

**EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM  
PEDAGÓGIAI ÉS PSZICHOLÓGIAI KAR  
PSZICHOLÓGIA SZAK**

# **SZAKDOLGOZAT**

**KISS HANGA**

**2024.**

**EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM  
PEDAGÓGIAI ÉS PSZICHOLÓGIAI KAR  
PSZICHOLÓGIA SZAK**

# **VISELKEDÉSELEMZŐI PORTFÓLIÓ**

**Kiss Hanga**

**Témavezetők:**

**Kovács Kristóf  
tudományos főmunkatárs**

**Krekó Péter  
habilitált egyetemi docens**

**Kenyhercz Viktória  
PhD-hallgató**

**Kertész Csaba  
egyetemi adjunktus**

**Budapest, 2024.**

# Tartalom

Táblázatok jegyzéke .....	1
A munkamemória, fluid intelligencia és fonématudatosság kapcsolata az első osztályos iskolai teljesítménnyel .....	2
Előszó .....	2
Elméleti bevezető .....	2
A munkamemória.....	2
A munkamemória modellje.....	2
A munkamemória és a rövid távú emlékezet .....	3
A munkamemória és az iskolai teljesítmény.....	3
A munkamemória kapcsolata az olvasással és írással.....	4
A munkamemória kapcsolata a matematikával.....	5
A fonématudatosság .....	6
A fonématudatosság kapcsolata az olvasással és írással.....	6
A fonématudatosság kapcsolata a matematikával.....	7
A fluid intelligencia.....	7
A fluid intelligencia és a munkamemória kapcsolata .....	8
A fluid intelligencia kapcsolata az olvasással .....	8
A fluid intelligencia kapcsolata a matematikával .....	8
Hipotézisek: .....	9
Módszertan .....	9
Résztevők.....	9
Eszközök .....	10
Eljárás .....	12
Statisztikai eljárás .....	12
Eredmények .....	13
A magyar nyelv és irodalom teljesítmény prediktorai .....	13
A matematika teljesítmény prediktorai .....	14
Diszkusszió.....	15
Fluid intelligencia .....	15
Verbális WM és STM.....	16
Téri-vizuális STM.....	16
Fonématudatosság.....	17
A kutatás erősségei .....	18
Korlátok.....	18
Kitekintés.....	18
Szakirodalom.....	20

## Táblázatok jegyzéke

1. táblázat. A résztvevők számszerinti és százalékos eloszlása településtípusonként .....	14
2. táblázat. A magyar nyelv és irodalom, illetve matematika eredmények leíró statisztikája. .	17
3. táblázat. A kognitív képességeket mérő teszteken elért eredmények leíró statisztikája.....	17
4. táblázat. Az egyes prediktorok összefüggése a magyar nyelv és irodalom tantárgy keretében kapott eredményekkel. ....	18
5. táblázat. Az egyes prediktorok összefüggése a matematika tantárgy keretében kapott eredményekkel. ....	18
1. számú melléklet. Az egyes kognitív képességeket mérő tesztek, illetve a Fonématudatosság főkomponens közti korrelációs értékek.....	33
2. számú melléklet. Korrelációk az egyes tantárgyak és a kognitív képességeket mérő tesztek között, illetve a Kezdőhang és Utolsó hang feladatot tartalmazó „Fonématudatosság” faktor között. ....	34

# **A munkamemória, fluid intelligencia és fonématudatosság kapcsolata az első osztályos iskolai teljesítménnyel**

## **Előszó**

Az (általános) iskolai teljesítmény rendkívül jelentős nem csak a gyerekek későbbi eredményessége, hanem jövője szempontjából is (Engel de Abreu és mtsai., 2014; Tánczos, Janacsek, & Németh, 2014). A világban számos helyen kell évet ismételniük a gyerekeknek az alacsony iskolai teljesítmény miatt (Engel de Abreu és mtsai., 2014).

Magyarországon első osztályban a két legfőbb tantárgy a magyar és a matematika, ahol a gyerekek elsajátítják az írást, olvasást, illetve az alap matematikai képességeket (Kerettanterv az általános iskola 1-4. évfolyama számára, 2020), melyek elengedhetetlenek későbbi tevékenységek során is. Számos vizsgálat eredményei azt mutatják, hogy az olvasás és a matematika teljesítmény között erős összefüggés áll fenn (Brock, Kim, & Grissmer, 2018) mely az általános iskola kezdetétől több évfolyamon keresztül megfigyelhető (Korpiää és mtsai., 2017). A diszlexia és diszkalkulia emellett gyakran egyszerre jelenik meg gyerekeknél (Jordan, Hanich, & Kaplan, 2003; Landerl, Fussenegger, Moll, & Willburger, 2009).

Az első osztályos, korai olvasás, írás és matematika teljesítmény különösen fontos lehet a későbbi eredményesség szempontjából, hiszen aki már az alapokat sem sajátítja el megfelelő mértékben, az később is nehézségeket tapasztalhat, melyek akadályozhatják az egyre nehezedő tananyag megértését, vagy a mindennapi életben való boldogulást.

Utóbbi időben számos kutatás indult annak feltérképezésére, hogyan és/vagy milyen mértékben járulnak hozzá az egyes kognitív funkciók a különböző tantárgyakon nyújtott teljesítményhez. Ennek vizsgálata igen meghatározó lehet, többek között a különböző fejlesztési programok kialakításának szempontjából is (Tánczos és mtsai., 2014). Külföldön számos tanulmány foglalkozott már a témával, azonban Magyarországon egyelőre nem sok kutatás indult ezzel kapcsolatban.

Éppen ezért jelen kutatás a következő kérdést vetette fel: hogyan prediktálják a különböző kognitív képességek az első osztályos magyar és matematika teljesítményt? Jelen tanulmány a munkamemóriára, rövid távú emlékezetre, fonématudatosságra és a fluid intelligenciára fókuszál.

## **Elméleti bevezető**

### ***A munkamemória***

Számos kutatás arra jutott, hogy az iskolai teljesítmény szempontjából az egyik legmeghatározóbb kognitív képesség a munkamemória (Working Memory, WM) (Engle, Tuholski, Laughlin, & Conway, 1999; Gathercole, Lamont és mtsai., 2006; Tánczos, 2012).

### ***A munkamemória modellje***

A munkamemória elméletét először Baddeley és Hitch (1974) írták le, manapság pedig ez a többkomponensű munkamemória modell (Baddeley, 2005, 2010 idézi Szappanos & Kövi, 2016) a leginkább elfogadott (Giofrè és mtsai., 2017; Racsomány és mtsai., 2005).

Az eredeti háromrészes modell szerint a munkamemóriát egy központi végrehajtó irányítja, mely interakcióban áll két másodlagos, rövid távú emlékezeti rendszerrel (Short-Term Memory, STM): a beszédalapú (verbális) fonológiai hurokkal, illetve a téri-vizuális vázlattömbbel (Baddeley, 2005, 2010, idézi Szappanos & Kövi, 2016). A központi végrehajtó

a munkamemória-rendszer irányító egysége, mely felelős többek között a figyelem, a két másodlagos rendszer, illetve a reprezentációk aktivációjáért (Baddeley, 2000; Baddeley & Logie, 1999).

A modell később egy úgynevezett epizodikus pufferrel is kiegészült (Baddeley, 2000), de az eredmények alapján már a háromrészes modell is megfigyelhető a különböző életkorú gyerekeknél (Gathercole, Pickering, Ambridge, & Wearing, 2004), és a fiatal gyerekek esetében sem sokban tér el a funkcionális felépítése a felnőttekétől (Alloway és mtsai., 2005).

A szakirodalom a munkamemóriát (a rövid távú emlékezethez hasonlóan) jellemzően verbális és téri-vizuális munkamemóriára osztja, azonban úgy tűnik, felnőtteknél varianciájuk jelentős részén osztoznak (Kane és mtsai., 2004), 5-11 éves gyerekeknél ez 83% körül lehet (ami jelentősen több, mint amin a verbális és téri-vizuális rövid távú emlékezet osztozik), ami arra utal, hogy e kettő valójában ugyanazokon a területáltalános kognitív képességeken alapszik (Alloway, Gathercole, & Pickering, 2006).

### ***A munkamemória és a rövid távú emlékezet***

Manapság a rövid távú emlékezetet és a munkamemóriát két külön rendszerként kezelik (pl. Engle és mtsai., 1999), amelyben a (verbális vagy téri-vizuális) STM a WM alá tartozik, annak egyik komponense (Unsworth, Fukuda, Awh, & Vogel, 2014).

A STM-t jellemzően akkor használjuk, amikor kisebb mennyiségű információt kell passzív módon tárolni, majd az információt változatlan formában előhívni (pl. az elhangzott számsort ugyanúgy visszamondani) (Swanson & Alloway, 2012). A munkamemória viszont amellett, hogy tárolja az információkat, ezzel egyidőben fel is dolgozza azokat (Kövi, 2016).

A munkamemória és a STM elkülöníthetősége már 4 éveseknél is megjelenik, és úgy tűnik, stabilan fennáll a későbbi életkorokban is – az átfedés viszont nagyobb mértékűnek látszik a kisebb (4-6 éves) gyermekek esetében, amely okán a két konstruktum náluk még valamivel nehezebben elkülöníthető lehet (Alloway és mtsai., 2006).

### ***A munkamemória és az iskolai teljesítmény***

A kutatások nagy része ezeket a konstruktumokat összekapcsolja az iskolai teljesítménnyel (pl. Giofrè, Borella, & Mammarella, 2017). Swanson és munkatársai (Swanson & Saez, 2003, idézi Engel de Abreu és mtsai., 2014; Swanson & Beebe-Frankenberger, 2004) szerint ennek oka, hogy a jobb munkamemória-erőforrások elősegítik az információ folyamatos fenntartását, illetve mind az új, mind pedig a hosszú távú emlékezetből előhívott tudással való összekapcsolását, mely rendkívül jelentős lehet az iskolai előmenetel szempontjából.

Gathercole, Lamont és munkatársai (2006) kutatásában a munkamemória igénybevétele minden tanórán megjelent. Részben emiatt felvetődött, hogy a WM egyfajta üvegnyakként („bottleneck”) funkcionálhat a tanulás szempontjából, és meghatározhatja, hogyan képesek a gyerekek készségeket és tudást elsajátítani (Gathercole & Alloway, 2008; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006): nem megfelelő működése esetén a gyerekeknek gondjai lehetnek pl. az utasítások végrehajtásával, vagy nehezen emlékezhetnek, éppen hol tartanak egy összetettebb feladatban (Gathercole, Lamont és mtsai., 2006). Nagy számú kutatás emeli ki a gyengébb munkamemória, illetve a gyengébb matematika- (Geary, Hoard, Byrd-Craven, Nugent, & Numtee, 2007) és olvasásteljesítmény (Gathercole, Alloway és mtsai., 2006), valamint az írás (Swanson & Berninger, 1996) közti szoros kapcsolatot. Úgy tűnik, különösen gyakran szükséges a matematika és olvasás órákon (Gathercole, Lamont, és mtsai., 2006), ahol a gyengébb WM-képességek mindkettő esetében hátráltathatják a bejövő információk sikeres fenntartását, feldolgozását, majd koherens mentális modellbe illesztését (Swanson & Beebe-

Frankenberger, 2004), ami cserébe nehezítheti a tanórákon kiadott feladatok sikeres kivitelezését, ezáltal pedig lassítja, megakasztja az ezen területekhez köthető tudás elsajátítását is (Gathercole, 2004).

### ***A munkamemória kapcsolata az olvasással és írással***

A magyar elsősök egyik legfontosabb feladata az olvasás elsajátítása (Kerettanterv az általános iskola 1-4. évfolyama számára, 2020).

A szakirodalomban általános egyetértés figyelhető meg azzal kapcsolatban, hogy az olvasás az egyik legalapvetőbb képesség az iskolában: a gyerekeknek ugyanis képesnek kell lenniük jól olvasni, különben nem lesznek képesek megfelelő mértékben résztvenni a tanórákon, vagy megérteni az írott tananyagot és feladatokat, ami így a későbbi tanulást is hátráltatja (Engel de Abreu és mtsai., 2014; Gathercole, 2004) Ehhez elengedhetetlen pl. a szövegértés, mely az iskolán kívül a mindennapos tevékenységekben szintúgy fontos (Carretti, Borella, Cornoldi, & De Beni, 2009; Oakhill, Cain, & Elbro, 2015). Ennek során az olvasónak nem csak a szavakat kell megértenie, hanem azokat összerakva egy integrált és koherens mentális modellt létrehozni, melyben pontosan megérti, hogy a szöveg írója az egyes koncepciókat pontosan hogyan kapcsolta egymáshoz (pl. Li & Clariana, 2019). Mind ezt, mind pedig általában az olvasást, eltérő (alacsonyabb és magasabb) szinteken működő folyamatok közös együttműködése segíti elő (Canet-Juric, Burin, Andrés, & Urquijo, 2013; Oakhill és mtsai., 2015).

