

Szegedi Tudományegyetem
Bölcsészettudományi Kar
Neveléstudományi Doktori Iskola

RAUSCH ATTILA

KORAI NUMERIKUS KÉSZSÉGEK ONLINE MÉRÉSE

PhD értekezés

Témavezető:

Prof. dr. Csapó Benő
egyetemi tanár



Szeged, 2018

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	4
1. A KORAI NUMERIKUS KÉSZSÉGEK.....	7
2. A KORAI NUMERIKUS KÉSZSÉGEK FEJLŐDÉSÉNEK MÉRÉSE	10
2.1. Mérőeszközök a numerikus készségek vizsgálatára	10
2.2. Az eszközök jellemzőinek összehasonlítása	20
2.3. Összefoglalás.....	22
3. FEJLŐDÉSI MODELLEK A KORAI NUMERIKUS FEJLŐDÉS LEÍRÁSÁRA.....	22
3.1. Fejlődési modellek	22
3.2. Összefoglalás.....	31
4. MATEMATIKA AZ ÓVODÁBAN ÉS AZ ISKOLA KEZDŐ SZAKASZÁBAN	32
4.1. A hazai óvodai matematikai nevelés tartalma és az iskolakészültség.....	32
4.2. Az iskolai matematikatanulás első évei.....	38
4.3. Összefoglalás.....	43
5. DIGITÁLIS ESZKÖZÖK AZ OKTATÁSBAN – A TECHNOLÓGIA ALAPÚ MÉRÉS	43
5.1. Digitális eszközök az oktatásban.....	43
5.2. Technológia alapú mérés az oktatásban	45
5.3. A technológia alapú mérés lehetőségei és kihívásai kisgyermeknél	51
5.4. Összefoglalás.....	54
6. A KUTATÁS CÉLJA, KÉRDÉSEI ÉS HIPOZÉSEI	55
6.1. A kutatás célja és relevanciája.....	55
6.2. Kutatási kérdések	57
6.3. Hipotézisek.....	58
7. MÓDSZEREK	59
7.1. Vizsgálataink mintái.....	59
7.2. Eszközök	61
7.2.1. A korai numerikus készségeket vizsgáló teszt kialakítása	61
7.2.2. Kutatásunk során kifejlesztett korai numerikus készségeket mérő eszközök	65
7.2.3. Vizsgálataink során alkalmazott további mérőeszközök.....	72
7.3. Eljárások.....	79
8. EREDMÉNYEK	89
8.1. Az első tesztváltozat pszichometriai jellemzői óvodában	89
8.2. Az első tesztváltozat pszichometriai jellemzői első évfolyamon	99
8.3. A második tesztváltozat pszichometriai jellemzői óvodában.....	111
8.4. Az óvodai validációs vizsgálat eredményei	119
8.5. A korai numerikus készségek fejlődése	126
8.6. A korai numerikus készségek és az első évfolyam végi matematika teljesítmény	131
9. DISZKUSSZIÓ	137
9.1. A korai numerikus készségek teszt pszichometriai jellemzőinek megvitatása	137
9.2. Vizsgálataink korlátai.....	145
9.3. További kutatási irányok	147
10. ÖSSZEFOGLALÁS	149

11. IRODALOM	151
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	160
ÁBRÁK JEGYZÉKE	161
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	164
MELLÉKLETEK JEGYZÉKE	165
MELLÉKLETEK	166

BEVEZETÉS

„*A matematika a kulcs és az ajtó a tudományokhoz*” – mondja Galilei, amely gondolatban megmutatkozik, hogy a matematikának kiemelkedő szerepe van a tudományok között, hiszen tudományos kutatásokhoz ismerni kell a matematika nyelvét, amely tudományos gondolkodásmódot is közvetít. Alapvető matematikai eljárások ismeretére és alkalmazására azonban nem csak tudósoknak van szükségük. Legyen szó a hétköznapi élet olyan különféle helyzeteiről, mint a vásárlás, pénzügyek intézése, legyen szó a munka világának egyszerűbb és bonyolultabb problémahelyzeteiről, mindenki találkozik matematikával. Egyre kevesebb olyan szakma van, ahol ne kerülnének elő matematikai tartalmak, vagy ne lenne szükség olyan gondolkodási képességekre, amelyek a matematika által kiválóan fejleszthetők (Nunes & Csapó, 2011). Eközben hazánkban a PISA-mérések eredményeiből világossá vált, hogy komoly problémák vannak a magyar tanulók matematikai műveltségével, az átlageredmények csökkenése mellett riasztó mértékben növekedett a leszakadók aránya (Csapó, Fejes, Kinyó, & Tóth, 2014). A tanulók jelentős része nincs tisztában, illetve nem tudja alkalmazni már az iskola alsó tagozatában tanultakat sem. Az utóbbi évtized nemzetközi kutatásai mutattak rá, hogy a problémák gyökereit érdemes már az iskolakezdés időszakában keresni, a családi háttér, az iskolai szelekció mellett, a korai matematikatanulás jelentőségére irányul egyre több figyelem (Jordan, Kaplan, Ramineni, & Locuniak, 2009; Friso-van den Bos, Kroesbergen, & van Luit, 2014). Mivel az óvoda–iskola átmenet számolási készségeinek fejlettsége jelentős mértékben befolyásolja a tanulók későbbi teljesítményét, ezért ha a tanulók numerikus készségei nem kellőképp fejlettek mikor elkezdik az iskolát, akkor később komoly hátrányt szenvedhetnek el (Jordan et al., 2009).

A korai numerikus készségek olyan öröklött és szerzett, szimbolikus és nem-szimbolikus összetevők, egymással összefonódó, egymásra épülő és párhuzamosan fejlődő készségek és ismeretek rendszere, amelyek nélkülözhetetlenek az iskolai matematikatanuláshoz, a különböző matematikai tartalmi területek megismerésében fontos szerepet töltenek be. A numerikus készségek közé tartozik a számok nevének, sorrendjének és jelének megismerése, mennyiségek észlelésével, számolási műveletek végzésével kapcsolatos készségek összessége, valamint alapvető matematikai fogalmak és összefüggések megértése is. Az ezen területen fellépő hiányosságok gátolhatják új matematikai fogalmak megértését, az iskolai matematikatananyagban való előrehaladást. Ennél fogva fontos szerep jut a fejlesztésnek, a lemaradók felzárkóztatását célzó programoknak, amelyek hosszú távú hatékonyságát növelheti a minél korábbi kezdés. Korábbi vizsgálatokból tudjuk, hogy az elemi

alapkészségek fejlődésének mértéke óvodás korban még nagymértékben befolyásolható (Józsa, 2004), valamint az óvodás és kisiskoláskori fejlesztések eredményességét már több esetben bizonyították (Józsa, 2007; Molnár, 2011). Annak érdekében viszont, hogy a gyermekek számára célirányos fejlesztéseket biztosítsunk, időben észlelnünk is kell a problémákat. Mindez nem valósulhat meg olyan mérőeszközök biztosítása nélkül, amelyek minden gyakorló pedagógus számára gyorsan és könnyen használhatók, egyben pontos és megbízható képet biztosítanak a felmért gyermekek numerikus készségeinek fejlettségéről.

Napjainkban a felgyorsult technológiai fejlődés eredményeképpen nagymértékben tör előre a technológia alapú mérés-értékelés pedagógiai célú alkalmazása, lehetőségeit már egyre fiatalabb életkorú gyermekek körében is ki tudjuk használni. Számítógépek segítségével lehetőség nyílik a numerikus készségek elektronikus tesztelésére is. Bár a mérés-értékelés e formája rengeteg lehetőséget hordoz magában, a kutatók előtt álló kihívások köre legalább ekkora mértékű. Az ilyen eszközök széles körű alkalmazása ugyanakkor elősegítheti azt, hogy gyermekek széles körének fejlettségét felmérve, teljesítményüket automatikusan kiértékelve azonosítsuk azokat a tanulókat, akikre az elektronikus mérésekkel megspórolt időkeretben a pedagógus több figyelmet tud fordítani. A csoportszintű átlageredményeket pedig fejlesztő foglalkozások megtervezésében tudják majd jól hasznosítani. Kutatásunk során egy ilyen eszköz kidolgozására vállalkoztunk.

Munkánkban egy korai numerikus készségeket vizsgáló online teszt fejlesztésének folyamatát, az ehhez kapcsolódó óvodások és első évfolyamos tanulók körében végzett vizsgálatok eredményeit mutatjuk be. A disszertáció első fejezetében meghatározzuk a korai numerikus készségek fogalmát, majd áttekintjük ennek kialakulását. Ezt követően a második fejezetben a numerikus készségek kisgyermekkorai tesztelésének formáira térünk rá, bemutatunk és összehasonlítunk különböző nemzetközi mérőeszközöket és egy hazai gyakorlatban elterjedt tesztet. A harmadik fejezetben több fejlődési modellt és korábbi vizsgálatok empirikus eredményeit is felhasználva mutatjuk be a korai numerikus készségek fejlődését. A negyedik fejezetben intézményi keretbe helyezzük a numerikus készségek 4 és 8 év közötti fejlődését, az óvodai matematikai nevelés rendszerét, tartalmát, valamint az általános iskola első két évfolyamának matematikai tartalmi részeit tárgyaljuk, amelyet követően rövid kitekintést nyújtunk az elsajátított matematikatudás alkalmazására és a magyar tanulók PISA-méréseken elért matematika eredményeire. Az ötödik, egyben utolsó elméleti fejezetben összefoglaljuk a technológia alapú mérés-értékelés fogalmát és jellemzőit, ennek elején a digitális technológiai fejlődés oktatásra gyakorolt hatásáról írunk, ezután a technológiai alapú mérés-értékelést jellemzésénél az abban rejlő számtalan lehetőségre, és azokra a korlátokra is,

amikkel még szembesülhetünk különösen kisgyermek körében végzett vizsgálatoknál. A dolgozat hatodik fejezetében kutatásunk célját, kérdéseit és hipotéziseit ismertetjük. A hetedik fejezet az elvégzett vizsgálatok módszereiről nyújt átfogó képet. Itt a vizsgálatok mintái és eljárásai mellett részletesen mutatjuk be a korai numerikus készségek online mérésére kifejlesztett tesztünk első, és második – átdolgozott változatát, valamint itt kap helyet minden további kutatási eszközünk ismertetése. A nyolcadik fejezet tartalmazza empirikus vizsgálataink eredményeit. Ennek alfejezeteiben a tesztek pszichometriai jellemzőiről, egy óvodai validációs mérés eredményeiről, keresztmetszeti és longitudinális elemzéseinkről írunk. A kilencedik fejezetben pedig megvitatjuk az eredményeinket, bemutatjuk a kisgyermek numerikus készségeinek online tesztelésére vonatkozó következtetéseinket, valamint a vizsgálatok pedagógiai relevanciája mellett kitérünk vizsgálataink korlátaira is. Végül a disszertációt összegzéssel zárjuk, amelyben felvázoljuk a további lehetséges kutatási irányokat is.

A disszertáció megírásához korábbi tanulmányaink egyes részeit használtuk fel, jelentősen átdolgozva, a dolgozat módszerei között, és az eredményekre vonatkozó fejezetekben (Rausch, 2017; Rausch & Pásztor, 2017). A kutatások nem valósulhattak volna meg az MTA-SZTE Képességfejlődés Kutatócsoport, az SZTE Oktatáseméleti Kutatócsoport és az SZTE Neveléstudományi Doktori Iskola intézményeinek szakmai támogatása és infrastruktúrájának felhasználása nélkül. A disszertáció megírásának időszakában a szerző a Nemzeti Tehetségprogram ösztöndíjában részesült.

1. A KORAI NUMERIKUS KÉSZSÉGEK

A korai numerikus készségek (early numerical skills) képezik az iskolai matematikatanulás alapját, a matematika minden részterületének megismerésében és fejlődésében szerepet játszanak. Amint azt Richard Skemp (1975) is írja, már egészen kis gyermekekben kialakulhat egy kezdetleges számfogalom, és úgy tűnhet, hogy pontosan meg tudják állapítani egyes halmazok számosságát, válaszaik mögött mégsem húzódik tényleges számfogalom. Az anyanyelv elsajátításával együtt a számok nevét is viszonylag hamar megtanuljuk, és ezeket egymás utáni sorrendben is egészen gyorsan elkezdjük mondogatni. Ha megkérünk egy 2-3 éves kisgyermeket, hogy számoljon el ameddig csak tud, akár húszig is hibátlanul elszámol, azonban a kimondott számok mögött lévő mennyiségekkel, tartalommal csak később lesz pontosan tisztában. Skemp szerint ez egészen addig nem probléma, amíg ezt a látszólagos számfogalmat nem keverjük össze a valódival, és megfelelő alapozás nélkül nem kezdjük el a matematikát írott szimbólumokkal is tanítani (Skemp, 1975).

