számára hasznosítható eredmény. Főként a tanulási-tanítási folyamatokat támogató oktatási koncepciók, korcsoportokra bontott fejlesztő programok kidolgozása segíthetné a téri képességek célzott fejlesztését. Ezeknek a hiányosságoknak a pótlását célozza meg a dolgozat keretében bemutatott kutatás.

Az 5. fejezetben a 10-18 évesek körében elvégzett térszemlélet vizsgálatokat ismertetjük, ezen belül a kutatásban alkalmazott mérőeszközök fejlesztésének folyamatát, a próba és nagymintás mérések eredményeit és a képesség fejlődését befolyásoló tényezők feltárására tett erőfeszítéseinket mutatjuk be. Áttekintjük a dolgozatunk szempontjából releváns kutatási előzményeket, amelyben a téri képességekkel kapcsolatos korábbi felméréseink eredményeit foglaljuk össze. Ezeknek a tanulságait elsősorban a mérőeszközök kialakításánál vettük figyelembe. A jelen dolgozat tárgyát képező vizsgálatban a legnagyobb kihívást az jelentette, hogyan tudjuk összehangolni a vizuális-téri képességek értékelését egy széles életkori intervallumban. Elsődleges célunk tehát egy olyan tesztcsoomag összeállítása volt, amellyel lehetővé válik a fejlődés folyamatának követése, az esetleges lemaradások érzékelése 10 éves kortól egészen a felnőtté válásig. A vizsgálatban szereplő négy évfolyam tesztjeit ezért úgy terveztük meg, hogy csak nehézségi szintjükben különbözzenek. A mérőeszközök egységesek a vizsgált részképességek, az alkalmazott feladattípusok és a megoldásukhoz szükséges téri műveletek szempontjából. Minden évfolyamon azonosak a feladatok bemutatására szolgáló mintapéldák, az egyes tesztlapok vizuális megjelenítése és a válaszadások módja. Annak érdekében, hogy az évfolyamok teljesítményei összehasonlíthatóak legyenek, a tesztek horgony-itekekkel kapcsoltuk össze.

Kiemelt szempont volt tesztjeink iskolai alkalmazhatóságának biztosítása. Ennek érdekében mérőeszközeinket úgy alakítottuk ki, hogy a felmérések a pedagógusok által is elvégezhetőek legyenek egy-egy tanóra keretében. Továbbá ezt a célt szolgálja a tesztek online környezetbe helyezése is. A mérések technológiai háttérét a SZTE Oktatáselméleti Kutatócsoportja által kifejlesztett eDIA rendszer (Elektronikus diagnosztikus mérési rendszer) biztosította (Molnár & Pásztor, 2015; Pásztor, 2016), amely képes az eredmények automatikus kiértékelésével az iskolai fejlesztések eredményességéről részletes és azonnali visszajelzést nyújtani. Alkalmazkodva a nemzetközi trendekhez, a korábbi hazai mérőeszközökhöz képest egy sokkal színesebb, nagyobb mértékű interaktivitást biztosító tesztek állítottunk össze, valamint megjelennek az életszerű téri problémákhoz köthető tartalmak.

A vizuális-téri képességek fejlődését befolyásoló háttérváltozók feltárásához kérdőívet állítottunk össze. Ezzel az eszközzel olyan tevékenységekkel és aktivitási formákkal kapcsolatos adatokat vettünk fel, amelyek a szakirodalom alapján hatékonyan fejlesztik a térszemléletet (Sorby,

1999). Emellett hangsúlyos eleme kutatásunknak a nemi különbségek, valamint az intézmények közötti és az intézményeken belüli eltérések vizsgálata.

A 6. fejezetben a 18-23 éves mérnökhallgatók körében elvégzett térszemlélet vizsgálatokat ismertetjük. Ebben a kutatási részben elsősorban arra kerestük a választ, hogy milyen eredményesen fejleszthetők a vizuális-téri képességek kreatív, alkotó-konstruáló tevékenységeken alapuló feladatokkal, tervezési problémák megoldásával. Kísérleteink három szemeszterhez igazodtak, amelyekhez bizonyos paramétereik mentén változó fejlesztő programokat dolgoztunk ki. A vizuális-téri képességek fejlesztését célzó programok hatékonyságát elő- és utóteszteléssel értékeltük. Mivel ennek a korcsoportnak az értékeléséhez rendelkezésünkre áll megbízható, standardizált hazai mérőeszköz, ezért a felméréseket nem saját készítésű, hanem a Séra és munkatársai (2002) által kidolgozott Térszemlélet teszttel végeztük. Vizsgálatainkban számos kvalitatív kutatási módszert is alkalmaztunk, amelyekkel a téri képességek fejleszthetőségének és a téri információk feldolgozásának háttérben meghúzódó összefüggéseket elemeztük. Ebben a korosztályban is kiemelt figyelmet fordítottunk a nemi különbségekre, valamint a valós és virtuális tanulási környezet hatására.

Kutatásunk több szempontból is hiánypótló. A kutatás részeként elkészült mérőeszközökkel egy meglehetősen széles korosztály vizuális-téri képességeinek fejlődését tudjuk nyomon követni, és a hazai felmérésekből leginkább hiányzó 10-14 évesek képességeinek vizsgálata is lehetővé válik. Tesztjeink beilleszthetők az iskolai értékelés gyakorlatába, és lefednek több, a hazai vizuális tantervekben megjelenő tartalmat. A kvalitatív vizsgálatok feltárnak számos, a téri képességek fejlődését és fejleszthetőségét befolyásoló tényezőt, a korábbiaknál árnyaltabb képet nyújtanak a téri gondolkodással és problémamegoldó stratégiákkal kapcsolatban, valamint kijelölnek jövőbeli kutatási irányokat.

4.1. A kutatás céljai

A dolgozat keretein belül ismertetett kutatás céljai:

- 1) a téri képességek vizsgálata papír alapú és online tesztekkel az 5., 8., 9. és 12. évfolyamokon
- 2) a téri képességek fejlődését befolyásoló háttérváltozók feltárása
- 3) a térszemlélet fejleszthetőségének vizsgálata kreatív, konstruáló feladatokkal mérnökhallgatók körében

4.2. Kutatási kérdések

Kérdéseinket és hipotéziseinket a kutatás céljainak megfelelően a téri képességek értékelésével, fejlődésével és fejleszthetőségével összefüggésben fogalmaztuk meg, négy csoportba rendezve: (I.) a vizsgálat mérőeszközei, (II.) a tanulók téri képességeinek jellemzői, (III.) a térszemlélet fejlődése és a háttérváltozók kapcsolata, (IV.) a térszemlélet fejleszthetősége.

I. A vizsgálat mérőeszközeire vonatkozó kutatási kérdések:

- Alkalmasak-e a tesztek az 5., 8., 9. és 12. évfolyamos tanulók téri képességeinek értékelésére?
- Megfelelők-e a tesztek pszichometriai jellemzői?
- Az elméleti alapon meghatározott teszt struktúra milyen mértékben egyezik az empirikus vizsgálat eredményeivel?
- Milyen részkonstruktumok különíthetők el a teszteken belül?
- Alkalmasak-e a kérdőívek a vizsgáltban megcélzott háttérváltozók feltárására?

II. A tanulók téri képességeinek jellemzőire vonatkozó kutatási kérdések:

- Milyen színvonalat képviselnek a vizsgálatban résztvevő tanulók vizuális-téri képességei?
- Milyen sajátosságok azonosíthatók az 5., 8., 9. és 12. osztályosok térszemléletével kapcsolatban?
- Kimutatható-e a négy évfolyam között teljesítménykülönbség?

III. A térszemlélet fejlődése és a háttérváltozók kapcsolatára vonatkozó kérdések:

- Milyen háttérváltozók befolyásolják a térszemlélet teszteken nyújtott teljesítményt?
- Megállapítható-e, és milyen mértékűek az iskolák közötti és az iskolákon belüli teljesítménykülönbségek?
- Kimutathatók-e nemek szerinti különbségek a teszteredmények és a kérdőívvel vizsgált komponensek vonatkozásában?
- Befolyásolják-e a vizsgált tevékenység- és aktivitásformák, a jobb- és balkezesség és a szintévesztés a téri képességek fejlettségét?
- Kimutathatók-e összefüggések az iskolai teljesítmények és a teszteredmények között?

IV. A térszemlélet fejleszthetőségére vonatkozó kutatási kérdések:

- Fejleszthetők-e a téri képességek kreatív konstruáló feladatokkal a 18-23 évesek körében?
- Befolyásolja-e a fejlesztés hatékonyságát a tanulási környezet?
- Megállapíthatók-e különbségek a fejlődés mértékében nemek, szakirányok és középiskolai előképzettségek szerint?

4.3. A kutatás hipotézisei

I. A vizsgálat mérőeszközeire vonatkozó hipotézisek:

H1: Az alkalmazott térszemlélet tesztekkel megbízhatóan értékelhetők a gyermekek téri képességei, a tesztek pszichometriai mutatói megfelelőnek bizonyulnak.

H2: Az alkalmazott teszteken belül vizsgált részképességek közötti korrelációs együtthatók közepes vagy magas értékeket vesznek fel.

H3: Az empirikus vizsgálatok során tesztjeink az előzetesen feltételezett belső szerkezeti felépítést mutatják, mind a négy évfolyam tesztjében a hipotetizált modellel megegyező összefüggésrendszert feltáró struktúrát figyelhetünk meg.

H4: A teszteken belül a feladatok koherenciáját elsősorban a téri műveletek komplexitása határozza meg, a legtöbb stabil kapcsolat az elemi és összetett műveletek csoportjain belül azonosítható.

II. A tanulók téri képességeinek jellemzőire vonatkozó hipotézisek:

H5: Az 5., 8., 9. és 12. évfolyamon 50%p körüli eredményeket kapunk.

H6: Az 5. és 9. osztályosok vizuális-téri képességszintje közötti különbség szignifikáns, a 9. évfolyamon tanuló diákok előnyét mutatva.

H7: A 8. és 12. osztályosok vizuális-téri képességszintje közötti különbség szignifikáns, a 12. évfolyamon tanuló diákok előnyét mutatva.

III. A térszemlélet fejlődése és a háttérváltozók kapcsolatára vonatkozó hipotézisek:

H8: Az iskolarendszer szelekciós mechanizmusai miatt, szignifikáns mértékű különbségek jelentkeznek a felmérésben résztvevő intézmények között és az egyes iskolákon belül is a téri képességteszteken nyújtott teljesítményekben.

H9: A szakirodalommal összhangban, minden évfolyamon szignifikáns nemek közötti teljesítmény különbségek mutathatók ki a teszteredményekben, a fiúk előnyét jelezve.

H10: A téri képességteszteken nyújtott teljesítmények és az iskolai osztályzatok közötti korrelációs együtthatók alacsony értékeket vesznek fel, a legmagasabb értéket a teszteredmények és a matematika osztályzatok között találjuk.

H11: A szakirodalmi adatokat megerősítve, a számítógépes játékok közül az akció és a stratégiai játékok kedveltsége szignifikáns pozitív összefüggést mutat a diákok téri képességeivel. Továbbá hasonló összefüggést várunk a teszteredmények és az építő, logikai számítógépes játékok között.

H12: A szakirodalmi adatokat megerősítve, a szabadidős tevékenységek közül a sportolás, a barkácsolás, a kézműves tevékenységek, a rajz szakkörön való részvétel, az építőjátékok és a logikai feladványok kedvelése befolyásolja pozitívan a teljesítményeket.

IV. A térszemlélet fejleszthetőségére vonatkozó hipotézisek:

H13: Kreatív, konstruáló feladatokkal hatékonyan fejleszthetők a vizuális-téri képességek 18-23 évesek körében.

H14: Az eltérő tanulási környezetek különböző hatékonysággal fejlesztik a térszemléletet. A valós térben történő konstruálás eredményesebben fejleszti a téri képességeket, mint a virtuális térmodellezés.

H15: A fejlődés mértékében nem lesznek nemek, szakirányok és középiskolai előképzettség szerinti különbségek.

5. VIZUÁLIS-TÉRI KÉPESSÉGEK VIZSGÁLATA 10-18 ÉVESEK KÖRÉBEN

5.1. A kutatásba bevont minta, a felmérés menete

A téri képességek felmérésére irányuló kutatásunk a MTA Tantárgy-pedagógiai Kutatási Program, Moholy-Nagy Vizuális Modulok részét képezi, amely meghatározta a minta kialakítását és összetételét. A vizuális képességek fejlesztéséhez és értékeléséhez kapcsolódó, három és fél éves, felmenő rendszerű iskolakísérlet a 6-18 éves korosztály bevonásával valósult meg. A kutatás elsődleges célja, hogy elősegítse a vizuális nevelés számára hasznosítható tantervek és tananyagok létrejöttét, a mintát a fejlesztő programok kidolgozásában és kipróbálásában résztvevő pedagógusok iskolái alkotják. A projekt részeként összeállított mérőeszközök a különböző vizuális nevelési tartalommal és pedagógiai módszerekkel működő programok (modulok) hatását vizsgálják az egyes részképességek fejlődésére. A gyermekek térszemléletében bekövetkező változások nyomon követése egy általános és egy középiskolai korcsoportban, 10-18 évesek részvételével zajlott. A dolgozatban ismertetésre kerülő felméréseket két fázisban végeztük:

1. *2016-2017-ben* a tanulóknak a kísérlet elején meglévő, vagyis a célzott fejlesztést megelőző tudásszintjét vizsgáltuk az 5. és a 9. évfolyamon. (A teszt feladatainak kipróbálásába 6-8. osztályos tanulókat is bevontunk.)
2. *2019-ben* a tanulóknak a kísérlet végén meglévő tudásszintjét vizsgáltuk, ennek megfelelően 8. és 12. osztályosokat. (A teszt feladatainak kipróbálásába 7. és 11. osztályos tanulókat is bevontunk.)

5.1.1. A minta összetétele a felmérés első fázisában (2016-2017)

A térszemléleti tesztekkel végzett próba- és nagymintás mérések helyszíne kilenc magyarországi megye, továbbá Budapest és Nagyvárad volt. Összesen **19 iskola 841 tanulója** vett részt a vizsgálatban.

4. táblázat. Részminták mérete a megyék és az évfolyamok szerinti bontásban, a vizsgálatban résztvevő iskolák száma (2016-2017)

Mérések helyszíne	Iskolák száma	5. évf. (N)	6-8. évf. (N)	9. évf. (N)
Bács-Kiskun megye	3	55		
Fejér megye	1	35		
Csongrád megye	2	66	57	47
Szabolcs-Szatmár-Bereg megye	1			32
Tolna megye	1			51
Baranya megye	1	50		
Jász-Nagykun-Szolnok megye	1	69	24	14
Komárom-Esztergom megye	1	25		
Borsod-Abaúj-Zemplén megye	1	23		
Budapest	6	65		169
Nagyvárad	1	59		
Összesen:	19	447	81	313

A 4. táblázat adatai alapján megállapítható, hogy az 5. osztályosok alkotta rész minta arányosabban oszlik meg a régiók között. Ezzel szemben a 9. évfolyamon a felmérésben résztvevő diákok többsége (54%) budapesti iskolából került ki. A középiskolai korosztályt kizárólag gimnáziumok képviselték, szakközépiskolában és szakiskolában tanuló diákok nem szerepeltek a mintában. Speciális intézményi jellemzők, képzési formák tekintetében változatos volt az összetétel, többek között gyakorló iskolát, alapfokú művészeti iskolát, nyolcosztályos gimnáziumot is tartalmaz a minta.

A felmérés három szakasza, a részminták összetétele

A tesztek kipróbálását két szakaszban végeztük, az első szakaszban papír alapú (n=140), a második szakaszban online (n=97) mérőeszközökkel. Az **első szakaszban**, 2016 májusában 5-8. osztályos tanulók vettek részt a vizsgálatban (5.o. n=59, 6.o. n=27, 7.o. n=30, 8.o. n=24). A két tesztváltozathoz az egyiket az 5., a másikat a 6-8. évfolyamokon próbáltuk ki. A **második szakaszban**, 2016 decemberében három iskolában történtek mérések az 5. és a 9. évfolyamon (5.o. n=46, 9.o. n=51). A **nagymintás mérésre** 2017 tavaszán került sor, a Rajz és vizuális kultúra tanórák keretében. A mérés harmadik szakaszának mintavételei 604 fő részvételével zajlottak le (342 fő 5. évfolyam, 262 fő 9. évfolyam). Összesen 15 iskola 29 osztálya alkotta a mintát, egy olyan intézménnyel, ahol az 5. és a 9. osztályosoknál is elvégezték a felmérést (5. táblázat).

5. táblázat. A felmérés résztvevői, eszközei, ideje (2016-2017)

Mérési szakaszok	N	Évfolyam	Mérőeszköz típusa	Iskolák száma	Osztályok száma	Mérés ideje
1. szakasz	59	5.	papír alapú	2	2	2016. május
próbamérés	81	6., 7., 8.	papír alapú	2	3	2016. május
2. szakasz	46	5.	digitális (eDIA)	2	2	2016. december
próbamérés	51	9.	digitális (eDIA)	1	2	2016. december
3. szakasz	342	5.	digitális (eDIA)	9	17	2017. március-május
	262	9.	digitális (eDIA)	7	12	2017. március-május

A 6. táblázatban településtípusok szerinti bontásban mutatjuk meg a nagymintás mérés 5. és 9. évfolyamos diákokból kialakított részmintáit. Az 5. osztályosok részmintája a vizsgálatban szereplő régiókhoz hasonlóan településtípusok alapján is arányosabb megoszlást mutat, a 9. évfolyam részmintájának közel kétharmada (65%) budapesti iskolából származik. A téri képességtesztek eredményei, a feltárt jelenségek és összefüggések ennek megfelelően nagyobb mértékben lesznek általánosíthatók a fiatalabb korosztályban.

6. táblázat. Részminták mérete településtípusok szerinti bontásban, a résztvevő iskolák száma (2017)

Évfolyam	Budapest		Megyeszékhely		Város		Kisváros-község	
	Isk. sz.	N	Isk. sz.	N	Isk. sz.	N	Isk. sz.	N
5. évf.	2	65	3	143	2	77	2	57
9. évf.	4	169	1	32	2	61	-	-
Összesen:	6	234	4	175	4	138	2	57

Megjegyzés. Isk. sz.=Iskolák száma

A térszemléleti kutatásokban kiemelt szerepet kapnak a nemek szerinti különbözőség vizsgálatok, ezért a részminták összetételét *nemek szerinti bontásban* is bemutatjuk. Az 5. osztályosok részmintájában azonos arányban vannak jelen a lány és a fiú tanulók, míg a középiskolai korosztályban felülreprezentált a fiúk jelenléte (7. táblázat).

7. táblázat. Részminták mérete a tanulók neme szerinti bontásban (2017)

Nemek	5. évfolyam	9. évfolyam
Lány (N=286)	168 (50,1%)	118 (45,2%)
Fiú (N=310)	167 (49,9%)	143 (54,8%)

5.1.2. A minta összetétele a felmérés második fázisában (2019)

A *második fázisban* próba- és nagymintás mérések összesen nyolc magyarországi megyében, valamint Budapesten és Nagyváradon folytak. A felméréseket **18 iskolában**, összesen **691 tanuló** részvételével végeztük el. Mivel többségében azonos intézmények vettek részt a két vizsgálati fázisban, a regionális eloszlás, vagy a sokszínű iskolatípus jelenléte nem változott a 2019-es mintában (8. táblázat).

8. táblázat. Részminták mérete a megyék és az évfolyamok szerinti bontásban, a vizsgálatban résztvevő iskolák száma (2019)

Mérések helyszíne	Iskolák száma	7.évf.(N)	8.évf.(N)	11.évf.(N)	12.évf.(N)
Bács-Kiskun megye	1		24		
Fejér megye	1	14	35		
Csongrád megye	2		30		40
Szabolcs-Szatmár-Bereg megye	1				31
Baranya megye	2		23	10	
Jász-Nagykun-Szolnok megye	1		88	28	29
Borsod-Abaúj-Zemplén megye	1		22		
Pest megye	2	39			
Budapest	6		53	30	115
Nagyvárad	1		26	11	43
Összesen:	18	53	301	79	258

A felmérés két szakasza, a részminták összetétele

Az **új tesztek kipróbálására** 2019 májusában és júniusában került sor, nyolc iskola 179 tanulójának részvételével (7.o. n=53, 8.o. n=47, 11.o. n=79). A két tesztváltozatból az egyiket a 7-8., a másikat a 11. évfolyamokon próbáltuk ki. A **nagymintás méréseket 2019. október-december** között végeztük el, a mintavétel 15 iskola, 27 osztályában valósult meg. Összesen 512 gyermek oldotta meg a teszteseteket (254 fő 8. évfolyam, 258 fő 12. évfolyam) (9. táblázat).

9. táblázat. A felmérés résztvevői, eszközei, ideje (2019)

Mérési szakaszok	N	Évfolyam	Mérőeszköz típusa	Iskolák száma	Osztályok száma	Mérés ideje
1. szakasz	100	7., 8.	digitális (eDIA)	4	5	2019. május- június
próbamérés	79	11.	digitális (eDIA)	4	4	2019. május- június
2. szakasz	254	8.	digitális (eDIA)	9	16	2019. október-december
	258	12.	digitális (eDIA)	7	12	2019. október-december

A 10. táblázatban településtípusok szerinti bontásban mutatjuk meg a nagymintás mérés 8. és 12. évfolyamos diákokból kialakított részmintáit. A 2017-es mérésekhez hasonlóan az általános iskolai korosztály részmintája arányosabb településtípusok szerinti megoszlást mutat. Tehát a téri képességtesztek eredményei, a feltárt jelenségek és összefüggések ismét nagyobb mértékben lesznek általánosíthatók a fiatalabb korosztályban.

10. táblázat. Részminták mérete településtípusok szerinti bontásban, a résztvevő iskolák száma (2019)

Évfolyam	Budapest		Megyeszékhely		Város		Kisváros-község	
	Isk. sz.	N	Isk. sz.	N	Isk. sz.	N	Isk. sz.	N
8. évf.	2	53	2	47	3	102	2	52
12. évf.	3	115	1	31	3	112	-	-
Összesen:	5	168	3	78	6	214	2	52

Megjegyzés. Isk. sz.=Iskolák száma

A 8. és 12. évfolyamos részminták nemek szerinti összetétele kiegyensúlyozott, mindkét korosztályban közel azonos arányban vannak jelen a lány és a fiú tanulók (11. táblázat).

11. táblázat. Részminták mérete a tanulók neme szerinti bontásban (2019)

Nemek	8. évfolyam	12. évfolyam
Lány (263)	129 (51,8%)	134 (52,1%)
Fiú (243)	120 (48,2%)	123 (47,9%)

5.1.3. A felmérés menete

Az első próbamérésnél (2016 májusában) papír alapú tesztek használtunk. A diákok kivetítve látták az egyes feladatokat, amelyeket tesztlapokon oldottak meg színezéssel, elemek bejelölésével, számok beírásával. A felmérésben résztvevő iskolák számára az egyes feladatlapokhoz tartozó javítókulcsot is elküldtük, melyek alapján a lebonyolítást végző pedagógusok is értékelhették a gyermekek teljesítményét. A feladatlapok és az értékelés visszaküldése mellett tesztjeink véleményezésére is megkértük a szakembereket, amelyet szempontok megadásával segítettünk. Feladataink kialakításánál figyelembe kellett vennünk, hogy papír alapon és az online mérési rendszerben is jól működő tesztek jöjjenek létre, az először papír alapon kipróbált itemek lényegi változtatás nélkül digitalizálhatók legyenek.

További felméréseinket (2016 december - 2019 december) az eDIA platformon keresztül valósítottuk meg. Az adatgyűjtést a Szegedi Tudományegyetem Oktatáselméleti Kutatócsoport munkatársainak közreműködésével, az intézményvezetők által kijelölt kapcsolattartó kollégák végezték. Az adatfelvételre a tanulók saját iskolájában került sor. A mérések lebonyolításához szükséges technikai háttérrel (pl.: megfelelő felbontású monitor, stabil internetkapcsolat) a résztvevő iskolák rendszergazdái biztosították. Munkájukat az eDIA informatikus szakemberei segítették tájékoztatók kiküldésével és közvetlen kapcsolatfelvétel formájában. A teszt megoldására összesen 45 perc állt a gyermekek rendelkezésére mindegyik mérési szakaszban. Az intézmények munkájának támogatása és a felmérések objektivitásának biztosítása érdekében mérési útmutatókat állítottunk össze, amelyekben részletesen ismertettük a kutatás célját, a lebonyolítás protokollját és a méréshez szükséges eszközöket (1., 2., 3. és 4. számú melléklet). A felmérést végző kollégák nem nyújthattak segítséget a feladatok értelmezéséhez és megoldásához, kizárólag a tesztek elindításában, valamint az esetleges technikai problémák elhárításában vehettek részt.

A számítógépes formátum előnye, hogy a téri problémák életszerűen jeleníthetők meg, a színes ábrák és a változatos válaszadási módok (pl.: klikkelés, elemek mozgatása) játékosabbá, élvezhetőbbé teszik a mérés folyamatát. Az online tesztek indítása egy olyan felülettel történt, ahol a tanulók gyakorolhatták a válaszadási funkciókat, megismerkedhettek a hibás megoldások javításának lehetőségeivel. A diákok egyéni ütemben haladtak végig a tesztfeladatokon a navigációs gombok segítségével. Fontos eleme mérőeszközünknek az egyes feladattípusok elé beillesztett mintapéldák, amelyek lehetővé teszik, hogy szöveges magyarázatok nélkül, kizárólag vizuálisan is értelmezhető legyenek a feladatok. A felmérés végén külön oldalon hívtuk fel a diákok figyelmét arra, hogy továbblépés esetén már nem tudnak javítani válaszaikon. Az online változatok további előnye volt, hogy a teljesítményekről azonnali visszajelzést kaptak a felmérésben résztvevő diákok és pedagógusok, az eredményeket százalékos formában jelenítettük meg.

Mindegyik felmérés alkalmával megkértük a lebonyolítást végző pedagógusokat, hogy jegyezzék le, milyen kérdéseket tesznek fel a tanulók a feladatokkal és a megoldás módjával kapcsolatban, mennyi időt vesz igénybe a tesztek kitöltése, figyeljék meg, mely feladatok motiválják leginkább a diákokat. Emellett kíváncsiak voltunk a pedagógusok szubjektív megfigyeléseire, tapasztalataira is.

Az online mérések során keletkezett adatokat közvetlenül csv, illetve xls formátumban töltöttük le az eDia rendszerből. Annak érdekében, hogy biztosítsuk a résztvevők anonimitását, a gyermekek név nélkül, mérési azonosítókkal szerepeltek vizsgálatainkban. (A mérési azonosítóhoz tartozó névsorok csak az iskolák számára volt hozzáférhető.) Kutatásunkban a MS Excel és SPSS programok segítségével rendeztük adatainkat, és végeztük el az elemzéseket. Az egyes iskolák számára részletes visszajelzést küldtünk az eredményekről, de a diákok-osztályok teljesítményét (tesztátlagok) az eDia platformra belépve is megtekinthették és letölthették az intézmények.

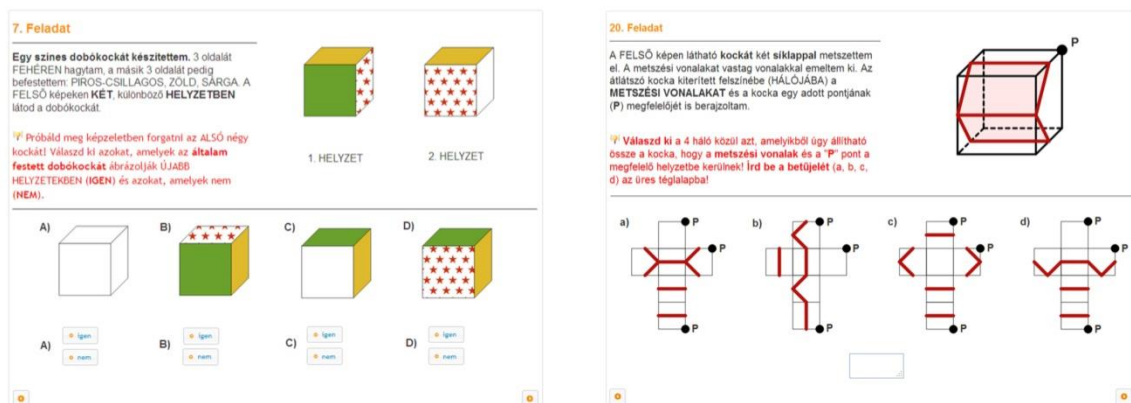
5.2. A kutatásban alkalmazott mérőeszközök

5.2.1. Előzmények: a 2013-2014-es térszemlélet tesztek

A vizuális-téri képességek értékeléséhez számos tesztváltozatot fejlesztettünk ki az elmúlt időszakban. Mérőeszközökkel a szakirodalomban fellelhető ismert, rendszeresen mért téri komponenseket vizsgáltuk, *szándékunk a téri gondolkodás minél szélesebb körű lefedése volt.* A 2013-2014 alatti időszakban összesen nyolc tesztváltozatot állítottunk össze, amelyeket négy évfolyamon (4-7.)

próbáltunk ki (Babály et al., 2013; Kárpáti et al., 2014). A tesztfejlesztés folyamatát a vizuális kultúra és a matematika területéről érkező szakértők segítették. A lektorálás kiterjedt az alkalmazott feladattípusok és a tesztek szerkezeti felépítésének megfelelőségére, javaslatokat tettek a terjedelemre és a pontozásra, ellenőrizték a képi megjelenítés minőségét, a szöveges tartalom érthetőségét, valamint segítettek az életkornak megfelelő nehézségi szintek beállítását. A kutatás kiegészült egy szemmozgás követéses vizsgálattal annak érdekében, hogy megállapíthassuk az optimális képbefogadási stratégiát az egyes feladatoknál.

A feladatok tervezésénél törekedtünk arra, hogy tesztjeink illeszkedjenek a nemzetközi vizsgálatok aktuális trendjeihez. A hazai és a nemzetközi kutatásokban alkalmazott térszemlélet tesztek elemzése során számos vizsgálati szemponttal találkoztunk. Saját mérőeszköz csomagunk kialakításánál elsősorban a vizsgált korosztály sajátosságaira fókuszáltunk, hiszen korábban tudomásunk szerint nem készültek tesztek a 13 év alattiak térszemléletének átfogó értékeléséhez Magyarországon. Feltételeztük, hogy 10-13 éves kor között jelentős mértékben változik a gyerekek tudás- és képességszintje, emiatt már a tervezés kezdő szakaszában is azonos típusú, de évfolyamonként különböző nehézségi szintű tesztrendszer összeállításában gondolkodtunk. Az első mérési eredményeink alapján a téri képességek tekintetében *jelentős változás 11-12 éves kor körül tapasztalható* (Babály & Kárpáti, 2015; Babály, 2016). Ennek megfelelően a további méréseknél két tesztváltozatot alkalmaztunk, összevonva a 4-5. és a 6-7. évfolyamokat. Annak érdekében, hogy eredményeink összehasonlíthatóak legyenek a középiskolai korosztályt érintő felmérésekkel, egyes feladattípusokat adaptáltunk a Séra és munkatársai (2002) által fejlesztett Térszemlélet tesztekéből. Vizsgálatunkban ezek a feladatok az általános iskolai korosztály életkori sajátosságainak és az online környezetnek megfelelő átalakításokkal szerepelnek (18. és 19. ábra).



18. és 19. ábra

A Térszemlélet tesztből (Séra et al., 2002) adaptált feladattípusok a korosztályoknak és az online környezetnek megfelelő átalakításokkal a 2013-2014-es tesztekben,

18. ábra (balra): Mentális forgatás feladat, 19. ábra (jobbra): Mentális transzformáció feladat

Kihívást jelentett a pedagógiai és pszichológiai szempontok, mérési módszerek összehangolt kezelése a tesztfejlesztés során. Ha a térszemlélet iskolai fejlesztésének körülményeit vesszük figyelembe, akkor is egy interdiszciplináris jelleg bontakozik ki, több tantárgy foglalkozik különböző mélységben a téri képességekkel (lásd 3.3. fejezet). Mivel a kutatás a „Diagnosztikus mérések fejlesztése” című program keretein belül a Vizuális képességek részprojektjéhez kapcsolódott, a téri képességek online

mérőeszközeinek kidolgozásakor a vizuális nevelés szempontjait helyeztük előtérbe (Kárpáti et al., 2015). *A feladatok részben a Rajz és vizuális kultúra tanterveiben megjelenő tartalmakhoz köthetők, részben a gyermekek mindennapi életben megszerzett tapasztalataira, tudására építenek. Az iskolai tananyagokat a tér érzékelésével és értelmezésével (pl.: szerkezetlátás, rész-egész viszonylatok), valamint a térábrázolási rendszerek és konvenciók (pl.: Monge vetületi rendszer, műszaki rajz) ismeretével összefüggő tartalmak reprezentálják a tesztekben. Az életszerű téri problémák megjelenítését a tájékozódási (téri orientációs) részképesség vizsgálatával kötöttük össze. A pszichológiai felmérésekben megjelenő feladattípusokat a mentális manipulációk képviselik (pl.: mentális transzformáció, forgatás) (20. ábra).*

Mivel a 10-13 évesek téri képességeinek átfogó felmérésére korábban nem került sor, az egyes téri műveletek nehézségi szintjeinek beazonosítása elengedhetetlen volt. Tóth (2013) rendszerezési eljárását alkalmazva az egyes téri műveleteket önállóan megjelenítő (elemi műveletek), és összetett műveletsorokat (komplex műveletek) tartalmazó feladatokat is terveztünk. A vizsgálat során arra is választ szeretnénk volna kapni, hogy milyen mértékben befolyásolják a megoldás sikerességét a tárgyi jellemzők (pl.: formakarakter, szín). Ennek megfelelően a téri problémák megjelenítése részben könnyen felismerhető, értelmezhető figuratív alakzatokkal, részben absztrakt (geometrikus) formákkal történt. A tervezés fázisában azt feltételeztük, hogy a feladatok nehézségét a műveletek típusa, komplexitása és a megjelenítés absztrakciós foka határozza meg.

A 2013-2014-ben különböző időpontokban és mintanagysággal elvégzett mérések során arra törekedtünk, hogy az adatok statisztikai elemzése alapján folyamatosan korrigált feladatsorokkal növelni tudjuk az összeállított tesztváltozatok belső koherenciáját és jószágmutatóit. A valós tapasztalatokhoz köthető vizuális megjelenítés elsősorban a 4-5. évfolyamokon határozta meg a megoldás sikerességét, de az absztrakt formákat és térbeli szituációkat tartalmazó feladatok a 6-7. osztályosok többségének is nehézséget okozott. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a vizuális nevelés tanterveiben, oktatási gyakorlatában rendszeresen megjelenő, a tér érzékelésével, értelmezésével összefüggő feladatokat hatékonyabban oldották meg a gyerekek, mint a pszichológiai tesztekkel jellemző elvont mentális műveleteket (Babály & Kárpáti, 2015). Más vizsgálatokhoz hasonlóan, a gyermekek teljesítményét nem befolyásolta, hogy a felmérés papír alapon vagy online tesztkörnyezetben valósult meg (Hülber & Molnár, 2013).

A tesztfejlesztés folyamatában több, egyes itemeket vagy feladatcsoportokat érintő, valamint teljes tesztek működésével kapcsolatos problémákkal is szembesültünk. A feladatokat ismertető, és a megoldást segítő instrukciók szövegét több helyen kellett rövidebb, egyszerűbb mondatokat alkotva átfogalmazni. Néhány ábrát átszerkesztettünk, részben tartalmi okok miatt a vizuális információkat egyértelműsítve, részben az iskolák technikai adottságaihoz igazodva (monitorok mérete, képfelbontása). Az összes tesztet érintő, általános probléma a pontozás koncepciójával, és a feleletválasztós itemekkel kapcsolatban jelentkezett. A feladatok értékelését úgy állítottuk be az online (eDIA) rendszerben, hogy a tanulók részmegoldásonként is pontokat kapjanak. Ez a pontozási eljárás azonban nem bizonyult alkalmasnak arra, hogy különbséget tegyen a magabiztos, stabil tudással rendelkező és a találgatással válaszolók között. Tesztjeinkben nagy arányban alkalmaztunk feleletválasztós válaszadási módot. Az eredmények elemzése azt mutatta, hogy a tanulók többsége kevés időt töltött el ezekkel a feladatokkal, feltehetően sok esetben tippeléssel döntöttek a helyes megoldás kiválasztásánál. *Mind az egyes részmegoldásokért kapott pontok, mind a feleletválasztós itemek rontották a tesztek megbízhatósági mutatóit.*

2. Feladat

A FELSŐ képeken a Jáki templom modelljét látod két különböző nézetben.

Válaszd ki az ALSÓ négy kép közül a Jáki templomhoz tartozó alaprajzot!

Mintapélda

Melyik GEOMETRIKUS FORMÁKAT fedezted fel a kávéfőző rajzán? Válaszd ki a jobboldali formák közül és kattints rá!

2. Feladat

A pillangók a rács teletlebegnek.

Milyenek látják FELÜLRŐL a piros és kék kockákat a pillangók?

7. Feladat

Egy barátodat szeretnéd megajánlani a faluban, akikt az ISKOLÁBAN vagy otthon, a KÉK HÁZBAN találhatsz meg. (A képen fekete nyilak mutatják a két épületet.)

Próbáld meg kitalálni, hogy a térképen melyik piros téglalap jelöli az ISKOLÁT és melyik a KÉK HÁZAT! Kattints rájuk!

9. Feladat

Készítettem egy képet a faluról a KOSÁRLABDA PÁLYA felől.

Melyik lehet ez a kép? Válaszd ki a négy közül!

Segítség: csak három épületet kell figyelmed, a sárga TEMPLOMOT, a kék HÁZAT és a piros ISKOLÁT.

5. Feladat

A háznak HÁROM szintje van, az ALSÓ szint az ajtóval, a KÖZÉPSŐ szint az ablakokkal és a FELSŐ szint a tetővel.

Hányszor kell elforgatnom a BAL oldali ház ALSÓ, KÖZÉPSŐ és FELSŐ szintjét a NYÍL IRÁNYÁBAN ahhoz, hogy a JOBB oldali képen látható házat kapjam? Írd a rovatokba a megfelelő forgatási számokat! (0, 1, 2, 3)

(Egy forgatás=90°, így összesen 4 lépésben térhetünk vissza egy kiindulási helyzetbe.)

Alsó szint (ajtó):

Középső szint (ablakok):

Felső szint (tető):

20. ábra

Feladattípusok a 2013-2014-es térszemlélet tesztekben. Az iskolai tananyaghoz kapcsolódó feladattípusok: „Jáki templom” – műszaki ábrázolás, „Kávéfőző” – rész-egész viszonylatok, „Pillangó” – Monge vetület. Életszerű téri problémák: „Térkép” és „Fénykép” – térbeli tájékozódás. A pszichológiai felmérésekre jellemző feladattípus: „Ház” – mentális forgatás.

5.2.2. A 2016-2017-es térszemlélet tesztek fejlesztése

A korábbi vizsgálathoz képest a legjelentősebb változást az jelentette, hogy a 2016-ban induló kutatásban a téri képességek értékelése kiterjedt a középiskolai korosztályra is. Ezáltal egy olyan mérőeszköz fejlesztése kezdődött meg, amely lehetőséget nyújt a fejlődés nyomon követésére egészen a kisiskolás kortól a felnőtté válásig, átfogó képet adva a gyermekek térérzékelésében és mentális műveleti képességeikben bekövetkező változásokról. A korábbi felmérések tapasztalatai alapján több változtatást hajtottunk végre az új tesztek kialakításánál:

- a) Egyszerűsítettük a pontozási rendszert, amelytől azt vártuk, hogy a gyerekek stabil tudásáról kapunk visszajelzést. Az értékelési szisztéma megváltoztatásával *a tanulók nem szerezhettek pontot a részmegoldásokért*. Feladatonként a hibátlan megoldásért 1, bármilyen más esetben 0 pontot kaptak. Az eDIA rendszerben és a papír alapú tesztekénél is egy részletesen kidolgozott javítókulcs segítségével biztosítottuk az egyértelmű, objektív értékelés lehetőségét.
- b) Egyes feladattípusok esetében átalakítottuk a válaszadás módját. A színezéssel történő feladatmegoldást kettős céllal terveztük. Egyrészt a „találgatással” történő megoldások kiszűrése érdekében nem alkalmaztunk feleletválasztós válaszadási módszert. Másfelől *törekedtünk arra, hogy a gyerekek több időt töltsenek el egy-egy feladat megoldásával*. Reményeink szerint *a gyerekek aktív részvételét fokozó, objektumok kijelölését és színezést igénylő válaszadás nagy motiváló erővel is bír, ösztönözve az odafigyelést*, csökkentve a felszínes megoldás esélyét.
- c) A tesztek tartalmi kialakításának vonatkozásában alapvetően más koncepciót követtünk. Korábban a téri képességelemek minél szélesebb körű lefedésére törekedtünk, míg az új mérőeszköznél *kevesebb téri komponens mélyrehatóbb vizsgálatát céloztuk meg*. Ettől a változtatástól a tesztek belső koherenciájának és megbízhatóságának növekedését, a diákok tudásszintjének pontosabb meghatározását vártuk.
- d) Mivel korábbi felmérésünkben a feladatok vizuális megjelenítése (tárgyi jellemzők), életszerűsége számottevően befolyásolta a teljesítményeket, ezt a paramétert részletesebb vizsgálatnak vetettük alá. A geometrikus alakzatoknál variáltuk a formák bonyolultságát, az elemek számának és térbeli elrendezés változtatásával. Továbbá az absztrakció mértéke szempontjából is változatossá tettük ábráinkat.
- e) A megbízhatóság növelése érdekében új *feladattípusokat terveztünk a komplex mentális műveleti képességek fejlettségének vizsgálatához*.

A két évfolyam mérőeszközeinek fejlesztése párhuzamosan történt. Mindkét korosztálynak azonos típusú feladatokat terveztünk, amelyek csak nehézségükben különböznek. Az 5. és 9. osztályos tesztek összekapcsolása horgony-ítemek segítségével valósult meg. Tartalmi összetétel szempontjából támaszkodtunk a 2013-2014-es kutatás eredményeire. A 2016-ban fejlesztett tesztek is tartalmazzák a Rajz és vizuális kultúra tanterveiben, a mindennapi életben és a pszichológiai tesztekben megjelenő tudáselemeket. Megőriztük a feladatok tárgyi jellemzők, téri műveletek típusa és komplexitása szerinti csoportosítását is. A tesztekkel négy részképesség vizsgálatát terveztük (12. táblázat), amelyek

fokozatosan nehezedő tételsorokból álltak össze. Az egyre összetettebbé váló formákat és téri műveleteket tartalmazó feladatsorok egyrészt lehetőséget nyújtottak a gyerekeknek a folyamatos bemelegedésre, másrészt az egyes részképességeket elindító, könnyebben megoldható feladatokkal ellenőrizhettük a megjelenített téri problémák érthetőségét. A vizsgált részképességek mindegyikéhez készültek olyan feladatok, amelyek igénylik az allocentrikus (a személyes nézőponttól független) nézőpontok felvételét.

12. táblázat. Az 5. és 9. évfolyamokon vizsgált részképességek (2016-2017)

<i>Vizsgált részképességek</i>	<i>A tesztben szereplő feladatok leírása</i>
vizualizáció	Objektumok elképzelése különböző nézőpontokból.
tér rekonstruálása	Kétdimenziós ábrák alapján háromdimenziós térbeli alakzatok elképzelése, létrehozása.
térbeli tájékozódás (téri orientáció)	Tájékozódás a térben, a térbeli viszonyokat leképező modellek, térképek, valós és virtuális terekben szerzett tapasztalatok alapján. (pl.: irányok, távolságok, méretváltozások, objektumok egymáshoz viszonyított helyzete alapján)
mentális forgatás	Objektum forgásának elképzelése, a mozgásfázisok sorrendjének meghatározása.

A vizualizáció feladatai

Mivel a 2013-2014-es tesztekben a vizualizáció részképesség méréséhez csak feleletválasztós itemeink voltak, új típusú feladatokat terveztünk. A Monge-féle vetületi képek értelmezése a 4. osztályban jelenik meg a Vizualis kultúra tanterveiben először, és végig jelen van az iskolai gyakorlatban. Elsősorban a tervezési feladatokhoz kapcsolva jelenik meg, amikor egy elképzelt tárgy vagy épület nézeteit kell megrajzolni. Az általános és középiskolai képzésben jellemzően figuratív alakzatokkal társul a feladat, amely megkönnyíti a forma értelmezését. A tesztben absztrakt, geometrikus formákkal végeztük a felmérést, ahol a térbeli kiterjedés irányai, az elemek egymáshoz viszonyított helyzete kevésbé egyértelműsíti a megoldásokat. Az eDIA platform funkcióinak bővülése révén lehetőségünk nyílt az új feladattípusok kialakításánál egy színezéses válaszadási módot beilleszteni (21. és 22. ábra).

A téri műveletek nehézségi szintjét két tényező mentén változtattuk:

- 1) a geometrikus formák számának és az elrendezés összetettségének változtatásával, valamint
- 2) a személyes nézőponttól való függetlenedéssel (egocentrikus, allocentrikus nézőpontok).

1. FELADAT

Építettem egy házat, és az 1. ponton állva az 1. rajzot készítettem.

Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz!
Milyenek látod a házat? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

2

1

Vissza

Tovább

21. ábra

Feladat a vizualizáció részképességhez az 5. évfolyam tesztjéből, egocentrikus nézőpont felvételével (2016-2017) (Építettem egy házat és az 1. ponton állva az 1. rajzot készítettem. Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz. Milyenek látod a házat? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!)

3. FELADAT

Építettem egy formát.

Képzeld el, hogy az 1. ponton állsz!
Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

1

Vissza

Tovább

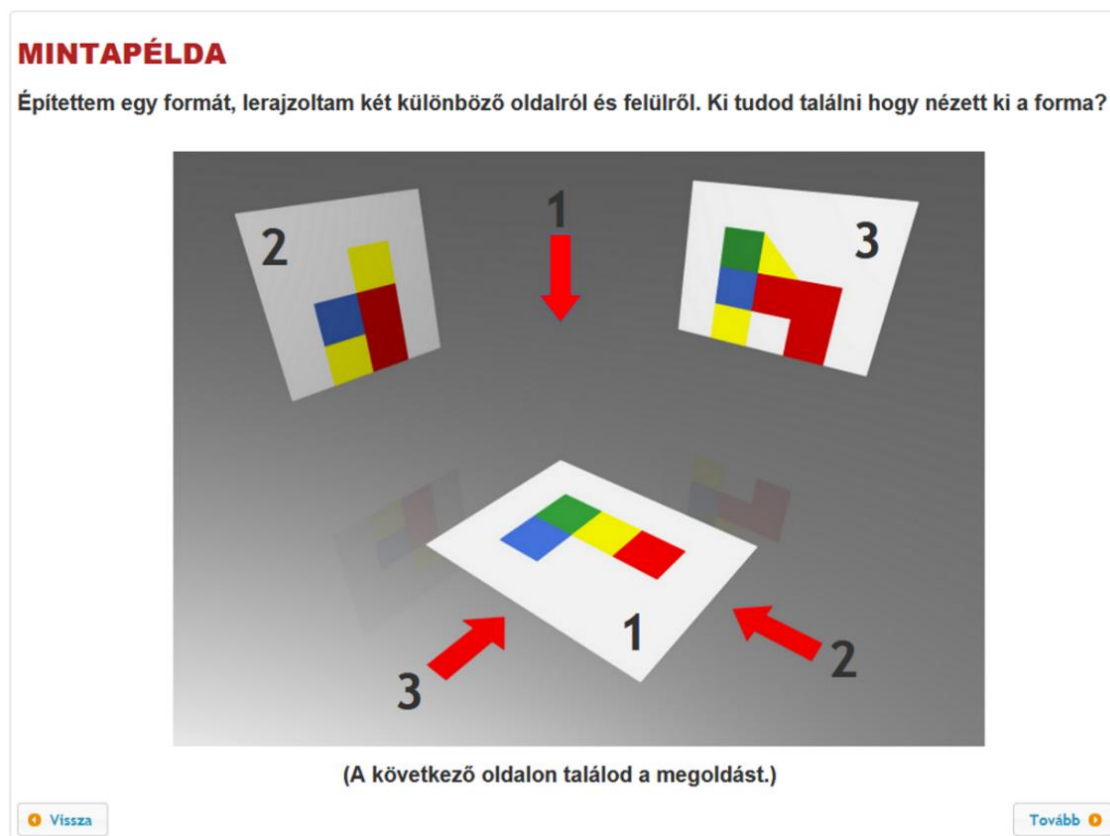
22. ábra

Horgony-ítem a vizualizáció részképességhez az 5. és a 9. évfolyam tesztjéből, allocentrikus nézőpont felvételével (2016-2017) (Építettem egy formát. Képzeld el, hogy az 1. ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!)

A térbeli rekonstrukció feladatai

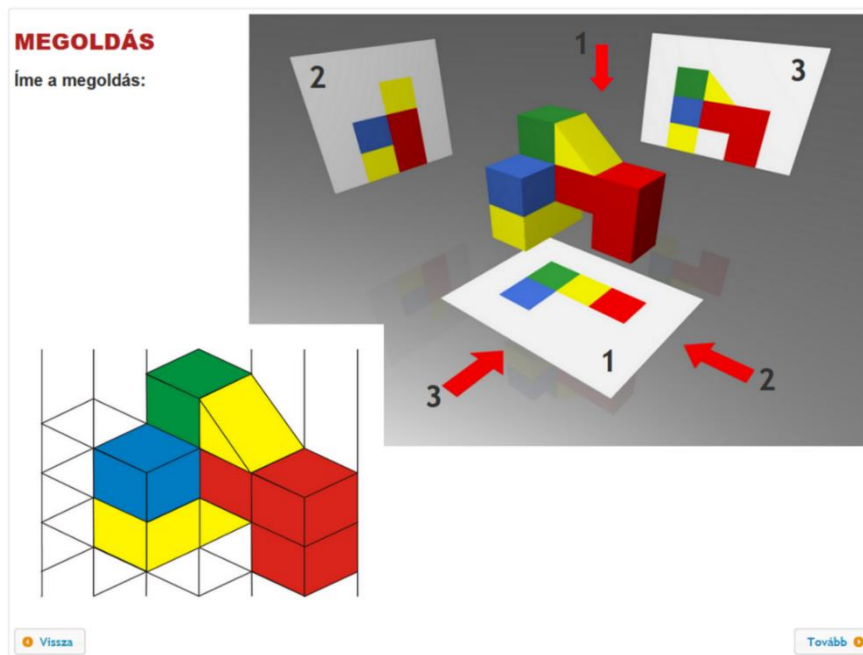
A rekonstruáló képesség vizsgálatára a korábbi szakaszban nem került sor, így új feladatokat fejlesztettünk, amelyeknél geometrikus elemekből álló térbeli konstruktumot kell felépíteniük képzeletben a gyermekeknek három vetületi nézetük alapján. Lényegében a vizualizációs feladatoknál ismertetett művelet inverzét kell végrehajtaniuk a diákoknak. Az alakzat térbeli kiterjedésének pontos képzete sorozatos belső nézőpontváltásokkal, a kétdimenziós ábrák alapján történő folytonos korrigálással, a három vetületi kép integrálásával alakul ki. Hasonlóan a vizualizáció feladataihoz a válaszadás színezéssel történik.

Rekonstrukciós feladatok egyáltalán nem, vagy csak elenyésző számban jelennek meg a rajzórák gyakorlatában. A mindennapi életben (pl. egy IKEA bútor szerelési útmutatója), és több szakmában (pl.: tervrajzok alapján az épület elképzelése egy kőműves, vagy építész számára) is számtalan módon felbukkannak ilyen jellegű téri problémák, tehát elengedhetetlen a képességelem fejlesztése és mérése. Feltételeztük, hogy ez a téri műveleti típus még a középiskolai diákok többsége számára is ismeretlen, megértésük nehézséget okozhat, ezért mindegyik tesztünkben mintapéldák vezetnek fel a feladatsort (23. és 24. ábra).



23. ábra

Mintapélda a tér rekonstrukció részességhez a 9. évfolyam tesztjéből (Építettem egy formát, lerajzoltam két különböző oldalról és felülről. Ki tudod találni hogy nézett ki a forma?)



24. ábra

Mintapélda megoldása a tér rekonstruálása részképességhez a 9. évfolyam tesztjéből (Íme a megoldás.)

A térbeli tájékozódás feladatai

Az életszerű téri problémákat megjelenítő tájékozódási feladatokat részben változtatás nélkül, részben átalakításokkal a korábbi tesztjeinkből vettük át, valamint új feladatokat is készítettünk. A helyes válaszok megadásához a tanulóknak különböző térbeli szituációkba kell behelyezni magukat, érzékelniük kell irányokat és távolságokat, valamint különböző objektumok egymáshoz képest elfoglalt pozícióját kell meghatározniuk. A sikeres megoldás feltétele *az egyes objektumok helyzetének beazonosítása a két- és háromdimenziós ábrázolási rendszerekben*. Az egyes feladattípusoknál eltérő válaszadási módot alkalmaztunk, például a megfelelő objektumok kiválasztása után a megoldást a térképre történő klikkeléssel lehetett bejelölni, ami egy piros pont formájában vizuálisan is megjelenik a felületen (25. ábra), de színezéssel és szöveges formában is kértünk válaszadást.

Az orientációs képesség méréséhez tervezett új feladattípusnál - a látvány részleges megjelenítése miatt - hiányos vizuális információk alapján kell az objektumok térbeli helyzetét és a nézőpontot beazonosítani (26. ábra). Nehezítést jelent a többi tájékozódási feladathoz képest a horizont alacsonyabb helyzete a perspektív ábrákon, amelyek így kevésbé áttekinthető képet adnak az építmények elrendezéséről, és eltávolodnak a térkép által megjelenített látványtól. A válaszadás a nézőpont számának és a perspektív kép betűjelének párosításával történik.

A térbeli tájékozódás feladatait három tényező mentén nehezítettük:

- 1) a formai jellemzők alapján könnyen beazonosítható épületek (például iskola, templom, fagyizó) eltávolításával a térképről (ezáltal az utcahálózat geometriája alapján lehet tájékozódni)
- 2) a kétdimenziós térkép elforgatásával, változtatva az eltérés nagyságát a háromdimenziós perspektív látvány és a térkép nézőpontjának helyzete között,
- 3) a háromdimenziós látvány nézőpontjának változtatásával (például a horizontvonal magasságának módosításával a rálátás mértéke eltérő lehet).

5. FELADAT

Keresd meg a térképen (szürke ábra) a **TEMPLOMOT**, az **ISKOLÁT**, a **FAGYIZÓT** és **kattints rájuk!**

Vigyázz, mert elforgattam a térképet!

Vissza Tovább

25. ábra

Horgony-ítem a térbeli tájékozódás részképességhez az 5. és a 9. évfolyam tesztjéből (Keresd meg a térképen a templomot, az iskolát, a fagyizót és kattints rájuk! Vigyázz, mert elforgattam a térképet!)

12. FELADAT

A faluban járva fényképeket készítettem. Amikor az **1. ponton** álltam az **A** képet készítettem.

Találd ki, hogy melyik ponton álltam, amikor a **B, C, D, E, F** képeket készítettem, és írd mellé a számot!

A B C

D E F

Vissza Tovább

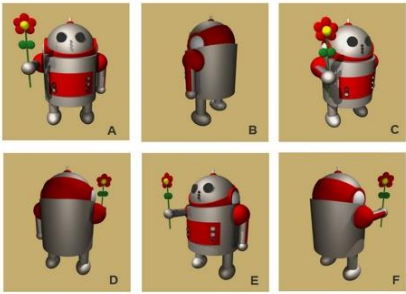
26. ábra

Feladat a térbeli tájékozódás részképességhez a 9. évfolyam tesztjéből (A faluban járva fényképeket készítettem. Amikor az 1. ponton álltam az A képet készítettem. Találd ki, hogy melyik ponton álltam, amikor a B, C, D, E, F képeket készítettem, és írd mellé a számot!)

A mentális forgatás feladata

A mentális forgatás részképesség méréséhez a 2013-2014-es tesztekben emeltünk át változtatás nélkül egy-egy feladatot az 5. és a 9. évfolyam tesztjébe. Megoldásához mozgásfázisokat megjelenítő állóképeket kell időrendi sorrendbe állítani a gyerekeknek. A feladattípus *dinamikálátásként definiálva ismert a rajzpedagógiai gyakorlatban, és a Rajz és vizuális kultúra érettségi feladatsorában is találkozunk vele*. A szakirodalom alapján a mentális forgatás az egyik legnehezebben végrehajtható művelet. Annak érdekében, hogy mérhető legyen a 10 évesek körében is, a tesztekben alkalmazott feladatnál csak egy irányban (egy függőleges tengely mentén) forgatjuk az objektumot. Segíti a feladat megoldását a robot kezében megjelenő virág is, amely a forma helyzetének könnyebb beazonosítását teszi lehetővé. A feladat azonos az 5. és a 9. osztályos tesztben, a nehézségi szint emelését a forgatási fázisok számának növelésével értük el (27. és 28. ábra). A forgatás iránya az első két fázis rögzítésével van megadva, a gyermekeknek a további számokat kell az üres mezőkbe beírniuk a sorrendet meghatározva.

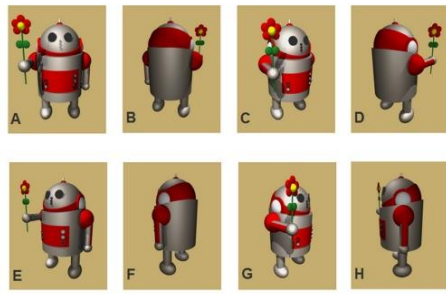
10. FELADAT
BIP, a robot éppen körbe forog.
Állítsd időrendi sorrendbe a forgását! Az **A** kép az első, az **E** kép a második a sorban. Írd be a további számokat a betűjelek mellé! (3, 4, 5, 6)



A 1 B C D E 2 F

[Vissza](#) [Tovább](#)

13. FELADAT
BIP, a robot éppen körbe forog.
Állítsd időrendi sorrendbe a forgását! Az **A** kép az első, az **E** kép a második a sorban. Írd be a további számokat a betűjelek mellé! (3, 4, 5, 6, 7, 8)



A 1 B C D E 2 F G H

[Vissza](#) [Tovább](#)

27. és 28. ábra

Feladat a mentális forgatás részképességhez (BIP, a robot éppen körbe forog. Állítsd időrendi sorrendbe a forgását! Az A kép az első, az E kép a második a sorban. Írd be a további számokat a betűjelek mellé!) 27. ábra (balra): az 5. évfolyam tesztjéből, hat forgatási fázissal 28. ábra (jobbra): a 9. évfolyam tesztjéből, nyolc forgatási fázissal.

Az 5. és a 9. osztályos térszemlélet tesztek végleges formája

Az előmérések során alkalmazott módszereken és eszközökön több ponton változtattunk. A módosításokat egyrészt a pilot vizsgálat eredményei, másrészt egy kérdőíves felmérés alapján végeztük el. A kérdőíves felmérésére 2017 januárjában került sor a Vizuális Mesterpedagógus Műhely vizuális képességek értékelési lehetőségeit bemutató rendezvényének keretében. A továbbképzés résztvevői az ország különböző pontjain a vizuális nevelésben tanárként, vagy szakértőként dolgozó pedagógusok voltak. Elsőként bemutatásra kerültek az előmérésekben alkalmazott 5. és 9. évfolyamos online tesztek, amelyeket ki is próbálhattak a résztvevők. A mérőeszközöket önkéntes alapon véleményezhették közvetlenül a kipróbálás után papíron, továbbá lehetőséget biztosítottunk arra, hogy később, e-mailen keresztül küldjék vissza Word dokumentum formájában. Összesen 32 kitöltött kérdőív érkezett meg hozzánk. A mintában szerepeltek a MTA Tantárgy-pedagógiai Kutatásában, az

egyes vizuális képességek fejlesztését megcélzó kísérletben résztvevő, és a programot nem ismerő pedagógusok is.

A kérdőív zárt és nyílt végű kérdéseket is tartalmazott (5. és 6. számú melléklet). A tesztekben szereplő feladatokat hasznosságuk és nehézségük alapján egy háromfokozatú skálán értékelték a résztvevők. Összességében nagyon hasznosnak ítélték meg a különböző feladattípusokat a felmérésben résztvevő tanárok. Hasznosság szempontjából az 5. osztályos teszt feladatainak átlagai 2,69-2,94, a 9. osztályos teszt feladatainak átlagai 2,73-2,93 közé estek (1=nem hasznos, 2=közepesen hasznos, 3=nagyon hasznos). Érdekes eredménye a felmérésnek, hogy a tanárok jobban kedvelték, hasznosabbnak tartották mindkét tesztben a tradicionális iskolai feladatokat, mint a sokkal játékosabb, a mindennapi életben felmerülő téri problémákat tartalmazókat. Nehézség szempontjából a 9. osztályos teszt feladatait megfelelőnek ítélték. Az 5. osztályosok tesztjében a rekonstrukciós példákat a tanárok többsége túl nehéznek találta, visszaigazolva azt a feltételezésünket, hogy az oktatási gyakorlatban nem jelenik meg ebben a korosztályban. Az előmérések eredményeit is figyelembe véve a rekonstruáló képesség mérésére szolgáló feladatokat nem használtuk a nagymintás mérések során az 5. osztályokban.

Arról is megkérdeztük a kérdőíves felmérés résztvevőit, hogy melyek azok a feladatok, amelyeket szívesen beépítenének a tanítási gyakorlatukba, és vártuk azokat az ötleteiket is, amellyel javíthatnánk tesztjeinket. Számos hasznos észrevétel, konkrét módosítási javaslat érkezett nyílt végű kérdéseinkre, és a tanulók előzetes tudásával kapcsolatos információk is érkeztek. Összességében látványosnak, gyakorlatiasnak, játékosnak találták tesztjeinket. Pozitívként értékelték, hogy számítógépes változatok készültek, amelyek érdekesebbek a gyermekek számára és gyorsabban elvégezhető a felmérés, mint a papír alapú tesztekkel. Korrekciós javaslatok az ábrákkal és a nehézségi szintekkel összefüggésben, kérések fejlesztő feladatok kidolgozásával kapcsolatban érkeztek.

*A tesztekben szereplő feladattípusaink egy nemzetközi szakértői validálási folyamaton is átmentek. A „Bildkompetenz in der Kulturellen Bildung” (képi kompetencia a kulturális nevelésben) projektet a német Oktatási és Kutatási Minisztérium hívta életre. A 2016-2018 között zajló kutatás célja olyan digitális mérőeszköz fejlesztése, amellyel megbízhatóan értékelhetők a PISA mérésekben szereplő korosztály (15 évesek) vizuális kompetenciái. A képességmérő tesztet a Közös Európai Vizuális Műveltség Keretrendszerben (CEFR-VL, *Common European Framework for Visual Literacy*) meghatározott alapelvek és képességelemek alapján állították össze, amelynek ez volt az első nagymintás vizsgálata. A framework alapján elkészült mérőeszközzel és a kutatás részeként megvalósuló pszichológiai felméréssel, a képességmodellezési lehetőségek feltárására nyílik lehetőség a vizuális nevelés területén. A kutatás öttagú nemzetközi tanácsadó testülete (*Expert Panel*) bírálta el a vizsgálatban használandó itemeket. A 2017. január 26-27-i nemzetközi szakértői értékelés során végezték el tesztjeink tartalmi validitásának és a felmérés módjának vizsgálatát. *Kiválónak minősítették a felmérés protokollját (pl.: tervezés folyamata próbamérésekkel), amely egészen ritkának számít a vizuális nevelés területén. Az itemek értékelésénél kiemelték, hogy nemzetközi vizsgálatban is jól használhatóak, kultúra-függetlenek feladataink.* Hiányolták a „művészet-közelséget”, ezzel kapcsolatban javasolták műalkotások beillesztését a képi megjelenítésben. Térszemléleti feladatainkból négyet válogattak be a teljes német 15 éves korosztályt reprezentáló felmérésben alkalmazott, vizuális kompetenciákat mérő tesztbe. Kettőt a térbeli tájékozódás, egyet-egyét a vizualizáció és mentális forgatás részképesség feladataiból. Itemeink „*spatial orientation*”, „*identify perspective*” és „*mental rotation*” elnevezéssel kerültek be a mérőeszközbe (7. számú melléklet).*

Az online próbamérés eredményei alapján korrigáltuk a tesztek nehézségi szintjét, amely a feladatok könnyítésére irányult mindkét évfolyamon. A megbízhatóság növelése érdekében új itemeket is fejlesztettünk. Az 5. osztályos teszt négy, a 9. osztályos teszt három új feladattal bővült. Jelentős strukturális változás csak az 5. osztályosok tesztjében történt, a rekonstrukciós példák eltávolításával. *Pozitív tapasztalataink voltak az új pontozási rendszerrel és a színezéses válaszadással kapcsolatban a próbamérések során, ezért azokon nem módosítottunk. Új elemként egy háttérkérdőív felvételével egészült ki a vizsgálat.* A próbamérések adatai alapján úgy ítéltük meg, hogy tesztek bővülésével és a kérdőív beemelésével együtt is elegendő a 45 perces időkeret. Ennek megfelelően a nagymintás méréseket is egy tanítási órában, a résztvevő osztályok tanítási rendje szerinti rajzórák keretében végeztük el.

A 13. táblázatban rendszereztük a két évfolyam tesztjében szereplő feladatokat a vizsgált részképességek, a téri műveletek összetettsége és a formai megjelenítés (figuratív-absztrakt) szerint. Az 5. évfolyam mérőeszköze 10, a 9. évfolyamé 13 feladatot foglal magába. A tesztek négy horgony itemet tartalmaznak, kettőt a vizualizáció (az 5. osztály V2 és V5 feladata azonos a 9. osztály V1 és V4 feladatával), kettőt a térbeli tájékozódás (az 5. osztály TT6 és TT8 feladata azonos a 9. osztály TT8 és TT9 feladatával) részképességet vizsgáló feladatcsoportban (8. számú melléklet).

13. táblázat. A 2017-es nagymintás felmérésben alkalmazott tesztek hipotetizált struktúrája (A táblázatban a feladatokat két paraméter megadásával tüntettük fel. A betűjel a vizsgált részképességet, a szám a teszten belüli sorrendet jelöli. A horgony-itemeket csillagozással jelöltük.)

Téris komponensek	Évf.	Elemi műveletek		Komplex műveletek	
		Absztrakt (geometrikus) formák	Figuratív alakzatok	Absztrakt (geometrikus) formák	Figuratív alakzatok
Vizualizáció	5	V2*	V1	V3, V4, V5*	
	9	V1*	V2	V3, V4*, V5	
Tér rekonstruálása	9	R6, R7			
Térbeli tájékozódás	5		TT6*	TT7, TT8*, TT9	
	9		TT8*	TT9*, TT10, TT11, TT12	
Mentális forgatás	5		MF10		
	9		MF13		

* horgony itemek

5.2.3. A 2017-es felmérésben alkalmazott kérdőív

A nagymintás felmérésben alkalmazott kérdőív elsősorban olyan hatások vizsgálatára irányult, amelyek a szakirodalom alapján kapcsolatban állhatnak a térszemlélet fejlődésével, iskolai és iskolán kívüli fejleszthetőségével. Felvételére a teszttel egyidejűleg került sor, a feladatsorral összekapcsolva, online módon, ezáltal a teljes mintára vonatkozó adatokkal rendelkezünk. Elsődleges célunk azoknak a területeknek a feltérképezése volt, amelyeket további kutatásokban érdemes alaposabb vizsgálatnak alávetni.

