

2022/2023-es tanév tavasz
Országos Tudományos Diákköri Konferencia

Jelige: Téri orientáció

Melyik téri képességben jobbak a mérnökök?

Pécsi Tudományegyetem
Bölcsészettudományi Kar
Pszichológia Szak

Absztrakt

A STEM területen dolgozók téri képessége kiemelkedő, továbbá azok a serdülők választják a természettudományos, mérnöki és matematika szakokat, akik jobb téri képességgel rendelkeznek (Wai, Lubinski & Benbow, 2009). Azonban a szakirodalom általában „a téri képesség” megközelítést használja, noha az inkább egy gyűjtőfogalom, több különböző komponenssel. A vizsgálat arra irányul, hogy feltárja, melyik téri képességben jobbak a műszaki és természettudomány területen végzettséget szerzett felnőttek Newcombe és Shipley (2015) négy kategóriás tipológiája alapján.

A 73 fős minta alapján a mérnökök csak a téri orientáció feladatban mutattak szignifikáns kapcsolatot a négy téri képesség közül, amely az extrinzik-dinamikus téri képesség mérésére szolgáló feladattípus.

A mentális forgatás feladatban jól teljesítők várhatóan magasabb matematika tudással bírnak. Ugyanakkor, akik valamelyik téri képességben kiemelkedően teljesítettek, nem feltétlenül járt együtt erős matematikai tudással.

Kulcsszavak: téri és matematikai képesség, STEM tudományterület, iskolai végzettség

Tartalom

I. Elméleti háttér	4
A térszemlélet tipológiája	4
A STEM és a téri képesség kapcsolata	6
A téri képességek hatása a STEM területekre	7
A matematika és a téri képesség kapcsolata	10
A téri képesség fejlesztése	11
II. Kutatói kérdések	13
III. Módszertan	14
Kísérleti személyek.....	14
Kísérleti eljárás	15
Mérőeszközök.....	15
IV. Eredmények	21
V. Következtetések	25
VI. Megvitatás	27
VII. Limitáció	27
VIII. Irodalomjegyzék	28
IX. Ábrajegyzék	32
X. Diagramjegyzék	33
XI. Táblázatjegyzék	34

I. Elméleti háttér

A térszemlélet tipológiája

Az emberek eltérő téri képességekkel rendelkeznek, de valójában mit is értünk téri képességen és hogyan tudjuk azt mérni, összehasonlítani, esetleg fejleszteni? Az elméleti háttér részben kísérletet teszek a téri képességgel kapcsolatosan feltett kérdés rövid, ugyanakkor átfogó megválaszolására.

Séra és mtsai. (2002, 19.0) szerint a „Vizuális-téri képességnek a két- és háromdimenziós alakzatok észlelésének és az észlelt információknak tárgyak és viszonylatok megértésére és problémák megoldására való felhasználásának képességét nevezzük”. Jelen műhelymunkában a téri képességek vizsgálatára koncentrálok.

Már a XX. század második felétől elemezni kezdték a kutatók az alapszintű oktatásban részt vevő tanulók téri képességének szerepét és hatását a megszerzett végzettség és foglalkozások kapcsán. Az angol oktatási rendszerben folytatott longitudinális vizsgálatok élen járnak a téri képességek nyújtotta lehetőségek kiaknázásban. A kutatások során megállapított összefüggéseket próbálták a téri képességekkel kapcsolatos tudás és kompetenciák fejlesztéseként összehangolni és beilleszteni az adott ország oktatási modelljébe és értékelési rendszerébe. Természetesen ez hatalmas feladat, és a szakemberek jelenleg is dolgoznak ezen kihíváson (Wai és mtsai., 2009).

Több magyar és nemzetközi szinten készült tanulmány megállapítja, hogy a téri képességek összetevői és vizsgálati lehetőségei számos formában valósulnak meg a gyakorlatban (Hegarty & Kozhevnikov, 1999; Kállai és mtsai., 1998; Krisztián és mtsai., 2015; Lubinski, 2010; Newcombe & Shipley, 2015; Séra és mtsai., 2002; Wai és mtsai., 2009). Newcombe és Shipley 2015.évi cikkében arra hívja fel a figyelmet, hogy a téri képesség kifejezés, nem egy speciális képesség, hanem több képességet is magában foglaló gyűjtőfogalom.

Newcombe és Shipley (2015) munkásságából betekintést kaphatunk a téri képesség mérési eredményeiről az 1950-es évektől napjainkig. A szerzőpáros rámutatott arra, hogy a téri képességek mérésére szolgáló eszközök nem voltak egyértelműen összehasonlíthatóak. Jellemzően az egy komponensű elméletek alapján kidolgozott módszerekkel mérték a tanulók téri képességet, egységes fogalomnak tekintve, de hogy pontosan melyik téri képességet, abban eltérő volt a gyakorlat. Ezen hiányosság feloldására a szerzőpáros és publikálta a téri

képességekről és készségekről¹ való gondolkodásmód tipológiáját. A térben való gondolkodás felülről lefelé irányuló elemzés eredménye a tipológia, nem pedig a hagyományos pszichometria és a faktoranalízisben használt alulról felfelé irányuló induktív megközelítés.

Kutatásaik során abból indultak ki, hogy egy objektum belső és külső jellemzőit pontosították a térben való gondolkodáshoz (Newcombe & Shipley, 2015).

Egy objektum belső (intrinzik) jellemzői:

- alakja, alkotóelemeinek elrendezése és egymáshoz való viszonya;
- tájolása, mérete a térben (Mihez képest? kérdésre ad választ);
- átalakítása: hajlítás, elforgatás, továbbá a 2D és 3D nézetek, 3D objektum keresztmetszete 2D szeletekre és fordítva 3D rekonstrukció 2D szeletekből.

Egy objektum külső (extrinzik) jellemzői:

- minden objektum meghatározható más objektumhoz vagy,
- a referenciakerethez képest. Két típusa lehet: objektumközpontú (allocentrikus) vagy én-központú (egocentrikus).

Egy objektum belső és/vagy külső jellemzője egyformán jelentheti az objektum statikus vagy dinamikus állapotát. Az objektum dinamikus átalakítását hajlítással, forgatással, vagy mozgatással érhetjük el. Ezt a kognitív folyamatot hívjuk manipulációnak, amikor mentális művelettel módosítjuk a képzeleti képet (Séra és mtsai., 2002).

Egy adott térbeli feladatnál nézőpont kérdése, hogy melyik tulajdonság lesz belső és külső, ezért az a fontos, hogy mi lesz az elemzés tárgya, azaz a vizsgált objektum, ami lehet egy molekula, egy, szék, egy ház, egy ország, egy bolygó, a naprendszer, stb. (Newcombe & Shipley, 2015).

Newcombe és Shipley (2015) a két dimenzió mentén a téri képességek négy kategóriáját különböztetik meg az alábbiak szerint:

Az **intrinzik-statikus** téri képességek közé sorolták be az objektumok alakjának, téri konfigurációjának kódolását; alakzatok, formák felismerését és kiválasztását egymást fedő és egyéb perceptuális alakzatokból, tárgyakból illetve a térben való gondolkodás kategóriáinként való azonosítását.

Az **intrinzik-dinamikus** téri képességeken egyrészt az objektumok téri kódjainak transzformációit értik a kicsinyítés, nagyítás, forgatás, keresztmetszés, hajtogatás, hajlítás, törés, csúsztatás másrészt az ilyen változtatások által létrehozott sorozatok vagy időbeli

¹ Az angol szakirodalom a spatial ability és spatial thinking kifejezéseket használja, a magyar szakirodalom térszemléletnek és téri képességnek fordít. Mindkét fogalom átfogó, általános kifejezés, nem utal arra, hogy pontosan melyik téri képességet értjük alatta.

változtatások és a végtermék vizualizálását. Továbbá a manipulációk két- háromdimenziós nézeteinek egymáshoz való viszonyát.

Az extrinzik-statikus téri képességek közé tartoznak az objektumok téri helyzetének, pozíciójának kódolása más objektumokhoz, vagy referenciakerethez képest, figyelembe véve a gravitáció és összehangolva az egyéb külső tényezők hatását az eltérő téri helyzetekben.

Az extrinzik-dinamikus téri képességek közé kerültek az objektumok kölcsönös kapcsolatainak átalakítása, amikor egy vagy több objektum mozog, beleértve a résztvevőt is, a stabil ábrázolás fenntartása érdekében.

A tesztelés során intrinzik-statikus téri képességeinket használjuk például a Beágyazott Figura Teszt vagy a Rejtett Figura Teszt megoldása során, amikor egy adott egyszerűbb mintát kell megtalálunk egy komplexebb ábrában. Klasszikus téri képességet mérő feladat, amely intrinzik-dinamikus kvalitásainkra épít a Mentális Forgatás Teszt, de ide sorolhatjuk többek között a Papírhajtogatás Tesztet, a Mentális Metszet Tesztet vagy a Kártyaforgatás Tesztet is. A Vízszint Teszt, mely során a gravitáció, mint külső tényező vízre gyakorolt hatását kell figyelembe vennünk az extrinzik-statikus, míg az extrinzik-dinamikus téri képesség mérésére egy lehetséges feladat, annak a képessége, hogy a világról egy stabil reprezentációt tartsunk fent navigáció során.

A STEM és a téri képesség kapcsolata

A STEM angol mozaik szó a Science, Technology, Engineering és Mathematics rövidítése. Erről a négy tanulmányi területről együtt beszélünk, mert az egyes tudományterületekhez szükséges készségek átfedik egymást.