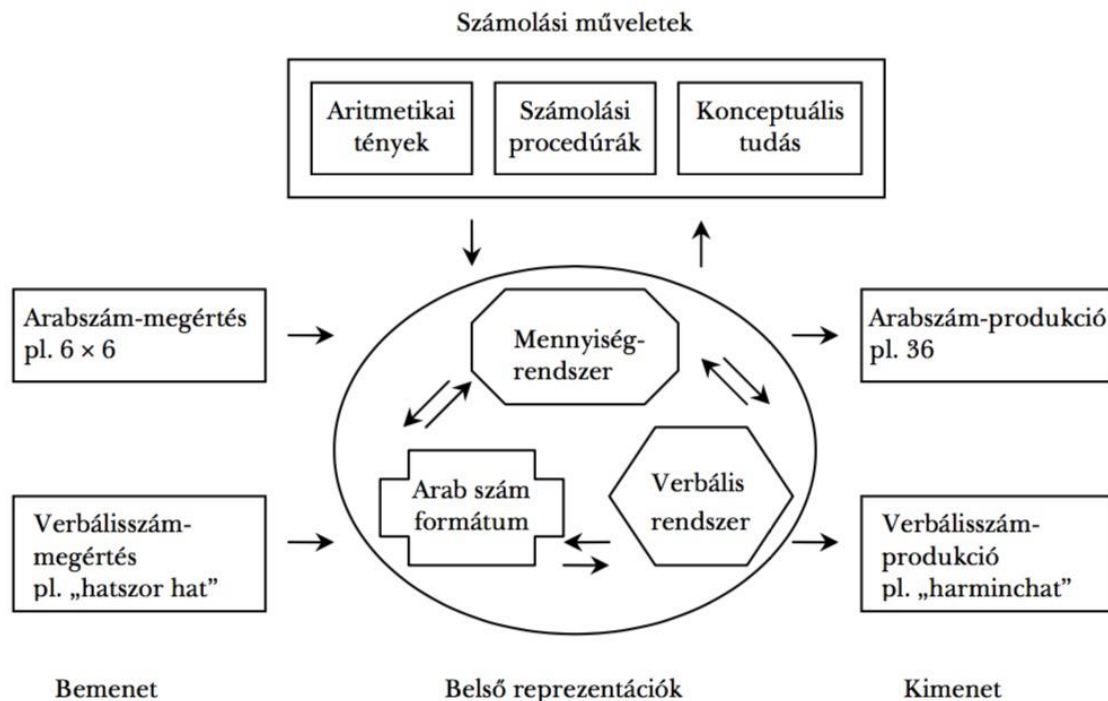
Azokat az alapvető összetevőket nevezzük korai numerikus készségeknek, amelyeknek köszönhetően a gyermekek megértik a számokat és az azok közötti kapcsolatokat (Aunio & Niemivirta, 2010). A numerikus készségek fejlődését és a számfogalom kialakulását két alapvető rendszer fejlődése előzi meg. Az első a számérzék (number sense), ez már a számok nevének megtanulása előtt jelen van, és mennyiségek felismerését segíti már nagyon fiatal korban is (Dehaene, 2003). A számérzék definiálásában kisebb eltérés tapasztalható a neveléstudományi és a neuropszichológiai tanulmányokban. A neveléstudományi kutatásokban ebbe különböző készségek beletartozhatnak, amelyek már a formális nevelés időszaka előtt jelen vannak és a becslésnél, mennyiségek felismerésénél és összehasonlításánál mutatkoznak meg (Jordan et al., 2007). A neuropszichológusok által képviselt álláspont a számérzék szűkebb értelemben használja, azokra a numerikus képességekre érti, amelyeket nem csak az embereknél, hanem az állatoknál is megfigyeltek (Dehaene, 2003). A másik alapvető rendszer a tárgyak követése, ami kisebb mennyiségek, de lényegesen pontosabb követéséért felel. Ennek szemléltetésére a legismertebb kísérletet Wynn (1992) végezte csecsemőkkel. Vizsgálatában egy tárgyat mutattak csecsemőknek, majd eltakarták, utána egy újabb tárgyat mutattak és azt is takarásba helyezték, végül a takarást elvéve a csecsemők egy vagy két tárgyat láttak. A csecsemők reakciói alapján azt lehet feltételezni, hogy tudták követni a tárgyak számát, azonban csak kis mennyiségek esetén, legfeljebb három tárgyig.

A kisgyermekek numerikus megismerésének kutatása az elmúlt évtizedekben a kognitív tudomány és a neuropszichológia egyik kiemelkedő vizsgálati területe lett, amelynek

köszönhetően az utóbbi évtizedekben egyre többet tudunk meg a kisgyermek számolásának fejlődéséről, és legfőképp az eltérő fejlődés, számolási zavarok okairól, továbbá evolúciós és humánológiai megközelítésű vizsgálatok eredményei is hozzájárultak egyes modellek kidolgozásához.

A korai numerikus fejlődés megértéséhez Dehaene (2003) hármass kódolás elmélete tekinthető olyan mérföldkönek, amelyre azóta számos vizsgálat épített, és amelyet többen is kiegészítettek, továbbfejlesztettek már. Az 1. ábrán ezt a hármass kódolási modellt láthatjuk, amelyet Dehaene (2003) és McCloskey (1992) elméleteire alapozva készített Igács, Janacsek és Krajcsi (2008). Ebben nem csak a három fő komponens, a mennyiségi, verbális, és arab szám rendszere szerepel, hanem a mellettük numerikus fejlődésben fontos funkciót betöltő összetevők összekapcsolódása is látható, a hozzájuk kötődő fogalmak, matematikai eljárások, ismeretek kiegészítésével.

A mennyiségek, verbális és arab számok rendszere tehát együttesen képezik a számolás alapjait. Először Dehaene (2003) munkája alapján ismertetjük ezt a három fogalmat, amelyek közül az analóg mennyiségi rendszer, a szakirodalomban elterjedtebb nevén, mentális számegeyenes (mental number line) az első. A mentális számegeyenes egy nem-szimbolikus rendszer, amely kezdetben logaritmikus skálának tekinthető, meglehetősen felületesen tárolja a mennyiségeket, melyek alacsonyabb számkörben pontosabban helyezkednek el, magasabb számkörökben egyre pontatlanabban reprezentálódnak (Fritz, Ehler és Balzer, 2013). Becslésnél és közelítő számolásnál lehet ezt a rendszert viszonylag megfelelően használni (Igács, Janacsek, & Krajcsi, 2008), viszont amikor pontos és megbízható számolásra van szükségünk, akkor vesszük igénybe a verbális rendszert. A verbális rendszer tárolja a számok verbális elnevezését, viszont ide sorolható a szavakkal leírt számok köre is, tovább különböző már megismert és megtanult aritmetikai tényeket is ide sorolhatunk. Ez a rendszer és a következő rendszer is már szimbolikus, mivel a számok nyelvi szimbólumainak tárolását és feldolgozását végzik. A verbális rendszerben elérhető információ mindig pontosnak tekinthető, ugyanakkor az ebben megjelenő számok, aritmetikai tények mögött nincsen tartalom, valódi jelentésük megértéséhez a mennyiségi rendszer használata szükséges. A mentális számegeyenessel összekapcsolódva válnak értelmezhetővé a verbális számok, így tudjuk a mögöttük álló mennyiségeket elképzelni. E kettő rendszer mellett helyezkedik el az arab számok rendszere, ebben tárolódnak a számok írott jelei, és az arab számok felismerése és feldolgozása is itt történik (Dehaene, 2003; Igács, Janacsek, & Krajcsi, 2008; Peucker & Weißhaupt, 2013).



1. ábra

*Numerikus megismerésben szerepet játszó rendszerek és reprezentációk
(Igács, Janacsek, & Krajcsi, 2008, p. 636)*

A bemutatott három rendszert Krajcsi (2010) szerint McCloskey modellje megerősíti és kiegészíti, melyben az aritmetikai tények, a számolási procedúrák és konceptuális tudás szoros kapcsolatban állnak a másik három rendszerrel, és amelyek egyszerűbb folyamatai idővel automatizálódnak (Igács, Janacsek, & Krajcsi, 2008).

A hármás kódolás rendszerében is megjelenhet a nyelv és a gondolkodás összekapcsolódásának kérdése (Chomsky, 2006). Vajon mennyiben határozza meg a nyelv a gondolkodásunkat, milyen hatással van annak fejlődésére. Mivel dolgozatunknak nem célja e kérdéskörben állást foglalni, és részletesen tárgyalni az erre vonatkozó nyelvi univerzalizmus, vagy determinizmus fogalmait, ezért most csak azokra a nyelvi összetevőkre térünk ki, amelyek általánosságban jelennek meg a kisgyermek számolásának fejlődésénél. Természetesen az egyik ilyen összetevő a szókincs, a verbális számolás a számok nevének mondóka jellegű ismeretével kezdődik. Bár lehet, hogy felnőttkorunkban már teljesen természetesnek tűnik használatuk, a számok és sorszámnevek elnevezéseit megtanulni hosszú időbe telik. Továbbá a gyermekek későbbi fejlődésük során anyanyelvük számneveinek megtanulása mellett, megismerkednek az adott nyelvre jellemző szabályokkal is, hiszen bár egyes nyelvek között jelentős eltérések vannak, egyfajta szisztematikus szabályrendszer mindegyikre jellemző. Ennek megtanulása, begyakorlása pedig összefügg a számolási készségek fejlődésével. A

Dehaene elméletében is szereplő analóg mennyiségi rendszerrel ellentétben, a verbális szókeret, a számok nevei, valamint a számok írott jelei, az arab számok segítségével vagyunk csak képesek pontos és magasabb szintű számolási műveleteket elvégezni (Krajcsi, 2014).

2. A KORAI NUMERIKUS KÉSZSÉGEK FEJLŐDÉSÉNEK MÉRÉSE

A numerikus készségek vizsgálatára az elmúlt évtizedek során több mérőeszközt is kidolgoztak már. Ezek között találunk olyanokat, amelyek kutatói és pedagógiai igényeket egyaránt kiszolgálhatnak, olyanokat, amelyek gyermekek iskolaérettség-vizsgálatának részét képezik, és olyan diagnosztikus eszközt is, amely a pedagógusok munkáját, a gyermekek célirányos fejlesztésének megtervezését hivatott megkönnyíteni.

Ebben a fejezetben ilyen eszközöket mutatunk be, először a nemzetközi kutatásokban egyik leggyakrabban alkalmazott ENT-et (Utrecht Early Numeracy Test), egy angol-szász mérőeszközt, a WENT-et (Wright Early Numeracy Test), egy német diagnosztikus tesztet, a MARKO-D-t (Mathematik und Rechnen Konzepten – Diagnose), és a hazai fejlesztésű DIFER Elemi számolási készség tesztet. A neuropszichológusok által alkalmazott, számolási zavarok diagnosztizálására alkalmas eszközökről, valamint pszichológiai kísérleti vizsgálati eljárásokról azonban nem értekezünk, mivel azok nem illeszkednek pedagógiai célú vizsgálatainkhoz, és felvételüket óvodapedagógusok, tanítók nem végezhetik, az speciális képzettséghez kötött.

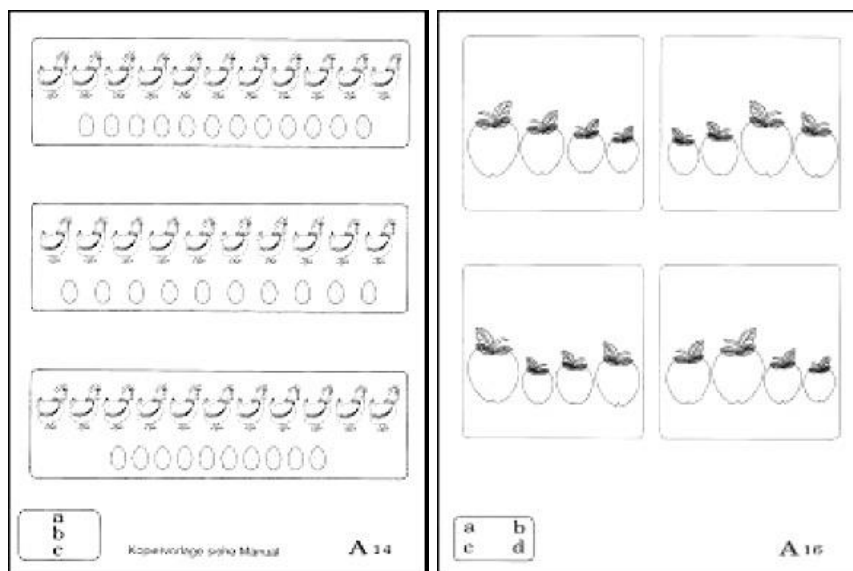
2.1. Mérőeszközök a numerikus készségek vizsgálatára

Ebben az alfejezetben röviden ismertetjük a korábban felsorolt három pedagógiai célú, numerikus készségeket vizsgáló tesztek leírását, fő tartalmi elemeiket, a mért készségek, műveletek szerkezetét, valamint a tesztfelvétel menetének általános jellemzőit. A tesztek bemutatáskor kitérünk arra is, hogy kidolgozásuk óta milyen területen, milyen tapasztalatokkal alkalmazták már azokat. A következő alfejezetben pedig összegezzük a bemutatott eszközök legfőbb jellemzőit, a velük végzett vizsgálatok tapasztalatait, és meghatározott szempontok mentén össze is hasonlítjuk, értékeljük azokat.

ENT – Utrecht Test of Early Numeracy

Az egyik legelterjedtebb mérőeszköz gyermekek számolási készségek mérésére az ENT (Utrecht Test of Early Numeracy). A Van Luit, Van de Rijt és Pennings (1994) által kidolgozott tesztet 4-8 éves korú gyermekek számolási készségeinek vizsgálatához alkalmazzák. Az eszköz összesen 40 ítemet tartalmaz, ezek nyolc résztesztre osztoznak, amelyekből négy mennyiségek és relációk megértéséhez kapcsolódik, ezek között szerepel mennyiségek összehasonlítása, csoportosítása, egy az egyhez rendelése, valamint sorba rendezése (szerializáció). Emellett a számok megértésének vizsgálatára tartalmaz még a teszt feladatokat, melyekkel a számok használata, strukturált számlálás, rezultatív számlálás és a számok általános ismerete mérhető (Van Luit, Van de Rijt, & Pennings, 1994; Van de Rijt, Van Luit és Pennings, 1999).

A teszt első felében a mennyiségek és relációk koncepciójának vizsgálatán van a hangsúly. A mennyiségek összehasonlítása résztesztben csoportosítás feladatainál adott tárgyak bizonyos jellemzői szerinti osztályozását vizsgáljuk. Az egy az egyhez rendeléses feladatokban egyidejűleg több, adott mennyiséget ábrázoló képet mutatunk a gyermeknek, amelyekkel azt vizsgáljuk, hogy megértik-e a kapcsolatot ezek között. A sorba rendezéses feladatok célja, hogy megmérje a gyermekek sorba tudják-e rakni adott elemeket mennyiségük, méretük, hosszúságuk szerint (Van de Rijt, Van Luit és Pennings, 1999).



2. ábra

Példafeladatok az ENT tesztből (Van Luit, Van de Rijt, & Hasemann, 2001)

A teszt második felének négy résztesztje a számok megértésével foglalkozik. Ezek közül az első részben a számnevek használatát vizsgáljuk. A gyermekeknek pozitív egész

számokat kell előrefelé és visszafelé felsorolniuk 20-as számkörön belül. Ezt követi a strukturált számolás, amelynél az asztalon elhelyezett tárgyakat kell a gyermekeknek megszámolniuk, miközben azokra rámutatnak az ujjukkal. Ezután jönnek a rezultatív számolás feladatai, amelyeknél a kardinalitás fogalmának megértését vizsgáljuk. Itt az előző részhez hasonlóan tárgyakat kell megszámolni, viszont azokra már nem mutathat a gyermek, és a mérőbiztos a tárgyak számát kérdezi (Van Luit, Van de Rijt, & Pennings, 1994). Végül az utolsó résztesztben a számok általános megértését vizsgáljuk. Ezekben a feladatokban szituációkba helyezve különböző számolási műveletek elvégzését kérjük: „Van kilenc üveggolyód. Elveszítesz közülük hármat. Mennyi maradt? Rá tudsz mutatni arra a képre, ahol a helyes számú üveggolyót látod?” (Van de Rijt, Van Luit és Pennings, 1999, p. 291).