Az olvasás mind alacsonyabb (pl. betűk vizuális észlelése és dekódolása, hangok megkülönböztetése, szavak felismerése), mind magasabb szintű folyamatokat (pl. szövegértés) is magában foglal (Van der Schoot, Vasbinder, Horsley, & Van Lieshout, 2008).

A szakirodalom a verbális STM-t az alapvető olvasási folyamatokhoz köti (Pham & Hasson, 2014). Fontos lehet a szótanulás, illetve graféma-fonéma megfeleltetés elsajátításának (Baddeley, 1979; McDougall, Hulme, Ellis, & Monk, 1994) és a dekódolás szempontjából (Pham & Hasson, 2014).

Ezzel szemben a WM-t (a komplex feldolgozófolyamatokkal való kapcsolata miatt) a magasabb szintű olvasási folyamatokhoz kötik (főleg a fluens olvasáshoz és az olvasásértéshez) (Pham & Hasson, 2014). A WM és az olvasás között jellemzően pozitív korreláció figyelhető meg (Gathercole, Alloway és mtsai., 2006). Peng, Barnes és munkatársai (2018) metaanalízisükben azt találták, hogy bár az olvasás minden WM-területtel összefüggést mutatott, a kapcsolat a verbális WM-vel volt a legerősebb, ami az olvasásértés egyik legkonzisztensebb prediktora (Vernucci, Aydmune, Andrés, Burin, & Canet-Juric, 2021), feltételezhetően mivel szükség van rá, hogy a már fent említett módon a személy egy mentális modellt építhessen ki (Borella & de Ribaupierre, 2014).

„A „bottleneck” hipotézis alapján az olvasástanulás kezdetén az alacsonyabb szintű folyamatok jelentősebbek” (Perfetti, 1985, idézi Orlovskaja, Bluss, & Rascevska, 2014), a magasabb szintűek ellenben akkor válnak jelentőssé, miután előbbiek már megfelelő mértékben automatizáltak váltak (Orlovskaja és mtsai., 2014). Mindezek alapján feltételezhető, hogy a verbális STM fontosabb szerepet játszhat a korai olvasásban, amikor a gyerekek még az alapszintű folyamatokat sajátítják el (Kerettanterv az általános iskola 1-4. évfolyama számára, 2020; Pham & Hasson, 2014), míg a WM csak valamivel később válhat jelentőssé (pl. Jacobson és mtsai., 2011). Ziegler és munkatársai (2010) több országot bevonó nemzetközi kutatásában a második osztályos gyerekeknél a verbális STM szignifikánsan prediktálta az olvasási pontosságot, főleg Magyarország esetében (azonban a verbális WM-t itt nem mérték, így a kettő nem összevethető).

Érdeemes lehet viszont figyelembe venni, hogy egy transzparensabb ortográfiával rendelkező nyelv (pl. magyar, Ziegler és mtsai., 2010) esetén pl. a betű-hang megfelelés elsajátítása gyorsabban történik meg (Jimenez, Siegel, & Rodrigo Lopez, 2003), így a magyar gyerekeknél a munkamemória is hamarabb előtérbe kerülhet. Emellett úgy tűnik, hogy a WM mégis szükséges lehet már az alacsonyabb olvasási folyamatok, pl. a dekódolás során (Just & Carpenter, 1992), ezen kívül pedig a kettős-folyamat-elmélet (Dual Process Theory, Evans & Stanovich, 2013) alapján, a WM szintén nagy szerepet tölthet be a korai olvasásban, mivel akkor még nem eléggé automatizáltak az olvasással asszociált folyamatok, így ezek végrehajtásához jelentős mértékben szükség lehet a munkamemóriára (Peng, Barnes, és mtsai., 2018).

Az olvasást a téri-vizuális képességekkel jellemzően nem hozzák összefüggésbe a kutatások, bár Tánczos és munkatársai (2014) magyar diákokkal végzett kutatása során az első osztályban mért téri-vizuális STM szignifikáns prediktorként emelkedett ki a 4. osztályos magyar nyelv és irodalom eredmények esetén. Néhány kutatás szintén leírta téri-vizuális WM-t az pl. olvasásértés szignifikáns prediktoraként (Pham & Hasson, 2014).

A másik rendkívül fontos képesség, amit első osztályban a gyerekek elsajátítanak, az írás (Kerettanterv az általános iskola 1-4. évfolyama számára, 2020). Korábbi kutatásokban a verbális WM bizonyult az egyik legkonzisztensebb prediktornak (Berninger, 2009; Bourke & Adams, 2003). Néhány kutató ezen kívül a téri-vizuális képességeket is fontosnak tartja a korai írástanulásban (pl. Berninger, 2009), azonban igen kevés kutatás vizsgálta egyelőre a téri-vizuális WM vagy STM (Bourke, Davies, Sumner, & Green, 2014) vagy más, ebben a tanulmányban szereplő képesség szerepét.

### ***A munkamemória kapcsolata a matematikával***

Az alapszintű matematikai készségek sikeres elsajátítása elengedhetetlen mind a későbbi matematika, mind pedig egyéb, matematikát is igénylő tantárgyak szempontjából, valamint számos hétköznapi tevékenységnél.

A munkamemóriát a matematika teljesítmény egyik legjobb prediktorának tartják (Friso-van den Bos, van der Ven, Kroesbergen, & van Luit, 2013; Peng, Namkung, Barnes, & Sun, 2016), és már a számolástanulás legelején is jelentős lehet (Gathercole, Alloway és mtsai., 2006). Az eredmények alapján minden jellegű matematikafeladattal összefüggést mutat, de a szöveges feladatokkal és az egész számokkal végzett műveletekkel tűnik legerősebbnek a kapcsolata (Peng és mtsai., 2016).

Kutatások összefüggést találtak a verbális munkamemóriával is (Swanson, 2017; Wilson & Swanson, 2001). Van de Weijer-Bergsma, Kroesbergen és Van Luit (2015) 2-6. osztályos holland gyerekeket vizsgáltak, és azt találták, hogy 4. osztályig a téri-vizuális és a verbális WM ugyanolyan jó prediktorai voltak a matematikai teljesítménynek.

Azonban a matematika különösen erős összefüggést mutat a téri-vizuális WM-mel (Reuhkala, 2001) és STM-mel – fiatalabb gyermekek esetében utóbbi jelentősebbnek bizonyul (Friso-van den Bos és mtsai., 2013). Ennek egyik magyarázata lehet, hogy eleinte a matematika teljesítmény a tárolási kapacitástól függ (McKenzie, Bull, & Gray, 2003; Raghobar, Barnes, & Hecht, 2010), azon belül is a téri-vizuális reprezentációk dominálnak (De Smedt és mtsai., 2009), és később, ahogy a gyerekek a matematikai problémákat, megoldásokat a verbális emlékezetben kezdik tárolni, a téri-vizuális STM szerepe csökken (pl. De Smedt és mtsai., 2009; Holmes & Adams, 2006). Ennek ellenére Friso-van den Bos és munkatársai (2013) éppen azt találták, hogy a téri-vizuális WM szerepe csökkent az idősebbeknél; ezen kívül eredményeik alapján a verbális STM kortól függetlenül hozzájárult a matematika teljesítményhez.



Mindezek alapján látható, hogy a szakirodalomban nincs teljes egyetértés a WM és STM különböző komponenseinek szerepéről.

### ***A fonéमतudatosság***

A fonéमतudatosság a fonológiai tudatosság alá tartozik, annak egyik fajtája. A fonológiai tudatosság „a bármilyen méretű hangegységekre való érzékenységet jelenti, így beletartozhat pl. a rímek képzésének és felismerésének, a szótagok számolásának, a szót alkotó fonémák felismerésének képessége, valamint pl. a szó elejének a végétől való elválasztása. A fonéमतudatosság ezen belül konkrétan a fonémákkal kapcsolatos érzékenységre és kontrollra utal”. Az azzal kapcsolatos tudatosságot jelenti, hogy a beszéd hangokból, fonémákból áll, és ezek megváltoztatása, akár a szavak jelentésének megváltozását is okozhatja (pl. a „kel” és „fel” nem ugyanazt jelentik) (Yopp & Yopp, 2000).

A fonéमतudatos személy képes felismerni, felbontani, és összerakni (pl. a /r/-/ó/-/k/-/a/ fonémákból a „róka” szó lesz) a szavakat alkotó fonémákat (Yopp & Yopp, 2000), és ez túlmutat azon, hogy a gyerekek tisztában vannak melyik betűhöz vagy betűcsoporthoz milyen hang társul (Al-Bataineh & Sims-King, 2013).

Nem szükséges ahhoz, hogy a gyerekek általában képesek legyenek tanulni, viszont, főleg az alfabetikus nyelveknél, elengedhetetlen az olvasás elsajátításához; elősegíti ugyanis a dekódolást (Hoover, 2002, idézi Al-Bataineh & Sims-King, 2013). Sőt, a korai olvasás egyik legjobb prediktorának tartják, míg a fonológiai tudatosság egyéb komponensei (pl. rímek felismerése) gyengébb prediktoroknak tűnnek (Høien, Lundberg, Stanovich, & Bjaalid, 1995; Hulme és mtsai., 2002; Kjeldsen, Kärnä, Niemi, Olofsson, & Witting, 2014).

### ***A fonéमतudatosság kapcsolata az olvasással és írással***

A fonológiai és a fonéमतudatossággal kapcsolatos problémák nehezíthetik a betű-hang megfeleltetés, és így az olvasás megtanulását is (Snowling, 1980), ami cserébe nagyobb terhet helyezhet a WM-re és STM-re, mert ezek erőforrásai a szavak felismerésére fordítódnak a szöveg megértése helyett (Al-Bataineh & Sims-King, 2013). Yopp és Yopp (2000) is kiemeli, hogy az alfabetikus nyelvekben a fonéमतudatosság rendkívül jelentős szerepet tölthet be, ugyanis ezeknél a beszéd írásban való megjelenítése a fonémák szintjén történik. Az alfabetikus nyelvekben a szóolvasást jellemzően három különböző fonológiai képesség prediktálja jól, melyekből az egyik a fonéमतudatosság volt (Caravolas, Lervåg, Defior, Seidlová Málková, & Hulme, 2013; Furnes & Samuelsson, 2011). Kjeldsen és munkatársai (2014) vizsgálatában az olvasási teljesítmény legjobb prediktorának a fonéमतudatosság bizonyult.

Sok kutatás azt találta, hogy nagyon fontos és az egyik legjobb bejósolója a korai olvasási teljesítménynek (pl. Ehri és mtsai., 2001), sőt a kettő egymással interakcióban fejlődik (pl. Török & Hódi, 2015).

Ennek ellenére többen úgy gondolják, hogy, mivel a kutatások főként angol nyelvterületen készültek, túlbecsülték a fonológiai tudatosság, és így a fonéमतudatosság szerepét is az olvasás fejlődésében, és valójában kevésbé meghatározó, ha más nyelveket is megvizsgálunk (Landerl & Wimmer, 2000; Share, 2008); az ezzel kapcsolatos eredmények pedig igen vegyesek. Török, Hódi és Kiss (2016) kutatásában, ahol magyar 1-4. osztályosokat vizsgáltak, a tanulóknak nem okoztak nehézséget a fonéमतudatossági feladatok, és a szerzők úgy gondolják, hogy a gyerekek már az olvasástanulás kezdetén is viszonylag fejlett fonéमतudatossági készségekkel rendelkezettek, annak ellenére, hogy a szakirodalom sokszor későbbre teszi, vagy az olvasástanulással párhuzamosként írja le ennek kifejlődését. Lehetséges, hogy az adott nyelv ortográfiai jellemzői is befolyásolhatnak (Peynircioğlu, Durgunoğlu, Öney-Küsefoğlu, 2002). Ziegler és munkatársai (2010) nemzetközi kutatásában viszont – bár nem vizsgálták önmagában

a fonéमतudatosság hozzájárulását - a fonológiai tudatosság ötből négy ország (köztük Magyarország) esetén is a legfontosabb prediktornak minősült – bár a kevésbé transzparens nyelvek esetén jelentősebbnek bizonyult.

Úgy tűnik, az írással is megfigyelhető kapcsolat (Alloway és mtsai., 2005), azonban igen kevés az ezzel foglalkozó tanulmány.