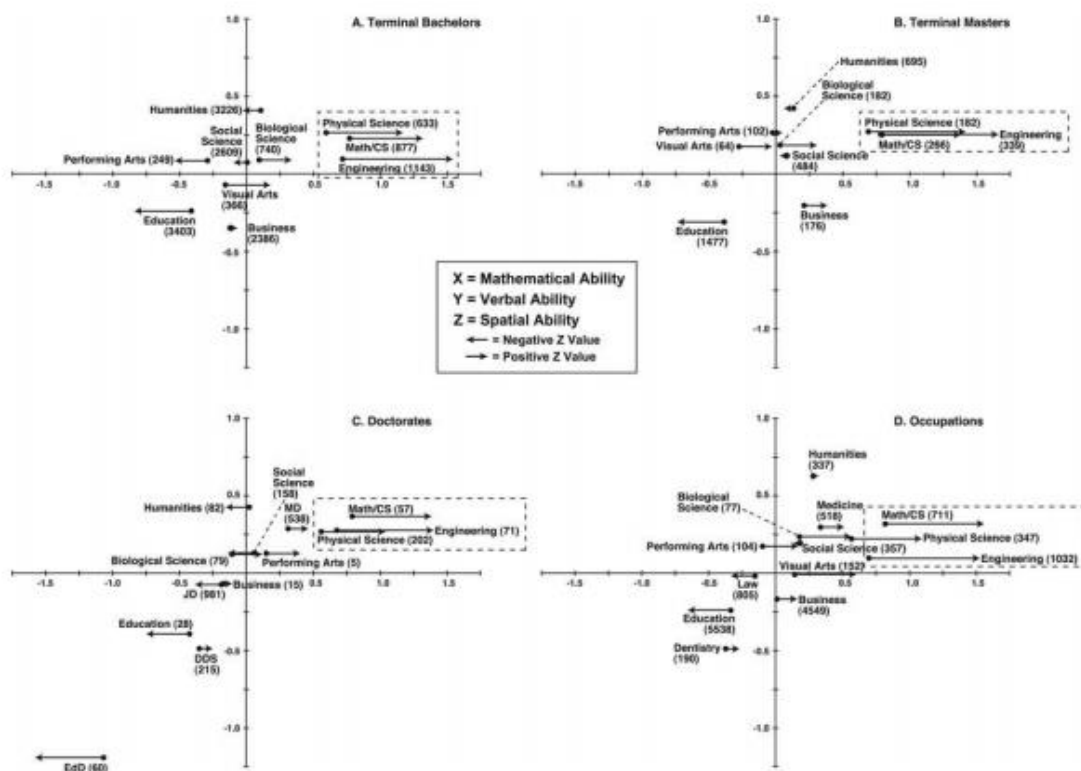
Számos tanulmány kimutatta, hogy a téri képesség fejlesztése javítja a tanulási képességet, így a munkamemóriát és sikeresebbek lesznek a STEM területeken. A téri képesség erős előrejelzője a STEM oktatásba való belépésének és teljesítésének (Benbow & Stanley, 1982; Wai és mtsai., 2009). Az angol gyerekek STEM tudományterülettel kapcsolatos plusz oktatásban vehetnek részt, ha teljesítik a felvételi ponthatárt.

A jobb téri képességgel bíró tanulók, jobb osztályzatokat érnek el a matematikában, a fizikában és a kémiában (Kozhevnikov és mtsai., 2002), továbbá sikeresebbek a háromdimenziós biológiai problémák megoldásában (Russell-Gebbett, 1985). Fontos hozzátenni, hogy a téri képességben lévő egyéni különbségek számos forrásból erednek, például a hormonális eltérésekből (Grimshaw és mtsai., 1995), a kultúra (Hoffman és mtsai., 2011) és a csoportok közötti különbségekből, valamint a téri tevékenységek környezeti expozíciójából (Levine és mtsai., 2012; Terlecki és mtsai., 2008). A téri készségek és

képességek fejleszthetők képzéssel és gyakorlással (Uttal és mtsai., 2013; Krisztián és mtsai., 2015).

A téri képességek hatása a STEM területekre

Röviden bemutattam a téri képesség szerepét az emelt szintű oktatási képesítések megszerzésében. Wai és mtsai. (2009) vizsgálata nemzetgazdasági szintű összefüggésekre bukkant és kimutatta, hogy a jobb téri képességekkel bíró tanulók száma emelkedő tendenciát mutat a STEM tudomány területen felsőfokú végzettséget szerzett személyek arányán belül. A longitudinális vizsgálat rávilágít arra (Wai és mtsai., 2009), hogy a modern tehetségkutatók felméréseiből mennyire hiányoznak a térbeli képességek vizsgálatára irányuló feladatok, így mennyi kihasználatlan tehetség vész kárba. Általában azok kerülnek be a különböző tehetségfejlesztő programokba, **akik a verbális vagy matematikai képességek felmérése során a legjobb 1%-ba kerülnek.** Tanulmányukban egy longitudinális vizsgálat keretében bemutatják a verbális-, a matematikai- és a téri képesség alakulását a 9. évfolyamon, majd az érettségit követően egy, öt és tizenegy évre készített felméréseket a legmagasabb iskolai végzettségről és a foglalkozásról (Project Talent"-nak nevezték el a programot). A vizsgálat eredményét az 1. ábra szemlélteti, ahol az x tengely a matematikai, az y tengely a verbális és a z tengely a téri képességet jelöli (Wai és mtsai., 2009).



1.ábra: A Tehetség programban résztvevők matematikai, verbális és téri képesség vizsgálata során elért eredmény standardizált átlagai iskolai végzettség és foglalkoztatás szerint

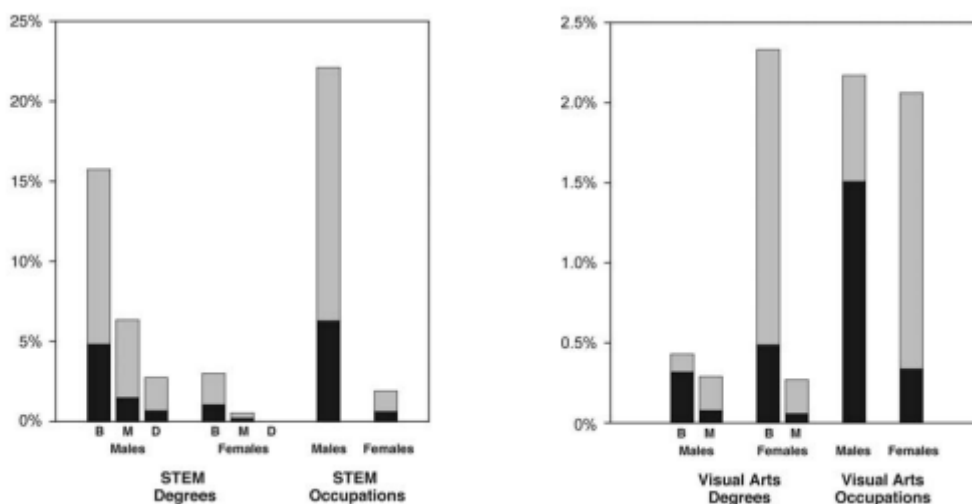
Az 1. ábra mind a négy paneljén végzettség, foglalkozás (D panel) és a három képesség együttes szintje szerint láthatjuk az egyes tudományterületeket. A szaggatott vonalakon belül található a STEM csoportok. A C panel szemlélteti a doktori fokozatot elért hallgatók eredményeit. Például a fizika tudományterületen 202 hallgató doktori fokozatot szerzett, akik téri képessége az átlaghoz képest jobb, melyet a jobbra mutató nyíl szemléltet. A pozitív z pontérték azt is kifejezi, hogy a fizika tudományterületen végzettséget szerettek az átlaghoz képest jobb matematikai, verbális és téri képességekkel rendelkeznek (Wai és mtsai., 2009).

Összehasonlítva a paneleket, például a legjobb téri képességeket mutató tanulók csoportja a STEM területen PhD-val 45%-a, mesterfokozattal 30%-a és főiskolai diplomával 25%-a rendelkezik. Ők azok a tanulók, akik a tehetségkutató felmérésbe nem kerültek be, mert nem tartoznak a verbális vagy a matematikai képesség szerint a legjobb 1%-ba, mert csak a felső 4%-ba kerültek a 9. évfolyamos eredményük alapján. **Megállapíthatjuk, hogy a téri képességek jelentősége az egyre magasabb szintű iskolai végzettség függvényében nő a STEM tudomány területeken** (Wai és mtsai., 2009).

A vizsgálat egyik meghatározó eredménye, hogy azon hallgatók, akik a téri képességek szerint a felső 1%-ba tartoznak, 70%-uk nem került be a matematika vagy a verbális teszten

elért eredményük alapján a felső 1%-ba tartozók közé, holott rendkívüli téri képességgel rendelkező tanulók (Wai és mtsai., 2009).

A vizsgálat másik fontos megállapítása, hogy a téri képességek jelentőségét, számos kreatív művészet számára is elismerjék. A 2. ábra szemlélteti a legjobb téri képességekbe került hallgatók csoportjának végzettségi adatait, akik 70%-a nem került be a felső 1%-ba a matematikai vagy a verbális eredmény szerint (világos szürke és fekete oszlopdiagram együttesen). Ebből az oszlopdiagram fekete sávja a TALENT programban résztvevő hallgatók arányát mutatja meg, akik a 9. évfolyamban elért eredménye és művészeti végzettséget közötti összefüggésre világít rá. A bal oldali ábra a STEM tudományterületen, a jobb oldali ábra a vizuális művészetek területén főiskolai (B), egyetemi (M) és doktori (D) végzettséget szerzettek és ezen területen dolgozók arányát mutatja, nem szerinti bontásban. A két ábrán látható a nemek közötti eltérés a két terület között, illetve a fekete sávok jelzik, az olyan kiaknázatlan téri képességekkel bíró hallgatók arányát, akik nem kerültek be a STEM emelt szintű oktatásba. A felső 1%-ba került téri képességekkel bíró hallgatók, ugyanakkor a matematikai vagy verbális képességük alapján nem tartoznak a felső 1%-ba, ugyanakkor nagy arányban szereztek STEM tudományterületen és vizuális művészeti területen végzettséget, továbbá az elvárásokat meghaladóan dolgoznak STEM és vizuális művészeti területen.