A tesztfelvétel ennél a tesztnél is egyénileg történik, és nagyjából 30 percet vesz igénybe gyermekenként. A mérőbiztos és a gyermek egy asztal két szélén helyezkednek el, a tesztfelvételnél a feladatok egy része kikérdezéssel történik, a feladatok többi részében feladatlapokat mutatunk a gyermeknek, valamint egyes számolási feladatoknál korongokat is használunk. A tesztleírás szerint nem szabad visszajelzést adni a gyermeknek (Van Luit, Van de Rijt, & Pennings, 1994; Van de Rijt, Van Luit és Pennings, 1999).

A teszt jószágmutatói kiválóak az elérhető szakirodalom alapján, reliabilitása (Cronbach- $\alpha=0,90$) és konstruktum-validitása egyaránt magas (CFI=0,95; RMSEA=0,04) (Aunio, Hautamäki, Heiskari, & Van Luit, 2006; Aunio & Niemivirta, 2010). A mérőeszközzel elsősorban európai neveléstudományi kutatásokban találkozhatunk, megjelenése óta az első holland méréseket (Van de Rijt, Van Luit & Pennings, 1999) követően többek között készült már német nyelvű változat (Van Luit, Van de Rijt & Hasemann, 2001), finn (Aunio et al., 2006) és spanyol (Navarro, Aguilar, Alcalde, Marchena, Ruiz, Menacho, & Sedeño, 2009) tesztváltozat is. A teszttel a számolási készségek más készségekkel, képességekkel való összefüggését (Kyttälä, Aunio, Lehto, Van Luit, & Hautamäki, 2003), azok iskolai matematika eredményekre gyakorolt hatását (Aunio & Niemivirta, 2010), különböző háttérváltozók fejlődésben játszott szerepét (Kleemans, Peeters, Segers, & Verhoeven, 2012), alkalmazták nemzetközi összehasonlító vizsgálatokra (Aunio, Aubrey, Godfrey, Pan, & Liu, 2008), és nem utolsósorban, számos fejlesztőprogram hatékonyságát is vizsgálták már vele (Van Luit, & Schopman, 2000; Aunio, Hautamäki, & Van Luit, 2005). Azonban kevés olyan szakirodalom lelhető fel, ahol a pedagógiai gyakorlatban való alkalmazásáról olvashatnánk.

WENT – Wright Early Numeracy Test

A Wright, Martland és Stafford (2006) ausztrál kutatók által kifejlesztett WENT (Wright Early Numeracy Test) kifejezetten pedagógusoknak készült óvodai és iskolai használatra. A tesztet elsősorban angol nyelvterületen alkalmazzák, és részletesen kidolgozott, három tartalmi területből, aritmetikai készségekből, számlálás és arab szám felismerés készségeiből, valamint mennyiségekkel végzett műveletek, számolások részterületeiből álló keretrendszer, és konstruktív, egymásra épülő gyakorló feladatokból álló óvodai-iskolai fejlesztési programterv is kapcsolódik hozzá (Wright, Stanger, Stafford, & Martland, 2006).

Előrefelé számolás	Következő szám
<i>Kezdj el számolni számolni ...-tól és szölok, amikor abbaahagyhatsz.</i>	<i>Mond meg azt a számot, amelyik egyből a(z) ... után jön!</i>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"><p>(a) 1 (to 32) (b) 48 (to 61) (c) 76 (to 84) (d) 93 (to 112)</p></div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"><p>(b) Less advanced task 5 9 7 3 6</p></div>

3. ábra

Példafeladatok a WENT tesztből (Wright, Martland, & Stafford, 2006, p. 36)

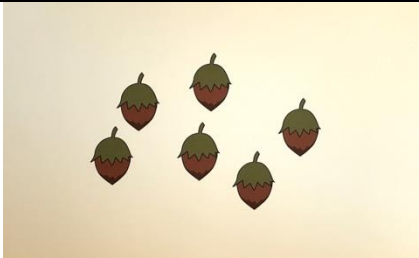

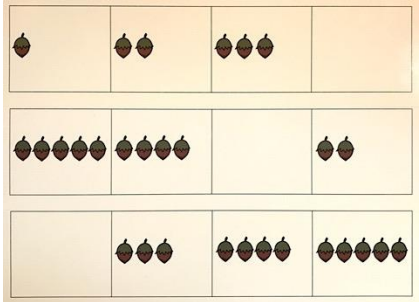


A teszt 6 részből tevődik össze, amelyek a tartalmi keretrendszerhez kapcsolódnak, és amelyek mindegyikén belül 3-6 fejlettségi szintet határoztak meg adott készség tartalmának és műveleteinek megfelelően (lásd: 3. ábra Előrefelé számolás (b) 2. fejlettségi szint feladata). Az első a számok sorrendje előrefelé, pontosabba az előrefelé számolás (Forward Number Word Sequences), ezt követi a visszafelé számolás (Backward Number Word Sequence). Mindkét rész feladatainál egy adott számot mond a mérőbiztos, és a gyermeknek onnan kell folytatnia a számolást előre vagy visszafelé, ameddig a mérőbiztos le nem állítja. Mindkét feladatrészhöz tartoznak emellett olyan feladatok is, amelyeknél csak a számsorban a következő, vagy előző számot kell a gyermeknek megneveznie (3. ábra). A következő feladatrészt az arab számok felismerése (Numeral Identification). Ezekben a feladatokban a mérőbiztos számkártyákat helyez az asztalra véletlenszerű sorrendben, egymást követően több szettet, egyre magasabb számkörökben. A gyermeknek rá kell mutatnia a mérőbiztos által mondott számra. Ez után jön a számolás (Counting) több kisebb alegységből álló tesztrésze. Ebben az részben az első feladatoknál a mérőbiztos által asztalra helyezett egyszínű korongokat kell megszámolni, ezt

követően adott mennyiségű piros és kék korongot kell összeadni 20-as számkörben. A további feladatokban a mérőbiztos elvesz a halmazból és a maradék mennyiségre kérdez rá: „Volt 8 korongom, elvettem belőle 3-at. Mennyi korongom maradt?” (Wright, 2013, p. 35). Ezt pedig olyan itemek követik, amelyeknél hasonló elrendezésben a jól láthatóan elvett korongok számára kérdezzük rá. Az ötödik feladatrészben, amit a szerzők számok konstruálásának neveznek (Structuring numbers), először a gyermekektől adott mennyiség megmutatását kérik az ujjuk segítségével, amelyet szubitizációs feladatok követnek, végül pedig halmazokkal kell műveleteket végezniük. Iskolás korosztályban ez kiegészül arab számokkal végzett 20-as számkörön belüli műveletekkel is. Az utolsó feladatrész a konceptuális helyiérték (Conceptual place value) nevet viseli, amely részben az itemek a helyiérték fogalmának megértését vizsgálják. A feladatokban a 10-esekkel történő előre és visszalépések megértését mérik (Wright, Martland, & Stafford, 2006; Wright, 2013).

A teszt felvétele szemtől szemben zajlik, a feladatokon interjúk kikérdezés jelleggel halad végig a mérőbiztos. Egyes feladatrészekhez számkártyákat, korongokat (piros és kék), pálcikákat is szükséges előkészíteni, amelyekkel vagy a gyermek végez számolást, vagy legtöbbször a mérőbiztos szemlélteti a műveletet. A teljes teszt adminisztrálása akár egy teljes órát is igénybe vehet, ezért javasolt a több részletben való kikérdezés (Wright, Martland, & Stafford, 2006). A tesztet pedagógiai és kutatási célból egyaránt lehet alkalmazni, az erre épülő programhoz előzetes felvételét mindenképp ajánlják az óvodapedagógusoknak, tanítóknak (Wright, Stanger, Stafford, & Martland, 2006).

MARKO-D

A Ricken, Fritz és Balzer (2013) által kidolgozott, az iskola előtt álló gyerekek matematikai készségeinek diagnosztikus értékelésére szolgáló, és elsősorban német nyelvterületen alkalmazott mérőeszköz a MARKO-D (Mathematik und Rechnen – Test zur Erfassung von Konzepten im Vorschulalter). A teszt egy Annemarie Fritz által vezetett kutatási projekt részeként jött létre, amelynek első fázisa és a teszt összeállításának előzménye az elméleti fejezetben ismertetett öt szintű korai matematikai kompetenciamodell kidolgozása volt (Fritz, Ehlert, & Balzer, 2013). A MARKO-D erre a fejlődési modellre épül, összesen 55 itemből áll, melyek az elméleti modell egyes lépcsőjéhez illeszkednek.

Szint	Feladat	Feladatkép	Instrukció
I.	Halmazok megszámlálása		Halmazok 6 és 9 mogyoróval: „Mennyi mogyoró van a képen?”
II.	Teljes halmaz meghatározása, amikor csak egy részhalmaz látszódik		„Itt van három csillag. A felhő alatt négy csillag rejtőzik. Mennyi csillag van összesen?”
III.	Halmazok rendezése		„Figyeld meg a négyzeteket! Mennyi mogyoró illik az üres négyzetekbe? Rakj annyi korongot a négyzetekbe!”
IV.	Részhalmazok meghatározása		„Hozz nekem 5 virágot, három közülük piros legyen!”
V.	Halmazok közötti különbség felismerése		„Melyik sorban van több? Mennyivel van több?”
VI.	Egyforma méretű csokrok alkotása	$20 = \underline{\hspace{2cm}}$ $20 = \underline{\hspace{1cm}} \underline{\hspace{1cm}}$	„Lizának 20 virága van. Egyforma csokrokat szeretne kötni. Írd le, milyen csokrokat köthet.”

4. ábra

Példafeladatok a MARKO-D tesztből fejlődési szintenként

(Forrás: Ricken, Fritz, & Balzer, 2013; Fritz, Ehlert és Balzer, 2013, p. 53-54 alapján)

A mérőeszköz többek között vizsgálja a számfelismerést, számsorrendeket, a számjegy és a mennyiség egy az egyhez rendezéssel történő összekapcsolását, a számsorral, számegyenessel kapcsolatos műveleteket, továbbá a mennyiségek összevonására, csökkentésére irányuló, valamint a rész-egész kapcsolatra vonatkozó tudást. A teszt feladatainak sorrendje azonban nem követi a modell szintjeit, az alacsonyabb és magasabb nehézségű itemek keverten jelennek meg az eszközben. Ricken, Fritz és Balzer (2013) szerint ennek a felépítésnek az a célja, hogy az alacsonyabb fejlettségi szinten lévő gyerekeket is motiválják a teszt teljesítésére.

A MARKO-D feladatai az előző elméleti fejezetben ismertetett fejlődési modell 6 szintje alapján szerveződnek. Az első szinthez 16 feladat tartozik, ezekkel mérhető a gyermekek számképfelismerése, számok sorrendjének ismerete, valamint a verbális számok és mennyiségek egy az egyhez rendezéssel történő összekapcsolása. A második fejlettségi szinthez 10 feladat tartozik. Itt a számok sorrendjének ismeretét már magasabb számkörökben is vizsgálják, valamint a mentális számegyeneshez kapcsolódó itemek is itt kaptak helyet a tesztben. A feladatok között vannak alacsonyabb számkörben, tárgyakkal végzett kivonási és összeadási műveleteket vizsgáló itemek is (manipulatív számolás) (Fritz, Ehlert, & Balzer, 2013).

A harmadik szintnél 12 olyan feladattal találkoznak a gyerekek, amelyek annak megértését vizsgálják, hogy a mennyiségek adott számú elemből állnak, továbbá a számegyenes növekvő elemszámú mennyiségeket jelöl. A negyedikhez kapcsolódó 5 feladatnál halmazok és részhalmazok közötti kapcsolatok felismerését, valamint ezek megszámlálását kérjük a gyermekektől. Az utolsó, ötödik szinten tovább 12 feladatot mér a számok és a mennyiségek közötti kapcsolat megértésének magasabb szintjét, amely már a lineáris mentális számegyenes fogalmához kapcsolható. Így itt azt is vizsgáljuk, hogy a gyermek megérti-e a számok közötti távolságot a számegyenesen (Ricken, Fritz, & Balzer, 2013).

A MARKO-D-t elsősorban pedagógusok számára készítették, a mérés egyesével, szemtől-szemben zajlik. A tesztleírás szerint annak felvétele nagyjából 20-30 percet vesz igénybe. A teszt érdekessége, hogy a kisgyermekek figyelmének fenntartása érdekében a feladatokat egy illusztrált, mesés keretbe ágyazták. A feladatokhoz készített illusztrációkat (erdő, fák), a manipulatív feladatvégzéshez szükséges korongok (mogyorók), a feladatok szövegezését, mind Ben és Lisa mókusokkal kapcsolatosan alakították ki (lásd: 4. ábra). A vizsgálathoz szükséges eszközöket a teszt doboza tartalmazza, a teszt teljes menetét egy összefűzött feladatlapokból álló füzet határozza meg, amelyet az asztalra a gyermek és a mérőbiztos közé felállítva helyezünk el. A füzet tábláit sorban lapozzuk végig, ahogy haladunk

előre a feladatokkal, ez idő alatt a gyermek a táblán a feladat illusztrációját látja, miközben a mérőbiztos a feladat rövid leírását és a gyerekekhez intézett instrukciót, kérdést olvashatja le. Amikor a feladathoz nem kapcsolódik illusztráció, például a tárgyakkal végzett manipulatív számolási feladatoknál, a táblán a gyermek csak egy üres oldalt lát. A tesztsomagban találhatóak még a feladatokhoz szükséges laminált lapok, különböző színű korongok, és természetesen egy részletes tesztleírás is (Ricken, Fritz, & Balzer, 2013).