### ***A fonéमतudatosság kapcsolata a matematikával***

Bár a fonéमतudatosság az olvasással és betűzéssel egyértelműen kapcsolatot mutat (pl. Hulme, Bowyer-Crane, Carroll, Duff, & Snowling, 2012; Melby-Lervåg, Lyster, & Hulme, 2012), és nagyobb mértékű figyelem irányul ezekre a változókra, utóbbi időben egyre több kutatás kezdett el fókuszálni a matematika különböző komponenseivel való kapcsolatára is (pl. De Smedt, Taylor, Archibald, & Ansari, 2010). Ennek ellenére ezek nagy része a fonológiai tudatosságot nézi, és a fonéमतudatosságot ennek részeként veszik bele a vizsgálatokba – nem túl sok kutatás vizsgálta eddig a fonéमतudatosságot önmagában, így nehéz átlátni a matematika teljesítményben betöltött szerepét.

A matematika esetében a fonéमतudatosság pl. a számok transzkódolásával mutat kapcsolatot (Lopes-Silva, Moura, Júlio-Costa, Geraldi Haase, & Wood, 2014), mely „a számok verbális és arab számként való reprezentációja közti megfeleltetés képessége, amikor a numerikus szimbólumok átalakítása szükséges egyik alakból a másikba” (Deloche & Seron, 1987, idézi Lopes-Silva és mtsai., 2014). Ez az egyik első képesség, amit a gyerekek a matematikatanulás kezdetekor el kell sajátítsanak (Lopes-Silva és mtsai., 2014). A fonológiai és fonémákkal kapcsolatos képességek igen fontosak a transzkódolás folyamatában; ugyanis ha ez a feldolgozás limitáltan működik, az a transzkódolást is negatívan befolyásolhatja, főleg a hosszabb és komplexebb számok esetén (Barrouillet, Camos, Perruchet, & Seron, 2004). A transzkódolás első osztályban különösen nagy szerepet kaphat, hiszen a gyerekek ekkor tanulják meg társítani a számok szóbeli és írott alakját (Kerettanterv az általános iskola 1-4. évfolyama számára, 2020).

A fonéमतudatosság a verbális munkamemóriával is interakcióban állhat pl. a transzkódolás során: minél több erőforrást von el az adott inger (fonémikus) feldolgozása, annál nehezebb lesz utána a verbális WM számára maga a transzkódolás (Lopes-Silva és mtsai., 2014). A verbális STM-nek szintén szerepe lehet ebben mint a verbális információ átmeneti tárolásáért felelős rendszer (Zuber, Pixner, Moeller, & Nuerk, 2009).

A fonológiai tudatosság általában is segít a gyerekeknek, hogy megfelelően reprezentálják és manipulálják az alapvető matematikai tudást (vagyis már korán szerepet kaphat), valamint jelentős lehet a későbbi teljesítményre nézve is (LeFevre és mtsai., 2010; Peng és mtsai., 2020), illetve segítheti pl. a hosszú távú emlékezetben tárolt tényekhez való hozzáférést (Geary, 1993). Yang és munkatársai (2022) metaanalízisükben úgy találták emellett, hogy az átfogó fonológiai tudatosság erősebb kapcsolatot mutatott a matematikával, mint a verbális STM.

### ***A fluid intelligencia***

A fluid intelligencia (Fluid Intelligence, Gf) a Cattell-Horn-Carroll (CHC) emberi intelligenciát leíró elmélet (Schneider & McGrew, 2012) által megállapított 16 kognitív képesség egyike (Zaboski, Kranzler, & Gage, 2018).

A Gf „a következtetésre és az olyan újszerű problémák megoldására való képesség, melyekkel kapcsolatban a személy nem hagyatkozhat előzetes tudásra. Olyan szándékos és kontrollált mentális műveleteket foglal magában, mint pl. a deduktív és induktív következtetés, következtetések levonása, koncepciók megalkotása, hipotézisek generálása és tesztelése,

kapcsolatok megállapítása, illetve analógiák létrehozása” (Vernucci és mtsai., 2021). Általában véve azt jelenti, hogy a személy mennyire képes újszerű problémákhoz alkalmazkodni (Cattell, 1963).

Ennélfogva rendkívül fontos lehet mind az olvasás, mind a matematika szempontjából (Peng, Wang, Wang, & Lin, 2019), és számos kutatás arra utal, hogy a fluid intelligencia valóban bejósolja ezeket (Agnoli és mtsai., 2012; Colom & Flores-Mendoza, 2007). Li és Shi (2021) vizsgálatában a tehetséges (gifted) gyerekek (akik magasabb pontszámot kaptak a fluid intelligenciát mérő Raven-teszten) jobban teljesítettek az átlagos gyerekeknél olyan tantárgyakban, mint pl. matematika, kínai vagy angol.

### ***A fluid intelligencia és a munkamemória kapcsolata***

A WM vizsgálatokor kifejezetten nagy figyelem irányul a kutatók részéről a fluid intelligenciára, mivel a CHC-modell által leírt képességek közül ez korrelál és prediktálja egyik legjobban az előbbi (pl. Shahabi, Abad, & Colom, 2014; Swanson, 2011). Számos eredmény utal arra, hogy a két konstruktum jelentős összefüggést mutat mind felnőtteknél (pl. Conway, Getz, Macnamara, & Engel de Abreu, 2011), mind pedig gyerekeknél (pl. Engel de Abreu, Conway, & Gathercole, 2010), és együtt interakcióban befolyásolhatják a tanulás folyamatát (Dehn, 2017). Conway és munkatársai (2011) szerint ez úgy lehetséges, hogy a WM-t mérő tesztek inkább területáltalános képességeket mérnek, a Gf-hoz hasonló módon – ennek okán jelenik meg közöttük korreláció is.

### ***A fluid intelligencia kapcsolata az olvasással***

Peng és munkatársai (2019) leírják, hogy a fluid intelligencia (már a korai olvasástanulásnál) szükséges lehet ahhoz, hogy a gyerekek a graféma-fonéma megfeleléssel kapcsolatos szabályokat elsajátítsák, vagy sikeresen dekódoljanak, és így képesek legyenek például szavakat elolvasni (Levy, 2011; Tiu, Thompson, & Lewis, 2003). Az ezen képességekben betöltött szerepe aztán idővel csökkenhet, mivel a gyerekek egyre inkább a hosszú távú emlékezetre kezdenek hagyatkozni a szavak olvasásakor, és közvetlenül onnan hívják elő őket (Peng, Wang és mtsai., 2018; Peng és mtsai., 2019). Ugyanakkor a kor előrehaladtával egyre jelentősebb szerepet kaphat más területeken, ahogy a szövegértési feladatok (magasabb szintű folyamatok) előtérbe kerülnek, és a tanulóknak egyre nagyobb mértékű következtetési képességre van szüksége (pl. Nation, Clarke, & Snowling, 2002).

A szakirodalomban nem egyértelmű, milyen kapcsolat áll fenn a Gf és az olvasás között, az eredmények gyakran ellentmondásosak (Vernucci és mtsai., 2021), így e téren több kutatásra van szükség (Orlovska és mtsai., 2014).

Bár gyermekkorban a Gf és a munkamemória erős korrelációt mutatnak, mégis úgy tűnik, elkülöníthetőek (Gray és mtsai., 2017). Az olvasás során lehet, hogy összehangoltan működnek (Dehn, 2017). Ennek egyik lehetséges módja, hogy a verbális munkamemória fenntartja a releváns információt, amíg a Gf ezek segítségével eljut a megfelelő következtetésekig, így elősegítve a szövegértést (Vernucci és mtsai., 2021). Vernucci és munkatársai (2021) eredményei szerint mindkettő szignifikáns prediktora volt az olvasásértésnek (mely már egy magasabb szintű funkció) egy év múlva – azonban a korai olvasásértésben betöltött szerepét kevésbé vizsgálták egyelőre.

### ***A fluid intelligencia kapcsolata a matematikával***

A matematika és a Gf részben ugyanahhoz alap kognitív folyamathoz (relációs érvelés) kötődnek, mely mindkettő esetén fontos (Miller Singley & Bunge, 2014). Párhuzamos fejlődést

mutatnak, főleg 5-10 éves kor között (Ferrer & McArdle, 2004), ami arra utalhat, hogy a Gf nagyobb szerepet játszhat a korai matematikai fejlődésben, mint később (Green, Bunge, Briones Chiongbian, Barrow, & Ferrer, 2017), pl. az olyan alapfolyamatokban mint a számokról való tudás vagy a számítás (pl. Östergren & Träff, 2013). Ezen kívül kapcsolatot találtak a szöveges feladatokkal is – de ezzel kapcsolatban egyelőre kevés a kutatás (Green és mtsai., 2017).

Az erre vonatkozó vizsgálatokban a fluid intelligencia volt az egyik kognitív képesség, amely konzisztens módon kapcsolatot mutatott a matematika különböző komponenseivel (McGrew & Wendling, 2010), és a későbbi matematikateljesítménnyel is (Green és mtsai., 2017). Az eredmények emellett arra utalnak, hogy a matematika erősebb összefüggést mutat a fluid intelligenciával, mint az olvasás (Peng és mtsai., 2019).

### **Hipotézisek:**

**H1a:** A magyar első osztályosok verbális WM, verbális STM, fonématusatosság és fluid intelligencia teljesítménye szignifikáns prediktora lesz a magyar nyelv és irodalom tantárgy eredményének.

**H1b:** A magyar első osztályosok verbális WM teljesítménye jobb prediktora lesz a magyar nyelv és irodalom eredménynek, mint a verbális STM.

**H2a:** A magyar első osztályosok verbális WM, verbális és téri-vizuális STM, fonématusatosság és fluid intelligencia teljesítménye szignifikáns prediktora lesz a matematika tantárgy eredményének.

**H2b:** A magyar első osztályosok verbális WM teljesítménye jobb prediktora lesz a matematika eredménynek, mint a verbális STM.

**H3:** A magyar első osztályosok fluid intelligencia teljesítménye több varianciát magyaráz a matematika, mint a magyar nyelv és irodalom eredményéből.

### **Módszertan**

#### ***Résztevők***

A vizsgálati alanyok általános iskolába járó első osztályos magyar diákok voltak. Az adattisztítás során csak a 6-7 éves gyerekek maradtak bent, mivel az idősebbek évismétlők voltak. Kivettük azokat, akik a vizsgálat keretében egyik tantárgyból sem kaptak jegyet. Ezen kívül két digitális eszközhasználatot mérő tesztet is alkalmaztak szűrésre, ahol csak azon résztvevők adatai maradtak bent, akik a „Drag 'n' Drop” feladaton legalább nyolc pontot elértek, és így biztosan tudták használni a tesztfelvételhez alkalmazott táblagép érintőfelületét. A „Touch” feladatot minden tanuló hibátlanul oldotta meg.

Az adattisztítás után összesen 329 résztvevőnk maradt (157 fiú és 172 lány;  $M_{\text{életkor}}=6,614$ ,  $SD_{\text{életkor}}=0,488$ ).

Az adatgyűjtés Pest, Nógrád és Jász-Nagykun-Szolnok vármegyékben történt, 21 különböző általános iskolában; különböző jellegű településekről (1. táblázat).

Település típusa	Résztevők száma (fő)	Százalék (%)
falú	15	4,559
község	69	20,973
nagyközség	36	10,942
város	156	47,416
megyei jogú város	20	6,079
főváros	33	10,030
<b>Összesen</b>	<b>329</b>	<b>100</b>

1. táblázat. A résztvevők számszerű és százalékos eloszlása településtípusonként.

### ***Eszközök***

A tesztfelvétel során a Gyarmathy Éva és munkatársai által fejlesztett Kognitív Profil Teszt (Gyarmathy, 2007, 2009) online verzióját használták (Gyarmathy, Gyarmathy, Szabó, Pap, & Kraicziné, 2019). Eredetileg Dr. Ian Smythe kutatóval együtt dolgozták ki, hogy a diszlexia vizsgálatában olyan tesztet alkalmazhassanak, mely „az iskolai sikerességben szerepet játszó összes képesség és készség vizsgálatát lehetővé teszi” (Gyarmathy, 2007), majd ezt adaptálták a magyar populációra (Gyarmathy, 2009). Több terület és korosztály is vizsgálható vele; a tesztcsomag egyelőre nem tartalmaz téri-vizuális munkamemóriát mérő feladatot (Gyarmathy, 2007).

**1. Fluid intelligencia:** Színes Raven-tesztet alkalmaztak (Raven, 1958) (innenről „Raven-teszt”), ahol a gyerekeknek egy mátrix hiányzó elemét kellett kiválasztaniuk 6 válaszlehetőség közül, időnyomás nem volt. Összesen 36 próba volt, minden próbában a helyes válasz 1 pontot ért, bármelyik helytelen válasz 0-t, a végső pontszám a helyesen megválaszolt próbák száma volt.