2. ábra: A nemek közötti különbség a felsőfokú végzettség megszerzése és foglalkozás szerint.

A bal oldali ábrán a STEM tudományterületen, a jobb oldali ábrán a vizuális művészetek területén végzettséget szerzettek láthatóak (Wai és mtsai., 2009)

A nemek közötti érdeklődési körben kimutatható különbség van, például a jó téri képességekkel rendelkező nők többsége érdeklődik a művészetek iránt szemben a férfiakkal. Ugyanakkor a jó téri képességgel rendelkező férfiak jellemzően a gépészeti és mérnöki tevékenységet választják szemben a nőkkel. Ezek az érdeklődési körök szerinti átlagos nem

különbségek alátámasztják a 2. ábra eredményét, azaz a térben tehetséges nők inkább a művészeti területet választják szemben a térben tehetséges férfiakkal (Wai és mtsai., 2009).

A kapott eredmények alátámasztják Ackerman eredményeit, hogy a hallgatók külső jellemzői, mint az érdeklődési kör, a személyiség és az értékrendszer korrelál a matematikai, a verbális és a téri képességgel. A verbális képesség szoros együtt járást mutat a humán tudományokkal, az embereknek nyújtott segítséggel és negatívan korrelál a mérnöki és műszaki tevékenységekkel. A jobb téri képességekkel rendelkező hallgatók érdeklődési köre, pedig pozitív kapcsolatban áll a mérnöki és a műszaki tevékenységek iránti érdeklődéssel szemben a humán tudományokkal (Ackerman & Heggestad, 1997).

Az igen eltérő pontokat eredményező matematikai és térbeli képesség között, feltételezhetően a tanulók eltérő motivációs hajlamai, továbbá a nyelvi, a számolási és a nonverbális preferenciában mutatkozó különbségeik állhatnak. Ami indokolja a tanulók tanulási és gondolkodási különbségeit az eltérő matematikai és térbeli képességeik alapján (Wai és mtsai., 2009).

A tanulmány három fontos megállapítása a következő.

- A jobb téri képességgel bíró serdülők körében a téri képesség megléte, olyan kiemelkedő pszichológiai jellemző, ami előrejelzi a STEM területen magasabb szintű iskolai végzettség megszerzését és/vagy e területen való munkavégzést.
- A téri képességek kritikus szerepet játszanak az iskolai és a foglalkozási eredmények strukturálásában az általános népesség körben, valamint az intellektuálisan tehetséges egyének körében.
- A kortárs tehetséggondozók sok intellektuálisan tehetséges diákot elveszítene, mert a kiválasztási kritériumokat a matematikai és a verbális képességmérőkre korlátozzák.

Ezért fontos kérdés, hogy a téri képességeket, hogyan hasznosítjuk a tanulók kiválasztásánál, az oktatási és a tantervi keretek tervezésénél, tekintettel a téri képességek egyéni különbségeire (Wai és mtsai., 2009).

A matematika és a téri képesség kapcsolata

A téri-vizuális vázlattömb két részre osztható. A képekkel való belső manipulációinkat segíti - a perceptuális és a képzeleti képekét - a vizuális alrendszer. A téri alrendszer biztosítja a téri viszonyok tárolását a helyekkel, mozgásokkal kapcsolatos információk feldolgozását, a téri tájékozódást. A matematika tanítás szempontjából fontos következménnyel járó megerősítése a két alrendszer függetlenségének az, hogy a téri reprezentáció korrelál a

matematikai teljesítménnyel. Ez azt jelenti, hogy a jobb téri képesség egyben jobb matematikai teljesítménnyel jár együtt. A jobb képi reprezentáció pedig nem jár együtt jobb matematikai teljesítménnyel, sőt enyhe negatív kapcsolat van közöttük (Hegarty és Kozhevnikov, 1999).

Babály és Kárpáti (2015) megállapítása szerint a matematikai képességek fejlesztése, bár hangsúlyos, a tárgyon belül a térszemléletet leginkább fejlesztő geometriai tananyagok aránya folyamatosan csökken. Az alap-, közép- és felsőfokú oktatás területén egyaránt a tanulók térszemléletének fejlesztését foglalkoztatták meg a következő kutatók. A mérnök képzésbe bekerült hallgatók térszemlélete nem megfelelő, az általános és középiskolás évek hiányosságait fejleszteni szükséges, akár még az egyetemi tanulmányok alatt is (Babály & Bölcskei, 2022; Babály & Kárpáti, 2016; Sorby, 2009). Így feltételezhető a kapcsolat a magyar fiatalok gyenge teljesítményével az alkalmazott matematikai műveltségre irányuló PISA felmérésben, mert a feladatok megoldásához szükséges szintű téri képességekkel feltehetően nem rendelkeznek a tanulók. (Babály & Kárpáti, 2015, *PISA – Programme for International Student Assessment*, 2014).

A téri képesség fejlesztése

Dehaene és mtsai. (1999) azt találták, hogy a becslési folyamatok során a térlátási funkciók aktiválódnak az emberi agyban, míg az egzakt aritmetikai feladatok során a verbális funkciókhoz kapcsolódó agyi területek. Más eredmények is megerősítették, hogy a numerikus folyamatok a parietális kéregben a térbeli reprezentációkkal kapcsolatos agyi területekkel kerülnek összeköttetésbe és aktiválódásra (Hubbard és mtsai., 2005).

A genetikai tényezők és a környezeti hatások szerepét Tosto és mtsai. (2014) 4174 12 éves egyipetű és kétipetű ikerpár vizsgálatával megállapította, hogy a térbeli és a matematikai képességek közötti kapcsolat 60%-ban genetikailag, 40%-ban környezetileg meghatározott.

A téri képesség fejleszthető, melyet Brinkmann (1966) tanulmányozott 8. osztályos tanulókkal, akik három hetes tréning programban vettek részt az egyenesekről, a szögekről és az egydimenziós formákról, figurákról. A tréningcsoport jobban teljesített a téri vizualizációban, mint a kontrollcsoport.

Krisztián és mtsai. 2015-ben végzett kutatása során a matematikai nehézségekkel küzdő gyermekek számolási képességeit az origami javította a három hetes téri képesség fejlesztésnek köszönhetően. A téri képesség elő és utóteszt eredményei szignifikáns különbséget mutattak a kísérleti és a két kontroll csoport között. Így bizonyították, hogy a fejlesztő foglalkozások a téri képesség javulását eredményezték, az elért pontszámok emelkedtek, mely azt mutatta, hogy a

kísérleti csoport téri képességei szignifikánsan javultak, addig a két kontrollcsoportban nem történt változás a teljes időtartam alatt.

Számos kutató vizsgálta a videojátékok hatását a téri képességre. Dorval és Pépin (1986) a téri vizualizációs eredmények javulását hozták összefüggésbe a videojátékokkal. A számítógép elterjedésével napjainkban a papír és ceruza tesztet kiszorítja a számítógép és az internet grafikus megoldásai, így érdekes vizsgálatok alapja lehet, hogy milyen hatással van a téri képességre ez a környezeti tanulási forma átalakulása.

A következő öt tevékenységtípus a leghatékonyabban fejleszti a térszemléletet: építőjátékok használata gyermekkorban, kézműves foglalkozások és barkácsolás, 3D-s számítógépes játékok, sportolás és matematikai képességek fejlesztése (Sorby, 1999, Spence & Feng, 2010).

II. Kutatói kérdések

A vizsgálat mintája a felnőtt korosztály, akik felsőfokú tanulmányaikat folytatják vagy dolgoznak, és a mindennapi életben szembesülhetnek a téri képességet igénylő élethelyzetekkel. A szakirodalmi áttekintésben a téri képesség vizsgálata jellemzően alapfokú oktatásban lévő tanulókkal történt. Ez az az indokolt korosztály, ahol a téri képesség tudatosan fejleszthetőek mind az iskolai oktatás során mind egyéni fejlesztésekkel és előrejelzi adott tudományterületen való iskolai végzettség megszerzését. A longitudinális kísérletek alátámasztották, hogy azok a tanulók választják felsőoktatási tanulmányaik során a STEM területeket, akik magasabb téri képességgel rendelkeznek. Tudjuk, hogy a mérnökök, a matematikusok, a kutatók téri képessége meghaladják az agrár- vagy társadalomtudományokkal foglalkozók téri képességét. A felnőtt korosztály tekintetében ez idáig kevés célirányos vizsgálatokat végeztek a téri képesség felmérésére. Honnan jött az ötlet és miért tartom ez fontosnak megvizsgálni?

Gyakran előforduló jelenség, hogy elmegyünk bevásárolni egy bevásárlóközpontba és visszafelé azon gondolkodunk, hol is mentünk be, hol parkoltunk le? Vannak, akiknek ez már a parkolás során szorongást okoz, vannak, akik könnyedén megtalálják, hol hagyták az autójukat. Persze olyan is előfordulhat, hogy nyugodt keresgélés során találják meg autójukat, jókat mosolyogva, hogy nem emlékeznek arra, pontosan hol parkoltak.

A téri-vizuális képesség vizsgálatok kimutatták, hogy a műszaki területen jártás személyek jobban teljesítenek az orvos vagy akár a társadalomtudományban jártás személyeknél.

A mindennapi életben azt tapasztaltam, hogy több mérnök ismerősöm a fenti problémával küzd, míg egyes orvos, jogász és közgazdász végzettségű személy akár jól is veszi a fenti kihívásokat.