A MARKO-D teszt megbízhatóságát a Rasch-elemzéssel ellenőrizték az eszköz személy szeperációs reliabilitása 0,934, az EAP/PV reliabilitás értéke 0,927 (Langhorst, Ehlert, & Fritz, 2016). A kidolgozott mérőeszközt főként német óvodapedagógusok használják, kidolgozásakor egy hozzá kapcsolódó óvodai fejlesztési programtervet is kidolgoztak, amellyel együtt hatékony eszköznek bizonyult az óvodákban (Ehlert & Fritz, 2013). Emellett kutatási céllal is találkozhatunk vele különböző matematikai tartalmú fejlesztőprogramok hatékonyságának bemérésekor (Langhorst, Ehlert, & Fritz, 2016)

DIFER – Elemi számolási készség teszt

Hazánkban a gyermekek iskolakészültségének megállapításának egyik legelterjedtebb eszköze a DIFER (Diagnosztikus fejlődésvizsgáló rendszer). A Nagy József és munkatársai (2004b) által megalkotott tesztbattéria országosan ismert óvodapedagógusok és tanítók körében (Apró, 2013). A tesztrendszer kidolgozása már a 70-es években megkezdődött, előzménye a szintén Nagy (1987) által kidolgozott PREFER teszt (Preventív fejlettségvizsgáló rendszer) volt, és már abban a tesztben is fontos szerepe volt a számolás vizsgálatának, amely később a DIFER programcsomagban szereplő elemi alapkészségek mérésére szolgáló tesztek között is helyet kapott kisebb átdolgozást követően *elemi számolási készség teszt* elnevezéssel, a beszédhanghallás, írásmozgás-koordináció, relációszókincs, tapasztalati következtetés, tapasztalati összefüggés-megértés és szocialitás tesztek mellett (Nagy et al, 2004b).

A DIFER elemi számolási készség tesztjének kialakítása a PREFER-ben is megjelenő struktúrát követi, négy fő részből áll, melyek közül az első a számlálást, második a műveletvégzést pálcikákkal, a harmadik a számképfelismerést és a negyedik rész a számolvasást méri (Nagy, 1987; Nagy et al., 2014b).

A számlálás három részterületre oszlik, melyek közül először az 1-21-ig számolást mérjük, ezt követi a számkörök átlépése kezdve a 30-as számkörrel, majd pedig sorban a 40-es, 50-es, 100-as és 500-as számkör átlépését vizsgáljuk. A számlálás harmadik részterületében a visszafelé számlálást nézzük, ebben az esetben is egyre növekvő számkörökön belül. Az első

három item a 10-es számkörön belül, majd az előző részhez hasonlóan egyre magasabb számkörök visszafelé történő átlépését kérjük, sorban a 10-es, 20-as, 50-es, 100-as és 500-as számkörökkel. A feladatokban a mérőbiztos által elkezdett számsor folytatását kérjük, például az instrukció szerint: „*Most úgy számolunk, hogy én elkezdem és te folytatod! 26, 27, 28, folytasd!*”, és akkor adunk pontot, amennyiben a gyermek helyesen folytatta a számolást (Nagy et al., 2014a).

SZÁMKÉPFELISMERÉS

„Mutatok egy képet. Ezen keretek vannak (*mutatjuk*), és a keretekben különböző rajzok láthatók: gyümölcsök, bogarak, lepkek stb. (*Engedjük, hogy egy kicsit nézegesse.*) Ezekből kell kiválasztanod, amit kérek!”
 Egy műveletre legfeljebb 15 másodpercet adunk. A rajzok számlálását megengedjük, de csak 15 másodpercen belül. Ha egymás után három feladatot is eltévesztett, akkor a többit már ne kérdezzük, a megfelelő rovatokba kérdőjeleket írjunk!
 Ügyeljünk arra, hogy ne nevezzük meg a rajzot!

A) „Mutasd meg azt a keretet, amelyikben 1 rajz van!”
 B) „Mutasd meg azt a keretet, amelyikben 2 rajz van!”
 C) „Mutasd meg azt a keretet, amelyikben 3 rajz van!”
 D) „Mutasd meg azt a keretet, amelyikben 5 rajz van!”
 E) „Mutasd meg azt a keretet, amelyikben 7 rajz van!”
 F) „Mutasd meg azt a keretet, amelyikben 10 rajz van!”
 G) „Hány darab van ebben a két keretben összesen?” (c és d, *ujjainkkal mutatjuk!*)
 H) „Hány darab van ebben a két keretben összesen?” (a és b, *ujjainkkal mutatjuk!*)
 I) „Hány darab van ebben a három keretben összesen?” (a, c és d, *ujjainkkal mutatjuk!*)

a **b** **c** **d**

5. ábra

Számképfelismerés részteszt feladatai a DIFER Elemi számolási készség tesztből (Nagy et al., 2014b)

A műveletek pálcikákkal teszt részben Nagy és munkatársai (2004a) által leírtak szerint a húszas számkörön belüli manipulatív számolás készségének öt művelete mérhető. A 11 itemből álló feladatsor első, egyben legkönnyebb műveleténél, a kiszámlálásnál adott mennyiséget kell a halmazból elvenni. A hozzászámlálás feladatai a halmaz elemszámának növelését kérik. Az elvétel művelete az ismert elemszámú halmaz elemeinek csökkentése a megadott mennyiségig. A bontás feladatainál egyenlő mennyiségű részhalmazok képzését

kérjük a gyermektől. Végül a csoportosítás műveleténél pedig a meghatározott rendezési elv szerint kérjük részhalmazokból új részhalmazok kialakítását.

A számképfelismerés feladatai alkotják a teszt következő részét (5. ábra), amelyben a tárgyak számosságára vonatkozó itemek kaptak helyet, összesen 9 darab. Ezeknél a feladatoknál tízes számkörök belül kell adott mennyiségeket a gyermekeknek felismerni. A feladatokhoz a laminált lapon szereplő hét ábra szükséges, a gyermekek a válaszaikat adott képre (kártyára) mutatva adják meg. Továbbá az utolsó három feladatban a mérőbiztos mutat adott ábrákra, és kéri a gyermektől, hogy nevezzék meg, mennyi rajzot látnak azokban összesen. A teszt felvételekor a képek megszámlálása is megengedett, a válaszadásra legfeljebb 15 másodperc áll rendelkezésre (Nagy et al., 2004b).

Számolvasás mérésére szolgál a teszt utolsó része, amely 4 itemből áll. Ezekben a feladatokban a gyermek elé ismét a laminált lap elhelyezése szükséges, amelynek alján keretekben arab számokat látnak. A feladatokban 10-es, 100-as, 1000-es számkörön belüli számokat kell felismerniük és hangosan leolvasniuk. Egy-egy itemhez két szám tartozik (Nagy et al., 2004a).

Az elemi számolási készség teszt felvétele nagyjából 10-20 percet vesz igénybe. A teszt adminisztrálásához a gyermek Fejlődési mutatója szükséges, amelyben a mérőbiztos lehetőleg a gyermek látászögén kívül rögzíti az eredményeket. A gyermek és a mérőbiztos között a tesztbatterióban szereplő laminált lapot helyezük el, amelyről fel tudjuk olvasni a pontosan követendő instrukciókat. A laminált lapon szereplő feladatokon sorban haladunk végig, azt a számképfelismerés és a számolvasás feladatainál fordítjuk a gyermek felé, hiszen akkor az ott megjelenő képek, illetve számok szükségesek a válaszadáshoz. A műveletek pálcikákkal teszt rész neve is emlékeztet egy további eszköz előkészítésére, a 20 db egyszínű pálcikára, amely segítségével tudjuk a manipulatív számolási műveleteket vizsgálni (Nagy et al., 2014a).

Mivel a teszt részek egyre nehezedő formában vannak kialakítva, így lehetőség van a differenciálásra, illetve rövidítésre gyengébb teljesítményű gyermekek mérésénél, nem szükséges feleslegesen időt tölteni a túl nehéz feladatokkal. A 21-ig történő számolásnál az első tévesztést követően leállíthatjuk a gyermeket, a többi feladat résznél is hasonlóan, ha egymást követően kétszer sem tudja helyesen folytatni a számolást, nem tudja kirakni pálcikával az adott mennyiséget, vagy nem a megfelelő képre mutat rá, akkor a soron következő harmadik feladattal már nem szükséges terhelni, a teszt leírása alapján ugorhatunk a következő teszt részre. A kihagyott feladatokra ebben az esetben értelemszerűen nem adhatunk pontot (Nagy et al., 2014a).

Az elemi számolási készség fejlődését, az erre vonatkozó alfejezetünkben a DIFER-teszt bemérésekor végzett nagymintás vizsgálatok eredményei alapján részletesen is ismertetjük. A teszt megbízhatósága az első méréseken magas volt (Cronbach- $\alpha=0,915$) (Józsa, 2004). Az eszközzel létrehozása óta sok neveléstudományi kutatásban találkozhattunk, többször is alkalmazták longitudinális vizsgálatoknál iskolai bemeneti méréskor (Józsa, 2004; Csapó, 2014), az elemi alapkészségek más területekkel való összefüggés-vizsgálataihoz (Janurik & Józsa, 2014; Asztalos & Rausch, 2014), valamint óvodai és iskolai fejlesztőprogramok hatékonyságvizsgálataihoz (Józsa & Zentai, 2007; Rausch & Turainé Toldi, 2016). Azonban országos ismertségére főként a pedagógiai gyakorlatban való alkalmazása által tett szert. Több, mint tíz éve óvodában és iskolában is széleskörben alkalmazzák pedagógusok, fejlesztőpedagógusok gyermekek elemi alapkészségeinek, köztük az elemi számolási készség felmérésére (Apró, 2013).

2.2. Az eszközök jellemzőinek összehasonlítása

A bemutatott eszközöket hazai és nemzetközi viszonylatban egyaránt alkalmazzák gyakorló pedagógusok, neveléstudományi és pszichológiai kutatók. Mivel magas reliabilitással rendelkeznek, a mindennapi pedagógiai gyakorlat mellett, kutatásokban összefüggések feltárásánál, fejlesztőkísérletek hatékonyságának vizsgálatánál is használatosak. Röviden összefoglaljuk, hogy a tesztek milyen pszichometriai és általános jellemzőkkel bírnak. Az eszközök fő jellemzőit, résztesztjeiket, itemek számát, és a tesztfelvétel becsült időtartamát, az 1. táblázatban összesítettük.

Mivel gyakori kutatási eszköz, a legrészletesebb eredmények az ENT teszt pszichometriai jellemzőiről állnak rendelkezésünkre, megbízhatósága és érvényessége egyaránt magas, konstruktum-validitását több vizsgálatban is igazolták (Van de Rijt, Van Luit és Pennings, 1999; Aunio & Niemivirta, 2010). A WENT, a MARKO-D és a DIFER elemi számolási készség teszt reliabilitását is ellenőrizték már különböző vizsgálatokban (Wright, 2013; Ricken, Fritz, & Balzer, 2013; Józsa, 2004), azonban konstruktum-validitásukról nincsenek empirikus adataink.

Bár megbízhatóan méri e készségeket, mégis hátrányuk, hogy szemtől szembeni adatfelvételhez kötöttek, nagyobb csoportok felmérése, a mérés adminisztrálása rengeteg időt és energiát vesz el a pedagógusoktól és a kutatóktól. Mint az 1. Táblázatban látható, a DIFER elemi számolás teszt a maga 38 itemével a legrövidebb, de így is 5-25 perc egy gyermek felmérése, a vizsgált eszközök közül a WENT becsült időtartama a legmagasabb, a teljes teszt adminisztrálása közel egy teljes órát vesz igénybe.

1. táblázat. A vizsgált számolási készségeket mérő tesztek fő jellemzői

Teszt	Részek	Itemek száma	Időtartam (perc)	Életkor (év)	Hivatkozás
ENT	Mennyiség-összehasonlítás, Csoportosítás, Egy az egyhez rendelés, Sorba rendezése, Számnevek használata, Strukturált számlálás, Rezultatív számlálás, Számok általános ismerete	40	30	4-7	Van Luit et al., 1994
WENT	Számlálás (előre, vissza), Arab szám felismerés, Számolási műveletek, Számok konstruálása, Helyi értékek	114*	50-60	4-8	Wright, Martland, & Stafford, 2006
MARKO-D	Számfogalom, Aritmetikai készségek (5 szint)	55	20-30	4-6,5	Ricken, Fritz, & Balzer, 2013
DIFER ESZK	Számlálás, Manipulatív számolás, Számképfelismerés, Számolvasás	38	15-25	4-8	Nagy, Józsa, Vidákovich, & Fazekasné Fenyvesi, 2004b

Megjegyzés. * Nem lineáris teszt, fejlettségi szintek szerinti tesztrészekből és feladatokból tevődik össze.

Az instrukciók és illusztrációk tekintetében jelentős eltérések vannak az eszközök között. Igaz, alapvetően mindegyik eszköznél törekszenek arra, hogy a kérdések legalább egy része valamilyen kisgyermekhez közelebb álló tartalommal legyen megtöltve, ezek mértéke változó. A WENT és DIFER tesztekben van a legkevesebb illusztráció, elsősorban interjúk kikérdezésre hagyatkoznak, emellett egyes számolási feladatokat a gyermek korongokkal vagy színes pálcikákkal oldhat meg, egyszerűbb illusztrációt a számképfelismerés feladatnál láthatunk. Az ENT ennél egy fokkal több illusztrációt tartalmaz, a mérőeszköz feladatainak jelentős része a gyermek elé helyezett feladatlapokra épül, és egyes itemeknél a gyermeket bizonyos rajzok összekötésére is kérjük, a kérdésekben és az illusztrációkban is megjelennek gyerekközeli tartalmak (pl. üveggolyók, kacsák). A legmagasabb szinten a MARKO-D illusztrációi vannak kidolgozva. A mérést a gyermek figyelmének fenntartása érdekében illusztrálták, és egységes kerettörténetbe helyezték, a feladatokban a mókusokkal kapcsolatos

tartalmak kerülnek elő, nézik a csillagokat, meg kell számolni a mogyorókat, stb. Az illusztrációk a feladatokhoz kapcsolódnak, így felesleges figyelemelterelés nem érzékelhető. A német kutatók által kidolgozott eszköz jó példa a nemzetközi gyakorlatból a körültekintően megtervezett, gyerekekhez közel álló módon illusztrált és kerettörténetet is alkalmazó kisgyermekkorú mérőeszközre.