14. táblázat. A kérdőív tartalmi egységei, itemei

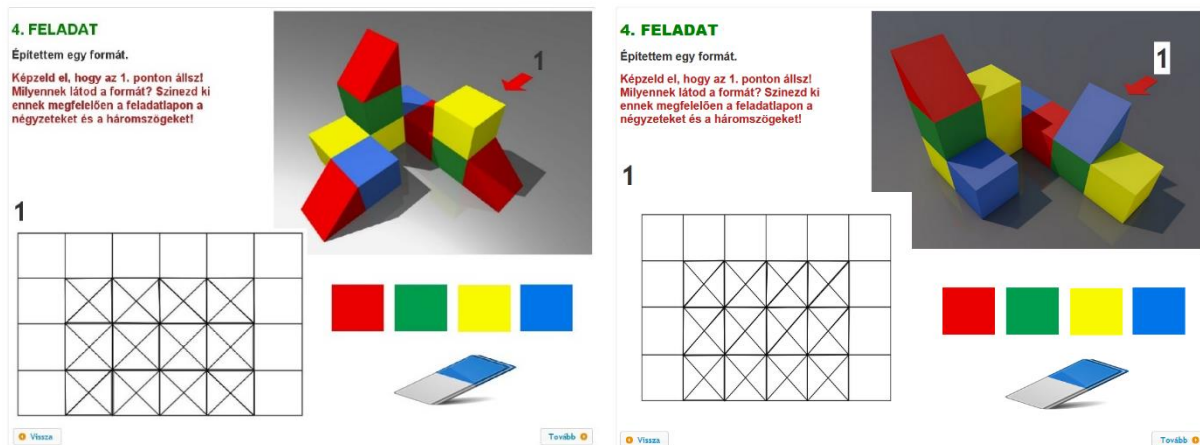
<i>Tartalmi, szerkezeti egységek</i>	<i>Itemszám</i>
I. Tanulói háttérkérdőív (életkor, nem, jobb- és balkezesség, szintévesztés)	4
II. Iskolai teljesítmények (tantárgyi osztályzatok)	9
III. Tevékenység és aktivitásformák	
Internet használatával eltöltött idő	1
Képszerkesztő programok használata	1
Számítógépes játékok használata	8
Szabadidős tevékenységformák	8
IV. Motiváció	1

A háttérváltozókat feltáró kérdőív 10 kérdést és 32 itemet tartalmazott (9. számú melléklet). A tanulók általános adataira (pl.: életkor, nem) a feladatsor előtt kérdeztünk rá, a többi tételre a teszt megoldása után került sor. Nyílt végű kérdéseket nem állítottunk össze a rendelkezésünkre álló szűk időkeret miatt, az esetek többségénél a résztvevőknek megadott szöveges válaszok közül kellett megjelölniük a rájuk leginkább jellemzőket. Egyes kutatási kérdéseket adott esetben több háttérkérdés segít megválaszolni. Ilyen például a különböző vizuális foglalkozások vizuális-téri képességekre gyakorolt hatása. Ennél a kérdésnél úgy gondoltuk, hogy a Rajz és vizuális kultúra tárgyon szerzett osztályzatok nem adnak egyértelmű választ, ezért megvizsgáltuk a rajz szakkörön való részvétel, a kézműves foglalkozások kedveltségének és a képszerkesztő programok kezelésében való jártasság összefüggéseit a térszemléleti teszteken nyújtott teljesítményekkel. A szakirodalomban a téri képességekkel összefüggésben leggyakrabban vizsgált háttérváltozókra vonatkozó kérdések mellett, saját mérésünk szempontjából relevánsnak ítélt információkat is gyűjtöttünk (pl.: a gyermekek tanulmányi eredményeiről, teszttel kapcsolatos véleményéről, jobb és balkezességéről, esetleges szintévesztéséről) (14. táblázat).

5.2.4. A 2019-es térszemlélet tesztek fejlesztése

A 8. és a 12. évfolyamok felméréséhez új tesztek fejlesztettünk, azonban ezek a mérőeszközök a 2017. évi nagymintás mérésekhez alkalmazott tesztek változatainak tekinthetők. *Célunk olyan, egymásnak megfeleltethető feladatsorokból álló tesztek létrehozása volt az 5. és 8., valamint a 9. és 12. évfolyamokon, amellyel vizsgálhatóvá válnak a diákok téri képességeiben négy év alatt bekövetkező változások.* Ennek megfelelően az általános és a középiskolai korosztály számára 2019-ben összeállított tesztek feladatainak többsége sem jellegében, sem nehézségében nem változott a 2017-es tesztek feladataihoz képest, kivételt csak a beillesztett többletfeladatok jelentettek.

A 29. és 30. ábrával illusztráljuk az általunk egyenértékűnek tekintett, egymásnak megfeleltethető feladatpárt a 2017-es és 2019-es tesztekben. Mivel ez a két feladat egyben horgony-item is (a 2017-es vagy a 2019-es felmérésben), alkalmasak arra, hogy összehasonlítsuk a négy évfolyam teljesítményét, vagyis a *diákok téri képességeiben nyolc év alatt bekövetkező változásokat.*



29. és 30. ábra

29. ábra (balra): Horgony-ítem a vizualizáció részképességhez az 5. és a 9. évfolyam tesztjéből, allocentrikus nézőpont felvételével (2016-2017), 30. ábra (jobbra): Horgony-ítem a vizualizáció részképességhez a 8. és a 12. évfolyam tesztjéből, allocentrikus nézőpont felvételével (2019) (Építettem egy formát. Képzeld el, hogy az 1. ponton állsz! Milyennek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!)

A 2019-ben fejlesztett tesztjeink nem csak tartalmi összetétel szempontjából, hanem szerkezeti felépítésükben és a mérések lebonyolításának körülményeiben sem változtak, ezért a továbbiakban csak azokra a paraméterekre térünk ki, amelyek eltérnek a 2017-es felmérésektől. A legnagyobb mértékű változást a tesztek feladatszámának megnövelése jelentette. A *többlet feladatokról azt vártuk, hogy tesztjeink szélesebb képességtartományt tudnak lefedni, főként a magasabb képességszinteket céloztuk meg* beillesztésükkel:

- Az 5. osztályos teszt 10 feladata helyett, a 8. évfolyamon 15 feladatot oldottak meg a vizsgálatban résztvevő gyerekek. A többletet részben a *három rekonstrukciós feladat* beillesztése okozta. Ennek a téri komponensnek a mérését elvetettük az 5. osztályosok körében (a 2016-2017-es próbamérések eredményei, és a pedagógusok kérdőíves felmérése alapján), de a 8. osztályosok tesztjében való megjelenését már indokoltnak tartottuk (a 9. évfolyam eredményei azt mutatták, hogy a rekonstrukciós feladatok jól differenciálnak a magasabb képességszinteken). Beemeltünk *egy további feladatot a mentális forgatás részképesség* mérésére, mivel a 2017-es tesztben csak egy ítem reprezentálta ezt a fontos képességösszetevőt. Ezzel lehetőségünk nyílt megvizsgálni azt is, befolyásolja-e a tanulók teljesítményét, hogy a forgatást figurális vagy absztrakt alakzattal kell végrehajtani. A *térbeli tájékozódási képesség* feladatai az előzetes várakozásunkhoz képest könnyűnek bizonyultak az 5. osztályos tanulóknak a 2017-es felmérésben, ezért a nehezítés szándékával került be egy új feladat a 8. osztályosok tesztjébe.
- A 9. osztályos teszt 13 feladata közül az egyik térbeli tájékozódási képességet vizsgáló feladat nem működött megfelelően a tesztben (a 2017-es felmérések eredményeinek elemzése alapján), ezért a 12. évfolyamosok tesztjében már nem alkalmaztuk ezt a feladattípust. 2019-ben a középiskolások tesztje *két térbeli tájékozódás, és egy mentális forgatás részképességet vizsgáló feladattal bővült*, a fiatalabb korosztálynál (8. évfolyam tesztje) kifejtett megfontolásokból.

A tesztek összeállításakor úgy terveztük, hogy a gyerekek téri képességeiben végbemenő változásokat, mindkét korcsoportban csak az általunk egyenértékűnek ítélt, egymásnak megfeleltethető feladatokkal vizsgáljuk. Ennek megfelelően a 8. évfolyam tesztjének 15 feladatából csak 13, a 12. évfolyam tesztjének 15 feladatából csak 12 feladatot vonunk be a 2017-es és 2019-es felmérések eredményeit összehasonlító elemzésekbe (lásd 5.5. fejezet). Az általános és a középiskolai korosztály képességeinek összehasonlíthatóságát a 2019-es tesztekben is horgony-itekek beillesztésével biztosítottuk. Feltételeztük, hogy a 8. és a 12. osztályosok képességszintje közötti különbség sokkal kisebb, mint az 5. és a 9. osztályos tanulók közötti, ezért jóval nagyobb számban használtunk horgony-iteket a 2019-es tesztjeinkben (2017-ben 4, 2019-ben 8 horgony-iteket alkalmaztunk).

15. táblázat. A 2017-ben és 2019-ben alkalmazott tesztek feladatsorai (A táblázatban a feladatokat két paraméter megadásával tüntettük fel. A betűjel a vizsgált részképességet, a szám a teszten belüli sorrendet jelöli. Az általunk egyenértékűnek ítélt feladatok egy sorban helyezkednek el a táblázatban.)

Téri komponensek	2017		2019	
	5. évfolyam	9. évfolyam	8. évfolyam	12. évfolyam
Vizualizáció	V1		V1	
	V2	V1	V2	V1
	V3		V3	
	V4		V4	
	V5	V4	V5	V4
		V2		V2
		V3		V3
		V5		V5
			R6	R6
	Tér rekonstruálása		R6	R7
		R7	R8	R8
TT6		TT8	TT9	TT9
Térbeli tájékozódás	TT7			
	TT8	TT9	TT12	TT12
	TT9		TT11	
		TT10		
		TT11	TT13	TT13
		TT12		
			TT10	
				TT10
				TT11
	Mentális forgatás	MF10		MF14
			MF15	
		MF13		MF14
				MF15

A 2019-es tesztekhez nem kapcsolódott kérdőív, csak általános adatok felvételére került sor (pl.: iskola, életkor, nem). Ezen felül csak a térszemléleti tesztekre vonatkozó tanulói véleményről (motiváció) gyűjtöttünk információkat. (Mivel a felméréseket közel azonos tanulói csoportok bevonásával végeztük mindkét fázisban, a 2017-es kérdőív újbóli felvételét indokolatlannak tartottuk. A részletesebb elemzéshez szükséges adatfelvétel interjúk és esettanulmányok keretében valósulhat meg, amelyre terveink szerint a kutatás későbbi fázisában nyílik lehetőségünk.)

Összesen 30 új feladat fejlesztésére került sor 2019-ben, a hozzájuk kapcsolódó értékelési rendszer kidolgozásával, a tesztek összeállításával, és az online környezetben (eDIA) való alkalmazhatóság biztosításával (15. táblázat). Ahol lehetőségünk nyílt rá (a térbeli tájékozódás és a mentális forgatás feladatainál), megújítottuk az egyes tesztlapok látványvilágát, közelebb hozva ábráinkat a számítógépes játékokban, vagy a különböző internetes felületeken megszokott vizuális megjelenítésekhez (10. számú melléklet).

5.3. A 2016-2017-es felmérések eredményei

5.3.1. A 2016-os próbamérések eredményei

A próbamérések során ellenőriztük az új feladattípusok érthetőségét, a tesztek nehézségét, megbízhatóságát és belső struktúráját. Az eredmények alapján téri feladataink értelmezése nem okozott gondot a vizsgált korosztályokban. A 16. táblázatban összefoglaltuk a próbamérés két szakaszának legfontosabb mutatóit. Az első próbamérésnél alacsony reliabilitás értékeket kaptunk mind a négy évfolyamon (Cronbach alfa=0,69-0,72), ezért a második próbaméréshez mindkét évfolyam tesztjét javítottuk. A megfelelő átdolgozással kialakított és digitalizált 9. osztályos változat megbízhatósága jelentősen növekedett (Cronbach-alfa=0,78). Az 5. osztályos online teszt megbízhatósága azonban a javítások ellenére is alacsony maradt (Cronbach-alfa=0,70). Mindkét mérőeszköz esetében ellenőriztük az item-item korrelációk erősségét és az itemkihagyásos reliabilitást, hogy a nagymintás méréseknél alkalmazott tesztekbe a belső konzisztenciát növelő feladatok kerüljenek. Az eredmények alapján az 5. osztályos tesztben a rekonstrukciós feladat és a térbeli tájékozódás egyik feladata nem működött megfelelően, a 9. osztályosok tesztjének valamennyi iteme jelentős mértékben hozzájárult a téri képességek meghatározásához.

Célunk a tervezés során az volt, hogy feladatainkkal a magasabb és alacsonyabb képességszinteket is lefedjük. A tesztek nehézségi szintjének beállítása a vártnál több problémát okozott. Elsősorban az 5. osztályosok teljesítményátlagai mutattak számottevő különbséget a próbamérés két szakaszában, amely nem magyarázható kizárólag az alkalmazott tesztek nehézsége közötti eltérésekkel. Két okot feltételeztünk a 33%p-os eltérés mögött (átlag_{5_1SZAKASZ}=70%p, átlag_{5_2SZAKASZ}=37%p). Egyfelől a mérőeszköz típusa magyarázhatja a különbség mértékét. A papír alapú felmérésnél a feladatokat kivetítve látták a diákok, amelyekhez a megoldást segítő tanári instrukciók érkezhettek. Az online mérésnél egyéni ütemben haladtak végig a teszten a tanulók, ezért hasonló hatások nem érvényesülhettek. Másrészt nem vethetjük el azt a lehetőséget, hogy iskolák közötti teljesítménykülönbségek állnak a háttérben. Az idősebb korosztály esetében az okozott meglepetést, hogy nem volt kimutatható különbség a négy évfolyam teljesítménye között. Mivel a 6-8. osztályosoknál azonos mérőeszközzel és módszerrel történt a felmérés, ezek a tényezők nem torzíthatták az eredményt. A próbamérésekben résztvevő iskolák és tanulók alacsony száma miatt, ezek a kérdések csak a kutatás későbbi szakaszában lesznek egyértelműen megválaszolhatók.

16. táblázat. A 2016-os próbamérések során alkalmazott térszemlélet tesztek legfontosabb mutatói

Mérési szakaszok	N	Évfolyam	Itemszám	Átlag (%p)	Szórás (%p)	Cronbach-alfa
1. szakasz (2016. május)	59	5.	8	70,00	21,95	0,69
	27	6.	10	55,56	23,03	0,69
	30	7.	10	53,33	24,83	0,72
	24	8.	10	56,48	23,15	0,71
2. szakasz (2016. december)	46	5.	8	37,00	24,85	0,70
	51	9.	10	41,57	27,23	0,78

A próbamérések eredményei alapján tartalmi és strukturális változtatásokat is végrehajtottunk a mérőeszközökön. Mindkét teszt új feladatokkal bővült, amely a próbamérések során használt egyes

itemek kihagyásával, javításával együtt komoly tartalmi módosítást jelentett. Az elvégzett korrekciók elsősorban a tesztek megbízhatóságának növelésére, és az egyes részképességeket reprezentáló feladatok nehézségi szintjeinek differenciálására irányultak. A változtatások nagyobb mértékben érintették a gyengébb jószágmutatókkal rendelkező 5. évfolyam tesztjét. Az eredmények elemzése alapján a két, nem megfelelően működő feladatot eltávolítottuk, a rekonstrukciós feladat kihagyásával a vizsgált téri komponensek száma is csökkent ebben a korcsoportban. Strukturális átalakításokat igényelt a háttérkérdőívek beillesztése, és a feladatok sorrendjének optimalizálása is.

5.3.2. Az 5. és a 9. osztályos tesztek mutatói a 2017-es nagymintás mérésben

A próbamérések után véglegesített tesztek alapvető mutatóit foglalja össze a 17. táblázat. Az 5. és a 9. osztályosok részére összeállított tesztek megfelelő megbízhatósági mutatókkal rendelkeznek, tehát az alacsony itemszám ellenére is jól mérnek (5. évf. Cronbach-alfa=0,83, 9. évf. Cronbach-alfa=0,86). A 9. évfolyamon tapasztalt nagyobb Cronbach-alfa érték háttérében feltételezésünk szerint a magasabb itemszám áll.

17. táblázat. A térszemléleti tesztek reliabilitás értékei az 5. és a 9. évfolyamon

Évfolyam	N	Itemszám	Cronbach-alfa
5.	342	10	0,83
9.	262	13	0,86

18. táblázat. Az 5. és a 9. évfolyamos térszemlélet tesztek belső konzisztenciája

5. évfolyam			9. évfolyam		
Item	Itemkihagyásos reliabilitás	Item-teszteredmény korreláció	Item	Itemkihagyásos reliabilitás	Item-teszteredmény korreláció
V1	0,83	0,42	V1	0,85	0,62
V2	0,81	0,66	V2	0,85	0,62
V3	0,81	0,68	V3	0,84	0,70
V4	0,80	0,74	V4	0,86	0,49
V5	0,82	0,61	V5	0,85	0,66
			R6	0,85	0,63
			R7	0,85	0,67
TT6	0,82	0,53	TT8	0,86	0,48
TT7	0,80	0,72	TT9	0,85	0,65
TT8	0,80	0,70	TT10	0,85	0,66
TT9	0,81	0,65	TT11	0,85	0,60
			TT12	0,85	0,64
MF10	0,83	0,52	MF13	0,86	0,51

A két évfolyam számára összeállított teszt belső konzisztenciáját az itemkihagyásos reliabilitás és az item-teszteredmény korreláció értékei mentén ellenőriztük. Az itemkihagyásos reliabilitás értékei alapján megállapíthatjuk, hogy egyik évfolyam tesztjében sincsenek nem megfelelő elkülönítés mutatóval rendelkező itemek. A Cronbach-alfa értékek egyik item eltávolításával sem növekednének,

a tesztek rövidítése tehát nem eredményezné a megbízhatóság javulását. Az itemek és a teszteredmények korrelációs együtthatói közepes és erős kapcsolatokat jeleznek a két évfolyamon ($r_5=0,42-0,74$, $r_9=0,48-0,70$), minden item számottevő befolyással van az összpontszám alakulására. A legnagyobb differenciálóról egy-egy vizualizációs feladat bír mindkét testben (5. évf. $r_{V4}=0,74$, 9. évf. $r_{V3}=0,70$) (18. táblázat).

A 19. táblázatban a térszemléleti tesztek eredményeinek alap statisztikai mutatóit foglaltuk össze évfolyamonkénti bontásban. A teszteken elért pontszámokat átszámítottuk százalékpontra, vagyis az elérhető maximális pontszám százalékában fejezzük ki az eredményeket. Az 5. osztályosok átlagteljesítménye a vártnak megfelelően alakult (53,36%p), ezzel szemben a 9. osztályosok átlaga jóval magasabb volt, mint azt a próbamérések eredményei alapján feltételeztük (60,89%p). Az idősebb korosztály vártnál magasabb teljesítménye feltehetően a mintavétel következménye. A vizsgálatban nem vettek részt a szakiskolák és a szakközépiskolák tanulói, ellenben a többségében kiemelkedő képességű diákokat befogadó gimnáziumok felülreprezentáltak. A tesztátlagok növekedése a téri képességek fejlődésére utal. Mivel különböző tesztek alkalmaztunk a két évfolyamon, és nem longitudinális adatgyűjtést, hanem keresztmetszeti vizsgálatot végeztünk, a négy év alatt végbemenő fejlődést a tesztátlagok segítségével nem becsülhetjük meg. A feltételezett teljesítménynövekedést a horgony-itemek segítségével vizsgáljuk a későbbiekben.

A relatív szórás értékei alapján megállapítható, hogy az általános iskolai korosztályban nagyobb különbségek alakultak ki, mint a középiskolaiban. Mindkét évfolyamon találunk olyan diákokat, akik maximális pontszámot értek el, és olyanokat, akik egy feladatot sem tudtak sikeresen megoldani.

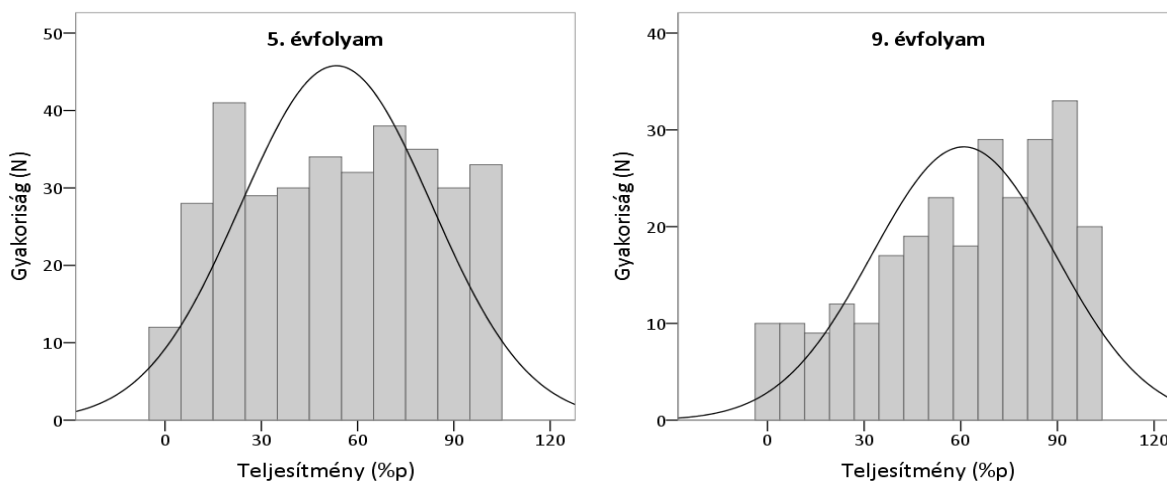
19. táblázat. A térszemlélet tesztek legfontosabb mutatói az 5. és 9. évfolyamokon

Évfolyam	N	Itemszám	Átlag (pontszám)	Átlag (%p)	Szórás (%p)	Relatív szórás (%p)	Minimum (%p)	Maximum (%p)
5.	342	10	5,34	53,36	29,80	55,85	0	100
9.	262	13	7,92	60,89	28,47	46,75	0	100

A teszteken elért eredmények eloszlását a 31. és a 32. ábrán vizuális formában, abszolút gyakorisági hisztogramokon mutatjuk be, amelyeken feltüntettük a normál eloszlás elméleti görbéjét is. A két évfolyam hisztogramja közül a 9. osztályosok ábrája mutat aszimmetriát (ferdeség₉=-0,52), az 5. évfolyam ábrája közel szimmetrikus (ferdeség₅=-0,05). A ferdeségi (skewness) értékek a ± 1 , a csúcosság (kurtosis) értékek a ± 2 értékhatár közé esnek (csúcosság₅=-1,18; csúcosság₉=-0,74). Ezek alapján az eredmények eloszlása mindkét évfolyamon normálisnak tekinthető, azonban a Kolmogorov-Smirnov és Shapiro-Wilk próbák ezt nem támasztják alá. A két teszt az mutatja, hogy az 5. és a 9. évfolyamos teljesítmények eloszlása is szignifikánsan különbözik a normál eloszlástól ($p < 0,01$).

A 9. évfolyamon a feladatok többségének megoldása nem okozott gondot a felmérésben résztvevőknek, 50%p feletti eredményt a diákok kétharmada (66,79%) ért el, és nagy számban jelennek meg a 90%p körüli teljesítmények. Ennek megfelelően az eredmények nem arányosan oszlanak meg az átlag körül, hiányzik a normál eloszlásban megjelenő jobb oldali ív. Összességében megállapítható, hogy a teszt jobban differenciálta a gyengébben teljesítőket, mint a magasabb pontszámokat elérő diákokat. Az 5. osztályosok eredményeinek eloszlása kiegyensúlyozottabb, közel azonos arányban vannak jelen az 50%p alatti (a tanulók 50,88%-a) és 50%p feletti (a tanulók 49,12%-a) teljesítmények. A hisztogram legszembetűnőbb vonása, hogy a 0%p-ot elérőket leszámítva az összes

teljesítménykategóriában közel azonos arányban fordulnak elő a tanulók. Az átlagok gyakoriságában 20%p-nál egy nagyobb, 70%p közelében egy kisebb emelkedés érzékelhető. A 20%p-os eredmény háttérében jellemzően az áll, hogy sok tanuló csak a két legegyszerűbb feladatot, az elemi téri műveleteket tudta hibátlanul megoldani. A két teszt eredményeinek eloszlásai, valamint a meglehetősen nagy szórás értékek egyaránt jelzik az egyéni teljesítmények között meglévő nagy különbségeket.



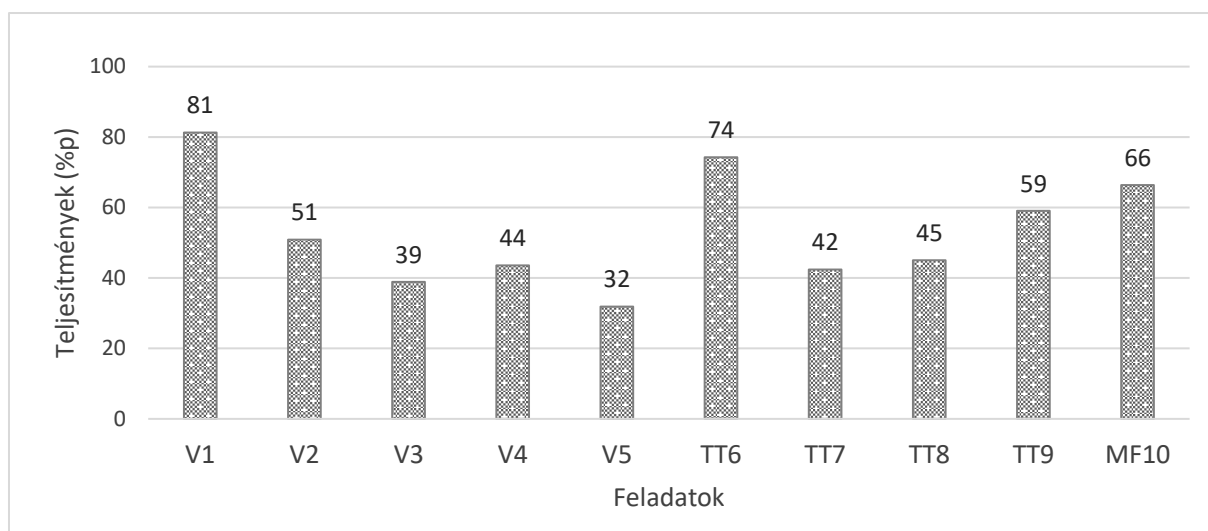
31. és 32. ábra

31. ábra (balra): Az 5. évfolyamos teszten elért teljesítmények eloszlása, 32. ábra (jobbra): A 9. évfolyamos teszten elért teljesítmények eloszlása

5.3.3. Az 5. és a 9. osztályos tesztek feladatai a 2017-es nagymintás mérésben

A tesztek feladataival kapcsolatban csak egy hipotézist állítottunk fel. Korábbi vizsgálataink alapján feltételeztük, hogy a téri műveletek komplexitása gyakorolja a legnagyobb hatást a teljesítményekre, amelyet bizonyos mértékig befolyásolhat a téri problémák megjelenítésének absztrakciós foka is. Ezzel összefüggésben valószínűsíthető volt, hogy az elemi műveletek (egy műveleti típust tartalmazó feladatok) végrehajtásában sikeresebbek lesznek a tanulók, mint a komplex műveletek (több művelettípust tartalmazó feladatok) megoldásában. A téri problémák megjelenítésének absztrakciós fokát két szinten értelmeztük: (1) a tesztlapok ábráival összefüggésben (figuratív vagy geometrikus alakzatok), (2) a feladatok kontextusának vonatkozásában (elvont vagy életszerű szituációba ágyazott téri probléma megoldása).

A 33. ábra az 5. osztályos teszt feladatainak százalékpontban kifejezett eredményeit szemlélteti. A diagram leginkább szembeütő vonása, hogy az egyes részképességek indító feladatait oldották meg legnagyobb arányban a tanulók. Mindhárom esetben elemi műveleteket kellett végrehajtani. A műveletek egyszerűsége mellett közös vonásuk, hogy könnyen értelmezhető figuratív alakzatok jelenítik meg a téri problémákat. A három közül legkönnyebbnek a vizualizáció részképesség első feladata bizonyult (átlag_{V1}=81,29%p), megelőzve a térbeli tájékozódás bevezető feladatát (átlag_{TT6}=74,27%p), és a mentális forgatást (átlag_{MF10}=66,37%p). Az elemi műveleteket tartalmazó csoportban egyedül a második vizualizációs item bizonyult nehéznek a gyermekek számára (átlag_{V2}=50,88%p). A másik három feladathoz képest számottevő különbségnek bizonyult, hogy a megoldás során absztrakt (geometrikus), magasabb elemszámú és bonyolultabb térbeli elrendezésű formát kellett értelmezniük a gyerekeknek.



33. ábra

Eredmények feladatonként az 5. évfolyamon (N=342)

A komplex műveleteket tartalmazó feladatokat egy kivételével (TT9) a felmérésben résztvevő tanulóknak kevesebb, mint a fele tudta megoldani. A leggyengébb eredményt a vizualizációs csoport utolsó feladatánál találjuk (átlag_{V5}=31,87%p). A térbeli tájékozódás itemein nyújtott teljesítmények átlagosan magasabbak, mint a vizualizációs feladatoké, ami megerősíti azt a feltételezésünket, hogy az életszerű szituációkhoz kötődő térbeli problémák és képi megjelenítés javítja az eredményességet. A TT9 jelű item okozta a legkevesebb problémát a diákoknak ebben a csoportban (átlag_{TT9}=59,06%p). A nagyarányú megoldottsága valószínűleg azzal magyarázható, hogy egy jól beazonosítható épület közelsége segítette a tájékozódást. Ezzel szemben a TT7 és TT8 jelű itemeknél, az objektumok helyzetének meghatározásához pontosan kellett érzékelniük a tanulóknak a térbeli elrendezés struktúráját, távolságokat és irányokat. A vizualizáció részképesség vizsgálatához fokozatosan nehezedő feladatokat terveztünk. Ez az összefüggés egyedül a V3 és V4 között nem áll fenn a teljesítmények alapján (átlag_{V3}=38,89, átlag_{V4}=43,57). A korábbi mérések tapasztalatai azt mutatják, hogy azonos típusú és nehézségű téri műveletet tartalmazó itemeknél az első megoldásában sokszor gyengébben teljesítenek a gyerekek még akkor is, ha a további feladatoknál összetettebb formákkal kell végrehajtani ugyanazt a műveletet. Feltételezhetően jelen esetben is azzal a jelenséggel állunk szemben, hogy nem az első feladatnál találják meg a tanulók egy-egy típus megoldásához a célravezető stratégiát.

A 20. táblázat a feladatok közötti korrelációs együtthatók értékeit foglalja magába. Szorosabb összefüggés azok között a feladatok között áll fenn, amelyek összetett műveletsorokat, bonyolult térbeli elrendezéseket és nehezen beazonosítható alakzatokat tartalmaznak. Ezek közül magasabb korrelációs értékek egy-egy részképességben belül jelentkeztek ($r_{V3,V4}=0,65$, $r_{V4,V5}=0,49$, $r_{TT7,TT8}=0,57$, $r_{TT8,TT9}=0,49$). A mentális forgatás feladatánál és a gyermekek által legmagasabb arányban megoldott V1 és TT6 jelű feladatoknál is alacsony korrelációs értékeket találunk. A teszteredménnyel a V4 jelű vizualizációs feladat mutatta a legszorosabb kapcsolatot ($r_{V4,TEST}=0,74$). A feladatok közötti összefüggés minden esetben szignifikáns, két érték kivételével ($r_{V1,V5}=0,12$ $p<0,05$; $r_{V1,TT9}=0,13$ $p<0,05$) eléri a $p<0,01$ szignifikancia szintet.

20. táblázat. Az 5. osztályos teszt feladatainak Pearson-féle korrelációs együtthatói (N=342)

Item	V1	V2	V3	V4	V5	TT6	TT7	TT8	TT9	MF10	Teszt
V1	1	0,40**	0,20**	0,18**	0,12*	0,16**	0,17**	0,21**	0,13*	0,21**	0,42**
V2		1	0,36**	0,40**	0,33**	0,28**	0,38**	0,37**	0,31**	0,25**	0,66**
V3			1	0,65**	0,39**	0,24**	0,37**	0,41**	0,32**	0,24**	0,68**
V4				1	0,49**	0,29**	0,46**	0,41**	0,36**	0,33**	0,74**
V5					1	0,17**	0,43**	0,30**	0,30**	0,25**	0,61**
TT6						1	0,37**	0,30**	0,31**	0,20**	0,53**
TT7							1	0,57**	0,46**	0,25**	0,72**
TT8								1	0,49**	0,25**	0,70**
TT9									1	0,30**	0,65**
MF10										1	0,52**
Teszt											1

** p<0,01 szignifikancia szintet elérő együttható

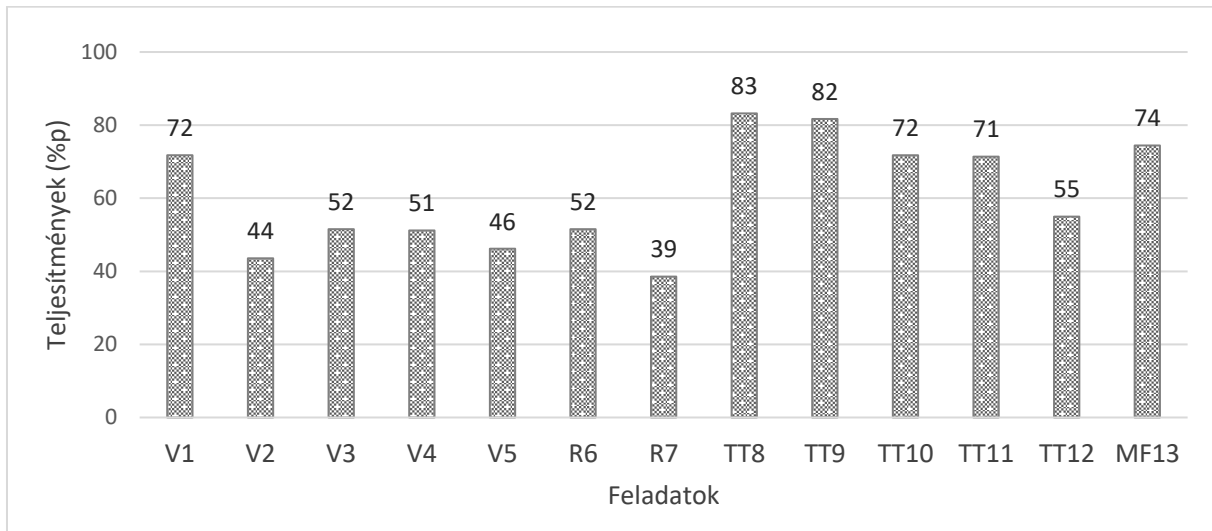
* p<0,05 szignifikancia szintet elérő együttható

A 9. osztályos tesztnél hasonló paraméterek mentén változik a feladatok nehézsége, mint az 5. évfolyamon. Az idősebb korosztály meglepően nagy arányban tudta megoldani a mindennapi életben megjelenő téri problémákat közelítő tájékoztató feladatokat. A két legmagasabb teljesítmény ehhez a részképességhez kötődik (átlag_{TT8}=83,21%p; átlag_{TT9}=81,68%p), és a további két itemet is hasonló eredményességgel oldották meg (átlag_{TT10}=71,76%p; átlag_{TT11}=71,37%p), mint a legkönnyebb vizualizációs feladatot (átlag_{V1}=71,76%p). A TT12 jelű feladattípus az 5. osztályos tesztben nem jelenik meg, a 9. évfolyamon a vártnak megfelelő nehézségűnek bizonyult (átlag_{TT12}=54,96%p). A feladat nehézségét az okozza, hogy az objektumok térbeli elhelyezkedése csak részben látható, és a horizont alacsony helyzete miatt a két- és háromdimenziós megjelenítések közötti összefüggések kevésbé érzékelhetők.

A nagymintás mérésben a 9. évfolyam tesztje egy új, monokróm vizualizációs feladattípussal (V5) bővült. Ennél az itemnél elsősorban azt vizsgáltuk, hogy a monokróm megjelenítés nehezítést, vagy könnyítést jelent a gyermekek számára az elemek térbeli helyzetének meghatározásánál. Az elemzés során azt tapasztaltuk, hogy ez a tényező nem befolyásolta számottevően a megoldás sikerességét. Feltehetően az elemek helyzetének nehezebb beazonosíthatóságát ellensúlyozta a válaszadás hibalehetőségeinek csökkenése. A vártnak megfelelően az elemi műveletet tartalmazó V1 feladat volt a legkönnyebben megoldható vizualizációs csoportban (átlag_{V1}=71,76%p), és a V3, V4 itemeknél is a feltételezett teljesítményt nyújtották a 9. osztályosok (átlag_{V3}=51,53%p; átlag_{V4}=51,15%p). Mivel a legkönnyebbnek ítéltük, a próbamérések során a V2 feladattal indítottuk a 9. osztályosok tesztjét. Az eredmények nem igazolták vissza a várakozásunkat, a legalacsonyabb teljesítményt nyújtották a diákok ezen az elemi műveletet tartalmazó feladaton (átlag=18%p). A nagymintás mérésnél a második feladatként került be a tesztbe. Ezzel a változtatással jelentős mértékben nőtt a sikeres megoldások aránya (átlag_{V2}=43,51%p), azonban így is az egyik legnehezebb feladatnak bizonyult. A hibás válaszadások részleteinek elemzése arra világított rá, hogy a ferde síkok térbeli kapcsolódásának (testek áthatása) értelmezése okozott problémát a gyerekeknek. Tehát a téri percepció képesség hiányosságai okozták a sikertelenséget.

Előzetesen azt feltételeztük, hogy a tér rekonstruálásához tartozó feladatokat oldják meg legkisebb arányban a 9. osztályosok, ami csak részben igazolódott vissza. Az R7 jelű rekonstrukciós feladat a legnehezebbnek bizonyult a tesztben (átlag_{R7}=38,55%p), az R6 jelűt a vizualizáció

itemeivel hasonló arányban oldották meg a felmérésben résztvevő diákok (átlag_{R6}=51,53%p). A két feladatban csak az alakzatok összetettsége változott, elsősorban a geometrikus elemek darabszáma. A mentális forgatás iteme hasonlóan működött mindkét évfolyamon. A diákok többsége hibátlanul oldta meg, és a 9. osztályosok tesztjében is a harmadik legkönnyebb feladatnak bizonyult (átlag_{MF13}=74,43%p) (34. ábra).



34. ábra

Eredmények feladatonként a 9. évfolyamon (N=262)

21. táblázat. A 9. osztályos teszt feladatainak Pearson-féle korrelációs együtthatói (N=262)

Item	V1	V2	V3	V4	V5	R6	R7	TT8	TT9	TT10	TT11	TT12	MF13	Teszt
V1	1	0,41	0,46	0,30	0,34	0,34	0,36	0,17	0,36	0,34	0,22	0,34	0,25	0,62
V2		1	0,45	0,23	0,36	0,34	0,44	0,17	0,30	0,33	0,25	0,35	0,23	0,62
V3			1	0,23	0,50	0,40	0,50	0,22	0,39	0,33	0,35	0,38	0,24	0,70
V4				1	0,22	0,17	0,21	0,26	0,25	0,29	0,21	0,27	0,23	0,49
V5					1	0,39	0,43	0,19	0,36	0,33	0,38	0,42	0,26	0,66
R6						1	0,61	0,24	0,31	0,34	0,30	0,27	0,22	0,63
R7							1	0,21	0,34	0,31	0,31	0,35	0,20	0,67
TT8								1	0,32	0,33	0,26	0,33	0,28	0,48
TT9									1	0,51	0,44	0,42	0,31	0,65
TT10										1	0,48	0,35	0,41	0,66
TT11											1	0,31	0,27	0,60
TT12												1	0,26	0,64
MF13													1	0,51
Teszt														1

Megjegyzés. A táblázatban szereplő valamennyi érték $p < 0,01$ szinten szignifikáns.

Magas korrelációs értékeket a 9. osztályos teszt esetében is az egyes részképességeken belül találunk. A táblázatban szereplő korrelációs együtthatók mindegyike szignifikáns $p < 0,01$ szinten. A legszorosabb összefüggést a két rekonstrukciós feladat mutatja ($r_{R6,R7}=0,61$), amelyek a vizualizációs részképességhez tartozó feladatokkal is jól korrelálnak. ($r_{V3,R7}=0,50$, $r_{V2,R7}=0,44$, $r_{V5,R7}=0,43$,

$r_{V3,R6}=0,40$) A másik két részképességen belül a vizualizáció V3, V5 ($r_{V3,V5}=0,50$), és a térbeli tájékozódás TT9, TT10 ($r_{TT9,TT10}=0,51$) feladatai állnak legszorosabb kapcsolatban. Az 5. osztályos teszthez hasonlóan, az egy feladattal reprezentált mentális forgatásnál találunk alacsonyabb értékeket. A 9. évfolyamon a teszteredményekkel a V3 feladat mutatta a legszorosabb kapcsolatot ($r_{V4,TESTZ}=0,74$) (21. táblázat). Összevetve a két teszt feladatainak korrelációs együtthatóit megállapítható, hogy a 9. évfolyamon erős összefüggéseket szinte csak egy-egy részképességen belüli feladatok között találunk, míg az 5. évfolyam itemeinél nem ezt tapasztaljuk.

5.3.4. Az 5. és a 9. osztályosok teljesítményének összehasonlítása

Előzetesen azt feltételeztük, hogy az 5. és a 9. osztályos tanulók téri képességszintje között szignifikáns különbség lesz kimutatható, a 9. osztályosok előnyét mutatva. Annak érdekében, hogy a feltételezett teljesítménynövekedést vizsgálni tudjunk, horgony itemeket emeltünk be a tesztekbe. A négy közös feladaton elért eredmény összehasonlítását tartalmazza a 22. táblázat.

A két vizualizációs részképességet vizsgáló horgony item közel azonos mértékű, szignifikáns különbséget mutatott, a 9. évfolyamosok javára ($t_{V21}=5,37$ $p<0,001$, $t_{V54}=4,83$ $p<0,001$). A felmérés előtt az 5. osztályosoktól nagyobb arányú sikeres megoldást, ezáltal az évfolyamok között kisebb eltérést vártunk az elemi téri művelet végrehajtását igénylő feladat vonatkozásában (5. oszt. V2, 9. oszt. V1). A térbeli tájékozódás két feladatán is szignifikánsan jobban teljesítettek a 9. osztályosok ($t_{TT68}=2,70$ $p<0,001$, $t_{TT89}=10,17$ $p<0,001$). A részképességhez tartozó két horgony-itemet a 9. osztályosok közel azonos hatékonysággal oldották meg, míg az 5. osztályban jelentős volt a két feladaton nyújtott teljesítménykülönbség. Ebből adódóan a differencia nagysága is eltérő. A négy horgony-item közül az 5. osztályos teszt TT8, és a 9. osztályos teszt TT9 jelű közös feladatán nyújtott teljesítmény mutatja a legnagyobb különbséget az évfolyamok között. Közel kétszer annyi diák tudta megoldani a feladatot a 9. évfolyamon, mint az 5. osztályokban. A két feladat közötti különbséget az jelentette, hogy az egyiknél (5.o. TT6, 9.o. TT8) fix tájékozódási pontok is segítettek a tájékozódást, míg a másikonál (5.o. TT8, 9.o. TT9) kizárólag az utcahálózat geometriája alapján lehetett az objektumok helyét beazonosítani a térképen.

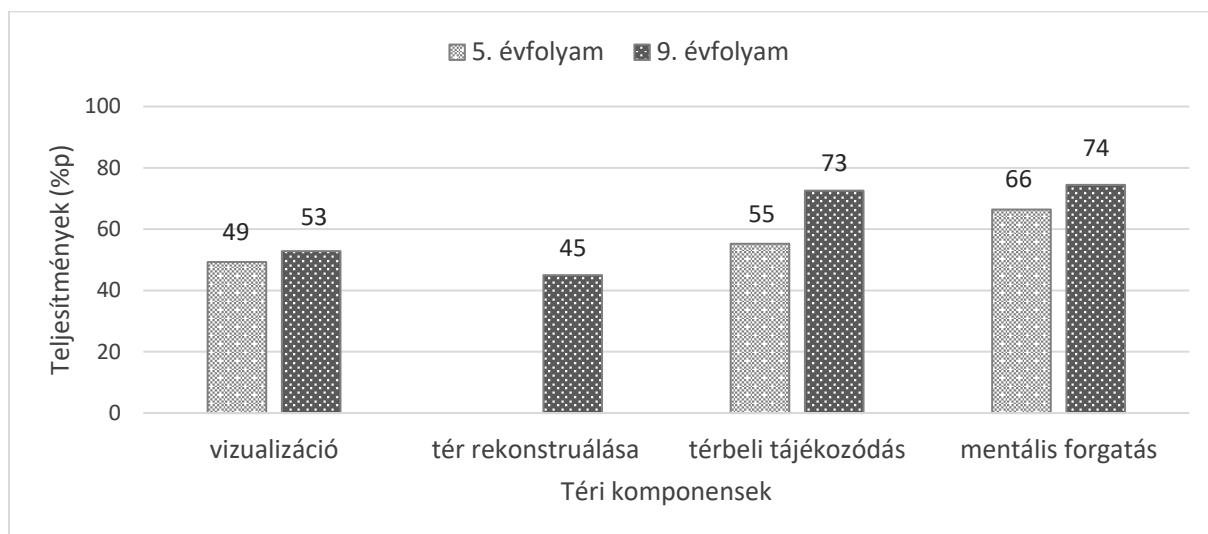
22. táblázat. A horgony-itemeken nyújtott teljesítménykülönbségek az 5. és 9. évfolyamon (N=604)

Téri komponens	Item	Évfolyam	Átlag (%p)	t-próba	
				Itl	p
Vizualizáció	V2	5	50,88	t=5,37	p<0,001
	V1	9	71,76		
	V5	5	31,87	t=4,83	p<0,001
	V4	9	51,15		
Térbeli tájékozódás	TT6	5	74,27	t=2,70	p<0,007
	TT8	9	83,21		
	TT8	5	45,03	t=10,17	p<0,001
	TT9	9	81,68		

A mintában egy olyan intézmény található, ahol az 5. és a 9. évfolyamos diákok is részt vettek a felmérésben, ezért a teljesítményeket itt külön is megvizsgáljuk. Az iskola 5. osztályos tanulói a leggyengébb átlagteljesítményt nyújtották az évfolyamon (átlag_{ISKOLA6_5}=37,86%p), míg az intézményben tanuló 9. osztályosok a középmezőnyben helyezkednek el, az évfolyam átlagánál jobb eredménnyel (átlag_{ISKOLA6_9}=65,94%p). A két évfolyam átlagteljesítménye közötti eltérés 28,08%p, amely számottevő mértékű fejlődését jelez a négy év alatt. Összevetve az 5. és 9. évfolyamok eredményeit a teljes mintán, ez az érték csak 7,53%p, tehát a vizsgált iskolában kiugróan magas teljesítménynövekedést tapasztaltunk. Adataink nem alkalmasak arra (a 9. osztályos minta mindössze 14 fő), hogy ennek okait a dolgozat keretében feltárjuk.

5.3.5. Az 5. és a 9. osztályosok eredményei részképességek szerinti bontásban

A 35. ábra a felmérésben vizsgált téri komponenseken nyújtott teljesítményeket jeleníti meg évfolyamonkénti bontásban. A részképességek nehézségi rangsora egyezést mutat a két korosztályban. Amennyiben csak a mindkét tesztben megjelenő komponenseket vesszük figyelembe, a vizualizációs feladatok okozták a legtöbb, a mentális forgatási feladat a legkevesebb problémát az 5. és a 9. osztályosoknak egyaránt. Kizárólag a középiskolai korosztály tesztjében megjelenő, a rekonstruáló képességet mérő feladatokat oldották meg a diákok a legalacsonyabb arányban (átlag₉=45,04%p). A gyenge eredmény valószínűleg arra vezethető vissza, hogy a gyermekek az iskolai képzés során nem találkoznak hasonló típusú téri problémával.



35. ábra

Eredmények részképességenként az 5. és a 9. évfolyamon (N=604)

A mentális forgatás itemét az 5. osztályosok kétharmada (átlag₅=66,37%p), a 9. osztályosok háromnegyede (átlag₉=74,43%p) oldotta meg tökéletesen. A 2013-2014-es felmérés alapján nem meglepő a diákok jó teljesítménye ezen a feladaton, korábbi vizsgálatunkban is hasonló eredményeket kaptunk (Babály & Kárpáti, 2015; Babály, 2016). A két évfolyam közötti különbség annak ellenére szignifikáns az idősebb korosztály javára, hogy a 9. osztályos diákok feladatát a forgatási fázisok számának növelésével nehezítettük ($t=2,17$ $p<0,05$). Legnagyobb különbség a térbeli tájékozódás

részképességénél alakult ki a vizsgált korcsoportok között (átlag₅=55,19%p, átlag₉=72,60%p), ami azt jelzi, hogy a képességelem jelentős mértékben fejlődik 10 és 15 éves kor között. A 9. osztályosok előnye ennél a téri komponensnél is szignifikáns ($t=6,38$ $p<0,001$). Eredményesség szempontjából a vizualizációs itemek mutatták a legkisebb különbséget az évfolyamok között ($t=1,28$ $p=0,200$).

Az itemek szintjén az 5. osztályban a legjobb és a leggyengébb eredmény is a vizualizációs részképességnél született, a két item közötti teljesítménykülönbség 49,42%p. A vizualizáció vizsgálatára fejlesztett feladattípussal tehát meglehetősen jól differenciálható a gyermekek képességszintje. A térbeli tájékozódás legnagyobb és legkisebb arányban megoldott feladata között 31,87%p eltérés jelentkezett. A 9. osztályban azonos differenciáló erővel bírtak a vizualizáció és a térbeli tájékozódás itemei, a két szélső érték közötti különbség mindkét komponens esetében 28,24%p.

A téri komponensek közül magas korrelációs értékeket a vizualizáció és a térbeli tájékozódás között kaptunk mindkét korcsoportban (5. oszt. $r_{V,T}=0,59$, 9. oszt. $r_{V,T}=0,61$), ami megerősíti a feladatok közötti összefüggés-vizsgálatok eredményeit (23. és 24. táblázat). A két rész képesség közötti szorosabb kapcsolat kialakulásában feltehetően az is közrejátszik, hogy a másik két komponens a 2017-es felmérésben csak egy, ill. két feladattal vizsgáltunk. Várakozásainknak megfelelően, a rekonstruáló képesség legszorosabb összefüggést a vizualizációval mutat ($r_{V,R}=0,58$). Mindkét rész képességnél geometrikus elemeket használtunk, és a Monge-féle vetületi rendszer értelmezéséhez kapcsolódó mentális műveletet kellett végrehajtaniuk a gyerekeknek.

23. táblázat. A rész képességek és a teljes teszt közötti korrelációs együtthatók az 5. osztályokban (N=342)

Téri komponensek	Vizualizáció	Térbeli tájékozódás	Mentális forgatás	Teljes teszt
Vizualizáció	1,00	0,59	0,37	0,90
Térbeli tájékozódás		1,00	0,33	0,87
Mentális forgatás			1,00	0,52

Megjegyzés. Minden korreláció szignifikáns $p<0,01$ szinten.

24. táblázat. A rész képességek és a teljes teszt közötti korrelációs együtthatók a 9. osztályokban (N=262)

Téri komponensek	Vizualizáció	Tér rekonstruálása	Térbeli tájékozódás	Mentális forgatás	Teljes teszt
Vizualizáció	1,00	0,58	0,61	0,35	0,89
Tér rekonstruálása		1,00	0,47	0,23	0,73
Térbeli tájékozódás			1,00	0,43	0,86
Mentális forgatás				1,00	0,51

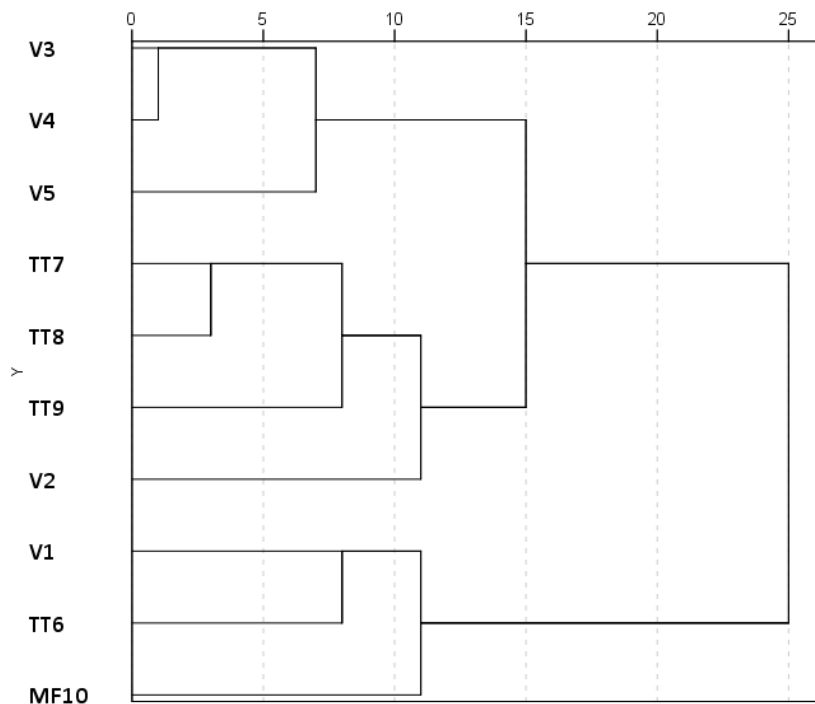
Megjegyzés. Minden korreláció szignifikáns $p<0,01$ szinten.

A mérés során azzal kapcsolatban is szerettünk volna visszajelzést kapni, hogy a gyermekek tudják-e értelmezni a tesztben előforduló téri műveleteket. Ennek érdekében könnyebben megoldható itemekkel indítottuk az egyes rész képességek vizsgálatát. Mivel a téri komponensek első itemeit a gyerekek többsége sikeresen megoldotta, valószínűsíthető, hogy a téri képesség vizsgálatára fejlesztett feladattípusok értelmezhetőek voltak számukra.

5.3.6. Az 5. és a 9. osztályos tesztek struktúrája

A feladatok közötti kapcsolatok feltárását tesztenként végezzük el klaszteranalízis segítségével. Az elemzés során a hipotetizált struktúrát (13. táblázat) vetjük össze a mérőeszköz szerkezetét vizuálisan megjelenítő dendrogramokkal.

Az 5. évfolyam tesztjénél a hipotetizált struktúrának megfelelően sorolódnak be három nagyobb klaszterbe a feladatok (36. ábra). Az első csoport a V3, V4, V5, itemekből áll, amelyek a vizualizáció részképesség komplex műveleteket tartalmazó feladatai. A második csoportot a komplex műveleteket magába foglaló térbeli tájékozódás TT2, TT3, TT4 itemei és a V2 feladat alkotják. A harmadik csoportban találjuk a V1, TT1, MF1 feladatokat, vagyis az elemi műveleteket figuratív alakzatokkal. A kialakult klaszterek egyben a feltételezett nehézségi szinteknek is megfelelnek, amelyet a V2 feladat második csoporthoz történő csatlakozása is megerősít. Ennél a feladatnál bár elemi műveletet kell végrehajtani, a megoldást nehezíti, hogy összetett geometrikus alakzatot kell értelmezni. A nehézség alapján történő fűrtbe rendeződést támasztja alá, hogy a csoportokon belül azoknál a feladatpároknál találjuk a legszorosabb kapcsolatokat, amelyeknél a gyermekek hasonló arányban oldották meg sikeresen a feladatokat (V3-V4, TT7-TT8, V1-TT6). A klaszteranalízis alapján megállapíthatjuk, hogy a feladatok koherenciáját sokkal inkább a téri műveletek komplexitása, és ezzel összefüggésben a nehézsége határozza meg, mint a részképességek szerinti besorolás.



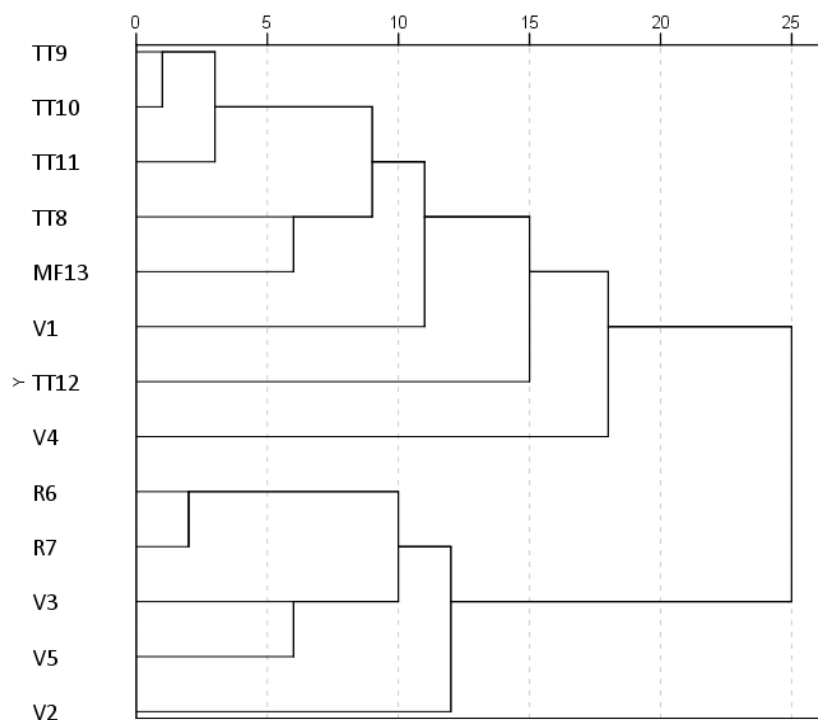
36. ábra

Dendrogram 5. évfolyam (N=342)

A 13 feladatot magába foglaló 9. évfolyamos tesztnél bonyolultabb ábrát kapunk, amely nem követi olyan pontosan a hipotetikus struktúrát, mint azt az 5. osztályosok tesztjénél láttuk (37. ábra). A klaszteranalízis során két, jól elkülöníthető hasonlósági csoportot kapunk. A V2, V3, V5, R6, R7 jelzésű feladatokból összeálló klaszter megfeleltethető az 5. osztályosok első csoportjával. Olyan komplex műveleteket és geometrikus formákat tartalmazó itemeket ölel fel, amelyek megoldása a legtöbb

nehézséget okozta a diákoknak. A legszorosabb összefüggést a két rekonstrukciós példa mutatta, ami egyben a két legnehezebb feladatnak is bizonyult a tesztben.

A második klasztert a térbeli tájékozódás (TT8, TT9, TT10, TT11, TT12) és a mentális forgatás (MF13) feladatai alkotják, amelyhez két vizualizációs item (V1, V4) csatlakozik. Legszorosabban a három közepes nehézségű tájékozódási feladat kötődik egymáshoz (TT9, TT10, TT11). Ehhez kapcsolódnak több lépésben az elemi műveleteket tartalmazó feladatok (TT8, MF13, V1), amely hasonlóan az 5. osztályos teszt harmadik csoportjához az egyes részképességek legeredményesebben megoldott feladatait tartalmazza. A csoporthoz utolsóként két elem lép be (TT12, V4), amelyek nehézségük alapján jobban illeszkednének az első klaszterbe. A TT12 jelű item megjelenése a többségében térbeli tájékozódási részképességet felölelő csoportban tartalmilag indokolt, gyengébb kapcsolódása feltehetően eltérő típusával magyarázható. A V4 feladat horgony-item, megegyezik az 5. osztályos teszt V5 feladatával. Mindkét tesztben a leggyengébben kapcsolódik az azonos típusú és nehézségű vizualizációs feladatokhoz. Különállása azzal indokolható, hogy legnagyobb elemszámú, és térbeli elrendezésében is a legösszetettebb formát kell értelmezniük a megoldás során a gyerekeknek.



37. ábra
Dendrogram 9. évfolyam (N=262)

Összességében megállapítható, hogy a klaszteranalízis visszaigazolta a tesztek előzetesen feltételezett belső szerkezeti felépítését. Mindkét életkorban azonos rendezőelv szerint csoportosuló klasztereket, hasonló összefüggésrendszert feltáró struktúrát figyelhetünk meg a korrelációs mátrixon alapuló dendrogramokon. A téri műveletek komplexitása meghatározóbb a feladatokban megjelenő ábrák formai jellemzőinél. Az egyes részképességekkel összefüggésben, valamint az elemi és összetett műveletek csoportjain belül azonosítható a legtöbb stabil kapcsolat a feladatok között.

5.4. A 2019-es felmérések eredményei

5.4.1. A 2019-es próbamérés eredményei

Annak ellenére, hogy a 2017-es tesztekben alkalmazott feladattípusok változatlanok maradtak, több szempontból is szükségesnek éreztük a 2019-es fejlesztésű tesztek kipróbálását. Egyrészt ellenőriztük, hogy a 8. és a 12. évfolyam tesztjei is megfelelő megbízhatósági mutatókkal rendelkeznek-e. Az eredmények azt mutatták, hogy mindkét teszt jól mér, összehasonlítva a 2017-es adatokkal, mérőeszközeink megbízhatósága növekedett (7-8. oszt. Cronbach-alfa=0,90, 11. oszt. Cronbach-alfa=0,91). Korábbi elemzéseinknél feltételeztük, hogy a nagyobb itemszám miatt kaptunk magasabb Cronbach-alfa értékeket a középiskolai korosztálynál, amit ez a próbamérés megerősített. Azonos itemszámú tesztjeink közel azonos megbízhatósági mutatókkal rendelkeznek (25. táblázat).

25. táblázat. A 2019-es próbamérések során alkalmazott térszemlélet tesztek legfontosabb mutatói

Mérés ideje	N	Évfolyam	Itemszám	Átlag (%p)	Szórás (%p)	Cronbach-alfa
2019. május-	100	7-8.	15	52,47	31,09	0,90
június	79	11.	15	57,72	32,23	0,91

Megvizsgáltuk az új tesztek a nehézségi szinttel összefüggésben is. A tesztátlagok a 2017-es nagymintás mérésben kapott 5. és 9. osztályos adatokat tükrözik vissza. A 2019-es tesztek többlet feladatait a magasabb képességszintek mérésére terveztük, ezért az új tesztek kipróbálásánál nem vártuk az átlagok javulást a 7-8. és a 11. évfolyamokon sem (7-8.o. átlag=52,47%p, 11.o. átlag=57,72). Összeségében a tesztek működése, megbízhatósága, a feladatok nehézsége megfelelt elvárásainknak, ezért a nagymintás mérésben változtatás nélkül alkalmaztuk őket a 8. és a 12. évfolyamokon.

5.4.2. A 8. és a 12. osztályos tesztek mutatói a 2019-es nagymintás mérésben

Annak érdekében, hogy a 2017-es és a 2019-es nagymintás mérés eredményei közötti összefüggések érzékelhetőek legyenek, az elemzésekbe csak a mindkét tesztelési fázisban résztvevő iskolákat vontuk be. Az általános iskolai korosztályban (5. és 8. évf.) az összes intézményben sor került az adatfelvételre mindkét évben. Itt a mintanagyság visszaesése a tanulói létszámok csökkenése miatt következett be (pl.: sok tanuló került át hat osztályos gimnáziumokba). A kutatásba 2017-ben bekapcsolódó középiskolák közül egy olyan intézmény volt, ahol a 2019-es felmérést nem végezték el. Továbbá egy iskolában csak a 12. évfolyam mintájából vannak adataink, amelyeket elemzéseinkben (a hiányzó 9. osztályos adatok miatt) nem vettünk figyelembe.

A próbamérések után a nagymintás felmérés eredményei is azt támasztják alá, hogy mérőeszközeinkkel megbízhatóan értékelhetők a téri képességek a 8. és a 12. évfolyamokon egyaránt (8. évf. Cronbach- α =0,88, 12. évf. Cronbach- α =0,91) (26. táblázat).

26. táblázat. A térszemlélet tesztek reliabilitás értékei a 8. és a 12. évfolyamon

Évfolyam	N	Itemszám	Cronbach-alfa
8.	254	15	0,88
12.	215	15	0,91

A tesztek belső konzisztenciáját az itemkihagyásos reliabilitás és az item-teszteredmény korreláció értékei mentén ellenőriztük. Az itemkihagyásos reliabilitás adatai azt mutatják, hogy az új feladatok megfelelően illeszkednek a tesztekbe, egyik évfolyamon sem találunk olyan itemeket, amelyek eltávolításával a megbízhatóság növekedne. Az itemek és a teszteredmények korrelációs együtthatói közepes és erős kapcsolatokat jeleznek a két évfolyamon ($r_8=0,50-0,74$, $r_{12}=0,51-0,75$), minden item számottevő befolyással van az összpontszám alakulására (27. táblázat). A 2017-es méréshez hasonlóan egy vizualizációs feladat bír a legnagyobb differenciáló erővel a 8. osztályosok tesztjében (8. oszt. $r_{V5}=0,74$), azonban a 12. évfolyamon egy tájékoztató és két rekonstrukciós feladat (12. oszt. $r_{R6,R7,TT13}=0,75$).

27. táblázat. A 8. és a 12. évfolyamos térszemlélet tesztek belső konzisztenciája

8. évfolyam			12. évfolyam		
Item	Itemkihagyásos reliabilitás	Item-teszteredmény korreláció	Item	Itemkihagyásos reliabilitás	Item-teszteredmény korreláció
V1	0,87	0,54	V1	0,90	0,52
V2	0,86	0,71	V2	0,90	0,65
V3	0,87	0,70	V3	0,90	0,72
V4	0,87	0,67	V4	0,90	0,69
V5	0,86	0,74	V5	0,90	0,66
R6	0,87	0,58	R6	0,90	0,75
R7	0,87	0,61	R7	0,90	0,75
R8	0,87	0,51	R8	0,90	0,71
TT9	0,87	0,53	TT9	0,90	0,58
TT10	0,87	0,60	TT10	0,90	0,62
TT11	0,88	0,50	TT11	0,90	0,64
TT12	0,87	0,62	TT12	0,90	0,69
TT13	0,87	0,67	TT13	0,90	0,75
MF14	0,87	0,54	MF14	0,90	0,51
MF15	0,87	0,57	MF15	0,90	0,64

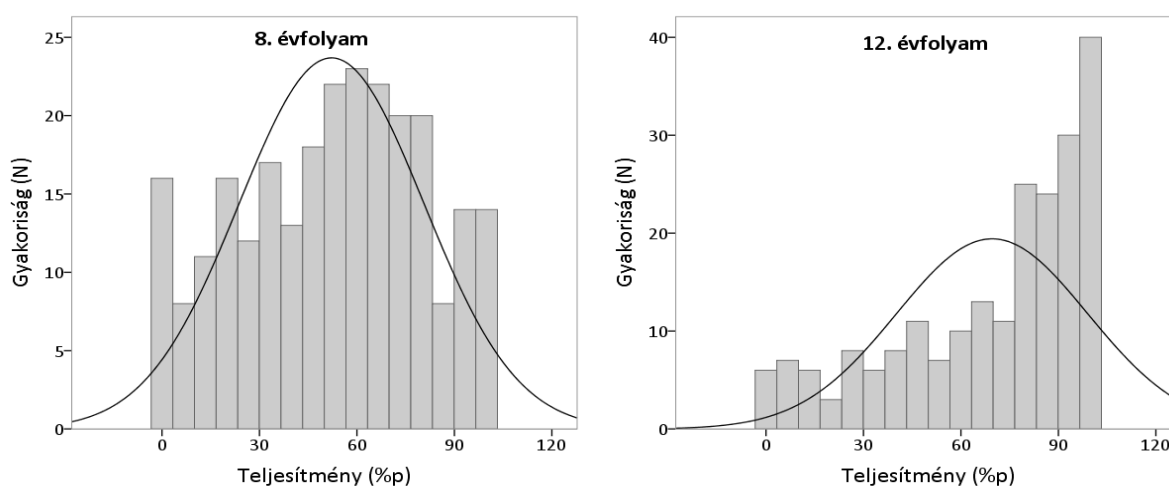
A két teszt alapvető statisztikai mutatóit a 28. táblázatban rendszereztük. A 8. évfolyam átlaga (52,18%p) megfelel annak, amit a próbamérések alapján előzetesen feltételeztünk. A 12. osztályosok teljesítményátlaga jóval meghaladta nem csak a próbamérések, hanem a 2017-es felmérések tesztátlagát is (69,58%p). A relatív szórás értékei közel azonosak, mint a 2017-es felmérésben. Az általános és a középiskolai képzési ciklus végén továbbra is találunk olyan tanulókat, akik a teszt egyszerűbb feladatait sem tudják sikeresen megoldani.