Ezért megvizsgáltam a felnőtt lakosság körében a téri képességet Newcombe és Shipley (2015) tipológiája alapján, hogy a következő feltevéseket megvizsgálhassam.

Kutatói kérdések:

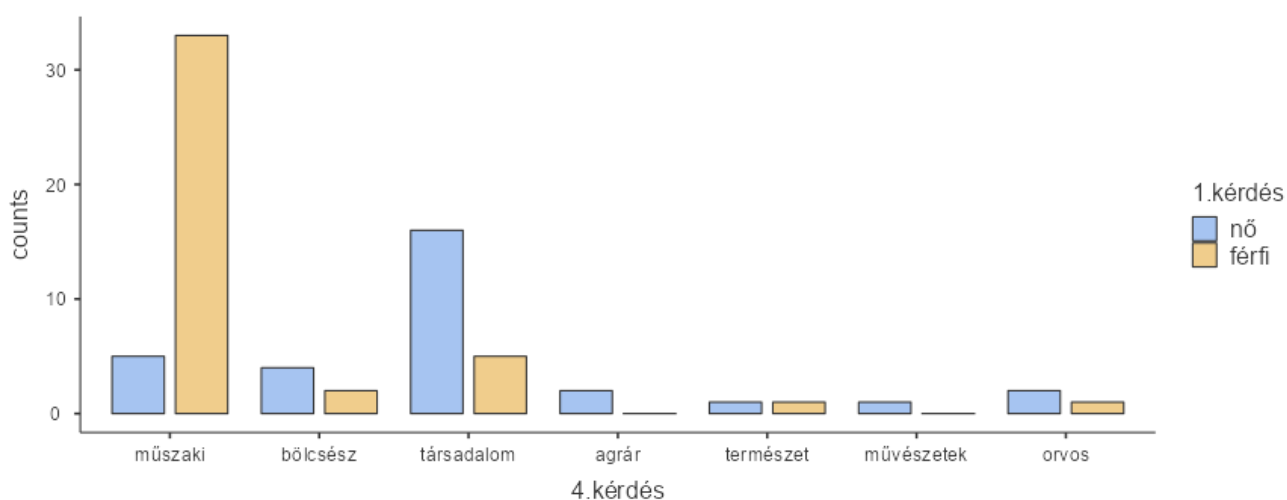
1. Melyik téri képességben jobbak a mérnökök?
2. A matematika képesség melyik téri képességgel van kapcsolatban?
3. Van-e különbség a nemek között a téri illetve a matematika képesség között?

III. Módszertan

Kísérleti személyek

A vizsgálatba bevont személyek 18 év feletti. Törekedtem arra, hogy a munkaképes korosztály képviselve legyen, akik a 20-as, a 30-as, a 40-es és 50-es éveikben járnak. Fontos szempont volt továbbá, hogy olyan személyek vegyenek részt a kísérletben, akik eltérő tudományterületen szereztek iskolai végzettséget vagy éppen tanulmányokat folytatnak.

A minta elemszáma 73 fő volt. 42 férfi és 31 nő vett részt a vizsgálatban. Így a férfiak aránya 57,5%, a nők aránya 42,5%. A minta 20%-a 20-24 év közötti, majd 17,8%-al azonos számban a 25-29 év és 50-59 év közöttiek. Őket követte 10 fővel 13,7%-al a 45-49 év és 8 fővel 11%-al a 40-44 év valamint 35-39 év közöttiek.² A mintában szereplő felsőfokú végzettséggel rendelkezők aránya 67%. A középfokú végzettségű személyek között, vannak felsőfokú tanulmányaikat folytató mérnök hallgatók. A 1. számú mellékletben megtalálhatók a demográfiai jellemzők további adatai. Az 1. diagram szemlélteti a vizsgálatban részt vett személyek tudományterület és nem szerinti megoszlását.

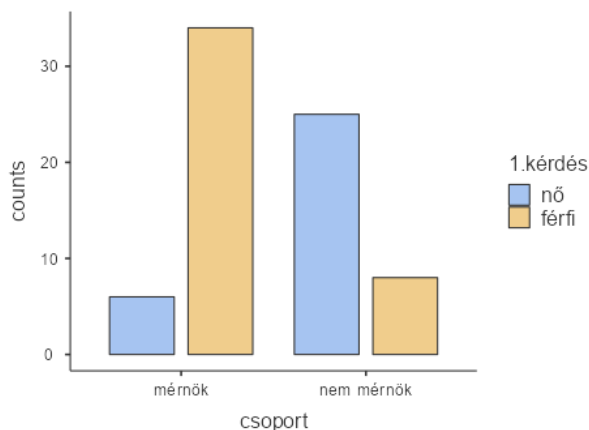


1. diagram: A minta megoszlása tudományterület és nem szerint (n=73)

A résztvevők a megszerzett iskolai végzettségüket a 169/2000. (IX.29.) Kormány Rendeletben foglalt, az egyes tudományterületekhez tartozó tudományágak alapján jelölték meg. A tudományterületi adatok alapján kialakítottam egy mérnök és nem mérnök csoportot a STEM csoportosítás alapján. A mérnök csoportba kerültek a műszaki és

²Az online pdf verzió kitöltés során technikailag problémát okozott a pontos életkor rögzíthetőségének kialakítása. A felmerült nehézség kiküszöbölése érdekében intervallumokat képeztem és az életkornak megfelelő intervallumot választhatták ki a kitöltők.

természettudományba tartozó személyek 54,8%-a, összesen 40 fő, 6 nő és 34 férfi. A nem mérnök csoportba került a többi hat tudományterület, 25 nő és 8 férfi, összesen 33 fő, amely a résztvevők 45,2%-a (2. számú melléklet). A 2. diagram szemlélteti a két csoportba került személyek számát nemenként.



2. diagram: A mérnök és nem mérnök megoszlása nemek szerint (n=73)

Kísérleti eljárás

A feladatok megoldására meghatározott időkeret állt rendelkezésre és a feladatokat sorban egymás után lehetett kitölteni. A papír alapú tesztek kitöltését személyesen koordináltam. Általában csoportosan vettem fel a teszteket, volt példa rá, hogy egyesével. Az elektronikusan kitöltött kérdőívek esetében a résztvevőkkel átbeszéltem a feladatokat real time-ban és koordináltam a teszt kitöltését.

Mérőeszközök

A vizsgálat során a Newcombe és Shipley (2015) kategorizációja szerint a négy téri képesség mérésére négyféle tesztet alkalmaztam. A kísérleti személyek papír alapon töltötték a tesztet, néhány esetben elektronikusan pdf formátumban. A feladatok kiválasztásában Uttal és mtsai. (2013) meta analízisére hagytam, így az intrinzik-statikus téri képességek mérésére a Rejtett Forma Tesztet, az intrinzik-dinamikus téri képességek mérésére a Mentális Forgatás Tesztet, az extrinzik-statikus téri képességek mérésére a Vízszint Tesztet és az extrinzik-dinamikus téri képességek mérésre pedig Hegarty és mtsai. (2015) által kifejlesztett Téri Orientáció Tesztet használtam. A feladatlap összeállításához Buta Kinga 2016. évi kognitív műhelymunkája során megszerkesztett téri képesség feladatokat használtam fel, mert igazolta annak validitását.

A matematikai képesség mérésére 2012.évi PISA tesztből négy feladatot választottam. Azért választottam a PISA tesztet, mert a feladatok 15 évesek részére készültek, így biztosítható a vizsgálatba bevont személyek részére, hogy olyan szintű feladatot kapjanak, amely esélyegyenlőséget biztosít, függetlenül attól, hogy az általános iskolát követően, hol folytatták tanulmányaikat. A teszteket a megoldó kulcs alapján javítottam.

A téri és a matematika képesség felmérése során a feladatok megoldásával elérhető pontszám 0-152 közötti folytonos értéket vehet fel. Összesen öt feladatban mértem fel a személyeket, így öt függő változó értékét vizsgálom.

- rejtett forma teszt (egy feladat, a maximálisan elérhető pontszám 100)
- téri orientáció feladat (12 feladat, a maximálisan elérhető pontszám 12)
- vízszint teszt (nyolc feladat a maximálisan elérhető pontszám 8)
- mentális forgatás teszt (10 feladat során a maximálisan elérhető pontszám 20)
- matematika feladat (4 feladat, a maximálisan elérhető pontszám 12)

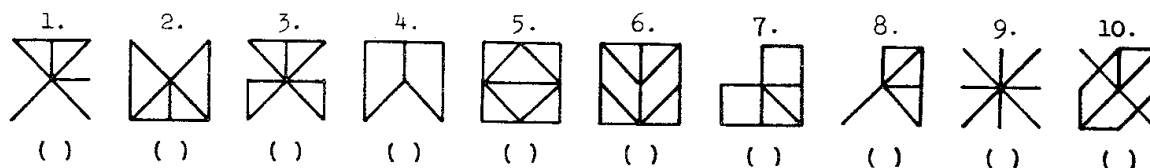
A következőkben ismertetem az alkalmazott mérőeszközöket, azaz a vizsgálat során használt feladatlap mintafadatait.

Rejtett Forma Teszt

A Rejtett Forma Teszt (Ekstrom és mtrsi 1976) azt méri, hogy a kitöltő milyen gyorsan ismer fel egy figurát, mely egy komplexebb vonalakból álló ábrába van rejtve. Egyes itemekben megjelenik a figura, ekkora a kísérleti személynek X-szel kell tennie, ha nem, ekkor ki kell húznia a válasznégyzetet. Mivel elektornikus is kitöltésre került a feladatsor, így a helytelen válaszok jelölésére a – választottam a **0** helyett, mert időt veszített volna, aki nem papír alapon tölti ki azt. Abban az esetben, ha az ábra tartalmazza a figurát, az mindig ugyanabban a pozícióban helyezkedik el. A teszt 100 itemet tartalmaz tízes sorokba rendezve. A teszt rész megoldására a kísérleti személyeknek 1,5 perc áll a rendelkezésére. Az elért pontszámot a helyes és helytelen válaszok számának különbsége adja ki.