2.3. Összefoglalás

A fejezetben bemutattuk a korai numerikus készségek mérésének lehetőségeit. Részletesen négy pedagógusok és pedagógiai kutatók által a mai napig széles körben alkalmazott mérőeszközt ismertettünk, amelyek közül Magyarországon a DIFER Elemi számolási készség tesztje a legelterjedtebb. Áttekintettük az eszközök résztesztjeit, egyes összetevőit, speciális jellemzőit, amiket az előző alfejezetben össze is vetettünk. Tekintve, hogy a számolási készségek mérése fontos eleme a korai pedagógiai fejlesztő munkának, ezek a tesztek szervesen kapcsolódnak a következő fejezetben bemutatott fejlődési modellekhez, így a fejlődési modell és mérőeszköz párosához gyakran fejlesztőeszközök is társulnak, azonban a pedagógusok ezek nélkül is be tudják építeni a vizsgálatok eredményeit az óvodai vagy iskolai matematikai nevelési foglalkozásokba. A mérés-értékelési eszközök által nyújtott információk nélkül nehéz lenne a gyermekek képességszintjéhez igazodva megtervezni a tanulócsoporthoz végzett nevelőmunkát, amelynek természetesen a tantervekben meghatározott keretek között kell zajlani, valamint a későbbi matematikatanulást kell szolgálnia. A fejlődési modelleket bemutató fejezetet követően ezt a témakört járjuk körül.

3. FEJLŐDÉSI MODELLEK A KORAI NUMERIKUS FEJLŐDÉS LEÍRÁSÁRA

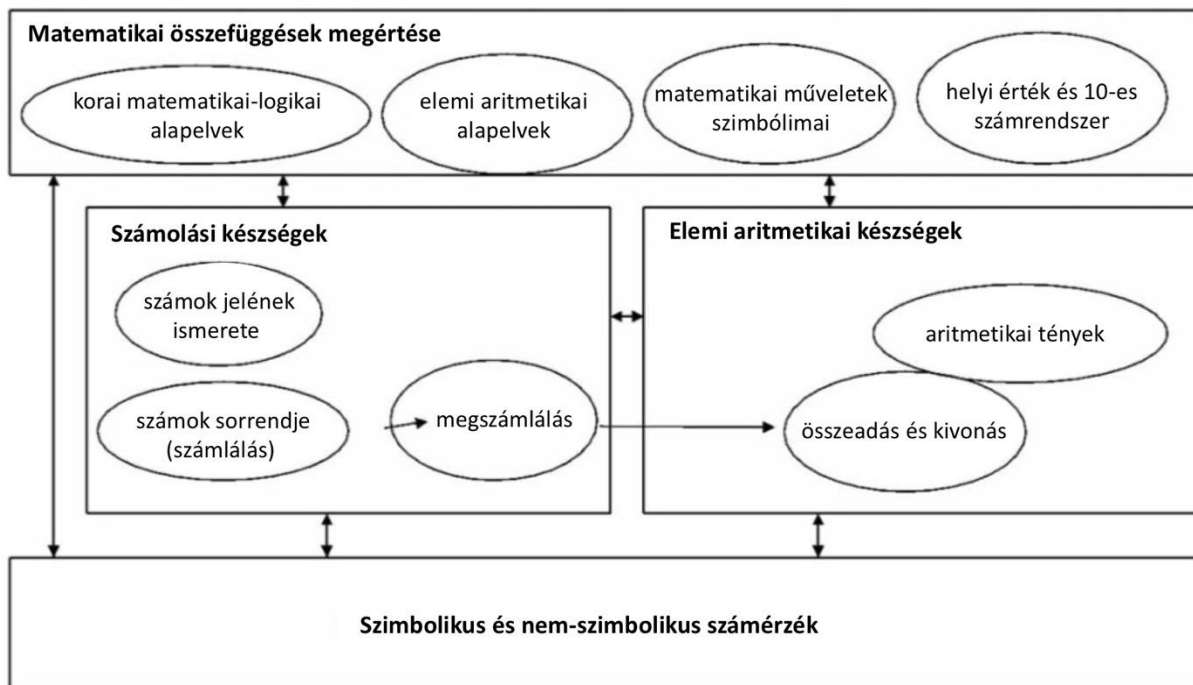
3.1. Fejlődési modellek

A kisgyermekkorú numerikus fejlődés leírására több modell is rendelkezésünkre áll, amelyek egy része különböző készségek párhuzamos fejlődését és összekapcsolódását (Aunio & Räsänen, 2016), más modellek tudáselemek és tapasztalatok egymásra épülését helyezik előtérbe (Fritz, Ehlert, & Balzer, 2013). Ebben a fejezetben három fejlődési modellt ismertettünk és összegyzünk, a modellek mindegyike az óvoda-iskola átmenet időszakának numerikus készségeinek fejlődését írja le, megmutatjuk hasonló pontjaikat és rávilágítunk az esetleges eltéréseikre, továbbá bemutatjuk a fejlődési modellekhez kapcsolódó vizsgálatok főbb empirikus eredményeit.

Alapvető számolási készségek - Az iskolai matematikatanulás előfeltételei

Az Aunio és Räsänen (2016) által készített alapvető számolási készségek modellje azoknak a legfontosabb számolási készségeknek az egybegyűjtését célozta meg, amelyek kulcsszerepet töltenek be a matematikai készségek fejlődésében. Ezeket az összetevőket négy fő csoportba sorolták, ugyanakkor a csoportok közötti összekapcsolódás is fontos része elméletüknek. A modellt elsősorban 5-8 éves kisgyermekek matematikai fejlesztésével foglalkozó szakemberek számára dolgozták ki, és annak felépítését, összetevőinek meghatározását több longitudinális kutatás eredményeire alapozták (Aunola, Leskinen, Lerkkanen, & Nurmi, 2004; Jordan, Glutting, & Ramineni 2010; Aunio & Niemivirta 2010; Desoete, Stock, Schepens, Baeyens, & Roeyers, 2009).

Aunio és Räsänen (2016) első csoportként a szimbolikus és nem-szimbolikus számérzéklet határozták meg, amely hatással van a többi csoportban megjelenő összetevők jelentős részére. A korai numerikus készségek vizsgálati eljárásainál gyakran megjelenő feladatokban mutatnak rövid időre különféle halmazokat, mintázatokat a gyermekeknek, amelyek mennyiségét gyorsan kell tudniuk megnevezni. Ezek gyakran a szubitizáció, mintázatok felismerése, mennyiségek gyors összehasonlítása nevet viselik. A számérzékletről fejezetünk elején már írtunk, és bemutatottuk ehhez kapcsolódva Dehaene (2003) hármas kódolás elméletét is. A szubitizáció fogalma is ehhez a területhez kapcsolható, a fogalmat pszichológiai témájú szakirodalomban régóta alkalmazzák, aminek lényege kis mennyiségek azonnali észlelése, felfogása (Fuson, 1992). Már az ezzel foglalkozó korai vizsgálatok is kimutatták, hogy az öt éves gyermekek és a felnőttek ugyanolyan gyorsan ismerik fel az egy, kettő, három és négy elemű halmazokat. A szubitizáció fejlődésével kapcsolatosan Starkey és Cooper (1995) végeztek feltáró vizsgálatot, amelyben a különböző elemszámú halmazokat 200 milliszekundum időtartamig mutatták fel a vizsgálati személyeknek, így biztosítva, hogy ne legyen lehetőségük azokat megszámlálni. Már a kétéves gyermekek is képesek voltak 1-3 elem felismerésére, a háromévesek 1-4 elem számát tudták megnevezni, a négy és öt éves gyermekek képesek voltak 1-5 elemű halmazok mennyiségét megállapítani megszámlálás nélkül. Ennek megértése azért lényeges, mert kisgyermeknél így kisebb elemszámú halmazok mennyiségének megállapításánál, vagy két kisebb mennyiségű halmaz elemszámának összehasonlításánál a megszámlálás és annak eljárásai nem feltétlenül játszanak szerepet.



6. ábra

*Alapvető számolási készségek a matematika tanulásához 5-8 éves gyermekeknél
(Forrás: Aunio & Räsänen, 2016, p. 16)*

A soron következő csoportot a matematikai összefüggések megértéseként nevezték el, ebben azokat a számolás fejlődésében meghatározó elemeket foglalják egybe, amelyek a halmazok elemei közötti mennyiségi és nem mennyiségi (például: szín, forma) kapcsolatok felismeréséhez, megértéséhez kötődnek. Ezek az összetevők abban is szerepet játszanak, hogy a tanulók helyesen használják a matematikai szimbólumokat (például: relációjelek), továbbá a korai matematikai eljárásokat is ide sorolták. Ide tartoznak azok a számolási módszerek, amiket az óvodai matematikai nevelés során tapasztalnak meg a gyermekek, ezek a soralkotás, csoportosítás és az egy az egyhez rendelések feladatai. A soralkotás, szerializáció különösen fontos a számok sorrendjének, az elemi számolás megtanulásához. A még ebben a csoportban helyet kapó elemi aritmetikai eljárások megismerése is alapvető az iskolai matematikatanuláshoz, a rész-egész viszonyok megértése, az összeadás és elvétel műveletei tartozhatnak ide (Aunio & Räsänen, 2016).

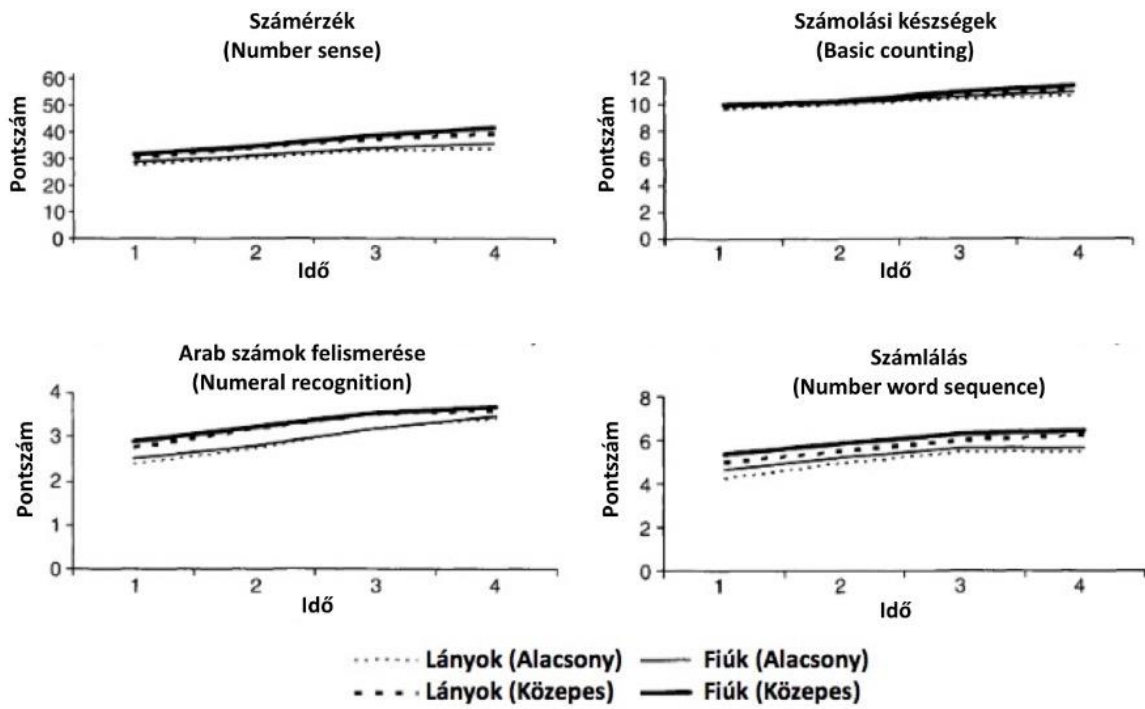
A következő csoportban helyezkednek el a számolási készségek. Aunio és Räsänen (2016) ebbe a halmazba sorolják a számnevek sorrendjét (number word sequence), hazai szakirodalomban jobban ismert nevén, számlálást, amelybe beleértjük a pozitív egész számok előrefelé és visszafelé történő helyes felsorolását, magasabb fejlettségi szinten pedig nem csak nagyobb számkörök átlépését, hanem a kettesével, ötösével vagy tízesével történő számolást is. Másik fontos alkotóeleme ennek a csoportnak a megszámlálás, adott halmaz mennyiségének

megállapítása az elemek összeszámolásával. Itt a gyermekek a megtanult számneveket és azok helyes sorrendjét használják fel a helyes válasz megadásához, így nem a korábban bemutatott szubitizációról beszélünk. A megszámlálás fejlődéséhez három összetevő együttes elsajátítására van szükség (Sarnecka & Carey, 2008), az egy az egyhez megfeleltetés, a számnevek helyes sorrendjének ismeretére, valamint a kardinális számok fogalmára, vagyis arra, hogy a gyermekek megértsék, az utolsónak kimondott szám jelenti a halmaz elemeinek összességét (Aunio & Räsänen, 2016).

Az utolsó csoportban az alapvető aritmetikai készségek szerepelnek, ide a modell szerzői a számok jelével, arab számokkal végzett alapvető számolási műveleteket, az összeadást és kivonást sorolják. Így ez a terület már az iskolás korcsoportban kerül elő, fontos előfeltétele az arab számok felismerése és a számolvasás készségének stabil fejlettsége is (Aunio & Räsänen, 2016).

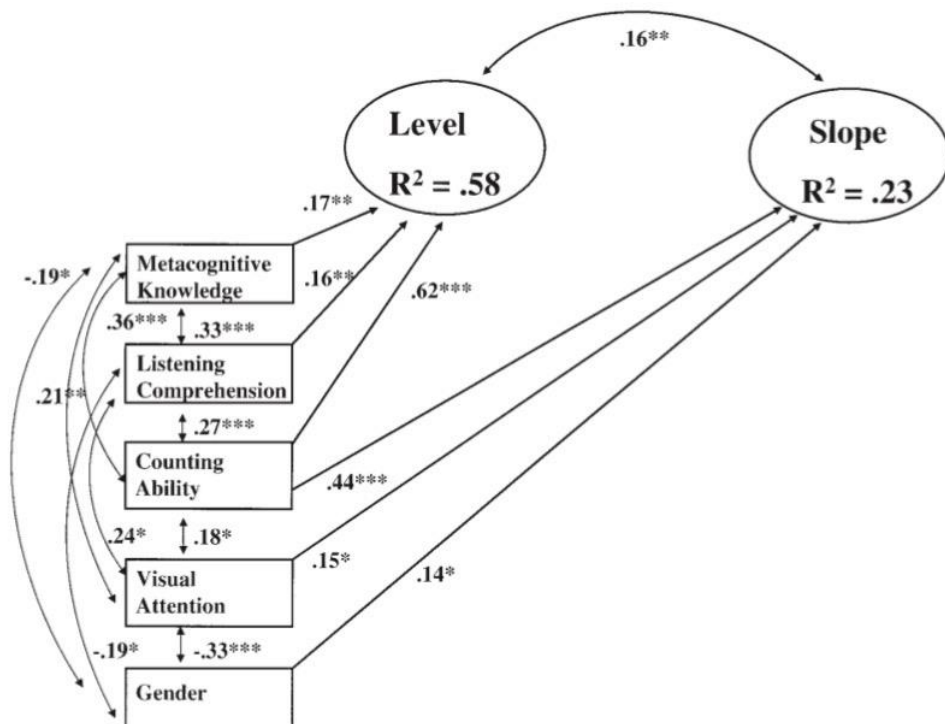
A modellben bemutatott számolási készségek fejlődését az elmúlt évtizedekben többen is vizsgálták, ezek túlnyomó része keresztmetszeti vizsgálat és elsősorban az óvoda időszakára vonatkozik (Aunio et al., 2006). Részletesebben egy longitudinális vizsgálat eredményeit ismertetjük, amelyet Jordan és munkatársai (2006) végeztek. Kutatásukban összesen 441 gyermeket követtek nyomon az iskolaelőkészítő évben, ami a hazai köznevelés óvodai nagycsoportjának felel meg. Az első mérési időpont szeptemberben, ezt követően novemberben, februárban és áprilisban voltak további mérések. A gyermekek átlagosan 5 év 7 hónapos életkorúak voltak a vizsgálat kezdetén (Jordan, Kaplan, Oláh, & Locuniak, 2006).