28. táblázat. A térszemlélet tesztek legfontosabb mutatói a 8. és a 12. évfolyamokon

Évfolyam	N	Itemszám	Átlag (pontszám)	Átlag (%p)	Szórás (%p)	Relatív szórás (%p)	Minimum (%p)	Maximum (%p)
8.	254	15	7,83	52,18	28,49	54,60	0	100
12.	215	15	10,44	69,58	29,42	42,28	0	100

Megvizsgáltuk a teljesítmények eloszlását a 8. és a 12. évfolyamokon is (38. és 39. ábra). A középiskolai korosztályban már a magas tesztátlag alapján valószínűsíthető volt az eredmények jobbra tolódása a hisztogramon. A négy legmagasabb teljesítménykategóriába (73,33%p-100%p) került a diákok 60,47%-a, akiknek közel harmada (18,60%) szerzett maximális pontszámot a teszten. A középiskolai diákok többségének tehát nem okozott gondot még a nehezebb téri műveletek megoldása sem. A 9. és a 12. évfolyamok tesztjeivel kapcsolatban is elmondható, hogy nem tudja megfelelően differenciálni a kiemelkedő képességű diákokat. A 8. évfolyamos minta teljesítmény eloszlása közelíti meg legjobban a normál eloszlás elméleti görbáját. Legnagyobb arányban a 60%p-os teljesítménykategória körül csoportosulnak az eredmények. A várthoz képest magasabb számban vannak azok a diákok, akik egyetlen téri feladatot sem tudtak megoldani, és akik 90%p felett teljesítettek.

A normalitás vizsgálat alátámasztja, hogy a négy minta közül a 8. évfolyam teljesítmény eloszlása közelít legjobban a normális eloszláshoz. A Kolmogorov-Smirnov teszt értéke a 8. évfolyamon a legalacsonyabb (0,08), a 12. évfolyamon a legmagasabb (0,19), és mindkettő szignifikánsan eltér a normál eloszlástól ($p < 0,01$). A ferdeségi (skewness) és a csúcsosság (kurtosis) értékek a ± 1 értékhatár közé esnek (ferdeség₈ = -0,17; ferdeség₁₂ = -0,89; csúcsosság₈ = -0,92; csúcsosság₁₂ = -0,34).

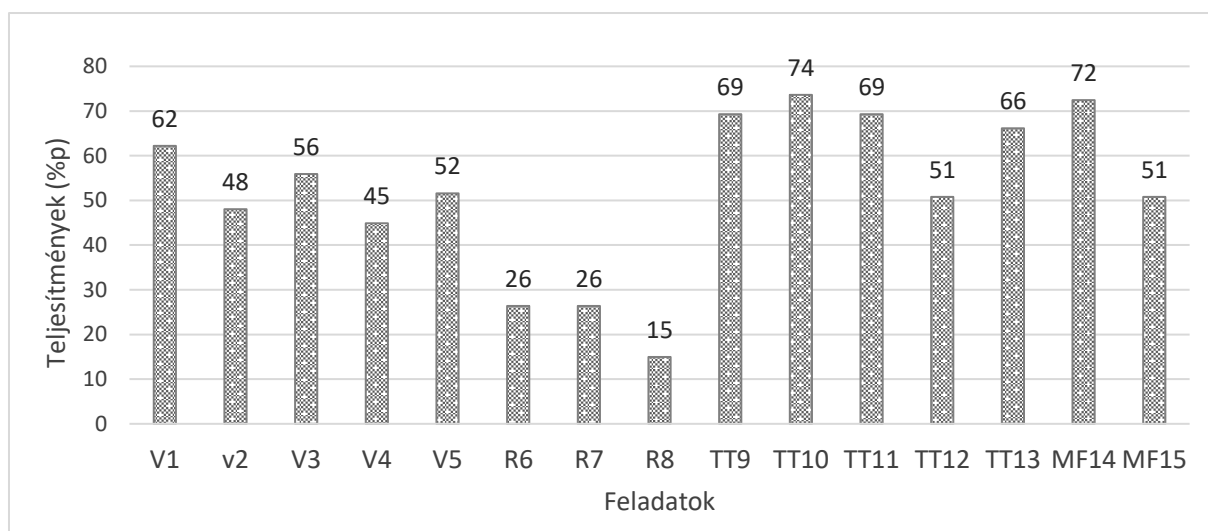


38. és 39. ábra

38. ábra (balra): A 8. évfolyamos teszten elért teljesítmények eloszlása, 39. ábra (jobbra): A 12. évfolyamos teszten elért teljesítmények eloszlása

5.4.3. A 8. és a 12. osztályos tesztek feladatai a 2019-es nagymintás mérésben

A 40. ábra a 8. osztályos teszt feladatain nyújtott teljesítmények átlagait mutatja meg százalékpontban kifejezve. Az 5. évfolyam eredményeivel összehasonlítva a legnagyobb változást az jelenti, hogy csökkent vagy teljesen megszűnt az a meglehetősen nagy teljesítmény különbség, amelyet a részképességek első, elemi műveleteket tartalmazó és a komplex műveletek végrehajtását igénylő feladatai között fennállt a 2017-es felmérésben. Legnagyobb arányban, a térbeli tájékozódás életszerű feladatait tudták megoldani a 8. osztályosok, a legmagasabb átlagot is ebben a csoportban találjuk (átlag_{TT10} = 73,62%p).



40. ábra

Eredmények feladatonként a 8. évfolyamon (N=254)

A vizualizáció részképességen belül az első feladatot oldották meg legtöbben (átlag_{8_V1}=62,20%p), azonban feltűnően alacsonyabb az átlag, mint az 5. évfolyam hasonló feladatán (átlag_{5_V1}=81,29%p). A két tesztben a V1 jelű feladatot egyenértékűnek tekintettük, azonos számú geometrikus elemből összeállított alakzattal kellett a gyerekeknek azonos téri műveletet végrehajtani. Az eredmények közötti nagy eltérést részben az okozhatta, hogy az 5. osztály ábráján a geometrikus elemek egy „házikó” jellegzetes formáját vették fel, ezáltal az könnyebben értelmezhetővé vált. Emellett az 5. osztály ábráján a geometrikus elemek egy síkba rendeződnek, míg a 8. évfolyam ábráján az elemek különböző térbeliségben eltolva szerepelnek (8. és 10. számú melléklet). Mivel ezek a tényezők jelentősen befolyásolták a teljesítményeket, a további felmérésekben nem feleltethetjük meg egymásnak a két V1 jelű feladatot. A V2 és V3 jelű itemek eredményei arra is rávilágítanak, hogy *a forma bonyolultsága meghatározóbb lehet a művelet komplexitásánál* (átlag_{V2}=48,03%p, átlag_{V3}=55,91%p). (A V2 feladat összetett formát és egyszerű téri művelet tartalmazott, ezzel szemben a V3 jelűnél egy egyszerűbb formával kellett a gyerekeknek egy bonyolultabb téri műveletet végrehajtania.)

Az általános iskolai korosztályban más feladatoknál is tapasztaltuk, hogy *a megjelenítés figuratív vagy absztrakt jellege nagymértékben befolyásolja a megoldás sikerességét*. Ezt az összefüggést erősíti meg a két mentális forgatási itemen nyújtott teljesítménykülönbség, ahol az MF14 jelű feladatnál figuratív, az MF15 jelűnél absztrakt formát használtunk (átlag_{MF14}=72,44%p, átlag_{MF15}=50,79%p). Legkisebb arányban a rekonstrukciós feladatokat oldották meg a 8. osztályokban, amely megfelelt előzetes várakozásainknak. A csoportban az elemszám növelésével nehezítettük a feladatokat, ennek megfelelően az utolsó R8 jelzésű itemet oldották meg a legkevesebben (átlag_{R8}=14,96%p). *A feladattípus alkalmasnak bizonyult arra, hogy differenciáljon a magasabb téri képességszinteken, és segítsen a kiemelkedő tehetségek beazonosításában*.

A 29. táblázat a 8. osztályos teszt feladatainak korrelációs együtthatóit foglalja magába. A legszorosabb összefüggések egy-egy részképességen belüli jelentkeznek, elsősorban a vizualizáció és a térbeli rekonstrukció itemei között ($r_{V3,V4}=0,66$, $r_{R6,R7}=0,64$). A táblázatban szereplő korrelációs együtthatók mindegyike szignifikáns $p<0,01$ szinten, két érték kivételével ($r_{V1,MF14}=0,14$ $p<0,05$; $r_{V1,MF15}=0,16$ $p<0,05$).

29. táblázat. A 8. osztályos teszt feladatainak Pearson-féle korrelációs együtthatói (N=254)

Item	V 1	V 2	V 3	V 4	V 5	R 6	R 7	R 8	TT 9	TT 10	TT 11	TT 12	TT 13	MF 14	MF 15
V1	1,00	0,62	0,39	0,38	0,41	0,25	0,34	0,19	0,19	0,18	0,19	0,19	0,27	0,14*	0,16*
V2		1,00	0,51	0,53	0,55	0,37	0,43	0,24	0,26	0,36	0,20	0,36	0,37	0,28	0,28
V3			1,00	0,66	0,54	0,28	0,26	0,26	0,32	0,37	0,25	0,35	0,39	0,32	0,35
V4				1,00	0,53	0,25	0,27	0,24	0,28	0,33	0,24	0,32	0,38	0,27	0,35
V5					1,00	0,35	0,42	0,32	0,31	0,40	0,35	0,37	0,42	0,34	0,35
R6						1,00	0,64	0,50	0,21	0,22	0,21	0,30	0,32	0,21	0,27
R7							1,00	0,50	0,21	0,26	0,19	0,32	0,33	0,27	0,27
R8								1,00	0,18	0,23	0,21	0,33	0,23	0,21	0,19
TT9									1,00	0,34	0,28	0,28	0,37	0,30	0,30
TT10										1,00	0,34	0,34	0,48	0,31	0,36
TT11											1,00	0,28	0,34	0,30	0,23
TT12												1,00	0,49	0,33	0,34
TT13													1,00	0,36	0,34
MF14														1,00	0,35
MF15															1,00

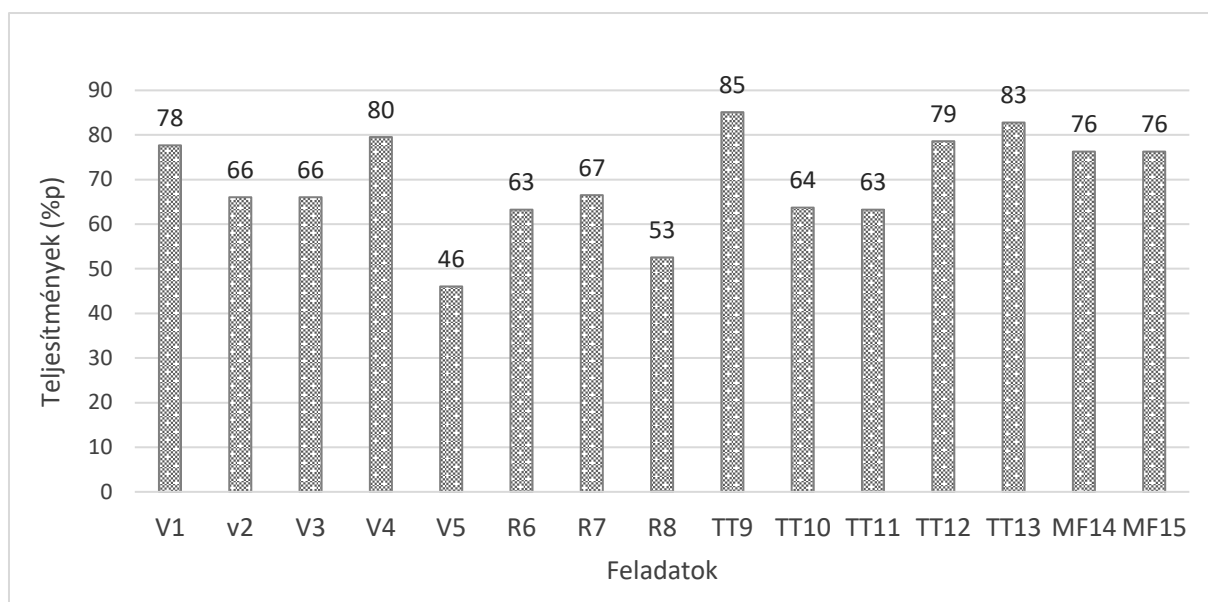
* p<0,05 szignifikancia szintet elérő együttható

Megjegyzés. A táblázatban szereplő további értékek p<0,01 szinten szignifikánsak.

A 12. évfolyamon magas feladat átlagokat találunk, egy kivételével (V5) mindegyiken 50%p felett teljesítettek a diákok. Az egyes részképességekhez tartozó feladatcsoportok között nincs olyan markáns különbség az átlagokban, mint azt a 8. osztályos teszt vagy a 2017-es felmérések esetében láthattuk. Sokkal jellemzőbb az eredmények differenciálódása a részképességeken belül. A legmagasabb és a legalacsonyabb átlag közötti eltérés a vizualizációs feladatoknál 33,48%p (átlag_{V4}=79,53%p, átlag_{V5}=46,05%p), a térbeli tájékozódásnál 21,86%p (átlag_{TT9}=85,12%p; átlag_{TT11}=63,26%p). A legjobb teljesítményt a 9. osztályos felméréshez hasonlóan egy térbeli tájékozódási feladaton nyújtották a középiskolások (TT9).

A feladatok egymáshoz viszonyított nehézsége jórészt megfelelt annak, amit a 2017-es felmérés alapján előzetesen feltételeztünk. Meglepetést okozott, hogy az MF14 és az MF15 jelű mentális forgatást azonos arányban oldották meg a felmérés résztvevői (átlag_{MF14}=76,28%p, átlag_{MF15}=76,28%p). Feltételeztük, hogy a forgatásnál használt alakzat értelmezhetőségének különbségei (figuratív-absztrakt ábrázolásmód, formák összetettsége) jelentős hatással lesznek a teljesítményekre. Az eredmények alapján úgy tűnik, hogy a feladatokban megjelenő térbeli alakzatok formai sajátosságai sokkal kisebb mértékben befolyásolják a megoldás sikerességét a 12. évfolyamon, mint a 8. osztályokban.

A 2019-es teszt új, a térbeli tájékozódási képesség mérésére fejlesztett többletfeladatai (TT10, TT11), a kitűzött céljainknak megfelelően a legnehezebben megoldható itemeknek bizonyultak (átlag_{TT10}=63,72%p, átlag_{TT11}=63,26%p). Ezáltal lehetőségünk nyílt ennek a fontos téri komponensnek a vonatkozásában is a magasabb képességtartomány vizsgálatára (41. ábra).



41. ábra

Eredmények feladatonként a 12. évfolyamon (N=215)

Magasabb korrelációs értékeket, ahogy a 2017-es felmérésben és a 8. osztályos teszt esetében, itt is az egyes részképességeken belül találjuk. A 30. táblázatban szereplő korrelációs együtthatók egy kivétellel ($r_{MF14, MF15}=0,15$ $p<0,05$) szignifikánsak $p<0,01$ szinten. A legszorosabb összefüggést a három rekonstrukciós példa mutatja ($r_{R6, R7}=0,73$, $r_{R6, R8}=0,71$, $r_{R7, R8}=0,63$), valamint a térbeli tájékozódás két feladata ($r_{TT12, TT13}=0,66$).

30. táblázat. A 12. osztályos teszt feladatainak Pearson-féle korrelációs együtthatói (N=215)

Item	V 1	V 2	V 3	V 4	V 5	R 6	R 7	R 8	TT 9	TT 10	TT 11	TT 12	TT 13	MF 14	MF 15
V1	1,00	0,37	0,32	0,45	0,27	0,33	0,33	0,25	0,28	0,22	0,36	0,29	0,38	0,15	0,23
V2		1,00	0,46	0,39	0,51	0,45	0,41	0,40	0,28	0,38	0,35	0,37	0,35	0,25	0,36
V3			1,00	0,56	0,45	0,49	0,41	0,46	0,36	0,44	0,39	0,46	0,51	0,34	0,39
V4				1,00	0,38	0,45	0,42	0,42	0,37	0,41	0,43	0,44	0,56	0,26	0,34
V5					1,00	0,47	0,52	0,54	0,26	0,31	0,38	0,37	0,40	0,21	0,34
R6						1,00	0,73	0,71	0,33	0,43	0,32	0,43	0,45	0,26	0,41
R7							1,00	0,63	0,40	0,43	0,42	0,42	0,49	0,25	0,46
R8								1,00	0,34	0,39	0,28	0,41	0,41	0,24	0,39
TT9									1,00	0,36	0,33	0,36	0,54	0,32	0,35
TT10										1,00	0,33	0,39	0,43	0,26	0,28
TT11											1,00	0,43	0,50	0,37	0,41
TT12												1,00	0,66	0,40	0,43
TT13													1,00	0,38	0,56
MF14														1,00	0,43
MF15															1,00

Megjegyzés. A táblázatban szereplő valamennyi érték $p<0,01$ szinten szignifikáns.

5.4.4. A 8. és a 12. osztályosok teljesítményének összehasonlítása

A 2017-es felmérés eredményei alapján azt feltételeztük, hogy az általános és középiskolai diákok téri képességszintje között továbbra is szignifikáns különbség lesz kimutatható, a 12. osztályosok előnyét mutatva. A teljesítmények közötti eltérést összesen nyolc horgony-item segítségével vizsgáltuk. A 2019-es felmérésben a vizualizáció részképességen belül továbbra is két azonos feladatot oldottak meg a tanulók, a térbeli tájékozódásnál viszont növeltük eggyel a horgony-itekek számát, így összesen három került be a tesztekbe. Vizsgálatunkat bővítettük a téri rekonstrukció három feladatával, amelyek egyben horgony-itekként is működnek. A nyolc közös feladaton elért eredmények összehasonlítását tartalmazza a 31. táblázat.

A két vizualizációs horgony item továbbra is közel azonos mértékű, szignifikáns különbséget mutatott a 12. évfolyam javára ($t_{V21}=6,99$ $p<0,001$, $t_{V54}=-6,688$ $p<0,001$). Annak ellenére, hogy a 8. osztályosok jelentős mértékben javítottak korábbi teljesítményükön, a két vizsgált korosztály közötti különbség növekedett. A 8. és 12. évfolyamok teljesítménye közötti legnagyobb eltérésre a rekonstrukciós feladatoknál számítottunk, amely feltételezésünket az eredmények is alátámasztották ($t_{R6}=8,57$ $p<0,001$, $t_{R7}=9,44$ $p<0,001$, $t_{R8}=9,21$ $p<0,001$). A térbeli tájékozódás mindhárom horgony-itemén szintén szignifikánsan jobb eredményt értek el a 12. osztályosok ($t_{TT9}=4,18$ $p<0,001$, $t_{TT12}=6,61$ $p<0,001$, $t_{TT13}=4,23$ $p<0,001$).

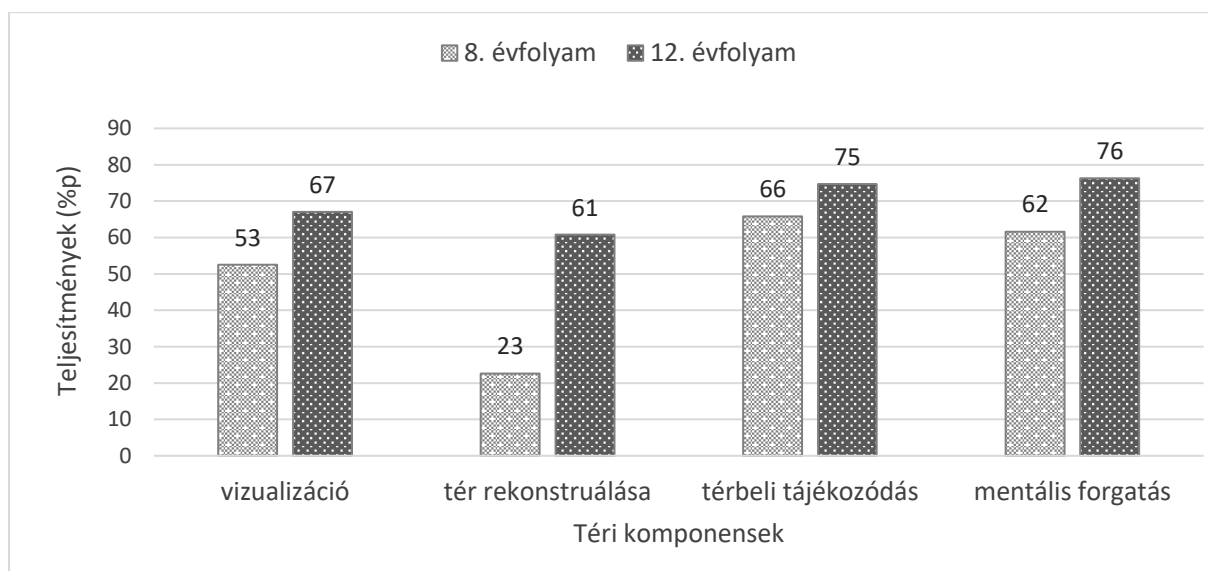
Bár nem volt meglepő, hogy a 12. évfolyamon minden horgony-iteket nagyobb arányban oldanak meg, mint a 8. osztályokban, a korcsoportok között kisebb különbségekre számítottunk. Előzetesen azt feltételeztük, hogy a 8. és 12. évfolyam teljesítménye közelebb lesz egymáshoz, mint az 5. és 9. évfolyamoké, azonban eredményeink éppen ezzel ellentétes összefüggést mutatnak.

31. táblázat. A horgony-iteken nyújtott teljesítménykülönbségek a 8. és 12. évfolyamon (N=469)

Téri komponens	Item	Évfolyam	Átlag (%p)	t-próba	
				t	p
Vizualizáció	V2	8	48,03	t=6,99	p<0,001
	V1	12	77,67		
	V5	8	51,57	t=6,69	p<0,001
	V4	12	79,53		
Tér rekonstruálása	R6	8	26,38	t=8,57	p<0,001
	R6	12	63,26		
	R7	8	26,38	t=9,44	p<0,001
	R7	12	66,51		
	R8	8	14,96	t=9,21	p<0,001
	R8	12	52,56		
Térbeli tájékozódás	TT9	8	69,29	t=4,18	p<0,001
	TT9	12	85,12		
	TT12	8	50,79	t=6,61	p<0,001
	TT12	12	78,60		
	TT13	8	66,14	t=4,23	p<0,001
	TT13	12	82,79		

5.4.5. A 8. és a 12. osztályosok eredményei részképességek szerinti bontásban

A 42. ábra a felmérésben vizsgált részképességeken nyújtott teljesítményeket szemlélteti a 8. és a 12. évfolyamokon. Mindkét korosztályban a rekonstrukciós feladatok bizonyultak a legnehezebbnek. Ennél a téri komponensnél jelentkezett a legnagyobb arányú különbség is (38,21%p) a két évfolyam eredményei között (átlag_{8_R}=22,57%p, átlag_{12_R}=60,78%p).



42. ábra

Eredmények részképességenként a 8. és a 12. évfolyamon (N=469)

Átlagosan közel azonos mértékben teljesítettek jobban a 12. osztályosok a vizualizáció és a mentális forgatás részképességek feladatain (az eltérés 14,55%p a vizualizáció és 14,67%p a mentális forgatás esetében). Legkisebb különbség (8,87%p) a térbeli tájékozódási képességnél jelentkezett, ahol a 8. osztályosok a legjobban teljesítettek (átlag_{8_TT}=65,83%p). A 12. évfolyamon a mentális forgatás feladatait oldották meg a diákok a legnagyobb arányban (átlag_{12_MF}=76,28%p). Mind a négy téri komponens esetében szignifikáns a két évfolyam közötti különbség az idősebb korosztály javára ($t_v=4,38$ $p<0,001$, $t_R=10,43$ $p<0,001$, $t_{TT}=3,02$ $p<0,003$, $t_{MF}=4,23$ $p<0,001$).

32. táblázat. A részképességek és a teljes teszt közötti korrelációs együtthatók a 8. osztályokban (N=254)

Téri komponensek	Vizualizáció	Tér rekonstruálása	Térbeli tájékozódás	Mentális forgatás	Teljes teszt
Vizualizáció	1,00	0,46	0,56	0,45	0,86
Tér rekonstruálása		1,00	0,43	0,35	0,68
Térbeli tájékozódás			1,00	0,56	0,84
Mentális forgatás				1,00	0,68

Megjegyzés. Minden korreláció szignifikáns $p<0,01$ szinten.

33. táblázat. A részképességek és a teljes teszt közötti korrelációs együtthatók a 12. osztályokban (N=215)

Téri komponensek	Vizualizáció	Tér rekonstruálása	Térbeli tájékozódás	Mentális forgatás	Teljes teszt
Vizualizáció	1,00	0,66	0,69	0,46	0,89
Tér rekonstruálása		1,00	0,60	0,44	0,83
Térbeli tájékozódás			1,00	0,60	0,89
Mentális forgatás				1,00	0,68

Megjegyzés. Minden korreláció szignifikáns $p < 0,01$ szinten.

A 2017-es felmérésekhez hasonlóan a téri komponensek közül a vizualizáció és a térbeli tájékozódás között találunk magasabb korrelációs értékeket mindkét korcsoportban (8. oszt. $r_{V,TT}=0,56$, 12. oszt. $r_{V,TT}=0,69$). A két részképesség közötti szorosabb kapcsolat kialakulásában feltehetően az is közrejátszik, hogy a másik két komponenst kevesebb feladattal vizsgáltuk. Várakozásainknak megfelelően, a rekonstruáló képesség legszorosabb összefüggést a vizualizációval mutat 8. és 12. évfolyamon egyaránt ($r_{8V,R}=0,46$, $r_{12V,R}=0,66$). A mentális forgatásnál magasabb korrelációs értékeket kaptunk, mint a 2017-es felmérésben, amely feltehetően a feladatok számának növelésével van összefüggésben (2017-ben egy, 2019-ben két feladattal mértünk) (32. és 33. táblázat).

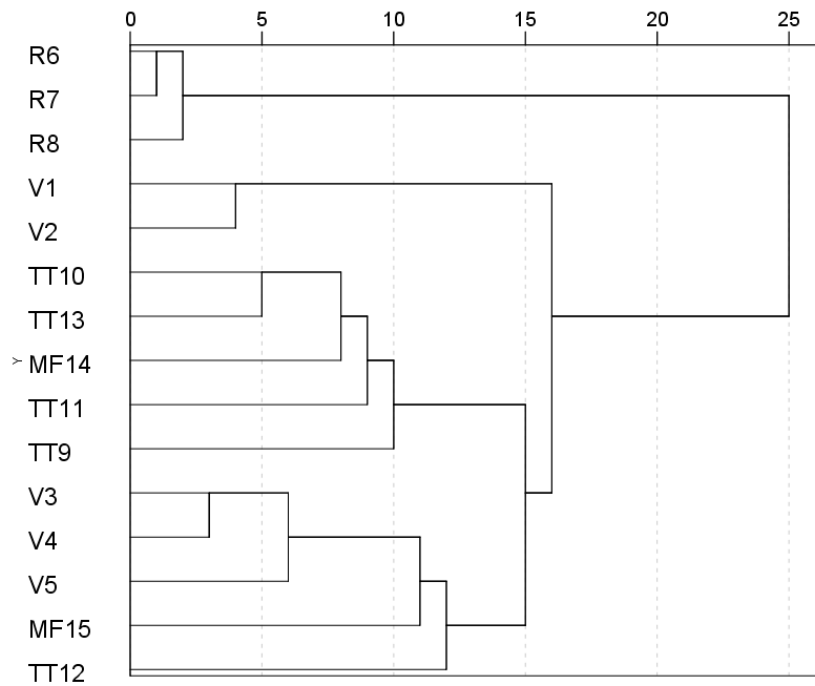
5.4.6. A 8. és a 12. osztályos tesztek struktúrája

A feladatok közötti kapcsolatok feltárását tesztenként végezzük el klaszteranalízis segítségével. Az elemzés során a 2017-es és a 2019-es felmérésekben használt tesztek szerkezeti felépítését hasonlítjuk össze, feltárva a feladatok kapcsolódási rendszerének azonos és eltérő vonásait. Új mérőeszközöinket abból a szempontból is megvizsgáljuk, hogyan illeszkednek a tesztek struktúrájába azok a többlet feladatok, amelyeknek nincs megfeleltethető párja az 5. és a 9. osztályos tesztekben.

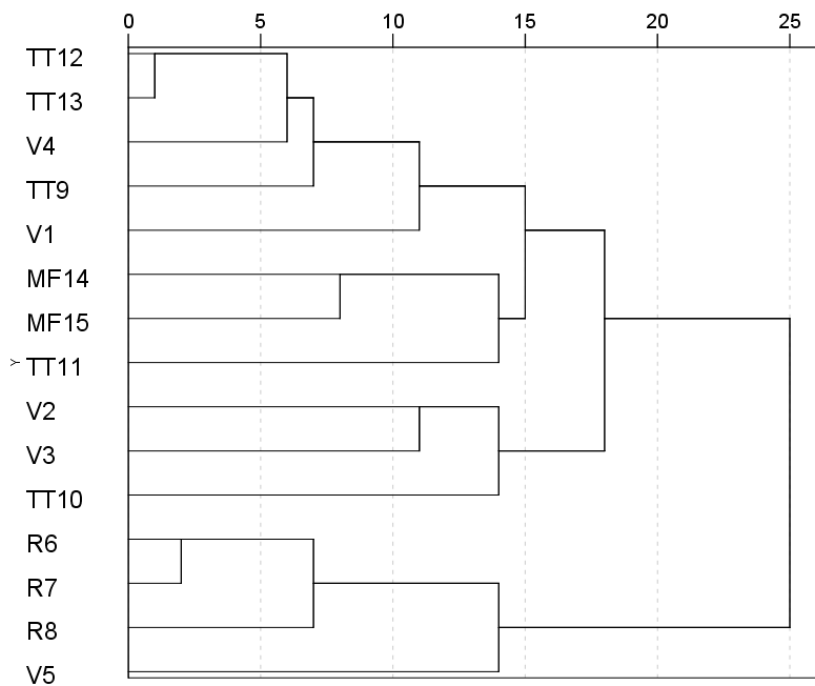
A 8. osztályos teszt feladatai négy nagyobb klasztert alkotnak (43. ábra). Elsőként a három rekonstrukciós feladatot (R6, R7, R8) tartalmazó csoport különül el. (Ezek az itemek az 5. osztályos tesztben nem szerepelnek.) Az 5. osztályban három nagyobb klaszterbe sorolódnak be a feladatok. Az első csoport a V3, V4, V5 itemekből áll, amelyek szorosan kapcsolódnak egymáshoz a 8. osztályos tesztben is. A második csoportot zömmel a térbeli tájékozódás itemei alkotják mindkét tesztben. A 8. osztályos tesztben a TT12 itemen kívül az összes feladat egy fűrtbe rendeződik (TT9, TT10, TT11, TT13). A harmadik csoport közös eleme a V1 feladat. Az 5. osztályban ehhez kapcsolódik a mentális forgatás iteme, és a térbeli tájékozódás első iteme, tehát a csoportot a teszt három legkönnyebben megoldható feladata alkotja. A 8. évfolyamos teszt harmadik csoportjában a V1 és a V2 feladatpárt találjuk. A vizualizáció részképességen belül tehát az alapján különül el a két csoport, hogy egocentrikus (V1, V2), vagy allocentrikus (V3, V4, V5) nézőpont felvételével oldható meg a feladat.

A mentális forgatás két feladata a megjelenítés formai jellemzői alapján csatlakozik két különböző csoporthoz. A figuratív ábrákat tartalmazó térbeli tájékozódás feladataihoz kapcsolódik az MF14 item (figuratív alakzat forgatása). Az MF15 item (absztrakt alakzat forgatása) az egyik vizualizációs (V3, V4, V5) klaszterre fűződik fel, ahol szintén geometrikus elemekből álló alakzatokkal kell végrehajtani a téri műveleteket. Az 5. és a 8. osztályos tesztben is találunk egy-egy feladatot (5.o. V2, 8.o. TT12), amelyek nem illeszkednek az előzetesen feltételezett struktúrába. Valószínűsítjük, hogy mindkét tesztnél a feladatok koherenciáját sokkal nagyobb mértékben befolyásolta a téri műveletek

komplexitása, és ezzel összefüggésben a nehézsége, mint a részképességek szerinti besorolás (téri művelet típusa).



43. ábra
Dendrogram 8. évfolyam (N=254)



44. ábra
Dendrogram 12. évfolyam (N=215)

Feltételezésünket (téri műveletek komplexitása mentén történő csoportosulások) támasztja alá a 12. osztályos teszt szerkezetét megjelenítő dendrogram is (44. ábra). A klaszteranalízis során két, elsősorban a feladatok nehézségi szintje alapján elkülöníthető hasonlósági csoportot kaptunk: (1) az egyik csoportba került a V5 item, amelyet a legkisebb arányban oldottak meg a diákok a vizualizációs feladatok közül, valamint a három rekonstrukciós feladat (R6, R7, R8), (2) a másik klaszter a további 11 feladatot foglalja magába. A két fő klaszteren belül a további jellemzők (pl.: forma összetettsége és értelmezhetősége, téri művelet típusa) hozzájárulnak a szorosan kapcsolódó feladatpárokat, és az ezekhez lazábban csatlakozó itemek rendszerét. Stabil kapcsolatok csak a hasonló nehézségű, azonos részképességhez tartozó feladatok között jön létre (R6-R7, V1-V2, TT10-TT13, V3-V4).

Összességében megállapítható, hogy a 8. és a 12. évfolyam tesztje jellemzően a 2017-es felmérésben használt tesztekhez hasonló belső szerkezeti felépítéssel rendelkezik. Mind a négy mérőeszköz vonatkozásában elmondható, hogy a legtöbb stabil kapcsolat a legmagasabb és a legalacsonyabb arányban megoldott feladatok között jön létre, határozottan elkülönítve az elemi és összetett műveletek csoportjait, a részképességeket (művelet típusát), valamint a figurális és absztrakt alakzatokat használó vizuális megjelenítéseket.

5.5. Vizuális-téri képességek fejlődése 10-18 éves kor között

A gyermekek vizuális-téri képességeiben bekövetkező változásokat, a kutatás két fázisában elvégzett nagymintás felmérések alapján vizsgáljuk. Összehasonlítjuk a magyar közoktatási rendszer képzési ciklusainak kulcsfontosságú pontjain mért teljesítményeket. Elemzéseinkbe csak azokat a feladatokat vonjuk be a négy évfolyam tesztjéből, amelyeknek van legalább egy, vele egyenértékűnek ítélt párja. Korábbi rendszerezésünk alapján (15. táblázat) összesítettük ezeket a feladatokat (34. táblázat).

34. táblázat. 2017 és 2019 nagymintás méréseiben alkalmazott tesztek általunk egyenértékűnek ítélt feladatai (A teljesítmények összehasonlításánál azonosnak tekintett feladatokat sorszámokkal láttuk el (F1-F17). A táblázat utolsó sorában feltüntettük, hogy az egyes évfolyamok tesztjeiből hány feladatot vontunk be az elemzésekbe.)

Téri komponensek	Feladat sorszáma	2017		2019	
		5. évfolyam	9. évfolyam	8. évfolyam	12. évfolyam
Vizualizáció	F1	V1		V1	
	F2	V2	V1	V2	V1
	F3	V3		V3	
	F4	V4		V4	
	F5	V5	V4	V5	V4
	F6		V2		V2
	F7		V3		V3
	F8		V5		V5
Tér rekonstruálása	F9			R6	R6
	F10		R6	R7	R7
	F11		R7	R8	R8
Térbeli tájékozódás	F12	TT6	TT8	TT9	TT9
	F13	TT8	TT9	TT12	TT12
	F14	TT9		TT11	
	F15		TT11	TT13	TT13
Mentális forgatás	F16	MF10		MF14	
	F17		MF13		MF14
Itemszám		9	11	13	12

A 35. táblázatban összefoglaltuk a csökkentett itemszámú tesztek mutatóit (N=1073). Az eredmények elemzésénél figyelembe kell vennünk, hogy a négy teszt azonos feladattípusokat tartalmaz, de nehézségi szintjét tekintve az általános és a középiskolások tesztpárja eltér egymástól. (A feladatsorok összesen négy azonos nehézségű itemet tartalmaznak.) A teljesítményátlagok egyenletes növekedése egyedül a 8. évfolyamon törik meg, ahol a tanulók 3,94%p-al gyengébb eredményt értek el, mint az 5. osztályokban (átlag₅=54,58%p, átlag₈=50,64%p). Ennek okát feltehetően részben a minta összetételének megváltozásában kell keresnünk. Korábban már beszámoltunk arról, hogy a 8. osztályosok mintájában a létszámok csökkenése elsősorban a 6. osztályos gimnáziumokba történő átjelentkezések következménye (5.4.2. fejezet). Valószínűsíthető, hogy többségében a jobb képességű tanulók hiányoznak az évfolyam mintájából. A gyengébb átlag másik oka a 8. osztályos tesztben megjelenő többlet feladatok, elsősorban a három rekonstrukciós példa. Ha kizárólag az 5. osztályos

tesztben szereplő feladatoknak megfeleltetett itemekkel számolunk, akkor a 8. évfolyam átlaga 58,27%p.

A kutatásba bevont középiskolák közül egy intézmény nem vett részt a 2019-es felmérésben. Mivel a hiányzó iskola a leggyengébb teljesítményt nyújtotta a 2017-es vizsgálatban, a minta megváltozása ebben a korcsoportban is jelentősen torzítja az eredményeket. Amennyiben kiemeljük a 9. osztályos mintából ennek az iskolának az eredményeit, az átlag 66,53%p-ra módosul. Tehát a 9. és a 12. évfolyam közötti teljesítménynövekedés mindössze 3,51%p. További elemzéseinkben csak a mindkét felmérésben résztvevő intézmények eredményeit vesszük figyelembe a középiskolai mintában (9.o. N=217, 12.o. N=215). Ebben a korcsoportban is elvégeztük azt a számítást, amelyben csak a mindkét évfolyam tesztjében szereplő, egyenértékűnek tekintett feladatok szerepelnek. A 12. osztályosok tesztjéből kiemelt feladattal (R6), az évfolyam átlaga minimális mértékben növekedett (70,66%p).

Az elvégzett korrekciókkal az évfolyam átlagok a téri képességeknek a folyamatos fejlődését mutatják a vizsgált korcsoportban (átlag₅=54,58%p, átlag₈=58,27%p, átlag₉=66,53%p, átlag₁₂=70,66%p) (N=1028). Az átlagok közötti különbségek azt sejtetik, hogy a fejlődés nem egyenletes. Közel azonos a távolság az 5. és 8. (3,69%p), valamint a 9. és 12. (4,13%p) osztályosok képességszintje között. Ehhez képest feltűnően nagy a 8. és a 9. évfolyamok közötti teljesítménynövekedés mértéke (8,26%p), főként, ha a tesztek nehézségi szintjének eltéréseit is figyelembe vesszük. Feltételezzük, hogy ezt az anomáliát a mintában szereplő intézmények közötti különbségek okozzák. (A középiskolai rangsorok élvonalában lévő gimnáziumok felülreprezentáltak a 9. és 12. évfolyamok mintájában.)

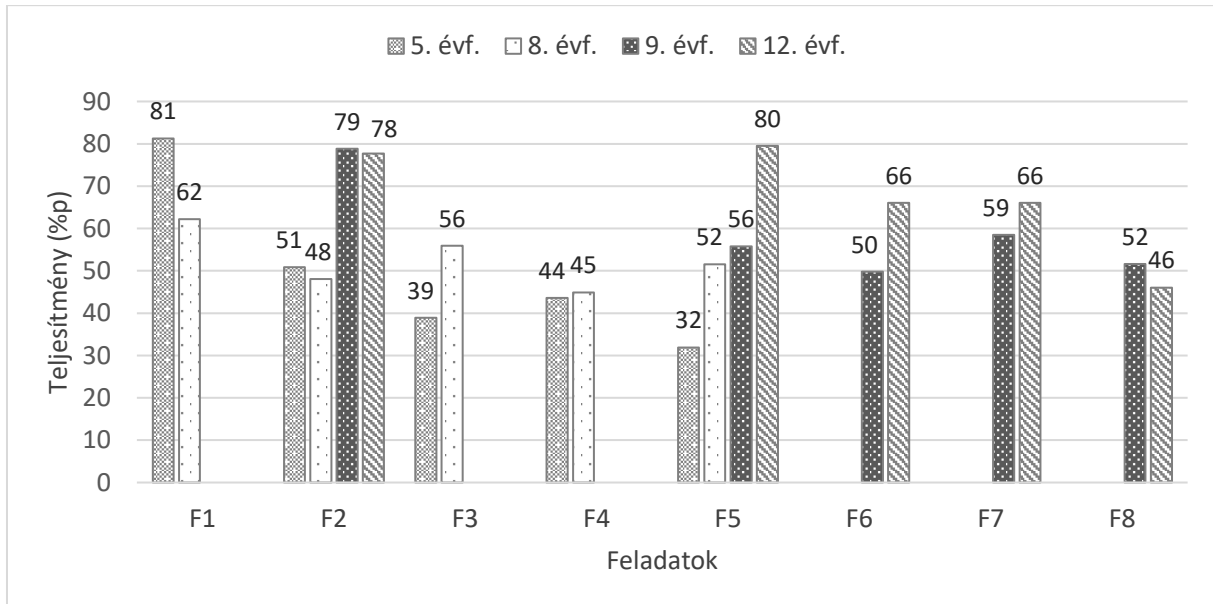
35. táblázat. Az 5., 8., 9. és 12. osztályos térszemléleti tesztek közös feladatain (F1-F17) elért eredmények évfolyamonkénti bontásban (N=1073)

<i>Évfolyam</i>	<i>N</i>	<i>Itemszám</i>	<i>Átlag (pontoszám)</i>	<i>Átlag (%p)</i>	<i>Minimum (%p)</i>	<i>Maximum (%p)</i>
5.	342	9	4,91	54,58	0	100
8.	254	13	6,58	50,64	0	100
9.	262	11	6,65	60,44	0	100
12.	215	12	8,41	70,04	0	100

A 45. és 46. ábra az egyes feladatokon nyújtott teljesítményeket szemlélteti évfolyamonként. Összesen négy olyan feladat van, amelyeknél a teljes mintán hasonlíthatjuk össze az eredményeket (F2, F5, F12, F13). Ezek közül a két térbeli tájékozódási (F12, F13) és könnyebben megoldható vizualizációs (F2) feladatnál az általános és a középiskolai eredmények markáns elkülönülését érzékelhetjük, mindhárom esetben az idősebb korcsoport jobban teljesített. Az összetett téri műveletet tartalmazó vizualizációs feladatnál (F5) az eredmények egyenletes javulása figyelhető meg.

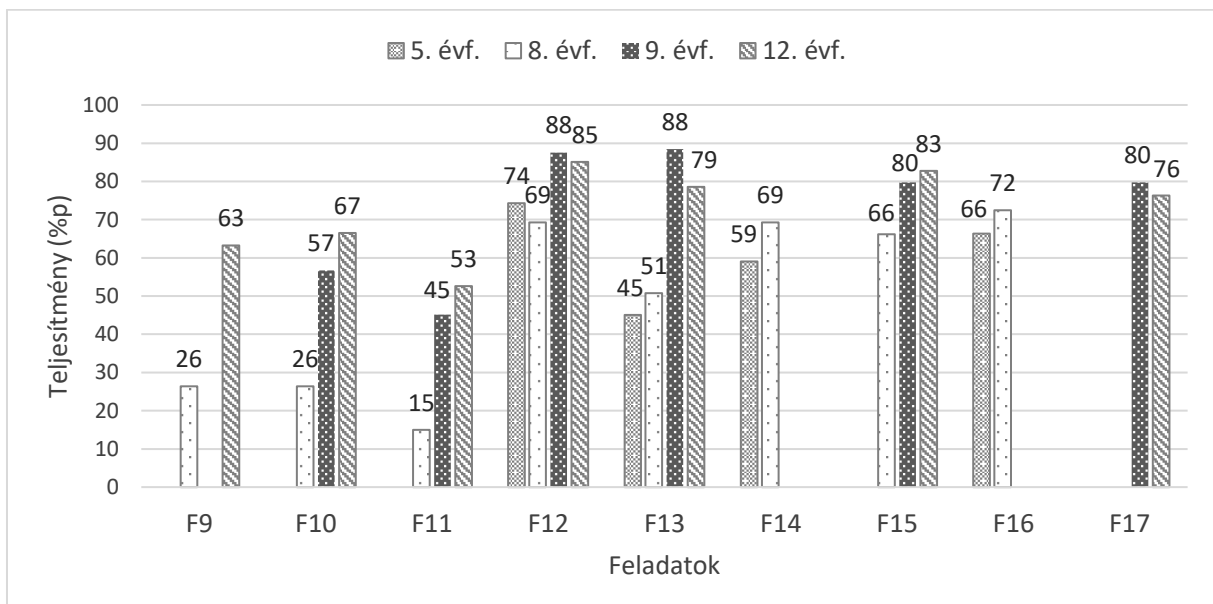
A további 13 feladatból három esetben fedezhetünk fel teljesítmény csökkenést. A legnagyobb mértékű visszaesés az első vizualizációs feladatnál (F1) következik be, amely az 5. és 8. osztályos tesztekben V1 jelzéssel szerepel. Erről a feladatpárról korábban már megállapítottuk, hogy nem feleltethetők meg egymásnak (lásd 5.4.3. fejezet), a 8. évfolyam felmérésben szereplő V1 feladat bonyolultabb térbeli elrendezésű formát tartalmaz, mint az 5. osztályos teszt ezzel egyenértékűnek tekintett iteme (V1). A másik két feladatnál (F8, F17) jóval kisebb eltéréseket találunk, valószínűleg inkább stagnálásról beszélhetünk.

Az évfolyamok összehasonlításában szereplő további 10 feladat a téri képességek javulását mutatja kisebb-nagyobb mértékben. A teljesítménynövekedés a téri rekonstrukció részképességen belül a legkiegyensúlyozottabb. Minden feladatot (F9, F10, F11) egyre nagyobb arányban oldanak meg az egyre magasabb évfolyamokon. **A tesztek és a feladatok eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy mérőeszközeinkkel kimutatható a vizuális-téri képességek fejlődése 10-18 éves kor között.**



45. ábra

Eredmények feladatonként a vizualizáció részképességen belül az 5., 8., 9. és 12. évfolyamon (N=1028)



46. ábra

Eredmények feladatonként a téri rekonstrukció, térbeli tájékozódás, mentális forgatás részképességen belül az 5., 8., 9. és 12. évfolyamon (N=1028)

5.6. A háttérváltozók és a teszteken nyújtott teljesítmények összefüggései

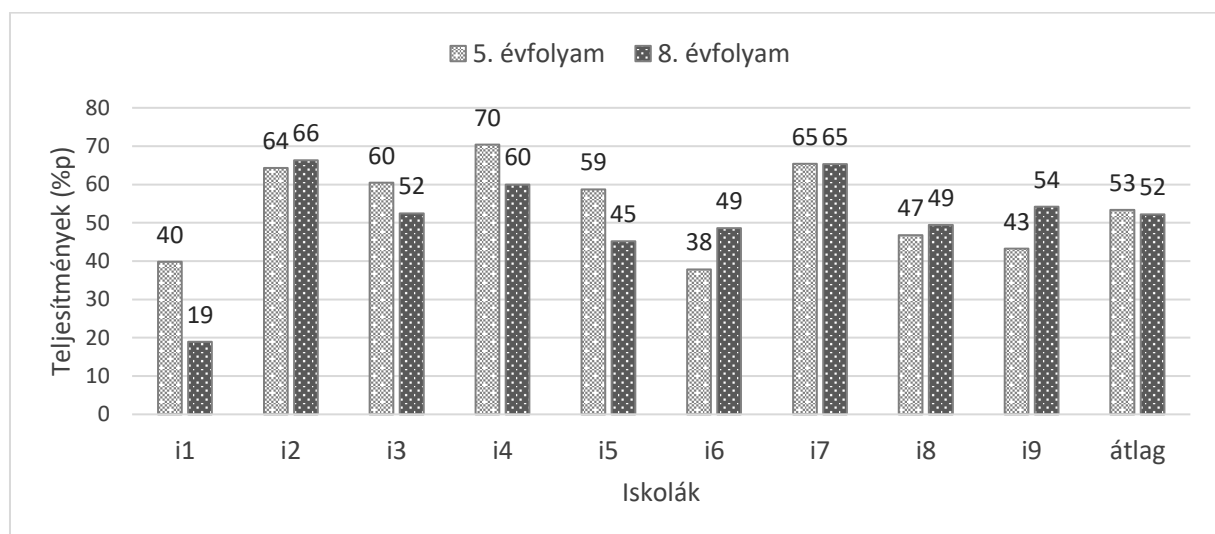
5.6.1. Teljesítmények összehasonlítása iskolánként és osztályonként

A nagymintás felmérésekben összesen 15 iskola vett részt, egy intézményben mind a négy évfolyamon elvégezték a vizsgálatot (a továbbiakban 6. számú iskolaként jelölve). Az 5. és a 8. osztályos tesztek kilenc iskolában töltötték ki, 17, illetve 16 osztályban. A 9. évfolyamon hét iskola 12 osztályában történtek mérések. A 12. évfolyam mintájából csak annak a hat intézménynek (10 osztály) az eredményeit vettük figyelembe, ahol a 9. osztályos teszttel is elvégezték a vizsgálatot. Az adatok áttekinthetősége érdekében évfolyamonként összesítettük a minták elemszámát, a felmérésben résztvevő intézményeket és osztályokat. Feltüntettük az egy iskolára, valamint az egy osztályra jutó átlagos tanulói létszámokat is (36. táblázat).

36. táblázat. A felmérésben résztvevő intézmények és osztályok száma (N=1073)

Évfolyam	N	Intézmények száma	Tanulók átlagos száma intézményenként	Osztályok száma	Tanulók átlagos száma osztályonként
5.	342	9	38,00	17	20,12
8.	254	9	28,22	16	15,69
9.	262	7	37,43	12	21,83
12.	215	6	35,83	10	21,50

A térszemléleti teszteken nyújtott teljesítmények tekintetében a résztvevő iskolák jelentős különbségeket mutatnak az 5. és a 8. évfolyamon egyaránt (5.o. $\text{átlag}_{i1_i9}=37,86-70,40\%$, 8.o. $\text{átlag}_{i1_i9}=18,97-66,29\%$). Az 5. osztályosok intézményi átlagait tekintve két, jól körülhatárolható csoportot különböztethetünk meg, a 40%p (i1, i6, i8, i9) és a 60%p (i2, i3, i5, i7) körüli teljesítményt nyújtó iskolákat. Meglepő, hogy az évfolyam átlagához (53,4%p) közelítő eredmények alig jelennek meg (47. ábra).



47. ábra

Az 5. és a 8. osztályosok teljesítményének összehasonlítása intézményenként

Mindkét felmérésben volt olyan intézmény, ahol egy tanulónak sem sikerült maximális pontszámot elérnie (37. táblázat). Az iskolákban különböző arányban voltak jelen azok a tanulók, akik maximális teljesítményt nyújtottak, vagy a tesztek legegyszerűbb téri műveleteket tartalmazó feladatait sem tudták hibátlanul megoldani. Az iskolák közötti teljesítmény különbségek vizsgálatát varianciaanalízissel (ANOVA) végeztük, a kilenc intézmény tesztátlagainak összevetésével. Az elemzés alapján a kilenc minta szignifikánsan különbözik (5.o. $F=8,69$ $p<0,001$).

Az általános iskolák közül négy olyat találunk (i2, i6, i8, i9), ahol annak ellenére javultak az eredmények, hogy a 8. osztályos teszt nehezebben megoldható feladatokkal bővült. Jelentős mértékű visszaesést három intézmény esetében tapasztaltunk (i1, i4, i5). Az iskolák teljesítményei egy intézményt leszámítva (i1) közeledtek egymáshoz a 8. osztályos felmérésben. Ennek ellenére az iskolák közötti teljesítmény különbség továbbra is szignifikáns (8.o. $F=8,55$ $p<0,001$).

37. táblázat. A felmérésben résztvevő intézmények térszemlélet teszteken nyújtott teljesítményeinek összehasonlítása az 5. és a 8. évfolyamon

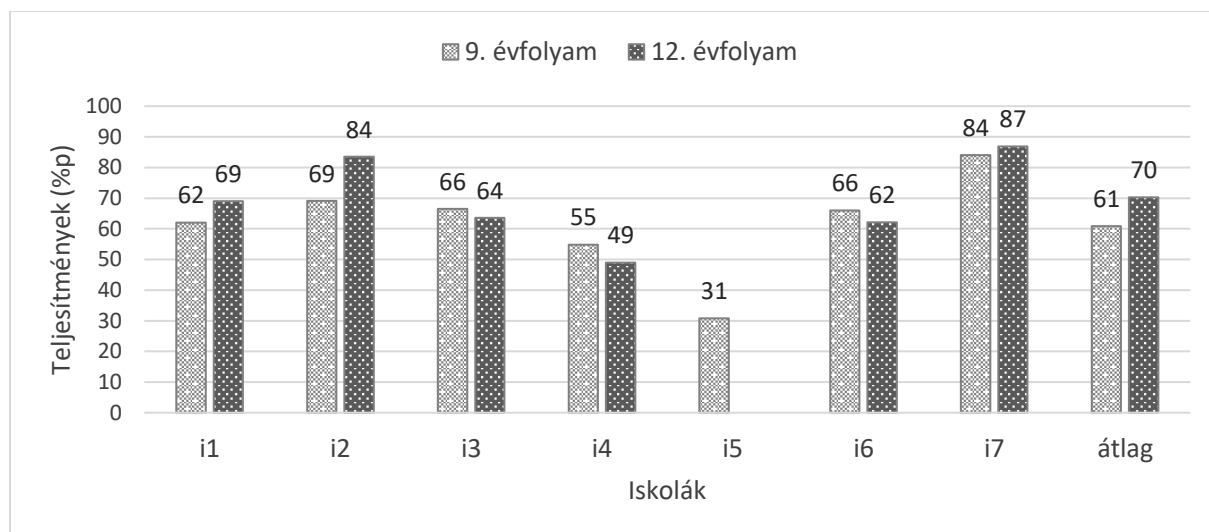
Iskola száma	N		Átlag (%p)		Szórás (%p)		Minimum (%p)		Maximum (%p)	
	5	8	5	8	5	8	5	8	5	8
i1	59	26	39,83	18,97	26,62	25,63	0,00	0,00	90,00	100,00
i2	35	35	64,29	66,29	26,71	28,97	0,00	13,33	100,00	100,00
i3	23	22	60,43	52,43	28,36	24,02	10,00	13,33	100,00	100,00
i4	50	23	70,40	60,00	26,95	20,00	10,00	20,00	100,00	93,33
i5	24	18	58,75	45,19	31,94	29,33	10,00	0,00	100,00	93,33
i6	42	41	37,86	48,62	25,43	26,88	0,00	0,00	100,00	100,00
i7	41	35	65,37	65,33	26,37	20,63	10,00	33,33	100,00	100,00
i8	34	24	46,76	49,44	28,04	22,41	10,00	0,00	100,00	93,33
i9	34	30	43,23	54,22	29,20	29,44	0,00	0,00	100,00	100,00

A középiskolákban alkalmazott 9. és 12. osztályos tesztek nehézségi szintje között minimális különbség volt. Ennek ellenére a hat iskola közül csak három ért el magasabb pontszámot a 2019-es felmérésen (i1, i2, i7). Az általános iskoláknál észlelt jelentős mértékű visszaeséseket a középiskolákban nem tapasztaltunk, a legnagyobb teljesítmény csökkenés is mindössze 5,83%p (i4).

A 9. évfolyam felmérésében résztvevő gimnáziumok eredményei más mintázatot mutatnak, mint amit az 5. évfolyam iskoláinál tapasztaltunk. A hét intézmény közül ötben az évfolyam átlagához közelítő eredmények születtek. Két kiugró értéket látunk a 48. ábrán (i5, i7). A figyelemre méltóan magas teljesítményt (átlag_{i7}=84,03%p) egy budapesti, a középiskolai rangsorokban is előkelő helyet elfoglaló gimnáziumban érték el. Nem elhanyagolható tény, hogy a második és a harmadik legjobb eredmény is hasonló paraméterekkel rendelkező budapesti gimnáziumokhoz kötődik. A szembetűnően gyenge eredmény (átlag_{i5}=30,8%p) szintén egy budapesti középiskolában született. (Összefüggést az átlagteljesítménnyel nem találtunk település- és iskolatípusonként sem a négy évfolyamon.) Maximális pontszámot mindegyik iskolában találunk, a minimum értékek viszont jelentős különbségeket mutatnak. A legjobban teljesítő intézményben a leggyengébb eredményt elérő diákok is legalább öt feladatot oldottak meg sikeresen mindkét mérési fázisban, míg a második legmagasabb átlagteljesítményt nyújtó iskolában 0 pontos tesztkitöltés is megjelenik (38. táblázat).

A 9. évfolyamon az iskolák közötti teljesítmény különbség szignifikáns (9.o. $F=20,42$ $p<0,001$). A 12. évfolyam eredményei távolodtak egymástól a 9. osztályos felméréshez viszonyítva, az

intézmények közötti különbség továbbra is szignifikáns (12.o. $F=12,14$ $p<0,001$). (Az adatok alapján a 12. évfolyamon a gimnáziumok közötti teljesítménykülönbség látszólag csökkent a 9. évfolyamhoz képest, azonban ez csak a minta megváltozásának következménye. A 2017-es felmérésben kiugróan gyenge teljesítményt nyújtó i5 jelzésű intézmény eredményei hiányoznak a 2019-es mintából.)



48. ábra

A 9. és a 12. osztályosok teljesítményének összehasonlítása intézményenként

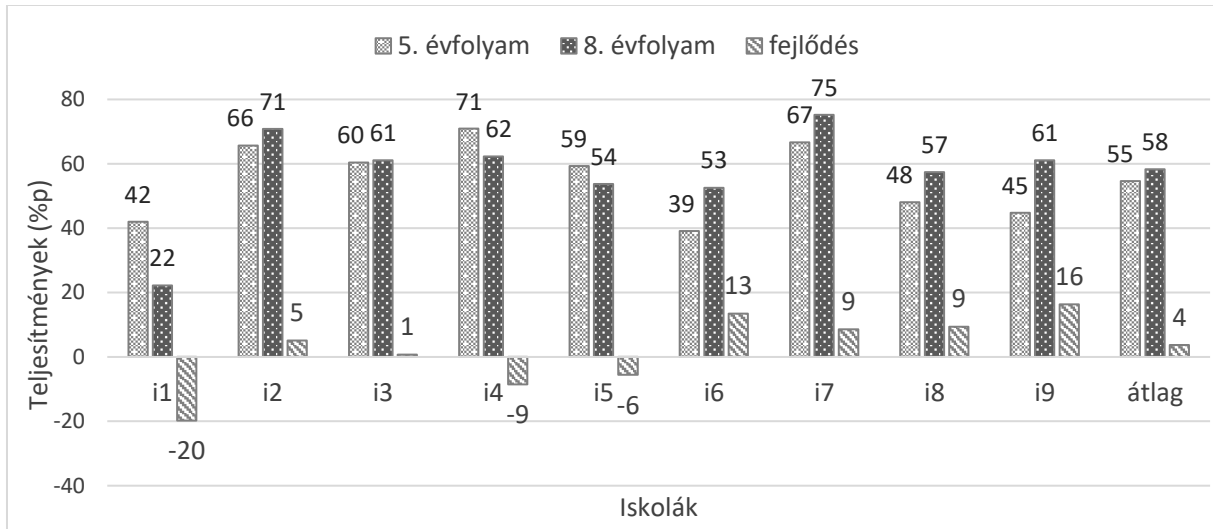
38. táblázat. A felmérésben résztvevő intézmények térszemlélet teszteken nyújtott teljesítményeinek összehasonlítása a 9. és a 12. évfolyamon

Iskola száma	N		Átlag (%p)		Szórás (%p)		Minimum (%p)		Maximum (%p)	
	9	12	9	12	9	12	9	12	9	12
i1	32	31	62,02	69,03	25,24	23,19	15,38	13,33	100,00	100,00
i2	60	59	69,10	83,50	24,76	21,31	0,00	6,67	100,00	100,00
i3	25	24	66,46	63,61	23,49	27,66	23,08	0,00	100,00	100,00
i4	47	40	54,83	49,00	23,50	30,29	0,00	0,00	100,00	100,00
i5	45	-	30,77	-	28,07	-	0,00	-	100,00	-
i6	14	29	65,94	62,07	19,49	34,69	30,77	0,00	100,00	100,00
i7	39	30	84,03	86,89	15,12	14,49	38,46	40,00	100,00	100,00

Az intézmények teljesítményét megvizsgáltuk az egyenértékűnek ítélt feladatokon is. Az 5. és a 8. évfolyamon 9, a 9. és a 12. évfolyamon 11 egymásnak megfeleltethető, azonos nehézségi szintet képviselő feladattal végeztük az elemzést. Ezzel az összehasonlítással realisabb képet kaphatunk a gyerekek téri képességszintjében bekövetkező változásokról az egyes intézményekben.

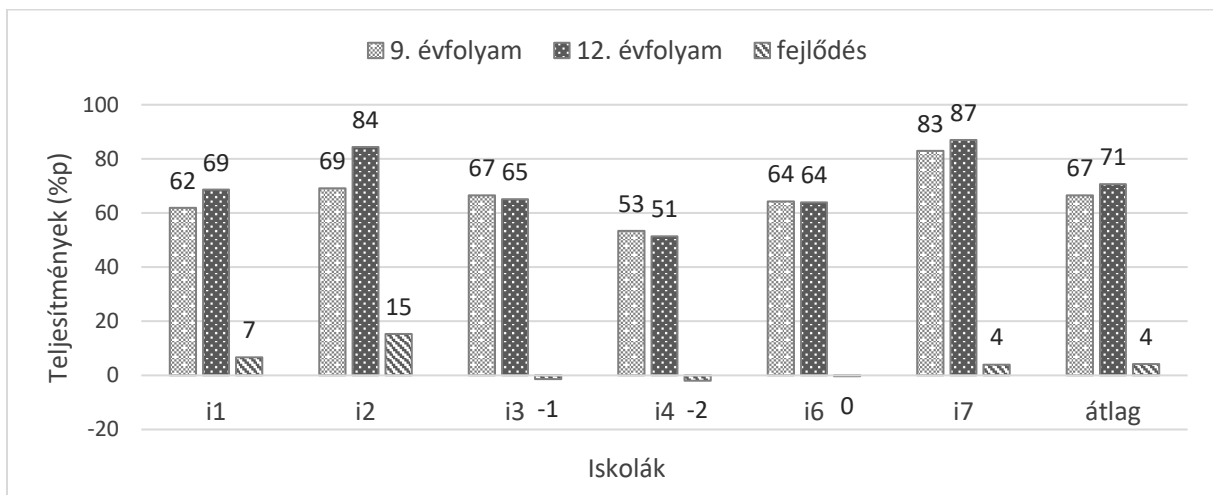
A 49. ábra az általános iskolák eredményeit mutatja a közös itemeken. Feltüntettük a két mérési ponton felvett, és évfolyamonként összesített feladatátlagok különbségeit is („fejlődés”). Összesen hat iskolában mutatható ki kisebb vagy nagyobb mértékű fejlődés az 5. és a 8. osztályok közötti években, jellemzően az alacsonyabb szintről induló iskolák értek el figyelemre méltó teljesítménynövekedést. A legnagyobb arányú fejlődés értéke 16%p (i9), és további három iskolában jelentkezett még 10%p körüli emelkedés (i6 13,42%p, i7 8,57%p, i8 9,37%p). A 8. évfolyamon három

iskolában tapasztalható visszaesés. A téri képességek fejlesztésében leggyengébben teljesítő intézményben az eredmények 19,77%-al csökkentek (i1). Az 5. és a 8. osztályos teszteken mutatott teljesítménykülönbség három iskola esetében szignifikáns (i1 t=2,86 p<0,01; i6 t=2,18 p<0,05; i9 t=2,19 p<0,05).



49. ábra

Az 5. és a 8. osztályosok teljesítményének összehasonlítása az egymásnak megfelelő, azonos nehézségi szintű feladatokon, intézményenként



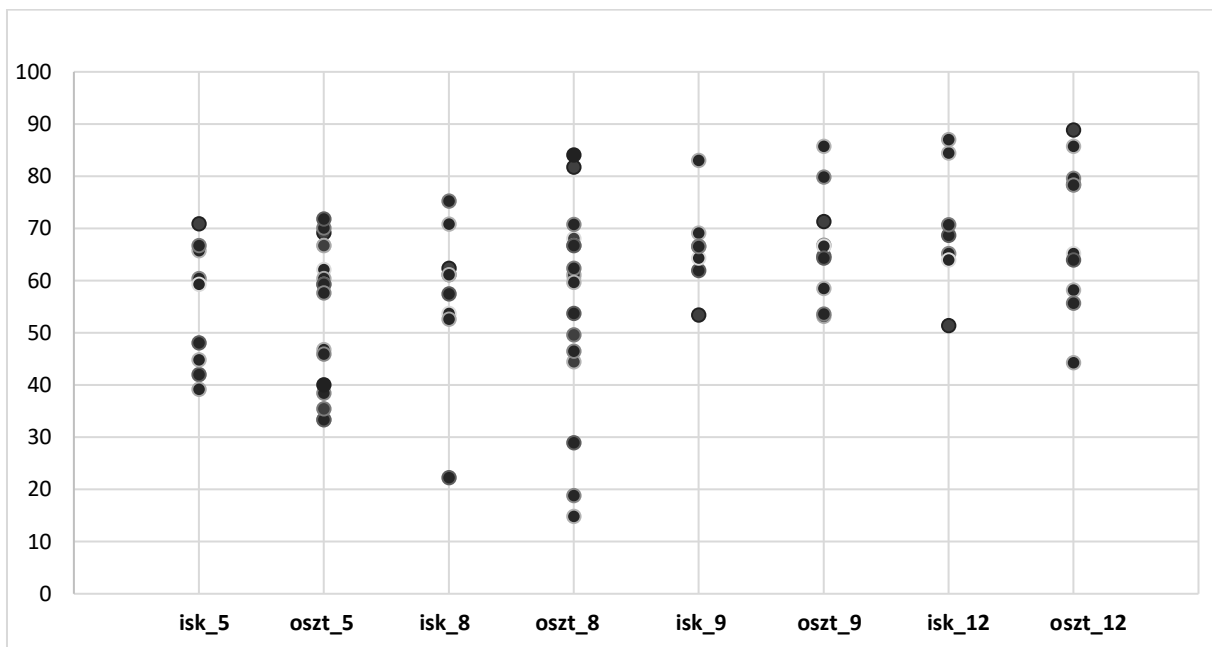
50. ábra

A 9. és a 12. osztályosok teljesítményének összehasonlítása az egymásnak megfelelő, azonos nehézségi szintű feladatokon, intézményenként

A középiskolások tesztpárja többségében közel azonos nehézségi szintű feladatokból áll, ezért a korrekcióval csak minimális mértékben változtak az eredmények. A 9. és a 12. évfolyamok teljesítménykülönbségeit mutató értékek alacsonyok, tehát a középiskolák esetében jellemzően a téri képességek stagnálásáról beszélhetünk (50. ábra). Az általános iskoláknál a fejlődés 3,69%-os átlaga a szélsőséges eredmények kiegyenlítődéseéből fakad, a középiskolai eredmények hasonló mértékű javulása (4,13%),

pedig elsősorban egy iskola kiugróan magas teljesítmény növekedésének köszönhető. A mérésekben résztvevő gimnáziumok egyikénél sem következett be drasztikus visszaesés a teljesítményekben. A hat intézményből háromban javult a diákok térszemlélete (i1 6,69%p, i2 15,35%p, i7 3,99%p), közülük egy iskolában szignifikáns a teljesítménynövekedés (i2 $t=3,42$ $p<0,001$).