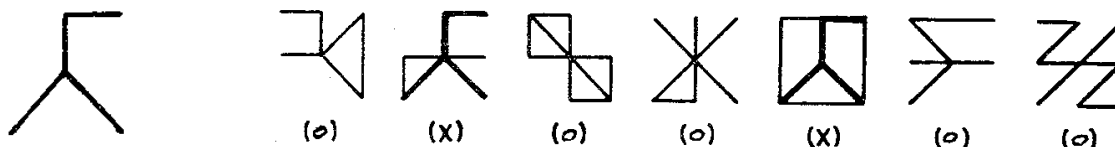
Egy helyes megoldásmenet szemlélteti a feladatot.

Példa teszt sor:



Keresett figura:

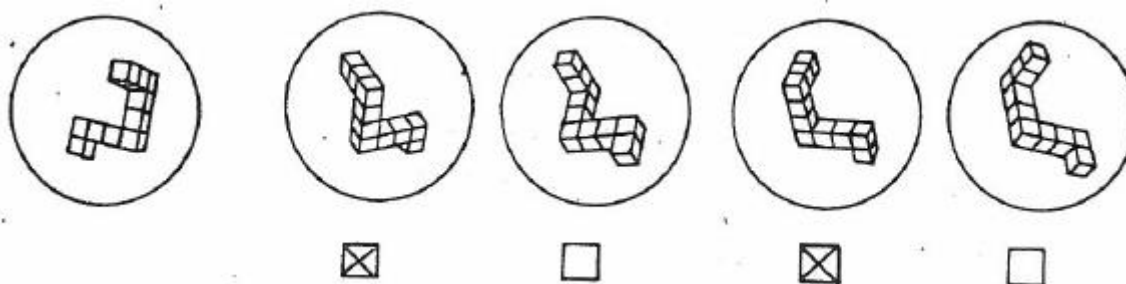
Helyesen megoldott teszt sor:



Mentális Forgatás Teszt

A Mentális Forgatás felméri, hogy a kísérleti személy mennyire képes egy adott tárgyról készült rajz megtekintése után ugyanezt a tárgyat kiválasztani a tárggyal történt manipuláció után. Az eredeti tárgy (bal oldalon) és a kiválasztott tárgy más látószögből vannak bemutatva. A kísérleti személy feladata az, hogy kiválassza a négy jobb oldali tárgy közül azt a kettőt, amelyik a bal oldali tárgy elforgatottja. Minden feladatnál két tárgy azonos a bal oldalival. A rajzok alatti jelölőnégyzetben a helyes válaszokat X-szel kell jelölni. A teszt 10 itemet tartalmaz. Egy tesztrész megoldására a kísérleti személyeknek 1,5 perc áll a rendelkezésére. A teszt büntetőpontokkal operál, tehát az elért pontszám kiszámítása során a helyes válaszok mellett a helytelenek is számítanak. Abban az esetben ha a kitöltő rossz ábrát is megjelöl, 0 pontot kap. 2 pont jár a két helyes rajz kiválasztásáért és 1, ha a kísérleti személy által kiválasztott egy válasz helyes (Vandenberg és Kuse, 1978)

Egy helyes megoldásmenet szemlélteti a feladatot.

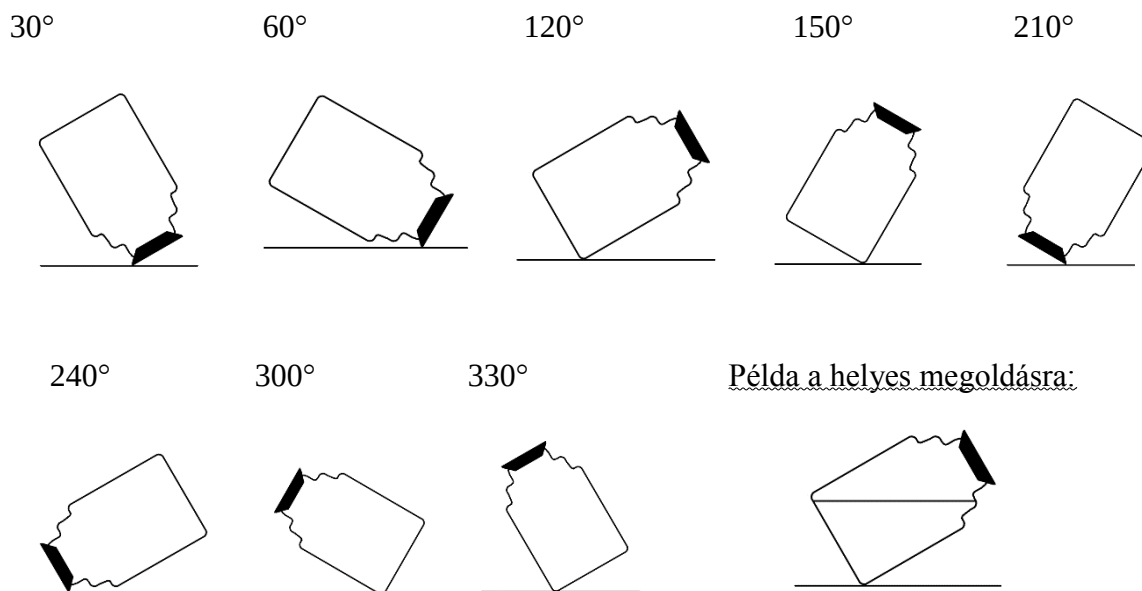


Vízszint Teszt

A Vízszint tesztben (Piaget és Inhelder 1948/1956) a kísérleti személyek rajzokat látnak egy üvegről, mely különböző szögben megdőntött az egyes esetekben. Az üveg egy asztalon áll, melynek síkját egy vonal jelöli. A kitöltő feladata az, hogy képzelje el, hogy az üveg félig tele van vízzel és rajzolja be a vízfelszín jelölő vonalat, mely szerinte az üveg helyzete alapján a valóságnak megfelelő lenne. A helyes megoldáshoz a kísérleti személynek tisztában kell lennie a fizikai törvényszerűséggel, hogy a vízfelszín párhuzamos a Föld felszínével, az

üveg helyzetétől függetlenül. A teszt 8 ábrát tartalmaz, oldalanként egyet, melyben az üveg dőlésszöge 30° , 60° , 120° , 150° , 210° , 240° , 300° , vagy 330° . A bemutatás sorrendjében 210° , 60° , 330° , 240° , 300° , 120° , 150° és 30° szerint követték egymást a tételek. Az alábbi kísérleti elrendezés alapjául Tran és Formann (2008) vizsgálata szolgált. Az értékelés során a válasz akkor minősül helyes megoldásnak, ha a kísérleti személy által berajzolt vízszintvonal az 5 fokos toleranciahatáron belül volt a vízszinthez képest. Bár az előbb említett szerzőpáros 4 fokkal dolgozott, Kalichman (1988) analízise szerint a legtöbb Vízszint Tesztet alkalmazó kutatás során 5 fok hibázási limitet szabtak meg. Abban az esetben, ha a vízszintvonal nem volt egyértelműen meghatározható firkálás vagy az egyenesek helyett berajzolt görbék miatt, a válasz helytelennek minősült.

Az alábbi ábrákon az egyes tesztitemek és egy helyes megoldás látható.



Perspektíva átvétel/ Téri Orientáció Teszt

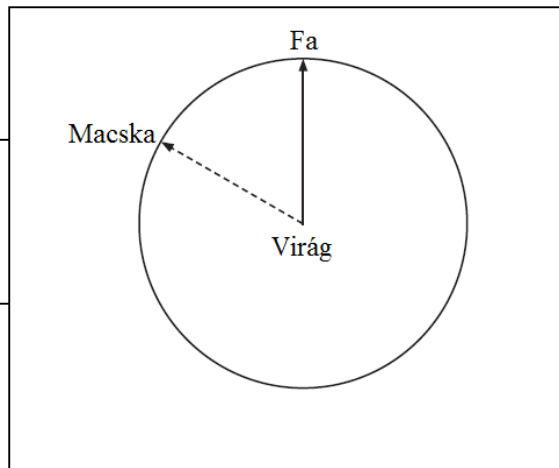
Téri Orientáció Teszt azon képesség mérésére szolgál, melynek segítségével különböző perspektívákat vagy téri orientációkat elképzelünk a térben. A tesztfüzet egyes oldalain egy térkép található különböző tárgyak térbeli elrendezkedéséről és egy nyíllal ellátott kört, melyhez egy kérdés tartozik a fenti tárgyak egymáshoz viszonyított helyzetére vonatkozóan. A kérdés megválaszolásához a kísérleti személynek el kell képzelnie, hogy egy adott tárgynál áll (amely a kör középpontjaként jelölt) a kör tetején megnevezett tárgy irányába nézve. A kísérleti

személy feladata az, hogy rajzoljon egy nyilat a kör középpontjából, amely megmutatja egy harmadik tárgy elhelyezkedésének irányát az elképzelt nézőpontból (Hegarty és mtsai., 2004). Az alábbi ábrán egy mintafeladat látható a helyes megoldással együtt.

Térkép:



Mintafeladat:



Példa:

Képzeld el, hogy a **virág** mellett áll, a **fa** irányába nézve.

Mutasson rá a **macskára**!