**2. Verbális munkamemória:** Fordított számterjedelem feladattal (innenről „Fordított számterjedelem”) mérték. A gyerekek minden próbában számokat hallottak, melyet fordított sorrendben kellett visszamondaniuk (pl. ha azt hallották, hogy 3-5, akkor azt kellett mondaniuk, hogy 5-3; ha 7-4-6, akkor pedig 6-4-7), a tesztfelvételt segítő tanár pedig begépelte a válaszukat a megjelenő szövegdobozba. Elsőként volt egy két számból álló 0. próba, amely csak a helyes válasz esetén engedte a teszt elkezdését. Összesen tíz próba volt, az első-második próbában kettő, a harmadik-negyedikben három, az ötödik-hatodikban négy, a hetedik-nyolcadikban öt, a kilencedik-tizedikben hat számmal kellett dolgozniuk, hibázástól függetlenül, vagyis minden adott hosszúságú számsorból kettő volt. Minden próba elején akkor indíthatták el a próbához tartozó számokat felsoroló hangfájlt, amikor készen álltak; a hangfájlt csak egyszer hallgathatták meg. A számok között minden próbában egy másodperc szünet volt. A gyerekek a feladat közben nem kaptak visszajelzést, a teszt végén láthatták a végső pontszámot, ami a helyesen megoldott próbák száma volt, mely a munkamemória hatékonyságát jelzi.

**3. Verbális rövid távú emlékezet:** A gyerekeknek számterjedelem feladatot (innenről „Számterjedelem”) kellett megoldaniuk, vagyis a hallott számokat ugyanabban a sorrendben visszamondaniuk (pl. ha 2-4-6-ot hallott, akkor azt kellett mondja, hogy 2-4-6). Elsőként volt egy három számból álló 0. próba, amely csak a helyes válasz esetén engedte a teszt elkezdését. Összesen tíz próba volt, minden adott hosszúságú számsorból kettő volt: vagyis az első-második próbában 3, a harmadik-negyedikben négy, az ötödik-hatodikban öt, a hetedik-nyolcadikban hat, a kilencedik-tizedikben pedig hét számot kellett megjegyezniük. Minden próbában megjelent a számsort felmondó hangfájlt, melyet akkor indíthattak el a résztvevők,

amikor felkészültek; a hangfájlt csak egyszer hallgathatták meg. A számok között a felolvasás során minden esetben egymásodperces szünet volt. A tesztfelvételt segítő tanár gépelte be a válaszokat a megjelenő szövegdobozba. A gyerekek a feladat közben nem kaptak visszajelzést. A teszt végén láthatták a végső pontszámot, ami a helyesen megoldott próbák száma volt, mely a verbális rövid távú emlékezet hatékonyságát jelzi.

**4. Téri-vizuális rövid távú emlékezet:** Módosított Corsi-kocka teszttel mérték. A feladatban egy ház jelent meg, rajta 4x4 ablakkal; az ablakokban véletlenszerűen jelentek meg az állatok. A gyerekeknek meg kellett jegyezniük a helyüket, és a felbukkanásuk sorrendjében bejelölni azokat az ablakokat, ahol előtűntek. Minden próbában más állat jelent meg, összesen tíz próba volt. Nem volt előzetes gyakorló próba. Amint a résztvevő egy próbát megoldott (bejelölte az adott próbához tartozó számú állatot), egyből jött a következő próba. A program a képernyő tetején mindig jelezte, éppen hányadik szintnél tartanak a tanulók; valamint innen tudhatták épp hány állat helyét kell megjegyezniük. Minden helyes válasz után eggyel több állat villant fel a következő próbában, azonban minden helytelen választ esetén, eggyel kevesebb (vagyis egy szintet visszaléptek). Ha az egyetlen állatot tartalmazó szintet is elrontották, az addig ismétlődött, amíg helyesen meg nem oldották. Az állatok 500 ms különbséggel villantak fel, felváltva, egy ablak egy adott próbában nem ismétlődött. Miután a próbához tartozó összes állat felvillant, semmi nem maradt az ablakokban; a gyerekek ekkor elkezdhatték bejelölni, hogy hol voltak, abban a sorrendben, ahogy felvillantak: amint bejelöltek egyet, abban az ablakban megjelent az állat, és végig ott maradt, amíg bejelölték a többit. Amint a tanuló bejelölte az adott próbához tartozó számú állatot, az összes eltűnt, és kezdődött a következő próba. Minden jól megtalált állat után egy pontot kaptak, még akkor is, ha a próbát nem tudták teljesen hibátlanul teljesíteni, ezek és a szintek alapján a gép pedig egy algoritmussal kiszámolta a végső pontszámot (ami tükrözte a terjedelmet is), ami a teszt végén megjelent a képernyőn.

**5. Fonématudatosság:** A fonématudatosságot két feladattal mérték:

**Kezdőhang felismerés:** Innentől „Kezdőhang”. Összesen három próba volt, minden próba elején meghallgatták a gyerekek, hogy: „Melyik állat neve kezdődik „k” hanggal?”, minden próbában más kezdőhang szerepelt, és mindig tizenegy rajz jelent meg – ezek közül annyit jelölhetett be a résztvevő, amennyit szeretett volna, időnyomás nem volt. Az első két próbába állatok (itt három, illetve négy helyes válasz volt), a harmadikban hétköznapi tárgyak voltak (itt öt helyes válasz volt). Ha a résztvevő úgy gondolta, az összes jó választ bejelölte, a „Tovább” gombra kattinthatott. A gyerekek minden próba után dicséretet kaptak. A végső pontszám a helyesen bejelölt állatok száma volt.

**Utolsó hang felismerés:** Innentől „Utolsó hang”. Összesen két próba volt, a gyerekek mindegyik elején meghallgathatták az instrukciót: „Melyik állat neve végződik „e” hanggal?”. Minden próbában más hanggal kapcsolatban kellett döntést hozniuk. Az első próbában (itt négy helyes válasz volt) tizenegy, a másodikban (hat helyes válasz) tizenkettő rajz jelent meg, melyek vegyesen tartalmaztak állatokat és hétköznapi tárgyakat. A résztvevő ezek közül annyit jelölhetett be válaszként, amennyit jónak gondolt, időnyomás nem volt. Ha úgy gondolta, minden jó választ megjelölt, a „Tovább” gombra kattinthatott. A próbák után dicséretet kaptak. A végső pontszám a helyesen bejelölt állatok száma volt.

**6. A magyar nyelv és irodalom, illetve a matematika teljesítmény:** a tanév végén a tanárokat megkérték, hogy ha érdemjeggyel kellene osztályozni a gyerekeket az egyes tantárgyakból, 1-5-ig értékeljék őket.

## **A digitális eszközhasználat szűrőfeladatai**

1. **IT kompetenciák (drag 'n' drop):** A képernyőn egy kosár és tíz alma jelent meg. A feladat lényege, hogy a gyerekek minél gyorsabban bepakolják a megjelölt almákat a mellettük lévő kosárba. Amint elengedtek egy almát (akár a kosárban volt, akár nem), az eltűnt. Miután mindet elhelyezték valahol, egy gratuláló üzenet keretében láthatták a pontszámukat, mely a sikeresen a kosárba helyezett almák száma volt.

2. **IT kompetenciák (touch):** A teszt lényege, hogy a gyerekek minél gyorsabban rákoppintsanak arra a hörcsögre, amelyik elődugja a fejét a földből. A képernyőn hat lyuk jelent meg, bennük egy-egy hörcsöggel; mindegyikük feje kilátszott. Mindig csak egyetlen hörcsög bújt elő, és a program addig várt, amíg a gyermek rá nem nyomott – amint ez megtörtént, visszabújt, és jött egy másik vagy ugyanaz. A hörcsögök véletlenszerű sorrendben bújtak elő, összesen tíz próba volt. A legvégén a résztvevők egy gratuláló üzenet keretében láthatták a pontszámukat, melyet a kitöltés gyorsasága határozott meg egy logaritmikus skálán.

Minden teszt elején megjelentek a feladat instrukciói, illetve a résztvevők meg is hallgathatták azokat. Ezt követően, amint felkészültek, a „Start” gombra kattintva elindíthatták a tesztet. Minden feladatban 2D-s rajzokat láthattak.

## ***Eljárás***

Az adatelemzéskor a Gyarmathy Éva és munkatársai által, a 2022/23-as tanévben felvett adatokkal dolgoztunk. A vizsgálatban az igazgatók választották ki, melyik osztályok vegyenek részt. A teszteket az adott iskola tanárai vették fel a gyerekekkel, egyesével, egy csendes helyiségben.

A tanárok előzetesen kiképzést kaptak a tesztek helyes felvételére, ahol maguk is kipróbálhatták a feladatokat, feltehettek kérdéseiket, és megtudhatták, melyik mit mér. Az adatok felvételében való részvételükért díjazásban részesültek.

A tesztfelvétel előtt a gyerekek szülei beleegyező nyilatkozatot töltöttek ki; a tanulók emellett egy hatjegyű számkódot kaptak, így megvalósult az anonimitás. A Magyar Pszichológiai Társaság által előírt etikai szabályok betartásra kerültek.

## **Statisztikai eljárás**

Az adatokat a 0.18.3-as verziójú JASP programmal elemeztük, a főkomponens elemzéshez az SPSS 28.0.0.0 (190) programcsomagot használtuk.

Ellenőriztük a változók közti korrelációt; mivel sérült a normalitás ( $p < 0,001$ ), a Spearman-féle  $\rho$ -t használtuk. A változók között általában szignifikáns, pozitív irányú, közepesen erős összefüggés volt megfigyelhető (1. számú melléklet).

A Kezdőhang és Utolsó hang feladatokat a köztük megfigyelhető erős, pozitív irányú korreláció ( $\rho = 0,599$ ;  $p < 0,001$ ) és a toleranciaértékekre gyakorolt hatásuk miatt főkomponens elemzéssel egy faktorba vontuk össze. A Bartlett- és KMO-teszt eredményei alapján az adatok alkalmasak voltak a főkomponens elemzés elvégzésére. Mivel egyetlen faktort hoztunk létre, forgatás nem történt. Az így létrehozott főkomponenst „Fonématudatosság”-nak neveztük el (eigenvalue=1,606), mindkét feladat töltése 0,896 volt. A kapott eredmények alapján regressziós módszerrel faktorszakókat képeztünk.

A magyar nyelv és irodalom, illetve a matematika tantárgyakon elért teljesítményt befolyásoló prediktorok meghatározásához többszörös lineáris regressziót alkalmaztunk. A függő változó a matematika vagy a magyar nyelv és irodalom tárgyra kapott jegy volt, a független változókat a fent bemutatott feladatokon elért eredmények adták. Minden feladat korrelált a vizsgált kimeneti változókkal (2. számú melléklet).

A modellekbe minden prediktort egyszerre léptettünk be (forced entry). Az előfeltételek mindkét modell esetén teljesültek.

## Eredmények

Az egyes tantárgyak eredményeinek leíró statisztikája a 2. táblázatban látható.

	Magyar nyelv és irodalom	Matematika
<i>Átlag</i>	3,946	4,243
<i>Szórás</i>	1,150	1,066
<i>Minimum</i>	1	1
<i>Maximum</i>	5	5

2. táblázat. A magyar nyelv és irodalom, illetve matematika eredmények leíró statisztikája.

A magyar nyelv és irodalom és a matematika eredmények között szignifikáns, pozitív irányú, erős korreláció állt fenn ( $\rho=0,699$ ;  $p<0,001$ ). Mivel a normalitás sérült, Spearman-féle  $\rho$ -t alkalmaztunk.

Az egyes teszteken nyújtott teljesítményt a 3. táblázat szemlélteti:

	Raven-teszt	Fordított számterjedelem	Számterjedelem	Corsi-teszt	Kezdőhang	Utolsó hang
<i>Átlag</i>	21,125	2,407	2,809	3,926	8,923	6,088
<i>Szórás</i>	6,304	1,318	1,742	0,982	2,738	2,944
<i>Variancia</i>	39,736	1,736	3,033	0,964	7,499	8,668
<i>Minimum</i>	1	0	0	1,447	1	0
<i>Maximum</i>	34	7	8	6,520	13	10

3. táblázat. A kognitív képességeket mérő teszteken elért eredmények leíró statisztikája.