A vizsgálatba bevont numerikus összetevők, a számérzék, számolási készségek, arab számok felismerése és számlálás fejlődése egyenletes volt ebben az időszakban. A vizsgálat egy célja arra irányult, hogy feltárja, van-e jelentős eltérés az alacsony és a közepes szoci-ökonómiai státuszú gyermekek fejlődésében, illetve a nemek közötti eltéréseket is kielemezték (7. ábra). Növekedési modellezést (growth curve modeling) alkalmazva egyenletes lineáris fejlődést mutattak ki a vizsgált periódus alatt. Azok a tanulók, akik az iskolaelőkészítés időszakát alacsonyabb fejlettségi szinten kezdték, magasabb ütemben fejlődtek. Vizsgálatuk fontos eredménye, hogy az alacsony szoci-ökonómiai státuszú gyermekek fejlődésének mértéke elmaradt a jobb szociális helyzetű társaiktól. A nemek között összehasonlítás pedig a fiúk magasabb teljesítményét mutatta ki.



7. ábra

A korai numerikus készségek egyes összetevőinek fejlődése 5-6 éves korban
(Jordan, Kaplan, Oláh, & Locuniak, 2006, p. 164 alapján)



8. ábra

Az iskolai matematikateljesítmény szintjét és változását előrejelző tényezők
(standardizált együtthatók, * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$)
(Forrás: Aunola, Leskinen, Lerkkanen, & Nurmi, 2004, p. 704)

A bemutatott mérés mellett, Aunio és Räsänen modelljéhez fontos alapot szolgáltatott Aunola és munkatársainak (2004) longitudinális vizsgálata is, amelyben számolási készségek mellett különféle kognitív készségek, vizuális figyelem, beszédértés, méta kognitív tudás, valamint a nemek iskolai matematikai teljesítményre gyakorolt hatását elemezték (8. ábra). A kutatásban látens növekedési modellezést (latent growth curve modeling) alkalmaztak, amelynek segítségével feltárták, hogy a matematika teljesítmény szintjére és növekedésére milyen mértékű hatást gyakorolnak az előbb felsorolt tényezők. Mintájukat az iskola első három évfolyamán követték nyomon, amelyből kiderült, hogy a legerősebb hatást a számolási készségek gyakorolják mind a matematika teljesítmény szintjére, ahogyan a három év alatt végbemenő fejlődésre is. A többi vizsgálatba bevont változó esetében szignifikáns, de jóval alacsonyabb regressziós együtthatókat mértek.

Egy 6-szintű matematikai kompetenciamodell

Fritz, Ehlert és Balzer (2013) a fejezetünk elején bemutatott numerikus megismerés elméleteire, közöttük a számérzék és a tárgyállandóság fogalmaira alapozva hozta létre saját hat fejlődési lépcsőből álló korai matematikai kompetenciamodelljét 4-8 éves gyermekek számolási készségeinek fejlődésének leírására. A modellben minden fejlődési szintet egy bizonyos, jól körülhatárolható matematikai tudáselem, matematikai fogalom megértése jellemez, ilyen például a kardinális számok fogalma, vagy a mentális számegyenes fejlődése, amelyeket az előző bekezdésekben részletesen is tárgyaltunk.

Fritz, Ehlert és Balzer (2013) tanulmánya szerint a modell első, számlálás elnevezésű szintjén gyermekek alacsonyabb számkörökben megtanulják a számneveket, és kisebb mennyiségeket hangosan is meg tudnak számolni. Azonban a számolást csak egytől tudják elkezdni, és még nem alakult ki bennük a kardinális számok fogalma, így ha 5 tárgyat kérünk tőlük, még nem képesek azt odaadni. Az ezt követő, második szintet a szerzők a mentális számegyenes fejlődésével kapcsolják össze. Ezt megelőzően a kicsik már fel tudják sorolni az egymást követő számneveket, ám az ezek közötti kapcsolat még csak kezdetleges. Ennek a szintnek a végére azonban a gyermekek ismerik az egyes számok közötti viszonyokat a számsorban elfoglalt helyük alapján. Tudják, hogy az öt nagyobb a négynél, azonban a mentális számegyenes lépcsőfokai még korántsem lineárisak. A kisebb számok egymáshoz való viszonyát azok távolságát viszonylag pontosan meg tudják határozni, viszont magasabb számkörökben ugyanez már nehézséget jelent. Ez a számegyenes ekkor még csak egyfajta ordinális skálaként

jellemezhető. A szerzők a harmadik fejlődési lépcsőre helyezik a kardinalitást és bontást, amelynek legfontosabb jellemzője, hogy a gyermekek már képesek azonosítani az utolsónak kimondott számnevet a halmaz elemeinek számával, amely fontos előfeltétele a hatékony számolási stratégiák kialakulásának, és megalapoz minden további fejlődési szintet. A bontás azért jelenik meg a szintben, mert a kardinalitás koncepcióján belül lényeges annak megértése is, hogy az adott halmaz részhalmazokra bontható és újra összerakható, az elemek száma ettől még nem változik. Ennek a koncepciónak tovább fejlődésével jutunk el a modell negyedik fejlődési szintjére, ahol gyermekek számára világossá válik, hogy minden szám egy bizonyos mennyiséget jelöl, ismerik a rész-rész-egész sémákat, melyekből, ha kettőt megadunk, ki tudják következtetni a harmadikat. Továbbá a fejlődésnek ezen a szintjén lépnek be az arab számok, amelyek később különösen fontos részét képezik a gyermekek korai matematikai kompetenciájának. Az ötödik fejlődési szint a relációk szintje, ebben a kardinalitás, és sorrendiség fogalmának megértése összekapcsolódik és a tanulók mentális számegyenes fogalma kezd lineárisná válni. Végül, a hatodik szinten a tanulók megtanulják a különféle matematikai összefüggéseket, szabályokat, ismerik az arab számok rendszerét, alpműveletek jeleit, és az eddig felsorolt koncepciókat, tudáselemeket együttesen tudják alkalmazni (Fritz, Ehlert és Balzer, 2013).

Az ismertett fejlődési modellhez készült egy diagnosztikus mérőeszköz 4-8 éves gyermekek számára, a MARKO-D teszt (Ricken, Fritz, & Balzer, 2013), amelyet a következő alfejezetben részletesen is bemutatunk. Az eszközzel ellenőrizték és empirikusan igazolták a modell szintjeit és a 4-8 éves gyermekek szinteken elfoglalt helyét. Továbbá a fejlődési modell és a mérőeszköz mellé készült egy játékos matematikai fejlesztőprogramcsomag is, ez a Mina és a vakond, amelyet Németországban hatékonyan alkalmaztak a MARKO-D teszttel azonosított, lemaradásban lévő gyermekek felzárkóztatására. A 2014-ben a fejlesztőeszköz hazai adaptációjára is sor került (Rausch, Debreczeni, & Szabó, 2014; Rausch & Turiané Toldi, 2015).

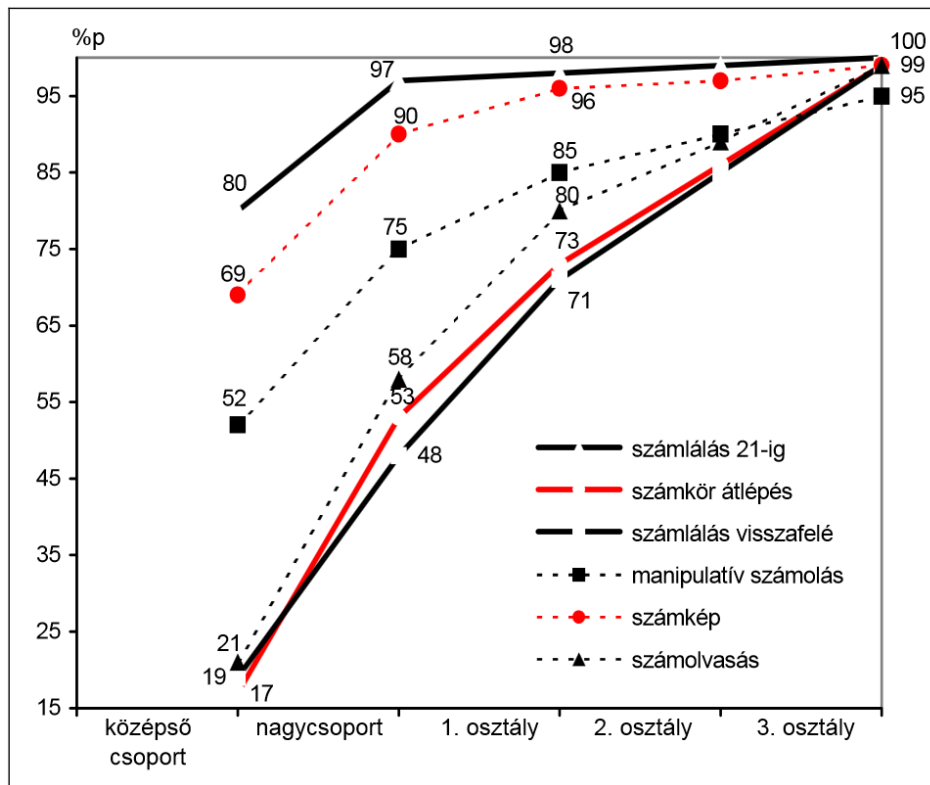
Az elemi számolási készség fejlődése

Hazánkban a DIFER tesztbattéria (Diagnosztikus Fejlődésvizsgáló Rendszer) kidolgozásakor részletesen vizsgálták az elemi alapkészségek, köztük az elemi számolási készség fejlődését. Nagy és munkatársai (2004a) az elemi számolási készséget a százas számkörbeli számlálás, a húszas számkörbeli manipulatív számolás, tízes számkörbeli számképfelismerés és a százas számkörbeli számolvasás készségeiből álló elemi alapkészségként definiálják (Nagy, Józsa,

Vidákovich, & Fazekasné Fenyvesi, 2004a). Ebben a fejezetben a készség összetevőinek fejlődését, valamint az ehhez kapcsolódó háttérvizsgálatok főbb eredményeit mutatjuk be.

Józsa Krisztián (2014) a Nagy József DIFER teszthez (Nagy et al., 2004) meghatározott fejlettségi szintekhez kapcsolta az elemi számolási készség egyes alkotóelemeit, amelyek elsajátítását a számkörök folyamatos bővülésével írja le. Az első, előkészítő szinten a gyermekek még az ötös számkörig terjedően rendelkeznek számfogalommal, az ennél magasabb számokat csak mondóka szerűen ismerik. A következő, kezdő szint ugyanezen az elven, de már a tízes számkörig terjed, amit a haladó szinten már a húszas számkörön belüli számolás követ. Az utolsó előtt, befejező fejlettségi szintnél eljutnak a százas számkörben történő számlálásig és a manipulatív számolási műveletek egyes elemeire is képesek már, emellett itt már kezdeti ismeretek is megjelennek a számjegyekről. Végül, az optimum szinten stabil számfogalomról beszélhetünk, az összes összetevőnél képesek a bemutatott számkörökön belüli műveletekre, számképfelismerésre, valamint ötszázas számkörön belül is képesek számolni a gyermekek. Emellett a számjegyek leolvasása sem jelent nekik problémát százas számkörön belül.

Az országos felmérések eredményei alapján az elemi számolási készség fő összetevőinek fejlődését a 9. ábra mutatja. Ezek közül a számlálás fejlődése a legintenzívebb az óvoda időszakában, amelyen belül először a 21-ig számlálás éri el az említett optimum szintet az óvoda végére. A számlálás további összetevői, a számkörök átlépése és a visszafelé számolás is gyorsan fejlődik az óvodás korú a gyermekeknél. Bár minden összetevőnél az látható, hogy a legmeredekebb fejlődés a nagycsoportban tapasztalható. A számképfelismerés területe eleve magasabb szintről indul óvodás korban, és fejlődése emiatt valamivel lassabbnak érzékelhető. Legkésőbb a számkörök átlépése, a visszafelé számolás és a számolvasás éri el a magasabb fejlettségi szinteket. Ha abból indulunk ki, hogy az iskolai matematikatanuláshoz az összetevők többségének ideális esetben el kellene érnie a befejező szintet, akkor láthatjuk, hogy ez a nagy átlag esetében csak második évre következik be. Ezáltal a gyermek jelentős része úgy ül be az iskolapadba, hogy még nem fejlődtek ki teljesen az elemi számolási készségeik, így a tanítónak feltétlenül oda kell figyelnie a számolás elemi összetevőinek fejlesztésére is (Nagy et al., 2004a; Józsa, 2014).