Az 51. ábrán pontokkal jelöltük az egyes intézmények teljesítményátlagait évfolyamonkénti bontásban, és külön oszlopokban feltüntettük a felmérésben résztvevő osztályok átlagait is. Mindegyik évfolyamon szembetűnő, hogy az egyes osztályokat reprezentáló pontok szélesebb sávban helyezkednek el, mint az iskoláké. Az intézményekhez hasonlóan az osztályok közötti teljesítmény különbségek is szignifikánsak ($F_{5_OSZT}=5,37$ $p<0,001$; $F_{8_OSZT}=5,47$ $p<0,001$; $F_{9_OSZT}=4,38$ $p<0,001$; $F_{12_OSZT}=5,98$ $p<0,001$). Az osztályok teszteredményei közötti eltérés nagyságát az egyes intézményeken belül is megvizsgáltuk. Az 5. évfolyamon két iskolán belül mutatható ki szignifikáns különbség a felmérésben résztvevő osztályok téri képességei között ($t_{i8_5}=2,92$ $p<0,01$; $t_{i9_5}=2,67$ $p<0,02$), míg a 8. évfolyamon már csak egy ilyen intézményt találtunk ($t_{i9_8}=2,21$ $p<0,05$). A 9. és a 12. évfolyam mintájában nem észleltünk szignifikáns különbséget az osztályok között egy iskolában sem. Összességében adataink azt mutatják, hogy az intézmények közötti különbségek nagyobb mértékűek, mint az intézményeken belül jelentkezők. A legmagasabb és a legalacsonyabb teljesítményt nyújtó iskolák közötti jelentős különbségek (5. évfolyam: 32,54%p, 8. évfolyam: 47,32%p, 9. évfolyam: 53,26%p, 12. évfolyam: 37,89%p) jól érzékeltetik, hogy az intézmények milyen széles spektrumú tanulói bemenettel jellemezhetők a téri képességek vonatkozásában. Ezek a különbségek a későbbiekben sem mérséklődnek, az egyes képzési ciklusok végén is fennállnak. Intézményen belüli szelektációs mechanizmus a gimnáziumokban nem volt kimutatható, és az általános iskolák közül is csak két esetben feltételezhető.



51. ábra

Az intézmények és az osztályok teljesítményeinek eloszlása az 5., a 8., a 9. és a 12. évfolyamon

5.6.2. Teljesítmények összehasonlítása nemenként

Az 5., 8., 9., és 12. osztályos teszteken elért eredmények nemek szerinti összehasonlítását mutatja be a 39. táblázat. A szakirodalom alapján azt feltételeztük, hogy a térszemléleti teszteken minden korosztályban jobban teljesítenek a fiúk, mint a lányok. Ezt a hipotézist eredményeink csak részben igazolták vissza. Az 5., a 9. és a 12. évfolyamon a fiúk tesztátlaga magasabb volt, mint a lányoké, azonban a 8. évfolyamon a lányok jobban teljesítettek. Kizárólag az 5. osztályosok körében végzett felmérés mutatott szignifikáns különbséget a fiúk javára ($t_5=1,97$ $p<0,05$), de a 12. évfolyamon is jelentősnek tekinthető az előnyük ($t_{12}=1,63$ $p=0,105$). A 8. és a 9. évfolyamon a különbségek elhanyagolható mértékűek ($t_8=0,55$ $p=0,585$; $t_9=0,20$ $p=0,843$).

39. táblázat. A térszemlélet teszteken nyújtott teljesítmények nemek szerinti összehasonlítása

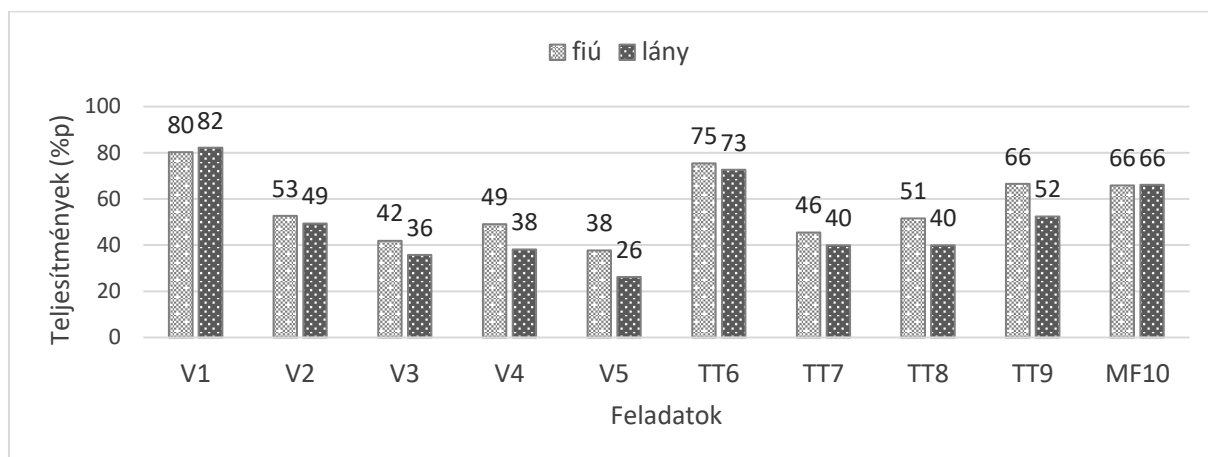
Korosztály	Nemek	N	Átlag (%p)	Szórás (%p)	Kétmintás t-próba
5. évfolyam	fiúk	167	56,65	30,92	t=1,97 p<0,05
	lányok	168	50,24	28,52	
8. évfolyam	fiúk	120	51,94	29,06	t=0,55 p=0,585
	lányok	129	53,90	27,21	
9. évfolyam	fiúk	143	61,05	30,73	t=0,20 p=0,843
	lányok	118	60,37	25,46	
12. évfolyam	fiúk	105	73,21	30,95	t=1,63 p=0,105
	lányok	109	66,73	26,95	

A szakirodalom alapján a nemek közötti teljesítmény különbség téri komponensenként is változhat. Legnagyobb eltérést a mentális forgatás feladatainál mutatnak ki, amelyeket a fiúk jóval eredményesebben oldanak meg a lányoknál. Felmérésünkben, az 5. évfolyamon a fiúk a vizualizáció és a térbeli tájékozódás feladatainak megoldásában voltak sikeresebbek a lányoknál, míg a mentális forgatás részképességet reprezentáló feladatban, ha kis mértékben is, de gyengébben teljesítettek (40. táblázat). Szignifikáns különbség csak a térbeli tájékozódás komponensében mutatkozott ($t=2,17$ $p=0,031$).

40. táblázat. Az egyes részképességeken nyújtott teljesítmények nemek szerinti összehasonlítása az 5. évfolyamon

Vizsgált részképesség	Nemek	N	Átlag (%p)	Szórás (%p)	t-próba	
					ltl	p
Vizualizáció	fiúk	167	52,34	34,20	t=1,68 p=0,094	
	lányok	168	46,31	31,35		
Térbeli tájékozódás (térszemlélet)	fiúk	167	59,73	35,97	t=2,17 p<0,05	
	lányok	168	51,19	36,17		
Mentális forgatás	fiúk	167	65,87	47,56	t=0,04 p=0,968	
	lányok	168	66,07	47,49		

Az 52. ábrán feladatokra lebontva is szemléltettük a fiúk és a lányok teljesítményét. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a megjelenítés absztrahálódásának és a téri műveletek komplexitásának fokozódásával párhuzamosan növekedik a fiúk és a lányok teljesítménye közötti eltérés, az előbbiekre javára. Szignifikáns különbség négy feladtnál volt kimutatható, kettő a vizualizáció (V4 $t=2,04$, $p<0,05$; V5 $t=2,27$, $p<0,05$), kettő a térbeli tájékozódás (TT8 $t=2,14$, $p<0,05$; TT9 $t=2,65$, $p<0,01$) részképességnél, mindegyik esetben a fiúk előnyét mutatva.



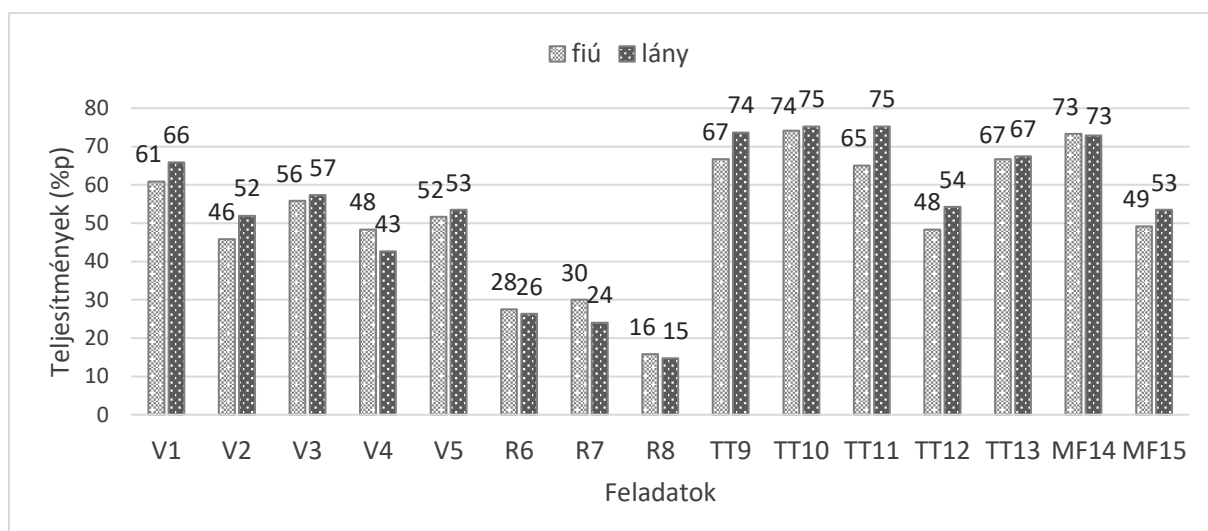
52. ábra

Az egyes feladatokon nyújtott teljesítmények nemek szerinti összehasonlítása az 5. évfolyamon

A 8. évfolyamon a tesztek rekonstrukciós feladatain teljesítettek jobban fiúk, a további három részképesség itemeit a lányok oldották meg magasabb arányban. Egyik téri komponens vonatkozásában sem volt szignifikáns a nemek közötti különbség (41. táblázat). Bár a feladatok többségénél a lányok eredményesebbnek bizonyultak, ebben a korcsoportban is megfigyelhetjük, hogy a bonyolultabb téri műveleteket (V4, R6, R7, R8) a fiúk oldják meg sikeresebben (53. ábra). Kivételt csak a térbeli tájékozódás nehezebb itemei jelentenek, ahol a téri problémák életszerű megjelenítése jobban segítette a lányok feladatmegoldását. A nemek közötti teljesítmény különbség egyik feladtnál sem volt szignifikáns. Megállapíthatjuk, hogy az általános iskolai tanulmányok végére közel azonos a fiúk és lányok téri képességszintje.

41. táblázat. Az egyes részképességeken nyújtott teljesítmények nemek szerinti összehasonlítása a 8. évfolyamon

Vizsgált részképesség	Nemek	N	Átlag (%p)	Szórás (%p)	t-próba	
					ltl	p
Vizualizáció	fiúk	120	52,50	38,90	t=0,36	p=0,719
	lányok	129	54,26	38,34		
Tér rekonstruálása	fiúk	120	24,44	34,50	t=0,62	p=0,536
	lányok	129	21,71	35,27		
Térbeli tájékozódás (térei orientáció)	fiúk	120	64,17	32,89	t=1,23	p=0,220
	lányok	129	69,15	30,92		
Mentális forgatás	fiúk	120	61,25	39,14	t=0,39	p=0,695
	lányok	129	63,18	38,28		



53. ábra

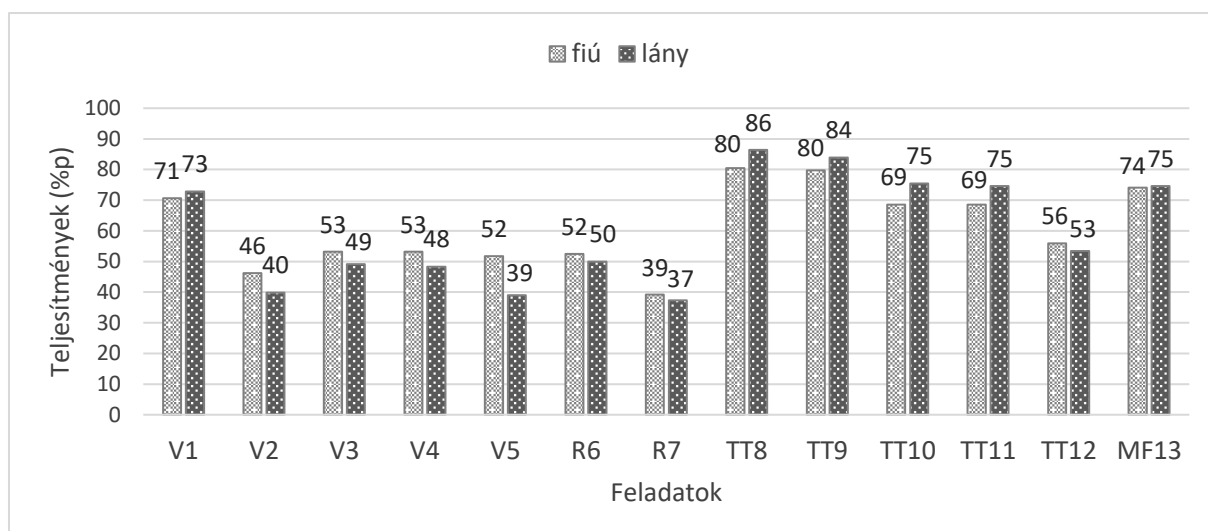
Az egyes feladatokon nyújtott teljesítmények nemek szerinti összehasonlítása a 8. évfolyamon

A 9. évfolyamon hasonló tendenciákat figyelhetünk meg, mint a 8. osztályokban. Szignifikáns különbség egyik téri komponens vonatkozásában sem volt feltárható. A fiúk előnye két (vizualizáció, tér rekonstruálása), a lányoké egy (térbeli tájékozódás) képesség összetevőnél jelentkezett, a mentális forgatás feladatát pedig közel azonos hatékonysággal oldották meg (42. táblázat).

A nemek közötti kiegyensúlyozott teljesítményt érzékelhetjük az egyes feladatok megoldásának sikerességét szemléltető diagramon is (54. ábra). Az előző két évfolyamon kimutatható összefüggés, miszerint a feladatok elvontságának és a műveletsorok összetettségének fokozódásával párhuzamosan növekedik a fiúk előnye, a 9. évfolyamon is megfigyelhető. Ennek megfelelően a fiúk eredményesebbek voltak a hat, az évfolyam által legkisebb arányban megoldott feladaton. Az összetettebb alakzatokat tartalmazó, vagy allocentrikus nézőpont felvételét igénylő vizualizáció itemein (V2, V3, V4, V5), és a két rekonstrukciós itemen (R6, R7). Legnagyobb különbség a V5 jelű vizualizációs feladatnál alakult ki, amelyen a fiúk szignifikánsan jobban teljesítettek (V5 $t=2,07$, $p<0,05$). Hasonlóan a 8. évfolyamhoz, a 9. osztályos lányok is jellemzően a térbeli tájékozódás részképesség feladatain tudtak átlagosan magasabb eredményeket elérni.

42. táblázat. *Az egyes részképességeken nyújtott teljesítmények nemek szerinti összehasonlítása a 9. évfolyamon*

Vizsgált részképesség	Nemek	N	Átlag (%p)	Szórás (%p)	t-próba	
					ltl	p
Vizualizáció	fiúk	143	54,97	35,32	t=1,23	p=0,219
	lányok	118	49,83	31,89		
Tér rekonstruálása	fiúk	143	45,80	45,38	t=0,39	p=0,694
	lányok	118	43,64	43,14		
Térbeli tájékozódás (téri orientáció)	fiúk	143	70,63	31,74	t=1,09	p=0,279
	lányok	118	74,75	29,40		
Mentális forgatás	fiúk	143	74,13	43,95	t=0,08	p=0,934
	lányok	118	74,58	43,73		



54. ábra

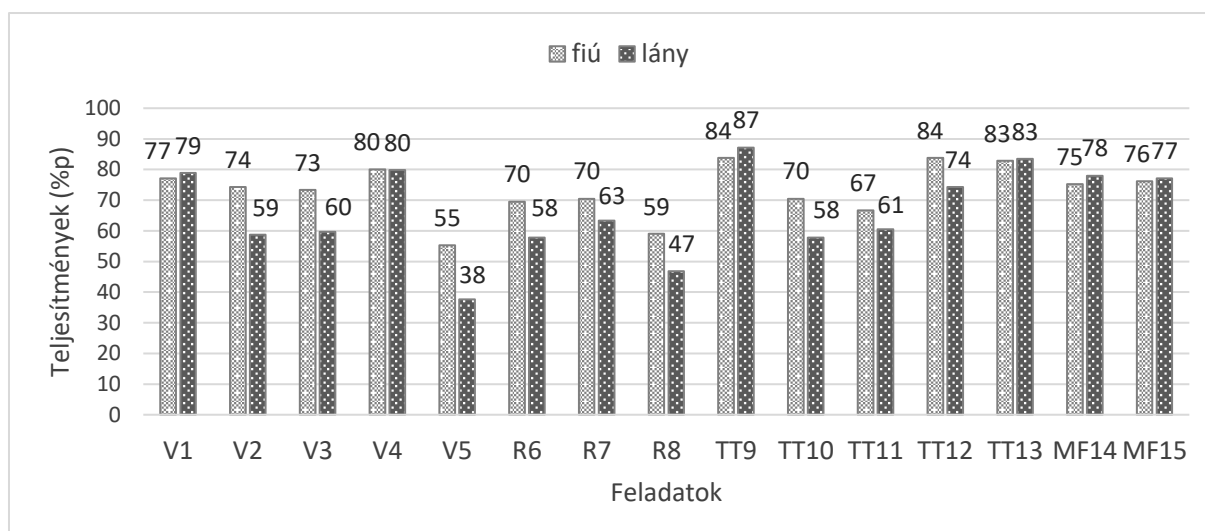
Az egyes feladatokon nyújtott teljesítmények nemek szerinti összehasonlítása a 9. évfolyamon

A nemekkel összefüggésben a legfiatalabb korosztályhoz hasonló adatokat kaptunk a 12. évfolyamon. A téri komponensek közül csak a mentális forgatás feladatait oldották meg hatékonyabban a lányok, a három további részképesség eredményei a fiúk előnyét mutatja (43. táblázat). A vizualizáció részképességen szignifikáns a teljesítmény különbség ($t=2,03$ $p<0,05$), emellett a rekonstrukciós feladatokon is jóval magasabb a fiúk átlaga (fiúk 66,35%p, lányok 55,96%p). A két téri komponens egyetlen feladatát sem tudták magasabb arányban teljesíteni a lányok.

A vizualizáció részképességen belül a három legnehezebbnek bizonyuló feladaton teljesítettek szignifikánsan jobban a fiúk, mint a lányok (V2 $t=2,44$ $p<0,02$; V3 $t=2,14$ $p<0,05$; V5 $t=2,61$ $p<0,01$), és a rekonstrukciós műveletet is jóval sikeresebben hajtották végre. A térbeli tájékozódás eredményeit elemezve azt is megállapíthatjuk, hogy jellemzően az évfolyam által legkisebb arányban megoldott feladatoknál jelentkezik a fiúk előnye (55. ábra). A 12. évfolyam eredményei tehát megerősítik, hogy a téri műveletek komplexitásának növekedésével egyre nagyobbak a fiúk javára a teljesítmény különbségek.

43. táblázat. *Az egyes részképességeken nyújtott teljesítmények nemek szerinti összehasonlítása a 12. évfolyamon*

Vizsgált részképesség	Nemek	N	Átlag (%p)	Szórás (%p)	t-próba	
					t	p
Vizualizáció	fiúk	105	72,00	33,24	t=2,03	p<0,05
	lányok	109	62,94	32,18		
Tér rekonstruálása	fiúk	105	66,35	42,74	t=1,77	p=0,078
	lányok	109	55,96	43,00		
Térbeli tájékozódás (téri orientáció)	fiúk	105	77,52	31,71	t=1,16	p=0,248
	lányok	109	72,66	29,65		
Mentális forgatás	fiúk	105	75,71	36,76	t=0,37	p=0,713
	lányok	109	77,52	35,02		



55. ábra

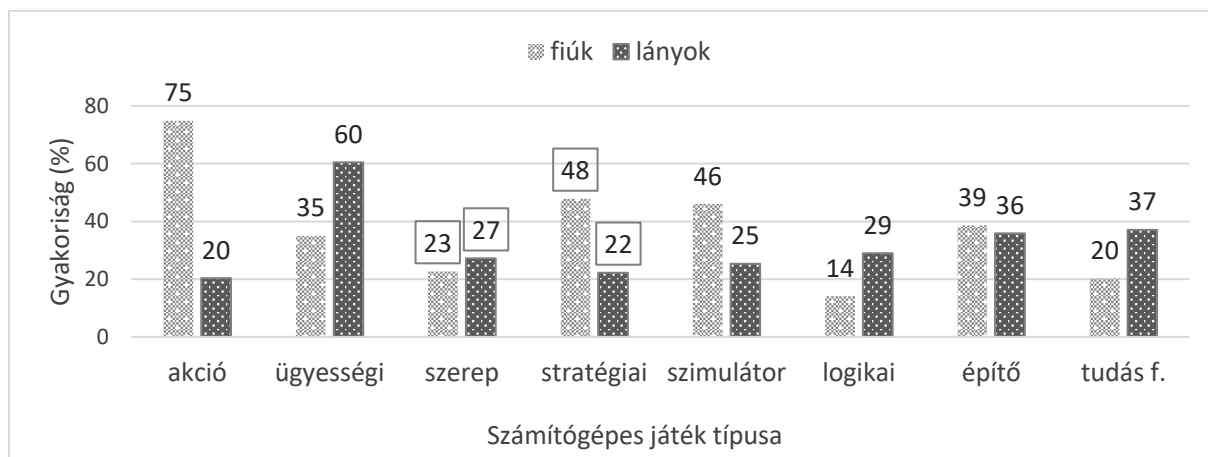
Az egyes feladatokon nyújtott teljesítmények nemek szerinti összehasonlítása a 12. évfolyamon

Összességében a fiúk jobban teljesítettek a téri képességteszteken, szignifikáns különbséget a tesztek, a téri komponensek és a feladatok vonatkozásában is csak a fiúk javára tudunk kimutatni. Az előzetesen feltételezettnél, azonban kisebb volt a nemek közötti eltérés. A 8. és a 9. évfolyamon csak minimális különbségek jelentkeztek a fiúk és a lányok között a tesztek kitöltésének nemi sajátosságait, és eredményességét tekintve is. Bár az 5. és a 12. évfolyam adatai határozottan a fiúk magasabb teljesítményét jelzi, ez nem általában érvényesül, hanem csak bizonyos téri komponensekkel és feladattípusokkal összefüggésben. A legszembetűnőbb eltérés, hogy a lányok feladatmegoldásának sikerességét nagyban elősegítette a téri problémák életszerű megjelenítése és a jól felismerhető, értelmezhető formakarakterek alkalmazása, míg a fiúk teljesítményét ez a tényező kevésbé befolyásolta. A felmérésben vizsgált évfolyamok eredményei alapján azt is megállapíthatjuk, hogy a fiúk előnye stabilan a komplex téri műveleteknél jelentkezik. Ennek mértéke azonban nem olyan számottevő, amelyet a megfelelő iskolai oktatás keretében ne lehetne csökkenteni, vagy teljes mértékben eltüntetni.

A vizuális-téri képességek vonatkozásában a nemek közötti teljesítménykülönbség okaként leggyakrabban a társadalmi nemi sztereotípiákból adódó nevelési különbségeket jelölik meg, például a fiúk gyakrabban kapnak építőjátékokat és sűrűbben vonják be őket barkácsoló tevékenységekbe (lásd 2.5. fejezet). A térszemlélet fejlődésével kapcsolatos információkat egy kérdőív segítségével gyűjtöttük össze, amelyet az 5. és a 9. évfolyamon vettünk fel. Ebben a fejezetben azokat a háttérváltozókat vizsgáljuk meg alaposabban, amelyek feltehetően nemi különbségeket mutatnak.

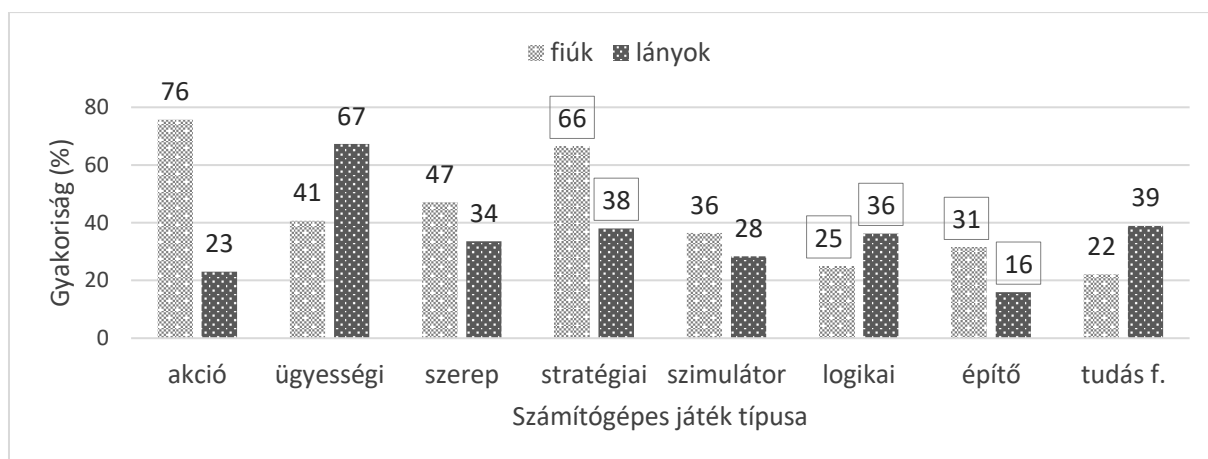
Az 56. és 57. ábra fiúk és lányok szerinti bontásban szemlélteti a különböző számítógépes játékok kedveltségét a két évfolyamon. Kiemeltük azokat a játéktípusokat, amelyek szignifikáns összefüggést mutattak a téri képességteszteken nyújtott teljesítményekkel. (5. osztályokban a szerep és a stratégiai játékok, 9. osztályokban a stratégiai, a logikai és az építőjátékok.) A szakirodalom alapján a téri képességeket legnagyobb hatékonysággal fejlesztő típusokat, mint az akció és a stratégiai játékok, a fiúk szívesebben használják. Bár ebben a felmérésben az akciójátékok kedveltsége nem mutatott összefüggést a teszteredményekkel, mindkét korcsoportban a fiúk jóval magasabb arányban jelölték meg (5.o. fiúk 74,85%, lányok 20,37%; 9.o. fiúk 75,71%, lányok 23,01%). A stratégiai játékok

népszerűsége is jelentősen nagyobb a fiúk körében, és mindkét évfolyamon összefüggést mutatott a térszemlélet teszteken nyújtott teljesítményekkel (5.o. fiúk 47,85%, lányok 22,22%; 9.o. fiúk 66,43%, lányok 38,05%). A szerepjátékok kedveltsége csak az 5. évfolyamon jelez kapcsolatot a téri képességekkel, amelyet a fiúk és a lányok közel azonos arányban használnak. A kérdőív kialakítása során azt feltételeztük, hogy az építő és a logikai játékok is pozitív hatással lehetnek a téri képességekre, amelyet csak a 9. osztályban igazoltak vissza az eredmények. A kérdőíves felmérés alapján a kevésbé népszerű játéktípusokhoz tartoznak, az építőjátékokat a fiúk, a logikai játékokat a lányok használják szívesebben.



56. ábra

Számítógépes játéktípusok kedvelésének gyakorisága nemenként az 5. osztályokban

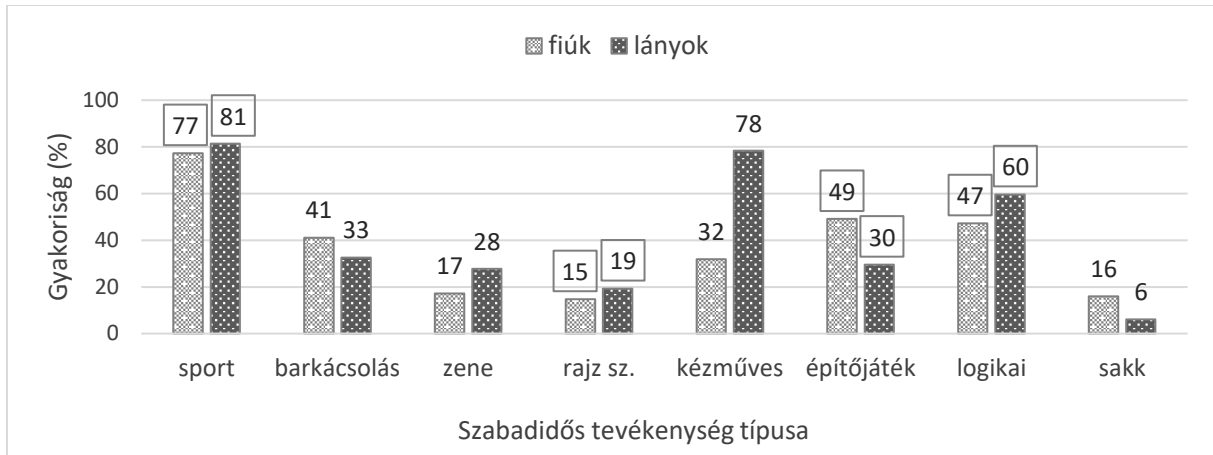


57. ábra

Számítógépes játéktípusok kedvelésének gyakorisága nemenként a 9. osztályokban

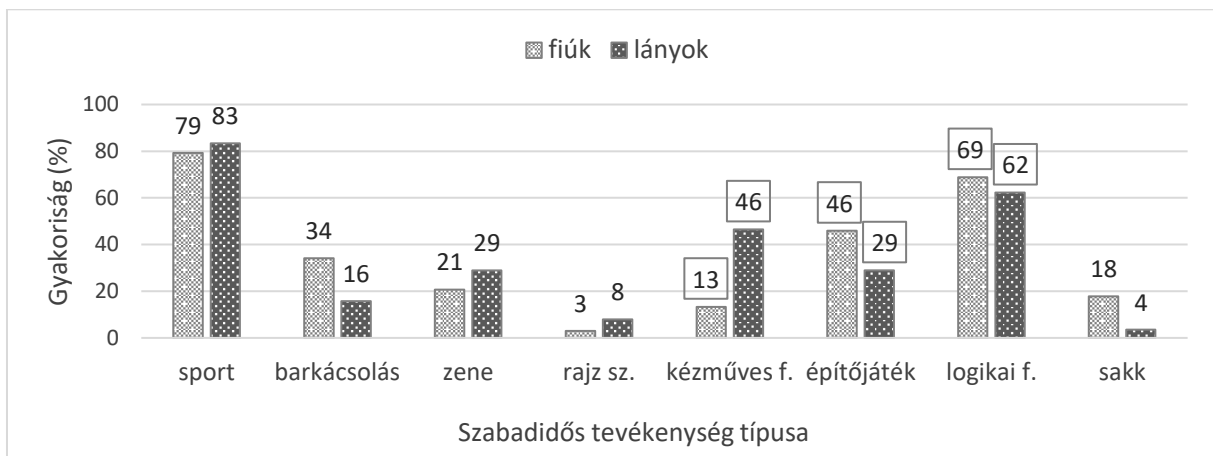
Hasonló vizsgálatnak vetettük alá a kedvelt szabadidős tevékenységeket. A két évfolyam válaszai alapján összeállított 58. és 59. ábrán szintén megkülönböztetve jelöltük azokat a változókat, amelyek összefüggést mutattak a teszteredményekkel. (5. osztályokban a rendszeres sportolás, a rajz szakkörön való részvétel, a 9. osztályokban a kézműves tevékenységek, valamint mindkét korcsoportban az építőjátékok és a logikai feladványok kedveltsége.) A lányok és fiúk által preferált aktivitási formák többnyire megfeleltek a nemi sztereotípiáknak. Mindkét korosztályban a lányok nagyobb arányban

járnak rajz szakkörre és vesznek részt kézműves foglalkozásokon, amely azonos módon és hatékonysággal fejlesztheti a téri képességeket, mint a fiúk által preferált barkácsolással, szereléssel eltöltött idő. Sajnálatos módon ezek a tevékenységek idővel háttérbe szorulnak, és kevésbé vannak jelen a középiskolás korosztály életében.



58. ábra

Szabadidős tevékenységek kedvelésének gyakorisága nemenként az 5. osztályokban



59. ábra

Szabadidős tevékenységek kedvelésének gyakorisága nemenként a 9. osztályokban

Az építő játékok kedveltsége jóval nagyobb arányú a fiúk körében (5.o. fiúk 49,08%, lányok 29,52%; 9.o. fiúk 45,93%, lányok 28,95%), amely már a számítógépes játéktípusok esetében is megmutatkozott. Mivel ez az aktivitási forma a valós és a virtuális térben is szoros összefüggést mutatott a vizuális-téri képességekkel, beillesztése az oktatási gyakorlatba (pl.: modellezési feladatokkal) hozzájárulhat a térszemlélet fejlesztése mellett a nemi különbségek csökkentéséhez is. Hasonlóan az építőjátékokhoz, a logikai feladványok kedveltsége is összefüggést mutat a számítógépes játékoknál és a szabadidős tevékenységeknél is a téri képességteszteken nyújtott teljesítményekkel. A számítógépes játékoknál a társas- és kártyajátékokkal, a szabadidős tevékenységeknél a rejtvényekkel összevonva kérdeztünk rá a logikai feladványok kedveltségére. Mivel a játéktípusok széles spektrumát ölelik fel, a további

kutatásokban részletesebb vizsgálatot igényel ez a háttérváltozó. Valószínűleg egy mélyrehatóbb elemzés árnyaltabb képet nyújtana az ezen belül jelentkező nemi preferenciákról is.

A háttérváltozók vizsgálata alapján megállapíthatjuk, hogy a felmérésben résztvevő gyerekek egyértelműen a nemi sztereotípiáknak megfelelő preferenciákkal rendelkeznek a számítógépes játékok és a szabadidős tevékenységek vonatkozásában is. A szakirodalom alapján, sajnálatos módon éppen a „férfias” jellegűnek tartott tevékenységek fejlesztik leghatékonyabban a vizuális-téri képességeket, amelyet kutatási eredményeink is többnyire megerősítenek (lásd 2.5. fejezet). A nemek közötti teljesítmény különbségek csökkentésének kiváló eszköze lehet a vizuális nevelés (ezen belül elsősorban az építő-konstruáló foglalkozások), amely találkozik a lányok érdeklődési körével. Ezen felül indokolt olyan további tevékenységek beillesztése az iskolák tanulási- tanítási folyamataiba, amelyek támogatják a téri képességek fejlődését, ezáltal képesek ellensúlyozni a szociokulturális környezet feltehetően erőteljes negatív hatását a lányok teljesítményére.

5.6.3. Az iskolai osztályzatok összefüggései a téri teszteken nyújtott teljesítményekkel

A 44. táblázat összefoglalja a tantárgyi átlagokat, a teszteredményekkel képzett korrelációs együtthatókat és ezek szignifikancia szintjét. Az évfolyamonként összesített tantárgyi átlagok magas értékeket mutatnak, néhány tárgy esetében alig differenciálják a tanulók tudását. Kiugróan magas az Ének-zene (5.o. átlag=4,81%; 9.o. átlag=4,83%), a Rajz és vizuális kultúra (5.o. átlag=4,81%; 9.o. átlag=4,80%) és a Testnevelés (5.o. átlag=4,75%; 9.o. átlag=4,81%) tárgyak iskolai átlagai. Feltehetően ez a tényező is hatással van arra, hogy ez a három tárgy mutatja a leggyengébb összefüggést a téri képességteszteken elért eredményekkel.

44. táblázat. A térszemlélet teszteken elért eredmények átlagának az iskolai osztályzatokkal képzett korrelációs együtthatói (N=604)

Tantárgy	Évfolyam	Átlag (tantárgyak)	Korreláció	Szignifikancia
Ének-zene	5	4,81	0,13	0,016
	9	4,83	0,20	0,002
Informatika	5	4,66	0,14	0,022
	9	4,39	0,41	0,000
Idegen nyelv	5	4,26	0,20	0,000
	9	4,33	0,29	0,000
Matematika	5	4,16	0,30	0,000
	9	3,97	0,46	0,000
Irodalom	5	4,29	0,17	0,002
	9	4,15	0,23	0,000
Nyelvtan	5	4,16	0,20	0,000
	9	4,22	0,28	0,000
Rajz és vizuális kultúra	5	4,81	0,04	0,437
	9	4,80	0,24	0,000
Természetismeret	5	4,32	0,11	0,050
	9	3,96	0,24	0,000
Földrajz	5	4,75	-0,04	0,430
	9	4,81	0,01	0,893

A teszteken nyújtott teljesítményekkel és a tantárgyi átlagokkal képzett korrelációs együtthatók a matematikánál veszik fel a legmagasabb értékeket az 5. és a 9. évfolyamon is (5.o. $r=0,30$ $p<0,001$; 9.o. $r=0,46$ $p<0,001$). (Korábbi méréseink során is korreláltak tesztjeink a matematika osztályzatokkal, vö. Kárpáti et al., 2015.) Mindkét korosztálynál az Idegen nyelvvél (5.o. $r=0,20$ $p<0,001$; 9.o. $r=0,29$ $p<0,001$) és a Magyar nyelvtannal (5.o. $r=0,20$ $p<0,001$; 9.o. $r=0,28$ $p<0,001$) mutatnak még szorosabb összefüggést a térszemlélet tesztek eredményei. Kivételt képez ebben a sorban az Informatika tárgy, amely csak a 9. osztályosok teljesítményével jelez erősebb kapcsolatot (5.o. $r=0,14$ $p<0,022$; 9.o. $r=0,41$ $p<0,001$).

Összességében a korrelációs együtthatók gyenge és közepes erősségű ($r=0,11-0,46$) szignifikáns kapcsolatot mutatnak az iskolai osztályzatok és a teszteredmények között, kivéve a Testnevelés és az 5. osztályos Rajz és vizuális kultúra tárgyakat, ahol a kapcsolat nem szignifikáns.

5.6.4. Az interneten eltöltött idő összefüggései a téri teszteken nyújtott teljesítményekkel

Az internet használatával kapcsolatos szokások közül arra a kérdésre kerestünk választ, hogyan befolyásolja a világhálón eltöltött idő a téri képességteszteken nyújtott teljesítményeket. A felmérésben résztvevők öt - rendszerességet és időtartamot meghatározó - válasz közül jelölhették be a rájuk jellemzőt. A 9. évfolyamon nem találtunk összefüggést az internet használatával eltöltött idő és a teszteredmények között. Valószínű, hogy a középiskolai korosztály szokásaira érzékenyebb skálára lesz szükség a további kutatások során, mert a diákok 76%-a a „napi 1-2 óra” és a „napi 3-4 óra” kategóriába esett. Az internet előtt ennél kevesebb időt eltöltők a mintának csak a 4%-át tették ki, ezért a napi rendszerességnél ritkább használatot feltételező kategóriák feleslegesnek bizonyultak.

Az 5. évfolyamon a megadott időintervallumok jobban lefedték a tanulók internet használati szokásait. Adataink azt mutatják, hogy a világhálón eltöltött idő és a vizuális-téri képességteszteken nyújtott teljesítmények szignifikáns összefüggést mutatnak (ANOVA $F=5,08$ $p<0,001$). A Tukey-b próba alapján a szélső értékeket megjelölő tanulók teljesítettek gyengébben a teszteken, vagyis akik nem használnak internetet, és akik napi négy óránál többet vannak a világhálón (45. táblázat).

45. táblázat. Az interneten eltöltött idő szempontjából eltérően viselkedő tanulói csoportok téri képességteszteken nyújtott teljesítmény különbségének vizsgálata Tukey-b próbával (5. évfolyam, $N=333$)

Részminták	N	Tukey-b próba által prezentált csoportok ($p<0,05$)	
		1	2
1. (nem használ internetet)	9	27,78	
2. (heti 1-3 alkalom)	94		55,32
3. (napi 1-2 óra)	65		56,46
4. (napi 2-3 óra)	118		57,80
5. (több, mint napi 4 óra)	47	40,21	40,21

5.6.5. Számítógépes képszerkesztő programok használatának hatása a téri képességekre

A kérdőíves felmérés keretein belül vizsgáltuk az 5. és a 9. osztályosok számítógépes képszerkesztő eljárások alkalmazásával összefüggő szokásait. Egyrészt azt szerettük volna feltárni, hogy ismernek-e a gyerekek digitális képszerkesztő programokat, és milyen gyakorisággal használják őket. Másfelől választ vártunk arra, hogy kimutatható-e összefüggés a programok használatának gyakorisága és a térszemlélet teszteken elért eredmények között. Felmérésünk azt mutatta, hogy mindkét évfolyamon magas azoknak a diákoknak az aránya, akik nem használnak, vagy egyáltalán nem is ismernek rajz és képszerkesztő alkalmazásokat. (Az 5. osztályosoknak 31%-a, a 9. osztályosoknak 41%-a nyilatkozta, hogy nem ismer vagy nem használ grafikai programokat.)

A térszemléleti teszten elért eredmények nem mutattak összefüggést a digitális képszerkesztő programok használatának gyakoriságával az 5. osztályokban, ezzel szemben 9. évfolyam diákjainál szignifikáns kapcsolat van (ANOVA $F=6,56$ $p<0,001$). A Tukey-b próba eredményeiből az a tendencia bontakozik ki, hogy *egyenletesen javulnak a térszemlélet teszteken nyújtott teljesítmények a képszerkesztő programok használatának gyakoriságával* (46. táblázat).

46. táblázat. A képszerkesztő programok használatának szempontjából eltérően viselkedő tanulói csoportok téri képességeteszteken nyújtott teljesítmény különbségének vizsgálata Tukey-b próbával (9. évfolyam, $N=260$)

Részminták	N	Tukey-b próba által prezentált csoportok ($p<0,05$)		
		1	2	3
1. (nem ismer képszerkesztő programokat)	14	39,56		
2. (ismer, de nem használt még képszerkesztő programokat)	26	55,33	55,33	
3. (egyszer már használt képszerkesztő programot)	94	55,97	55,97	
4. (2-3 alkalommal használt már képszerkesztő programot)	59			73,27
5. (sokszor használt már képszerkesztő programot)	67		64,64	64,64

5.6.6. Számítógépes játékok kedveltségének hatása a téri képességekre

A számítógépes játékok és a téri képességek fejlődésének összefüggéseiről gazdag szakirodalom áll rendelkezésünkre. Korábban már kifejtettük, hogy a kutatások többsége az akció és a stratégiai játékok pozitív hatását igazolja a téri képességek fejlődésére (lásd 2.2.3. fejezet). Saját vizsgálatunkban további két típussal, az építőjátékokkal és a logikai feladványokkal feltételeztünk hasonló pozitív összefüggést. Az építőjátékoknál úgy gondoltuk, hogy a hagyományos és a virtuális térben megvalósuló játék azonos hatékonysággal fejlesztheti a téri képességeket. A logikai feladványokkal kapcsolatban pedig azt feltételeztük, hogy azok a diákok választják szívesebben ezt a játéktípust, akik a matematikát is kedvelik. A kérdőívben nyolc játék kedveltségére kérdeztünk rá (az egyes játéktípusok beazonosítását rövid leírások segítették), amelyek közül a diákok többet is bejelölhettek.

Az 5. osztályban a szerep és a stratégiai játékok mutattak pozitív szignifikáns összefüggést a teszteredményekkel ($t_5_SZEREP=2,60$ $p<0,01$, $t_5_STRATÉGIAI=2,07$ $p<0,05$). Mindkét játéktípus tartalmaz olyan elemeket, amely előmozdíthatja a téri képességek fejlődését, például épületeket, városokat kell létrehozni, vagy ezeken belül tájékozódni. Az építőjátékokat és a logikai feladványokat kedvelők, ha nem is szignifikáns mértékben, de jobban teljesítettek társaiknál. A 9. évfolyamon is jobb eredményeket értek el a téri teszteken azok a diákok, akik szívesen játszanak stratégiai játékokkal ($t_9_STRATÉGIAI=3,45$ $p<0,01$). Emellett azok a diákok is magasabb pontszámokat szereztek a teszteken, akik kedvelik a logikai feladványokat és az építőjátékokat ($t_9_LOGIKAI=3,35$ $p<0,01$, $t_9_ÉPÍTŐ=2,54$ $p<0,05$). A szerepjátékok használata a 9. osztályosoknál is pozitívan befolyásolta a teljesítményeket, azonban a három másik játéktípussal szemben az összefüggés nem szignifikáns.

Az akciójátékkal kapcsolatos szakirodalmi adatokat nem erősítette meg vizsgálatunk, kedveltsége nem mutatott összefüggést a térszemlélet teszteken nyújtott teljesítményekkel. Feltehetően a játék kedveltségében megmutatózó erőteljes nemi különbség jelentősen befolyásolta az eredményeket. Továbbá egyik évfolyamon sem volt kimutatható összefüggés a téri képességek, valamint az ügyességi, a szimulációs és a kvíz jellegű játékok között. A feltételezett összefüggés mintázatot jobban megközelítették a 9. évfolyamon, valószínűleg 15 éves korra kialakultabb egyéni ízlésvilágról, szokásokról beszélhetünk a digitális játékok vonatkozásában.

5.6.7. Szabadidős tevékenységek hatása a téri képességekre

A szabadidős tevékenységekre vonatkozó kérdéskörnél azokat az állításokat jelölhették be a gyerekek, amelyeket igaznak éreztek magukra. A kérdőívnek ezt a részét azzal a céllal hoztuk létre, hogy megerősítse, vagy cáfolja a szakirodalom által felsorolt, a téri képességek fejlődésére pozitívan ható aktivitási formák sorát (lásd 2.2. fejezet). Továbbá vizsgáltunk két, a vizuális neveléshez köthető tevékenységet (rajz szakkörön és kézműves foglalkozásokon való részvétel), és olyan aktivitásokat, amelyeknél nem feltételeztünk kapcsolatot a téri képességekkel, például „játszok hangszereken”.

Az 5. évfolyamon szignifikánsan jobb teljesítményt nyújtottak a térszemlélet teszteken azok a tanulók, akik rendszeresen sportolnak, rajz szakkörre járnak, kedvelik az építőjátékokat és a logikai feladványokat ($t_5_SPORT=2,93$ $p<0,01$, $t_5_RAJZ_SZAKKÖR=2,49$ $p<0,02$, $t_5_ÉPÍTŐJÁTÉK=4,34$ $p<0,01$, $t_5_LOGIKAI=3,33$ $p<0,01$). Előzetesen a barkácsolással és a kézműves foglalkozással vártunk még hasonlóan szoros kapcsolatot jelző értékeket, de ezeket nem igazolták vissza a statisztikai elemzések. Hasonlóan a fiatalabb korosztályhoz, a 9. évfolyamon is megerősítik az eredmények, hogy az építőjátékok és a logikai feladványok hatékonyan fejlesztik a téri képességeket ($t_9_ÉPÍTŐJÁTÉK=4,19$ $p<0,01$, $t_9_LOGIKAI=6,60$ $p<0,01$). Rajz szakkörre a felmérésben résztvevő középiskolai diákoknak csupán az 5%-a járt (13 fő), amely valószínűleg hozzájárult ahhoz, hogy a teszteredményekkel nem jelzett kapcsolatot. A kézműves foglalkozásokon való részvétel, azonban szignifikáns összefüggést mutatott a teljesítményekkel ebben a korcsoportban ($t_9_KÉZMŰVES=4,33$ $p<0,01$).

Mindkét korosztályban kimutatható szignifikáns összefüggés a térszemléleti teszteken elért eredmények és valamelyik vizuális foglalkozás között, tehát kizárólag a Rajz és vizuális kultúra tantárgyon szerzett osztályzatok alapján nem vethetjük el a téri képességek fejlődésére gyakorolt pozitív hatását a vizuális nevelésnek. Sok esetben torzíthatják az eredményeket a nagyszámú (pl.: sport), vagy éppen nagyon alacsony számú jelölések (pl.: sakk), azon belül pedig a nemek szerinti megoszlás (pl.: a kézműves foglalkozásokon felülreprezentáltak a lányok). Az elkövetkezendő kutatásokban részletesebb kérdőívvel és interjúk készítésével pontosíthatók az eredmények.

5.6.8. Színtévesztés, jobb- és balkezesség, motiváció hatása a téri teszteken nyújtott teljesítményekre

A térszemlélet tesztek feladatainak többségénél a színek fontos szerepet játszanak (pl.: színezéssel történik a válaszadás, színes objektumok alapján a térbeli tájékozódás), ezért vizsgáltuk, hogy a színtévesztés befolyásolja-e a tanulói teljesítményeket. Az 5. osztályos mintában 11, a 9. osztályos mintában 6 diák vallotta magát színtévesztőnek. Az 5. évfolyamon a színtévesztő gyerekek szignifikánsan gyengébben ($t=2,05$ $p<0,05$), a 9. évfolyamon jobban teljesítettek. Az egymásnak ellentmondó eredmények, feltehetően a színtévesztő gyerekek alacsony számának a következménye, azonban érdemes a későbbiekben alaposabb vizsgálatot elvégezni ezzel összefüggésben.

Vizsgáltuk a jobb- és balkezesség hatását az eredményekre. Jelen felmérésben a balkezesek alacsonyabb pontszámokat értek el a téri teszteken mindkét korosztályban, azonban a teljesítmények közötti különbség nem volt számottevő (5.o. $\text{átlag}_{\text{BAL}}=50,81\%$, $\text{átlag}_{\text{JOB}}=53,54\%$; 9.o. $\text{átlag}_{\text{BAL}}=59,88\%$, $\text{átlag}_{\text{JOB}}=61,02\%$). Korábbi vizsgálataink során sem tapasztaltunk teljesítménykülönbségeket a bal- és jobbkezesség alapján a téri képességteszteken (Kárpáti et al., 2015).

Megkértük a felmérésben résztvevőket, hogy egy ötfokú skálán értékeljék mennyire tetszettek nekik a téri képességmérő feladatok. A skála szöveges feliratok formájában volt olvasható, az elemzésnél az 1. fokozatot az „egyáltalán nem tetszett”, az 5. fokozatot a „nagyon tetszett” felirat jelentette. A válaszok alapján megállapítható, hogy az 5. évfolyamon a gyerekek többsége inkább pozitívan viszonyult tesztjeinkhez (5.o. átlag: 3,62). A legtöbben a skála 4. fokozatát jelentő „tetszettek” feliratot jelölték meg (33,3%), és a „nagyon tetszett” állítást is a résztvevők közel negyede választotta (23,1%). Legalacsonyabb százalékban az „egyáltalán nem tetszett” (5,6%) és a „nem tetszett” (6,7%) válaszok jelentek meg. A kérdésre adott válaszok a teszteredményekkel szignifikáns kapcsolatot mutattak (ANOVA $F=9,41$ $p<0,001$). A 9. évfolyamos diákok közepes mértékben kedvelték térszemlélet tesztünket (9.o. átlag:3,01). Közel azonos arányban a „tetszettek is meg nem is” (30,6%) és a „tetszettek” (29,8%) feliratot jelölték meg a legtöbben. Ezen az évfolyamon többen jelölték be az „egyáltalán nem tetszett” (16,5%) és a „nem tetszett” (14,1%) válaszokat is. A teszteredmények ebben a korcsoportban feltűnően magas, szignifikáns összefüggést mutattak a feladatok kedvelésével (ANOVA $F=17,71$ $p<0,001$).

A Post Hoc tesztek alapján megállapítható, hogy a tetszési skála 1-3 és 4-5 fokozatát megjelölők tesztátlagai szignifikánsan különböztek egymástól mindkét vizsgált évfolyamon. *Annak ellenére, hogy a diákok az eredményeiket csak a kérdőív kitöltése után tekinthették meg, a megoldás sikeressége alapvetően befolyásolta a tesztek kedveltségét.* Azok az 5. és 9. osztályos diákok, aki magasabb teljesítményt nyújtottak, jobban kedvelték tesztjeinket, míg a gyengébb eredményt elérők motivációja alacsonyabb volt. A válaszok szignifikánsan különböztek iskolánként is (5.o. $\chi^2_{\text{isk}}=61,43$, $p<0,001$; 9.o. $\chi^2_{\text{isk}}=71,68$, $p<0,001$).

5.7. A 10-18 évesek körében elvégzett vizuális-téri képesség vizsgálatok eredményeinek összegzése

Az általános és középiskolai korosztályt érintő vizsgálatok eredményeit a kutatási kérdések és hipotézisek alapján foglaljuk össze. Ennek megfelelően a 10-18 évesek vizuális-téri képességeinek fejlődésével és értékelésével összefüggő megállapításainkat a vizsgálat mérőeszközeire, a felmérésekben résztvevő diákok vizuális-téri képességeire és a háttérváltozókra vonatkozó csoportosításban fogalmazzuk meg.

I. A vizsgálat mérőeszközeire vonatkozó kutatási eredmények (H1-H4)

Kutatásunk egyik kiemelt célja a pedagógiai gyakorlatban is jól alkalmazható térszemlélet tesztek fejlesztése volt. Erre vonatkozóan megállapíthatjuk, hogy az összeállított, majd a szakértői vélemények és a próbamérések eredményei alapján átdolgozott és véglegesített mérőeszközaink alkalmasak az 5., 8., 9. és 12. évfolyamos diákok vizuális-téri képességeinek értékelésére. A felmérések könnyen elvégezhetők az iskolai tanórák keretében, és az eredmények automatikus kiértékelése is segíti a mindennapi pedagógiai gyakorlatba való beillesztésüket. Online tesztjeink megbízhatósága mind a négy korosztályban megfelelő. A tesztek belső konzisztenciáját az itemkihagyásos reliabilitás és az item-teszteredmény korreláció értékei mentén ellenőriztük. Az adatok azt mutatják, hogy tesztjeink megfelelő belső konzisztenciával rendelkeznek, valamennyi feladatunk jelentős mértékben járul hozzá a téri intelligencia meghatározásához. A vizsgálat mérőeszközeire vonatkozó első hipotézisünket tehát alátámasztják kutatási adataink. *Online tesztjeinkkel megbízhatóan értékelhetők a 10-18 évesek téri képességei, a pszichometriai mutatók megfelelőnek bizonyultak (H1).*

A korrelációs együtthatók értékei alapján jelentős kapcsolat áll fenn minden teszt esetében a vizsgált részképességek között. Magasabb korrelációs értékeket a vizualizáció és a térbeli tájékozódás között találunk minden korcsoportban, a köztük fennálló szoros kapcsolatot a feladatok közötti összefüggés-vizsgálatok is alátámasztják. A mentális forgatás részképességet kevesebb feladattal vizsgáltuk minden korcsoportban, feltehetően ennek következménye, hogy alacsonyabb a teljes teszttel és más részképességgel mutatott korrelációs együtthatók értéke. A vizsgálat mérőeszközeire vonatkozó második hipotézisünk csak részben teljesült. *Az alkalmazott teszteken belül vizsgált vizualizáció, térbeli tájékozódás, tér rekonstruálása részképességek közötti korrelációs együtthatók közepes vagy magas értékeket vesznek fel, a mentális forgatás és más részképességek között többnyire alacsony korrelációs értékeket találunk (H2).*

Az empirikus vizsgálatok során tesztjeink a hipotetizált modellel megegyező belső szerkezeti felépítést mutatták. A klaszteranalízissel feltárt összefüggésrendszer megegyezik több, a szakirodalomban leírt vizuális-téri képesség modellel. A feladatok koherenciáját egyrészt a korábbi kutatásokban feltárt részképességek szerinti besorolás határozta meg (Lohman, 1979; Linn & Petersen, 1985; Carroll, 1993; Maier 1994; Voyer et al., 1995; Quaiser-Pohl et al., 2004; Sutton & Williams, 2007), minden tesztünk esetében hasonlósági csoportot alkotnak a vizualizáció, a rekonstrukció és térbeli tájékozódás feladatai. A téri műveletek típusa mellett azok komplexitása is nagymértékben befolyásolta, hogy melyik feladatok között alakulnak ki stabil kapcsolatok tesztjeinken belül. Alapvetően két csoportba sorolhatók a műveletek összetettsége, és ezzel összefüggésben nehézsége alapján feladataink, amelyet korábban Séra és munkatársai (2002) „felismerés” és „manipuláció”, Tóth (2013, 2014) „elemi

és összetett műveletek” elnevezéssel azonosított. Előzetesen azt feltételeztük, hogy a tárgyi jellemzők (pl.: formák összetettsége, figurális és absztrakt megjelenítések) is hatással lehetnek a tesztek belső szerkezeti felépítésére (Kozhevnikov et al., 2002). Bár jelentőségük kisebb, mint a téri műveletek típusának vagy összetettségének, de a formai megjelenítések is szerepet játszanak a teszt struktúrájának kialakításában. Ezt a hatást legtisztábban a 8. és a 12. évfolyam tesztjeinek mentális forgatás feladatai igazolják. A mindössze két feladat nem tud önálló csoportot alkotni, és a figurális és absztrakt megjelenítés alapján csatlakozik más-más téri műveletet tartalmazó csoportokhoz. Összességében empirikus adataink illeszkednek a hazai és nemzetközi kutatások vizuális-téri képesség modelljeihez, amely megerősíti a tesztjeink által lefedett konstruktum validitását. A vizsgálat mérőeszközeire vonatkozó harmadik hipotézisünket igazolták kutatási adataink. *Az empirikus vizsgálatok során tesztjeink az előzetesen feltételezett belső szerkezeti felépítést mutatják, mind a négy évfolyam tesztjében a hipotetizált modellel megegyező összefüggésrendszert feltáró struktúrát figyelhetünk meg (H3)*. A negyedik hipotézisünket, miszerint a teszteken belül a feladatok koherenciáját elsősorban a téri műveletek komplexitása határozza meg, csak az 5. évfolyam tesztjének elemzése igazolja (H4). A klaszteranalízisek alapján sokkal inkább az a tendencia bontakozik ki, hogy *a részképesség szerinti besorolás (a téri művelet típusa), és a műveletek komplexitása együttesen alakítja ki a klasztereket, és a feladatok közötti szoros kapcsolatokat*.

II. A tanulók téri képességeinek jellemzőire vonatkozó kutatási eredmények (H5-H7)

A diákok téri képességeinek jellemzőire vonatkozóan három hipotézist fogalmaztunk meg. Mivel korábbi vizsgálataink csak az általános iskolai korosztályra terjedtek ki, elsősorban a középiskolai diákok képességszintjének megítélése okozott nehézséget a tesztfejlesztés során. További problémát jelentett, hogy több teszttel és iskolában végeztünk próbamérést, amelyeknél jelentős teljesítménykülönbségek jelentkeztek adott évfolyamokon belül is. Mérőeszközeink összeállításánál arra törekedtünk, hogy a feladatok minél szélesebb képességtartományt fedjenek le, a nagymintás méréseknél minden évfolyamon 50%p körüli tesztátlagokat vártunk előzetesen. Az eredmények azt mutatják, hogy az 5. és a 8. osztályos tesztek nehézsége jól illeszkedett a felmérésben résztvevő tanulók képességszintjéhez, az évfolyamátlagok 50%p közelében maradtak. A 9. és a 12. évfolyamokon a vártnál jobban teljesítettek a diákok, amely feltehetően a mintavétel következménye. A középiskolákat jobban reprezentáló minta esetében valószínűleg alacsonyabb teljesítményátlagokat kapnánk, azonban ez a feltételezésünk csak további vizsgálatokkal igazolható vagy vethető el. A teljesítmények eloszlása az 5. és a 8. évfolyamon közelít a normális eloszláshoz, a 9. és a 12. évfolyamon jobbra tolódás figyelhető meg. A viszonylag magas szórás értékek rámutatnak a diákok képességszintje között meglévő nagy különbségekre, emellett tesztjeink megfelelő differenciáló erejét is jelzik. *A tesztátlagokra vonatkozó hipotézisünk tehát csak részben teljesült, az 5. és a 8. évfolyamok 50%p közelében maradtak, azonban a 9. és 12 évfolyamok 60%p feletti eredményeket értek el (H5)*.

Vizsgálatunk megerősíti azt a feltételezésünket, hogy az életszerű szituációkhoz kötődő térbeli problémák és képi megjelenítés javítja az eredményességet. A formák bonyolultsága, a feladatok ábráinak figuratív vagy absztrakt jellege nagymértékben befolyásolta a megoldás sikerességét, néhány esetben meghatározóbb volt a téri műveletek komplexitásánál. Erre vezethető vissza, hogy a mindennapi életben megjelenő téri problémákat közelítő tájékozódási feladatokat oldották meg legmagasabb arányban minden korosztályban. A formai sajátosságok az általános iskolai korosztály mellett a 9. évfolyam teljesítményére is erőteljes hatást gyakoroltak, és csak a 12. évfolyamon

veszítenek jelentőségükből. Legnehezebbnek a rekonstrukciós és az allocentrikus nézőpont felvételét igénylő vizualizációs feladatok bizonyultak a tesztekben. Bár annak a képességünknek a kialakulása, hogy saját helyzetünktől független nézőpontokból elképzeljünk térbeli viszonylatokat a kutatások szerint 7 éves korra tehető (Piaget & Inhelder, 1956), jellemzően a későbbi életszakaszokban is problémát jelenthet (Séra, 2002; Hegarty & Waller, 2004). Eredményeink is jelzik az egocentrikus nézőpontból való kilépés problémáját, a diákok meglehetősen nagy arányban nem képesek független nézőpontból pontos mentális képet kialakítani a látványról. A rekonstrukciós feladatokon mutatott alacsony teljesítmények megfeleltek várakozásainknak, hiszen több lépésből álló műveletsort kell végrehajtani belső képek létrehozásával és azok integrálásával. A legalacsonyabb arányban megoldott feladatok alkalmasnak bizonyultak arra, hogy differenciáljanak a magasabb téri képességszinteken, és segítsenek a kiemelkedő tehetségek beazonosításában.

A diákok vizuális-téri képességeinek részletes vizsgálata fontos célunk volt, mert a 10-18 éves kor között bekövetkező változásokról kevés információt szolgáltatnak a hazai kutatások, főként az általános iskolai korosztály vonatkozásában. Az eredményeket a felmérés két szakaszához kapcsolódóan, és a nagymintás mérések teljes mintájára vonatkozóan is elemezzük. A 2017 és 2019-ben megvalósuló felméréseknél azt vizsgáltuk, hogy kimutatható lesz-e szignifikáns különbség az általános és a középiskolai diákok téri képességszintje között, az idősebb korosztály javára. Annak érdekében, hogy a feltételezett teljesítménykülönbséget vizsgálni tudjuk, horgony-iteket emeltünk be a tesztekbe. A 2017-es felmérés eredményei alapján az 5. és 9. osztályosok vizuális-téri képességszintje közötti különbség egyértelműen kimutatható, a 9. évfolyamon tanuló diákok a négy közös feladat mindegyikén szignifikánsan jobban teljesítettek. Ellenőriztük az eltérések mértékét részképességenként is, mindhárom a középiskolások előnyét mutatta. A két évfolyam közötti különbség annak ellenére szignifikáns volt a mentális forgatás és a térbeli tájékozódás itemein, hogy 9. osztályosok feladatainak többsége nehezebb szintű volt. A 2019-es felmérések hasonló eredményeket mutattak, mind a nyolc horgony-iteket esetében szignifikáns a teljesítménykülönbség $p < 0,001$ szinten, az idősebb korosztály javára. A 12. évfolyamon tanulók előnye a négy részképesség eredményeinek összehasonlítása alapján is kimutatható. Statisztikai adataink azt jelzik, hogy a középiskolai diákok előnye minden téri komponens esetében szignifikáns a magasabb nehézségi szintet képviselő tesztek ellenére. Bár előzetesen azt feltételeztük, hogy a 8. és a 12. évfolyam teljesítménye közelebb lesz egymáshoz, mint az 5. és a 9. évfolyamoké, a részképességek és a tesztek átlagai ezzel ellentétes összefüggést mutatnak. A tanulók téri képességeinek jellemzőire vonatkozó hatodik és hetedik hipotézisünket alátámasztják a kutatás eredményei. *Az 5. és 9. osztályosok vizuális-téri képességszintje közötti különbség szignifikáns, a 9. évfolyamon tanuló diákok előnyét mutatva (H6). A 8. és 12. osztályosok vizuális-téri képességszintje közötti különbség szignifikáns, a 12. évfolyamon tanuló diákok előnyét mutatva (H7).*

A 10-18 évesek teljesítményét összehasonlító elemzéseinkbe csak azokat a feladatokat vontuk be a négy évfolyam tesztjéből, amelyeknek van legalább egy, vele egyenértékűnek ítélt párja egy másik évfolyam tesztjében. Az így kialakult, csökkentett itemszámú tesztekre kiszámított évfolyam átlagok, a vizuális-téri képességek folyamatos fejlődését mutatják a vizsgált életkori intervallumban. Összesen nyolc olyan feladattal rendelkezünk, amelyek az általános és a középiskolai tesztekben is megjelennek. Ezeknek az eredményei a két korcsoport markáns elkülönülését, a középiskolai diákok jóval magasabb téri képességszintjét mutatja. A 17 egymásnak megfeleltethető feladatokon nyújtott teljesítmények, és a tesztátlagok emelkedése alapján feltételezhető, hogy a gyerekek vizuális-téri képességei hatékonyan fejleszthetők minden életkorban a vizsgált nyolc éven belül.

III. A térszemlélet fejlődése és a háttérváltozók kapcsolatára vonatkozó eredmények (H8-H12)

A háttérváltozók és a térszemlélet teszteken nyújtott teljesítmények összefüggéseinek vizsgálata arra irányult, hogy feltárjuk azokat a tényezőket, amelyek legnagyobb hatással vannak a vizuális-téri képességek fejlődésére. Részletes elemzést az iskolák és a nemek közötti különbségekkel kapcsolatban végeztünk. A kutatásban résztvevő intézményeket az általános és középiskolák részmintáin hasonlítottuk össze. Előzetesen szignifikáns teljesítmény különbségeket feltételeztünk az iskolák között a téri képességeszteken, amelyet mind a négy évfolyam felmérései megerősítettek. Hipotézisünk második fele az iskolákon belüli szelekciós mechanizmusokra vonatkozott, azonban mindössze két általános iskolán belül volt szignifikáns az osztályok közötti teljesítmény különbség. Összességében adataink azt mutatják, hogy az intézmények közötti különbségek nagyobb mértékűek, mint az intézményeken belül jelentkezők. A hazai közoktatási rendszerben meglévő szelekciós mechanizmusokat más képességvizsgálatok kapcsán is kimutatták (Tóth, Csapó, & Székely, 2010; Molnár & Csapó, 2011). Eredményeink alapján azt is kijelenthetjük, hogy az 5. és 9. osztályosok vizuális-téri képességeiben intézményenként megmutatkozó jelentős eltérést az általános és középiskolai oktatásnak sem sikerül kiegyenlítenie, így azonos mértékűek maradnak a képzési ciklus végét jelentő 8. és 12. évfolyamokon. Az iskolákra vonatkozó hipotézisünk tehát csak részben teljesült, *szignifikáns mértékű különbségek jelentkeznek a felmérésben résztvevő intézmények eredményei között, azonban az egyes intézményeken belül mindössze két általános iskolában találtunk szignifikáns osztályok közötti teljesítmény különbséget (H8)*.