### *A magyar nyelv és irodalom teljesítmény prediktorai*

A modellben csak a szignifikáns prediktorok maradtak bent. A Corsi-teszthez tartozó toleranciaérték 0,872 volt (VIF=1,147), és egyáltalán nem volt szignifikáns prediktor ( $p=0,311$ ), ami arra utal, hogy nem járul hozzá jelentős mértékben a modellhez, így az nem került be; a többi prediktor mind szignifikáns volt. Az eredményeket a 4. táblázat szemlélteti:



<b>Magyar nyelv és irodalom</b>					
	<b>B</b>	<b>SE (B)</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>t</b>	<b>p</b>
Intercept	2,211	0,221		9,998	<0,001
Raven-teszt	0,057	0,011	0,311	5,431	<0,001
Számterjedelem	0,092	0,041	0,140	2,264	0,024
Fordított számterjedelem	0,106	0,053	0,123	1,997	0,047
Fonématudatosság	0,132	0,064	0,115	2,060	0,040

4. táblázat. Az egyes prediktorok összefüggése a magyar nyelv és irodalom tantárgy keretében kapott eredményekkel.  $N=287$  ( $M_{\text{életkor}}=6,617$ ;  $SD_{\text{életkor}}=0,487$ ).

A modell a magyar nyelv és irodalom eredmények varianciájának 25,1%-át magyarázta ( $adjusted R^2=0,251$ ), és szignifikáns volt ( $F=24,999$ ;  $p<0,001$ ). A végső modellben megmaradt független változók mind pozitív irányú összefüggést mutattak a kimeneti változóval.

#### ***A matematika teljesítmény prediktorai***

A modellben csak a szignifikáns prediktorok maradtak bent. A Corsi-teszthez tartozó toleranciaérték 0,885 volt ( $VIF=1,130$ ), és egyáltalán nem volt szignifikáns prediktor ( $p=0,459$ ), ami arra utal, hogy nem járul hozzá jelentős mértékben a modellhez, így az nem került be; a többi prediktor mind szignifikáns volt. Az eredményeket az 5. táblázat szemlélteti:

<b>Matematika</b>					
	<b>B</b>	<b>SE (B)</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>t</b>	<b>p</b>
Intercept	2,347	0,173		13,595	<0,001
Raven-teszt	0,055	0,008	0,326	6,731	<0,001
Fordított számterjedelem	0,204	0,043	0,250	4,775	<0,001
Fonématudatosság	0,199	0,058	0,163	3,427	<0,001
Számterjedelem	0,093	0,032	0,152	2,921	0,004

5. táblázat. Az egyes prediktorok összefüggése a matematika tantárgy keretében kapott eredményekkel.  $N=308$  ( $M_{\text{életkor}}=6,623$ ;  $SD_{\text{életkor}}=0,485$ ).

A modell a matematika eredmények varianciájának 40,7%-át magyarázta ( $adjusted R^2=0,407$ ), és szignifikáns volt ( $F=53,751$ ;  $p<0,001$ ). A végső modellben a megmaradt független változók mind pozitív irányú összefüggést mutattak a kimeneti változóval.

A Corsi-teszt kivételével minden teszt szignifikáns prediktor volt mindkét modellben, azonban a matematika esetében a variancia nagyobb részét magyarázták ( $adjusted R^2=0,407$ ), mint a magyar nyelv és irodalom esetén ( $adjusted R^2=0,251$ ). A fluid intelligencia önmagában nagyobb varianciát magyarázott meg a matematika eredményekből ( $adjusted R^2=0,243$ ), mint magyar nyelv és irodalomból ( $adjusted R^2=0,189$ ). A verbális WM szintén több varianciát magyarázott egyénileg a matematikából ( $adjusted R^2=0,227$ ), mint a magyar nyelv és irodalomból ( $adjusted R^2=0,114$ ).

## Diszkusszió

A Corsi-teszten kívül mindegyik feladat szignifikánsan prediktálta mindkét tantárgy eredményét; a **H1a** hipotézist így megtartottuk, azonban a **H2a** hipotézist részben el kellett vetnünk.

A prediktorok a magyar nyelv és irodalom varianciájának 25,1%-át, a matematikának pedig 40,7%-át magyarázták. Előbbivel a Raven-teszt, utóbbival a Raven-teszt és a Fordított Számterjedelem mutatott közepes erősségű kapcsolatot; a többi feladattal mindkét tantárgy esetén gyenge összefüggés látszott.

## Fluid intelligencia

A Raven-teszttel mért fluid intelligencia mindkét tantárgy esetében a legjobb prediktornak bizonyult.

Ez az eredmény egyrészt összhangban van számos korábbi kutatással, melyek a fluid intelligenciát konzisztens módon a matematika különböző komponenseihez kapcsolták (McGrew & Wendling, 2010), ugyanis e kettő feltételezhetően ugyanahhoz alap kognitív folyamathoz, a relációs érveléshez kötődhet (Miller Singley & Bunge, 2014). Párhuzamos fejlődést mutatnak, főleg 5-10 éves kor között (Ferrer & McArdle, 2004), ami arra utal, hogy a Gf nagy szerepet játszhat a korai matematikában (Green és mtsai., 2017) és az ahhoz szükséges alapképességekben (Östergren & Träff, 2013). Mindezek alapján nem meglepő, hogy bejósolta a matematika teljesítményt, hiszen a gyermekeknek számos szabályt, összefüggést, stb. kell megérteniük első osztályban, melyhez elengedhetetlen lehet a fluid intelligencia (Vernucci és mtsai., 2021).

A Gf jellemzően erősebb összefüggést mutat a matematikával, mint az olvasással (Peng és mtsai., 2019), mellyel jelen tanulmány eredményei is összhangban vannak: a fluid intelligencia önmagában több varianciát magyarázott meg a matematika eredményekből (*adjusted*  $R^2=0,243$ ), mint magyar nyelv és irodalomból (*adjusted*  $R^2=0,189$ ) (**H3**).

Bár a Gf és az olvasási képesség közti kapcsolatra nincsen konzekvens bizonyíték a szakirodalomban (Vernucci és mtsai., 2021), jelen kutatás eredményei arra utalnak, hogy létezik összefüggés. Az olvasás szempontjából a Gf már akkor előtérbe kerülhet, amikor a gyerekek a graféma-fonéma megfeleléssel kapcsolatos szabályokat és a dekódolást sajátítják el, hogy ezáltal képesek legyenek például szavakat elolvasni (Levy, 2011; Tiu és mtsai., 2003); valamint több szabályosságot is meg kell tanulniuk, pl. hogy hogyan állnak össze a hangok szótagokká és szavakká, hogyan kell helyesen kiolvasni a különböző szótagokat és betűkombinációkat, stb. (Kerettanterv az általános iskola 1–4. évfolyama számára, 2020).

Emellett, bár egyelőre nem igazán készültek tanulmányok a témában, ugyanez lehet igaz a Gf írással való kapcsolatára: a helyesírási szabályokon kívül ugyanis a diákoknak meg kell tanulniuk mely hangokat mely betűszimbólumokkal jelölik - a Gf pedig különösen fontos lehet pl. a több betűvel jelölt hangoknál (pl. „ny” vagy „dzs”), ezeknél ugyanis a gyerekeknek fel kell ismerniük olyan szabályosságokat, mint hogy az „y” jellemzően nem önmagában áll, hanem egy másik betűvel, mellyel közösen egy hangot alkotnak (ami ráadásul más, mint amit az „y” előtt álló betű önmagában adna: pl. az „n” és „ny” eltérő hangot jelöl). Mivel első osztályban találkoznak először ezekkel (Kerettanterv az általános iskola 1-4. évfolyama számára, 2020), a fluid intelligenciának ekkor különös jelentősége lehet – majd ahogy idővel megfelelő mértékben elsajátították ezeket, szerepe csökkenhet (Peng, Wang és mtsai., 2018; Peng és mtsai., 2019) – azonban ennek vizsgálatára több kutatásra lenne szükség.

Mindkét tantárgy esetén megjelenik első osztályban a szabálytanulás, az összefüggések megértése, újszerű problémákkal való szembesülés, melyek jellemzően a fluid intelligenciához

kapcsolódnak (Vernucci és mtsai., 2021). Mindezek alapján úgy tűnik a nonverbális képességek fontosak lehetnek első osztályban, azonban e téren még több kutatásra lenne szükség.

### ***Verbális WM és STM***

A magyar nyelv és irodalom esetében a **H1b** hipotézist el kellett vetnünk. A verbális STM hatásmérete valamivel nagyobb volt, mint a verbális munkamemóriáé. Bár nem teszteltük, hogy a különbség szignifikáns-e, a kis eltérés, illetve a sztenderdizálatlan együttható *SE* értéke alapján úgy tűnik, nem az; vagyis predikció szempontjából feltehetőleg nincs különbség a verbális WM és verbális STM között első osztályban.

A gyerekek ekkor sajátítják el az alapvető olvasási (és írási) folyamatokat, melyekben a szakirodalom alapján mindkét konstruktum fontos lehet: a verbális STM segítheti a szótanulást és a graféma-fonéma megfelelés elsajátítását (Baddeley, 1979; McDougall és mtsai., 1994), míg a verbális WM többek között elősegítheti a dekódolást (Just & Carpenter, 1992), illetve szükség lehet rá a még kevésbé automatizált olvasási folyamatok során (Peng, Barnes és mtsai., 2018), emellett az írás egyik legkonzisztensebb prediktorának is tűnik (Bourke & Adams, 2003; Berninger, 2009). Érdekes módon Tánzos és munkatársai (2014) kutatásában 4. osztályban csak a verbális WM volt szignifikáns prediktor talán mivel ekkorra a gyerekek már megtanulnak olvasni, és elsősorban a szövegértés kerül előtérbe (Kerettanterv az általános iskola 1-4. évfolyama számára, 2020), amit jellemzően a (verbális) munkamemóriához kötnek (Orlovska és mtsai., 2014). Ez arra utal továbbá, hogy a verbális STM idővel elveszítheti jelentőségét; talán 2-3. osztály körül (Ziegler és mtsai., 2010), viszont ezzel kapcsolatban további kutatások lennének szükségesek.

A matematika tantárgy esetén a verbális WM hatásmérete nagyobb volt, mint a verbális STM-é (**H2b**). Bár itt sem teszteltük, hogy a különbség szignifikáns-e, az eltérés mértéke alapján a verbális WM nagyobb szerepet játszhat az első osztályos matematikában, mint a verbális STM, ami a szakirodalmi eredményekkel is összhangban van (Friso-van den Bos és mtsai., 2013; Peng és mtsai., 2016).

A verbális WM már a számolástanulás legelején is jelentős lehet (Gathercole, Alloway és mtsai., 2006); verbális STM pedig elméletileg későbbi évfolyamokon kaphat szerepet (De Smedt és mtsai., 2009). Ezt támogathatja Tánzos és munkatársai (2014) eredménye is, ahol a negyedik osztályos gyerekeknél a verbális STM szignifikáns prediktora volt a 4. osztályos matematika teljesítménynek.

Elképzelhető, hogy a Fordított számterjedelem nagyobb mértékben mér nonverbális (végrehajtó) képességeket (lásd lent), ami szintén magyarázhatja az eredményeket.

### ***Téri-vizuális STM***

A téri-vizuális rövid távú emlékezet egyik tantárgy esetén sem volt szignifikáns, illetve az alacsony béta- és magas toleranciaértéke alapján feltételezhető, hogy nem jelentős prediktor, így a **H2a** hipotézis ezen részét el kellett vetnünk.

A téri-vizuális STM kapcsolatot mutatott pl. az olvasásértéssel (Pham & Hasson, 2014), az olvasással későbbi évfolyamokon (pl. Tánzos és mtsai., 2014), illetve néhány tanulmány esetén az írással (Berninger, 2009), viszont a korai olvasással jellemzően nem mutat összefüggést, mellyel jelen tanulmány eredményei is összhangban vannak.

Elképzelhető, hogy a téri-vizuális STM csak későbbi évfolyamokon jut nagyobb szerephez, pl. amikor a szövegértés feladatok során a gyerekeknek emlékezniük kell, hogy a keresett bekezdés hol található a szövegen belül. Tánzos és munkatársai (2014) vizsgálatában a magyar nyelv és

irodalom eredmények szignifikáns prediktora volt 4. osztályban, amikor már pl. a szövegértés kerül előtérbe (Kerettanterv az általános iskola 1-4. évfolyama számára, 2020).

A szakirodalomban nincs egyetértés, hogy a téri-vizuális STM inkább a korai vagy későbbi matematikában játszik nagyobb szerepet. Jelen kutatás eredményei arra utalnak, hogy a téri-vizuális STM nem játszik nagy szerepet a korai matematikában, így a hasonló eredményt kapott kutatásokat támogatja (Friso-van den Bos és mtsai., 2013), és elképzelhető, hogy a csupán később válik jelentőssé (pl. Tánczos és mtsai., 2014).