9. ábra

Az elemi számolási készség összetevőinek fejlődése (Nagy et al., 2004a, p. 47)

Amint az eredményeken is látszik, az elemi számolási készség fejlődése hosszú folyamat, most csak az átlagokat mutattuk be, viszont az iskolát kezdő gyerekek között jelentős egyéni különbségek vannak, és már ebből is kivehető, hogy többségük még nem éri el az optimális szintet minden összetevő esetében. A legnagyobb fejlődés az elemi számolás készségének terén a nagycsoportban és az iskola első évfolyama alatt megy végbe. A kiugró különbségek meghatározóak a gyermekek értelmi fejlődése szempontjából, mivel az elemi számolási készség nélkülözhetetlen az eredményes iskolakezdéshez és az iskolai matematikatanuláshoz (Nagy et al., 2004a). Korábbi vizsgálatokból arra is fény derült, hogy a családi háttérnek milyen jelentős szerepe van e készség fejlettségében. Amint azt Józsa is kiemeli, a számolási készségek fejlettségét megvizsgálva a szülők iskolázottságának szintjei szerint, kivehető, hogy jelentős különbségek vannak a szintek között. A legalacsonyabb és legmagasabb iskolai végzettségű szülők első osztályos gyermekeinek teljesítménye között 27 százalékpontnyi különbséget mért. Ha ennek tükrében visszatekintünk a 9. ábrára, akkor kivehető, hogy ez ebben az életkori csoportban az összetevők átlagos fejlődését nézve a különbség egy tanévet is jelenthet (Józsa, 2004; Józsa, 2014).

3.2. Összefoglalás

Ebben a fejezetben a korai numerikus készségek összetevőit és azok fejlődését mutattuk be. Az ismertetett modelleket összegezve elmondhatjuk, hogy a szakirodalomban széleskörben elterjedt nézet szerint a számolási készségek fejlődését megelőzi a mennyiségek hozzávetőleges reprezentációja, a számérzék (Dehaene, 2003; Lipton & Spelke, 2005). Az ezzel foglalkozó tanulmányok szerint a számérzék már a szimbolikus számreprezentációk előtt megjelenik, és kapcsolatban áll a becsléssel, számolási készségekkel, mennyiségek, halmazok elemeinek összehasonlításával, ezek pedig mind fontos alapjait képezik később az iskolai matematikatanulásnak (Jordan et al., 2007).

A verbális számolási készségek fejlődéséhez először a számok nevét kell elsajátítani. A gyermekek azok sorrendjét is elkezdik megtanulni már öt éves koruk előtt. Tanulmányunkban az elemi számlálásnak nevezett terület, a számok megfelelő sorrendjének ismeretét (előre és visszafelé), számkörök átlépésének rutinjait jelenti, melyek fontos alapjai számolási készségeknek, elemi számolási műveletek végzésének. Ezek nélkül elképzelhetetlen az összeadás, kivonás megtanulása az iskolában (Aunio & Räsänen, 2016). A számlálás az egy az egyhez megfeleltetésen, számnevek helyes sorrendjén és a kardinális számok fogalmán alapulva képezi az aritmetikai készségek alapját (Aunio & Niemivirta, 2010). Az elemi műveletek, számolási feladatok elvégzésének készségei a számok sorrendjének és a kardinalitás fogalmának megértését követően kezdenek gyorsan fejlődni a gyermekeknél (Fritz, Ehlert és Balzer, 2013). Időközben a gyermekek megtanulják a különböző matematikai eljárásokat, szabályokat és összefüggéseket. A korai numerikus készségek szükségesek az iskolai matematika tananyag elsajátításához, a hiányosságukból fakadó problémák hatásait pedig később sokkal nehezebb már kompenzálni (Jordan et al., 2009; Aunio & Niemivirta, 2010). A számolási készségek fejlődésénél szándékosan nem tértünk ki a számolási készségek zavaraiival kapcsolatos vizsgálatok eredményeire, mindössze röviden említettük meg az ehhez is kapcsolódó fogalmak, például a mentális számegyenes és verbális szókeret kapcsolatának jelentőségét. A bemutatott fejlődési modellekhez kapcsolódóan több mérőeszköz is a szakemberek rendelkezésére áll, amelyeket az előző fejezetünkben ismertettünk.

4. MATEMATIKA AZ ÓVODÁBAN ÉS AZ ISKOLA KEZDŐ SZAKASZÁBAN

Ebben a fejezetben az óvodai matematikai nevelés és az általános iskola első két évének matematikatanításának tartalmát tárgyaljuk. Először az óvodai matematikai nevelés fő céljait és módszereit vázoljuk fel, és az óvodáztatás időtartama alatt az iskolai matematikatanulásra felkészítő tevékenységek tartalmi jellemzőit ismertetjük, ezt követően külön részt szentelünk az iskolakészültség fogalmának bemutatására, amin belül a kognitív területek fejlettségére vonatkozó pontokat emeljük ki. Végül ismertetjük az általános iskola alsó tagozatának matematikai tartalmi kereteit, elsősorban az első és második évfolyam tantervi struktúrájára alapozva, ahol nem csak a szaktárgyi területekre, hanem az iskolai első évei alatt tanult matematikai eljárások, ismeretek alkalmazására is kitérünk.

4.1. A hazai óvodai matematikai nevelés tartalma és az iskolakészültség

Az óvodai matematikai nevelés célja, feladatai

A hazai óvodák működését és pedagógiai munkáját, az óvodai nevelés általános céljait és feladatait a Köznevelésről szóló Törvény (2011. évi CXCV. törvény) 5. § 4. pontja alapján az Óvodai Nevelés Alapprogramja (363/2012. (XII. 17.) Korm. Rendelet) (továbbiakban: ONAP) és az annak megfelelően kidolgozott helyi pedagógiai programok határozzák meg. Az ONAP csak felületesen érinti a matematika nevelés területét, azt mindössze pár alpontban jeleníti meg. A matematikai neveléssel kapcsolatos tartalmak az óvodai élet tevékenységi formái és az óvodapedagógus feladatai című fejezet a külső világ tevékeny megismeréséről szóló alfejezetében kerülnek elő. A programban itt a környezet formai, mennyiségi, téri viszonyairól való tapasztalatszerzést említik, amelyet az alfejezet harmadik pontjában leírt matematikai tartalmú tapasztalatszerzés követ: *„A gyermek a környezet megismerése során matematikai tartalmú tapasztalatoknak, ismereteknek is birtokába jut és azokat a tevékenységeiben alkalmazza. Felismeri a mennyiségi, alaki, nagyságbeli és téri viszonyokat: alakul ítélnőképessége, fejlődik tér-, sík- és mennyiségsszemlélete.”* Az ONAP szövegrészeiben megjelenő más területekkel összehasonlítva, az anyanyelvi és szociális-érzelmi nevelés sokkal hangsúlyosabban, egyben bővebben kifejtve van jelen. Ez jól megragadható az utolsó, a fejlődés jellemzői az óvodáskor végére című fejezet tartalmában is, hiszen itt mindössze az *„elemi mennyiségi ismeretei vannak”* szövegrészt találjuk, bár az előtte pár bekezdéssel megjelenő, inkább vizuális- és mozgásfejlődésre vonatkozó gondolatok között lévő téri észlelés

és téri tájékozódás fogalmakba a geometria tanulásának megalapozását is beleérthetjük. Ebből is következik, hogy az előbb bemutatott nagyvonalú keretek között az óvodákra hárul, hogy saját pedagógiai programjukon belül az óvodai matematikai nevelési feladataikat részletesen kidolgozzák. Az óvodai pedagógiai programok jelentős része leképezi az ONAP struktúráját, és sok dokumentum, annak megfelelően, csak mellékes területként foglalkozik a matematikai neveléssel, főként a környezeti nevelés részeként.

Az óvodai matematikai nevelés tartalma

A jogszabályok és dokumentumok áttekintése mellett megvizsgáltuk a hazai óvodapedagógusképzés óvodai matematikai neveléshez kapcsolódó tematikáit, és a matematikai nevelés tartalmát a leggyakrabban megjelölt hazai szakirodalom (Perlai, 1997; Villányi, 1993; Körmöci, 2014) alapján tárgyaljuk. Ezek alapján három fő egységbe rendezhetjük a matematikai nevelés tartalmát, a számfogalom, a halmazok és a geometria témakörébe.

A halmazok témaköre sok tekintetben átfedést mutat más fejlesztési területekkel. Jellemzően először a megfigyelésre és szókincsbővítésre helyezik a hangsúlyt, annak érdekében, hogy különböző tárgyakat, vagy akár személyeket képesek legyen a gyermekek összehasonlítani, leírni bizonyos tulajdonságaikat, és ezután felismerni az észlelhető azonosságokat és különbségeket. Jellemzően ezt követi a halmazképzés megalapozása, amikor az óvodapedagógus kérésére egy adott tulajdonságnak megfelelően tudnak tárgyakat kiválogatni vagy egybegyűjteni. Erre épül az osztályozás begyakorlása, amikor a meghatározott jellemzők szerint kérik a gyermekeket, hogy válogassák szét a halmaz elemeit, így képezve részhalmazokat. Magasabb fejlettségi szinten kezdődik meg a soralkotás, tárgyak meghatározott szempontok szerinti sorba rendezése, ahol együttesen szükséges alkalmazni a már megtanult logikai eljárásokat. Emellett ennél a területnél a nagycsoportos korosztályhoz tartozó gyermekeket a pedagógus vezeti rá összefüggések felismerésére, és kiemelt szerepet kap a gyermekek beszélgetése, megnevezik a tulajdonságokat, a tevékenységek alatt elmondják mit csinálnak (Perlai, 1997). A jellemző fejlesztő feladatokban már észrevehető az általános következtetési gondolkodási képességek műveletei is. Előfordul, hogy megjelennek induktív gondolkodási műveletek (Klauer, 1997), például sorba rendezésnél, vagy részhalmaz képzésnél a gyermekeknek kell felismerni a szabályt, ami alapján folytathatják a megkezdett sort, vagy ami szerint részhalmazokat képezhetnek.

A számfogalom megalapozása, vagy előkészítése kiemelt feladat az óvodai matematikai nevelésben, jellemzően a halmazok témakörével párhuzamosan van jelen a matematikai tartalmú irányított foglalkozásokon, amelyeken először a gyermekek természetes tapasztalataira építve kezdenek foglalkozni a mennyiségekkel és a számokkal. Kisebb életkorban ez egyszerűen észlelhető tulajdonságok összemérésével kezdődik. A gyerekek játékos keretek között mérik össze adott tárgyak hosszúságát, méretét, térfogatát és tömegét. Ezt követi a halmazok mennyiségének összemérése, ahol fokozatosan szereznek tapasztalatot a halmazok elemeinek számosságáról, és a kardinális számok fogalmát is megértik. Ezzel párhuzamosan a tőszámok és sorszámok neveit is megtanulják, számláláskor azokat megfelelő sorrendben alkalmazzák, és meghatározott számolási műveleteknél ezeket helyesen tudják alkalmazni. A számneveket pontosan össze tudják kapcsolják a mennyiségek változásaival (Perlai, 1997; Körmöci, 2014).

A geometria tanulásának megalapozása is hangsúlyosan jelenik meg az óvodai nevelésben és nem csak a matematikai foglalkozások során zajlik. A halmazok részterületéhez hasonlóan itt is minden fejlesztés először szókincsbővítéssel, fogalmak megismertetésével kezdődik, amelyeket következetesen szükséges alkalmazni. Emellett a geometriához kapcsolódó készségek fejlődése legtöbbször olyan játékos tevékenységek által megy végbe, amelyek során valamit alkotnak a gyermekek (Perlai, 1997). Így az építőjátékoktól kezdve, a gyurmázáson át, a papírvágásig számos olyan foglalkozás sorolható fel, ahol az észlelés és érzékelés (látás, tapintás), térszemlélet is fejlődik. Egyes fogalmak megtanítását segítheti tükör, papírvágás, mozgások leutánzása, amelyhez jól köthető a síkbeli és térbeli tájékozódás szavainak elsajátítása, ezáltal a relációkincs elemi alapkészségének fejlesztése is (Nagy et al., 2004a).

Az óvodai matematikai nevelés elvei és módszerei

Perlai (1997) szerint a matematikai nevelés sajátos elvei közé tartozik (1) a gyermekek életkori és egyéni sajátosságainak figyelembevétele, (2) az életszerűség, érthetőség, fokozatosság, (3) a motiváció, és (4) a játékoság. Véleménye szerint az óvodai matematikai nevelés eredményességét nagy mértékben befolyásolja az, hogy a felsorolt elvek mennyire jelennek meg az óvodai tevékenységek során. A hatékony pedagógiai munka során emellett elkerülhetetlen a gyermek egyéni jellemzői és fejlettségéhez való igazodás. Ennek érdekében is nyúlhatunk a pedagógiai értékelés változatos eszközeihez (Nagy et al. 2004a). Ezekben a gondolatokban a matematikai módszertani leírásoknál Dienes Zoltán alapelvei köszönnek

vissza, amelyek szintén ezt a szemléletet erősítik (Dienes, 1999). Amelyek a hazai iskolai matematikatanításba Varga Tamás „komplex matematikatanítás kísérlete” által jutottak el, ő volt az, aki átvette és a hazai oktatási környezethez igazította azokat (C. Neményi, 2002).

A Perlai (1997) által felsorolt életszerűség, érthetőség, fokozatosság elve mentén tervezhetők meg matematikai tartalmú óvodai foglalkozások. Egy-egy matematikai foglalkozás alkalmával olyan egyszerű problémahelyzeteket mutatunk be a gyermekeknek, amelyek által építhetnek mindennapi tapasztalataikra, természetes kíváncsiságukra. A problémahelyzeteknél fontos, hogy azokat kellőképp megértsék, kapcsolni tudják hétköznapi helyzetekhez. Emellett e korcsoport esetében is különösen fontos, hogy építsünk a meglévő ismereteikre, tapasztalataikra, így mutatva meg számunkra új feladatokat, ismereteket, műveleteket. Kisgyermeknél különösképpen igaz, hogy figyelmüket nagymértékben meghatározza az érdeklődésük. A gyermekeket körülvevő világ jelenségei, eseményei változatos ideig tudják lekötni a figyelmüket, ezért annak érdekében, hogy a gyermek odafigyelve, aktívan vegyen részt a foglalkozásokon, fel kell kelteni az érdeklődését, amelyet a szervezet foglalkozások elején „motiváció” vagy „ráhangolás” rész során szoktunk megtenni, mesével, dallal, mondókával. Ezt követően, annak érdekében, hogy érdeklődésük és figyelmük fenn is maradjon, a foglalkozások alatt játékos feladathelyzeteket kell teremtenünk, így a tanulás játékos keretek között mehet végbe. Ez segíti, hogy a matematikai tapasztalatszerzése élményszerűen történjen, és annak feladataihoz a gyermekek pozitívan viszonyuljanak a jövőben is (Perlai, 1997; Körmöci, 2014).