A nemekre vonatkozóan megállapíthatjuk, hogy statisztikai adataink alapvetően a fiúk jobb teljesítményét igazolják, szignifikáns különbséget a tesztátlagok, a részképességek és a feladatok szintjén is csak a fiúk javára tudtunk kimutatni. Eredményeink összhangban vannak a hazai és nemzetközi kutatásokkal, amelyek rendszeresen a fiúk magasabb teljesítményéről közölnek adatokat a téri képességekkel összefüggésben (Bouchard & McGee, 1977; McGee, 1979; Moffat et al., 1998; Halpern, 2004; Séra et al., 2002; Chai & Jacobs, 2009; Voyer et al., 2017). Kutatásunk több tanulmány további megállapításait is megerősíti. Ezek közül fontos, hogy a nemi különbségek nem konzisztensek, jellemzően csekély méretűek és csak bizonyos részképességeknél jelentkeznek (Kail et al., 1979; Caplan et al., 1985; Linn & Petersen, 1985; Okagaki & Frensch, 1994; Miller & Halpern, 2014). Saját vizsgálatunkban is ingadoznak a nemi különbségek mértékére vonatkozó adatok évfolyamonként, például a tesztátlagok tekintetében vagy a térbeli tájékozódás feladatain, ahol váltakozva jelenik meg a lányok és a fiúk jobb teljesítménye. Kérdőíves felmérésünk alátámasztja annak tényét is, hogy a térszemléletet leginkább fejlesztő tevékenységekben elsősorban a fiúk vesznek részt (Halpern, 2000; Levine et al., 2005; Quaiser-Pohl et al., 2006; Spence et al., 2009; Yilmaz, 2009; Reilly et al., 2017). *Minden évfolyamon szignifikáns nemek közötti teljesítmény különbséget vártunk a teszteredményekben a fiúk javára. Ezt a hipotézisünket csak az 5. évfolyam felmérései igazolták, a 8. és a 9. évfolyamon a fiúk és a lányok közel azonos teljesítményt nyújtottak, és bár a 12. évfolyamon a fiúk szintén jóval magasabb eredményt értek el, mint a lányok, a különbség nem volt szignifikáns (H9)*.

Empirikus adataink igazolják a téri képességeszteken nyújtott teljesítmények és az iskolai osztályzatok közötti összefüggésekre vonatkozó hipotézisünket. *A téri képességeszteken nyújtott teljesítmények és az iskolai osztályzatok közötti korrelációs együtthatók alacsony értékeket vesznek fel, a legmagasabb értéket a teszteredmények és a matematika osztályzatok között találjuk (H10)* (Kárpáti et al., 2015).

Eredményeink változó mértékben és korcsoportokban igazolják vissza azoknak a tevékenységeknek a sorát, amelyek a szakirodalom alapján a leginkább támogatják a téri képességek fejlődését (a felméréseket az 5. és a 9. osztályosok mintáján végeztük). A számítógépes játékok közül a legtöbb tanulmány az akciójátékok pozitív hatását erősíti meg (Feng et al., 2007; Boot et al., 2008; De Castell et al., 2015b). Ezt az összefüggést felmérésünk egyik évfolyamon sem támasztja alá, amelyben feltehetően az is közrejátszik, hogy a játéktípushoz való viszonyulásban megmutatkozó erőteljes nemi különbség jelentősen torzíthatta az eredményeket (a lányokhoz képest a játék népszerűsége háromszoros volt a fiúk körében mindkét korosztályban). A térszemlélet teszteken nyújtott teljesítményekkel szignifikáns pozitív összefüggést mutat a stratégiai játékok kedveltsége az 5. és a 9. évfolyamon is. A 9. osztályosok közül azok is magasabb pontszámokat értek el a teszteken, akik kedvelik a logikai feladványokat és az építőjátékokat. *A számítógépes játékokra vonatkozó hipotézisünk csak részben teljesült, a teszteredményekkel csak a startégiai, a logikai és az építőjátékok mutattak pozitív összefüggést, az akciójátékok használata és a teljesítmények között egyik évfolyamon sem találtunk kapcsolatot (H11).*

Az aktivitási formák közül az építőjátékok gyakori használata kisgyermekkorban, valamint a logikai feladványok kedvelése mindkét korcsoportban pozitívan befolyásolta a térszemléleti teszten nyújtott teljesítményeket. *A szabadidős tevékenységekre vonatkozó hipotézisünket a sportolással, a kézműves tevékenységekkel, a rajz szakkörön való részvétellel, az építőjátékokkal és a logikai feladványokkal kapcsolatban is megerősítik adataink, egyedül a rendszeres barkácsolás nem mutatott összefüggést a teszteredményekkel (H12).*

Kutatásunk többféle módon igazolja, hogy a vizuális nevelés fontos szerepet tölthet be a téri képességek fejlesztésében. A rajz szakkörön és kézműves foglalkozásokon való részvétel pozitív hatása mellett, a számítógépes képszerkesztő programok használatának gyakoriságával is javultak a térszemlélet teszteken nyújtott teljesítmények a 9. évfolyamon. A hazai vizuális tantervekben is kiemelten kezelt építő-konstruáló tevékenységek jelentőségét a vizuális-téri képességek fejlődésével kapcsolatban számos tanulmány hangsúlyozza, és saját kutatásunk is megerősíti (Kárpáti, 1992, 1995; Hewitt, 2001; Barnett, 2011; Ferrara et al., 2011; Richardson et al., 2011; McKnight & Mulligan, 2012; Nath & Szűcs, 2014; Verdine et al., 2014a; Pataky, 2012, 2017b).

Kutatási korlátok, további feladatok

Az eredmények elemzése rávilágított a mérőeszközök néhány hiányosságára is, amelyek egyben kijelölik további kutatási feladatainkat. Az 5. és a 9. osztályos tesztek itemszámának növelésével, valószínűleg a 2019-es felmérésben használt eszközök megbízhatósága lenne elérhető. A magasabb feladatszám további horgony-itekek beillesztésére, és ezzel a képesség fejlődésének részletesebb vizsgálatára is lehetőséget nyújtana. Online tesztjeink bővítését az is indokolja, hogy nem tudtuk lefedni az elméleti fejezetekben bemutatott vizuális-téri képességek teljes spektrumát. A befogadó képességek közül a mentális transzformáció vizsgálatát kiemelten fontosnak tartjuk a jövőben, mivel szorosan köthető a vizuális nevelésben megjelenő tartalmakhoz (például konstruáláshoz, tárgy- és környezettervezési feladatokhoz). A mentális forgatás részképességet mind a négy évfolyamon vizsgáltuk egy illetve két feladattal. Ahhoz, hogy pontosabban meghatározhatóvá váljon a gyerekek képességszintje, további feladatok beillesztését látjuk szükségesnek. A vizuális nevelés szempontjából lényeges alkotói képességelemek fejlettségéről tesztjeink nem nyújtanak információt. A továbbiakban

érdeemes feltárni, hogy alkalmas-e az online mérési környezet a téri képességek alkotói összetevőinek vizsgálatára.

Az általános és középiskolások számára összeállított tesztpárok összehangolása sikeresnek bizonyult, a feladatok többsége egymásnak megfeleltethető volt, azonban cserélni kell azokat az itemeket, amelyek a felmérések alapján nem bizonyultak egyenértékűnek. A 2013-2014-es felmérések tanulságait jól használtuk fel, az ezek alapján meghozott döntéseink megalapozottnak bizonyultak. Az új pontozási rendszer kidolgozása, a válaszadás módjának átalakítása és az új feladattípusok tervezése mind hozzájárultak ahhoz, hogy egy jobb pszichometriai mutatókkal rendelkező, megbízhatóbb mérőeszköz álljon rendelkezésünkre a vizuális-téri képességek értékeléséhez.

Elemzéseink rámutatnak arra, hogy további felmérések elvégzésére van szükség az eredmények pontosítása érdekében. Indokoltnak tartjuk a vizsgálatok megismétlését az idősebb korcsoportban, a magyarországi középiskolai diákok képességeit jobban megjelenítő mintán. Feltételezzük, hogy egy reprezentatívabb mintán alacsonyabb tesztátlagokat kapnánk, ezzel összefüggésben az általános és a középiskolai korosztály között kisebb teljesítménykülönbségeket tapasztalnánk. Ezt támasztják alá a 2017-ben és 2019-ben elvégzett próbamérések adatai, amelyeknél bár kis elemszámú mintán kerültek kipróbálásra 9. és 12. évfolyamos tesztjeink, de mindkét mérési fázisban jóval alacsonyabb teljesítményátlagok jelentkeztek, mint a nagymintás mérések során. Feltételezésünket igazolják az intézmények teljesítményét összehasonlító elemzések is. A felmérések során a három legjobb eredményt budapesti, a középiskolai rangsorokban is előkelő helyet elfoglaló gimnáziumokban érték el. Számításainkba az első mérési fázisban hét (2017), a második fázisban hat (2019) iskolából származó adatokat vontunk be, tehát nagy súllyal jelenik meg a három kiemelkedő gimnázium teljesítménye az évfolyamok átlagaiban.

További lehetőségek is felmerülnek a kutatás eredményeinek és megállapításainak pontosítására, amelyek nem szerepelnek dolgozatunkban. A diákok vizuális-téri képességszintjeinek jellemzésére, és feladataink nehézségi szintjeinek megállapítására a jövőben tervezzük valószínűségi tesztelméleti elemzések elvégzését, például Rasch-modell alkalmazását. Ezek a vizsgálatok hozzájárulhatnak ahhoz, hogy a későbbi felmérésekben a jelenleginél szélesebb képességtartományt tudjunk lefedni feladatainkkal. A rendelkezésre álló kutatási adatok azt mutatják, hogy tesztjeinket a magasabb képességtartományt megcélzó itemekkel szükséges tovább fejleszteni. Elsősorban a középiskolások teljesítményeinek eloszlása alapján érzékelhető, hogy a jobb képességű diákokat már nem tudták megfelelően differenciálni a 9. és a 12. évfolyamos tesztek. Emellett fontosnak tartjuk a vizsgálatok kiterjesztését a 6-10 éves korosztályra, amely a téri képességek kialakulásáról, korai fejlődéséről és fejleszthetőségéről szolgáltatathatna információkat. A mérési koncepció kidolgozásához és a mérőeszközök fejlesztéséhez jó támpontot jelenthetnek azok a vizsgálatok, amelyek az óvodások és kisiskolások plasztikai-konstruáló képességeinek (Pataky, 2012, 2017b), valamint térbeli tájékozódási képességeinek felmérésére irányultak (Herendiné Kónya, 2007).

A háttérváltozókkal kapcsolatos vizsgálataink részletes eredményeket szolgáltatottak a vizuális-téri képességekben megmutatkozó nemi különbségekről, és a felmérésekben résztvevő intézmények teljesítménye közötti eltérések nagyságáról. A kérdőíves felmérés elsődleges célja azoknak a változóknak a beazonosítása volt, amelyek érdemlegesen befolyásolhatják a térszemlélet fejlődését és fejleszthetőségét. Részben tehát kiszűrtük azokat, amelyek további vizsgálatot nem igényelnek. Ilyen például a jobb és balkezesesség, amely nem mutatott összefüggést a téri képességekkel. Találtunk olyan változókat, amelyeknél a kérdőíves felmérés, mint kutatási módszer nem bizonyult megfelelőnek. A szintévesztők alacsony száma, az egymásnak ellentmondó eredmények miatt célszerűbb például egyéni vizsgálatot lefolytatni ebben a kérdésben. A különböző aktivitási formákkal összefüggésben

pedig feltártuk azoknak a tevékenységeknek a körét, amelyeket érdemes részletesebben kutatni a jövőben. A hagyományos és számítógépes játékokkal, a sportolással kapcsolatban számos téri képességekkel foglalkozó tanulmány sürgeti az alaposabb vizsgálatot, hogy meghatározhatók legyenek azok a tudáselemek, amelyeket iskolai céllal lehet hasznosítani (Levine et al., 1999; Quaiser-Pohl et al., 2006; Gorska et al., 2009; Mohler, 2009).

6. EGY ALKOTÓ-KONSTRUÁLÓ TEVÉKENYSÉGEN ALAPULÓ VIZUÁLIS-TÉRI KÉPESSÉGFEJLESZTŐ PROGRAM HATÁSVIZSGÁLATA

A műszaki felsőoktatást érintő kihívásokról, a téri képességmérések eredményeiről, és a 18-23 évesek fejleszthetőségének kérdéseiről korábban már beszámoltunk (lásd 2.3. fejezet). A mérnökhallgatók számára összeállított, elsősorban a felzárkóztatásukra irányuló térszemlélet fejlesztő programok jellemzően a műszaki rajzhoz, és az ábrázoló geometriai tartalmakhoz köthető feladatokra építenek. Ez a sajátosság a tanulási környezet jellegétől függetlenül érvényesül, a kétdimenziós szabadkézi rajzoktól a háromdimenziós számítógépes modellezésig terjedő széles skálán. Ennek következtében a fejlesztés és a mérés során alkalmazott feladattípusok azonos jellegűek (közeli transzferhatás).

Az itt bemutatásra kerülő kutatás elsődleges célja annak a kérdésnek a megválaszolása volt, hogy milyen hatékonysággal fejleszthetők a vizuális-téri képességek kreatív, alkotó-konstruáló tevékenységeken alapuló feladatokkal, tervezési problémák megoldásával. A STEAM oktatás alapvetéseire építettük programunkat (lásd 3.1.2. fejezet), és a művészetoktatás alkotómódszereit, problémamegoldó stratégiáit alkalmaztuk a fejlesztés során. Mivel az elő- és utótesztelésnél a téri képességmérés hagyományos, a kognitív aspektusokat (mentális manipulációk) előtérbe helyező eszközeit használtuk, a program hatékonyságvizsgálatánál a távoli transzfer érvényesül. Emellett vizsgáltuk a téri képességek fejleszthetőségének háttérében meghúzódó összefüggéseket, kiemelten fókuszálva a téri információk feldolgozásának nemi különbségeire és a tanulási környezetre. (A fejezet alapját a kutatás első két félévének eredményeit közlő, korábban már megjelent tanulmányok adják, vö. Babály & Kárpáti, 2016a, 2016b.)

6.1. A minta összetétele, a fejlesztő program mérőeszközei

A kísérletben a Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Karának jellemzően az első és a második évfolyamát végző hallgatói vettek részt (N=299). Vizsgálataink az építészmérnök (N=225) és az építőmérnök (N=74) szakirányokat célozták meg, amelyeknél a befogadó képességek (pl.: térbeli viszonylatok érzékelése, értelmezése, vizualizáció, mentális műveletek) mellett alkotói kvalitásokat (pl.: formaalkotás és konstruálás, térszervezés, anyag-szerkezet-forma összefüggéseinek felismerése) is igényel a szakma. A kísérletet három szemeszterben végeztük el, a fejlesztő programokat összesen 122 hallgató részvételével próbáltuk ki. A kontroll csoportba azt a 177 hallgatót soroltuk, akik a hagyományos szabadkézi rajzi kurzusokra jártak a kísérlet első félévében.

Mérőeszközök

A fejlesztés hatékonyságát *elő- és utótesztelés* alkalmazásával vizsgáltuk. A teljesítmények mérését a *Séra, Kárpáti és Gulyás (2002)* által összeállított *Térszemlélet Teszt*tel végeztük. Kiválasztása több, általunk fontos ítélt szempont alapján történt:

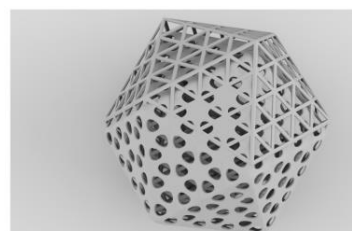
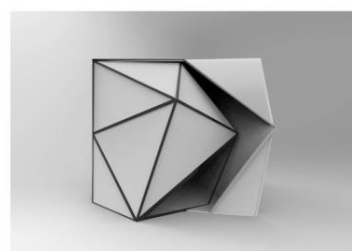
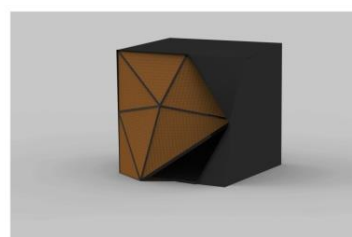
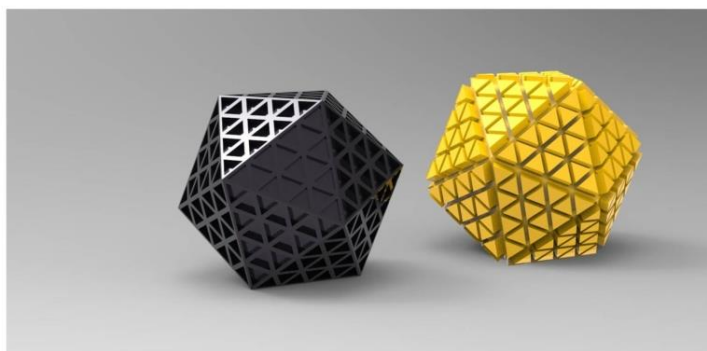
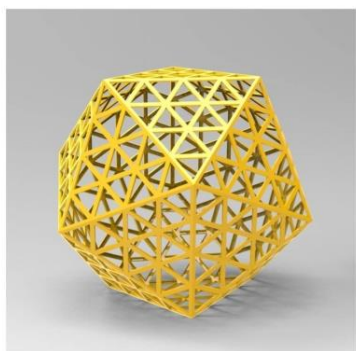
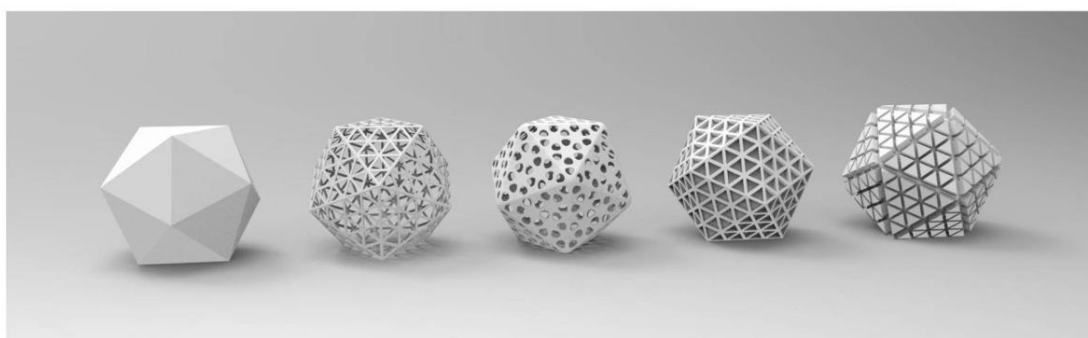
- A teszt fejlesztése az adott korosztályra történt (elsőként mérnökhallgatókkal próbálták ki).
- A tesztek nagymintás kipróbálása megtörtént, az eredmények összevethetővé válnak a saját mintánk eredményeivel.
- Megjelennek ábraolvasó és ábrázoló képességet igénylő feladatok is, így vizsgálható válik a rajzolva gondolkodás, mint problémamegoldó módszer.
- Három különböző, de azonos nehézségű és típusú feladatsorból álló teszt fejlesztése történt meg, ami lehetővé teszi a longitudinális vizsgálatot (elő- és utótesztelést).

- Részletes pontozási útmutató segíti a megoldások kiértékelését.
- A hagyományos tesztekben vizsgált részképességek mindegyikére találunk benne feladatot.
- Olyan képességelemek vizsgálatára alkalmas feladattípusokat is tartalmaz, amelyekre az építész- és építőmérnököknek a napi gyakorlatban is szükségük van.
- Az egyes feladatok megoldására kiírt időkeretek biztosítják, hogy kizárólag a téri képességek mozgósításával legyenek megoldhatók a feladatok, így más analitikus stratégiák megjelenése kizárható.

A tesztek felvételére 50 perces időtartamban, papír alapon került sor. Minden résztvevő tetszőleges sorrendben oldhatta meg a feladatokat. A megjelenített téri műveletek értelmezését mintapéldák segítették. A teljesítmények értékelését a pontozási útmutató alapján végeztük el.

A vizuális-téri információfeldolgozás, problémamegoldás háttérében meghúzódó összefüggéseket kérdőíves felméréssel, megfigyelések rögzítésével és vizuális dokumentációk elemzésével tártuk fel. Az utolsó kísérleti félévben egy munkanapló vezetését is kértük a résztvevőktől, amely további értékes adatokkal egészítette ki vizsgálatunkat.

- 1) *Kérdőívek.* A kísérlet minden résztvevője által kitöltött kérdőív egyrészt általános háttérinformációkat szolgáltatott (pl.: életkor, nem, szak, a képzésben való részvétel időtartama), másrészt a térszemléleti kutatások speciális szempontjainak vizsgálatát tette lehetővé. A kísérleti csoportok tagjai egy további kérdőívet is kitöltöttek, amely a fejlesztő programmal kapcsolatos kérdéseket foglalta magába. Ezek tartalmaztak az oktatói munkára vonatkozó kérdéseket, például a megosztott segédanyagok vagy a tanári korrekciók hasznossága. Minden feladatot értékelhettek a nehézsége, az érthetősége és az érdekessége szempontjából. Azzal kapcsolatban is gyűjtöttünk információkat, hogy milyen problémákkal találtak a feladatmegoldások közben, mennyire érzik hasznosnak a félév során tanultakat, és program fejlesztésével összefüggő javaslatokat is vártunk (11. számú melléklet). A kérdőívet a hallgatók a szemeszter lezárása után töltötték ki, anonim módon.
- 2) *Megfigyelések.* A program megvalósítása során rögzítettük a személyes találkozások alkalmával és az internetes felületeken zajló eseményeket. (A tanulási folyamatot támogató oktatási segédletek Moodle környezetben jelentek meg, egyéni segítséget e-mailben is kérhettek a hallgatók.) A megfigyelések a feladatok bemutatására (pl.: a kiadás ideje, módja, tartalma, a feladatok megértésével kapcsolatos feljegyzések, hallgatói kérdések), a feladatok javítására (hallgatói) és korrekciójára (oktatói) irányultak, valamint egyéb észrevételek is rögzítésre kerültek (pl.: motiváltság).
- 3) *Vizuális dokumentáció.* Fontos szempont volt, hogy a fejlesztő program megvalósulása vizuálisan is nyomon követhetővé váljon, ezért az alkotás folyamatának egyes munkafázisait részletesen dokumentáltuk digitalizált képgyűjtemények és videók formájában.
- 4) *Munkanapló.* A munkanapló vezetését előre megadott szempontok alapján végezték a hallgatók, amelyet a félév során minden óra elején, egy formanyomtatvány alakjában kaptak meg (12. számú melléklet). A vizsgálatba történő beemelésétől azt vártuk, hogy pontosabb képet kaphatunk a résztvevők alkotó módszereiről, vizuális-téri gondolkodásáról. Emellett egy hallgatói önértékelést is tartalmazott.



60. ábra

*Szabad térmodellezés a 4. kísérleti csoportban – technika: számítógépes grafika
(Készítette: Imra-Pall Szironka, építészmérnök hallgató)*

6.2. A fejlesztés menete, módszerei

A fejlesztő kísérlet három félévben valósult meg, a 2014/2015-ös tanév őszi és tavaszi szemesztereihez kapcsolódóan, valamint a 2017/2018-as tanév tavaszi félévében. A foglalkozásokat 13 személyes találkozás alkalmával, hetente két tanóra keretében tartottuk. A résztvevők további segítséget kaptak az internetes felületeken megosztott tananyagok formájában, de egyéni konzultációs lehetőséget is biztosítottunk. A kontroll és a kísérleti csoportokba azok az első- és másodéves hallgatók kerültek, akik a kötelező képzés részeként, valamely vizuális neveléshez köthető tárgyat felvettek. (A tantárgyak Építészeti rajz I-II-III-IV. elnevezéssel jelennek meg az építés- és építőmérnök képzés programjában.)

A kontroll csoportban a hagyományos szabadkézi tanulmányrajzokat tartalmazó tematika alapján fejlesztettük a hallgatók vizuális-téri képességeit. Elsősorban grafikai technikákkal kivitelezett, kétdimenziós térábrázolási feladatokat oldottak meg (pl.: rekonstrukció Monge-vetületek alapján, geometrikus testek perspektivikus látványrajza, paralel árnyékszerkesztés).

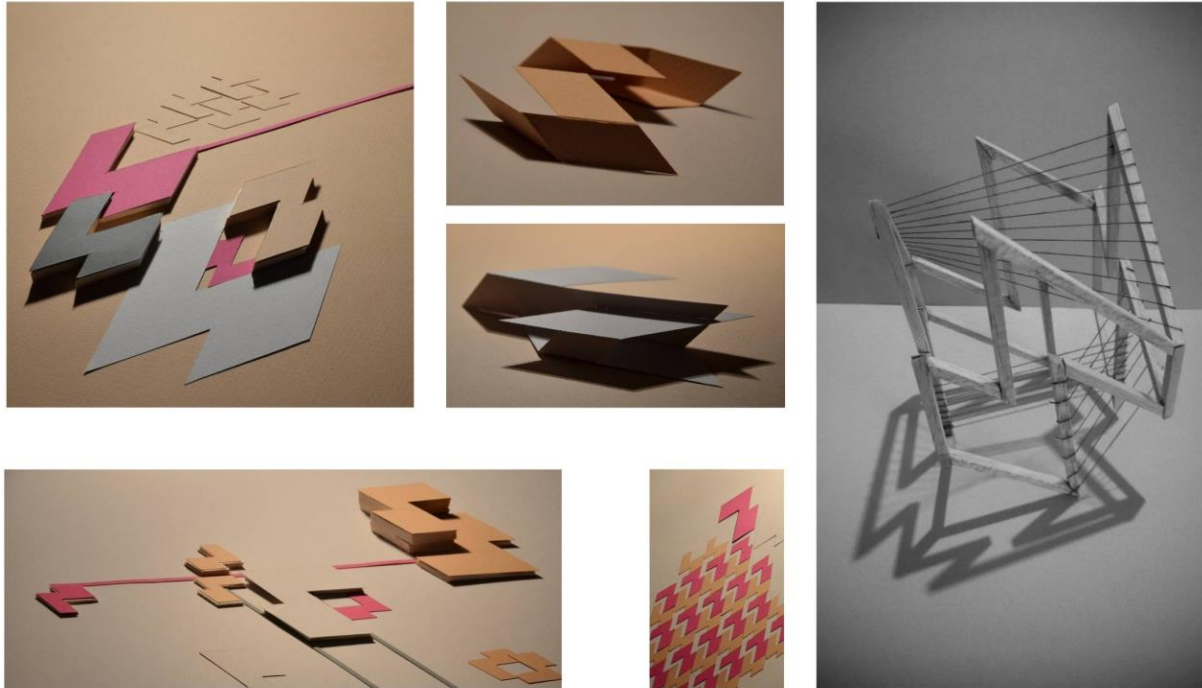
A kísérleti csoportokban projekt módszert alkalmaztunk, egy tervezési probléma köré szervezve a feladatokat. A „*folyamatközpontú*” projekt módszer alkalmazásával elemezhetővé váltak olyan vizuális gondolkodással összefüggő jelenségek, problémamegoldó stratégiák, amelyekről a „*feladatközpontú*” programok nem adnak részletes képet. A kísérlet tervezésénél kiemelt szempontként kezeltük, hogy valós, a szakmai tárgyakat oktatók által felvetett *konkrét problémák megoldására* irányuljon a fejlesztő program. Ezek többsége a térbeli viszonylatok érzékelésével, értelmezésével és ábrázolásával volt összefüggésben, például méretarányok, léptékváltások érzékelése, vagy komponálás több nézetre (allocentrikus nézőpontok felvételének képessége). A kísérletben résztvevő csoportokat, a programokkal kapcsolatos legfontosabb információkat a 47. táblázatban összegeztük.

47. táblázat. A fejlesztő programban alkalmazott módszerek, eljárások, a kísérlet megvalósításának ideje, mintája

Csoportok	A térábrázolás típusa, technikája		Az alkotás szabadsága	Ideje	N
Kontroll csoport	2D	grafikai eljárások	kötött feladatsor	2014/2015 őszi félév	177
1. Kísérleti csoport	3D	anyagmodellek (valós térben)	kötött feladatsor	2014/2015 őszi és tavaszi félév	39
2. Kísérleti csoport	3D	számítógépes térmodellezés (virtuális térben)	kötött feladatsor	2014/2015 őszi és tavaszi félév	35
3. Kísérleti csoport	3D	térmodellezés szabadon választott eljárásokkal	önálló feldolgozás	2014/2015 tavaszi félév	20
4. Kísérleti csoport	3D	térmodellezés szabadon választott eljárásokkal	önálló feldolgozás	2017/2018 tavaszi félév	28

Az 1. és a 2. kísérleti csoportokban meghatároztuk a feldolgozásra kerülő téri problémákat, a kidolgozás során alkalmazandó technikákat és a feladatsor lépéseit. Mindkettőben azonos, háromdimenziós modellezéseket tartalmazó feladatsort oldottak meg a hallgatók, de eltérő tanulási környezetben dolgoztak. Az 1. csoportban valós, míg a 2. csoportban virtuális (főként CAD, „*Computer-*

aided design” rendszerű számítógépes programokkal) térben készültek az alkotások (61. ábra). A 2014/2015-ös tanév őszén kipróbált programot, a tavaszi szemeszterben újabb hallgatói kör bevonásával, hasonló formában, minimális tartalmi változtatással ismételtük meg. A 3. és a 4. kísérleti csoportban szintén háromdimenziós modellezéshez kapcsolódó téri problémákat oldottak meg a hallgatók. Az 1. és a 2. kísérleti csoportok kötött feladatsorával szemben a hallgatók itt önállóan határozhatták meg a témát (téri problémát), a feldolgozás lépéseit és a kivitelezéshez használt eszközöket (60. ábra).



61. ábra

*Sík és térkompozíciók az 1. kísérleti csoportban – technika: papír és fa
(Készítette: Boros Márk, építészmérnök hallgató)*

6.3. A fejlesztő program eredményei

A 48. táblázatban az elő- és utóteszteken elért eredmények alap statisztikai mutatóit foglaltuk össze. A teszteken elért pontszámokat az összehasonlíthatóság érdekében átszámítottuk százalékpontra. A mérőeszköz egyes feladattípusai könnyűnek bizonyultak a kísérletben résztvevő építés- és építőmérnök hallgatók számára. A későbbiekben szükséges megvizsgálni, hogy a vártnál jobb eredmények mennyire csak az adott intézmény jellemzőjének tekinthető, összehasonlítva más intézmények hasonló képzésével, illetve más mérnök szakokkal. (Az elemzések többségébe nem vontuk be a 3. kísérleti csoport eredményeit, mert szignifikánsan jobb teljesítményt nyújtottak az előteszten a kontroll csoportnál.)

48. táblázat. A kontroll és a kísérleti csoportok összesített eredményei az elő- és utóteszteken (N=279)

Mérés	N	Átlag (%p)	Szórás (%p)	Relatív szórás	Minimum (%p)	Maximum (%p)
Előteszt	279	63,48	14,23	22,41	22,08	90,91
Utóteszt	279	73,17	16,21	22,15	18,80	100

A kontroll és a kísérleti csoportok előteszteni nyújtott teljesítménye között szignifikáns különbség nem volt kimutatható ($M_{KON}=62,39\%p$, $M_{KIS}=65,40\%p$, $t[279]=1,74$, $p<0,084$). A félév során mindkét csoport eredményei szignifikánsan javultak ($t[177]=7,10$, $p<0,001$; $t[102]=13,60$, $p<0,001$), a kontroll csoport átlaga 6,57%p-al, a kísérleti csoportok átlaga 15,14%p-al növekedett. Annak ellenére, hogy a kontroll csoport is nagymértékű fejlődést mutatott, az utóteszteni a kísérleti csoport már szignifikánsan magasabban teljesített ($M_{KON}=68,96\%p$, $M_{KIS}=80,54\%p$, $t[279]=6,50$, $p<0,001$). A fejlesztő programok átlagos hatásmérete 1,14 (Hedges-g), tehát több mint egy szórásnyi fejlődést sikerült elérni. Az értéket a kontroll csoport fejlődésének hatásméretét 0,42 (Hedges-g) kivonva korrigálhatjuk. Ezzel együtt a hatásméret 0,72 (Hedges-g), ami magasnak tekinthető. Az elő- és utóteszteken elért eredményeket a 49. táblázat foglalja össze.

49. táblázat. A térszemlélet teszteken nyújtott teljesítmények összehasonlítása a kontroll és a kísérleti csoportokban (N=279)

Csoportok	Előteszt (%p)		Utóteszt (%p)		Elő- és utóteszt (%p)	Hedges-g	Cohen-d
	Átlag (%p)	Szórás (%p)	Átlag (%p)	Szórás (%p)	Páros t-próba		
Kontroll (N=177)	62,39	14,55	68,96	16,42	$t=7,10$, $p<0,001$	0,42	0,42
Kísérleti (N=102)	65,40	13,53	80,54	12,93	$t=13,60$, $p<0,001$	1,14	1,14
Független mintás t-próba	$t[279]=1,74$, $p<0,084$ n.s.*		$t[279]=6,50$, $p<0,001$		-		

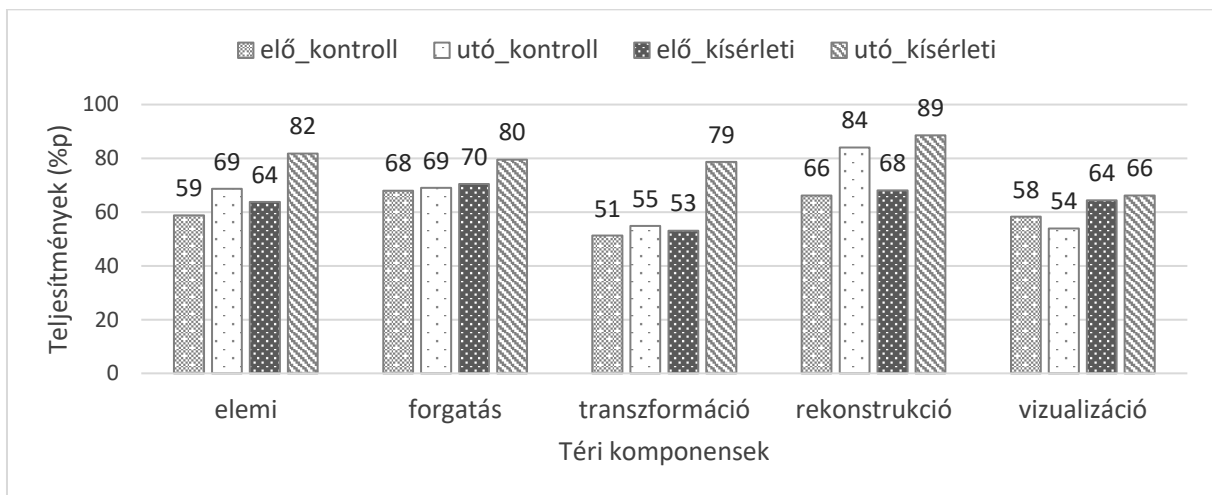
* n.s.=nem szignifikáns

A 62. ábrán részképességek szerinti bontásban is szemléltetjük a teljesítmény átlagokat. A kontroll és a kísérleti csoportok elő- és utóteszteni elért eredményeit egymás mellett tüntettük fel. A kontroll csoport teljesítménye a rekonstrukciós feladatok megoldásában növekedett legnagyobb mértékben (17,80%), és az elemi téri műveletek végrehajtásában is számottevő javulást figyelhetünk meg (9,87%). Mindkét téri komponens esetében szignifikáns a teljesítménynövekedés $p<0,001$ szinten ($t[177]_R=8,91$, $p<0,001$; $t[177]_E=4,77$, $p<0,001$). A mentális forgatás és a mentális transzformáció részképességeknél stagnálás észlelhető, a vizualizáció feladatainál enyhe visszaesés (4,32%-os teljesítménycsökkenés).

A kísérleti csoportok eredményei látványos javulást mutatnak a mentális transzformációs műveleteknél (25,56%, $t[102]_{MT}=5,06$, $p<0,001$), valamint ennél a komponensnél jelentkezik a legnagyobb különbség a fejlődésben a kontroll és a kísérleti csoportok között, az utóbbiak javára (21,98%). Az a tény, hogy ennél a képességösszetevőnél tapasztaljuk a legnagyobb teljesítménynövekedést, nem okozott meglepetést, hiszen a fejlesztő program számos formai és strukturális átalakítási gyakorlatot tartalmazott. Az eredmények azt mutatják, hogy ezek a feladattípusok az alakzatok térbeli mozgásának elképzelését is támogatják. A mentális forgatás

részképesség, ha nem is a transzformációval azonos mértékű, de ugyancsak szignifikáns javulást mutatott (9,16%, $t[102]_{MF}=3,82$, $p<0,001$). Ennek a két képességösszetevőnek a fejlesztésében a hagyományos képzés nem volt sikeres. *Feltételezhetően a háromdimenziós manipulációk hatékonyabban fejlesztik a térbeli viszonylatok érzékelésének és értelmezésének a képességét, és jobban segítik a pontos mentális képek kialakítását, mint a kétdimenziós térábrázolások.* Ezt erősíti meg, hogy az elemi téri műveletek vonatkozásában is nagyobb arányú fejlődést mutattak a kísérleti csoportok tagjai (18,03%, $t[102]_E=5,78$, $p<0,001$).

A kontroll csoporthoz hasonlóan, a fejlesztés irányába tett erőfeszítéseink a vizualizációs komponens vonatkozásában voltak a legkevésbé hatásosak a kísérleti csoportokban is (1,77%). A rekonstruáló képesség erőteljes fejlődése a teljes mintán valószínűleg annak köszönhető, hogy ezzel a feladattípussal rendszeresen találkozhatnak a hallgatók a képzés során. A kísérleti csoportokban is szignifikáns a fejlődés mértéke (20,49%, $t[102]_R=7,63$, $p<0,001$). (A két- és háromdimenziós ábrázolások közötti váltásokat igénylő rekonstrukciós feladat megjelenik az ábrázoló geometria, és a szakmai tárgyak többségénél is, valamint az építészmérnökök rajz alkalmassági vizsgájának is részét képezi.)



62. ábra

Eredmények téri komponensenként az elő- és utóteszten a kontroll és a kísérleti csoportokban (N=279)

A részképességek vonatkozásában kimutatható fejlődést táblázatos formában is összesítettük kontroll és kísérleti csoportok szerinti bontásban (50. táblázat). A kísérletben résztvevők átlagos teljesítménynövekedése, a vizualizáció részképességen kívül minden tér komponens esetében szignifikáns. Megállapíthatjuk, hogy rövid idő alatt is pozitív változásokat tudunk elérni a vizuális-téri képességek fejlődésében a háromdimenziós manipulációkat tartalmazó programunkkal. A kontroll csoport eredményei alapján, a kétdimenziós térábrázolási feladatok kevésbé hatékonyak, csak két téri komponens (rekonstrukció, elemi műveletek) esetében mutatható ki szignifikáns fejlődés.

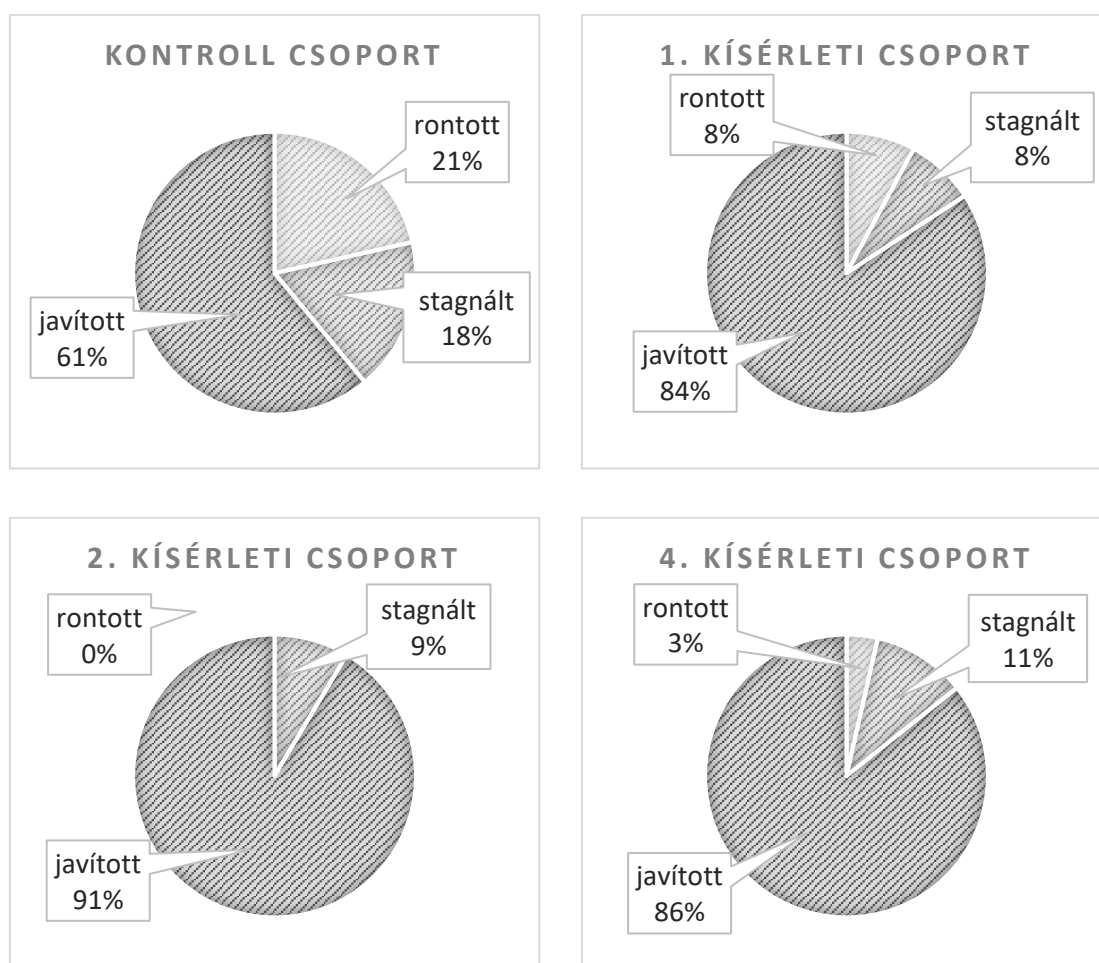
A kontroll és kísérleti csoportok teljesítményében részképességenként szignifikáns különbség csak a vizualizációnál volt kimutatható az előteszten, az utóbbiak javára ($t[279]_V=2,30$, $p=0,023$). Az utóteszten, a rekonstrukció részképességen kívül, minden téri komponens esetében szignifikánsan jobban teljesítettek a kísérleti csoportok ($t[279]_E=5,22$, $p<0,001$, $t[279]_{MF}=4,02$, $p<0,001$, $t[279]_{MT}=5,75$, $p<0,001$, $t[279]_V=4,72$, $p<0,001$).

50. táblázat. A kontroll és kísérleti csoportok elő- és utóteszteken nyújtott teljesítménykülönbsége (fejlődése) téri komponensenként (N=279)

Téris komponens	Kontroll csoport		Kísérleti csoportok	
	Fejlődés (%p)	Páros t-próba	Fejlődés (%p)	Páros t-próba
Elemi téri műveletek	9,87	t=4,77, p<0,001	18,03	t=5,78, p<0,001
Mentális forgatás	0,99	t=0,53, p=0,599 n.s.*	9,16	t=3,82, p<0,001
Mentális transzformáció	3,58	t=0,93, p=0,355 n.s.*	25,56	t=5,06, p<0,001
Rekonstrukció	17,80	t=8,91, p<0,001	20,49	t=7,63, p<0,001
Vizualizáció	-4,32	t=2,50, p=<0,013	1,77	t=0,75, p=0,459 n.s.*

* n.s.=nem szignifikáns

Az eredményeket a hallgatók egyéni teljesítményei alapján is megvizsgáltuk (63. ábra). Három kategóriába soroltuk a résztvevőket az elő- és utóteszteken elért eredményeik alapján: javított, stagnált, rontott. A rendszerezés során azok a hallgatók kerültek a „stagnált” kategóriába, akiknek az elő- és utóteszten elért eredménye közötti különbség $\pm 3\%$ alatt maradt. („Javított”: 3%-ot meghaladó teljesítménynövekedés, „rontott”: 3%-ot meghaladó teljesítménycsökkenés.)



63. ábra

A kísérletben résztvevők egyéni teljesítményének változása az elő- és utótesztek között a kontroll és a kísérleti csoportokban (N=279)

A kontroll csoport diagramján szembetűnő azoknak a hallgatóknak a magas aránya (39%), akiknek a vizuális-téri képességei nem, vagy csak elhanyagolható mértékben fejlődnek a hagyományos képzési rendszerben. Az utóteszten gyengébben teljesítők közel felénél tapasztaltunk 10% feletti visszaesést, amely feltehetően motiváció csökkenést, és koncentrációs nehézséget is jelez a szemesztert lezáró felmérésben. A kísérleti csoportokban teljesítménycsökkenés csak néhány esetben, jellemzően az elő- és utóteszten is magas eredményt elérő hallgatóknál következett be, és a visszaesések mértéke is jóval kisebb a kontroll csoportban tapasztaltnál.

A 64. ábrán azoknak a hallgatóknak a teljesítményét mutatjuk be részletesebben, akik több mint 3%-ot javítottak eredményeiken a félév végére. Az elő- és utóteszt eredményeinek különbségeit (a fejlődés mértékét) öt kategóriába soroltuk. A kördiagramon a hallgatók száma látható az egyes kategóriákon belül. A kísérleti csoportokban több a kiemelkedő mértékű fejlődést mutató hallgatók aránya, mint a kontroll csoportban, tehát sokszor az induló képességszinttől függetlenül hatékony volt a fejlesztés.



64. ábra

A kísérletben résztvevők egyéni teljesítményének növekedése az elő- és utótesztek között a kontroll és a kísérleti csoportokban (N=196)

A kontroll csoportban az utóteszten javulást elérő hallgatók, legnagyobb arányban az alacsonyabb teljesítménynövekedést mutató kategóriákba esnek (3-10% között a hallgatók 39%-a, 10-15% között a hallgatók 19%-a). A hallgatók 20%-a (a kontroll csoport teljes mintáján 12%-a) került a két felső kategóriába (20-25% között és 25% felett a hallgatók 10-10%-a). Figyelembe kell vennünk azt is, hogy az előteszten a kontroll csoport átlagos teljesítménye, ha kis mértékben is, de elmaradt a kísérleti csoportok eredményeinek átlagától (a különbség 3,01%), és az alacsonyabb kezdő szintről egy nagyobb arányú fejlődés volt elvárható.

A teljesítménynövekedést szemléltető ábrák alapján a 2. kísérleti csoport (számítógépes térmodellezés) fejlesztő programja volt a leghatékonyabb, azonban a különbségek megfogalmazásánál tekintettel kell lennünk az alacsony hallgatói létszámokra (egy-egy hallgató teljesítménye jelentősen befolyásolta az arányokat). Emellett a kísérleti csoportok közül itt jelentkezik a legalacsonyabb induló szint az előteszt eredményei alapján. A kísérleti csoportok kialakítása alapvetően két sajátosság, az alkotás szabadsága és a tanulási környezet különbségei alapján történt. Az irányítottságukban, az alkotás szabadságában különböző programok közel azonos hatékonysággal fejlesztették a vizuális-téri képességeket. Az 1. és 2. kísérleti csoportok (kötött feladatsor) valamint 4. kísérleti csoport (önálló feldolgozás) résztvevőinek teljesítménye közel azonos volt a szemeszter végén (átlag₁₂ 80,20%p, átlag₄ 81,44%p, $t[102]=0,43$, $p=0,67$).

51. táblázat. A térszemlélet teszteken nyújtott teljesítmények összehasonlítása az eltérő tanulási környezetet alkalmazó kísérleti csoportokban (N=74)

Tanulási környezet típusa	Előteszt (%p)		Utóteszt (%p)		Elő- és utóteszt (%p)	Cohen-d
	Átlag (%p)	Szórás (%p)	Átlag (%p)	Szórás (%p)	Páros t-próba	
1. kísérleti csoport (valós tér) (N=39)	65,18	12,81	78,62	15,21	$t=7,14$, $p<0,001$	0,96
2. kísérleti csoport (virtuális tér) (N=35)	63,31	12,61	81,57	10,00	$t=9,67$, $p<0,001$	1,60
Független mintás t-próba	$t[74]=0,63$, $p=0,531$ n.s.*		$t[74]=1,00$, $p=0,322$ n.s.*		-	-

*n.s.=nem szignifikáns

Az eltérő tanulási környezetek vizsgálatánál arra kerestük a választ, hogy a valós vagy a virtuális térben megvalósított fejlesztés hatékonyabb-e. Előzetesen azt feltételeztük, hogy a valós, fizikai térben megszerezhető tapasztalatok (pl.: tapintási élmények) erőteljesebben támogatják a térbeli viszonylatok értelmezését, ezáltal a vizuális-téri képességek fejlődését. Az anyagmodellezést (valós térben) és a számítógépes modellezést (virtuális térben) alkalmazó kísérleti csoportok teljesítményváltozását az 51. táblázatban összesítettük. Az elő- és utóteszteken elért eredményekben, valamint a fejlődés mértékében sincs szignifikáns különbség a két csoport között. Az eltérő tanulási környezet, előzetes várakozásunkkal ellentétben nem befolyásolta számottevően a vizuális-téri képességek fejleszthetőségét. A fejlődés mértékének kifejezéséhez számolt hatásméretet értéke magasabb a számítógéppel dolgozó csoportban, tehát a virtuális térben legalább olyan eredményesen fejleszthető a térszemlélet, mint hagyományos eszközökkel a valós térben (Cohen- $d_{valós}=0,96$; Cohen- $d_{virtuális}=1,60$).

6.4. Az eredményeket befolyásoló tényezők

A vizuális-téri információfeldolgozás, problémamegoldás háttérében meghúzódó összefüggéseket az általános (az összes résztvevő által kitöltött), a speciális (a kísérletben résztvevők által kitöltött) kérdőíves felmérés, a megfigyelések, a vizuális dokumentációk és a munkanapló segítségével kinyert adatok elemzésével tárjuk fel.

Az általános kérdőív alapján három háttértényező (nemi különbségek, szakirány, középiskolai tanulmányok) és a teszteken nyújtott teljesítmények közötti összefüggést emelünk ki. A kiválasztott elemekkel kapcsolatban a szakirodalmi háttér alapján állítottuk fel hipotéziseinket.

A teszteken elért eredmények nemek szerinti összehasonlítását mutatja be az 52. táblázat. A korábbi vizsgálatok alapján feltételeztük, hogy az elő- és utóteszteken egyaránt jobban teljesítenek a férfiak, mint a nők. Eredményeink igazolták a felállított hipotézist, mindkét felmérés alapján kimutatható a férfiak előnye. A férfiak magasabb teljesítménye az előteszten szignifikáns ($t[296]=3,85$, $p<0,001$). A fejlődés mértéke közel azonos volt a férfiak és a nők részmintáin (átlag_F 8,53%p, átlag_N 11,01%p, $t[296]=1,67$, $p=0,097$). Mivel a nők alacsonyabb képességszintről indulva nagyobb mértékben fejlődtek (fejlődés átlagainak különbsége 2,48%p; Cohen- $d_F=0,57$; Cohen- $d_N=0,74$), csökkent a nemek közötti különbség, és ennek következtében a férfiak előnye az utóteszten már nem szignifikáns ($t[296]=1,94$, $p=0,053$).

52. táblázat. A térszemlélet teszteken nyújtott teljesítmények nemek szerinti összehasonlítása (N=296)

Nemek	Előteszt (%p)		Utóteszt (%p)		Fejlődés Elő- és utóteszt (%p)		Cohen-d
	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	
	(%p)	(%p)	(%p)	(%p)	(%p)	(%p)	
Férfi (N=174)	66,20	14,35	74,72	15,47	8,53	12,33	0,57
Nő (N=122)	60,02	13,11	71,03	16,61	11,01	13,10	0,74
Független mintás t-próba	$t[296]=3,85$, $p<0,001$		$t[296]=1,94$, $p=0,053$ n.s.*		$t[296]=1,67$, $p=0,097$ n.s.*		

* n.s.=nem szignifikáns

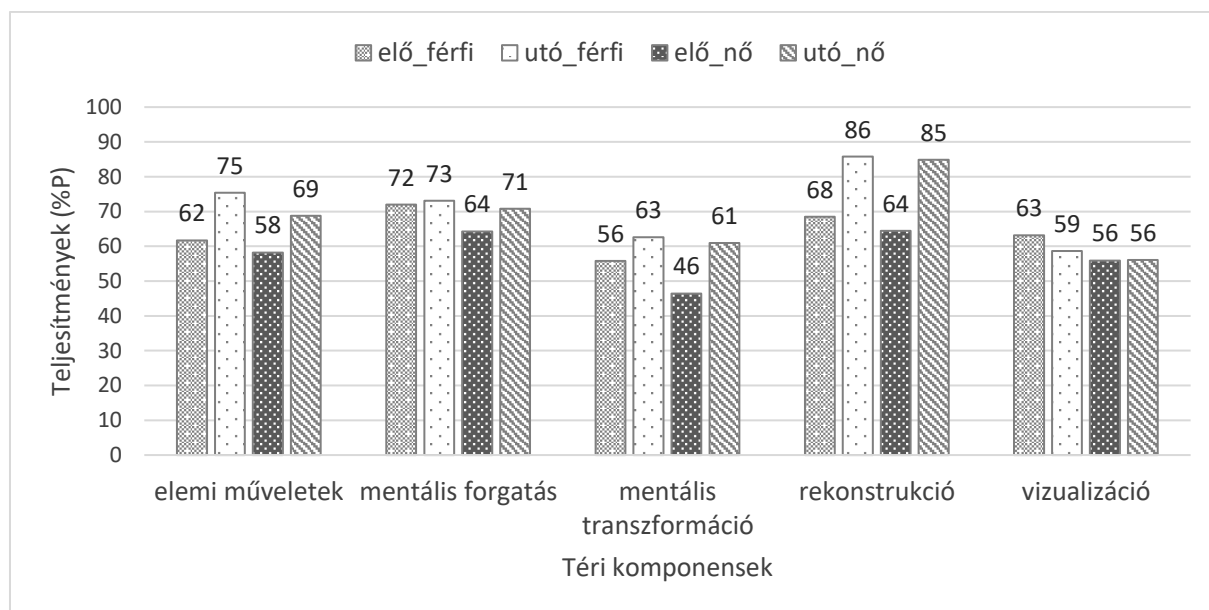
A nemek közötti teljesítménykülönbségeket részképességenként is megvizsgáltuk (65. ábra). Az előteszten minden képességösszetevő esetében gyengébb átlagokat találunk a nők részmintáján. Jelentős különbség a vizualizációs, valamint a mentális forgatás és transzformáció végrehajtását igénylő feladatoknál mutatható ki. A vizualizáció és a mentális forgatás részképességnél szignifikáns a férfiak előnye ($t[276]_{MF}=3,63$, $p<0,001$, $t[276]_V=2,94$, $p<0,004$). Az elemi műveletek és a rekonstruáló képesség vonatkozásában jóval kisebb arányú eltérést figyelhetünk meg a nemek között.

Az utóteszt eredményei azt mutatják, hogy az első egyetemi évek alatt, a képzés hatására csökken a nemek közötti teljesítménykülönbség. Tehát megfelelő oktatási programokkal jelentősen csökkenthető, vagy megszüntethető a nők vizuális-téri képességek tekintetében mutatkozó hátránya a 18-23 éves korosztályban. Ezt támasztja alá, hogy a rekonstrukciós feladatoknál, amely folyamatosan jelen van a képzésben, alig mutathatók ki nemi különbségek. Az utótesztelés során az elemi műveleteknél jelentkezett szignifikáns nemi különbség, a férfiak javára ($t[276]_E=2,43$, $p<0,016$). Fontos azonban megállapítanunk, hogy ezeknek a feladatoknak a megoldásában a nők is sokkal sikeresebbek

voltak a félév végére, és jelentős fejlődés mutatható ki az elő- és utótesztelés közötti időszakban a nők részmintáján is (átlagos fejlődés az elemi műveletnél: nők 10,5%p, férfiak 13,6%p). A további négy téri komponensnél a nemek közötti teljesítménykülönbségek számottevően mérséklődtek. Szembetűnő az eredmények közeledése annál a három részképességnél, amelyek az előteszten még jelentős különbségeket mutattak. Legnagyobb mértékű kiegyenlítődség a mentális transzformáció esetében figyelhető meg, ahol az előteszten mért 9,63%p-os különbség az utóteszten 1,61%p-ra olvadt.

Megvizsgáltuk a nők és a férfiak teljesítményének változását kontroll és kísérleti csoportok szerinti bontásban is. A kontroll csoportban a férfiak mindössze 5,33%p-al értek el jobb eredményeket az utóteszten, míg a nők 8,41%p-os fejlődést mutattak. A kísérleti csoportokban megvalósított fejlesztő program egyenlő mértékben növelte a nők (15,01%p) és a férfiak (15,25%p) teljesítményét. Kutatásunk tehát azokat az aggályokat erősíti, miszerint a fejlesztő programok önmagukban nem alkalmasak a nemi különbségek csökkentésére, a vizuális-téri képességsztesteken nyújtott teljesítmények kiegyenlítésére (Alias et al., 2002; Terlecki et al., 2008, Gorska et al., 2009).

A fiatal felnőttek körében elvégzett kutatás eredményei összhangban vannak a 10-18 éveseknél feltárt, nemi különbségeket érintő összefüggésekkel. A felmérések minden korcsoportban (10-23 évesek) jellemzően a fiúk előnyét mutatja. Szignifikáns teljesítménykülönbségeket a teszteredmények és az egyes téri komponensek vonatkozásában, a felsőoktatásban is csak a férfiak javára tudtunk kimutatni. Elsősorban a pontos mentális képzeteket igénylő, absztrakt téri problémát megjelenítő feladatok megoldásánál jelentkezik a lányok hátránya minden mérésünk alapján.



65. ábra

Eredmények téri komponensenként az elő- és utóteszteken nemek szerinti bontásban (N=296)

Elemeztük a felmérésben résztvevő hallgatók teljesítményét a választott szakirány és a korábbi középiskolai tanulmányok alapján is. A két szakirány közül az építőmérnökök képzésében hangsúlyosabban jelennek meg a matematikai, műszaki tartalmak és követelmények. Az építészmérnökök nagyobb arányban találkoznak művészeti kérdésekkel és tervezői kihívásokkal, valamint rendszeresen modelleznek valós és virtuális térben egyaránt. Felmérésünkben az építészmérnökök szignifikánsan jobban teljesítettek az építőmérnököknél mind az elő, mind az

utóteszten ($t[297]_{ELŐ}=6,76$, $p<0,001$; $t[297]_{UTÓ}=6,50$, $p<0,001$). A fejlődés mértékében nincs szignifikáns különbség a két szakirány hallgatói között ($t[297]_{FEJLŐDÉS}=1,69$, $p=0,094$). A kutatásban résztvevők elsősorban az első és a második évfolyamból kerültek ki, ezért a továbbiakban érdemes megvizsgálni nem csak az egyetemi tanulmányok megkezdésekor, hanem a befejezése előtt is a teljesítményeket. Ezeknek az adatoknak a birtokában lehet megbízható választ adni arra, hogy milyen arányban befolyásolja a belépő hallgatók képességszintje, és a képzés eltérő jellege a szakirányok közötti különbségeket.

A középiskolai tanulmányokkal összefüggésben a gimnáziumokból és a szakközépiskolákból érkezők vizuális-téri képességeit hasonlítottuk össze. Eredményeink nem mutattak különbséget sem az elő- és utóteszten nyújtott teljesítményekben, sem a fejlődés mértékében ($t[297]_{ELŐ}=0,98$, $p=0,327$; $t[297]_{UTÓ}=0,21$, $p=0,837$, $t[297]_{FEJLŐDÉS}=-0,81$, $p=0,417$). Mivel a mérnök szakokra sokan érkeznek műszaki szakközépiskolákból, ezért az összevetést elvégeztük a műszaki és más típusú középiskolákra vonatkozóan is. Különbséget ebben az esetben sem találtunk, tehát kijelenthetjük, hogy a felmérésben résztvevők teljesítményére nem volt hatással, hogy milyen típusú középiskolákból érkeztek. Tóth (2013) tanulmányában a gimnáziumokban és a szakiskolákban tanulók (14-18 évesek) téri képességeit hasonlítja össze, és ezzel kapcsolatban a következőket megállapításokat fogalmazza meg: (1) a szakképző iskolák speciális képzési elemei (mint például a műszaki rajz) hatékonyan fejlesztik a téri képességeket, (2) de a gimnáziumokban tanuló diákok általános kognitív képességei fejlettebbek, mint a szakiskolákba járóké, ami pozitívan befolyásolja teljesítményüket. Ennek következtében a két középfokú intézménytípus tanulóinak térbeli képességei hasonlóak a felsőbb osztályokban. Összességében megállapíthatjuk, hogy mindkét kérdésben (szakirányok, középiskolai tanulmányok) további vizsgálatok szükségesek. (A közoktatásban egyre nagyobb számban megvalósuló képességmérések hiányoznak a hazai felsőoktatásban, vö. Kiss, 2010.)

A kísérleti csoportokban kitöltött kérdőívek és munkanaplók alapján megállapítható, hogy a hallgatók szívesen vettek részt a foglalkozásokon, a kreatív alkotómunka vonzó volt számukra. Vizuális és téri képességeik fejlődésénél is hasznosabbnak találták programunkat szakmai tudásuk, tervezői kompetenciáik fejlődése szempontjából (az ötfokozatú Likert-skálán: 4,23). A feladatok megoldásához, az inspirálódáshoz meglepően kevés külső forrást használtak a résztvevők mindhárom kísérleti félévben. Elsősorban az oktatók által megosztott segédanyagok és a csoporttársaktól begyűjtött információk támogatták a tanulási folyamatot.

További megállapításainkat főként a minden foglalkozás alkalmával vezetett munkanaplók adataira alapozzuk, figyelembe véve a megfigyeléseket és az elkészült alkotásokat. A kutatás minden szakaszában hangsúlyosan vizsgáltuk az alkotófolyamat során felmerülő problémák jellegét. Elsősorban a kísérletben résztvevők problémaérzékenységét próbáltuk felmérni, hiszen kulcsfontosságú, hogy milyen pontossággal, és mélységben képesek beazonosítani a tervezés egyes fázisaihoz köthető általános, és a saját munkájukhoz kapcsolódó konkrét problémákat. A hallgatókra általánosságban jellemző, hogy nehezen gondolkodnak átfogó struktúrákban, komplex folyamatokban, a figyelmüket nagy arányban kötik le gyakorlati jellegű részproblémák. Ennek egyik tipikus példája, hogy a koncepció megalkotása során nem képesek összetett szempontrendszer alkalmazni, társadalmi, szociális, gazdasági, technológia és esztétikai kérdéseket összefüggéseiben érzékelni. További nehézséget okozott a tervezési folyamat tagolása, az egyes fázisok feladatainak és sorrendiségének meghatározása, összekapcsolása. Az előző példánál maradva, a koncepcióalkotás fázisa adatgyűjtéssel kezdődik, majd ezek elemzésével határozzuk meg a célokat, állítjuk fel a stratégiákat. A hallgatók munkafolyamatában azonban összemosódnak a tervezés lépései, és a

koncepcióalkotás fázisában is sok időt töltenek például a kivitelezési munkákat érintő szoftverkezelési problémákkal (pl.: fény-árnyék hatások beállításai). A kísérlet során folyamatosan segítettük a hallgatókat abban, hogy pontosabban tudják meghatározni a vizuális-téri és egyéb problémákat, valamint a megoldás lépéseit (pl.: segédanyagok, előképek feltöltésével, problématerkép, infografika készítésével). Azt tapasztaltuk, hogy a munkanapló vezetése önmagában is jelentős támogatást nyújtott a hallgatók egyre tudatosabb részvételéhez az alkotófolyamatban.

A hallgatók minden alkalommal feljegyezték, hogy milyen vizuális problémákkal foglalkoztak az adott héten kiadott feladatok kapcsán. A munkanaplóban külön vezették az óra elején megszülető ötleteiket, amelyek az elsődlegesen kialakuló mentális képeket és az ezeket rögzítő gyors vázlatok elkészítését fedte le. A hallgatói feljegyzések elemzése alapján ebben az első munkafázisban téri problémákkal foglalkoztak legnagyobb arányban (az említés gyakorisága 66,55%). A további munkafolyamatokban azt kellett rögzíteniük a hallgatóknak, hogy milyen vizuális problémák megoldásával töltötték el a legtöbb és a legkevesebb időt (előre megadott elemek bejelölésével és egyéb problémák felsorolásával történt a válaszadás). Mindkét kérdés esetében erőteljes nemi különbségeket tapasztaltunk. A nők nagyobb hangsúlyt fektettek a látványelemekre, a színek (jelölés gyakorisága: nők 14,08%, férfiak 5,52%), valamint az anyagok és a textúrák (jelölés gyakorisága: nők 18,31%, férfiak 7,53%) meghatározására. Ezzel szemben a férfiak többet foglalkoztak formaképzéssel (jelölés gyakorisága: nők 25,97%, férfiak 36,62%), és közel kétszer annyi időt töltöttek el a szerkezeti felépítéssel kapcsolatos problémákkal (jelölés gyakorisága: nők 12,11%, férfiak 22,40%). Jellemzően ezeknek a válaszoknak az inverz adatait kaptuk a hallgatóktól arra a kérdésre, hogy milyen vizuális problémákkal foglalkoztak legkevesebbet (pl. a szerkezeti felépítés jelölésének gyakorisága: nők 23,81%, férfiak 15,85%). A nemi eltérések dominálták a feladatok megoldásánál jelentkező nehézségekre adott válaszokat is. A munkafolyamatban a nők a kivitelezés technikáinak elsajátítását (jelölés gyakorisága: nők 33,77%, férfiak 23,90%), és az eredeti, kreatív ötletek létrehozását (jelölés gyakorisága: nők 27,90%, férfiak 11,43%) tartották legnehezebbnek, míg a férfiak az esztétikus megjelenítést (jelölés gyakorisága: nők 17,31%, férfiak 33,07%).

A munkanapló részét képezte egy önértékelés is, amelyet szintén minden héten elvégeztek a résztvevők. Ötleteik, céljaik megvalósulásának sikerességét százalékos formában kellett megadniuk, emellett ötfokú skálán értékelték alkotásaikat három szempontból: (1) kreativitás, (2) kivitelezés minősége, (3) technika (az eljárások helyes megválasztása és alkalmazása). A félév végén beadott vizuális dokumentációk döntő többsége magas színvonalat képvisel, mégis az ötfokú skálán átlagosan mindössze 3,46%-ra értékelték alkotásaikat a hallgatók. A megadott szempontok átlagai közötti eltérések csekély mértékűek voltak (3,38-3,57). Az önértékelés vonatkozásában nem jelentkeztek számottevő nemi különbségek sem, azonban a kreativitás, a kivitelezés minősége és az elképzeléseik teljesülése alapján is jobbnak ítélték meg saját teljesítményüket a férfi hallgatók (ötletek megvalósulása: nők 57,76%, férfiak 61,05%). Az egyik fontos tanulsága a munkanaplónak, hogy a jövőben hangsúlyt kell fektetnünk az önértékelés lehetőségeire az egyetemi képzésben, hogy a hallgatók reálisabban, magabiztosabban ítéljék meg munkájukat és tudásukat.

6.5. A 18-23 évesek körében elvégzett vizuális-téri képesség vizsgálatok eredményeinek összefoglalása

Kutatási eredményeink igazolták a térszemlélet fejleszthetőségével kapcsolatban megfogalmazott hipotézisünket. *A vizuális-téri képességek hatékonyan fejleszthetők alkotó-konstruáló feladatokkal a 18-23 évesek körében (H13)*. A módszertanilag megfelelően felépített programmal, és a vizuális képzésben ugyanolyan fontossággal bíró tanári korrekciókkal, útmutatásokkal szignifikáns fejlődést lehet elérni a vizsgált korosztályban (Babály & Kárpáti, 2016a, 2016b; Babály, 2017). Az első félévben megvalósuló, és a további két félévben megismételt fejlesztő programban a résztvevők közel azonos teljesítménynövekedést mutattak. A fejlesztés hatásmérete (Hedges' g 0,72) Uttal és munkatársainak (2013) meta-análízisében vizsgált, 217 téri képességfejlesztő program hatásméreteinek átlagával (Hedges's g 0,47) összevetve jónak tekinthető. A tesztfeladatok megoldásának sikerességét nem befolyásolta, hogy a helyes választ kijelöléssel vagy lerajzolva kellett megadni. Nehézséget a vizualizáció (belső képek létrehozása) okozott, tehát azoknál a feladatoknál születtek gyengébb eredmények, ahol nem voltak megjelenítve képi formában a válaszlehetőségek.