Az eredmények egy másik lehetséges magyarázata lehet még, hogy adatainkban a Corsi-teszt eredményeinek szórása 0,982 volt, vagyis elképzelhető, hogy túl kicsi volt a variabilitás ahhoz, hogy érvényesüljön a hatása.

### ***Fonématudatosság***

Bár a magyar nyelv és irodalom eredmény szignifikáns prediktora volt, gyenge hatásmérettel rendelkezett, ami arra utal, hogy ez a képesség kevésbé lehet meghatározó a magyar első osztályban. Ennek oka lehet, hogy a magyar gyerekek viszonylag magas szintű fonématudatossággal rendelkezhetnek már iskolakezdéskor (Török és mtsai., 2016), így eleve kisebbek voltak az egyéni különbségek; illetve mivel a magyar transzparens nyelv (Ziegler és mtsai., 2010), a gyerekek jóval könnyebben és gyorsabban tanulnak meg olvasni (Jimenez és mtsai., 2003), így a fonématudatosságban megmutatózó egyéni különbségek kevésbé befolyásolhatnak.

Ezzel szemben Ziegler és munkatársai (2010) kutatásában a magyar második osztályosoknál a fonológiai tudatosság a legfontosabb prediktor volt az olvasási, illetve a dekódolási sebességben és pontosságban. Elképzelhető, hogy a fonématudatosság nem, de a tágabb fonológiai tudatosság és annak egyéb komponensei fontosak lehetnek az olvasással vagy írással kapcsolatos bizonyos képességekben.

A matematikában bár szintén fontos lehet pl. a számok transzkódolásában (Lopes-Silva és mtsai., 2014), ami különösen jelentős lehet első osztályban, hiszen a gyerekek ekkor tanulják meg társítani a számok szóbeli és írott alakját (Kerettanterv az általános iskola 1-4. évfolyama számára, 2020), eredményeink alapján nem tűnik meghatározónak. A magyar nyelv és irodalomhoz hasonlóan ez esetben is elképzelhető, hogy esetleg a fonológiai tudatosság fontosabb lehet, illetve a fonématudatosság is annak részeként érvényesül (Peng és mtsai., 2020).

Összeségében úgy tűnik, az első osztályos magyar nyelv és irodalom-teljesítményben főképp a fluid intelligencia, a matematikateljesítményben pedig elsősorban a Gf és a verbális munkamemória játszhat szerepet.

A prediktorok a matematika esetén együttesen a variancia 40,7%-át, a magyar nyelv és irodalomnál pedig a 25,1%-át magyarázták. Ez a differenciális hatás annak ellenére is megjelent, hogy a két tantárgy eredményei erős, pozitív irányú, szignifikáns korrelációt ( $\rho=0,699$ ;  $p<0,001$ ) mutattak. A matematika elsősorban a nonverbális képességekkel áll kapcsolatban (Hornung és mtsai., 2014), és jelen kutatásban az egyik legfontosabb prediktora a Gf volt. A Gf jellemzően szintén nonverbális képesség, és jelen tanulmányban, vélhetően ebből kifolyólag, több varianciát magyarázott meg egyénileg a matematikából (24,3%), mint a magyar nyelv és irodalomból (18,9%) (**H3**), mely összhangban van más kutatásokkal (Peng és mtsai., 2019). A verbális WM szintén több varianciát magyarázott egyénileg a matematikából (22,7%), mint a magyar nyelv és irodalomból (11,4%). Mivel a WM és Gf ugyanazokkal a terület-általános kognitív mechanizmusokkal függhetnek össze (pl. Conway és mtsai., 2011), illetve figyelembe véve a két tantárgy közti kollinearitás ellenére is megjelent differenciális

hatásokat, elképzelhető, hogy a Fordított számterjedelem feladat nagyobb mértékben mér nonverbális (végrehajtó) képességeket.

### **A kutatás erősségei**

Jelen tanulmány egyik erőssége, hogy olyan kognitív képességeket is vizsgált (pl. fonématuradosság, fluid intelligencia), melyek eddig kevésbé kerültek a figyelem fókuszába pl. Magyarországon, illetve melyeknek a korai matematikával és írás-olvasással való kapcsolatát eddig kevésbé kutatták.

Egy másik erőssége, hogy az első osztályosok populációját vizsgálta, amely Magyarországon egyelőre kevésbé került a kutatók érdeklődésének középpontjába. Úgy tűnik, a különböző évfolyamokon a kognitív képességek eltérő mértékben prediktálhatják az iskolai teljesítményt, így eredményeink hozzájárulhatnak ahhoz, hogy minél jobb fejlesztőprogramokat alakíthassanak ki, hatékonyabban felmérhető legyen, mely tanulók szorulhatnak fejlesztésre, illetve segíthet megérteni, hogyan változik többek között ezen kognitív képességek hozzájárulása az iskolai teljesítményhez.

### **Korlátok**

A kutatás egyik korlátja, hogy a minta főleg észak- és közép-magyarországi iskolákból volt, valamint a résztvevő osztályokat az iskolák igazgatói választották ki. Feltételezhetően egy több megyét bevonó kutatás, ahol a résztvevők véletlenszerűen kerülnek a mintába, megfelelőbben reprezentálná a magyar első osztályosokat.

A tanári értékelések kimeneti változóként való felhasználása is korlát lehetett, ugyanis ez rendkívül szubjektív lehet, és nem biztos, hogy az egyes tanulók objektív módon összehasonlíthatók. Egy sztenderdizált teszt alkalmazása megfelelőbb volna, azonban jelenleg ilyen magyar nyelven nem elérhető (Tánczos és mtsai., 2014).

A kutatás egy másik korlátja, hogy az elemzésbe nem tudunk bevonni térí-vizuális WM-feladatot, ugyanis a Kognitív Profil Teszt (Gyarmathy, 2007) jelenleg nem tartalmaz ilyet, így nem vették fel a résztvevőkkel.

### **Kitekintés**

Úgy gondoljuk, mindenképpen érdemes lehet a későbbiekben egyéb kognitív képességeket is bevenni a (magyar nyelvű) kutatásokba (pl. fonológiai tudatosság és alkomponensei), és tovább vizsgálni a változók egymással való kapcsolatát. Fontos lehet ezen kívül az írás és olvasás prediktorait külön-külön vizsgálni, illetve több figyelmet fordítani a fluid intelligenciára, ugyanis az eredmények alapján meghatározó képesség lehet.

Mivel úgy tűnik, az egyes képességek eltérő mértékben jelentősek a különböző osztályokban, későbbi kutatások több évfolyamot vizsgálhatnának egyszerre, hogy jobban megértsük, pontosan hogyan változik ezek szerepe.

Jelen kutatás eredménye emellett arra utal, hogy a magyar (transzparensabb, Ziegler és mtsai., 2010) nyelvű gyerekeknél a fonématuradosság valóban nem olyan jelentős, mint ahogy az az elsősorban angol nyelvű kutatásokra épülő szakirodalomban tűnik (Landerl & Wimmer, 2000; Share, 2008), így ennek feltérképezése is fontos lehet mind hazai, mind nemzetközi szempontból.

Bár nagyon fontos megvizsgálni, hogy a korai kognitív képességek hosszú távon hogyan prediktálják pl. a néhány évvel későbbi teljesítményt, ezzel egy időben ugyanolyan jelentős

lehet az első osztályos eredményességet meghatározó képességeket is feltérképezni. Ezek fejlesztésével ugyanis elősegíthetjük, hogy a gyerekek a lehető legstabilabban sajátítsák el a matematikához és az írás-olvasáshoz kapcsolódó alapkészségeket, melyek révén később az ezekre épülő tudás elsajátítása is könnyebb lehet számukra; és így támogathatjuk a későbbi előmenetelüket.

## Szakirodalom

- Agnoli, S., Mancini, G., Pozzoli, T., Baldaro, B., Russo, P. M., & Surcinelli, P. (2012). The interaction between emotional intelligence and cognitive ability in predicting scholastic performance in school-aged children. *Personality and Individual Differences*, 53(5), 660–665. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2012.05.020>
- Al-Bataineh, A. T., & Sims-King, S. (2013). The effectiveness of phonemic awareness instruction to early reading success in kindergarten. *International Journal of Arts & Sciences*, 6(4), 59.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and Visuospatial Short-Term and Working Memory in Children: Are They Separable? *Child Development*, 77(6), 1698–1716. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2006.00968.x>
- Alloway, T. Packiam., Gathercole, S. Elizabeth., Adams, A.-Marie., Willis, Catherine., Eaglen, Rachel., & Lamont, Emily. (2005). Working memory and phonological awareness as predictors of progress towards early learning goals at school entry. *British Journal of Developmental Psychology*, 23(3), 417–426. <https://doi.org/10.1348/026151005X26804>
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Baddeley, A. (2005). *Az emberi emlékezet*. 88-168. Budapest: Osiris Kiadó.
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology*, 20(4), 136–140. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2009.12.014>
- Baddeley, A. D. (1979). Working Memory and Reading. In P. A. Kolers, M. E. Wrolstad, & H. Bouma (Szerk.), *Processing of Visible Language* (o. 355–370). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4684-0994-9\\_21](https://doi.org/10.1007/978-1-4684-0994-9_21)
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working Memory. *Psychology of Learning and Motivation*, 8, 47–89. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)
- Baddeley, A. D., & Logie, R. H. (1999). *Working memory: The multiple-component model*. <https://psycnet.apa.org/record/1999-02490-001>
- Barrouillet, P., Camos, V., Perruchet, P., & Seron, X. (2004). ADAPT: A Developmental, Asemantic, and Procedural Model for Transcoding From Verbal to Arabic Numerals. *Psychological Review*, 111(2), 368–394. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.111.2.368>
- Berninger, V. W. (2009). Highlights of Programmatic, Interdisciplinary Research on Writing. *Learning Disabilities Research & Practice*, 24(2), 69–80. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2009.00281.x>
- Borella, E., & de Ribaupierre, A. (2014). The role of working memory, inhibition, and processing speed in text comprehension in children. *Learning and Individual Differences*, 34, 86–92. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.05.001>
- Bourke, L., & Adams, A.-M. (2003). The relationship between working memory and early writing assessed at the word, sentence and text level. *Educational and Child Psychology*, 20(3), 19–36.
- Bourke, L., Davies, S. J., Sumner, E., & Green, C. (2014). Individual differences in the development of early writing skills: Testing the unique contribution of visuo-spatial working memory. *Reading and Writing*, 27(2), 315–335. <https://doi.org/10.1007/s11145-013-9446-3>

- Brock, L. L., Kim, H., & Grissmer, D. W. (2018). Longitudinal Associations Among Executive Function, Visuomotor Integration, and Achievement in a High-Risk Sample. *Mind, Brain, and Education, 12*(1), 23–27. <https://doi.org/10.1111/mbe.12164>
- Canet-Juric, L., Burin, D., Andrés, M. L., & Urquijo, S. (2013). Perfil cognitivo de niños con rendimientos bajos en comprensión lectora. *Anales de Psicología, 29*(3), 996–1005. <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.138221>
- Caravolas, M., Lervåg, A., Defior, S., Seidlová Málková, G., & Hulme, C. (2013). Different Patterns, but Equivalent Predictors, of Growth in Reading in Consistent and Inconsistent Orthographies. *Psychological Science, 24*(8), 1398–1407. <https://doi.org/10.1177/0956797612473122>
- Carretti, B., Borella, E., Cornoldi, C., & De Beni, R. (2009). Role of working memory in explaining the performance of individuals with specific reading comprehension difficulties: A meta-analysis. *Learning and Individual Differences, 19*(2), 246–251. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2008.10.002>
- Cattell, R. B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology, 54*(1), 1–22. <https://doi.org/10.1037/h0046743>
- Colom, R., & Flores-Mendoza, C. E. (2007). Intelligence predicts scholastic achievement irrespective of SES factors: Evidence from Brazil. *Intelligence, 35*(3), 243–251. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2006.07.008>
- Conway, A. R. A., Getz, S. J., Macnamara, B., & Engel de Abreu, P. M. J. (2011). Working memory and intelligence. In *The Cambridge handbook of intelligence* (o. 394–418). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511977244.021>
- De Smedt, B., Janssen, R., Bouwens, K., Verschaffel, L., Boets, B., & Ghesquière, P. (2009). Working memory and individual differences in mathematics achievement: A longitudinal study from first grade to second grade. *Journal of Experimental Child Psychology, 103*(2), 186–201. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.01.004>
- De Smedt, B., Taylor, J., Archibald, L., & Ansari, D. (2010). How is phonological processing related to individual differences in children’s arithmetic skills? *Developmental Science, 13*(3), 508–520. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00897.x>
- Dehn, M. J. (2017). How working memory enables fluid reasoning. *Applied Neuropsychology: Child, 6*(3), 245–247. <https://doi.org/10.1080/21622965.2017.1317490>
- Deloche, G., & Seron, X. (1987). Numerical Transcoding: A General Production Model. In *Mathematical Disabilities*. Routledge.
- Ehri, L. C., Nunes, S. R., Willows, D. M., Schuster, B. V., Yaghoub-Zadeh, Z., & Shanahan, T. (2001). Phonemic Awareness Instruction Helps Children Learn to Read: Evidence From the National Reading Panel’s Meta-Analysis. *Reading Research Quarterly, 36*(3), 250–287. <https://doi.org/10.1598/RRQ.36.3.2>
- Engel de Abreu, P. M. J., Abreu, N., Nikaedo, C. C., Puglisi, M. L., Tourinho, C. J., Miranda, M. C., Befi-Lopes, D. M., Bueno, O. F. A., & Martin, R. (2014). Executive functioning and reading achievement in school: A study of Brazilian children assessed by their teachers as “poor readers”. *Frontiers in Psychology, 5*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00550>
- Engel de Abreu, P. M. J., Conway, A. R. A., & Gathercole, S. E. (2010). Working memory and fluid intelligence in young children. *Intelligence, 38*(6), 552–561. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2010.07.003>