Ebben a feladatban a kísérleti személynek el kell képzelnie, hogy a virágnál áll, amit a kör középpontjaként jelöltünk; és a fa irányába néz, amit a kör tetején olvashat. A feladata az, hogy rajzoljon egy nyilat, ami a macska helyzetét mutatja meg. A tesztben 12, a fent leírthoz hasonló feladat található, minden oldalon egy. Minden feladat során a tárgyak térbeli elrendeződése a lap tetején egy térképen látható; a nyíllal elátott kör, pedig a lap alján található. A teszt megoldása során a kísérleti személyeknek tilos a tesztfüzetet felemelnie, elforgatnia vagy jelöléseket használnia a térképen. A teljes teszt megoldására 5 perc áll rendelkezésre. A teszt pontszáma az egyes feladatok átlagos hibaértéke, mely a helyes válasz és a kísérleti személy által bejelölt szög abszolút különbsége, mely 0-tól 180° fokig terjedhet. Az üresen hagyott feladatok esetében a hibaérték 90° (Kozhevnikov, Hegarty, 2001).

2012. évi Pisa tesztből vett matematika feladatok

A négy darab matematika feladat megoldására rendelkezésre álló idő 6 perc volt. Mindegyik feladat megoldása során igaz vagy hamis szót kellett kiválasztani. Az első és a

negyedik feladat 4 kérdést, a második és a harmadik feladat pedig 3 kérdést tartalmazott. Így az elérhető összpontszám a helyes válaszok száma, maximum 12 pont.

A feladatsort a 3. számú melléklet tartalmazza.

IV. Eredmények

Ahhoz, hogy meg tudjam vizsgálni melyik téri képességben jobbak a mérnökök (képzett csoport a műszaki és természettudomány végzettséget szerzett vagy tanulmányokat folytató kísérleti személyek) a négy vizsgált téri képesség közül, a minta adatait kétszemponos független mintás varianciaanalízis módszerrel (ANOVA) elemeztem (4. számú melléklet). A két független változó a nem (férfi, nő) és a mérnök illetve nem mérnök csoport. A függő változó pedig az öt teszt során elért pontok összege.

Wai és mtsai. (2009) által végzett kutatás szerint a mérnök és a matematika hallgatók téri képességei jobbak a jogászoknál, a biológusoknál vagy az orvosoknál. Azt nem vizsgálta a tanulmány, hogy melyik téri képességben jobbak a mérnökök. Az első kutatói kérdést az ANOVA F-próba szignifikancia értékével teszteltem. Az 1. táblázat tartalmazza az F-próba értékeket és vastagon jelöltem a szignifikáns eredményeket.

Szignifikancia szint	Rejtett forma teszt	Téri orientáció teszt	Vízszint teszt	Mentális forgatás teszt	Matematika teszt
Főhatás: NEM	$F(1,69)=1,490$ $p=0,226$ $\eta^2p=0,021$	$F(1,69)=4,214$ $p=0,044$ $\eta^2p=0,058$	$F(1,69)=4,534$ $p=0,037$ $\eta^2p=0,062$	$F(1,69)=6,297$ $p=0,014$ $\eta^2p=0,084$	$F(1,69)=3,368$ $p=0,071$ $\eta^2p=0,047$
Főhatás: CSOPORT	$F(1,69)=0,484$ $p=0,489$ $\eta^2p=0,007$	$F(1,69)=5,667$ $p=0,020$ $\eta^2p=0,076$	$F(1,69)=0,005$ $p=0,939$ $\eta^2p=0,000$	$F(1,69)=0,835$ $p=0,364$ $\eta^2p=0,012$	$F(1,69)=0,191$ $p=0,664$ $\eta^2p=0,03$
Interakció	$F(1,69)=0,072$ $p=0,789$ $\eta^2p=0,001$	$F(1,69)=0,566$ $p=0,455$ $\eta^2p=0,008$	$F(1,69)=0,002$ $p=0,961$ $\eta^2p=0,000$	$F(1,69)=2,091$ $p=0,153$ $\eta^2p=0,029$	$F(1,69)=4,329$ $p=0,041$ $\eta^2p=0,059$

1. táblázat: A minta ANOVA elemzésének F-próba értéke és szignifikancia értéke ($p<0,05$)

A 2. táblázatban a leíró statisztikákat szemléltettem.

Teszt típusa	Minta (n=73)	Férfi (n=42)		Nő (n=31)	
	M $\pm$ SD	M $\pm$ SD	Min-Max	M $\pm$ SD	Min-Max
Rejtett forma	49,8 $\pm$ 19,5	53,9 $\pm$ 22,1	0-100	44,3 $\pm$ 13,9	16-65
Téri orientáció	7,22 $\pm$ 3,4	8,55 $\pm$ 2,72	1-12	5,42 $\pm$ 3,43	0-10
Vízszint	7,27 $\pm$ 1,81	7,76 $\pm$ 0,95	2-8	6,61 $\pm$ 2,42	0-8
Mentális forgatás	9,16 $\pm$ 5,56	11,1 $\pm$ 5,08	0-20	6,48 $\pm$ 5,10	0-18
Matematika	8,99 $\pm$ 2,53	9,48 $\pm$ 2,23	4-14	8,32 $\pm$ 2,79	0-13

2. táblázat: A minta leíró statisztikai adatai

A **rejtett forma tesztben** nyújtott eredményre nincs hatása egyik független változónak sem, így a nemnek és a csoportnak. Az alacsony hatáserősség értéke ezt megerősíti. A 2. táblázat szerint a mean leíró statisztika alapján a nők átlagos pontszáma a rejtett figura teszten 44,3 (SD=13,9), a férfiaké magasabb 53,9 (SD=22,1). A nők 16 és 65 pont között teljesítettek a 100-ból, a férfiak ennél szélesebb skálán mozogtak volt 0-tól egészen 100-ig (6. számú melléklet).

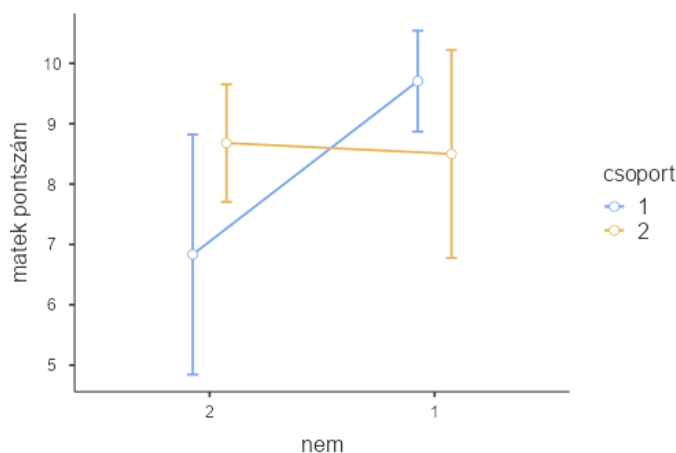
A **téri orientáció feladatban** nyújtott teljesítménnyel mindkét független változó kapcsolatban van. A nők átlagosan 1,83 ponttal gyengébben teljesítettek a férfiakhoz képest ($p_{\text{turkey}}=0,044$). A mérnök csoport pedig átlagosan 2,12 ponttal több pontot ért el a nem mérnök csoport átlagpontszámához képest ($p_{\text{turkey}}=0,020$). A nem és a csoport interakciója nincs hatással a feladatban nyújtott teljesítményre. Viszont azt látjuk a Post Hoc elemzésből, hogy egy kapcsolat szignifikáns ($p_{\text{turkey}}<0,001$), a nem mérnök nők átlagosan gyengébben teljesítettek, mint a mérnök férfiak átlagosan 3,944 ponttal. A feladat maximális pontszáma 12, így a kapott eredmény alapján átlagosan egy harmaddal jobban teljesítenek a mérnök férfiak a nem mérnök nőkhöz képest. A mean leíró statisztika szerint a nők átlagos pontszáma a teszten 5,42 a férfiaké magasabb 8,55. A nők 16 és 65 pont között teljesítettek a 100-ból, a férfiak ennél szélesebb skálán mozogtak volt 0-tól egészen 100-ig (2. táblázat, 6. számú melléklet).

A **vízszint feladatban** a nők a férfiakhoz képest átlagosan 1 ponttal rosszabbul teljesítettek a teszten a férfiak átlagpontszámához képest. Nincs hatással a feladatban nyújtott teljesítményre az, hogy mérnök csoportba tartozott-e vagy sem a résztvevő.

A **mentális forgatás teszt** esetében a nemek eltérő teljesítménye között kapcsolat van. A nők átlagosan 3,8 ponttal rosszabbul teljesítettek a mentális forgatásos feladatokban, mint a

férfiak, függetlenül attól, hogy melyik tudományterületen szereztek végzettséget, azaz mérnök csoportba került –e vagy sem. A független változók interakciója nincs hatással a mentális forgatásos feladat sikeres megoldására.

A matematika feladat megoldása és a nem közötti kapcsolat, azaz különbség feltételezhető az elérhető pontszámban. A parciális éta-négyzet közepesen erős hatást mutat, mely arra utal, hogy azért nem sikerült kimutatni a nemek közötti különbséget a matematika teszt eredményei között, mert kicsi a minta elemszáma. A két független változó együttesen különbséget mutat a matematikai feladatokban nyújtott eltérő eredményekre, amelyet a 3. diagram szemléltet.



3. diagram: A matematika feladatban elért átlagos pontszám nem és csoport interakciója (n=73)

A nem mérnökök csoport résztvevői esetében (csoport 2) teljesen mindegy, hogy nő (kód 2) vagy férfi (kód 1) az illető, egyformán teljesítenek a matek feladatban. Ha mérnök csoportnál pedig (csoport 1) a férfiak átlagosan jobbak matematikából, mint a nők. Így a két csoport matematika tudása ellentétes a nők és a férfiak esetében.