A fejlődés mértéke függetlennek bizonyult a nemtől, az építés- és építőmérnök szakirányoktól, a korábbi középiskolai tanulmányoktól, tehát az ezzel összefüggésben megfogalmazott hipotézist is alátámasztották adataink (H15). Különbség a valós és a virtuális térben modellezők között sem volt kimutatható, az ezzel kapcsolatos hipotézisünk nem bizonyult helytállóknak (H14). Több kutatás igazolta, hogy a modellező, konstruáló tevékenységek hatékonyabban fejlesztik a térszemléletet a rajzolásnál (Kárpáti, 1992; Katona, 2012). Eredményeink megerősítik ezt az álláspontot, szignifikáns különbség a fejlődésben, csak a két- és háromdimenziós megjelenítéseket alkalmazó kontroll és kísérleti csoportok között volt kimutatható.

A kérdőíves felmérés eredményei rávilágítanak a kreatív alkotótevékenységek motiváló erejére, az ebben rejlő potenciált a jelenleginél nagyobb mértékben lehetne hasznosítani a vizuális-téri képességek fejlesztésében. Nem lebecsülhető szempont, hogy a kísérletező attitűdöt, a STEAM területeket integráló megközelítéseket a szakma is elvárásaként támasztja a leendő mérnökök felé (Bequette & Bequette, 2012; Yakman & Lee, 2012). A művészetoktatás képességfejlesztő módszereinek kiemelt szerepe lehet abban is, hogy a nők számára vonzóvá tegye az olyan munkaerőhiánnyal küzdő szakmákat (pl.: természettudományi, mérnöki, technológia területen), amelyekben jelentősen alulreprezentáltak a résztvevők.

7. ÖSSZEGZÉS, PEDAGÓGIAI KONZEVENCIÁK, TOVÁBBI KUTATÁSI IRÁNYOK

Értekezésünk első részében áttekintettük az empirikus vizsgálatainkat megalapozó szakirodalmat. Bemutattuk a vizuális-téri képességek értelmezési kereteit, a legismertebb értékelési eljárásokat, és jelentőségét a megismerési folyamatokban. A kutatási terület elsősorban a pszichológia elméleti alapjaira támaszkodik, amely érzékelhető a tanulmányokban használt fogalmak, a mérőeszközök és a gondolkodásmód tekintetében is. Kitértünk arra, hogy a pedagógia szempontú vizsgálatokat többnyire a matematika és a természettudományok területéről érkező szakemberek végzik, ezért jórészt hiányoznak a művészetpedagógia irányából érkező kutatási eredmények. Ezt az elmaradást kívántuk részben pótolni, és kutatásunkkal hozzájárulni a vizuális nevelés számára hasznosítható eredmények megszületéséhez. Ahol lehetőségünk nyílt rá, törekedtünk a művészetpedagógiában használatos kifejezések és megközelítések beemelésére dolgozatunkba.

Kutatásunk elméleti keretének és koncepciójának kiindulópontját elsősorban a hazai vizuális képességvizsgálatok (Séra et al.; 2002, Kárpáti & Gaul, 2011), és a nemzetközi képességmodellek jelentették (Wagner & Schönau, 2016; Kárpáti & Schönau, 2019; magyarul: Kárpáti & Pataky, 2016; Kárpáti, 2018). A vizuális műveltségterület számára összeállított friss szemléletű, az európai kutatások részét képező hazai keretrendszer, már tartalmazza a digitális térrel megnövekedett képi információk befogadásához és feldolgozásához, valamint az új képalkotási eljárások alkalmazásához szükséges képességelemeket. Az erre épülő tanterv és tananyagfejlesztések, valamint értékelési rendszerek kidolgozása kezdődött meg a „Moholy-Nagy Vizuális Modulok - a 21. század képi nyelvének tanítása” projekt keretén belül (Gaul & Kárpáti, 2018; Gaul et al., 2018). Ennek részét képezi a vizuális-téri képességek értékelésének és fejlesztésének lehetőségeit feltáró kutatásunk. Vizsgálatunkban támaszkodtunk korábbi kutatási eredményeinkre, amelyek a Szegedi Tudományegyetem Oktatásméleti Kutatócsoport „Diagnosztikus mérések fejlesztése” (2. szakasz: TÁMOP-3.1.9-11/1-2012-0001) elnevezésű programon belül keletkeztek. Felhasználtuk a hazai tantervi dokumentumok és a térszemlélet szakirodalmi alapján összeállított téri képességek keretrendszerét, valamint a korábbi tesztfejlesztések tapasztalatait (Babály et al., 2013; Kárpáti et al., 2014; Kárpáti et al., 2015; Babály & Kárpáti, 2015; Babály, 2016).

A szakirodalom áttekintése során azt észleltük, hogy a téri képességeket jellemzően egy-egy szűk életkori intervallumban vizsgálják, és elenyésző számban jelennek meg a fejlődést hosszútávon nyomon követő, a különböző korcsoportok teljesítményét és sajátosságait összehasonlító elemzések. Feltehetően ebben az is szerepet játszik, hogy alacsony számban állnak rendelkezésünkre olyan mérőeszközök, amelyekkel ezek a vizsgálatok megvalósíthatók. További problémát jelent, hogy a meglévő eszközökhöz is korlátozott a hozzáférésünk, és kevés alkalmas a vizuális-téri képességek iskolai értékelésére. A magyarországi helyzetre vonatkozóan azt is megállapítottuk, hogy a fiatalabb korosztályok (14 év alattiak) téri képességeinek felmérésére alig találunk példát (Kárpáti, 1992, 1995, 1996), és többnyire azok is csak egyes részképességekkel összefüggésben valósulnak meg (Herendiné Kónya, 2007; Pataky, 2012, 2017b). Az általunk fejlesztett tesztekkel egy széles életkori sávban nyílt lehetőség a magyar diákok vizuális-téri képességeinek megbízható értékelésére. Méréseszközünket horgony-itekekkel kapcsoltuk össze, amely összehasonlíthatóvá teszi az egyes korosztályok teljesítményét, és követhetővé a fejlődés ütemét 10 éves kortól egészen a felnőtté válásig. A tesztek online környezetbe helyezése megkönnyíti az adatfelvételt, és az eredmények automatikus kiértékelésével segíti a pedagógusok munkáját. Ezek az adatok azonnali visszacsatolást nyújtanak a tanulási-tanítási folyamatok hatékonyságáról, elősegítve a problémák észlelését és a szükséges beavatkozások tervezését.

A 10-18 évesek körében elvégzett felméréseink számos értékes információt szolgáltatott a magyar diákok térszemléletéről. Adataink alapján a képesség közel azonos mértékben fejlődik az általános iskola felső négy osztályában, és a középiskolai évek alatt. A nyolc évet felölelő időszakban bekövetkező pozitív változások az itemek, a részképességek és a teszteredmények szintjén is jól követhetők. Eredményeink igazolják, hogy még az idősebb korosztályban is lehetőségünk lenne a képesség hatékony fejlesztésére. A téri képességek és a STEM területek összefüggéseiről szóló tanulmányok tükrében ez erősen indokolt és szükséges is, hiszen a térszemlélet fejlesztése jelentős haszonnal járhat a matematikai, mérnöki és természettudományos területeken (Yilmaz, 2009; Sorby, 2009; Uttal & Cohen, 2012; Newcombe, 2013). A vizuális-téri képességek prediktív jelentőségét alátámasztó kutatásokat is meg kell említenünk (Clarkson & Presmeg, 2008; Wai et al., 2009; Lubinski, 2010; Gunderson et al., 2012; Uttal & Cohen, 2012; Verdine et al., 2014b), amelyek valószínűsítik, hogy mérőeszközeink alkalmasak lehetnek a tehetségek beazonosítására a STEM területeken.

Tesztjeink belső struktúrájának elemzése azt mutatja, hogy elsődlegesen két nagy csoportba sorolhatók feladataink a műveletek összetettsége, és ezzel összefüggésben nehézségük alapján. Ez lényegében megegyezik azzal a felosztással, amelyet korábban Séra és munkatársai (2002) „felismerés” és „manipuláció”, Tóth (2013, 2014) „elemi és összetett műveletek” elnevezéssel azonosított. Legkisebb arányban a rekonstrukciós feladatokat oldották meg minden évfolyamon, amelyeknél egy alakzat térbeli kiterjedésének belső képzetét kell kialakítani sorozatos nézőpontváltásokkal és azok integrálásával. Eredményeink rámutatnak arra, hogy a pontos mentális képek létrehozása még a 9. évfolyamon is komoly nehézséget okoz a diákoknak, amennyiben allocentrikus nézőpontot kell felvenniük. A 2013-2014-ben elvégzett vizsgálataink alapján feltételeztük, hogy a feladatok megjelenítése jelentős mértékben befolyásolhatja a teljesítményeket (Babály & Kárpáti, 2015). Jelen felmérésünk megerősítette ezeket a korábbi eredményeinket, az életszerű kontextusba helyezett téri problémák és az ábrák figuratív jellege növelte a megoldások sikerességét, főként az alacsonyabb évfolyamokon.

A térszemlélet teszteken nyújtott teljesítményeket több háttérváltozóval kapcsolatban elemeztük. Más kutatásokkal összhangban, eredményeink erőteljes intézmények közötti szelekciós mechanizmusok működését jelzik a hazai oktatási rendszerben, az általános és középiskolák szintjén egyaránt (Tóth et al., 2010; Molnár & Csapó, 2011). Azt is megállapíthatjuk, hogy a diákok vizuális-téri képességeiben 5. és 9. évfolyamon meglévő iskolák közötti különbségek, a képzési ciklusok végére sem mérséklődnek. A tesztereink elért eredmények és az iskolai osztályzatok között gyenge és közepes erősségű összefüggéseket tudunk kimutatni. Legerősebb kapcsolatot a matematikával jeleznek adataink, amely a STEM területekre vonatkozó kutatásokra tekintettel megfeleltek előzetes várakozásainknak. Részletesen ismertettük dolgozatunkban azokat az aktivitási formákat, amelyek hozzájárulhatnak a téri képességek fejlődéséhez. Kérdőíves felmérésünk jellemzően megerősítette a szakirodalomban megjelölt tevékenységek körét (Sorby, 1999). Az építőjátékok használatával és a logikai feladványokkal eltöltött idő mutatta a legerősebb összefüggést a térszemlélet tesztek eredményeivel. A vizuális foglalkozások pozitív hatását a téri képességek fejlődésére pedig többféle módon is igazolta vizsgálatunk.

A nemzeti különbségek vizsgálatához köthető elemzéseink megerősítik a korábbi hazai és nemzetközi kutatások eredményeit. A feladatokon, a részképességeken és a teszteken nyújtott teljesítményekkel összefüggésben is csak a fiúk javára tudunk szignifikáns különbséget kimutatni. Ugyanakkor az eltérések nem konzekvenssek, az egyes korosztályokban változó mértékben és csak bizonyos részképességekre, téri műveletekre vonatkozóan jelentkeznek (Kail et al., 1979; Caplan et al., 1985; Linn & Petersen, 1985; Okagaki & Frensch, 1994; Miller & Halpern, 2014). Megállapíthatjuk, hogy

a fiúk előnye elsősorban a nehezebben megoldható, komplex műveletsorokat tartalmazó feladatoknál jelentkezik. Ez összefüggésben állhat azzal, hogy a lányok teljesítményét erőteljesebben befolyásolja a téri problémák életszerűsége, valamint az ábrák absztrakt vagy figuratív jellege. A felméréseinkben kimutatott nemi különbségek mértéke nem olyan számottevő, amelyet a megfelelő iskolai oktatás keretében ne lehetne minimálisra csökkenteni, vagy teljes mértékben eltüntetni. Kérdőíves vizsgálataink azt is jelzik, hogy a diákok egyértelműen a nemi sztereotípiáknak megfelelő preferenciákkal rendelkeznek a számítógépes játékok és a szabadidős tevékenységek vonatkozásában egyaránt. Ezek a társadalmi, szociokulturális hatások negatívan befolyásolhatják a lányok teljesítményét, mivel a szakirodalom és a saját kutatásunk alapján is a „férfias” jellegűnek tartott tevékenységek fejlesztik leghatékonyabban a képességet (Caplan et al., 1997; Halpern, 2000; Levine et al., 2005; Spence et al., 2009; Yılmaz, 2009; Tzuril & Egozi, 2010; Reilly et al., 2017). A nemek közötti különbségek csökkentésének kiváló eszköze lehet a vizuális nevelés (ezen belül elsősorban az építő-konstruáló foglalkozások), amely találkozik a lányok érdeklődési körével. Ezen felül indokolt olyan további tevékenységek beillesztése az iskolák tanulási- tanítási folyamataiba, amelyek bizonyítottan támogatják a téri képességek fejlődését. A nemi különbségekkel kapcsolatban fontos hangsúlyoznunk, hogy a hasonlóságok arányaiban nagyobbak az eltéréseknél, és a kutatási eredmények a fiúk és a lányok csoportjainak átlagait írják le, ezért csak korlátozott jelentőséggel bírnak az egyes fiúk és lányok teljesítményére vonatkozóan (McArthur & Wellner, 1996; Newcombe, 2010).

A mérnökhallgatók körében megvalósított kísérletünk igazolta, hogy a vizuális-téri képességek hatékonyan fejleszthetők alkotó-konstruáló feladatokkal. A fejlesztés hatásmérete a hagyományos, elsősorban műszaki rajzhoz, és ábrázoló geometriai tartalmakhoz köthető tréningekkel összevetve jónak tekinthető (Uttal et al., 2013). Programunk hatékonysága függetlennek bizonyult attól, hogy a modellezés a fizikai vagy a virtuális térben valósult meg. Összhangban egy korábbi hazai kutatás eredményeivel (Kárpáti, 1995; Kárpáti & Gyebnár, 1996, 1997), csak a két- és háromdimenziós megjelenítéseket alkalmazó csoportok között volt kimutatható mértékű különbség a fejlődésben. A kutatás keretében megvalósított kísérletünk több tekintetben is újszerű és hiánypótló. Jellemzően egy rövid periódus (néhány hónap) alatt elvégzett fejlesztések hatásáról számolnak be a tanulmányok, és a különböző típusú programok összehasonlító elemzéseivel, vagy a tréningek többszöri megismétlésével ellenőrzött eredményekkel alig találkozunk (Koch, 2006; Katona, 2012). A téri képességek vizsgálatával összefüggésben ritkán jelennek meg kvalitatív kutatási módszerek (Mohler, 2008, 2009). Saját kutatásunkban az elő- és utótesztelések mellett több olyan módszert alkalmaztunk, amelyek segítségével árnyaltabb képet kaptunk a hallgatók vizuális-téri információfeldolgozásának sajátosságairól, és a feladatok megoldása közben alkalmazott problémamegoldó stratégiákról. Mivel a vizuális nevelés területéről kevés kutató érdeklődik a téri képességek fejlesztése iránt, jórészt hiányoznak az alkotóképességeket mozgósító, vagy akár a STEAM területeket integráló oktatási koncepciók hazai és nemzetközi viszonylatban egyaránt.

A vizuális-téri képességek értékelésével és fejlesztésével kapcsolatban megfogalmazott elsődleges céljainkat sikerült megvalósítanunk. Rendelkezésre állnak és az iskolák számára ingyenesen elérhetők azok a mérőeszközök, amelyekkel a 10-18 évesek fejlődése nyomon követhető. A technológia alapú mérés számos módon segíti a pedagógusok munkáját, és könnyen beilleszthetők a mindennapi értékelés gyakorlatába. Ezeknek az eszközöknek a megjelenése különösen fontos a vizuális nevelés területén, ahol a jelenlegi holisztikus értékelési forma nem alkalmas az egyes képességelemek fejlődésének nyomon követésére és a fejlesztésükhöz szükséges pedagógiai stratégiák kidolgozására (Bodóczky, 2000; Kárpáti, 2003; Kárpáti & Gaul, 2011; Kárpáti et al., 2015). Az eredmények elemzésével azok a területek is kirajzolódtak, amelyek további kutatásokat igényelnek. Méréseszközeinkkel

kapcsolatban kifejtettük, hogy a további feladatok tervezésével egyfelől a vizsgált részképességek körét kívánjuk bővíteni a jövőben, valamint szükségesnek tartjuk a 6-10 éves korosztály bevonását is a kutatásainkba. Bár a képi információk mennyiségének növekedésével felértékelődött a befogadásukhoz és feldolgozásukhoz szükséges képességelemek jelentősége, érdemes a későbbiekben megválaszolni azt a kérdést, hogy lehetséges-e a vizuális-téri képességek egyes alkotói összetevőinek értékelése hasonló online tesztekkel. Az elméleti fejezetekben ismertetett tanulmányok egy része és saját vizsgálatunk is azt sugallja, hogy a vizuális-téri és más gondolkodási képességek fejlődése szoros kapcsolatban állhat. Kutatási területünk egyik kiemelt irányvonalát jelentheti a jövőben, ezeknek az összefüggéseknek a vizsgálata. Kérdőíves felmérésünk hozzájárult ahhoz, hogy beazonosítsuk a térszemlélet fejlődését leginkább előmozdító tevékenységeket. Kijelöltük azoknak az aktivitási formáknak a körét, amelyek részletesebb vagy más módszerekkel elvégzett vizsgálatokat igényelnek. Az egyetemi korosztályban elvégzett kísérletünk pedig igazolta, hogy a vizuális-téri képességek hatékonyan fejleszthetők a művészetpedagógia módszereivel. Az elmúlt időszakban a vizuális neveléshez kapcsolódó tanórák száma folyamatosan csökken a magyar közoktatásban. A sokszor heti egy órában meghatározott órakerettel éppen azok a gyakorlati foglalkozások szorulnak ki az iskolákból, amelyekkel a hatékony képességfejlesztés megvalósítható lenne. Kutatásunkban a vizuális-téri gondolkodás jelentőségének és sokrétű fejlesztő hatásának bemutatására törekedtünk, hogy ezzel is támogassuk a vizuális nevelés presztízsének növelése érdekében tett komoly hazai erőfeszítéseket.

8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Megkülönböztetett köszönettel tartozom témavezetőmnek, Kárpáti Andreának. Dinamizmusa, hatalmas munkabírása, a vizuális nevelés iránti elkötelezettsége, szakmai alázata és a soha el nem fogyó lelkesedése az első perctől kezdve magával ragadott. Megtiszteltetés, hogy a doktoranduszának és ma már a számos közös publikáció révén a szerzőtársának nevezhetem magam. Hálás vagyok az elmúlt nyolc évben kapott lehetőségekért és az önzetlenül átadott rengeteg tudásért, amivel szakmai fejlődésemet, kutatói pályám és kapcsolataim gazdagodását segítette. A közös munka során nemcsak egy kiváló kutatót, hanem egy fantasztikus embert és tanárt ismerhettem meg személyében. Köszönöm Andrea, hogy a hosszú évek alatt csak elismerést, támogatást és bátorító szavakat kaptam!

Szeretném megköszönni a lehetőséget az Eötvös Loránd Tudományegyetem Pedagógiai és Pszichológiai Kar Neveléstudományi Doktori Iskola vezetőjének, *Halász Gábornak*, a doktori program vezetőjének, *Vámos Ágnesnek*, hogy doktori tanulmányaimat ebben a jeles intézményben folytathattam, és minden oktatónak, aki iránymutatásával, elméleti és gyakorlati tanácsaival hozzájárult ahhoz, hogy biztosabban igazodhassak el a neveléstudomány területén.

Köszönettel tartozom a műhelyvitám két opponensének, *Gaul Emilnek* a művészetpedagógia helyzetével és a vizuális kutatási terület előtt álló feladatokkal összefüggésben megfogalmazott építő gondolataiért, valamint *Rausch Attilának*, a dolgozatom tartalmi és formai elemeire is kiterjedő részletes véleményéért, szakmai javaslataiért, amelyek nagyban hozzájárultak az értekezés színvonalának növeléséhez.

Hálás vagyok a MTA-ELTE Vizuális Kultúra Szakmódszertani Kutatócsoportnak, köztük *Sándor Zsuzsannának* feladataim, tesztjeim lektorálásáért, *Gaul-Ács Ágnesnek* a felmérések szervezésében, koordinálásában végzett munkájáért, *Simon Tünde* és *Tóth Alisa* kutatótársaimnak a termékeny szakmai beszélgetésekért, a vizuális nevelés iránt elkötelezett pedagógus kollégáimnak a tesztek értékelésében, valamint a mérések megvalósításában való aktív és lelkes részvételükért. Köszönöm a felmérésben szereplő diákok közreműködését, és az iskolák vezetőinek, hogy támogatták a vizsgálatok elvégzését.

Köszönöm a Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Doktori Iskola vezetőjének, *Csapó Benőnek*, hogy lehetőséget kaptam az eDia értékelési rendszer használatára kutatásaimhoz. Köszönettel tartozom a Szegedi Tudományegyetem Oktatáselméleti Kutatócsoportjának, akik pótolhatatlan segítséget nyújtottak a mérőeszközök fejlesztésében, az adatgyűjtésben, és az iskolákkal való kapcsolattartásban. Hálás vagyok *Pásztor Attilának* a folyamatos szakmai konzultáció lehetőségéért és önzetlen segítségéért.

Köszönöm az Ybl Miklós Építéstudományi Kar vezetőinek, köztük *Markó Baláznak*, hogy hosszú évek óta támogatják oktatói és kutatói tevékenységemet, és munkatársaimnak a támogató jelenlétet a műhelyvitámon. Kollégáim közül külön köszönettel tartozom *Bölcskei Attilának*, akihez bármikor fordulhattam kérdéseimmel, és aki értékes tanácsaival közvetlenül is hozzájárult a dolgozat végleges formájának kialakulásához. Hálás vagyok hallgatóimnak, nem csupán a kutatásaimban való konstruktív részvételükért, hanem az inspirációért is, amit a mindennapi oktatói munkámban jelentenek.

És nem utolsó sorban, köszönöm családtagjaimnak, hogy bizosították számomra az elmélyült munkához szükséges szeretetteljes, biztos háttérrel, mindenekelőtt férjemnek a végtelen türelmével, ösztönzésével és az értekezés elkészülésébe vetett megingathatatlan hitét.

9. IRODALOMJEGYZÉK

Ackerman, P. L., & Kanfer, R. (1993). Integrating laboratory and field study for improving selection: Development of a battery for predicting air traffic controller success. *Journal of applied psychology*, 78(3), 413.

Aden, M. (2011). *Risiken und Nebenwirkungen einer kompetenzorientierten Kunstpädagogik. Ein kritischer Forschungsbericht*. Bremen: Universität Bremen. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:46-00102369-13>

Alias, M., Black, T. R., & Gray, D. E. (2002). Effect of instructions on spatial visualisation ability in civil engineering students. *International Education Journal*, 3(1), 1-12.

Allahyar, M., & Hunt, E. (2003). The assessment of spatial orientation using virtual reality techniques. *International Journal of Testing*, 3(3), 263-275.

Andersen, N. E., Dahmani, L., Konishi, K., & Bohbot, V. D. (2012). Eye tracking, strategies, and sex differences in virtual navigation. *Neurobiology of learning and memory*, 97(1), 81-89.

Arnheim, R. (1979). *A vizuális élmény – Az alkotó látás pszichológiája*. Budapest: Gondolat Könyvkiadó.

Asch, S. E., & Witkin, H. A. (1948). Studies in space orientation: I-IV. (I. Perception of the upright with displaced visual fields, II. Perception of the upright with displaced visual fields and with body tilted, III. Perception of the upright in the absence of a visual field, IV. Further experiments on perception of the upright with displaced visual fields.) *Journal of Experimental Psychology*, 38(3), 325-782.

Auyeung, B., Knickmeyer, R., Ashwin, E., Taylor, K., Hackett, G., & Baron-Cohen, S. (2012). Effects of fetal testosterone on visuospatial ability. *Archives of sexual behavior*, 41(3), 571-581.

Babály, B., Budai, L., & Kárpáti, A. (2013). A térszemlélet fejlődésének vizsgálata statikus és mozgó ábrás tesztekkel. *Iskolakultúra*, 23(11), 6-19.

Babály, B., & Kárpáti, A. (2015). A téri képességek vizsgálata papír alapú és online tesztekkel. *Magyar Pedagógia*, 115(2). 67–92.

Babály, B. (2016). Possibilities of computer-based assessment in visual arts education. In *SGEM International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts, performing arts, architecture and design: History of Arts, Contemporary Arts, Performing and Visual Arts, Conference proceedings* (pp. 167-174). Konferencia helye, ideje: Vienna, Austria, 6-9 April 2016. Szófia: STEF92 Technology Ltd.

Babály, B., & Kárpáti, A. (2016a). The impact of creative construction tasks on visuospatial information processing and problem solving. *Acta Polytechnica Hungarica*, 13(7), 159-180.

Babály, B., & Kárpáti, A. (2016b). Vizuális-téri képességek fejlesztése: egy alkotó-konstruáló tevékenységen alapuló térszemlélet fejlesztő program hatékonyságvizsgálata In P. Tóth, & I. Holik (Eds.), *Új kutatások a neveléstudományokban 2015: Pedagógusok, tanulók, iskolák - az értékformálás, az értékközvetítés és az értékteremtés világa* (pp. 127-138). Budapest: ELTE, Eötvös Kiadó.

Babály, B., & Bölcskei, A. (2017). Analysis and comparison of the three spatial tests: MRT, MCT and HSAT. *Journal Biuletyn of Polish Society for Geometry and Engineering Graphics*, 30, 9-15.

Babály, B. (2017). Vizuális kompetenciák fejlesztése: oktatási stratégiák és módszerek, implementáció, eredményesség. In E. Tóth (Ed.), *Épített környezeti nevelés a felsőoktatásban konferencia - Előadás-összefoglalók* (pp. 73-80). Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2017.05.11. Pécs: kultúrAktív Egyesület.

Bak, I. (1977). *Vizuális alkotás és alakítás*. Budapest: NPI.

Balázs, B., Bubik, V., Hadabás, G., Hegyi, B., Kárpáti, A., Király, A., Péntek, Cs., Váradi, J., & Zsupponits, A. (2013). *Vizualizáció a tudománykommunikációban. Egyetemi jegyzet a Grafika és a tipográfia, a Kiadványszerkesztés – esztétikai, technikai alapismeretek, a Vizuális megismerés, és a Vizuális nyelv alapjai tantárgyakhoz*. Budapest: ELTE TTK Természettudományi kommunikáció és UNESCO Multimédiapedagógia Központ. http://www.eltereader.hu/media/2014/05/Vizualizacio_READER.pdf

Barnett, W. S. (2011). Effectiveness of early educational intervention. *Science*, 333(6045), 975-978.

Basham, K. L., & Kotrlik, J. W. (2008). The effects of 3-dimensional CADD modeling on the development of the spatial ability of technology education students. *Journal of technology education*, 20(1), 32-47.

Bálványos, H., & Sánta, L. (1997). *Vizuális megismerés, vizuális kommunikáció*. Budapest: Balassi Kiadó.

Bárdné Feind, T. (2001). *Építészhallgatók térszemléletének fejlődése és fejlesztése az Ábrázoló geometria tantárgy keretében*. (Doktori disszertáció, kézirat, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest.)

Bell, S., & Saucier, D. (2004). Relationship among environmental pointing accuracy, mental rotation, sex, and hormones. *Environment and Behavior*, 36(2), 251-265.

Benett, G. K., Seashore, H. G., & Wesman, A. G. (1973). *Differential Aptitude Tests, Forms S and T*. New York: The Psychological Corporation.

Bequette, J. W., & Bequette, M. B. (2012). A place for art and design education in the STEM conversation. *Art education*, 65(2), 40-47.

Berry, J. W. (1966). Temne and Eskimo perceptual skills. *International journal of Psychology*, 1(3), 207-229.

Bertoline, G. R. (1998). "Visual science: An emerging discipline." *Journal for Geometry and Graphics*, 2(2), 181-187.

Binet, A., & Simon, T. (1916). *The development of intelligence in children* (E. S. Kite, Trans.). Baltimore: Williams & Wilkens.

Bodner, G. M., & Guay, R. B. (1997). The Purdue visualization of rotations test. *The Chemical Educator*, 2(4), 1-17.

Bodóczy, I. (2000). Az értékelés problémái a vizuális nevelésben. *Iskolakultúra*, 10(6-7), 15-25.

Boone, A. P., Gong, X., & Hegarty, M. (2018). Sex differences in navigation strategy and efficiency. *Memory & cognition*, 46(6), 909-922.

Boot, W. R., Kramer, A. F., Simons, D. J., Fabiani, M., & Gratton, G. (2008). The effects of video game playing on attention, memory, and executive control. *Acta psychologica*, 129(3), 387-398.

- Bouchard Jr, T. J., & McGee, M. G. (1977). Sex differences in human spatial ability: Not an X-linked recessive gene effect. *Social Biology*, 24(4), 332-335.
- Bölcskei, A., & Farkas T. (2007). Artistic patterns and tilings. *Annual News SzIU Ybl Miklós Faculty of Architecture and Civil Engineering*, 7(1), 6-22.
- Bölcskei, A. (2009). Térérzékelés, struktúra, design. *Octagon*, 4, 54-57.
- Bölcskei, A., & Kovács, A. ZS. (2012). Az Ybl Miklós Kar építész hallgatóinak térszemlélet mérése MCT segítségével. *Debreceni Műszaki Közlemények*, 11(2), 35-44.
- Bölcskei, A., Kállay-Gál, SZ., Kovács, A. Zs., & Sörös, Cs. (2012). Development of Spatial Abilities of Architect and Civil Engineer Students in the Light of the Mental Cutting Test. *Journal for Geometry and Graphics*, 16(1), 97–109.
- Bölcskei, A., Kovács, A. Z., & Kušar, D. (2013). New Ideas in Scoring the Mental Rotation Test. *Ybl Journal of Built Environment*, 1(1), 59-69.
- Böhringer, H. (1995). *Kísérletek és tévelygések*. Budapest: Balassi Kiadó.
- Branoff, T. J., & Dobelis, M. (2012). The relationship between spatial visualization ability and students' ability to model 3D objects from engineering assembly drawings. *The Engineering Design Graphics Journal*, 76(3), 37-43.
- Budai, L., Kárpáti, A., & Babály, B. (2014). Spatial abilities: a group of basic workplace skills developed through Geogebra 3d. In A. M. Teixeira, A. Szűcs, & I. Mázár (Eds.), *E-learning at Work and the Workplace. From Education to Employment and Meaningful Work with ICTs, Conference proceedings* (pp. 421-429). Konferencia helye, ideje: Zagreb, Croatia, 10-13 June 2014. European Distance and E-Learning Network (EDEN).
- Caplan, P. J., Crawford, M., Hyde, J. S., & Richardson, J. T. (1997). *Gender Differences in Human Cognition. Counterpoints: Cognition, Memory, and Language Series*. Oxford: Oxford University Press.
- Caplan, P. J., MacPherson, G. M., & Tobin, P. (1985). Do sex-related differences in spatial abilities exist? A multilevel critique with new data. *American Psychologist*, 40(7), 786-799.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press.
- Carroll, J. B. (2003). The higher-stratum structure of cognitive abilities: Current evidence supports g and about ten broad factors. In H. Nyborg (Ed.), *The scientific study of general intelligence: Tribute to Arthur R. Jensen* (pp. 5–21). Oxford: Pergamon Press.
- Catterall, J. S. (2005). Conversation and Silence: Transfer of Learning through the Arts. *Journal for Learning through the Arts*, 1(1), 1-12.
- CEEB (1939). *Special Aptitude Test in Spatial Relations*. New York: College Entrance Examination Board.
- Chai, X. J., & Jacobs, L. F. (2009). Sex differences in directional cue use in a virtual landscape. *Behavioral Neuroscience*, 123(2), 276–283.
- Cheng, Y. L., & Mix, K. S. (2014). Spatial training improves children's mathematics ability. *Journal of Cognition and Development*, 15(1), 2-11.

- Clarkson, P., & Presmeg, N. (2008). *Critical issues in mathematics education*. New York, NY: Springer.
- Clements, D. H. (1998). *Geometric and Spatial Thinking in Young Children*. Arlington, Virginia: National Science Foundation.
- Clements, D. H. (2004). Geometric and spatial thinking in early childhood education. In D. H. Clements & J. Sarama (Eds.), *Engaging young children in mathematics: Standards for early childhood mathematics education* (pp. 267-298). Arlington, Virginia: National Science Foundation.
- Contero, M., Naya, F., Company, P., Saorín, J. L., & Conesa, J. (2005). Improving visualization skills in engineering education. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 25(5), 24-31.
- Csapó, B. (2003). A pedagógiai értékeléstől a tanítás módszereinek megújításáig: diagnózis és terápia. *Új Pedagógiai Szemle*, 53(3), 12-27.
- Csapó, B., Molnár, G., & R Tóth, K. (2008). A papíralapú tesztekől a számítógépes adaptív tesztelésig. *Iskolakultúra*, (3-4), 3-16.
- Csapó, B. (2014). A szegedi iskolai longitudinális program. In J. Pál & Z. Vajda (Eds.), *Szegedi Egyetemi Tudástár 7. Bölcsész- és társadalomtudományok* (pp. 117-166). Szeged: Szegedi Egyetemi Kiadó.
- Csapó, B., Molnár, G., & Nagy, J. (2014). Computer-based assessment of school readiness and early reasoning. *Journal of educational psychology*, 106(2), 639-650.
- Csikszentmihályi, M. (2010). *Flow – Az áramlat. A tökéletes élmény pszichológiája*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- De Castell, S., Jenson, J., és Larios, H. (2015a). Gaming experience and spatial learning in a virtual Morris Water Maze. *Journal For Virtual Worlds Research*, 8(1), 1-18.
- De Castell, S., Jenson, J., Larios, H., Smith, D. H., Antle, A., & Aljohani, R. (2015b). The role of video game experience in spatial learning and memory. *Journal of Gaming & Virtual Worlds*, 7(1), 21-40.
- D'Oliveira, T. C. (2004). Dynamic spatial ability: An exploratory analysis and a confirmatory study. *The International Journal of Aviation Psychology*, 14(1), 19-38.
- Droste, M. (2003). *Bauhaus, 1919-1933*. (Bauhaus Archiv) Taschen/Budapest, Vince Kiadó.
- Dur, B. I. U. (2015). Otto Neurath, ISOTYPE picture language and its reflections on recent design. *The Online Journal of Communication and Media*, 1(3), 1-6.
- Edens, K., & Potter, E. (2007). The relationship of drawing and mathematical problem solving: Draw for math tasks. *Studies in Art Education*, 48(3), 282-298.
- Ekstrom, R. B., French, J. W., Harman, H. H., & Dermen, D. (1976). *Manual for kit of factor-referenced cognitive tests*. Princeton, New Jersey: Educational testing service.
- Eliot, J., & Smith, I. M. (1983). *An international directory of spatial tests*. Windsor, England: NFER-Nelson.
- Eliot, J. (1987) *Models of Psychological Space: psychometric, developmental and experimental approaches*. New York: Springer-Verlag.

- Eliot, J., & Czarnolewski, M. Y. (2007). Development of an everyday spatial behavioral questionnaire. *The Journal of general psychology*, 134(3), 361-381.
- El Koussy, A. A. H. (1935): Visual perception of space. *British Journal of Psychology*, 7(20), 1-80.
- Eplényi, A., Schmidt, G., Szentandrás, D., & Terbe, R. (2018). *Táj-Tér-Tár +*. Budapest: GYIK Műhely.
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & psychophysics*, 16(1), 143-149.
- Eurostat (2016). Az Európai Unió (EU) felsőoktatásra (ISCED 5–8. szint) vonatkozó statisztikái (2018 szeptemberében kivonatolt adatok). https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Tertiary_education_statistics/hu#A_f.C3.A9rfiak_.C3.A9s_a_n.C5.91k_r.C3.A9szv.C3.A9tele_a_fels.C5.91oktat.C3.A1sban
- Eysenck, H. J. (1967). Intelligence assessment: A theoretical and experimental approach. *British Journal of Educational Psychology*, 37(1), 81-98.
- Feng, J., Spence, I., & Pratt, J. (2007). Playing an action video game reduces gender differences in spatial cognition. *Psychological science*, 18(10), 850-855.
- Ferguson, C. J., Cruz, A. M., & Rueda, S. M. (2008). Gender, video game playing habits and visual memory tasks. *Sex Roles*, 58(3-4), 279-286.
- Ferrara, K., Hirsh-Pasek, K., Newcombe, N. S., Golinkoff, R. M., & Lam, W. S. (2011). Block talk: Spatial language during block play. *Mind, Brain, and Education*, 5(3), 143-151.
- Field, B. W. (1999). A course in spatial visualisation. *Journal for Geometry and Graphics*, 3(2), 201-209.
- Firat, E. E., & Laramée, R. S. (2018). Towards a survey of interactive visualization for education. In: G. Tam, & F. Vidal (Eds.), *EG UK Computer Graphics & Visual Computing (CGVC) Conference* (pp. 91–101). Swansea, UK, 13-14, September 2018. Genf: Eurographics Association.
- Freina, L., & Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. In I. Roceanu (Ed.), *Proceedings of the 11th International Scientific Conference "eLearning and Software for Education" - Rethinking education by leveraging the eLearning pillar of the Digital Agenda for Europe, 1* (pp. 133-141). Bukarest, 23-24, April 2015. Bukarest: Carol I National Defence University Publishing House.
- French, J. W. (1951). *The description of aptitude and achievement tests in terms of rotated factors* (Psychometric Monographs, No. 5). Chicago: University of Chicago Press.
- French, J. W., Ekstrom, R. B., & Price, L. A. (1963). *Manual for kit of reference tests for cognitive factors*. Princeton, New Jersey: Educational Testing Service.
- Furley, P., & Memmert, D. (2010). Differences in spatial working memory as a function of team sports expertise: the Corsi Block-tapping task in sport psychological assessment. *Perceptual and motor skills*, 110(3), 801-808.
- Gardner, H. (1993). *Multiple intelligences: The theory in practice*. New York: Basic Books.

- Gaul, E. (2001). *A tervező-konstruáló képességek szerkezete és fejlődése 12-16 éves korban*. (Doktori disszertáció, ELTE BTK Neveléstudományi Doktori Iskola, Budapest.)
- Gaul, E., & Kárpáti, A. (2018). Innováció a vizuális nevelésben a Bauhaus-pedagógia alapján. *Educatio*, 27(2), 278-290.
- Gaul, E., Havasi, T., Nagy I., & Sándor, Zs. (2018). A 21. század képi nyelvének tanítása a Bauhaus magyar mestereinek pedagógiai öröksége nyomán. *Magyar Tudomány*, 179(6), 800-807.
- Gaul-Ács, Á., & Kárpáti, A. (2018). Óvodás gyermekrajzok vizsgálata a Három Narratív Rajz képalkotó feladatsorral. *Magyar Pedagógia*, 118(3), 279–306.
- Gilligan, K. A., Hodgkiss, A., Thomas, M. S., & Farran, E. K. (2019). The developmental relations between spatial cognition and mathematics in primary school children. *Developmental science*, 22(4), e12786.
- Gittler, G., & Glück, J. (1998). Differential transfer of learning: Effects of instruction in descriptive geometry on spatial test performance. *Journal of Geometry and Graphics*, 2(1), 71-84.
- Goldstein, D., Haldane, D., & Mitchell, C. (1990). Sex differences in visual-spatial ability: The role of performance factors. *Memory & Cognition*, 18(5), 546-550.
- Gombás, J. (2014). A zenei tevékenységek pszichológiai hatásai. In J. Torgyik (Ed.), *Sokszínű pedagógiai kultúra* (pp. 239-243.). Komarno: International Research Institute.
- Gorska, R., Sorby, S. A., & Leopold, C. (1998). Gender differences in visualization skills-an international perspective. *The Engineering Design Graphics Journal*, 62(3), 9-18.
- Gorska, R., & Sorby, S. A. (2008). Testing Instruments For The Assessment Of 3-D Spatial Skills. In *Proceedings of the 2008 ASEE Annual Conference & Exposition* (pp. 13.1196. 1-10). Pittsburgh, Pennsylvania: American Society for Engineering Education.
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2003). Action video game modifies visual selective attention. *Nature*, 423(6939), 534-537.
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2006). Enumeration versus multiple object tracking: The case of action video game players. *Cognition*, 101(1), 217-245.
- Guay, R. B. (1977). *Purdue spatial visualization test: Rotations*. West Lafayette, Indiana, Purdue Research Foundation.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Guilford, J. P., & Zimmerman, W. S. (1948). The Guilford-Zimmerman Aptitude Survey. *Journal of applied Psychology*, 32(1), 24-34.
- Gunderson, E. A., Ramirez, G., Beilock, S. L., & Levine, S. C. (2012). The relation between spatial skill and early number knowledge: the role of the linear number line. *Developmental psychology*, 48(5), 1229-1241.
- Güven, B., & Kosa, T. (2008). The effect of dynamic geometry software on student mathematics teachers' spatial visualization skills. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 7(4), 100-107.

- Gyarmathy, É. (2009). Atipikus agy és a tehetség 1. Tehetség és a neurológia háttérű teljesítményzavarok, valamint az Asperger-szindróma. *Pszichológia*, 29(4), 377-390.
- György, P. (1995). *A művészet és média találkozása a boncaszalonon*. Budapest: Kulturtrade Kiadó.
- Habacha, H., Molinaro, C., & Dosseville, F. (2014). Effects of gender, imagery ability, and sports practice on the performance of a mental rotation task. *The American journal of psychology*, 127(3), 313-323.
- Habgood, M. J., & Ainsworth, S. E. (2011). Motivating children to learn effectively: exploring the value of intrinsic integration in educational games. *Journal of the Learning Sciences*, 20(2), 169-206.
- Hahn, N., Jansen, P., & Heil, M. (2010). Preschoolers' mental rotation: Sex differences in hemispheric asymmetry. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(6), 1244-1250.
- Halász, G. (2004). Értékelés és ellenőrzés a közoktatásban. *Mester és Tanítvány*, 1(2), 103-116.
- Halpern, D. F. (2000). *Sex differences in cognitive abilities*. Hove, New York: Psychology press.
- Halpern, D. F. (2004). A cognitive-process taxonomy for sex differences in cognitive abilities. *Current directions in psychological science*, 13(4), 135-139.
- Halpern, D. F., Benbow, C. P., Geary, D. C., Gur, R. C., Hyde, J. S., & Gernsbacher, M. A. (2007). The science of sex differences in science and mathematics. *Psychological science in the public interest*, 8(1), 1-51.
- Hampel, G. (2018). A cities: skylines városépítő szimulációs játék. *Jelenkori Társadalmi és Gazdasági Folyamatok*, 13(3-4), 177-187.
- Hausmann, M., Slabbekoorn, D., Van Goozen, S. H., Cohen-Kettenis, P. T., & Güntürkün, O. (2000). Sex hormones affect spatial abilities during the menstrual cycle. *Behavioral neuroscience*, 114(6), 1245.
- Havasi, T. (2009). Az internet szerepe a fiatalok identitásának alakításában. *Új Pedagógiai szemle*, 59(5-6), 74-87.
- Hegarty, M., Richardson, A. E., Montello, D. R., Lovelace, K., & Subbiah, I. (2002). Development of a self-report measure of environmental spatial ability. *Intelligence*, 30(5), 425-447.
- Hegarty, M., & Waller, D. (2004). A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence*, 32(2), 175-191.
- Hegedűs, G. (2009). Barkácsolás és konstruálás a gyermekkorban. In H. J. Fischer & G. Hegedűs (Eds.), *Természet és technika a gyermekkorban Kézikönyv I.* (pp. 37-48). Kecskemét: Kecskeméti Főiskola Tanítóképző Főiskolai Kar.
- Helyi tanterv (2012). *Vizuális kultúra (1-4. évfolyam), Vizuális kultúra (5-6. évfolyam), Vizuális kultúra (emelt szintű) (5-6. évfolyam)*. Pápa: Munkácsy Mihály Általános Iskola.
- Heppe, H., Kohler, A., Fleddermann, M. T., & Zentgraf, K. (2016). The relationship between expertise in sports, visuospatial, and basic cognitive skills. *Frontiers in psychology*, 7, 904.
- Herendiné Kónya, E. (2007). *Kisiskolások térbeli tájékozódó képességének fejlesztési lehetőségei*. (Doktori disszertáció, DE TDT Matematika és Számítástudományok Doktori Iskola, Debrecen.)

- Herrmann, D. J., Crawford, M., & Holdsworth, M. (1992). Gender-linked differences in everyday memory performance. *British Journal of Psychology*, 83(2), 221-231.
- Hetland, L., & Winner, E. (2004). Cognitive transfer from arts education to nonarts outcomes: Research evidence and policy implications. In E. Eisner & M. Day (Eds.), *Handbook of research and policy in art education* (pp. 143-170). London: Routledge.
- Hewitt, K. (2001). Blocks as a tool for learning: A historical and contemporary perspective. *Young Children*, 56(1), 6-14.
- Ho, C. H., & Eastman, C. M. (2005). How representations and strategies influence design spatial problem solving. In T. Barkowsky, C. Freksa, M. Hegarty, & R. Lowe (Eds.), *Reasoning with mental and external diagrams: Computational modeling and spatial assistance* (pp. 114-120). Menlo Park, California: AAAI (Association for the Advancement of Artificial Intelligence) Press.
- Hülber, L., & Molnár, Gy. (2013). Papír és számítógép alapú tesztelés nagymintás összehasonlító vizsgálata matematika területén, 1-6. évfolyamon. *Magyar Pedagógia*, 113(4), 243–263.
- Jansen, P., Kellner, J., & Rieder, C. (2013a). The improvement of mental rotation performance in second graders after creative dance training. *Creative Education*, 4(06), 418-422.
- Jansen, P., Schmelter, A., Quaiser-Pohl, C., Neuburger, S., & Heil, M. (2013b). Mental rotation performance in primary school age children: Are there gender differences in chronometric tests? *Cognitive Development*, 28(1), 51-62.
- Jansen-Osmann, P., & Heil, M. (2007). Suitable stimuli to obtain (no) gender differences in the speed of cognitive processes involved in mental rotation. *Brain and Cognition*, 64(3), 217-227.
- Jee, B. D., Gentner, D., Uttal, D. H., Sageman, B., Forbus, K., Manduca, C. A., Ormand, J. C., Shipley, F. T., & Tikoff, B. (2014). Drawing on experience: How domain knowledge is reflected in sketches of scientific structures and processes. *Research in Science Education*, 44(6), 859-883.
- Kail, R., Carter, P., & Pellegrino, J. (1979). The locus of sex differences in spatial ability. *Perception & Psychophysics*, 26(3), 182-186.
- Kallai, J., Makany, T., Karadi, K., & Jacobs, W. J. (2005). Spatial orientation strategies in Morris-type virtual water task for humans. *Behavioural brain research*, 159(2), 187-196.
- Katona, J. (2012): *A geometriai térszemlélet számítógéppel támogatott fejlesztése a műszaki felsőoktatásban.* (Doktori disszertáció, Debreceni Egyetem, Debrecen.)
- Kaufmann, H., Schmalstieg, D., & Wagner, M. (2000). Construct3D: a virtual reality application for mathematics and geometry education. *Education and information technologies*, 5(4), 263-276.
- Kárpáti, A. (1992). *A Leonardo Program. A vizuális nevelés öt modellje.* Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Kárpáti, A. (1995). The Leonardo Program. In: H. Kauppinen & M. Dicket (Eds.), *International Trends in Art Education* (pp. 82-96). Washington: NAEA (National Art Education Association).
- Kárpáti, A. (1996). A Leonardo program pedagógiai hatásvizsgálata. *Magyar Pedagógia*, 96(1), 3-34.

- Kárpáti, A., & Gyebnár, V. (1996). A vizuális képességek pedagógiai és pszichológiai mérésének összefüggései a Leonardo Programban. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 52(4-6), 273–296.
- Kárpáti, A., & Gyebnár, V. (1997). A vizuális képességek értékelése. *Iskolakultúra*, 7(8), 46-55.
- Kárpáti, A., Zempléni, A., Verhelst, N. D., Velduijzen, N. H., & Schönau, D. W. (1998). Expert agreement in judging art projects - A myth or reality? *Studies in Educational Evaluation*, 24(4), 385-404.
- Kárpáti, A. (2001). *Firkák, formák, figurák – a vizuális nyelv fejlődése a kisgyermekkortól a kamaszkorig*. Budapest: Dialóg Campus Kiadó.
- Kárpáti, A. (2003). Mélni a mérhetetlent: teljesítményértékelés a vizuális nevelésben. *Iskolakultúra*, 13(8), 95-106.
- Kárpáti, A. (2005). *A kamaszok vizuális nyelve*. Budapest, Akadémiai Kiadó.
- Kárpáti, A., & Gaul, E. (2011). A vizuális képességrendszer: tartalom, fejlődés, értékelés. In B. Csapó & A. Zsolnai (Eds.), *Kognitív és affektív fejlődési folyamatok diagnosztikus értékelésének lehetőségei az iskola kezdő szakaszában* (pp. 41-82). Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Kárpáti A., & Papp L. (2012). Vizuális tanuló közösségek. In T. Kozma & I. Perjés (Eds.), *Új kutatások a neveléstudományban* (pp. 61–69). Budapest: ELTE, Eötvös Kiadó.
- Kárpáti, A. (2013). „Gyermekrajz” a 21. Században: egy új fejlődélmélet felé. In Gy. Molnár & E. Korom (Eds.), *Az iskolai sikerességet befolyásoló kognitív és affektív tényezők értékelése* (pp. 105-122). Budapest: Nemzedékek Tudása Tankönyvkiadó.
- Kárpáti, A., Babály, B., & Budai, L. (2014). Developmental Assessment of Spatial Abilities Through Interactive, Online 2D and Virtual 3D Tasks. *Guo ji yi shu jiao yu xue kan/The international journal of arts education*, 12(2), 94-124.
- Kárpáti, A., Babály, B., & Simon, T. (2015). A vizuális képességrendszer elemeinek értékelése: térszemlélet és képi kommunikáció. In B. Csapó & A. Zsolnai (Eds.), *Online diagnosztikus mérések az iskola kezdő szakaszában* (pp 29–58). Budapest: Oktatókutató és Fejlesztő Intézet.
- Kárpáti, A., Babály, B., & Budai, L. (2016). Onlinetests für die Teilkompetenz Imaginieren (Raumvorstellung). In E. Wagner, & D. Schönau (Eds.), *Cadre Européen Commun de Référence pour la Visual Literacy – Prototype: Common European Framework of Reference for Visual Literacy – Prototype; Gemeinsamer Europäischer Referenzrahmen für Visual Literacy – Prototyp* (pp. 319-327). New York: Waxmann.
- Kárpáti, A., & Pataky, G. (2016). A közös európai vizuális műveltség referenciakeret. *Neveléstudomány*, 4(1), 6–21.
- Kárpáti, A. (2018). A Közös Európai Vizuális Műveltség Referenciakeret szerkezete, tartalma és jelentősége más művészetpedagógiai területek számára. *Magyar Tudomány*, 179(6), 789–799.
- Kárpáti, A. (2019). *A gyermekrajztól a fiatalok vizuális nyelvégig*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Kárpáti, A., & Nagy, A. (2019). Digitális kreativitás – a vizuális és informatikai kultúra szinergiája. *Iskolakultúra*, 29(4-5), 86-98.

Kárpáti, A., & Schönau, D. (2019). The Common European Framework of Reference: The bigger picture. *International Journal of Education through Art*, 15(1), 3-14.

Kerber, Z. (2006). A tantárgyközi oktatás helyzete. In Z. Kerber (Ed.), *Hidak a tantárgyak között. Kereszttantervi kompetenciák és tantárgyközi kapcsolatok*. Budapest: Országos Közoktatási Intézet. <https://ofi.oh.gov.hu/tantargykozi-oktatas-helyzete>

Kiss, P. (2010). Felsőfokú kompetenciákról nemzetközi kitekintésben. In P. Kiss (Ed.), *Diplomás Pályakövetés III, Kompetenciamérés a felsőoktatásban* (pp. 17-26). Budapest: Educatio Társadalmi Szolgáltató Nonprofit Kft. https://www.felvi.hu/felsooktatasimuhely/dpr/kiadvanyok/dpr3_kotet

Klima, G., & Kárpáti, A. (2018). A vizuális nevelés és a médiapedagógia szinergiája - problémák és lehetőségek. *Iskolakultúra*, 28(8-9), 63-71.

Kohs, S. C. (1923). *Intelligence measurement: A psychological and statistical study based upon the block designs test*. New York: MacMillan.

Koch, D. S. (2006). *The Effects of Solid Modeling and Visualization on Technical Problem Solving*. (Doctoral dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia.)

Kovács, A. Z., & Németh, L. (2014). Development of spatial ability according to mental rotation test at SKF and YBL. *Ybl journal of built environment*, 2(1), 18-29.

Kovács, H. (2019). Characteristic features of digital and analogue self-portraits of children. In M. Kallio-Tavin, & O. Sushchenko (Eds.), *Special issue InSEA Congress 2018: Scientific and Social Interventions in Art Education, Volume 2* (pp. 1112-1129). Espoo: Synnyt/Origins.

Kozhevnikov, M., Hegarty, M., & Mayer, R. E. (2002). Revising the visualizer-verbalizer dimension: Evidence for two types of visualizers. *Cognition and instruction*, 20(1), 47-77.

Krisztián, Á., Bernáth, L., Gombos H., & Vereczkei L. (2015). Developing numerical ability in children with mathematical difficulties using origami. *Perceptual and Motor Skills*, 121(1), 233-243.

Kyritsis, M., & Gulliver, S. R. (2009). Gilford Zimmerman orientation survey: A validation. In *2009 7th International Conference on Information, Communications and Signal Processing (ICICS)* (pp. 1-4). Piscataway, New Jersey: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).

Lantos, F. (1976). *Természet-Látás-Alkotás I.-IV.* Pécs: Janus Pannonius Múzeum.

Lantos, F. (1982): *Építsünk együtt!* Budapest: Móra Ferenc Könyvkiadó.

Lawton, C. A., & Hatcher, D. W. (2005). Gender differences in integration of images in visuospatial memory. *Sex roles*, 53(9-10), 717-725.

Leopold, C., Gorska, R. A., & Sorby, S. A. (2001). International experiences in developing the spatial visualization abilities of engineering students. *Journal for Geometry and Graphics*, 5(1), 81-91.

Leopold, C. (2005). Geometry education for developing spatial visualisation abilities of engineering students. *Journal Biuletyn of Polish Society for Geometry and Engineering Graphics*, 15, 39-45.

Lerner, F. (2005). Foundations for design education: Continuing the Bauhaus Vorkurs vision. *Studies in Art Education*, 46(3), 211-226.

- Levine, S. C., Huttenlocher, J., Taylor, A., & Langrock, A. (1999). Early sex differences in spatial skill. *Developmental psychology, 35*(4), 940-949.
- Levine, S. C., Vasilyeva, M., Lourenco, S. F., Newcombe, N. S., & Huttenlocher, J. (2005). Socioeconomic status modifies the sex difference in spatial skill. *Psychological science, 16*(11), 841-845.
- Levine, S. C., Ratliff, K. R., Huttenlocher, J., & Cannon, J. (2012). Early puzzle play: a predictor of preschoolers' spatial transformation skill. *Developmental psychology, 48*(2), 530-542.
- Lewis, H. P. (1963). Spatial representation in drawing as a correlate of development and a basis for picture preference. *The Journal of Genetic Psychology, 102*(1), 95-107.
- Li, R. (2014). Why women see differently from the way men see? A review of sex differences in cognition and sports. *Journal of sport and health science, 3*(3), 155-162.
- Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child development, 56*(6), 1479-1498.
- Lohman, D. F. (1979). *Spatial ability: A review and re-analysis of the correlational literature* (Technical Report/Aptitudes Research Project, No. 8). Stanford, California: Stanford University, School of Education.
- Lohman, D. F. (1996). Spatial ability and g. In I. Dennis & P. Tapsfield (Eds.), *Human abilities: Their nature and assessment* (pp. 97-116). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Lubinski, D. (2010). Spatial ability and STEM: A sleeping giant for talent identification and development. *Personality and Individual Differences, 49*(4), 344-351.
- Maccoby, E. E., & Jacklin, C. N. (1974). *The psychology of sex differences*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Mag, V. (2014). A mentális tér sajátosságai, kihívásai és problémái (Kortárs térelméletek jellemzői). *Erdélyi Múzeum, 76*(3), 72-77.
- Magyar Közlöny (2012/66). *Alaptanterv - Vizuális kultúra (1-12. évfolyam)*. Nemzeti Erőforrás Minisztérium, Magyar Közlöny, 2012/66, (pp. 166-175).
- Magyar Közlöny (2012/51). *Kerettanterv - Vizuális kultúra (1-2. és 3-4. évfolyam), Vizuális kultúra (5-6. évfolyam)*. Nemzeti Erőforrás Minisztérium, Magyar Közlöny, 2012/51 (1. és 2. melléklet).
- Maier, P. H. (1994). *Räumliches vorstellungsvermögen*. Wien: Lang.
- Martín-Dorta, N., Saorín, J. L., & Contero, M. (2008). Development of a fast remedial course to improve the spatial abilities of engineering students. *Journal of Engineering Education, 97*(4), 505-513.
- Martin-Gutiérrez, J., Gil, F. A., Contero, M., & Saorín, J. L. (2013). Dynamic three-dimensional illustrator for teaching descriptive geometry and training visualisation skills. *Computer Applications in Engineering Education, 21*(1), 8-25.
- Mason, C. Y., Steedly, K. M., & Thormann, M. S. (2005). *Arts integration: How do the arts impact social, cognitive, and academic skills*. Washington, DC: VSA arts.

- McArthur, J. M., & Wellner, K. L. (1996). Reexamining spatial ability within a Piagetian framework. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 33(10), 1065-1082.
- McClarty, K. L., Orr, A., Frey, P. M., Dolan, R. P., Vassileva, V., & McVay, A. (2012). A literature review of gaming in education. *Gaming in education, Research Report* (pp. 1-35). New Jersey: Pearson Publishing.
- McFarlane, A., Sparrowhawk, A., & Heald, Y. (2002). *Report on the educational use of games. An exploration by TEEM of the contribution which games can make to the education process*. Cambridge, UK: Teachers Evaluating Educational Media.
- McGee, M. G. (1979). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *Psychological bulletin*, 86(5), 889-918.
- McKim, R. H. (1980). *Experiences in visual thinking*. Boston, Massachusetts: PWS Publishers.
- McKnight, A., & Mulligan, J. (2012). Teaching Early Mathematics “Smarter not Harder”: Using Open-ended Tasks to Build Models and Construct Patterns. *Australian primary Mathematics Classroom*, 15(3), 4-9.
- Michael, W. B., Guilford, J. P., Fruchter, B., & Zimmerman, W. S. (1957). The description of spatial-visualization abilities. *Educational and psychological measurement*, 17(2), 185-199.
- Miller, D. I., & Halpern, D. F. (2014). The new science of cognitive sex differences. *Trends in cognitive sciences*, 18(1), 37-45.
- Moffat, S. D., Hampson, E., & Hatzipantelis, M. (1998). Navigation in a “virtual” maze: Sex differences and correlation with psychometric measures of spatial ability in humans. *Evolution and Human Behavior*, 19(2), 73-87.
- Mohler, J. L. (2001). Using interactive multimedia technologies to improve student understanding of spatially-dependent engineering concepts. In *Proceeding of the International GraphiCon Conference on Computer Geometry and Graphics* (pp. 292–300). 10-17 September 2001. Nizhny Novgorod: State University of Architecture and Civil Engineering.
- Mohler, J. L. (2008). The Impact of Visualization Methodology on Spatial Problem Solutions Among High and Low Visual Achievers. *Journal of Industrial Technology*, 24(1), 1-9.
- Mohler, J. L. (2009). Examining the spatial ability phenomenon from the student's perspective. *The Engineering Design Graphics Journal*, 72(3), 1-15.
- Mohler, J. L., & Miller, C. L. (2009). Improving spatial ability with mentored sketching. *The Engineering Design Graphics Journal*, 72(1), 19-27.
- Moholy-Nagy, L. (1996). *Látás mozgásban*. Budapest, Műcsarnok-Intermédia.
- Molnár, Gy. (2011). Számítógépes játék-alapú képességfejlesztés: egy pilot vizsgálat eredményei. *Iskolakultúra*, 21(6-7), 3-11.
- Molnár, Gy., & Csapó, B. (2011). Az 1–11 évfolyamot átfogó induktív gondolkodás kompetenciaskála készítése a valószínűségi tesztelmélet alkalmazásával. *Magyar Pedagógia*, 111(2), 127–140.

- Molnár, Gy., & Pásztor, A. (2015). A számítógép alapú mérések megvalósíthatósága kisiskolás diákok körében: első évfolyamos diákok egér- és billentyűzet-használati képességeinek fejlettségi szintje. *Magyar Pedagógia*, 115(3), 237–252.
- Money, J., Alexander, D., & Walker Jr., H. T. (1965). *A standardized road-map test of direction sense*. Baltimore: Johns Hopkins Press.
- Moreau, D., Clerc, J., Mansy-Dannay, A., & Guerrien, A. (2012). Enhancing spatial ability through sport practice. *Journal of Individual Differences*, 33(2), 83–88.
- Morra, S. (2008). Children's spatial structures in children's drawings: How do they develop? In C. Lange-Küttner & A. Vinter (Eds.), *Drawing and the non-verbal mind: A life-span perspective* (pp. 164–198). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Mozaik Kiadó (2004). *Kerettanterv – Rajz és vizuális kultúra (1-4. évfolyam), Rajz és vizuális kultúra (5-8. évfolyam)*. Szeged: Mozaik Kiadó.
- Nagy, J. (1998). A kognitív képességek rendszere és fejlődése. *Iskolakultúra*, 8(10), 3-21.
- Nagyné Kondor, R. (2007). *Dinamikus geometriai rendszer bevezetése a gépészmérnök hallgatók műszaki ábrázolás oktatásába*. (Doktori disszertáció, Debreceni Egyetem, Debrecen.)
- 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.
- Nemzeti Tankönyvkiadó (2007). *Kerettanterv - Vizuális kultúra (1-4. évfolyam), Vizuális kultúra (5-6. évfolyam)*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó (NTK Műhely).
- Neuburger, S., Jansen, P., Heil, M., & Quaiser-Pohl, C. (2012). A threat in the classroom: Gender stereotype activation and mental-rotation performance in elementary-school children. *Zeitschrift für Psychologie*, 220(2), 61-69.
- Newcombe, N., Bandura, M. M., & Taylor, D. G. (1983). Sex differences in spatial ability and spatial activities. *Sex roles*, 9(3), 377-386.
- Newcombe, N. S. (2010). Picture this: Increasing math and science learning by improving spatial thinking. *American Educator*, 34(2), 29-43.
- Newcombe, N. S. (2013). Seeing Relationships: Using Spatial Thinking to Teach Science, Mathematics, and Social Studies. *American Educator*, 37(1), 26-40.
- Newcombe, N. S., Uttal, D. H., & Sauter, M. (2013). Spatial Development. In P. Zelazo (Ed.), *Oxford Handbook of Developmental Psychology* (pp. 1-75). Oxford: Oxford University Press.
- OECD/CERI (2008). *New Millennium Learners / Initial findings on the effects of digital technologies on school-age learners. International Conference "Learning in the 21st Century: Research, Innovation and Policy"*. 15-16 May 2008. Paris: Center for Educational Research and Innovation.
<http://www.oecd.org/site/educeri21st/40554230.pdf>
- OECD (2012). PISA (Programme for International Student Assessment) 2012 Results in Focus - What 15-year-olds know and what they can do with what they know. Paris: PISA, OECD Publishing.
<http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf>

OECD (2013a). PISA (Programme for International Student Assessment) 2012 released mathematics items. <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa2012-2006-rel-items-maths-ENG.pdf>

OECD (2013b). "Cognitive outcomes of visual arts education". In *Art for Art's Sake?: The Impact of Arts Education*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264180789-7-en>

Okagaki, L., & Frensch, P. A. (1994). Effects of video game playing on measures of spatial performance: Gender effects in late adolescence. *Journal of applied developmental psychology*, 15(1), 33-58.

Oktatási Hivatal (2011). TIMSS példafeladatok. https://www.oktatas.hu/koznevelas/meresek/timss/peldafeladatok_timss A 2007-es felmérések nyilvánosságra hozott matematika feladatai a 8. évfolyam számára. https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/nemzetkozi_meresek/timss/timss07_matek_8ev_f.pdf

Park, N., & Ko, Y. (2012). Computer education's teaching-learning methods using educational programming language based on STEAM education. In J. J. Park et al. (Eds.), *IFIP International Conference on Network and Parallel Computing* (pp. 320-327). Berlin, Heidelberg: Springer.

Pásztor, A. (2016). *Az induktív gondolkodás technológia alapú mérése és fejlesztése*. (Doktori disszertáció, SZTE BTK Neveléstudományi Doktori Iskola, Szeged.)

Pataky, G. (2010). *Tárgykészítés-tárgytervezés a 6-12 éves gyerekek vizuális nevelésében, egy diagnosztikus mérés tükrében*. (Doktori disszertáció, ELTE Neveléstudományi Doktori Iskola, Budapest.)

Pataky, G. (2012). *Vizuális képességek fejlődése 6-12 éves korban a tárgykultúra tanításának területén*. Budapest: ELTE Tanító- és Óvóképző Kar.

Pataky, G. (2017a). Szemléletre építünk: Épített környezeti nevelés az alsófokú pedagógusképzés vizuális programjaiban, az óvóképzéstől a tanárképzésig. In E. Tóth (Ed.), *Épített környezeti nevelés a felsőoktatásban konferencia - Előadás-összefoglalók* (pp. 35-42). Budapest, 2017. május 11. Pécs: kultúrAktív Egyesület.

Pataky, G. (2017b). Plasztikai képességek fejlődése 3–7 éves korban a CEFR_VL kompetenciamodell tükrében. Diagnosztikus vizsgálat a síkbeli (2D) és a térbeli (3D) alkotások köréből a vizuális nevelés rendszerében. *Gyermeknevelés*, 5(1), 171–187.

Pehkonen, E. (1997). The state-of-art in mathematical creativity. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 29(3), 63-67.

Peternák, M. (1989). *Új képkorszak határán – A számítógépes grafika és animáció kezdetei Magyarországon*. Budapest: Számítástechnika-alkalmazási Vállalat.

Peternák, M. (1993). *Új képfajtákról*. Budapest: Balassi Kiadó.

Piaget, J., & Inhelder, B. (1956). *The child's conception of space*. London: Routledge & Kegan Paul.

Piaget, J. (1970). Az észleleti tér, a képzeleti tér és az alaklátás (a sztereognosztikus észlelés). In J. Piaget (Ed.), *Válogatott tanulmányok*. Budapest: Gondolat Kiadó.

Previc, F. H. (1998). The neuropsychology of 3-D space. *Psychological bulletin*, 124(2), 123-164.

- Quaiser-Pohl, C., Lehmann, W., & Eid, M. (2004). The relationship between spatial abilities and representations of large-scale space in children—a structural equation modeling analysis. *Personality and Individual Differences, 36*(1), 95-107.
- Quaiser-Pohl, C., Geiser, C., & Lehmann, W. (2006). The relationship between computer-game preference, gender, and mental-rotation ability. *Personality and Individual Differences, 40*(3), 609-619.
- Quasha, W. H., & Likert, R. (1937). The revised Minnesota paper form board test. *Journal of Educational Psychology, 28*(3), 197-204.
- Rafi, A., Samsudin, K. A., & Ismail, A. (2006). On improving spatial ability through computer-mediated engineering drawing instruction. *Journal of Educational Technology & Society, 9*(3), 149-159.
- Razel, M., & Eylon, B. S. (1990). Development of visual cognition: Transfer effects of the Agam program. *Journal of applied developmental psychology, 11*(4), 459-485.
- Reilly, D., & Neumann, D. L. (2013). Gender-role differences in spatial ability: A meta-analytic review. *Sex Roles, 68*(9-10), 521-535.
- 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 M. S. Khine (Ed.), *Visual-Spatial Ability: Transforming Research into Practice* (pp. 195-224). Switzerland: Springer International.
- Reynolds, S. J., Piburn, M. D., Leedy, D. E., McAuliffe, C. M., Birk, J. P., & Johnson, J. K. (2006). The Hidden Earth—Interactive, computer-based modules for geoscience learning. *Geological Society of America Special Papers, 413*, 157-170.
- 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.
- Roberts, J. E., & Bell, M. A. (2003). Two-and three-dimensional mental rotation tasks lead to different parietal laterality for men and women. *International Journal of Psychophysiology, 50*(3), 235-246.
- Roca-González, C., Martín-Gutiérrez, J., García-Dominguez, M., Carrodegua, M., & del Carmen, M. (2017). Virtual technologies to develop visual-spatial ability in engineering students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 13*(2), 441-468.
- Salat, A. E., & Séra, L. (2002): A téri vizualizáció fejlesztése transz-formációs geometriai feladatokkal. *Magyar pedagógia, 102*(4), 459–473.
- Salthouse, T. A., Mitchell, D. R., & Palmon, R. (1989). Memory and age differences in spatial manipulation ability. *Psychology and Aging, 4*(4), 480-486.
- Sanabria, J. C., & Arámburo-Lizárraga, J. (2017). Enhancing 21st century skills with AR: Using the gradual immersion method to develop collaborative creativity. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 13*(2), 487-501.
- Sándor, Zs. (2011). *Vizuális alkotástípusok a kommunikációban. A vizuális kommunikáció változatainak összehasonlító elemzése.* (Doktori disszertáció, PTE BTK Nyelvtudományi Doktori Iskola, Kommunikáció Doktori Program, Pécs.)