- Engle, R. W., Tuholski, S. W., Laughlin, J. E., & Conway, A. R. A. (1999). Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: A latent-variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, *128*(3), 309–331. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.128.3.309>
- Evans, J. St. B. T., & Stanovich, K. E. (2013). Dual-Process Theories of Higher Cognition: Advancing the Debate. *Perspectives on Psychological Science*, *8*(3), 223–241. <https://doi.org/10.1177/1745691612460685>
- Ferrer, E., & McArdle, J. J. (2004). An Experimental Analysis of Dynamic Hypotheses About Cognitive Abilities and Achievement From Childhood to Early Adulthood. *Developmental Psychology*, *40*(6), 935–952. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.40.6.935>
- Friso-van den Bos, I., van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., & van Luit, J. E. H. (2013). Working memory and mathematics in primary school children: A meta-analysis. *Educational Research Review*, *10*, 29–44. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.05.003>
- Furnes, B., & Samuelsson, S. (2011). Phonological awareness and rapid automatized naming predicting early development in reading and spelling: Results from a cross-linguistic longitudinal study. *Learning and Individual Differences*, *21*(1), 85–95. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.10.005>
- Gathercole, S., & Alloway, T. P. (2008). *Working Memory and Learning: A Practical Guide for Teachers*. 1–144.
- Gathercole, S. E. (2004). *Working memory and learning during the school years*. <https://philpapers.org/rec/GATWMA>
- Gathercole, S. E., Alloway, T. P., Willis, C., & Adams, A.-M. (2006). Working memory in children with reading disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, *93*(3), 265–281. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2005.08.003>
- Gathercole, S. E., Lamont, E., & Alloway, T. P. (2006). Chapter 8—Working Memory in the Classroom. In S. J. Pickering (Szerk.), *Working Memory and Education* (o. 219–240). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012554465-8/50010-7>
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., & Wearing, H. (2004). The Structure of Working Memory From 4 to 15 Years of Age. *Developmental Psychology*, *40*(2), 177–190. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.40.2.177>
- Geary, D. C. (1993). Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychological Bulletin*, *114*(2), 345–362. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.114.2.345>
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., Nugent, L., & Numtee, C. (2007). Cognitive Mechanisms Underlying Achievement Deficits in Children With Mathematical Learning Disability. *Child Development*, *78*(4), 1343–1359. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01069.x>
- Giofrè, D., Borella, E., & Mammarella, I. C. (2017). The relationship between intelligence, working memory, academic self-esteem, and academic achievement. *Journal of Cognitive Psychology*, *29*(6), 731–747. <https://doi.org/10.1080/20445911.2017.1310110>
- Gray, S., Green, S., Alt, M., Hogan, T., Kuo, T., Brinkley, S., & Cowan, N. (2017). The structure of working memory in young children and its relation to intelligence. *Journal of Memory and Language*, *92*, 183–201. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2016.06.004>

- Green, C. T., Bunge, S. A., Briones Chiongbian, V., Barrow, M., & Ferrer, E. (2017). Fluid reasoning predicts future mathematical performance among children and adolescents. *Journal of Experimental Child Psychology*, *157*, 125–143. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.12.005>
- Gyarmathy, É. (2007). Kognitív profil teszt és képességfejlesztés. URL: [https://publikacio.uni-eszterhazy.hu/6198/1/57\\_67\\_Gyarmathy.pdf](https://publikacio.uni-eszterhazy.hu/6198/1/57_67_Gyarmathy.pdf) (letöltve: 2024. 03. 15.).
- Gyarmathy, É. (2009). Kognitív Profil Teszt. *Iskolakultúra*, *19*(3-4), 60-73.
- Gyarmathy É., Gyarmathy Z., Szabó Z., Pap A., & Kraicziné S. M. (2019). Tizenévesek és felnőttek kognitív profiljának online mérése. *Opus et Educatio*, *6*(3).
- Høien, T., Lundberg, I., Stanovich, K. E., & Bjaalid, I.-K. (1995). Components of phonological awareness. *Reading and Writing*, *7*(2), 171–188. <https://doi.org/10.1007/BF01027184>
- Holmes, J., & Adams, J. W. (2006). Working Memory and Children’s Mathematical Skills: Implications for mathematical development and mathematics curricula. *Educational Psychology*, *26*(3), 339–366. <https://doi.org/10.1080/01443410500341056>
- Hoover, W. A. (2002). The importance of phonemic awareness in learning to read. *SEDL Letter*, *14*(3), 9–12.
- Hornung, C., Schiltz, C., Brunner, M., & Martin, R. (2014). Predicting first-grade mathematics achievement: The contributions of domain-general cognitive abilities, nonverbal number sense, and early number competence. *Frontiers in Psychology*, *5*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00272>
- Hulme, C., Bowyer-Crane, C., Carroll, J. M., Duff, F. J., & Snowling, M. J. (2012). The Causal Role of Phoneme Awareness and Letter-Sound Knowledge in Learning to Read: Combining Intervention Studies With Mediation Analyses. *Psychological Science*, *23*(6), 572–577. <https://doi.org/10.1177/0956797611435921>
- Hulme, C., Hatcher, P. J., Nation, K., Brown, A., Adams, J., & Stuart, G. (2002). Phoneme Awareness Is a Better Predictor of Early Reading Skill Than Onset-Rime Awareness. *Journal of Experimental Child Psychology*, *82*(1), 2–28. <https://doi.org/10.1006/jecp.2002.2670>
- Jacobson, L. A., Ryan, M., Martin, R. B., Ewen, J., Mostofsky, S. H., Denckla, M. B., & Mahone, E. M. (2011). Working memory influences processing speed and reading fluency in ADHD. *Child Neuropsychology*, *17*(3), 209–224. <https://doi.org/10.1080/09297049.2010.532204>
- Jimenez, J. E., Siegel, L. S., & Rodrigo Lopez, M. (2003). The Relationship Between IQ and Reading Disabilities in English-Speaking Canadian and Spanish Children. *Journal of Learning Disabilities*, *36*(1), 15–23. <https://doi.org/10.1177/00222194030360010301>
- Jordan, N. C., Hanich, L. B., & Kaplan, D. (2003). A Longitudinal Study of Mathematical Competencies in Children With Specific Mathematics Difficulties Versus Children With Comorbid Mathematics and Reading Difficulties. *Child Development*, *74*(3), 834–850. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00571>
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, *99*(1), 122–149. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.99.1.122>
- Kane, M. J., Hambrick, D. Z., Tuholski, S. W., Wilhelm, O., Payne, T. W., & Engle, R. W. (2004). The Generality of Working Memory Capacity: A Latent-Variable Approach to

- Verbal and Visuospatial Memory Span and Reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(2), 189–217. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.133.2.189>
- Kjeldsen, A.-C., Kärnä, A., Niemi, P., Olofsson, Å., & Witting, K. (2014). Gains From Training in Phonological Awareness in Kindergarten Predict Reading Comprehension in Grade 9. *Scientific Studies of Reading*, 18(6), 452–467. <https://doi.org/10.1080/10888438.2014.940080>
- Korpipää, H., Koponen, T., Aro, M., Tolvanen, A., Aunola, K., Poikkeus, A.-M., Lerkkanen, M.-K., & Nurmi, J.-E. (2017). Covariation between reading and arithmetic skills from Grade 1 to Grade 7. *Contemporary Educational Psychology*, 51, 131–140. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2017.06.005>
- Kövi Z. (2016). Az N-vissza feladatban nyújtott teljesítmény életkori fejlődési mintázata és korrelátumai. *Psychologia Hungarica Caroliensis*, 4(1), Article 1.
- Landerl, K., Fussenegger, B., Moll, K., & Willburger, E. (2009). Dyslexia and dyscalculia: Two learning disorders with different cognitive profiles. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103(3), 309–324. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2009.03.006>
- Landerl, K., & Wimmer, H. (2000). Deficits in phoneme segmentation are not the core problem of dyslexia: Evidence from German and English children. *Applied Psycholinguistics*, 21(2), 243–262. <https://doi.org/10.1017/S0142716400002058>
- LeFevre, J.-A., Fast, L., Skwarchuk, S.-L., Smith-Chant, B. L., Bisanz, J., Kamawar, D., & Penner-Wilger, M. (2010). Pathways to Mathematics: Longitudinal Predictors of Performance. *Child Development*, 81(6), 1753–1767. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01508.x>
- Levy, Y. (2011). IQ predicts word decoding skills in populations with intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 32(6), 2267–2277. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.07.043>
- Li, D., & Shi, J. (2021). Fluid intelligence, trait emotional intelligence and academic performance in children with different intellectual levels. *High Ability Studies*, 32(1), 51–69. <https://doi.org/10.1080/13598139.2019.1694493>
- Li, P., & Clariana, R. B. (2019). Reading comprehension in L1 and L2: An integrative approach. *Journal of Neurolinguistics*, 50, 94–105. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2018.03.005>
- Lopes-Silva, J. B., Moura, R., Júlio-Costa, A., Geraldi Haase, V., & Wood, G. (2014). Phonemic awareness as a pathway to number transcoding. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00013>
- McDougall, S., Hulme, C., Ellis, A., & Monk, A. (1994). Learning to Read: The Role of Short-Term Memory and Phonological Skills. *Journal of Experimental Child Psychology*, 58(1), 112–133. <https://doi.org/10.1006/jecp.1994.1028>
- McGrew, K. S., & Wendling, B. J. (2010). Cattell–Horn–Carroll cognitive-achievement relations: What we have learned from the past 20 years of research. *Psychology in the Schools*, 47(7), 651–675. <https://doi.org/10.1002/pits.20497>
- McKenzie, B., Bull, R., & Gray, C. (2003). The effects of phonological and visual-spatial interference on children’s arithmetic performance. *Educational and Child Psychology*, 20, 93–108. <https://doi.org/10.53841/bpsecp.2003.20.3.93>