Az első kutatói kérdés esetében a mérnökök téri képessége, csak a téri orientáció esetében mutatott szignifikáns kapcsolatot, amely a négy téri képesség közül az extrinzik-dinamikus téri képesség mérésére szolgáló feladattípus.

A második kutatói kérdés vizsgálatához a függő változók egymásra gyakorolt hatását a korrelációs mátrix (3. táblázat, 5. számú melléklet) mutatja meg. Az adatok nem normális eloszlásúak, ezért a Spearman korrelációs együttható szerint azt látjuk, hogy **a négy téri képesség közül egyedül a mentális forgatás és a téri orientáció között közepes kapcsolat áll fenn** ($r = 0,528$, $p < 0,005$), azaz akik jól teljesítettek az egyik feladatban, az várhatóan a másikban is jól veszi az akadályokat. Az extrinzik-statikus téri képességek az egyetlen olyan

téri képesség, amelyik szinte nem áll kapcsolatban a matematika tudással ($r = 0,077$, $p < 0,005$). A matematika tudás szintje három téri képességgel gyenge kapcsolatot mutat, a téri orientációval, a mentális forgatással és a rejtett forma tesztel.

Spearman's korreláció	Rejtett forma teszt	Téri orientáció teszt	Vízszint teszt	Mentális forgatás teszt	Matematika teszt
Téri orientáció teszt	$r=0,314$	-	-	-	-
Vízszint teszt	$r=0,158$	$r=0,055$	-	-	-
Mentális forgatás teszt	$r=0,255$	$r=0,528$	$r=0,116$	-	-
Matematika teszt	$r=0,218$	$r=0,270$	$r=0,077$	$r=0,274$	-

3. táblázat: Korrelációs mátrix

Végül a **harmadik kutatói kérdés** tesztelése során azt kaptuk, hogy a férfiak átlagosan jobban teljesítettek a nőknél a téri orientáció, a vízszint meghatározás és a mentális forgatás feladatokban. Nem volt szignifikáns kapcsolat a férfiak és a nők rejtett figura teszt eredménye között. A matematika tudás esetében a nem és a csoport interakciója szignifikáns volt. A mérnök csoport esetében a férfiak átlagosan jobban teljesítettek a nőknél, míg ez a nem mérnök csoportban nem volt különbség a nők és férfiak matematika tudása között.

V. Következtetések

Számos longitudinális vizsgálat igazolta a nemzetközi szakirodalomban, hogy a matematikai tudás és a verbális képességek erősen korrelálnak a STEM területen magasabb iskolai végzettséget szerzettek arányával. Wai és mtsai (2009) által folytatott kutatás a fenti két kritérium mellett beemelte a téri képesség hatásának vizsgálatát az intellektuális tehetségek azonosítására fiatal korban. Vizsgálatukkal szignifikáns kapcsolatot tártak fel a mérnök, a fizika, a matematika (engineering, math, physical science) - szemben az orvos-és a társadalomtudomány (law, business, education, humanities, medicine) - területen végzettséget szerzettek és magasabb téri képesség között fiatal és felnőtt korban egyaránt.

A téri képesség négyféle kategorizációjának (Newcombe & Shipley, 2015) vizsgálata kimutatta, hogy nem beszélhetünk átfogóan a téri képességről, hanem pontosítani szükséges, hogy melyik téri képességről is van szó. A vizsgálat újdonsága, hogy mérnök csoportba került műszaki és természettudományos végzettségű személyek csak a téri orientáció, azaz a külső-dinamikus téri képességben mutattak szignifikáns kapcsolatot. A rejtett figura, a vízszint, a mentális forgatás feladatokban a mérnök csoport nem mutatott szignifikánsan jobb eredményt a nem mérnök csoportnál, azaz nem érzékeny e három téri képesség ez egyes tudományterületen megszerzett iskolai végzettséggel. A mérnök csoportban lévő személyek esetében - villamosmérnök képzésen résztvevők mérnök hallgatók -, így azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a perspektíva felvétel erős személyes tulajdonságuk.

Ezzel választ kaptam a feltett kérdésemre, hogy miért tájokozódnak jobban a mérnökök, amire mi csak azt használjuk a hétköznapiakban, hogy jobb téri képességekkel bírnak. Amint az a mi sémánk alapján várható is, a perspektíva felvétel extrinzik dinamikus készsége szorosabban kapcsolódik a navigációs készségekhez, mint a mentális rotáció belső-dinamikus készsége (Kozhevnikov és mtsai., 2006).

Az elméleti részben a téri képességről úgy beszélnek, hogy különbség mutatható ki a nemek között. A vizsgálat szerint a nők általában gyengébb képességűek a téri képességben, ami nem feltétlenül igaz, mert annak három kategóriájában igen az orientáció, a vízszint és a mentális forgatás, a rejtett figura tesztben, az intrinzik-statikus téri képességben nem volt különbség. A belső-statikus képesség felfogható úgy is, hogy az ember inkább vizuális képessége szemben a téri képességgel.

Igazolást nyert a vizsgálat során Hegarty és munkatársai (2006) megállapítása, amely szerint részleges disszociáció van az intrinzik (objektum alapú) térbeli képességmérők és a külső (környezeti) mérőszámok teljesítménye között. Hiszen a vizsgálat szerint a mérnök csoportba került személyek csak az egyikben, a külső-dinamikus téri képességben teljesítettek

jól, abból is csak a dinamikusban. A külső-statisztikus téri képességet a vízszint teszttel mértük, és abban a mérnökök szignifikánsan nem teljesítettek jobban, így azt jelenti, hogy nem kiemelt képessége a mérnököknek. Ez olyan téri képesség, ahol a férfiak átlagosan jobban teljesítenek a nőknél. A vízszint vizsgálatban a nők a férfiakhoz képest átlagosan 1 ponttal rosszabbul teljesítettek a teszten a férfiak átlagpontoszámához képest.

A rejtett figura teszt a belső-statisztikus téri képességet méri fel, és a vizsgálatomban a mérnökök és a nemek között nem találtunk szignifikáns kapcsolatot. Ennek az oka, hogy Kozhevnikov, és munkatársai (2002), valamint Kozhevnikov és munkatársai (2005) úgy találták, hogy a tárgyvizualizálók, akik a belső-statisztikus készségekben jeleskednek, teljesen különböznek a téri vizualizálótól, akik a belső-dinamikus készségekben jeleskednek. A vizsgálat megerősítette, hogy a belső és külső statisztikus képesség a rejtett figura és vízszint teszt között nincs korreláció ($r = .143, p < .05$) (Hegarty & Kozhevnikov, 1999). A rejtett figura teszt a vizuális képességgel függ össze és tudjuk, hogy nincs kapcsolata a matematika tudással, ha van akkor is enyhe negatív viszony van köztük. A mérnökök pedig erős matematika képességgel rendelkeznek, így ez nem kiemelt tulajdonságuk. A térben tehetséges nők inkább művészi elfoglaltságok iránt érdeklődnek, mint a térben tehetséges férfiak, és ez fordítva igaz a mérnöki és gépészeti tevékenységekre (Lubinski & Benbow, 2006; Wai és mtsai, 1999).

A vizsgálat egyik fontos eredménye annak a megállapításnak az igazolása, hogy egyik téri képesség sem mutatott erős korrelációt egymással illetve a matematikai tudással. Így a jó téri képességgel rendelkező személyek esetében nem feltételezhetjük azt, hogy automatikusan mindegyik téri képességben egyformán jól teljesítenek. Pontosítani szükséges, hogy melyik téri képességben jó az illető, még mérnök csoportba sorolt személyek esetében is. A két dinamikus téri képesség között találtunk pozitív közepes kapcsolatot, azaz a két téri képességben várhatóan együttesen jól teljesít az illető. A matematika és téri képesség kapcsolatáról feltételezhető, hogy akik jók matematikából, azok a vízszint teszt kivételével jó eredményt érhetnek el a téri képességek felmérésében.

VI. Megvitatás

A vizsgálatban részt vett személyek többsége jelezte, hogy szeretne még ilyen jellegű feladatokat tölteni, mert élvezték a kihívásokat és szeretnének fejlődni. A felnőttoktatásban elterjedt, hogy szakvizsgákat szereznek, vagy új szakmát tanulnak, ezért felvetődött az ötlet, hogy a felnőttek is szívesen vennének részt téri képesség fejlesztésében, mint általános képesség fejlesztés.

A vizsgálatot érdemes lenne tovább pontosítani és újra elvégezni, mert a műszaki tudományokba sorolt mérnök fogalom, túl általános. Felmerül a kérdés, hogy van-e különbség az építész, az építő, a vegyész, a villamos, a gépészeti, az informatikai mérnök téri képességében?

Ismert a matematika szorongás negatív hatása a teljesítményre és ismert, hogy van téri szorongás is. Érdekes lehet ennek vizsgálata, hogy akik erőt és kedvet éreznek magukban a téri képesség fejlesztésére, teljes képet kapjanak a teljesítményükről és annak fejlesztési lehetőségéről.

VII. Limitáció

A téri képességek vizsgálata során előnynek ítélem meg, hogy személyesen találkoztam a vizsgálati személyekkel. Így a reakciókat a teszt felvétele előtt és után tapasztalhattam. A teszt felvételére jellemzően egy adott teljesítmény után került sor, azaz a napi nyolc órás munka vagy hallgatók esetében egy adott vizsga után. Ezért a vizsgálati személyekben kialakult az az érzés, hogy biztos jobban teljesítenék, ha nem lennének fáradtak.

A kérdőív további korlátjának ítélem meg, hogy először a téri képesség majd a matematika feladatokat mértem fel. A visszajelzések alapján a matematika feladatra jutott a legkevesebb energiájuk, mint utolsó feladat és elképzelhető, hogy nem tükrözi a valós matematika teljesítményüket a vizsgálati személyeknek, ezért külön napon venném fel a téri képesség és matematika teszteket.