- Sandstrom, N. J., Kaufman, J., & Huettel, S. (1998). Males and females use different distal cues in a virtual environment navigation task. *Cognitive Brain Research*, 6(4), 351–360.
- Seabra, R. D., & Santos, E. T. (2013). Developing the spatial visualization ability with a virtual reality tool for teaching descriptive geometry: A brazilian experience. *Journal for geometry and graphics*, 17(1), 101-117.
- Secora, K., & Emmorey, K. (2019). Social abilities and visual-spatial perspective-taking skill: deaf signers and hearing nonsigners. *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 24(3), 201-213.
- Séra, L. (2002). *Téri orientáció, téri reprezentáció*. (Doktori disszertáció, PTE BTK Pszichológia Doktori Iskola, Pécs.)
- Séra, L., Kárpáti, A., & Gulyás, J. (2002). *A térszemlélet. A vizuális-téri képességek pszichológiája, fejlesztése és mérése*. Pécs: Comenius Kiadó.
- Serbin, L. A., Connor, J. M., & Iler, I. (1979). Sex-stereotyped and nonstereotyped introductions of new toys in the preschool classroom: An observational study of teacher behavior and its effects. *Psychology of Women Quarterly*, 4(2), 261-265.
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171(3972), 701-703.
- Shepard, R. N., & Judd, S. A. (1976). Perceptual illusion of rotation of three-dimensional objects. *Science*, 191(4230), 952-954.
- Shepard, R. N. (1978). Externalization of mental images and the act of creation. In B. S. Randhawa & W. E. Coffman (Eds.), *Visual learning, thinking, and communication* (pp. 133-190). New York: Academic Press.
- Shepard, R. N., & Cooper, L. A. (1982). *Mental images and their transformations*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.
- Silver, R. A. (1975). *Using Art to Evaluate and Develop Cognitive Skills: Children with Communication Disorders and Children with Learning Disabilities*. Louisville, Kentucky: American Art Therapy Association.
- Silver, R. A. (1989). *Developing Cognitive and Creative Skills through Art: Programs for Children with Communication Disorders or Learning Disabilities*. New York: Ablin Press.
- Silverman, L. K. (2002). *Upside-down brilliance: The visual-spatial learner*. Denver, Colorado: DeLeon Publishing.
- Simon, T. (2018). *A vizuális kommunikáció képesség diagnosztikus mérés 4-6. évfolyamban*. (Doktori disszertáció, SZTE BTK Neveléstudományi Doktori Iskola, Szeged.)
- Sipos, M. (2008). White Magic: Pixelache (Helsinki). *Balkon*, 9, 35–37.
- Sjölander, M. (1998). Spatial cognition and environmental descriptions. In N. Dahlbäck (Ed.), *Exploring navigation: towards a framework for design and evaluation of navigation in electronic spaces* (pp. 47-58). Kista, Stockholm: Swedish Institute of Computer Science.
- Smith, I. (1964). *Spatial Ability*. London: University of London Press.

- Sorby, S. A. (1999). Developing 3-D spatial visualization skills. *Engineering Design Graphics Journal*, 63(2), 21-32.
- Sorby, S. A., & Baartmans, B. J. (2000). The development and assessment of a course for enhancing the 3-D spatial visualization skills of first year engineering students. *Journal of Engineering Education*, 89(3), 301-307.
- Sorby, S. A. (2007). Developing 3D spatial skills for engineering students. *Australasian Journal of Engineering Education*, 13(1), 1-11.
- Sorby, S. A. (2009). Educational research in developing 3-D spatial skills for engineering students. *International Journal of Science Education*, 31(3), 459-480.
- Spence, I., Yu, J. J., Feng, J., & Marshman, J. (2009). Women match men when learning a spatial skill. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35(4), 1097-1103.
- Spence, I., & Feng, J. (2010). Video games and spatial cognition. *Review of General Psychology*, 14(2), 92-104.
- Stachel, H. (2007). The status of today's Descriptive Geometry related education (CAD/CG/DG) in Europe. *Journal of Graphic Science of Japan*, 41(1), 15-20.
- Sutton, K., & Williams, A. (2007). *Spatial Cognition and its Implications for Design*. Hong Kong, China: International Association of Societies of Design Research.
- Sutton, K., & Williams, A. (2010). Implications of spatial abilities on design thinking. In D. Durling (Ed.), *Design & Complexity, Conference Proceedings*. Montreal (Quebec), Canada 7-9 July 2010. Montreal: Design Research Society.
- Sutton, K., & Allen, R. (2011). *Assessing and Improving Spatial Ability for Design-Based Disciplines Utilising Online Systems, Final Report* (pp. 1–40). Newcastle: The University of Newcastle, Australian Learning and Teaching Council.
- Szabics, Á. (2009). Miénk a vár! Kortárs képzőművészet gyerekeknek. *Új pedagógiai szemle*, 59(5-6), 179-184.
- Szabolcs, É., & Réthy, E. (1999). Fröbel és a nőmozgalmak Magyarországon. *Magyar Pedagógia*, 99(4), 363-373.
- Szivák, J., & Tóth, Gy. (2012). *Nemformális és informális tanulás*. Kecskemét: Kecskeméti Főiskola Tanítóképző Főiskolai Kar.
- Taljaard, J. (2016). A Review of Multi-Sensory Technologies in a Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM) Classroom. *Journal of Learning Design*, 9(2), 46-55.
- Tan, D. S. (2004). *Exploiting the cognitive and social benefits of physically large displays*. (Doctoral Dissertation, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania.)
- Tartre, L. A. (1990). Spatial orientation skill and mathematical problem solving. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(3), 216-229.

- Terlecki, M. S., Newcombe, N. S., & Little, M. (2008). Durable and generalized effects of spatial experience on mental rotation: Gender differences in growth patterns. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 22(7), 996-1013.
- Thornton, S. (1996). *Club Cultures: Music, Media and Subcultural Capital*. Middletown, Connecticut: Wesleyan University Press.
- Thurstone, L. L. (1938). *Primary mental abilities. Psychometric Monographs*, 1. Chicago, Illinois: University of Chicago Press.
- Thurstone, L. L., & Thurstone, T. G. (1941). *Factorial studies of intelligence. Psychometric Monographs*, 2. Chicago, Illinois: University of Chicago Press.
- Thurstone, L. L., & Thurstone, T. G. (1949). *Examiner manual for the SRA Primary Mental Abilities Test*. Chicago, Illinois: Science Research Associates.
- Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological review*, 55(4), 189-208.
- Tóth, A., Kárpáti, A., & Molnár, G. (2017). A színpercepció és a színértelmezés online mérésének lehetőségei kisiskolás korban. *Magyar Pedagógia*, 117(4), 399-421.
- Tóth, E., Csapó, B., & Székely, L. (2010). Az iskolák és osztályok közötti különbségek alakulása a magyar iskolarendszerben: egy longitudinális vizsgálat eredményei. *Közgazdasági Szemle*, 57(9), 798-814.
- Tóth, E., & Pataky, G. (2019). Why Architecture and the Built Environment Matters in Art Education. In M. Kallio-Tavin, & O. Sushchenko (Eds.), *Special issue InSEA Congress 2018: Scientific and Social Interventions in Art Education, Volume 2* (pp. 29-35). Synnyt/Origins.
- Tóth, P. (2013). A téri műveleti képességek fejlettségének vizsgálata. In J. T. Karlovitz & J. Torgyik (Eds.), *Neveléstudományi és szakmódszertani konferencia (Vzdelávacia, výskumná a metodická konferencia)* (pp. 285-294). Komárno, 2013. Január 7-8. Komárno: International Research Institute.
- Tóth, P. (2014). Térlátás fejlesztése online környezetben. In P. Tóth, R. Ósz, & Á. Várszegi (Eds.), *Pedagógusképzés - személyiségformálás, értékközvetítés, értékteremtés - IV. Trefort Ágoston Szakmai Tanárképzési Konferencia Tanulmánykötet* (pp. 253-275). Budapest, 2014. november 20. Budapest: Óbudai Egyetem Trefort Ágoston Mérnökpedagógiai Központ.
- Tóth, E., Fejes, J., B., Patai, J., & Csapó, B. (2016). Reziliencia a magyar oktatási rendszerben egy longitudinális program adatainak tükrében. *Magyar Pedagógia*, 116(3), 339-363.
- Tsutsumi, E., Schröcker, H. P., Stachel, H., & Weiss, G. (2005). Evaluation of students' spatial abilities in Austria and Germany. *Journal for Geometry and Graphics*, 9(1), 107-117.
- Tzuriel, D., & Egozi, G. (2006). Dynamic assessment of young children's spatial abilities: The effects of gender and task characteristics. *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 6(2), 218-247.
- Tzuriel, D., & Egozi, G. (2010). Gender differences in spatial ability of young children: The effects of training and processing strategies. *Child development*, 81(5), 1417-1430.
- Uttal, D. H. (2000). Seeing the big picture: Map use and the development of spatial cognition. *Developmental Science*, 3(3), 247-264.

- Uttal, D. H., & Cohen, C. A. (2012). Spatial thinking and STEM education: When, why, and how? In B. Ross (Ed.), *Psychology of learning and motivation*, 57 (pp. 147-181). Cambridge, Massachusetts: Elsevier, Academic Press.
- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. *Psychological bulletin*, 139(2), 352-402.
- Vandenberg, S. G., & Kuse, A. R. (1978). Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Perceptual and motor skills*, 47(2), 599-604.
- Vande Zande, R., Warnock, L., Nikoomanesh, B., & Van Dexter, K. (2014). The design process in the art classroom: Building problem-solving skills for life and careers. *Art Education*, 67(6), 20-27.
- Van Gerven, D. J., Schneider, A. N., Wuitchik, D. M., & Skelton, R. W. (2012). Direct measurement of spontaneous strategy selection in a virtual morris water maze shows females choose an allocentric strategy at least as often as males do. *Behavioral neuroscience*, 126(3), 465-478.
- Verdine, B. N., Golinkoff, R. M., Hirsh-Pasek, K., Newcombe, N. S., Filipowicz, A. T., & Chang, A. (2014a). Deconstructing building blocks: Preschoolers' spatial assembly performance relates to early mathematical skills. *Child development*, 85(3), 1062-1076.
- Verdine, B. N., Irwin, C. M., Golinkoff, R. M., & Hirsh-Pasek, K. (2014b). Contributions of executive function and spatial skills to preschool mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, 126, 37-51.
- Voyer, D., Voyer, S., & Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: a meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychological bulletin*, 117(2), 250-270.
- Voyer, D., Voyer, S. D., & Saint-Aubin, J. (2017). Sex differences in visual-spatial working memory: A meta-analysis. *Psychonomic bulletin & review*, 24(2), 307-334.
- Wagner, E., & Schönau, D. (2016). *Common European Framework of Reference for Visual Literacy - Prototype*. Münster, New York: Waxmann.
- Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 817-835.
- Wiebe, E. N. (2009). Future applications of geometry and graphics. *Engineering Design Graphics Journal*, 63(2) 13-20.
- Winner, E., Hetland, L., Veenema, S., Sheridan, K., Palmer, P., & Locher, I. (2006). Studio thinking: How visual arts teaching can promote disciplined habits of mind. In P. Locher, C. Martindale, L. Dorfman, & D. Leontiev (Eds.), *New directions in aesthetics, creativity, and the arts* (pp. 189-205). Amityville, New York: Baywood Publishing Company.
- Winner, E., & Drake, J. E. (2013). The rage to master: The decisive role of talent in the visual arts. In S. B. Kaufman (Ed.), *The complexity of greatness: Beyond talent or practice* (pp. 333-366). Oxford: Oxford University Press.

Winner, E., Goldstein, T. R., & Vincent-Lancrin, S. (2013). *Art for art's sake?: The impact of arts education*. OECD publishing.
http://www.oecd.org/education/cei/ART%20FOR%20ART%E2%80%99S%20SAKE%20OVERVIEW_EN_R3.pdf

Witkin, H. A. (1949). The nature and importance of individual differences in perception. *Journal of Personality, 18*(2), 145-170.

Witkin, H. A. (1950). Individual differences in ease of perception of embedded figures. *Journal of personality, 19*(1), 1-15.

Workman, J. E., & Caldwell, L. F. (2007). Effects of training in apparel design and product development on spatial visualization skills. *Clothing and Textiles Research Journal, 25*(1), 42-57.

Yakman, G. (2008). STΣ@M Education: An overview of creating a model of integrative education. In *Pupils Attitudes Towards Technology, 2008 Annual Proceedings*. Netherlands.
<https://www.iteea.org/File.aspx?id=86752&v=75ab076a>

Yakman, G. (2010). *What is the point of STE@ M? - A Brief Overview*. *Steam: A Framework for Teaching Across the Disciplines. STEAM Education, 7*. [https://steamedu.com/wp-content/uploads/2016/01/What is the Point of STEAM A Brief Overv.pdf](https://steamedu.com/wp-content/uploads/2016/01/What%20is%20the%20Point%20of%20STEAM%20A%20Brief%20Overv.pdf)

Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education, 32*(6), 1072-1086.

Yılmaz, H. B. (2009). On the development and measurement of spatial ability. *International Electronic Journal of Elementary Education, 1*(2), 83-96.

10. ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra A téri képességek osztályozása az objektumok belső (objektumon belüli) és külső (objektumok közötti) struktúrája, valamint statikus és dinamikus jellege alapján (Forrás: Gilligan, Hodgkiss, Thomas, & Farran, 2019, p. 50)	12
2. ábra A Térsemlélet teszt feladatai.: kétdimenziós vizuális térelképzelés (felismerés részképesség). (Forrás: Séra, Kárpáti, & Gulyás, 2002, tesztkönyv melléklet)	17
3. ábra A Térsemlélet teszt feladatai: tárgy képzeleti manipulálása (manipuláció részképesség). (Forrás: Séra, Kárpáti, & Gulyás, 2002, tesztkönyv melléklet)	17
4. ábra A Téri Műveleti Képességek teszt feladata: Térhatású alakzat szintézise (Forrás: Tóth, 2014, p. 266)	18
5. ábra A mentális transzformáció részképesség feladatának GeoGebra szoftverrel szerkesztett dinamikus változata (Forrás: Babály, Budai, & Kárpáti, 2013, p. 17)	20
6. ábra Téri orientációs feladat egocentrikus nézőpont felvételével - Guilford & Zimmerman: Spatial Orientation Test (Forrás: Tan, 2004, p. 144)	22
7. ábra Téri orientációs feladat allocentrikus nézőpont felvételével - Hegarty & Waller: Object Perspective Taking Test (Forrás: Secora & Emmorey, 2019, p. 205)	22
8. ábra TIMSS, 2007, mentális forgatás a matematikai feladatsorban, 8. évfolyam (Forrás: Oktatási Hivatal, 2011, TIMMS, 2007, matematika, 8. évf., p. 3)	37
9. ábra PISA, 2012, mentális forgatás a matematikai feladatsorban, 9. évfolyam (Forrás: OECD, 2013a, p. 29)	37
10. ábra Fraktálok - számítógéppel generált grafika (Készítette: Nagy Márton, építészmérnök hallgató)	45
11. ábra McKim háromkomponensű vizuális gondolkodás modellje (Sorby, 1999, p. 23)	47
12. ábra Framework - STEAM piramis (Framework - STE@M Pyramid) (Forrás: Yakman, 2010, p. 3)	50
13. ábra Szabadkézi vázlat feldolgozási fázisai az eCIGRO alkalmazásban (Forrás: Contero et al., 2005, p. 29)	64
14. ábra Szabadkézi vázlat feldolgozási fázisai az eREFER alkalmazásban (Forrás: Contero et al., 2005, p. 28)	65
15. ábra A GYIK Műhelyben készült térkonstrukciók (Forrás: http://www.gyikmuhely.hu/galeria)	66
16. ábra A GYIK Műhelyben készült térkonstrukciók (Forrás: http://www.gyikmuhely.hu/galeria)	66
17. ábra Számítógépes grafika, Demoscene szubkultúra (Készítette: Bartosz Rakowski (biter): 5minutes12 – a „5minutes” sorozatból – 396k, 2005, Forrás: https://www.scene.org/)	68
18. ábra A Térsemlélet tesztből (Séra et al., 2002) adaptált feladattípusok a korosztályoknak és az online környezetnek megfelelő átalakításokkal a 2013-2014-es tesztekben, Mentális forgatás feladat	79
19. ábra A Térsemlélet tesztből (Séra et al., 2002) adaptált feladattípusok a korosztályoknak és az online környezetnek megfelelő átalakításokkal a 2013-2014-es tesztekben, Mentális transzformáció feladat	79
20. ábra Feladattípusok a 2013-2014-es térsemlélet tesztekben. Az iskolai tananyaghoz kapcsolódó feladattípusok: „Jáki templom” – műszaki ábrázolás, „Kávéfőző” – rész-egész viszonylatok, „Pillangó”– Monge vetület. Életszerű téri problémák: „Térkép” és „Fénykép” – térbeli tájékozódás. A pszichológiai felmérésekre jellemző feladattípus: „Ház” – mentális forgatás	81

21. ábra Feladat a vizualizáció részképességhez az 5. évfolyam tesztjéből, egocentrikus nézőpont felvételével (2016-2017) (Építettem egy házat és az 1. ponton állva az 1. rajzot készítettem. Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz. Milyennek látod a házat? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!)	84
22. ábra Horgony-item a vizualizáció részképességhez az 5. és a 9. évfolyam tesztjéből, allocentrikus nézőpont felvételével (2016-2017) (Építettem egy formát. Képzeld el, hogy az 1. ponton állsz! Milyennek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!)	84
23. ábra Mintapélda a tér rekonstruálása részképességhez a 9. évfolyam tesztjéből (Építettem egy formát, lerajzoltam két különböző oldalról és felülről. Ki tudod találni hogy nézett ki a forma?)	85
24. ábra Mintapélda megoldása a tér rekonstruálása részképességhez a 9. évfolyam tesztjéből (Íme a megoldás.)	86
25. ábra Horgony-item a térbeli tájékozódás részképességhez az 5. és a 9. évfolyam tesztjéből (Keresd meg a térképen a templomot, az iskolát, a fagyizót és kattints rájuk! Vigyázz, mert elforgattam a térképet!)	87
26. ábra Feladat a térbeli tájékozódás részképességhez a 9. évfolyam tesztjéből (A faluban járva fényképeket készítettem. Amikor az 1. ponton álltam az A képet készítettem. Találd ki, hogy melyik ponton álltam, amikor a B, C, D, E, F képeket készítettem, és írd mellé a számot!)	87
27. ábra Feladat a mentális forgatás részképességhez (BIP, a robot éppen körbe forog. Állítsd időrendi sorrendbe a forgását! Az A kép az első, az E kép a második a sorban. Írd be a további számokat a betűjelek mellé!) az 5. évfolyam tesztjéből, hat forgatási fázissal	88
28. ábra Feladat a mentális forgatás részképességhez (BIP, a robot éppen körbe forog. Állítsd időrendi sorrendbe a forgását! Az A kép az első, az E kép a második a sorban. Írd be a további számokat a betűjelek mellé!) a 9. évfolyam tesztjéből, nyolc forgatási fázissal	88
29. ábra Horgony-item a vizualizáció részképességhez az 5. és a 9. évfolyam tesztjéből, allocentrikus nézőpont felvételével (2017) (Építettem egy formát. Képzeld el, hogy az 1. ponton állsz! Milyennek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!)	92
30. ábra Horgony-item a vizualizáció részképességhez a 8. és a 12. évfolyam tesztjéből, allocentrikus nézőpont felvételével (2019) (Építettem egy formát. Képzeld el, hogy az 1. ponton állsz! Milyennek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!)	92
31. ábra Az 5. évfolyamos teszten elért teljesítmények eloszlása	98
32. ábra A 9. évfolyamos teszten elért teljesítmények eloszlása	98
33. ábra Eredmények feladatonként az 5. évfolyamon (N=342)	99
34. ábra Eredmények feladatonként a 9. évfolyamon (N=262)	101
35. ábra Eredmények részképességként az 5. és a 9. évfolyamon (N=604)	103
36. ábra Dendrogram 5. évfolyam (N=342)	105
37. ábra Dendrogram 9. évfolyam (N=262)	106
38. ábra A 8. évfolyamos teszten elért teljesítmények eloszlása	109
39. ábra A 12. évfolyamos teszten elért teljesítmények eloszlása	109
40. ábra Eredmények feladatonként a 8. évfolyamon (N=254)	110
41. ábra Eredmények feladatonként a 12. évfolyamon (N=215)	112
42. ábra Eredmények részképességként a 8. és a 12. évfolyamon (N=469)	114

43. ábra Dendrogram 8. évfolyam (N=254)	116
44. ábra Dendrogram 12. évfolyam (N=215)	116
45. ábra Eredmények feladatonként a vizualizáció részképességen belül az 5., 8., 9. és 12. évfolyamon (N=1028)	120
46. ábra Eredmények feladatonként a téri rekonstrukció, térbeli tájékozódás, mentális forgatás részképességen belül az 5., 8., 9. és 12. évfolyamon (N=1028)	120
47. ábra Az 5. és a 8. osztályosok teljesítményének összehasonlítása intézményenként	121
48. ábra A 9. és a 12. osztályosok teljesítményének összehasonlítása intézményenként	123
49. ábra Az 5. és a 8. osztályosok teljesítményének összehasonlítása az egymásnak megfelelő, azonos nehézségi szintű feladatokon, intézményenként	124
50. ábra A 9. és a 12. osztályosok teljesítményének összehasonlítása az egymásnak megfelelő, azonos nehézségi szintű feladatokon, intézményenként	124
51. ábra Az intézmények és az osztályok teljesítményeinek eloszlása az 5., a 8., a 9. és a 12. évfolyamon	125
52. ábra Az egyes feladatokon nyújtott teljesítmények nemek szerinti összehasonlítása az 5. évfolyamon	127
53. ábra Az egyes feladatokon nyújtott teljesítmények nemek szerinti összehasonlítása a 8. évfolyamon	128
54. ábra Az egyes feladatokon nyújtott teljesítmények nemek szerinti összehasonlítása a 9. évfolyamon	129
55. ábra Az egyes feladatokon nyújtott teljesítmények nemek szerinti összehasonlítása a 12. évfolyamon	130
56. ábra Számítógépes játéktípusok kedvelésének gyakorisága nemenként az 5. osztályokban ...	131
57. ábra Számítógépes játéktípusok kedvelésének gyakorisága nemenként a 9. osztályokban	131
58. ábra Szabadidős tevékenységek kedvelésének gyakorisága nemenként az 5. osztályokban ...	132
59. ábra Szabadidős tevékenységek kedvelésének gyakorisága nemenként a 9. osztályokban	132
60. ábra Szabad térmodellezés a 4. kísérleti csoportban – technika: számítógépes grafika (Készítette: Imra-Pall Szironka, építészmérnök hallgató)	147
61. ábra Sík és térkompozíciók az 1. kísérleti csoportban – technika: papír és fa (Készítette: Boros Márk, építészmérnök hallgató)	149
62. ábra Eredmények téri komponensenként az elő- és utóteszten a kontroll és a kísérleti csoportokban (N=279)	151
63. ábra A kísérletben résztvevők egyéni teljesítményének változása az elő- és utótesztek között a kontroll és a kísérleti csoportokban (N=279)	152
64. ábra A kísérletben résztvevők egyéni teljesítményének növekedése az elő- és utótesztek között a kontroll és a kísérleti csoportokban (N=196)	153
65. ábra Eredmények téri komponensenként az elő- és utóteszteken nemek szerinti bontásban (N=296)	156

11. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat. A szakirodalomban leggyakrabban hivatkozott vizuális-téri képesség modellek	12
2. táblázat. Vizuális-téri képességek megjelenésének gyakorisága az alap, a keret- és a helyi tantervekben (A táblázatban feltüntettük, hogy melyik évfolyamokon jelenik meg az adott képességelem, a zárójelben az említés gyakorisága szerepel.) (Forrás: Kárpáti, Babály & Simon, 2015)	60
3. táblázat. Téri képességek keretrendszere a hazai tantervi dokumentumok alapján (Forrás: Kárpáti et al., 2015)	62
4. táblázat. Részminták mérete a megyék és az évfolyamok szerinti bontásban, a vizsgálatban résztvevő iskolák száma (2016-2017)	74
5. táblázat. A felmérés résztvevői, eszközei, ideje (2016-2017)	75
6. táblázat. Részminták mérete településtípusok szerinti bontásban, a résztvevő iskolák száma (2017)	75
7. táblázat. Részminták mérete a tanulók neme szerinti bontásban (2017)	76
8. táblázat. Részminták mérete a megyék és az évfolyamok szerinti bontásban, a vizsgálatban résztvevő iskolák száma (2019)	76
9. táblázat. A felmérés résztvevői, eszközei, ideje (2019)	77
10. táblázat. Részminták mérete településtípusok szerinti bontásban, a résztvevő iskolák száma (2019)	77
11. táblázat. Részminták mérete a tanulók neme szerinti bontásban (2019)	77
12. táblázat. Az 5. és 9. évfolyamokon vizsgált részképességek (2016-2017)	83
13. táblázat. A 2017-es nagymintás felmérésben alkalmazott tesztek hipotetizált struktúrája (A táblázatban a feladatokat két paraméter megadásával tüntettük fel. A betűjel a vizsgált részképességet, a szám a teszten belüli sorrendet jelöli. A horgony-ítemeket csillagozással jelöltük.)	90
14. táblázat. A kérdőív tartalmi egységei, ítemei.	91
15. táblázat. A 2017-ben és 2019-ben alkalmazott tesztek feladatsorai (A táblázatban a feladatokat két paraméter megadásával tüntettük fel. A betűjel a vizsgált részképességet, a szám a teszten belüli sorrendet jelöli. Az általunk egyenértékűnek ítélt feladatok egy sorban helyezkednek el a táblázatban.)	93
16. táblázat. A 2016-os próbamérések során alkalmazott térszemlélet tesztek legfontosabb mutatói	95
17. táblázat. A térszemlélet tesztek reliabilitás értékei az 5. és a 9. évfolyamon	96
18. táblázat. Az 5. és a 9. évfolyamos térszemlélet tesztek belső konzisztenciája	96
19. táblázat. A térszemlélet tesztek legfontosabb mutatói az 5. és 9. évfolyamokon	97
20. táblázat. Az 5. osztályos teszt feladatainak Pearson-féle korrelációs együtthatói (N=342)	100
21. táblázat. A 9. osztályos teszt feladatainak Pearson-féle korrelációs együtthatói (N=262)	101
22. táblázat. A horgony-ítemeken nyújtott teljesítménykülönbségek az 5. és 9. évfolyamon (N=604)	102
23. táblázat. A részképességek és a teljes teszt közötti korrelációs együtthatók az 5. osztályokban (N=342)	104
24. táblázat. A részképességek és a teljes teszt közötti korrelációs együtthatók a 9. osztályokban (N=262)	104

25. táblázat. A 2019-es próbamérések során alkalmazott térszemlélet tesztek legfontosabb mutatói	107
26. táblázat. A térszemlélet tesztek reliabilitás értékei a 8. és a 12. évfolyamon	107
27. táblázat. A 8. és a 12. évfolyamos térszemlélet tesztek belső konzisztenciája	108
28. táblázat. A térszemlélet tesztek legfontosabb mutatói a 8. és a 12. évfolyamokon	108
29. táblázat. A 8. osztályos teszt feladatainak Pearson-féle korrelációs együtthatói (N=254)	111
30. táblázat. A 12. osztályos teszt feladatainak Pearson-féle korrelációs együtthatói (N=215) ...	112
31. táblázat. A horgony-iteken nyújtott teljesítménykülönbségek a 8. és 12. évfolyamon (N=469)	113
32. táblázat. A részképességek és a teljes teszt közötti korrelációs együtthatók a 8. osztályokban (N=254)	114
33. táblázat. A részképességek és a teljes teszt közötti korrelációs együtthatók a 12. osztályokban (N=215)	115
34. táblázat. 2017 és 2019 nagymintás méréseiben alkalmazott tesztek általunk egyenértékűnek ítélt feladatai (A teljesítmények összehasonlításánál azonosnak tekintett feladatokat sorszámmal láttuk el (F1-F17). A táblázat utolsó sorában feltüntettük, hogy az egyes évfolyamok tesztjeiből hány feladatot vontunk be az elemzésekbe.)	118
35. táblázat. Az 5., 8., 9. és 12. osztályos térszemléleti tesztek közös feladatain (F1-F17) elért eredmények évfolyamonkénti bontásban (N=1073)	119
36. táblázat. A felmérésben résztvevő intézmények és osztályok száma (N=1073)	121
37. táblázat. A felmérésben résztvevő intézmények térszemlélet teszteken nyújtott teljesítményeinek összehasonlítása az 5. és a 8. évfolyamon	122
38. táblázat. A felmérésben résztvevő intézmények térszemlélet teszteken nyújtott teljesítményeinek összehasonlítása a 9. és a 12. évfolyamon	123
39. táblázat. A térszemlélet teszteken nyújtott teljesítmények nemek szerinti összehasonlítása	126
40. táblázat. Az egyes részképességeken nyújtott teljesítmények nemek szerinti összehasonlítása az 5. évfolyamon	126
41. táblázat. Az egyes részképességeken nyújtott teljesítmények nemek szerinti összehasonlítása a 8. évfolyamon	127
42. táblázat. Az egyes részképességeken nyújtott teljesítmények nemek szerinti összehasonlítása a 9. évfolyamon	128
43. táblázat. Az egyes részképességeken nyújtott teljesítmények nemek szerinti összehasonlítása a 12. évfolyamon	129
44. táblázat. A térszemlélet teszteken elért eredmények átlagának az iskolai osztályzatokkal képzett korrelációs együtthatói (N=604)	133
45. táblázat. Az interneten eltöltött idő szempontjából eltérően viselkedő tanulói csoportok téri képességteszteken nyújtott teljesítmény különbségének vizsgálata Tukey-b próbával (5. évfolyam, N=333)	134
46. táblázat. A képszerkesztő programok használatának szempontjából eltérően viselkedő tanulói csoportok téri képességteszteken nyújtott teljesítmény különbségének vizsgálata Tukey-b próbával (9. évfolyam, N=260)	135
47. táblázat. A fejlesztő programban alkalmazott módszerek, eljárások, a kísérlet megvalósításának ideje, mintája	148
48. táblázat. A kontroll és a kísérleti csoportok összesített eredményei az elő- és utóteszteken (N=279)	150

49. táblázat. A térszemlélet teszteken nyújtott teljesítmények összehasonlítása a kontroll és a kísérleti csoportokban (N=279)	150
50. táblázat. A kontroll és kísérleti csoportok elő- és utóteszteken nyújtott teljesítménykülönbsége (fejlődése) téri komponensenként (N=279)	152
51. táblázat. A térszemlélet teszteken nyújtott teljesítmények összehasonlítása az eltérő tanulási környezetet alkalmazó kísérleti csoportokban (N=74)	154
52. táblázat. A térszemlélet teszteken nyújtott teljesítmények nemek szerinti összehasonlítása (N=296)	155

12. MELLÉKLETEK JEGYZÉKE

1. számú melléklet: mérési útmutató (2016), térszemlélet teszt, 5. évfolyam	191
2. számú melléklet: mérési útmutató (2016), térszemlélet teszt, 9. évfolyam	193
3. számú melléklet: mérési útmutató (2019), térszemlélet teszt, 8. évfolyam	195
4. számú melléklet: mérési útmutató (2019), térszemlélet teszt, 12. évfolyam	197
5. számú melléklet: kérdőív pedagógusoknak (2017. január) az 5. osztályos térszemlélet teszt véleményezéséhez	199
6. számú melléklet: kérdőív pedagógusoknak (2017. január) a 9. osztályos térszemlélet teszt véleményezéséhez	201
7. számú melléklet: a „Bildkompetenz in der kulturellen bildung“ (Képi kompetencia a kulturális nevelésben) projekt keretében validált téri képességmérő feladatok	204
8. számú melléklet: a térszemlélet teszt feladatai (2017), 5. és 9. évfolyam	209
9. számú melléklet: a 2017-es felmérésben alkalmazott tanulói kérdőív, 5. és 9. évfolyam	214
10. számú melléklet: a térszemlélet teszt feladatai (2019), 8. és 12. évfolyam	218
11. számú melléklet: a fejlesztő programban alkalmazott kérdőív, mérnökhallgatók	224
12. számú melléklet: a fejlesztő programban alkalmazott munkanapló, mérnökhallgatók	227

1. SZÁMÚ MELLÉKLET: MÉRÉSI ÚTMUTATÓ (2016), TÉRSZEMLÉLET TESZT, 5. ÉVFOLYAM

MTA MNL VIZUÁLIS MODULOK – MÉRÉSI ÚTMUTATÓ – 5. ÉVFOLYAM

Kedves Kapcsolattartó!

Köszönjük, hogy az Ön iskolája is részt vesz a *Magyar Tudományos Akadémia Moholy-Nagy László Vizuális Kultúra Szakmódszertani Kutatócsoportjának* Moholy-Nagy Vizuális Modulok című felmérés-sorozatában.

Célunk egy mérő- és fejlesztő feladatbank kidolgozása egy négy évet lefedő longitudinális vizsgálathoz. A méréseket és a fejlesztő feladatok kipróbálását követően célunk törzsanyagot kiegészítő moduláris rajzterv kidolgozása általános iskolás diákok részére. A rendszer, ha elnyeri végleges formáját, alkalmas lesz arra, hogy a tanulók fejlődését évente több alkalommal felmérje, az esetleges lemaradásokat időben jelezze, és így támogassa a pedagógusok oktatómunkáját. E rendszer fejlesztéséhez kérjük most az Önök együttműködését.

Kérjük, a kitöltés megkezdése előtt olvassa el ezt az útmutatót!

A jelen online mérésben a tanulók összesen 5 féle tesztet (három tesztcsomagba tömörítve) fognak kitölteni:

1. **Színpercepció és vizuális kommunikáció teszt**
2. **Térszemlélet teszt**
3. **Kombinatív és divergens gondolkodás teszt**

A tesztekre a diákoknak nem kell külön készülniük. **A feladatokat a mérést megelőzően nem ismerhetik meg, elkészítésükhöz segédeszközt nem használhatnak.** A feladatok megoldására tesztenként **45 percet** terveztünk, de amennyiben hosszabb időre van szüksége a gyermekeknek, kérjük, hogy biztosítsák számukra.

A teszt kitöltésének időszaka: **2016. december 5. – december 21.**

A munka megkezdése előtt kérjük, hogy

- a termet a mérésre készítse elő, a gépeket kapcsolja be, minden gépen indítson el egy internetes böngészőt (Mozilla Firefox vagy Google Chrome – más böngésző nem használható) és ellenőrizze, hogy a legfrissebb verziószámú böngésző fusson (pl.: Firefox -> Súgó -> A Firefox névjegye; Google Chrome esetén is hasonló az eljárás).
- kérje meg a rendszergazdát, hogy ellenőrizze a proxy szerver működését. A proxy szerver letölti a tesztet az iskola saját hálózatára, használata csökkenti az internet sebessége miatt esetlegesen fellépő technikai problémákat. Nagyon fontos, hogy proxy szerver alkalmazása esetén mindenképp jussanak el a proxy szerverként szolgáló számítógépen a nyitó oldalig, ahol a diákoknak a mérési azonosítót kell beírni. További információkat talál a teszt linkjének nyitóoldalán, valamint jelen útmutatóhoz is mellékelünk egy leírást (Útmutató a proxy szerver használatához).
- készítse elő a tanulók mérési azonosítóit.

Kérjük, hogy a feladatmegoldás megkezdése előtt hívja fel a tanulók figyelmét a következőkre:

- a válaszaikat addig adhatják meg, ill. addig javíthatják, amíg az adott feladatot kivetítve látják. Esznek olyan feladatok, melyeknek a képeit csak 5 mp-ig nézhetik. Ezt az időt be kell tartani.
- a teszt végén lévő kérdésekre is válaszoljanak

A tesztekbe történő belépés az alábbiak szerint történik:

1. minden egyes diák azonos linket kap;
2. az első oldalon az évfolyamokra vonatkozó feliratokkal ellátott képek segítségével történik majd a belépés;
3. a rendszer felajánlja a proxy szerver használatát (*a mérés megkezdése előtt min. 10 perccel töltsse le és telepítse vagy indítsa el a proxy szerveret*), vagy az „ugrás közvetlen a tesztre” felírra kattintva kezdheti a mérést;
4. a rendszer szűr az iskola által feltöltött mérési azonosító és a hozzárendelt évfolyam tekintetében.

FONTOS: minden gépen a PROXY SZERVEREN keresztül töltsse be a tesztet!

A tesztek az alábbi linkeken éri el:

Évfolyam	TESZT	LINK - TESZT
5. évfolyam	Színpercepció és vizuális kommunikáció	edia.hu/viz5
5. évfolyam	Térszemlélet	edia.hu/ter5
5. évfolyam	Kombinatív és divergens gondolkodás	edia.hu/go

Ha megszakad a kitöltés folyamata, ismét töltsse be a tesztet azon a linken, amelyik az adott teszthez tartozik. A mérési azonosító begépelése után a tanuló ott folytathatja a kitöltést, ahol abbahagyta, amikor megszakadt a kapcsolat.

Kérjük, a kitöltés alatt – technikai segítség kivételével – más segítséget ne adjon a tanulóknak!

A tanulók válaszait az eDia-rendszer egy adatbázisban rögzíti. A részletes, tanulókra lebontott eredmények az elemzésekkel együtt az adatfelvételi időszak lezárulta után lesznek elérhetőek az eDia rendszer visszajelentő felületén. A divergens gondolkodás teszt válaszainak automatikus kiértékelés még nem megoldott, ezért ennek a tesztnek a visszajelzése több időt vesz igénybe.

FONTOS! A diákok azonosítóival csak egyszer lehet belépni a rendszerbe. Minden tanuló azonosítója csak **EGYETLEN KITÖLTÉST TESZ LEHETŐVÉ**. Kérjük, ne használja egyetlen tanuló azonosítóját sem a feladatok megtekintésére!

Kérjük, javaslatai, észrevételei lejegyzésével segítse további munkánkat! Írja meg nekünk, milyen kérdéseket tettek fel a tanulók a kitöltés alatt, illetve milyen nehézségekbe ütköztek az adatfelvétel során! Az online feladatok megoldása közben tett észrevételeit és javaslatait, kérjük, Kárpáti Andreának küldje el az andreakarpati.elte@gmail.com e-mail címre, aki a vizuális nyelv minorterületen a méréseket vezeti.

Az adatfelvétel ideje alatt informatikus kollégáink és a kutatósszervező csoport munkatársai rendelkezésükre állnak az iskola@edu.u-szeged.hu e-mail címen, vagy a következő telefonszámok egyikén: 06-62-544-628, 06-62-343-063, 06-62-343-487.

Köszönjük, hogy együttműködésükkel támogatják munkánkat!

Szeged, 2016. november 29.

Tisztelettel és üdvözlettel: MTA ELTE Vizuális Kultúra
Szakmódszertani Kutatócsoport, SZTE Oktatáselméleti Kutatócsoport

2. SZÁMÚ MELLÉKLET: MÉRÉSI ÚTMUTATÓ (2016), TÉRSZEMLÉLET TESZT, 9. ÉVFOLYAM

MTA MNL VIZUÁLIS MODULOK – MÉRÉSI ÚTMUTATÓ – 9. ÉVFOLYAM

Kedves Kapcsolattartó!

Köszönjük, hogy az Ön iskolája is részt vesz a *Magyar Tudományos Akadémia Moholy-Nagy László Vizuális Kultúra Szakmódszertani Kutatócsoportjának* Moholy-Nagy Vizuális Modulok című felmérés-sorozatában.

Célunk egy mérő- és fejlesztő feladatbank kidolgozása egy négy évet lefedő longitudinális vizsgálathoz. A méréseket és a fejlesztő feladatok kipróbálását követően célunk törzsanyagot kiegészítő moduláris rajzterv kidolgozása általános iskolás diákok részére. A rendszer, ha elnyeri végleges formáját, alkalmas lesz arra, hogy a tanulók fejlődését évente több alkalommal felmérje, az esetleges lemaradásokat időben jelezze, és így támogassa a pedagógusok oktatómunkáját. E rendszer fejlesztéséhez kérjük most az Önök együttműködését.

Kérjük, a kitöltés megkezdése előtt olvassa el ezt az útmutatót!

A jelen online mérésben a tanulók összesen 5 féle tesztet (három tesztcsomagba tömörítve) fognak kitölteni:

1. **Színpercepció és vizuális kommunikáció teszt**
2. **Térszemlélet teszt**
3. **Kombinatív és divergens gondolkodás teszt**

A tesztekre a diákoknak nem kell külön készülniük. **A feladatokat a mérést megelőzően nem ismerhetik meg, elkészítésükhöz segédeszközt nem használhatnak.** A feladatok megoldására tesztenként **45 percet** terveztünk, de amennyiben hosszabb időre van szüksége a gyermekeknek, kérjük, hogy biztosítsák számukra.

A teszt kitöltésének időszaka: **2016. december 5. – december 21.**

A munka megkezdése előtt kérjük, hogy

- a termet a mérésre készítse elő, a gépeket kapcsolja be, minden gépen indítson el egy internetes böngészőt (Mozilla Firefox vagy Google Chrome – más böngésző nem használható) és ellenőrizze, hogy a legfrissebb verziószámú böngésző fusson (pl.: Firefox -> Súgó -> A Firefox névjegye; Google Chrome esetén is hasonló az eljárás).
- kérje meg a rendszergazdát, hogy ellenőrizze a proxy szerver működését. A proxy szerver letölti a tesztet az iskola saját hálózatára, használata csökkenti az internet sebessége miatt esetlegesen fellépő technikai problémákat. Nagyon fontos, hogy proxy szerver alkalmazása esetén mindenképp jussanak el a proxy szerverként szolgáló számítógépen a nyitó oldalig, ahol a diákoknak a mérési azonosítót kell beírni. További információkat talál a teszt linkjének nyitóoldalán, valamint jelen útmutatóhoz is mellékelünk egy leírást (Útmutató a proxy szerver használatához).
- készítse elő a tanulók mérési azonosítóit.

Kérjük, hogy a feladatmegoldás megkezdése előtt hívja fel a tanulók figyelmét a következőkre:

- a válaszaikat addig adhatják meg, ill. addig javíthatják, amíg az adott feladatot kivetítve látják. Esznek olyan feladatok, melyeknek a képeit csak 5 mp-ig nézhetik. Ezt az időt be kell tartani.
- a teszt végén lévő kérdésekre is válaszoljanak

A tesztekbe történő belépés az alábbiak szerint történik:

1. minden egyes diák azonos linket kap;
2. az első oldalon az évfolyamokra vonatkozó feliratokkal ellátott képek segítségével történik majd a belépés;
3. a rendszer felajánlja a proxy szerver használatát (*a mérés megkezdése előtt min. 10 perccel töltsse le és telepítse vagy indítsa el a proxy szerveret*), vagy az „ugrás közvetlen a tesztre” felíratra kattintva kezdheti a mérést;
4. a rendszer szűr az iskola által feltöltött mérési azonosító és a hozzárendelt évfolyam tekintetében.

FONTOS: minden gépen a PROXY SZERVEREN keresztül töltsse be a tesztet!

A tesztek az alábbi linkeken éri el:

Évfolyam	TESZT	LINK - TESZT
9. évfolyam	Színpercepció és vizuális kommunikáció	edia.hu/viz9
9. évfolyam	Térszemlélet	edia.hu/ter9
9. évfolyam	Kombinatív és divergens gondolkodás	edia.hu/go

Ha megszakad a kitöltés folyamata, ismét töltsse be a tesztet azon a linken, amelyik az adott teszthez tartozik. A mérési azonosító begépelése után a tanuló ott folytathatja a kitöltést, ahol abbahagyta, amikor megszakadt a kapcsolat.

Kérjük, a kitöltés alatt – technikai segítség kivételével – más segítséget ne adjon a tanulóknak!

A tanulók válaszait az eDia-rendszer egy adatbázisban rögzíti. A részletes, tanulókra lebontott eredmények az elemzésekkel együtt az adatfelvételi időszak lezárulta után lesznek elérhetőek az eDia rendszer visszajelentő felületén. A divergens gondolkodás teszt válaszainak automatikus kiértékelés még nem megoldott, ezért ennek a tesztnek a visszajelzése több időt vesz igénybe.

FONTOS! A diákok azonosítóival csak egyszer lehet belépni a rendszerbe. Minden tanuló azonosítója csak **EGYETLEN KITÖLTÉST TESZ LEHETŐVÉ**. Kérjük, ne használja egyetlen tanuló azonosítóját sem a feladatok megtekintésére!

Kérjük, javaslatai, észrevételei lejegyzésével segítse további munkánkat! Írja meg nekünk, milyen kérdéseket tettek fel a tanulók a kitöltés alatt, illetve milyen nehézségekbe ütköztek az adatfelvétel során! Az online feladatok megoldása közben tett észrevételeit és javaslatait, kérjük, Kárpáti Andreának küldje el az andreakarpati.elte@gmail.com e-mail címre, aki a vizuális nyelv minorterületen a méréseket vezeti.

Az adatfelvétel ideje alatt informatikus kollégáink és a kutatósszervező csoport munkatársai rendelkezésükre állnak az iskola@edu.u-szeged.hu e-mail címen, vagy a következő telefonszámok egyikén: 06-62-544-628, 06-62-343-063, 06-62-343-487.

Köszönjük, hogy együttműködésükkel támogatják munkánkat!

Szeged, 2016. november 29.

Tisztelettel és üdvözléssel: MTA ELTE Vizuális Kultúra
Szakmódszertani Kutatócsoport, SZTE Oktatáselméleti Kutatócsoport

3. SZÁMÚ MELLÉKLET: MÉRÉSI ÚTMUTATÓ (2019), TÉRSZEMLÉLET TESZT, 8. ÉVFOLYAM

MÉRÉSI ÚTMUTATÓ – 8. ÉVFOLYAM

Kedves Kapcsolattartó!

Az Ön iskolájának rajztanára részt vesz a *Magyar Tudományos Akadémia* és az Eötvös Loránd Tudományegyetem Vizuális Kultúra Szakmódszertani Kutatócsoportja „*Moholy-Nagy Vizuális Modulok – a 21. század képi nyelvének tanítása*” című tantervi innovációs projektjében. Célunk törzsanyagot kiegészítő moduláris rajztanterv kidolgozása általános iskolás diákok részére. Ez az eDia rendszerben (edia.hu) közreadott feladatrendszer alkalmas lesz arra, hogy a tanulók fejlődését mérje, a kiváló teljesítményt és a fejlesztésre szoruló képességterületeket egyaránt jelezze olyan, a munka világában fontos területeken, mint a térszemlélet, a színérzékelés és a képi kommunikáció.

Kérjük, a kitöltés megkezdése előtt olvassa el ezt az útmutatót!

Ebben a mérésben a tanulók 5 féle tesztet (három tesztcsomagba tömörítve) fognak kitölteni:

1. **Színpercepció és vizuális kommunikáció teszt**
2. **Térszemlélet és távoli asszociáció teszt**
3. **Kombinatív és divergens gondolkodás teszt**

A tesztekre a diákoknak nem kell külön készülniük. **A feladatokat a mérést megelőzően nem ismerhetik meg, elkészítésükhöz segédeszközt nem használhatnak.** A feladatok megoldására tesztenként **45 percet** terveztünk, de amennyiben hosszabb időre van szüksége a gyermekeknek, kérjük, hogy biztosítsák számukra.

A teszt kitöltésének időszaka: **2019. szeptember 16. – november 1.**

A munka megkezdése előtt kérjük, hogy ...

- a termet a mérésre készítse elő, a gépeket kapcsolja be, minden gépen indítson el egy internetes böngészőt (Mozilla Firefox vagy Google Chrome – más böngésző nem használható) és ellenőrizze, hogy a legfrissebb verziószámú böngésző fusson (pl.: Firefox -> Súgó -> A Firefox névjegye; Google Chrome esetén is hasonló az eljárás).
- kérje meg a rendszergazdát, hogy ellenőrizze a proxy szerver működését. A proxy szerver letölti a tesztet az iskola saját hálózatára, használata csökkenti az internet sebessége miatt esetlegesen fellépő technikai problémákat. Nagyon fontos, hogy proxy szerver alkalmazása esetén mindenképp jussanak el a proxy szerverként szolgáló számítógépen a nyitó oldalig, ahol a diákoknak a mérési azonosítót kell beírni. További információkat talál a teszt linkjének nyitóoldalán, valamint jelen útmutatóhoz is mellékelünk egy leírást (Útmutató a proxy szerver használatához).
- készítse elő a tanulók mérési azonosítóit.

Kérjük, a feladatmegoldás megkezdése előtt hívja fel a tanulók figyelmét a következőkre:

- a válaszaikat addig adhatják meg, ill. addig javíthatják, amíg az adott feladatot kivetítve látják. Lesznek olyan feladatok, melyeknek a képeit csak 5 mp-ig nézhetik. Ezt az időt be kell tartani.
- a tesztekben lévő kérdésekre is válaszoljanak

A tesztekbe történő belépés az alábbiak szerint történik:

1. minden egyes diák azonos linket kap;
2. az első oldalon az évfolyamokra vonatkozó feliratokkal ellátott képek segítségével történik majd a belépés;
3. a rendszer felajánlja a proxy szerver használatát (*a mérés megkezdése előtt min. 10 perccel töltsse le és telepítse vagy indítsa el a proxy szerveret*), vagy az „ugrás közvetlen a tesztre” feliratra kattintva kezdheti a mérést;
4. a rendszer szűri az iskola által feltöltött mérési azonosító és a hozzárendelt évfolyam tekintetében.

FONTOS: amennyiben lehetséges, minden gépen a PROXY SZERVEREN keresztül töltsse be a tesztet!

A tesztek az alábbi linkeken éri el:

Évfolyam	TESZT	LINK - TESZT
8. évfolyam	Színpercepció és vizuális kommunikáció	edia.hu/viz8
8. évfolyam	Térszemlélet és távoli asszociáció	edia.hu/ter8
8. évfolyam	Kombinatív és divergens gondolkodás	edia.hu/go

Ha megszakad a kitöltés folyamata, ismét töltsse be a tesztet azon a linken, amelyik az adott teszthez tartozik. A mérési azonosító begépelése után a tanuló ott folytathatja a kitöltést, ahol abbahagyta, amikor megszakadt a kapcsolat.

Kérjük, a kitöltés alatt technikai segítség kivételével más segítséget ne adjon a tanulóknak!

A tanulók válaszait az eDia-rendszer egy adatbázisban rögzíti, az összesített eredményt a teszt végén automatikusan megjeleníti. A részteszt szintű eredményeket az adatfelvételt követő napon megtekinthetik és letölthetik az eDia rendszer visszajelentő felületén (edia.edu.u-szeged.hu).

FONTOS: A diákok azonosítóival csak egyszer lehet belépni a rendszerbe. Minden tanuló azonosítója csak **EGYETLEN KITÖLTÉST TESZ LEHETŐVÉ**. Kérjük, ne használja egyetlen tanuló azonosítóját sem a feladatok megtekintésére!

Kérjük, javaslatai, észrevételei lejegyzésével segítse további munkánkat! Írja meg nekünk, milyen kérdéseket tettek fel a tanulók a kitöltés alatt, illetve milyen nehézségekbe ütköztek az adatfelvétel során! Az online feladatok megoldása közben tett észrevételeit és javaslatait, kérjük, küldje el a vizualis-kultura@mta-kutatocsoport.elte.hu e-mail címre.

Az adatfelvétel ideje alatt informatikus kollégáink és a kutatásszervező csoport munkatársai rendelkezésükre állnak az iskola@edu.u-szeged.hu e-mail címen, vagy a következő telefonszámok egyikén: 06-62-544-628, 06-62-343-063, 06-62-343-487.

Köszönjük, hogy együttműködésükkel támogatják munkánkat!

MTA ELTE Vizuális Kultúra Szakmódszertani Kutatócsoport

SZTE Oktatásméleti Kutatócsoport és MTA-SZTE Képességfejlesztés Kutatócsoport

Szeged - Budapest, 2019. szeptember 18.

4. SZÁMÚ MELLÉKLET: MÉRÉSI ÚTMUTATÓ (2019), TÉRSZEMLÉLET TESZT, 12. ÉVFOLYAM

MÉRÉSI ÚTMUTATÓ – 12. ÉVFOLYAM

Kedves Kapcsolattartó!

Az Ön iskolájának rajztanára részt vesz a *Magyar Tudományos Akadémia* és az Eötvös Loránd Tudományegyetem Vizuális Kultúra Szakmódszertani Kutatócsoportja „*Moholy-Nagy Vizuális Modulok – a 21. század képi nyelvének tanítása*” című tantervi innovációs projektjében. Célunk törzsanyagot kiegészítő moduláris rajztanterv kidolgozása általános iskolás diákok részére. Ez az eDia rendszerben (edia.hu) közreadott feladatrendszer alkalmas lesz arra, hogy a tanulók fejlődését mérje, a kiváló teljesítményt és a fejlesztésre szoruló képességterületeket egyaránt jelezze olyan, a munka világában fontos területeken, mint a térszemlélet, a színérzékelés és a képi kommunikáció.

Kérjük, a kitöltés megkezdése előtt olvassa el ezt az útmutatót!

Ebben a mérésben a tanulók 5 féle tesztet (három tesztcsomagba tömörítve) fognak kitölteni:

1. **Színpercepció és vizuális kommunikáció teszt**
2. **Térszemlélet és távoli asszociáció teszt**
3. **Kombinatív és divergens gondolkodás teszt**

A tesztekre a diákoknak nem kell külön készülniük. **A feladatokat a mérést megelőzően nem ismerhetik meg, elkészítésükhöz segédeszközt nem használhatnak.** A feladatok megoldására tesztenként **45 percet** terveztünk, de amennyiben hosszabb időre van szüksége a gyermekeknek, kérjük, hogy biztosítsák számukra.

A teszt kitöltésének időszaka: **2019. szeptember 16. – november 1.**

A munka megkezdése előtt kérjük, hogy ...

- a termet a mérésre készítse elő, a gépeket kapcsolja be, minden gépen indítson el egy internetes böngészőt (Mozilla Firefox vagy Google Chrome – más böngésző nem használható) és ellenőrizze, hogy a legfrissebb verziószámú böngésző fusson (pl.: Firefox -> Súgó -> A Firefox névjegye; Google Chrome esetén is hasonló az eljárás).
- kérje meg a rendszergazdát, hogy ellenőrizze a proxy szerver működését. A proxy szerver letölti a tesztet az iskola saját hálózatára, használata csökkenti az internet sebessége miatt esetlegesen fellépő technikai problémákat. Nagyon fontos, hogy proxy szerver alkalmazása esetén mindenképp jussanak el a proxy szerverként szolgáló számítógépen a nyitó oldalig, ahol a diákoknak a mérési azonosítót kell beírni. További információkat talál a teszt linkjének nyitóoldalán, valamint jelen útmutatóhoz is mellékelünk egy leírást (Útmutató a proxy szerver használatához).
- készítse elő a tanulók mérési azonosítóit.

Kérjük, a feladatmegoldás megkezdése előtt hívja fel a tanulók figyelmét a következőkre:

- a válaszaikat addig adhatják meg, ill. addig javíthatják, amíg az adott feladatot kivetítve látják. Lesznek olyan feladatok, melyeknek a képeit csak 5 mp-ig nézhetik. Ezt az időt be kell tartani.
- a tesztekben lévő kérdésekre is válaszoljanak

A tesztekbe történő belépés az alábbiak szerint történik:

1. minden egyes diák azonos linket kap;
2. az első oldalon az évfolyamokra vonatkozó feliratokkal ellátott képek segítségével történik majd a belépés;
3. a rendszer felajánlja a proxy szerver használatát (*a mérés megkezdése előtt min. 10 perccel töltsé le és telepítse vagy indítsa el a proxy szerveret*), vagy az „ugrás közvetlen a tesztre” feliratra kattintva kezdheti a mérést;
4. a rendszer szűri az iskola által feltöltött mérési azonosító és a hozzárendelt évfolyam tekintetében.

FONTOS: amennyiben lehetséges, minden gépen a PROXY SZERVEREN keresztül töltsé be a tesztet!

A tesztek az alábbi linkeken éri el:

Évfolyam	TESZT	LINK - TESZT
12. évfolyam	Színpercepció és vizuális kommunikáció	edia.hu/viz12
12. évfolyam	Térszemlélet és távoli asszociáció	edia.hu/ter12
12. évfolyam	Kombinatív és divergens gondolkodás	edia.hu/go

Ha megszakad a kitöltés folyamata, ismét töltsé be a tesztet azon a linken, amelyik az adott teszthez tartozik. A mérési azonosító begépelése után a tanuló ott folytathatja a kitöltést, ahol abbahagyta, amikor megszakadt a kapcsolat.

Kérjük, a kitöltés alatt technikai segítség kivételével más segítséget ne adjon a tanulóknak!

A tanulók válaszait az eDia-rendszer egy adatbázisban rögzíti, az összesített eredményt a teszt végén automatikusan megjeleníti. A részteszt szintű eredményeket az adatfelvételt követő napon megtekinthetik és letölthetik az eDia rendszer visszajelentő felületén (edia.edu.u-szeged.hu).

FONTOS: A diákok azonosítóival csak egyszer lehet belépni a rendszerbe. Minden tanuló azonosítója csak **EGYETLEN KITÖLTÉST TESZ LEHETŐVÉ**. Kérjük, ne használja egyetlen tanuló azonosítóját sem a feladatok megtekintésére!

Kérjük, javaslatai, észrevételei lejegyzésével segítse további munkánkat! Írja meg nekünk, milyen kérdéseket tettek fel a tanulók a kitöltés alatt, illetve milyen nehézségekbe ütköztek az adatfelvétel során! Az online feladatok megoldása közben tett észrevételeit és javaslatait, kérjük, küldje el a vizualis-kultura@mta-kutatocsoport.elte.hu e-mail címre.

Az adatfelvétel ideje alatt informatikus kollégáink és a kutatásszervező csoport munkatársai rendelkezésükre állnak az iskola@edu.u-szeged.hu e-mail címen, vagy a következő telefonszámok egyikén: 06-62-544-628, 06-62-343-063, 06-62-343-487.

Köszönjük, hogy együttműködésükkel támogatják munkánkat!

MTA ELTE Vizuális Kultúra Szakmódszertani Kutatócsoport

SZTE Oktatásméleti Kutatócsoport és MTA-SZTE Képességfejlesztés Kutatócsoport

Szeged - Budapest, 2019. szeptember 18.

5. SZÁMÚ MELLÉKLET: KÉRDŐÍV PEDAGÓGUSOKNAK (2017. JANUÁR) AZ 5. OSZTÁLYOS TÉRSZEMLELET TESZT VÉLEMÉNYEZÉSÉHEZ

Feladatok értékelése - Térszemlelet teszt 5. évfolyam

Az értékelést végző adatai (nem kötelező megadni minden adatot, név nélkül is hasznosak számunkra a visszajelzések):

Név:

Iskola:

Település:

Kérjük, jelölje be (aláhúzással vagy bekarikázással) melyik évfolyamokat tanítja:

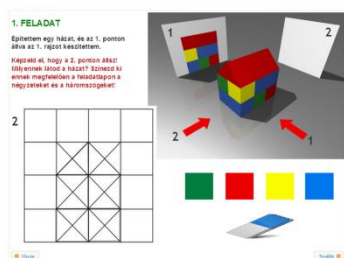
a) 1-4. oszt. b) 5-8. oszt. c) 9-12 oszt. d) egyéb:.....

Kérjük, jelölje be (aláhúzással vagy bekarikázással) ismerte-e korábban az eDIA-t:

a) igen - a Moholy-Nagy Vizuális Modulok c. kutatás résztvevője vagyok b) nem

1. Kérjük, értékelje (aláhúzással vagy bekarikázással) a tesztben szereplő feladatokat hasznosságuk és nehézségük alapján:

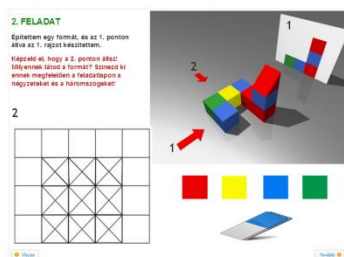
1. Feladat



Hasznosság: 0 = nincs véleményem, 1 = nem jó feladat, 2 = közepesen hasznos, 3 = nagyon hasznos

Nehézség: 0 = túl könnyű, 1 = megfelelő, 2 = túl nehéz

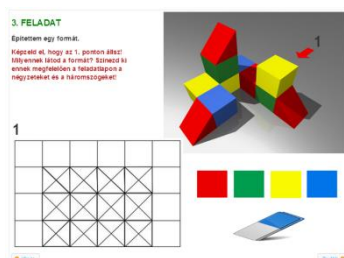
2. Feladat



Hasznosság: 0 = nincs véleményem, 1 = nem jó feladat, 2 = közepesen hasznos, 3 = nagyon hasznos

Nehézség: 0 = túl könnyű, 1 = megfelelő, 2 = túl nehéz

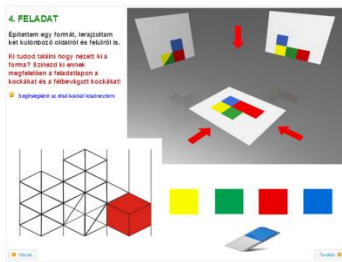
3. Feladat



Hasznosság: 0 = nincs véleményem, 1 = nem jó feladat, 2 = közepesen hasznos, 3 = nagyon hasznos

Nehézség: 0 = túl könnyű, 1 = megfelelő, 2 = túl nehéz

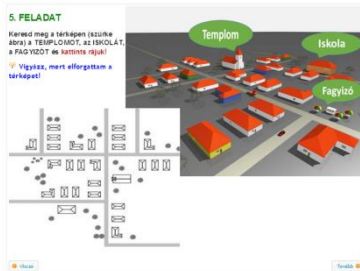
4. Feladat



Hasznosság: 0 = nincs véleményem, 1 = nem jó feladat, 2 = közepesen hasznos, 3 = nagyon hasznos

Nehézség: 0 = túl könnyű, 1 = megfelelő, 2 = túl nehéz

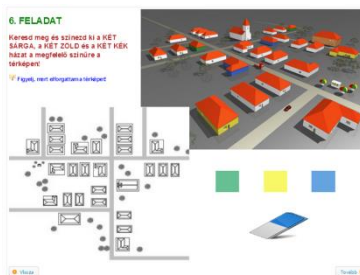
5. Feladat



Hasznosság: 0 = nincs véleményem, 1 = nem jó feladat, 2 = közepesen hasznos, 3 = nagyon hasznos

Nehézség: 0 = túl könnyű, 1 = megfelelő, 2 = túl nehéz

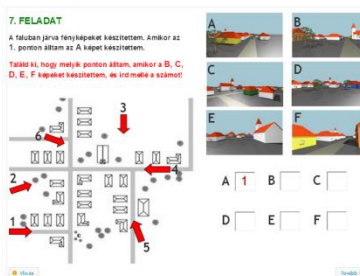
6. Feladat



Hasznosság: 0 = nincs véleményem, 1 = nem jó feladat, 2 = közepesen hasznos, 3 = nagyon hasznos

Nehézség: 0 = túl könnyű, 1 = megfelelő, 2 = túl nehéz

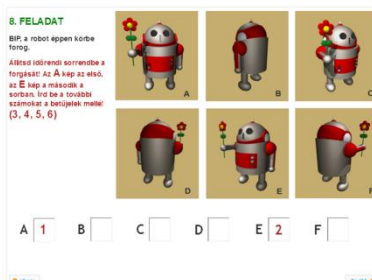
7. Feladat



Hasznosság: 0 = nincs véleményem, 1 = nem jó feladat, 2 = közepesen hasznos, 3 = nagyon hasznos

Nehézség: 0 = túl könnyű, 1 = megfelelő, 2 = túl nehéz

8. Feladat



Hasznosság: 0 = nincs véleményem, 1 = nem jó feladat, 2 = közepesen hasznos, 3 = nagyon hasznos

Nehézség: 0 = túl könnyű, 1 = megfelelő, 2 = túl nehéz

2. Használná-e tanítási gyakorlatában a tesztben szereplő feladatokat? Ha igen: miért? Ha nem: miért?

3. Melyik feladatokkal kapcsolatban gondolja, hogy szükséges lenne átdolgozni? A képet vagy a szöveget kellene módosítani? Miért?

4. Kérjük, írja meg nekünk további véleményét!

Kérjük, jelölje be (aláhúzással vagy bekarikázással) szeretne-e kapni eDIA-s vizuális nevelési közleményeket és híreket a tesztek hozzáférhetőségéről:

a) igen

b) nem

Köszönjük, hogy a feladatok értékelésével segítette munkánkat!

6. SZÁMÚ MELLÉKLET: KÉRDŐÍV PEDAGÓGUSOKNAK (2017. JANUÁR) A 9. OSZTÁLYOS TÉRSZEMLELET TESZT VÉLEMÉNYEZÉSÉHEZ

Feladatok értékelése - Térszemlélet teszt 9. évfolyam

Az értékelést végző adatai (nem kötelező megadni minden adatot, név nélkül is hasznosak számunkra a visszajelzések):

Név:

Iskola:

Település:

Kérjük, jelölje be (aláhúzással vagy bekarikázással) melyik évfolyamokat tanítja:

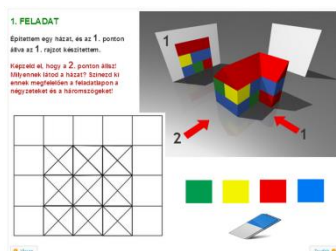
a) 1-4. oszt. b) 5-8. oszt. c) 9-12 oszt. d) egyéb:.....