- Melby-Lervåg, M., Lyster, S.-A. H., & Hulme, C. (2012). Phonological skills and their role in learning to read: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, *138*(2), 322–352. <https://doi.org/10.1037/a0026744>
- Miller Singley, A. T., & Bunge, S. A. (2014). Neurodevelopment of relational reasoning: Implications for mathematical pedagogy. *Trends in Neuroscience and Education*, *3*(2), 33–37. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2014.03.001>
- Nation, K., Clarke, P., & Snowling, M. J. (2002). General cognitive ability in children with reading comprehension difficulties. *British Journal of Educational Psychology*, *72*(4), 549–560. <https://doi.org/10.1348/00070990260377604>
- Oakhill, J., Cain, K., & Elbro, C. (2015). *Understanding and Teaching Reading Comprehension: A handbook*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315756042>
- Orlovska, M., Bluss, K., & Rascevska, M. (2014). The relationship between children's reading ability, verbal and fluid intelligence and measurements of eye movements during reading. *SHS Web of Conferences*, *10*, 00030. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20141000030>
- Östergren, R., & Träff, U. (2013). Early number knowledge and cognitive ability affect early arithmetic ability. *Journal of Experimental Child Psychology*, *115*(3), 405–421. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.03.007>
- Peng, P., Barnes, M., Wang, C., Wang, W., Li, S., Swanson, H. L., Dardick, W., & Tao, S. (2018). A meta-analysis on the relation between reading and working memory. *Psychological Bulletin*, *144*(1), 48–76. <https://doi.org/10.1037/bul0000124>
- Peng, P., Lin, X., Ünal, Z. E., Lee, K., Namkung, J., Chow, J., & Sales, A. (2020). Examining the mutual relations between language and mathematics: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, *146*(7), 595–634. <https://doi.org/10.1037/bul0000231>
- Peng, P., Namkung, J., Barnes, M., & Sun, C. (2016). A meta-analysis of mathematics and working memory: Moderating effects of working memory domain, type of mathematics skill, and sample characteristics. *Journal of Educational Psychology*, *108*(4), 455–473. <https://doi.org/10.1037/edu0000079>
- Peng, P., Wang, C., & Namkung, J. (2018). Understanding the Cognition Related to Mathematics Difficulties: A Meta-Analysis on the Cognitive Deficit Profiles and the Bottleneck Theory. *Review of Educational Research*, *88*(3), 434–476. <https://doi.org/10.3102/0034654317753350>
- Peng, P., Wang, T., Wang, C., & Lin, X. (2019). A meta-analysis on the relation between fluid intelligence and reading/mathematics: Effects of tasks, age, and social economics status. *Psychological Bulletin*, *145*(2), 189–236. <https://doi.org/10.1037/bul0000182>
- Perfetti, C. A. (1985). *Reading ability* (o. xiii, 282). Oxford University Press.
- Peynirciog˘lu, Z. F., Durgunog˘lu, A. Y., & Üney-Küsefog˘lu, B. (2002). Phonological awareness and musical aptitude. *Journal of Research in Reading*, *25*(1), 68–80. <https://doi.org/10.1111/1467-9817.00159>
- Pham, A. V., & Hasson, R. M. (2014). Verbal and Visuospatial Working Memory as Predictors of Children's Reading Ability. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *29*(5), 467–477. <https://doi.org/10.1093/arclin/acu024>

- Racsmány, M., Ágnes, L., Dezső, N., & Csaba, P. (2005). A verbális munkamemória magyar nyelvű vizsgálóeljárásai. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 60(4), 479–505. <https://doi.org/10.1556/MPSzle.60.2005.4.3>
- Raghubar, K. P., Barnes, M. A., & Hecht, S. A. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 110–122. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.10.005>
- Raven, J. C. (1958). *Guide to using the Coloured Progressive Matrices* (o. 40). H. K. Lewis & Co.
- Reuhkala, M. (2001). Mathematical Skills in Ninth-graders: Relationship with visuo-spatial abilities and working memory. *Educational Psychology*, 21(4), 387–399. <https://doi.org/10.1080/01443410120090786>
- Schneider, W. J., & McGrew, K. S. (2012). The Cattell-Horn-Carroll model of intelligence. In *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues*, 3rd ed (o. 99–144). The Guilford Press.
- Shahabi, S. R., Abad, F. J., & Colom, R. (2014). Short-term storage is a stable predictor of fluid intelligence whereas working memory capacity and executive function are not: A comprehensive study with Iranian schoolchildren. *Intelligence*, 44, 134–141. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2014.04.004>
- Share, D. L. (2008). On the Anglocentricities of current reading research and practice: The perils of overreliance on an „outlier” orthography. *Psychological Bulletin*, 134(4), 584–615. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.4.584>
- Snowling, M. J. (1980). The development of grapheme-phoneme correspondence in normal and dyslexic readers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 29(2), 294–305. [https://doi.org/10.1016/0022-0965\(80\)90021-1](https://doi.org/10.1016/0022-0965(80)90021-1)
- St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(4), 745–759. <https://doi.org/10.1080/17470210500162854>
- Swanson, H. L. (2011). Intellectual growth in children as a function of domain specific and domain general working memory subgroups. *Intelligence*, 39(6), 481–492. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2011.10.001>
- Swanson, H. L. (2017). Verbal and visual-spatial working memory: What develops over a life span? *Developmental Psychology*, 53(5), 971–995. <https://doi.org/10.1037/dev0000291>
- Swanson, H. L., & Alloway, T. P. (2012). Working memory, learning, and academic achievement. In *APA educational psychology handbook, Vol 1: Theories, constructs, and critical issues* (o. 327–366). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/13273-012>
- Swanson, H. L., & Beebe-Frankenberger, M. (2004). The Relationship Between Working Memory and Mathematical Problem Solving in Children at Risk and Not at Risk for Serious Math Difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 96(3), 471–491. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.96.3.471>
- Swanson, H. L., & Berninger, V. W. (1996). Individual differences in children’s writing: A function of working memory or reading or both processes? *Reading and Writing*, 8(4), 357–383. <https://doi.org/10.1007/BF00395114>

- Swanson & Saez (2003): Swanson, H. L., & Saez, L. (2003). Memory difficulties in children and adults with learning disabilities. In H. L. Swanson, S. Graham, & K. R. Harris (Eds.), *Handbook of Learning Disabilities* (pp. 182–198). New York: Guilford.
- Szappanos C., & Kövi Z. (2016). Az N-vissza feladat hatása a kognitív képességekre. *Psychologia Hungarica Caroliensis*, 4(1), Article 1.
- sz. n. (2020). Kerettanterv az általános iskola 1–4. évfolyama számára. URL: [https://www.oktatas.hu/koznevelés/kerettantervek/2020\\_nat/kerettanterv\\_alt\\_isk\\_1\\_4\\_evf](https://www.oktatas.hu/koznevelés/kerettantervek/2020_nat/kerettanterv_alt_isk_1_4_evf) (letöltve: 2024. 03. 10.).
- Tánczos, T. (2012). A végrehajtó funkciók szerepe az iskolában és a verbálisfluencia-tesztek. *Iskolakultúra*, 22(6), 38–51.
- Tánczos, T., Janacsek, K., & Németh, D. (2014). A munkamemória és végrehajtó funkciók kapcsolata az iskolai teljesítménnyel. *Alkalmazott pszichológia*, 14(2), 55–75.
- Tiu, R. D., Thompson, L. A., & Lewis, B. A. (2003). The Role of IQ in a Component Model of Reading. *Journal of Learning Disabilities*, 36(5), 424–436. <https://doi.org/10.1177/00222194030360050401>
- Török, T., & Hódi, Á. (2015). A fonológiai tudatosság fejlődése és szövegértéssel való kapcsolata az általános iskola első négy évfolyamán a szocioökonómiai státusz tükrében. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 70(4), 807–826. <https://doi.org/10.1556/0016.2015.70.4.6>
- Török T., Hódi Á., & Kiss R. (2016). A fonológiai tudatosság online mérési lehetőségei az általános iskola első négy évfolyamán. *Alkalmazott Pszichológia*, 16. issue 1, ISSN 1419872X. <https://doi.org/10.17627/ALKPSZICH.2016.1.83>
- Unsworth, N., Fukuda, K., Awh, E., & Vogel, E. K. (2014). Working memory and fluid intelligence: Capacity, attention control, and secondary memory retrieval. *Cognitive Psychology*, 71, 1–26. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2014.01.003>
- Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2015). Verbal and visual-spatial working memory and mathematical ability in different domains throughout primary school. *Memory & Cognition*, 43(3), 367–378. <https://doi.org/10.3758/s13421-014-0480-4>
- Van der Schoot, M., Vasbinder, A. L., Horsley, T. M., & Van Lieshout, E. C. D. M. (2008). The role of two reading strategies in text comprehension: An eye fixation study in primary school children. *Journal of Research in Reading*, 31(2), 203–223. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9817.2007.00354.x>
- Vernucci, S., Aydmune, Y., Andrés, M. L., Burin, D. I., & Canet-Juric, L. (2021). Working memory and fluid intelligence predict reading comprehension in school-age children: A one-year longitudinal study. *Applied Cognitive Psychology*, 35(4), 1115–1124. <https://doi.org/10.1002/acp.3841>
- Wilson, K. M., & Swanson, H. L. (2001). Are Mathematics Disabilities Due to a Domain-General or a Domain-Specific Working Memory Deficit? *Journal of Learning Disabilities*, 34(3), 237–248. <https://doi.org/10.1177/002221940103400304>
- Yang, X., Yan, M., Ruan, Y., Ku, S. Y. Y., Lo, J. C. M., Peng, P., & McBride, C. (2022). Relations among phonological processing skills and mathematics in children: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 114(2), 289–307. <https://doi.org/10.1037/edu0000710>

- Yopp, H. K., & Yopp, R. H. (2000). Supporting Phonemic Awareness Development in the Classroom. *The Reading Teacher*, *54*(2), 130–143.
- Zaboski, B. A., Kranzler, J. H., & Gage, N. A. (2018). Meta-analysis of the relationship between academic achievement and broad abilities of the Cattell-horn-Carroll theory. *Journal of School Psychology*, *71*, 42–56. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2018.10.001>
- Ziegler, J. C., Bertrand, D., Tóth, D., Csépe, V., Reis, A., Fáisca, L., Saine, N., Lyytinen, H., Vaessen, A., & Blomert, L. (2010). Orthographic Depth and Its Impact on Universal Predictors of Reading: A Cross-Language Investigation. *Psychological Science*, *21*(4), 551–559. <https://doi.org/10.1177/0956797610363406>
- Zuber, J., Pixner, S., Moeller, K., & Nuerk, H.-C. (2009). On the language specificity of basic number processing: Transcoding in a language with inversion and its relation to working memory capacity. *Journal of Experimental Child Psychology*, *102*(1), 60–77. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2008.04.003>

## Mellékletek

### 1. számú melléklet.

		Raven- teszt	Fordított számterjedelem	Számterjedelem	Corsi- teszt	Kezdőhang	Utolsó hang
Fordított számterjedelem	<i>Spearman-féle <math>\rho</math> p-érték</i>	0,384 p<0,001	- -				
Számterjedelem	<i>Spearman-féle <math>\rho</math> p-érték</i>	0,368 p<0,001	0,459 p<0,001	- -			
Corsi-teszt	<i>Spearman-féle <math>\rho</math> p-érték</i>	0,366 p<0,001	0,243 p<0,001	0,230 p<0,001	- -		
Kezdőhang	<i>Spearman-féle <math>\rho</math> p-érték</i>	0,241 p<0,001	0,302 p<0,001	0,229 p<0,001	0,059 0,304	- -	
Utolsó hang	<i>Spearman-féle <math>\rho</math> p-érték</i>	0,159 0,005	0,249 p<0,001	0,304 p<0,001	-0,002 0,975	0,599 p<0,001	- -
Fonématudatosság	<i>Spearman-féle <math>\rho</math> p-érték</i>	0,217 p<0,001	0,310 p<0,001	0,297 p<0,001	0,038 0,503	0,884 p<0,001	0,896 p<0,001

1. számú melléklet. Az egyes kognitív képességeket mérő tesztek, illetve a Fonématudatosság főkomponens közti korrelációs értékek. Mivel a normalitás sérült ( $p < 0,001$ ), a Spearman-féle  $\rho$ -t használtuk.



2. számú melléklet.

		Magyar nyelv és irodalom	Matematika
Raven-teszt	<i>Spearman-féle <math>\rho</math></i>	0,444	0,507
	<i>p-érték</i>	<0,001	<0,001
	<i>elemszám</i>	286	311
Fordított számterjedelem	<i>Spearman-féle <math>\rho</math></i>	0,311	0,396
	<i>p-érték</i>	<0,001	<0,001
	<i>elemszám</i>	286	329
Számterjedelem	<i>Spearman-féle <math>\rho</math></i>	0,357	0,399
	<i>p-érték</i>	<0,001	<0,001
	<i>elemszám</i>	286	329
Corsi-teszt	<i>Spearman-féle <math>\rho</math></i>	0,218	0,215
	<i>p-érték</i>	<0,001	<0,001
	<i>elemszám</i>	286	311
Kezdőhang	<i>Spearman-féle <math>\rho</math></i>	0,252	0,303
	<i>p-érték</i>	<0,001	<0,001
	<i>elemszám</i>	286	326
Utolsó hang	<i>Spearman-féle <math>\rho</math></i>	0,220	0,297
	<i>p-érték</i>	<0,001	<0,001
	<i>elemszám</i>	286	328
Fonématudatosság	<i>Spearman-féle <math>\rho</math></i>	0,265	0,329
	<i>p-érték</i>	<0,001	<0,001
	<i>elemszám</i>	286	326

2. számú melléklet. Korrelációk az egyes tantárgyak és a kognitív képességeket mérő tesztek között, illetve a Kezdőhang és Utolsó hang feladatot tartalmazó „Fonématudatosság” faktor között. Mivel a normalitás sérült ( $p < 0,001$ ), a Spearman-féle  $\rho$ -t használtuk.