VIII. Irodalomjegyzék

- Ackerman, P. L., & Heggestad, E. D. (1997). Intelligence, personality, and interests: Evidence for overlapping traits. *Psychological Bulletin*, 121(2), 219–245.
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.121.2.219>
- Babály, B., & Bölcskei, A. (2022). Vizuális-téri képességek értékelésére alkalmazott tesztek összehasonlító elemzése mérnökhallgatók körében elvégzett felmérések alapján. In *Szaktudományi és más pedagógiai tanulmányok* (Karlovič János Tibor, Köt. 340, o. 257–267). International Research Institute s.r.o.
<http://www.irisro.org/pedagogia2022januar/51BabalyBernadett-BolcskeiAttila.pdf>
- Babály, B., & Kárpáti, A. (2016). Vizuális-téri képességek fejlesztése: Egy alkotó-konstruáló tevékenységen alapuló térszemlélet fejlesztő program hatékonyságvizsgálata. In *Új kutatások a neveléstudományokban 2015: Pedagógusok, tanulók, iskolák: Az értékformálás, az értékközvetítés és az értékteremtés világa* (Tóth Péter, Horváth Ildikó, Köt. 293, o. 127–138). ELTE Eötvös Kiadó.
- Babály B., & Kárpáti A. (2015). A téri képességek vizsgálata a papír alapú és online tesztekkel. *Magyar Pedagógia*, 115(2), 67–92.
- Benbow, P. C., & Stanley, C. J. (1982). Intellectually Talented Boys and Girls: Educational Profiles. *Gifted Child Quarterly*, 26(2), 82–88.
<https://doi.org/10.1177/001698628202600208>
- Bernáth L. (2017). Tanulás és emlékezés. In N. K. Kollár & É. Szabó, *Pedagógusok pszichológiai kézikönyve*. (Köt. 539, o. 387–424). Osiris Kiadó.
- Bernáth L., & Krisztián Á. (2017). A matematikai szorongás és a MAS-UK kérdőív. In *Bontakozó jelentés: Tanulmányok a 60 éves Péley Bernadette köszöntésére*. (Bóna Adrien, Lénárd Katalin, Pohárnok Melinda, Köt. 393, o. 61–69). Oriold és Társai Kiadó.
- Brinkmann, E. H. (1966). Programed instruction as a technique for improving spatial visualization. *Journal of Applied Psychology*, 50(2), 179–184.
<https://doi.org/10.1037/h0023068>
- Buta K. (2016). *A különböző téri képességek és a téri-vizuális vázlattömb kapcsolata*. Pécsi Tudományegyetem.
- Dehaene, S., Spelke, E., Pinel, P., Stanescu, R., & Tsivkin, S. (1999). Sources of Mathematical Thinking: Behavioral and Brain-Imaging Evidence. *Science*, 284(5416), 970–974.
- Dorval, M., & Pépin, M. (1986). Effect of playing a video game on a measure of spatial visualization. *Perceptual and Motor Skills*, 62(1), 159–162.
<https://doi.org/10.2466/pms.1986.62.1.159>

- Grimshaw, G. M., Sitarenios, G., & Finegan, J. A. K. (1995). Mental Rotation at 7 Years—Relations with Prenatal Testosterone Levels and Spatial Play Experiences. *Brain and Cognition*, 29(1), 85–100.
- Hegarty, M., & Kozhevnikov, M. (1999). Types of visual–spatial representations and mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 91(4), 684–689. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.91.4.684>
- Hegarty, M., Montello, D. R., Richardson, A. E., Ishikawa, T., & Lovelace, K. (2006). Spatial abilities at different scales: Individual differences in aptitude-test performance and spatial-layout learning. *Intelligence*, 34(2), 151–176. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2005.09.005>
- Hoffman, M., Gneezy, U., & List, J. A. (2011). Nurture affects gender differences in spatial abilities. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(36), 14786–14788. <https://doi.org/10.1073/pnas.101518210>
- Hubbard, E. M., Piazza, M., Pinel, P., & Dehaene, S. (2005). Interactions between number and space in parietal cortex. *Nature Reviews Neuroscience*, 6, 435–448. <https://doi.org/10.1038/nrn1684>
- Kállai, J., Karádi, K., & Tényi, T. (1998). *A térélmény kultúrtörténete és pszichopatológiája*. Tertia Kiadó Bt.
- Kozhevnikov, M., Hegarty, M., & Mayer, E. R. (2002). Revising the Visualizer-Verbalizer Dimension: Evidence for Two Types of Visualizers. *Cognition and Instruction*, 20(1), 47–77. https://doi.org/10.1207/S1532690XCI2001_3
- Kozhevnikov, M., Kosslyn, S., & Shephard, J. (2005). Spatial versus object visualizers: A new characterization of visual cognitive style. *Memory & Cognition*, 33, 710–726. <https://doi.org/10.3758/BF03195337>
- Kozhevnikov, M., Motes, M. A., Rasch, B., & Blajenkova, O. (2006). Perspective-taking vs. Mental rotation transformations and how they predict spatial navigation performance. *Applied Cognitive Psychology: the Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 20(3), 397–417. <https://doi.org/10.1002/acp.1192>
- 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. <https://doi.org/10.2466/24.10.PMS.121c16x1>
- 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. <https://doi.org/10.1037/a0025913>

- Lubinski, D. (2010). Spatial ability and STEM: A sleeping giant for talent identification and development. *Personality and Individual Differences*, 49(4), 344–351. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2010.03.022>
- Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2006). Study of Mathematically Precocious Youth After 35 Years: Uncovering Antecedents for the Development of Math-Science Expertise. *Perspectives on psychological science*, 1(4), 316–345. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6916.2006.00019.x>
- Lyons, I. M., Ramirez, G., Maloney, E. A., Rendina, D. N., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2018). Spatial anxiety: A novel questionnaire with subscales for measuring three aspects of spatial anxiety. *Journal of Numerical Cognition*, 4(3), 526–553. <https://doi.org/doi:10.5964/jnc.v4i3.154>
- Newcombe, N. S. (2013). Seeing relationships: Using spatial thinking to teach science, mathematics, and social studies. *American Educator*, 37(1), 26–31.
- Newcombe, N. S., & Shipley, T. F. (2015). Thinking about spatial thinking: New typology, new assessments. *Studying visual and spatial reasoning for design creativity*, 179–192. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9297-4_10
- Passolunghi, M. C., Vita, C. D., & Pellizzoni, S. (2020). Math anxiety and math achievement: The effects of emotional and math strategy training. *Developmental Science*, 23(6). <https://doi.org/10.1111/desc.1296>
- PISA – Programme for International Student Assessment. (2013). [PISA 2012 released mathematics items]. OECD. <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa2012-2006-rel-items-maths-ENG.pdf>
- PISA – Programme for International Student Assessment (PISA 2012 Results in Focus: What 15-year-olds know and what they can do with what they know). (2014). OECD.
- Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2012). Spatial anxiety relates to spatial abilities as a function of working memory in children. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65(3), 474–487. <https://doi.org/10.1080/17470218.2011.616214>
- Russell-Gebbett, J. (1985). Skills and strategies–pupils’ approaches to three-dimensional problems in biology. *Journal of Biological Education*, 19(4), 293–298. <https://doi.org/10.1080/00219266.1985.9654755>
- Séra L., Kárpáti A., & Gulyás J. (2002). *A térszemlélet: A vizuális-téri képességek pszichológiája, fejlődése, fejlesztése és mérése*. Comenius Oktató és Kiadó Bt.
- Sorby, S. A. (2009). Educational research in developing 3-D spatial skills for engineering

- students. *International Journal of Science Education*, 31(3), 459–480.
- Sorby, S. A. (1999). Developing 3-D spatial visualization skills. *The Engineering Design Graphics Journal*, 62(2), 21–32.
- Spence, I., & Feng, J. (2010). Video games and spatial cognition. *Review of General Psychology*, 14(2), 92–104. <https://doi.org/10.1037/a0019491>
- 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*, 22(7), 996–1013. <https://doi.org/10.1002/acp.1420>
- Tosto, M. G., Hanscombe, K. B., Haworth, C. M. A., Davis, O. S. P., Petrill, S. A., Dale, P. S., Malykh, S., Plomin, R., & Kovas, Y. (2014). Why do spatial abilities predict mathematical performance? *Developmental Science*, 17(3), 462–470. <https://doi.org/10.1111/desc.12138>
- 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. <https://doi.org/10.1037/a0028446>
- 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. <https://doi.org/10.1037/a0016127>

IX. Ábrajegyzék

1. ábra: A Tehetség programban résztvevők matematikai, verbális és téri képesség vizsgálata során elért eredmény standardizált átlagai iskolai végzettség és foglalkoztatás szerint	8
2. ábra: A nemek közötti különbség a felsőfokú végzettség megszerzése és foglalkozás szerint. A bal oldali ábrán a STEM tudományterületen, a jobb oldali ábrán a vizuális művészetek területén végzettséget szerzettek láthatóak (Wai és mtsai., 2009)	9

X. Diagramjegyzék

1. diagram: A minta megoszlása tudományterület és nem szerint (n=73)	14
2. diagram: A mérnök és nem mérnök megoszlása nemek szerint (n=73)	15
3. diagram: A matematika feladatban elért átlagos pontszám nem és csoport interakciója (n=73).....	23

XI. Táblázatjegyzék

1. táblázat: A minta ANOVA elemzésének F-próba értéke és szignifikancia értéke ($p < 0,05$)	21
2. táblázat: A minta leíró statisztikai adatai	22
3. táblázat: Korrelációs mátrix	24