Kérjük, jelölje be (aláhúzással vagy bekarikázással) ismerte-e korábban az eDIA-t:

a) igen - a Moholy-Nagy Vizuális Modulok c. kutatás résztvevője vagyok b) nem

1. Kérjük, értékelje (aláhúzással vagy bekarikázással) a tesztben szereplő feladatokat hasznosságuk és nehézségük alapján:

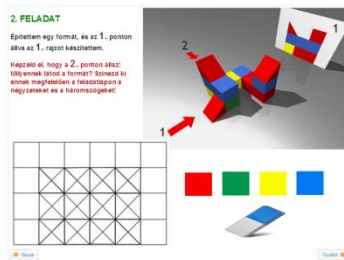
1. Feladat



Hasznosság: 0 = nincs véleményem, 1 = nem jó feladat, 2 = közepesen hasznos, 3 = nagyon hasznos

Nehézség: 0 = túl könnyű, 1 = megfelelő, 2 = túl nehéz

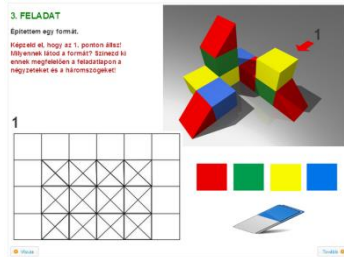
2. Feladat



Hasznosság: 0 = nincs véleményem, 1 = nem jó feladat, 2 = közepesen hasznos, 3 = nagyon hasznos

Nehézség: 0 = túl könnyű, 1 = megfelelő, 2 = túl nehéz

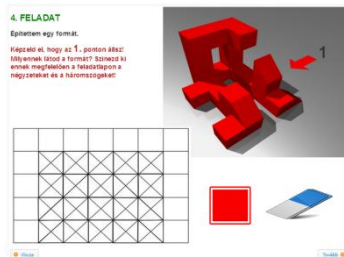
3. Feladat



Hasznosság: 0 = nincs véleményem, 1 = nem jó feladat, 2 = közepesen hasznos, 3 = nagyon hasznos

Nehézség: 0 = túl könnyű, 1 = megfelelő, 2 = túl nehéz

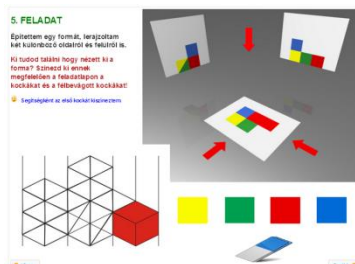
4. Feladat



Hasznosság: 0 = nincs véleményem, 1 = nem jó feladat, 2 = közepesen hasznos, 3 = nagyon hasznos

Nehézség: 0 = túl könnyű, 1 = megfelelő, 2 = túl nehéz

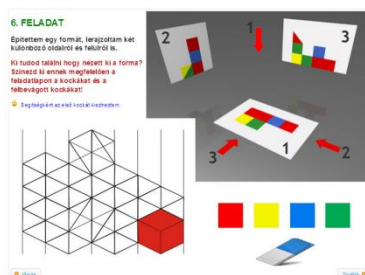
5. Feladat



Hasznosság: 0 = nincs véleményem, 1 = nem jó feladat, 2 = közepesen hasznos, 3 = nagyon hasznos

Nehézség: 0 = túl könnyű, 1 = megfelelő, 2 = túl nehéz

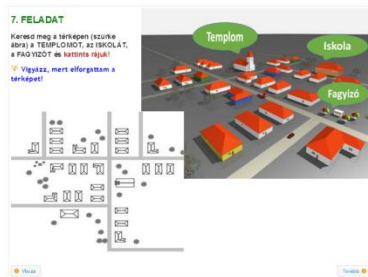
6. Feladat



Hasznosság: 0 = nincs véleményem, 1 = nem jó feladat, 2 = közepesen hasznos, 3 = nagyon hasznos

Nehézség: 0 = túl könnyű, 1 = megfelelő, 2 = túl nehéz

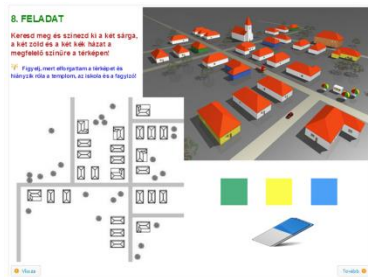
7. Feladat



Hasznosság: 0 = nincs véleményem, 1 = nem jó feladat, 2 = közepesen hasznos, 3 = nagyon hasznos

Nehézség: 0 = túl könnyű, 1 = megfelelő, 2 = túl nehéz

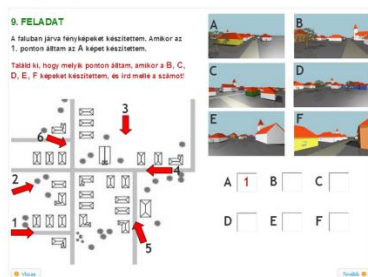
8. Feladat



Hasznosság: 0 = nincs véleményem, 1 = nem jó feladat, 2 = közepesen hasznos, 3 = nagyon hasznos

Nehézség: 0 = túl könnyű, 1 = megfelelő, 2 = túl nehéz

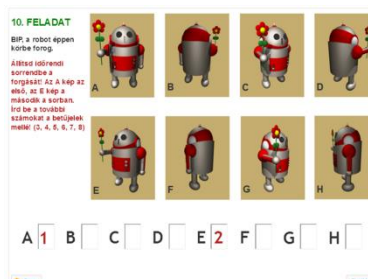
9. Feladat



Hasznosság: 0 = nincs véleményem, 1 = nem jó feladat, 2 = közepesen hasznos, 3 = nagyon hasznos

Nehézség: 0 = túl könnyű, 1 = megfelelő, 2 = túl nehéz

10. Feladat



Hasznosság: 0 = nincs véleményem, 1 = nem jó feladat, 2 = közepesen hasznos, 3 = nagyon hasznos

Nehézség: 0 = túl könnyű, 1 = megfelelő, 2 = túl nehéz

2. Használná-e tanítási gyakorlatában a tesztben szereplő feladatokat? Ha igen: miért? Ha nem: miért?

3. Melyik feladatokkal kapcsolatban gondolja, hogy szükséges lenne átdolgozni? A képet vagy a szöveget kellene módosítani? Miért?

4. Kérjük, írja meg nekünk további véleményét!

Kérjük, jelölje be (aláhúzással vagy bekarikázással) szeretne-e kapni eDIA-s vizuális nevelési közleményeket és híreket a tesztek hozzáférhetőségéről:

a) igen

b) nem

Köszönjük, hogy a feladatok értékelésével segítette munkánkat!

7. SZÁMÚ MELLÉKLET: A „BILDKOMPETENZ IN DER KULTURELLEN BILDUNG“ (KÉPI KOMPETENCIA A KULTURÁLIS NEVELÉSBEN) PROJEKT KERETÉBEN VALIDÁLT TÉRI KÉPESSÉGMÉRŐ FELADATOK
(AZ 5. ÉS A 9. ÉVFOLYAMOK TESZTJÉBŐL)

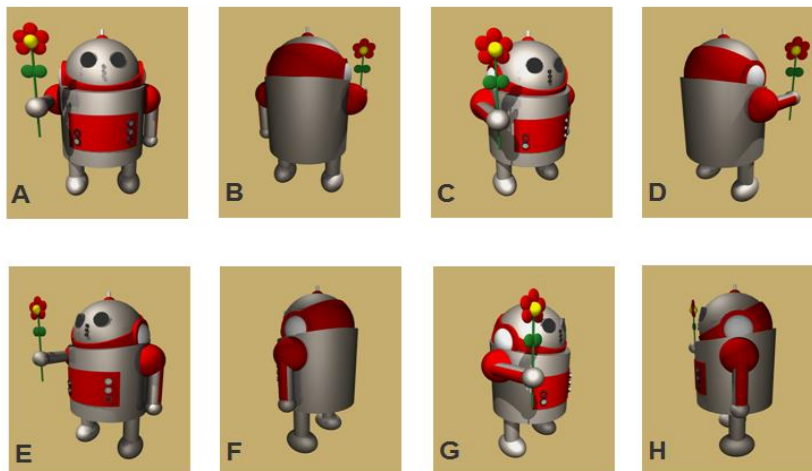
Hungarian tasks for CEFR VL subcompetences



Task 1: Spatial skills - Mental rotation

Connection with CEFR-VL (*Common European Framework for Visual Literacy*): visual perception, imagination, spatial skills

Text on test sheet: The robot picked a nice flower and is now turning round to show it to everyone. Try to sort his pictures IN THE ORDER OF HIS TURNING MOVEMENT. I started numbering picture **A is phase 1**, picture **E is phase 2**. Write the correct numbers in the brackets below the pictures. (3, 4, 5, 6, 7, 8)



A **1** B C D E **2** F G H

Correct solutions:

A **1** B C D E **2** F G H

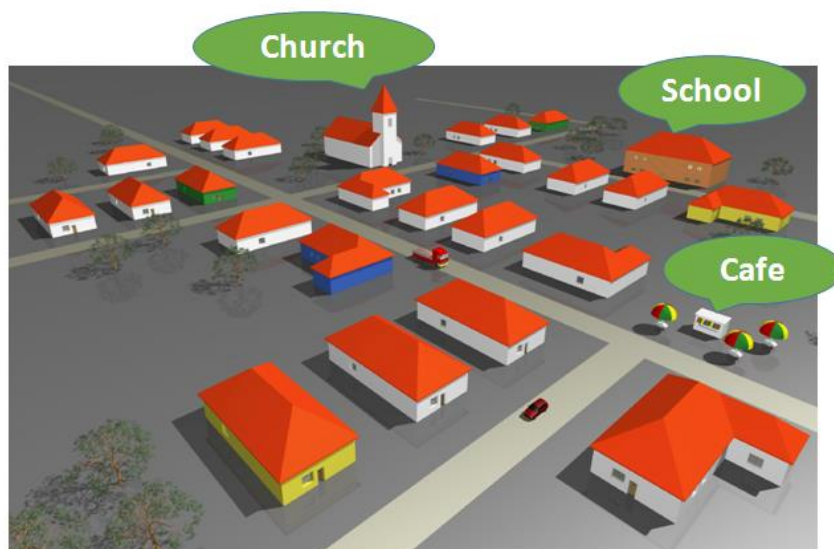
Task 2: Spatial skills - Spatial orientation 1

Connection with CEFR-VL (*Common European Framework for Visual Literacy*): visual perception, imagination, interpretation of signs and symbols, correlation of lifelike and abstract representations, spatial skills

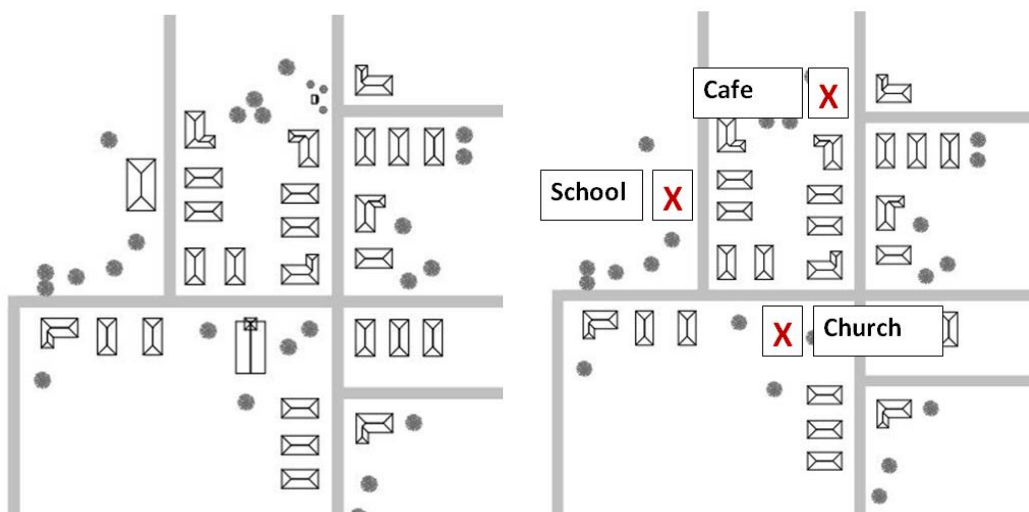
Students are invited to orientate in a virtual space that imitates a real-life, built environment. To solve spatial problems they have to perceive distances, directions, and sizes of objects, and determine the position of different objects in this space compared to other objects.

Rotating the floor plan on the screen in different directions (a software option) facilitates the solution of the task. The difficulty level of the task can be increased through omitting the symbols of the building to be found from the floor plan, so only their relative position to other buildings can help identifying their location.

Text on test sheet: Find the church, the school and the café on the map, and click on them to indicate your choice.



Correct solution:



Task 3: Spatial skills - Spatial orientation 2

Text on test sheet: Identify TWO BLUE, TWO YELLOW AND TWO GREEN buildings on the map and paint them with similar colours as those on this image.



Correct solution:

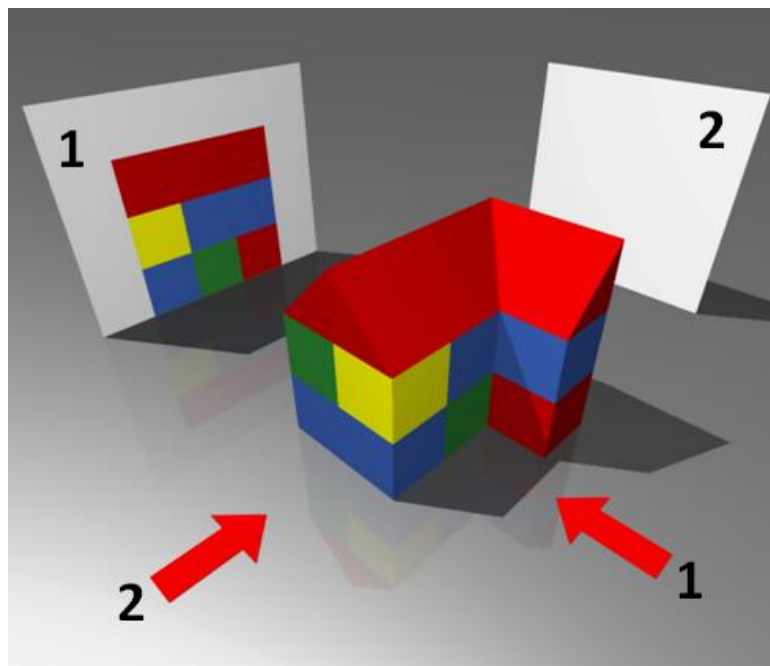


Task 4: Spatial skills – Identify perspective 1

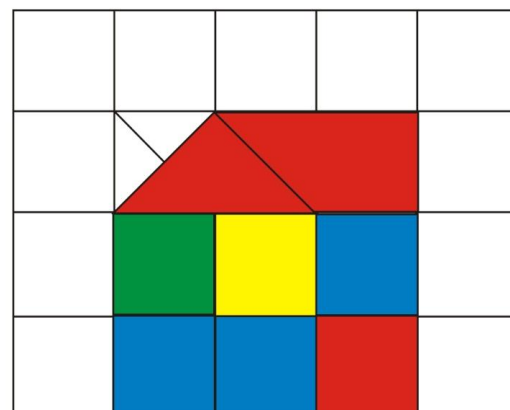
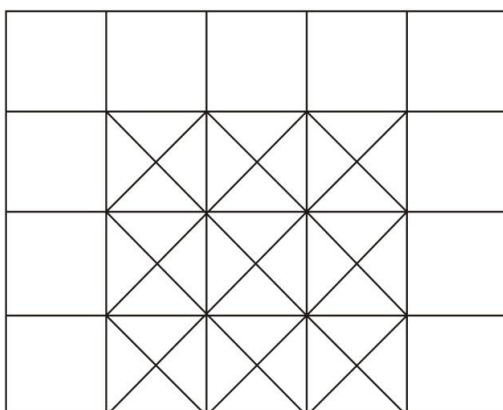
Connection with CEFR-VL (Common European Framework for Visual Literacy): imagination, mental representation and manipulation of images, modality change

Skills involved: imagination of objects from different angles. Mental representation of viewpoints, different from one's own and their integration. Modality change between 2D and 3D representations.

Text on test sheet: I constructed a shape and I drew it as if I were standing on Point 1. Imagine that you are standing on Point 2. What does the shape look like from that direction? Colour the parts of the grid the same way as they appear on the picture.

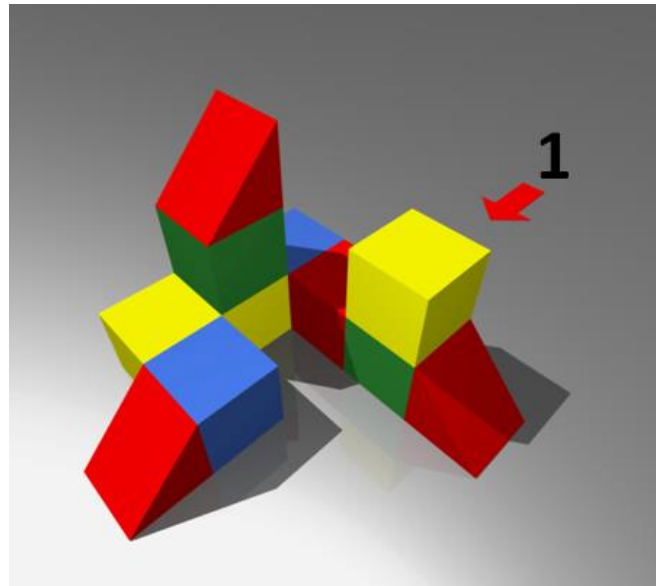


Correct solution:

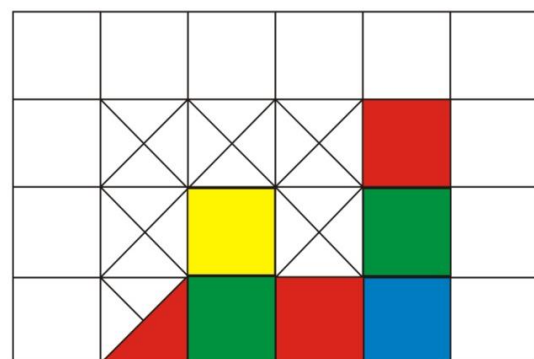
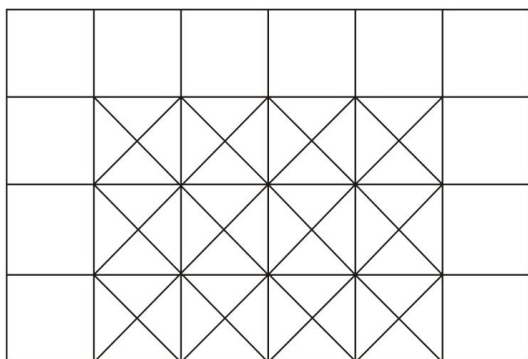


Task 5: Spatial skills - Identify perspective 2

Text on test sheet: I constructed a shape. Imagine that you are standing on Point 1. What does the shape look like from that direction? Colour the parts of the grid the same way as they appear on the picture.



Correct solution:



A német projekt adatai

Címe: BILDKOMPETENZ IN DER KULTURELLEN BILDUNG – ASSESSMENT (Képi kompetencia a kulturális nevelésben – értékelés)

Megbízó: Bundesministerium für Bildung und Forschung (német Oktatási és Kutatási Minisztérium)

Kutatásvezető: Prof. Dr. Ulrich Frick pszichológus, teszelméleti szakértő, Hochschule der Künste (HDK, Képzőművészeti Főiskola, Köln. **Szenior kutató:** Prof. Dr. Ernst Wagner, az Európai Vizuális Írástudás Hálózat nemzetközi kutatócsoport elnöke.

Cél: a PISA mérésekben szereplő korosztály (15 évesek) részére digitális eszközön felvehető, vizuális képességtesztekkel leírni a korosztály teljesítményét. A képességrendszer alapja a **Common European Framework for Visual Literacy** (CEFR-VL, Közös Európai Vizuális Műveltség Keretrendszer), amelynek ez az első nagy mintás vizsgálata.

8. SZÁMÚ MELLÉKLET: A TÉRSZEMLÉLET TESZT FELADATAI (2017), 5. ÉS 9. ÉVFOLYAM

A 2017-es nagymintás mérésben alkalmazott horgony-itelemek (5. és 9. évfolyam)

2. FELADAT

Építettem egy formát, és az 1. ponton állva az 1. rajzot készítettem.

Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

2

Viszsa Tovább

5. FELADAT

Építettem egy formát.

Képzeld el, hogy az 1. ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

1

Viszsa Tovább

V2_5 és V1_9

Instrukció: Építettem egy formát, és az 1. ponton állva az 1. rajzot készítettem. Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

V5_5 és V4_9

Instrukció: Építettem egy formát. Képzeld el, hogy az 1. ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

6. FELADAT

Keresd meg a térképen a **TEMPLOMOT**, az **ISKOLÁT**, a **FAGYIZÓT** és kattints rájuk!

Viszsa Tovább

8. FELADAT

Keresd meg és színezd ki a **KÉT KÉK** házat a megfelelő színűre a térképen!

Figyelj, mert elforgattam a térképet!

Viszsa Tovább

TT6_5 és TT8_9

Instrukció: Keresd meg a térképen a **TEMPLOMOT**, az **ISKOLÁT**, a **FAGYIZÓT** és kattints rájuk!

TT8_5 és TT9_9

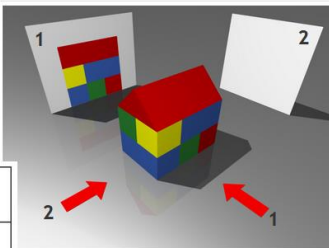
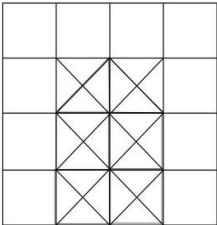

Instrukció: Keresd meg és színezd ki a **KÉT KÉK** házat a megfelelő színűre a térképen! Figyelj, mert elforgattam a térképet!

Az 5. évfolyam további feladatai

1. FELADAT

Építettem egy házat, és az 1. ponton állva az 1. rajzot készítettem.

Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz! Milyenek látod a házat? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

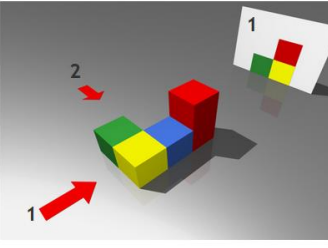
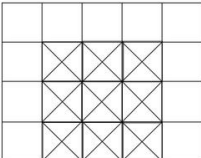

2

Vissza Tovább

3. FELADAT

Építettem egy formát, és az 1. ponton állva az 1. rajzot készítettem.

Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket!

2

Vissza Tovább

V1_5

Instrukció: Építettem egy házat, és az 1. ponton állva az 1. rajzot készítettem. **Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz! Milyenek látod a házat? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!**

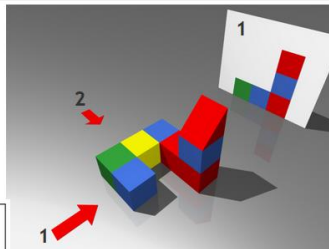
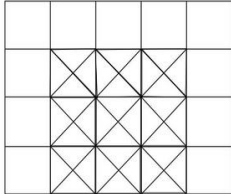

V3_5

Instrukció: Építettem egy formát, és az 1. ponton állva az 1. rajzot készítettem. **Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket!**

4. FELADAT

Építettem egy formát, és az 1. ponton állva az 1. rajzot készítettem.

Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!


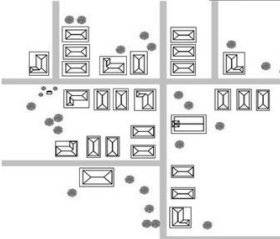

2

Vissza Tovább

7. FELADAT

Keresd meg és színezd ki a **KÉT SÁRGA** házat a megfelelő színűre a térképen!

Figyelj, mert elforgattam a térképet!

2

Vissza Tovább

V4_5

Instrukció: Építettem egy formát, és az 1. ponton állva az 1. rajzot készítettem. **Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!**

TT7_5

Instrukció: Keresd meg és színezd ki a **KÉT SÁRGA** házat a megfelelő színűre a térképen! **Figyelj, mert elforgattam a térképet!**

9. FELADAT

Keress meg és színezd ki a **KÉT ZÖLD** házat a megfelelő színűre a térképen!

Figyelj, mert elforgattam a térképet!

Vissza Tovább

10. FELADAT

BIP, a robot éppen körbe forog.

Állítsd időrendi sorrendbe a forgását! Az **A** kép az első, az **E** kép a második a sorban. Írd be a további számokat a betűjelek mellé! (**3, 4, 5, 6**)

A B C D E F

Vissza Tovább

TT9_5

Instrukció: Keress meg és színezd ki a **KÉT ZÖLD** házat a megfelelő színűre a térképen!
Figyelj, mert elforgattam a térképet!

MF10_5

Instrukció: BIP, a robot éppen körbe forog. Állítsd időrendi sorrendbe a forgását! Az **A** kép az első, az **E** kép a második a sorban. Írd be a további számokat a betűjelek mellé! (**3, 4, 5, 6**)

A 9. évfolyam további feladatai

2. FELADAT

Építettem egy házat, és az **1.** ponton állva az **1.** rajzot készítettem.

Képzeld el, hogy a **2.** ponton állsz! Milyenek látod a házat? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

Vissza Tovább

3. FELADAT

Építettem egy formát, és az **1.** ponton állva az **1.** rajzot készítettem.

Képzeld el, hogy a **2.** ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

Vissza Tovább

V2_9

Instrukció: Építettem egy házat, és az **1.** ponton állva az **1.** rajzot készítettem. **Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz!** Milyenek látod a házat? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

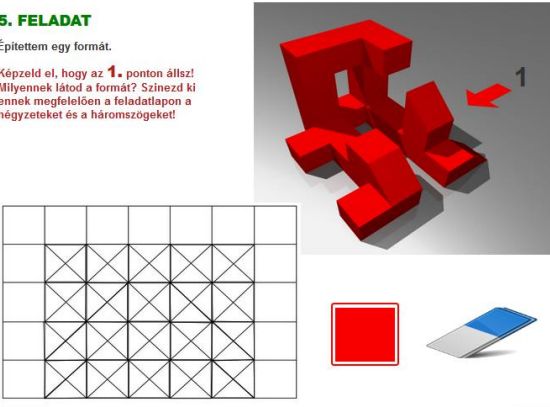
V3_9

Instrukció: Építettem egy formát, és az **1.** ponton állva az **1.** rajzot készítettem. **Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz!** Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

5. FELADAT

Építettem egy formát.

Képzeld el, hogy az **1.** ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!



Viszsa Tovább

V5_9

Instrukció: Építettem egy formát.

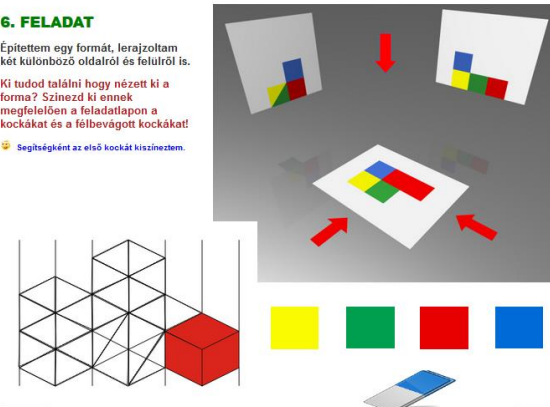
Képzeld el, hogy az **1.** ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

6. FELADAT

Építettem egy formát, lerajzoltam két különböző oldalról és felülről is.

Ki tudod találni hogy nézett ki a forma? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a kockákat és a félbevágott kockákat!

Segítségként az első kockát kiszíneztem.



Viszsa Tovább

R6_9

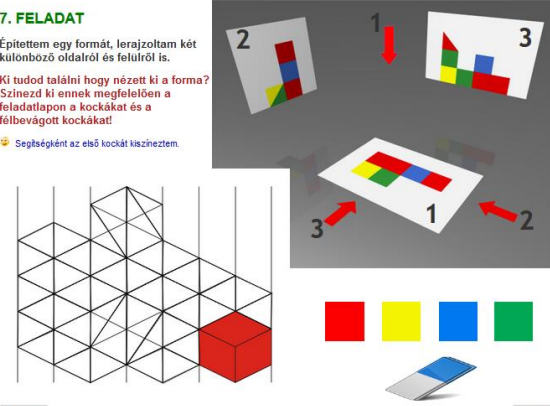
Instrukció: Építettem egy formát, lerajzoltam két különböző oldalról és felülről is. Ki tudod találni hogy nézett ki a forma? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a kockákat és a félbevágott kockákat! Segítségként az első kockát kiszíneztem.

7. FELADAT

Építettem egy formát, lerajzoltam két különböző oldalról és felülről is.

Ki tudod találni hogy nézett ki a forma? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a kockákat és a félbevágott kockákat!

Segítségként az első kockát kiszíneztem.



Viszsa Tovább

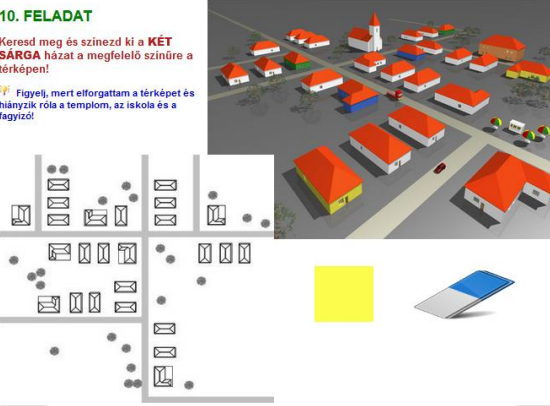
R7_9

Instrukció: Építettem egy formát, lerajzoltam két különböző oldalról és felülről is. Ki tudod találni hogy nézett ki a forma? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a kockákat és a félbevágott kockákat! Segítségként az első kockát kiszíneztem.

10. FELADAT

Keresd meg és színezd ki a **KÉT SÁRGA** házat a megfelelő színűre a térképen!

Figyelj, mert elforgattam a térképet és hiányzik róla a templom, az iskola és a fagyizó!



Viszsa Tovább

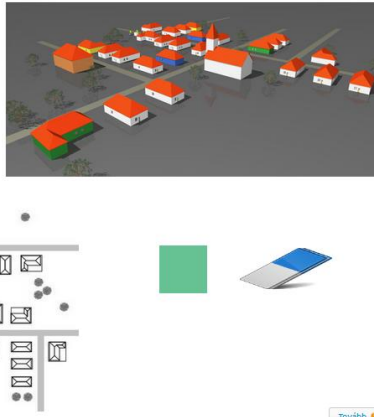
TT10_9

Instrukció: Keresd meg és színezd ki a **KÉT SÁRGA** házat a megfelelő színűre a térképen! Figyelj, mert elforgattam a térképet és hiányzik róla a templom, az iskola és a fagyizó!

11. FELADAT

Keress meg és színezd ki a **KÉT ZÖLD** házat a megfelelő színűre a térképen!

Figyelj, mert elforgattam a képet, és hiányzik róla a templom, az iskola és a fagyizó!

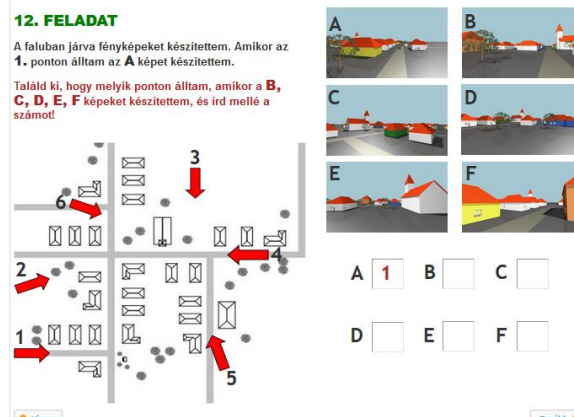


Vissza Tovább

12. FELADAT

A faluban járva fényképeket készítettem. Amikor az **1.** ponton álltam az **A** képet készítettem.

Találd ki, hogy melyik ponton álltam, amikor a **B, C, D, E, F** képeket készítettem, és írd mellé a számot!



A B C

D E F

Vissza Tovább

TT11_9

Instrukció: Keress meg és színezd ki a **KÉT ZÖLD** házat a megfelelő színűre a térképen!

Figyelj, mert elforgattam a térképet és hiányzik róla a templom, az iskola és a fagyizó!

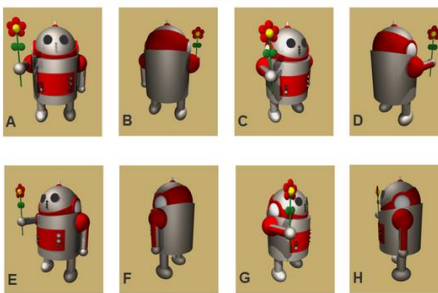
TT12_9

Instrukció: A faluban járva fényképeket készítettem. Amikor az **1.** ponton álltam, az **A** képet készítettem. Találd ki, hogy melyik ponton álltam, amikor a **B, C, D, E, F** képeket készítettem, és írd mellé a számot!

13. FELADAT

BIP, a robot éppen körbe forog.

Állítsd időrendi sorrendbe a forgását! Az **A** kép az első, az **E** kép a második a sorban. Írd be a további számokat a betűjelek mellé! (3, 4, 5, 6, 7, 8)



A B C D E F G H

Vissza Tovább

MF13_9

Instrukció: BIP, a robot éppen körbe forog.

Állítsd időrendi sorrendbe a forgását!

Az **A** kép az első, az **E** kép a második a sorban.

Írd be a további számokat a betűjelek mellé! (3, 4, 5, 6, 7, 8)

9. SZÁMÚ MELLÉKLET: A 2017-ES FELMÉRÉSBEN ALKALMAZOTT TANULÓI KÉRDŐÍV,
5. ÉS 9. ÉVFOLYAM

Jelöld be a rád jellemző válaszokat!

Bal vagy jobb kezes vagy?

Bal kezes

Jobb kezes

Fiú vagy lány vagy?

Fiú

Lány

Mikor születted?

év hónap nap

[Tovább](#)

Milyen gyakran internetezel? Kattints a válaszra!

soha

heti 1-3 alkalommal

naponta 1-2 órát

naponta 3-4 órát

naponta 4 óránál többet

[Vissza](#) [Tovább](#)

Van-e lehetőség, és ha igen, szoktál-e számítógépes program segítségével képeket készíteni, szerkeszteni (például Paint, vagy egyéb alkalmazások)? Kattints a válaszra!

nincs lehetőségem

van lehetőségem, de nem szoktam

egyszer már készítettem képet számítógépes programban

2-3-szor már készítettem képet számítógépes programban

már sokszor készítettem képet számítógépes programban

[Vissza](#)

[Tovább](#)

Melyik számítógépes játékokat kedveled? Kattints a válaszra! (Többet is megjelölhetsz.)

Akció

(olyan lövöldözős videójáték, ahol a játékos az általa irányított figura szemszögéből látja a történetet.)

Ügyességi

(akadályok legyőzésével kell eljutni egy pálya végéig, amely során érmeket, kincseket és egyéb dolgokat gyűjthetünk össze)

Szerepjáték

(különböző típusú emberek, lények bőrébe bújhatunk bele)

Stratégiai

(fő feladatok az erőforrások összegyűjtése, bázisok építése, technológia fejlesztése és az egységek irányítása)

Szimulátor

(virtuális járműveket kell irányítani)

Logikai, kártya és társasjátékok

(pl.: puzzle, sudoku)

Építő játékok

(pl.: hidak és házak építése, geometriai alakzatok kirakása)

Tudást fejlesztő

(pl.: angol szójáték, tájékozódás földrajzi térképeken, matematikai feladványok, kvízzjátékok)

[Vissza](#)

[Tovább](#)

Kattints rá azokra az állításokra, amelyek igazak rád! (Többet is megjelölhetsz.)

szoktam barkácsolni, szerelni

hetente legalább kétszer sportolok

járok rajz szakkörre

játszok hangszeren

szívesen veszek részt kézműves foglalkozásokon

sokat játszottam építőjátékokal

kedvelem a logikai feladványokat, rejtvényeket

rendszeresen sakkozok

[Vissza](#)

[Tovább](#)

Milyen osztályzatod volt az elmúlt félév végén a következő tárgyakból?

Érdemjegyek

Nem tanultam
ilyen tantárgyat

Idegen nyelv

1

2

3

4

5

Matematika

1

2

3

4

5

Rajz és vizuális kultúra

1

2

3

4

5

Testnevelés

1

2

3

4

5

Ének-zene

1

2

3

4

5

Informatika / Számítástechnika

1

2

3

4

5

Magyar nyelv (nyelvtan)

1

2

3

4

5

Magyar irodalom

1

2

3

4

5

Környezetismeret / Természetismeret

1

2

3

4

5

[Vissza](#)

[Tovább](#)

5. évfolyam

Milyen osztályzatod volt az elmúlt félév végén a következő tárgyakból?

Érdemjegyek

Nem tanultam
ilyen tantárgyat

Idegen nyelv	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/>
Matematika	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/>
Rajz és vizuális kultúra	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/>
Testnevelés	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/>
Ének-zene	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/>
Informatika / Számítástechnika	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/>
Magyar nyelv (nyelvtan)	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/>
Magyar irodalom	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/>
Földrajz	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/>

9. évfolyam

**A teszt végére értél. Ha szeretnél még javítani a válaszaidon, akkor
visszaléphetsz a feladatokhoz.**

Ha befejezted a tesztet, válaszolj a következő kérdésekre!

Mennyire tetszettek a feladatok? Kattints a válaszra!

egyáltalán nem tetszettek

nem tetszettek

tetszettek is meg nem is

tetszettek

nagyon tetszettek

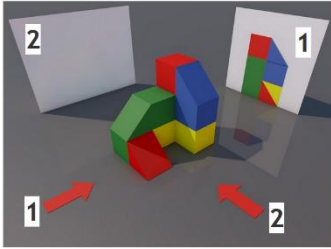
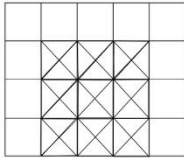


10. SZÁMÚ MELLÉKLET: A TÉRSZEMLÉLET TESZT FELADATAI (2019), 8. ÉS 12. ÉVFOLYAM

A 2019-es nagymintás mérésben alkalmazott horgony-itekek (8. és 12. évfolyam)

2. FELADAT

Építettem egy formát, és az 1. ponton állva az 1. rajzot készítettem.

Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

Viszsa Tovább

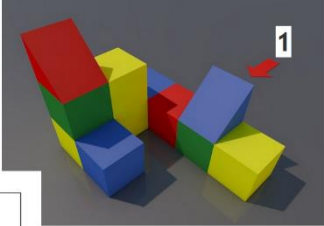
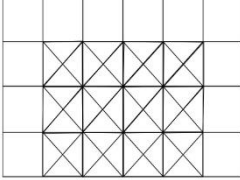


V2_8 és V1_12

Instrukció: Építettem egy formát, és az 1. ponton állva az 1. rajzot készítettem. Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

5. FELADAT

Építettem egy formát.

Képzeld el, hogy az 1. ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

Viszsa Tovább

V5_8 és V4_12

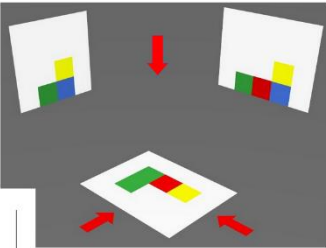
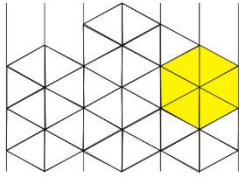


Instrukció: Építettem egy formát. Képzeld el, hogy az 1. ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

6. FELADAT

Építettem egy formát, lerajzoltam két különböző oldalról és felülről is.

Ki tudod találni hogy nézett ki a forma? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a kockákat!

Segítséggként az első kockát kiszíneztem.

Viszsa Tovább

R6_8 és R6_12

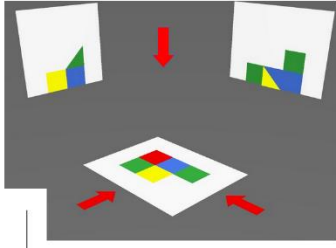
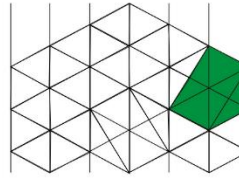


Instrukció: Építettem egy formát, lerajzoltam két különböző oldalról és felülről is. Ki tudod találni hogy nézett ki a forma? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a kockákat! Segítséggként az első kockát kiszíneztem.

7. FELADAT

Építettem egy formát, lerajzoltam két különböző oldalról és felülről is.

Ki tudod találni hogy nézett ki a forma? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a kockákat és a félbevágott kockákat!

Segítséggként az első kockát kiszíneztem.

Viszsa Tovább

R7_8 és R7_12

Instrukció: Építettem egy formát, lerajzoltam két különböző oldalról és felülről is. Ki tudod találni hogy nézett ki a forma? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a kockákat és a félbevágott kockákat! Segítséggként az első kockát kiszíneztem.

8. FELADAT

Építettem egy formát, lerajzoltam két különböző oldalról és felülről is. **Ki tudod találni hogy nézett ki a forma?** Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a kockákat és a félbevágott kockákat!

👉 Segítséggént az első kockát kiszíneztem.

Vissza Tovább

9. FELADAT

Keresd meg a térképen a KÉT KERÉKPÁROZÓ EMBER helyét jelölő fehér téglalapokat és kattints rájuk!

Vissza Tovább

R8_8 és R8_12

Instrukció: Építettem egy formát, lerajzoltam két különböző oldalról és felülről is. **Ki tudod találni hogy nézett ki a forma? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a kockákat és a félbevágott kockákat!** Segítséggént az első kockát kiszíneztem.

TT9_8 és TT9_12

Instrukció: Keresd meg a térképen a KÉT KERÉKPÁROZÓ EMBER helyét jelölő fehér téglalapokat és kattints rájuk!

12. FELADAT

Keresd meg és színezd ki a **NEGY PÍROS MOTORCSÓNAKOT** a térképen!

👉 Figyelj, mert elforgattam a térképet!

Vissza Tovább

13. FELADAT

Keresd meg és színezd ki a **HÁROM SÁRGA** vitorlás hajót a térképen!

👉 Figyelj, mert elforgattam a térképet!

Vissza Tovább

TT12_8 és TT12_12

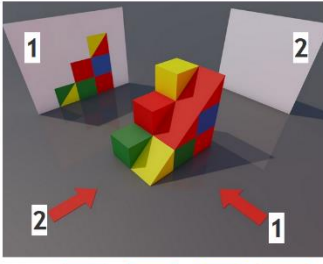
Instrukció: Keresd meg és színezd ki a **NEGY PÍROS MOTORCSÓNAKOT** a térképen!
Figyelj, mert elforgattam a térképet!

TT13_8 és TT13_12

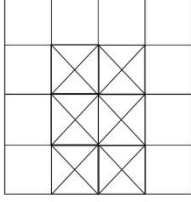
Instrukció: Keresd meg és színezd ki a **HÁROM SÁRGA** vitorlás hajót a térképen!
Figyelj, mert elforgattam a térképet!

A 8. évfolyam további feladatai

1. FELADAT
Építettem egy formát, és az 1. ponton állva az 1. rajzot készítettem. Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz! Milyenek látod a házat? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket!

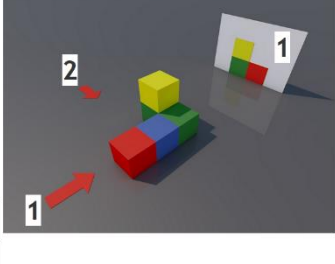


2

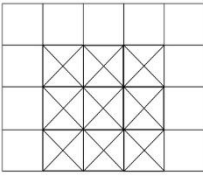


ViSSza Tovább

3. FELADAT
Építettem egy formát, és az 1. ponton állva az 1. rajzot készítettem. Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket!



2



ViSSza Tovább

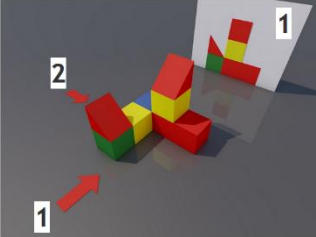
V1_8

Instrukció: Építettem egy formát, és az 1. ponton állva az 1. rajzot készítettem. Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

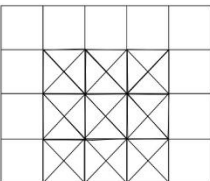
V3_8

Instrukció: Építettem egy formát, és az 1. ponton állva az 1. rajzot készítettem. Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

4. FELADAT
Építettem egy formát, és az 1. ponton állva az 1. rajzot készítettem. Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

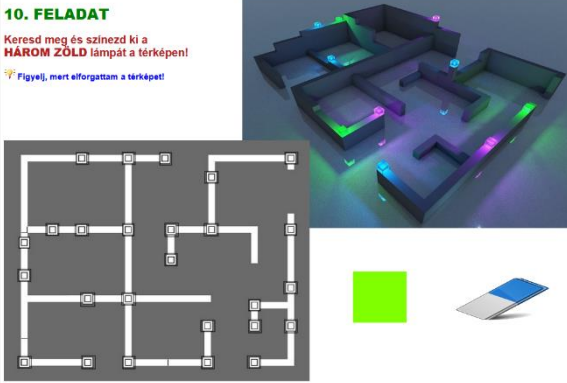


2



ViSSza Tovább

10. FELADAT
Keress meg és színezd ki a **HÁROM ZÖLD** lámpát a térképen!
Figyelj, mert elforgattam a térképet!



ViSSza Tovább

V4_8

Instrukció: Építettem egy formát, és az 1. ponton állva az 1. rajzot készítettem. Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

TT10_8

Instrukció: Keress meg és színezd ki a **HÁROM ZÖLD** lámpát a térképen!
Figyelj, mert elforgattam a térképet!

11. FELADAT

Keresd meg és színezd ki a **HÁROM ZÖLD** vitorlás hajót a térképen!

Figyelj, mert elforgattam a térképet!

ViSSza Tovább

14. FELADAT

Állítsd időrendi sorrendbe az űrhajó forgását! Az **A** kép az első, az **E** kép a második a sorban. Írd be a további számokat a betűjelek mellé! (3, 4, 5, 6)

A B C D E F

ViSSza Tovább

TT11_8

Instrukció: Keresd meg és színezd ki a **HÁROM ZÖLD** vitorlás hajót a térképen!

Figyelj, mert elforgattam a térképet!

MF14_8

Instrukció: Állítsd időrendi sorrendbe az űrhajó forgását! Az **A** kép az első, az **E** kép a második a sorban. Írd be a további számokat a betűjelek mellé! (3, 4, 5, 6)

15. FELADAT

Állítsd időrendi sorrendbe a képeken látható alakzat forgását! Az **A** kép az első, az **E** kép a második a sorban. Írd be a további számokat a betűjelek mellé! (3, 4, 5, 6)

A B C D E F

ViSSza Tovább

MF15_8

Instrukció: Állítsd időrendi sorrendbe képeken látható alakzat forgását!

Az **A** kép az első, az **E** kép a második a sorban.

Írd be a további számokat a betűjelek mellé! (3, 4, 5, 6)

A 12. évfolyam további feladatai

2. FELADAT

Építettem egy formát, és az 1. ponton állva az 1. rajzot készítettem.

Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

2

1

2

1

Viszsa

Tovább

3. FELADAT

Építettem egy formát, és az 1. ponton állva az 1. rajzot készítettem.

Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

2

1

2

1

Viszsa

Tovább

V2_12

Instrukció: Építettem egy formát, és az 1. ponton állva az 1. rajzot készítettem. **Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz!** Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

V3_12

Instrukció: Építettem egy formát, és az 1. ponton állva az 1. rajzot készítettem. **Képzeld el, hogy a 2. ponton állsz!** Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

5. FELADAT

Építettem egy formát.

Képzeld el, hogy az 1. ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

1

Viszsa

Tovább

10. FELADAT

Keresd meg és színezd ki a **HÁROM RÓZSASZÍN** lámpát a térképen!

Figyelj, mert elforgattam a térképet!

Viszsa

Tovább

V5_12

Instrukció: Építettem egy formát.

Képzeld el, hogy az 1. ponton állsz! Milyenek látod a formát? Színezd ki ennek megfelelően a feladatlapon a négyzeteket és a háromszögeket!

TT10_12

Instrukció: Keresd meg és színezd ki a **HÁROM RÓZSASZÍN** lámpát a térképen!

Figyelj, mert elforgattam a térképet!

11. FELADAT
Keress meg és színezd ki a **NÉGY KÉK** lámpát a térképen!
Figyelj, mert elforgattam a térképet!

Vissza Tovább

14. FELADAT
Állítsd időrendi sorrendbe az űrhajó forgását!
Az **A** kép az első, az **E** kép a második a sorban.
Írd be a további számokat a betűjelek mellé! (3, 4, 5, 6, 7, 8)

A B C D E F G H

Vissza Tovább

TT11_12

Instrukció: Keress meg és színezd ki a **NÉGY KÉK** lámpát a térképen!

Figyelj, mert elforgattam a térképet!

MF14_12

Instrukció: Állítsd időrendi sorrendbe az űrhajó forgását! Az **A** kép az első, az **E** kép a második a sorban. Írd be a további számokat a betűjelek mellé! (3, 4, 5, 6, 7, 8)

15. FELADAT
Állítsd időrendi sorrendbe a képeken látható alakzat forgását!
Az **A** kép az első, az **E** kép a második a sorban.
Írd be a további számokat a betűjelek mellé! (3, 4, 5, 6, 7, 8)

A B C D E F G H

Vissza Tovább

MF15_12

Instrukció: Állítsd időrendi sorrendbe képeken látható alakzat forgását!

Az **A** kép az első, az **E** kép a második a sorban.

Írd be a további számokat a betűjelek mellé! (3, 4, 5, 6, 7, 8)

11. SZÁMÚ MELLÉKLET: A FEJLESZTŐ PROGRAMBAN ALKALMAZOTT KÉRDŐÍV, MÉRNÖKHALLGATÓK

A kérdések megválaszolásánál nincs jó és rossz válasz, hallgatóim meglátásaira vagyok kíváncsi, és bármelyik részéhez lehet plusz kiegészítést, véleményt írni.

1. A tárgy felvétele előtt megnéztem a kiírt tematikát (húzd alá a megfelelőt):

a) nem

b) igen, véleményem a tematikáról:.....

2. Osztályozd 1-5-ig terjedő skálán:

A feladatok bemutatása (5, ha teljesen érthető volt a feladat kiadása, és 1, ha teljesen érthetetlen):

A tanári korrekció (5, ha minden esetben megkapta a megfelelő tanári segítséget a munka során, és 1, ha egyáltalán nem kapott használható segítséget):

Az órák időbeosztása (5, ha minden feladat kidolgozására jutott elegendő idő, és 1, minden feladatot kapkodva, gyorsan kellett elkészíteni):

Az e-learning felületre feltöltött segédanyagok használhatósága (5, ha jól összefoglalta a legfontosabbakat, és 1, ha használhatatlanok voltak):

Milyen mértékben biztosította a tárgy az önkifejezés lehetőségét (5, ha minden feladaton belül volt lehetőség a saját személyiség megmutatására, és 1, ha egyáltalán nem):

3. Osztályozd 1-5-ig terjedő skálán az egyes feladatokkal kapcsolatban a következőket:

a) 1. feladat (befoglaló forma felosztása két egybevágó részre, és ezek illesztése):

Érdekessége (5, ha nagyon érdekes, izgalmas volt, és 1, ha unalmas):

Értehetősége (5, ha pontosan tisztában volt a feladattal, és 1, ha még a leadáskor sem tudta mit kell kezdenie vele):

Nehézségi szintje (5, ha nagyon nehéz volt, és 1, ha nagyon könnyen megoldotta):

b) 2. feladat (síkkompozíciók)

Érdekessége (5, ha nagyon érdekes, izgalmas volt, és 1, ha unalmas):

Értehetősége (5, ha pontosan tisztában volt a feladattal, és 1, ha még a leadáskor sem tudta mit kell kezdenie vele):

Nehézségi szintje (5, ha nagyon nehéz volt, és 1, ha nagyon könnyen megoldotta):

c) 3. feladat (plasztikai hatások, ritmus)

Érdekessége (5, ha nagyon érdekes, izgalmas volt, és 1, ha unalmas):

Értehetősége (5, ha pontosan tisztában volt a feladattal, és 1, ha még a leadáskor sem tudta mit kell kezdenie vele):

Nehézségi szintje (5, ha nagyon nehéz volt, és 1, ha nagyon könnyen megoldotta):

d) 4. feladat (térkompozíciók)

Érdekessége (5, ha nagyon érdekes, izgalmas volt, és 1, ha unalmas):

Értehetősége (5, ha pontosan tisztában volt a feladattal, és 1, ha még a leadáskor sem tudta mit kell kezdenie vele):

Nehézségi szintje (5, ha nagyon nehéz volt, és 1, ha nagyon könnyen megoldotta):

e) 5. feladat (anyag-forma-szerkezet összefüggései)

Érdekessége (5, ha nagyon érdekes, izgalmas volt, és 1, ha unalmas):

Értehetősége (5, ha pontosan tisztában volt a feladattal, és 1, ha még a leadáskor sem tudta mit kell kezdenie vele):

Nehézségi szintje (5, ha nagyon nehéz volt, és 1, ha nagyon könnyen megoldotta):

f) 6. feladat (funkció, lépték)

Érdekessége (5, ha nagyon érdekes, izgalmas volt, és 1, ha unalmas):

Értehetősége (5, ha pontosan tisztában volt a feladattal, és 1, ha még a leadáskor sem tudta mit kell kezdenie vele):

Nehézségi szintje (5, ha nagyon nehéz volt, és 1, ha nagyon könnyen megoldotta):

4. Általában mi okozta a legtöbb problémát az alkotás során? Rangsorold 1-5-ig (5, ami a legtöbb, és 1, ami a legkevesebb problémát okozta):

A feladat megértése:

Kreatív, egyedi ötletek kitalálása:

A megfelelő technikai megoldások megtalálása (pl.: a modellezésnél az anyagválasztás, anyagkezelés, a számítógépes tervezésnél a program használata):

A kivitelezés (megfelelő számú és minőségű megoldások elkészítése):

A tanári korrekcióknak megfelelő javítások elkészítése:

Egyéb dolgok, amelyek a felsoroltakon kívül problémát okoztak:

5. Általában mi okozta a legtöbb problémát a vizuális nyelv használata során? Rangsorold 1-6-ig (6, ami a legtöbb, és 1, ami a legkevesebb problémát okozta):

Térbeli helyzetek, viszonylatok elképzelése, értelmezése, tervezése:

Színválasztás:

Formák tervezése, formakapcsolatok értelmezése:

Textúra tervezése:

Vizuális hatások tervezése (pl.: fény-árnyék hatások):

Kompozíció:

6. Mi segítette a feladatok megoldását? Húzd alá a megfelelő választ (egyszerre több is megjelölhető)!

a) Szakkönyvek

b) Internetes források

c) Csoporttársak (pl.: konkrét segítség, ösztönző hatású munkák)

d) Más tantárgyak kapcsán szerzett tudás, éspedig:

e) Egyéb, éspedig:.....

7. Osztályozd 1-5-ig terjedő skálán, a félév során tanultak hasznosságát a következők szempontjából (5, ha nagyon hasznos, és 1, ha teljes egészében használhatatlan):

Vizuális képességeim fejlődése szempontjából:

Térlátásom fejlődése szempontjából:

A tervezői, alkotói képességeim fejlődése szempontjából:

A szakmám gyakorlása szempontjából:

8. A következő javaslataim, ötleteim vannak a tárgy színvonalának növelésével kapcsolatban:

9. Egyéb megjegyzések a kurzussal kapcsolatban:

12. SZÁMÚ MELLÉKLET: A FEJLESZTŐ PROGRAMBAN ALKALMAZOTT MUNKANAPLÓ, MÉRNÖKHALLGATÓK

MUNKANAPLÓ

NÉV:.....

TÉMA:

I. Tervezési koncepció, célok (max. 5 kulcsszó):

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

A kivitelezés során még ezek váltak fontossá:

- 1)
- 2)
- 3)

II. Hány százalékban sikerült kivitelezned az elképzelt koncepciót? %

Melyik célodat nem sikerült elérned?

III. Előképek (pl.: épület, filmes élmény, saját tervezési munka vagy az órán látott kép):

- 1)
- 2)
- 3)

IV. Melyik vizuális problémákkal foglalkoztál a legtöbbet (Jelöld X-el a vonalon, max. 3-at választhatsz!) Melyikkel foglalkoztál a legkevésbé? (Jelöld 0-val. Bármennyit választhatsz.)

Formaképzés (alaki jellemzők tervezése, pl.: csonkolással, perforációval):

Kompozíció:

Kivitelezés technikája:

Faktúra/textúra/anyag:

Térbeli elrendezés:

Mozgás/dinamika:

Szín:

Formák térbeli kapcsolódása:

Térillúziók/optikai csalódások:

Struktúra/szerkezeti felépítés:

Fény-árnyék hatások:

Egyéb, éspedig:

V. A 3 tervezési/kivitelezési probléma, amit a **legkönnyebben** meg tudtam oldani (röviden):

- 1)
- 2)
- 3)

VI. A 3 tervezési/kivitelezési probléma, amit a **legnehezebben** tudtam megoldani (röviden):

- 1)
- 2)
- 3)

VII. Mennyire volt érdekes számodra a feladat? (Húzd alá a legjellemzőbbet!)
nagyon izgalmas – érdekes – elment – volt már érdekesebb is – unalmas

VIII. Hogyan értékeled a mai munkádat? (Karikázd be!)

Ötletesség/egyediség/kreativitás: 5 – 4 – 3 – 2 – 1

Megvalósítás (sikerült-e vizuálisan kifejezni a tervezett tartalmat): 5 – 4 – 3 – 2 – 1

Technikai kivitelezés színvonala: 5 – 4 – 3 – 2 – 1

IX. Hogyan segíthetnék, hogy legközelebb még jobb legyen a munkád?

13. A JELŐLT DISSZERTÁCIÓHOZ KÖZVETLENÜL KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓI

Babály, B., Budai, L., & Kárpáti, A. (2013). A térszemlélet fejlődésének vizsgálata statikus és mozgó ábrás tesztekkel. *Iskolakultúra*, 23(11), 6-19.

Babály, B., & Kárpáti, A., (2015). A téri képességek vizsgálata papír alapú és online tesztekkel. *Magyar Pedagógia*, 115(2). 67–92.

Babály, B. (2016). Possibilities of computer-based assessment in visual arts education. In *SGEM International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts, performing arts, architecture and design: History of Arts, Contemporary Arts, Performing and Visual Arts, Conference proceedings* (pp. 167-174). Konferencia helye, ideje: Vienna, Austria, 6-9 April 2016. Szófia: STEF92 Technology Ltd. (ISBN: 978-619-7105-53-7)

Babály, B., & Kárpáti, A. (2016a). The impact of creative construction tasks on visuospatial information processing and problem solving. *Acta Polytechnica Hungarica*, 13(7), 159-180.

Babály, B., & Kárpáti, A. (2016b). Vizuális-téri képességek fejlesztése: egy alkotó-konstruáló tevékenységen alapuló térszemlélet fejlesztő program hatékonyságvizsgálata In P. Tóth, & I. Holik (Eds.), *Új kutatások a neveléstudományokban 2015: Pedagógusok, tanulók, iskolák - az értékformálás, az értékközvetítés és az értékteremtés világa* (pp. 127-138). Budapest: ELTE, Eötvös Kiadó.

Babály, B., & Bölcskei, A. (2017). Analysis and comparison of the three spatial tests: MRT, MCT and HSAT. *Journal Biuletyn of Polish Society for Geometry and Engineering Graphics*, 30, 9-15.

Babály, B. (2017). Vizuális kompetenciák fejlesztése: oktatási stratégiák és módszerek, implementáció, eredményesség. In E. Tóth (Ed.), *Épített környezeti nevelés a felsőoktatásban konferencia - Előadás-összefoglalók* (pp. 73-80). Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2017.05.11. Pécs: kultúrAktív Egyesület. (Építészet és pedagógia konferenciasorozat; 1.) (ISBN:978-963-89794-3-8)

Budai, L., Kárpáti, A., & Babály, B. (2014). Spatial abilities: a group of basic workplace skills developed through Geogebra 3d. In A. M. Teixeira, A. Szűcs, & I. Mázár (Eds.), *E-learning at Work and the Workplace. From Education to Employment and Meaningful Work with ICTs, Conference proceedings* (pp. 421-429). Konferencia helye, ideje: Zagreb, Croatia, 10-13 June 2014. European Distance and E-Learning Network (EDEN). (ISBN 978-963-89559-7-5)

Kárpáti, A., Babály, B., & Budai, L. (2014). Developmental Assessment of Spatial Abilities Through Interactive, Online 2D and Virtual 3D Tasks. *Guo ji yi shu jiao yu xue kan/The international journal of arts education*, 12(2), 94-124.

Kárpáti, A., Babály, B., & Simon, T. (2015). A vizuális képességrendszer elemeinek értékelése: térszemlélet és képi kommunikáció. In B. Csapó, & A. Zsolnai (Eds.), *Online diagnosztikus mérések az iskola kezdő szakaszában* (pp 29–58). Budapest: Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet.

Kárpáti, A., Babály, B., & Budai, L. (2016). Onlinetests für die Teilkompetenz Imaginieren (Raumvorstellung). In E. Wagner, & D. Schönau (Eds.), *Cadre Europeen Commun de Référence pour la Visual Literacy – Prototype: Common European Framework of Reference for Visual Literacy – Prototype; Gemeinsamer Europäischer Referenzrahmen für Visual Literacy – Prototyp* (pp. 319-327). New York: Waxmann.

Előadások:

Kárpáti A., & Babály, B. (2019). Online, interactive, diagnostic assessment of spatial skills: a new look at gender related differences. *51st Annual Conference of the International Visual Literacy Association (IVLA), Museum Leuven and Linstuniversity Leuven: Navigating the visual: crossing the boundaries of theories and practices*. Konferencia helye, ideje: Belgium, Leuven, 16-19 October 2019.

Babály, B., & Kárpáti, A. (2018). A térszemlélet fejlődésének vizsgálata, és a fejlesztés lehetőségeinek feltárása. In A. Fehérvári, K. Széll, & H. Misley (Eds.): *XVIII. Országos Neveléstudományi Konferencia: Program és absztrakt kötet*. 542 p. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 8-10 April 2018. Budapest: MTA Pedagógiai Tudományos Bizottság; ELTE Pedagógiai és Pszichológiai Kar, p. 285. (ISBN: 978-963-489-051-5)

Babály, B., & Kárpáti, A. (2017). 5. és 9. évfolyamos diákok térszemléletének vizsgálata online tesztekkel és a teljesítmények összehasonlító elemzése. In J. Kerülő, T. Jenei, & I. Gyarmati (Eds.), *XVII. Országos Neveléstudományi Konferencia: Program és absztrakt kötet*. 636 p. Konferencia helye, ideje: Nyíregyháza, Magyarország, 9-11 November 2017. Nyíregyháza: MTA Pedagógiai Tudományos Bizottság; Nyíregyházi Egyetem, p 339. (ISBN:978-963-508-863-8)

Pásztor, A., Babály, B., Simon, T., & Tóth, A. (2017). A vizuális és a kombinatív képességek összefüggései 5. és 9. évfolyamon. In J. Kerülő, T. Jenei, & I. Gyarmati (Eds.), *XVII. Országos Neveléstudományi Konferencia: Program és absztrakt kötet*. 636 p. Konferencia helye, ideje: Nyíregyháza, Magyarország, 9-11 November 2017. Nyíregyháza: MTA Pedagógiai Tudományos Bizottság; Nyíregyházi Egyetem, p. 483. (ISBN:978-963-508-863-8)

Babály, B., Bölcskei, A., & Kárpáti, A. (2017). Training program for spatial skills development of engineering students: design and implementation. In J. Tofil (Ed.), *Proceedings of 24th Conference Geometry Graphics Computer*. 91 p. Konferencia helye, ideje: Lodz, Lengyelország, 3-6 July 2017. Gliwice: Silesian University of Technology, pp. 8-9.

Babály, B., & Bölcskei, A. (2017). Analysis and comparison of some spatial ability tests. In J. Tofil (Ed.), *Proceedings of 24th Conference Geometry Graphics Computer*. 91 p. Konferencia helye, ideje: Lodz, Lengyelország, 3-6 July 2017. Gliwice: Silesian University of Technology, pp. 6-7.

Babály, B. (2017). Téri képességtesztekkel végzett mérések tapasztalatai. In A. Kárpáti (Ed.), *I. Művészetpedagógiai Konferencia: A világ új képe a művészetben és a tudományban. Fókuszban: a vizuális kultúra pedagógiája*. 220 p. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 22-23 June 2017. Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem, pp. 57-58. (ISBN:978-963-284-905-8)

Babály, B., & Kárpáti, A. (2017). Women create space – a skills development program to empower female architecture and engineering student. *35th World Congress of the Int'l Society for Education Through Art - InSEA*. Konferencia helye, ideje: Dél-Korea, Daegu, 7-11 August 2017.

Pásztor, A., Babály, B., Simon, T., & Tóth, A. (2017). A kombinatív és a vizuális képességek összefüggései 5. osztályban – egy pilot vizsgálat eredményei. In A. Kárpáti (Ed.), *I. Művészetpedagógiai Konferencia: A világ új képe a művészetben és a tudományban. Fókuszban: a vizuális kultúra pedagógiája*. 220 p. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 22-23 June 2017. Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem, pp. 30-31. (ISBN:978-963-284-905-8)

Babály, B., Bölcskei, A., & Kárpáti, A. (2016). The Assessment of a Creative Design Course for the Development of Spatial Reasoning. In D. Tomislav, & E. Jurkin (Eds.), *19th Scientific-Professional Colloquium on Geometry and Graphics: Abstracts*. 75 p. Konferencia helye, ideje: Starigrad, Croatia, 4-8 September 2016. Zagreb: Croatian Society for Geometry and Graphics, pp. 7-8.

Babály, B. (2016). Possibilities of computer-based assessment in visual arts education. *3rd International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts, SGEM*. Konferencia helye, ideje: Vienna, Austria, 6-9 April 2016.

Babály, B., & Kárpáti, A. (2015). A vizuális-téri információfeldolgozás és problémamegoldás jellemzőinek feltárása. In P. Tóth, I. Holik, & Z. Tordai (Eds.), *Pedagógusok, tanulók, iskolák – az értékformálás, az értékközvetítés és az értékteremtés világa: tartalmi összefoglalók: XV. Országos Neveléstudományi Konferencia*. 365 p. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 19-21 November 2015. Budapest: Óbudai Egyetem, p. 247. (ISBN:[978-615-5460-53-1](#))

Babály, B. (2014). A 10-13 évesek térszemléletének vizsgálata online tesztkörnyezetben. In A. Buda (Ed.), *XIV. Országos Neveléstudományi Konferencia. Oktatás és nevelés – gyakorlat és tudomány: tartalmi összefoglalók*. 472 p. Konferencia helye, ideje: Debrecen, Magyarország, 6-8 November 2014. Debrecen: Debreceni Egyetem Neveléstudományok Intézete, p. 286. (ISBN:[978-963-473-742-1](#))

Kárpáti, A., Budai, L., & Babály, B. (2014). Authentic, developmental assessment of spatial skills in a 3D virtual environment. In *EARLI SIG2: Building bridges: Improving our understanding of learning from text and graphics by making the connection*. Konferencia helye, ideje: Rotterdam, Netherlands, 25-27 August 2014.

Kárpáti, A., Babály, B., & Budai, L. (2014). Online Auswertung der Raumdarstellung- und Perzeptionsfähigkeiten durch stabile 2D und mobile 3D Aufgaben. In: *Fachtagung des EnVIL - das Europäische Netzwerk für die Entwicklung der visuellen Kompetenzen*. Konferencia helye, ideje: Utrecht, Germany, 13-15 September 2014.

Budai, L., Kárpáti, A., & Babály, B. (2014). Spatial abilities: a group of basic workplace skills developed through Geogebra 3d. In A. M. Teixeira, A. Szűcs, & I. Mázár, (Eds.), *E-learning at Work and the Workplace. From Education to Employment and Meaningful Work with ICTs. Book of Abstracts of the European Distance and E-Learning Network (EDEN) Annual Conference*. 192 p. Konferencia helye, ideje: Zagreb, Croatia, 10-13 June 2014. European Distance and E-Learning Network (EDEN), p. 50. ISBN 978-963-89559-5-1

Babály, B. (2013). A mérnökhallgatók téri képességeinek fejlesztése és mérése eltérő tanulási környezetekben, alkalmazásorientált megközelítésben. In J. Bárdos, L. Kis-Tóth, & R. Racsco (Eds.), *XIII. Országos Neveléstudományi Konferencia: Változó életformák - Régi és új tanulási környezetek*. Konferencia helye, ideje: Eger, Magyarország, 6-9 November 2013. Eger: Líceum Kiadó, p. 140. ISBN:[978-615-5250-32-3](#)

Babály, B., Bölcskei, A., Budai, L., Kárpáti, A., & Katona, J. (2013). Virtual learning environments and online assessment of spatial abilities. In T. Došlić, & E. Jurkin (Eds.), *17th Scientific-Professional Colloquium on Geometry and Graphics*. Konferencia helye, ideje: Rastoke, Croatia, 4-8 September 2013. Croatian Society for Geometry and Graphics, Zagreb, pp. 6-7.

Budai, L., Kárpáti, A., & Babály, B. (2013). Development of spatial skills through 3D, online, interactive tasks. *InSEA European Regional Congress: Tales of art and curiosity*. Konferencia helye, ideje: Canterbury, England, 24-26 June 2013.

Kárpáti, A., Babály, B., & Budai, L. (2013). A térszemlélet fejlődésének vizsgálata statikus és mozgó ábrás tesztekkel. In K. Józsa, J. B. Fejes (Eds.), *PÉK 2013. XI. Pedagógiai Értékelési Konferencia, Program – Előadás-összefoglalók*. 140 p. Konferencia helye, ideje: Szeged, Magyarország, 11-13 April 2013. SZTE BTK Neveléstudományi Doktori Iskola, p. 74. ISBN:[978-963-306-212-8](https://doi.org/10.17174/978-963-306-212-8)