Iskolakészültség fogalomrendszere és a számolási készségek szerepe

Az eredményes iskolakezdés feltétele, hogy a tanuló felkészülten kezdje meg általános iskolai tanulmányait. Ezért a gyermekek iskolakészültsége, az iskolakezdés időszakának kognitív, szociális és érzelmi fejlettsége régóta a pszichológiai és neveléstudomány kutatások fókuszában áll, nemzetközi és hazai szakirodalomban is olvashatunk az iskolakészültség fogalmáról (Duncan et al., 2007), a gyermekek optimális fejlettségi szintjéről (Nagy et. al, 2004a). A gyermekek fejlettségének felmérésére különböző eszközök, eljárások kerültek kidolgozásra, egy részükről részletes empirikus eredmények is rendelkezésünkre állnak (Nagy et al., 2004b; Snow & Van Hemel, 2008).

Az iskolakészültség meglehetősen összetett fogalmának leírására vonatkozóan a nemzetközi szakirodalomban számos tartalmi keretrendszerrel találkozhatunk, a különböző megközelítések más-más összetevőt helyeznek előtérbe (Scott-Little, Kagan, & Frelow, 2006),

a szakirodalom jelentős részében általánosan elfogadott, hogy az iskolakészültség fogalmába egyaránt beletartozik a gyermek fizikai állapota, szociális és kognitív fejlettsége, és sokszor még ennél is több összetevőt határoznak meg, amelyek egymással összefüggve befolyásolják a későbbi iskolai teljesítményt (Hair et al., 2006).

A hazai szakirodalomban Nagy József (1980, 1987) a PREFER teszt kidolgozásakor foglalta össze azoknak az alapkészségeknek a rendszerét, amelyek a sikeres iskolakezdéshez szükségesek. Az általa felvázolt rendszerben az iskolaérettség fogalmát szűkebb értelemben használta, amely a gyermek iskolakészültségének, kognitív, szociális és személyes összetevőket magába foglaló rendszerén belül helyezhető el. Bár, a nemzetközi szakirodalomban egységesen alkalmazott „school readiness” fogalmát, a magyarra rendszerint iskolaérettségnek fordítják, és a magyar nyelvű szakirodalom széles körét e fogalom mentén találjuk meg, mi is az iskolakészültség kifejezés használata mellett foglalunk állást. Így a dolgozat egészében következetesen ezt a kifejezést használjuk, amelyen belül több összetevő (fizikai állapot, kognitív, szociális készségek) együttes fejlődését és az iskolakezdésben meghatározó szerepét hangsúlyozzuk, és ennek megfelelően tárgyaljuk az iskolakészültség alkotóelemeit is. Fogalomhasználatunk alapját képezi emellett az a nemzetközi szakirodalomban egységes álláspont, miszerint az iskolakezdés továbbra is elsődleges meghatározója, a gyermek életkora korántsem garancia a gyermek felkészültségére (Gredler, 1992, idézi: Hair, Halle, Terry-Humen, Lavelle, & Calkins, 2006). Miközben az iskolaérettség kifejezés, az iskolakészültséggel szemben, az életkor kiemeltebb szerepét sugallja.

Az iskolakészültségben szereplő fejlettségbeli összetevők illusztrálásához a Kagan, Moore és Bradekamp (1995) által kidolgozott részletes keretrendszert ismertetjük, amelyben 5 fő dimenziót határoztak meg a gyermekek iskolára való felkészültségének leírására. Az első az általános fizikai állapot, aminek része a gyermek mérete, testtömege mellett a motoros készségeinek fejlettsége és egészségi állapota is. A következő dimenzióba a szociális és érzelmi fejlettséget sorolták, ennek fontos elemként megjelölve a kortársakkal és a tanárokkal való pozitív kapcsolatot. A harmadik dimenzióban a gyermekek a tanuláshoz való viszonya szerepel, amely a feladatvállalást, feladattartást is magába foglalja. A negyedik dimenzióba elkülönítve jelenítik meg a gyermekek nyelvi fejlettségét, melyek részei a beszédértés, az alapszókinccs és azok az alapkészségek, amelyek később az írás-olvasás fejlődéséhez lesznek szükségesek. Az utolsó dimenzióban kapnak helyet a gyermek kognitív fejlettségéhez kapcsolódó összetevők, beleértve az észlelés-érzékelés alapmotívumait, tárgyak közötti kapcsolatok megértését is. Ezek a fejlődési területek később számos iskolakészültséget célzó vizsgálatnál is megjelentek (Snow & Van Hemel, 2008).

A számolási készségek iskolakezdéskori fejlettségének jelentősége többször felmerült már a dolgozatban. Meghatározó szerepét kiemeltünk a bevezetésben és a korai numerikus készségek fejlődését bemutató fejezetben is. A korábban ismertetett gondolatokat az iskolakészültség fogalomrendszerében elfoglalt helyével egészítjük most ki, mivel az utóbbi tíz évben egyre több kutatás foglalkozik az iskolakészültség kognitív összetevőin belül kifejezetten a matematika tanulásához kapcsolható készségek fejlettségével (Jordan et al., 2009; Aunio & Niemivirta, 2010). Ennek egyértelmű oka, hogy a matematika a világ minden részén egyformán meghatározó iskolai tantárgy, fejlődésével több nemzetközi rendszerszintű mérés is foglalkozik (IEA TIMSS, OECD PISA), amelyek rávilágítanak a tanulók matematika teljesítményével, az iskolában tanultak alkalmazásával kapcsolatos problémákra (Csíkos & Vidákovich, 2012). Longitudinális vizsgálatok pedig már az iskola kezdő szakaszában jelzik a későbbi gyengébb teljesítmények kiváltó lehetséges okokat. Természetesen a tanulók teljesítményére számos tényező, például családi háttér, szelektív iskolarendszer (Csapó, Fejes, Kinyó, & Tóth, 2014), hatást gyakorol, az mégis észlelhető, hogy a tanulók közötti különbségek jelentős része már az iskolába lépéskor fennáll, és sok iskolarendszer ezeket a különbségeket nem tudja csökkenteni, sőt azokban az országokban, ahol szelektívebb az iskolarendszer, még inkább fel is erősíti. Ennek következtében válik különösen jelentőssé az óvoda és iskolakezdés időszaka, ahol a lemaradásokat időben észlelve, még sokkal kevesebb erőfeszítéssel lehet felzárkóztani a tanulókat. Erre az elgondolásra indultak el például az Egyesült Államokban a hátrányos helyzetű gyermekek iskolai sikerességének biztosítását célzó „Head Start” programok (Arnold, Fisher, Doctoroff, & Dobbs, 2002).

Az iskolakészültség vizsgálata évtizedek óta kiemelkedő kutatási területnek tekinthető (Barbu, Yaden, Levine-Donnerstein, & Marx, 2015) a kidolgozott vizsgálati eljárások a célcsoport életkori sajátosságait alapul véve elsősorban szemtől szembeni kikérdezésen és megfigyelésen alapulnak, így azok eredményeit a kikérdező, illetve megfigyelő által szubjektív tényezők is befolyásolhatják (Csapó, Molnár, & Nagy, 2015). A hazai iskolaérettségi vizsgálatok gyakorlatát Apró (2013) mutatja be részletesen, aki vizsgálatában az óvodák által alkalmazott mérőeszközöket és eljárásokat térképezte fel. A felmérésben résztvevő óvodák többsége napjainkban még nem használ standardizált mérőeszközt a gyermekek fejlődésének monitorozására, jelentős részük az óvodapedagógus megfigyelésére alapozva dokumentálja a gyermekek fejlődését. Azokban az intézményekben, ahol mérőeszközöket alkalmaznak, a DIFER tesztbatteria a legelterjedtebb. Mivel a jelenleg hatályos jogszabályok szerint a gyermekek iskolakezdéséről az óvoda vezetője dönt, így fontos, hogy milyen szempontok alapján hozzák meg ezt a döntést. Emellett a szülők vagy az óvodavezető kezdeményezésére a területileg

illetékes pedagógiai szakszolgálat, pedagógusokból, gyógypedagógusokból, pszichológusokból álló szakértő bizottsága méri fel a gyermek iskolakészültségét (Köznevelési Törvény, 2011). A szakértő bizottságok vizsgálati eljárásáról, annak tudományos háttéréről, vagy az ott alkalmazott mérőeszközökről azonban nem található számottevő információ, a vizsgálatok akárcsak az óvodai vizsgálatoknál, megfigyelésen és személyes kikérdezésen alapulnak. A vizsgálatok részei között szerepel a gyermekek viselkedésének megfigyelése, nyelvi, kognitív, pszichomotoros fejlettségük felmérése, amelyek mellett helyett kapott a számolás vizsgálata is, ugyanakkor ennek elsődleges feladata a számolási zavarok diagnosztizálása (Torda, 2016).

4.2. Az iskolai matematikatanulás első évei

Amint az korábban felvázoltuk, iskolába lépéskor a gyermekek között jelentős fejlettségbeli különbségek vannak. Ez igaz a számolás, matematika tekintetében is, ez az időszak több szempontból is meghatározó és kihat a gyermekek későbbi iskolai matematika teljesítményére. Annak érdekében, hogy a korai numerikus készségek jelentőségét összefüggéseiben szemléltessük, fontos bemutatnunk az iskolai matematikatanulás kezdeti szakaszának tartalmi területeit, valamint ismertetni, miként játszanak szerepet a numerikus készségek az iskolában megjelenő matematikai fogalmak és fő tartalmi területek tananyagának megértésében. Ebben az alfejezetben az alsó tagozatos matematika tantervi kereteit, a matematika fő területeinek az iskola első két évfolyamán megjelenő részeit tárgyaljuk, amelyeknél az óvodai matematikai nevelés során elsajátított, matematikatanuláshoz szükséges szerepére is kitérünk. Végül röviden írunk az elsajátított matematikatudás alkalmazásának kérdéseiről is.

Az iskolai matematikatanulás tartalma és tantervi keretei

Iskolába lépve a gyermekek az óvodához képest sokkal szervezettebb keretek között kezdenek tanulni, bár az iskolára való felkészítés során már az óvodai csoportban is elkezdtek hozzászokni a szervezett kiscsoportos foglalkozásokhoz. Ezek a tevékenységek azonban sokkal játékosabb formában zajlanak, és jellemzően azokat megelőzően és követően is szabad játék volt a napirend (Perlai, 1997). Az alsó tagozatban ennél már kötöttebb órarendben tanulnak, ugyanakkor a matematikai fejlesztés itt is még kezdetekben a gyermekek tapasztalataira, cselekedtetésre és szemléltetésre építve halad az absztraktabb fogalmak megértése felé. Elkezdődik a gyermekek által megtapasztaltak és a különféle szimbólumok és fogalmak

kapcsolatának megteremtése (Csíkos, Molnár, & Csapó, 2015). A hatályos kerettantervben (EMMI, 2012) leírtak szerint, az első évfolyamokon a matematikatanulás-tanítás célja a gyermekek személyiségének és gondolkodásának formálása, és a matematika tudományának megismertetése játékos tevékenységek és a fokozatosság elve szerint, elsősorban tapasztalatokon alapuló megismerési módszerek használatával. Egyes kutatások szerint ebben a viszonylag rövid kezdeti szakaszban is fel lehet halmozni olyan lemaradást, amelyet behozni később már csak fáradtságos munkával lehet. Az iskoláztatás kezdetén a fogalmak megértését gátolhatja, a számolási készségek alacsony fejlettsége mellett, a beszédértés problémája, valamint a szókincs, különösen a relációszókinccs területén jelenlévő hiányosságok (Jordan et al., 2009; Jordan, Glutting, & Ramineni, 2010; Nagy et al., 2004a).

A matematika alsó tagozatban megjelenő tartalmi összetevőit, azok egymásra épülését Szendrei és Szendrei (2011), valamint Csíkos és Csapó (2015) munkái alapján mutatjuk be. A matematika elsődleges tartalmi területeit és a hozzájuk tartozó területeket a 2. táblázatban soroljuk fel, amelyből kiderül, hogy az iskolai matematikatanulás első éveiben is már az öt fő terület, és az ezekhez kapcsolódó alegységek, fogalmak megtanítása jelenik meg. A következő bekezdésekben ezeket a területeket ismertetjük az általános iskola alsó tagozatára, amiken belül elsősorban az első és második évfolyamon megjelentő fogalmakat emeljük ki.

2. táblázat. *A matematika fő területei (Szendrei & Szendrei, 2011, p.104)*

<i>Elsődleges tartalmi területek</i>	<i>A Mathematics Subject Classification szerinti fő területek</i>
Számok, műveletek, algebra	11: Számelmélet (<i>Number theory</i>) 12: Testelmélet és polinomok (<i>Field theory and polynomials</i>) [az absztrakt algebra további területei (further topics of abstract algebra): 06, 08, 13-22]
Relációk, függvények	26: Valós függvények (<i>Real functions</i>) [az analízis és differenciálegyenletek további területei (further topics of analysis and differential equations): 28-49]
Geometria	51: Geometria (<i>Geometry</i>) [a geometria és topológia további területei (further topics of geometry and topology): 52-58]
Kombinatorika, valószínűség-számítás, statisztika	05: Kombinatorika (<i>Combinatorics</i>) 60: Valószínűségelmélet és sztochasztikus folyamatok (<i>Probability theory and stochastic processes</i>) 62: Statisztika (<i>Statistics</i>)
A matematikai gondolkodás módszerei	03: Matematikai logika és a matematika alapjai (<i>Mathematical logic and foundations</i>)

Az első fő terület a számok, műveletek és algebra témakör, ez adja a matematika alapjait, ezért nem véletlen, hogy az iskola első éveiben ez a terület jelenik meg leghangsúlyosabban. A Nemzeti alaptantervre (2012) épülő kerettantervek (EMMI, 2012) alapján, első és második osztályban az erre szánt órakeret összesen 147 órát tesz ki. Összehasonlításképpen, a többi tartalmi területre ezekben az években összesen 88 tanóra jut, a relációkra, függvényekre 32 óra, geometriára 46 óra, statisztika és valószínűség témakörére pedig mindössze 10 óra. A matematikai gondolkodási módszerek fejlesztése a többi terület tanítása közben folyamatosan történik, erre külön órakeretet nem határoztak meg. A számok, műveletek, algebra témaköreikhez tartozik a számfogalom, a számkörök, és a négy alpművelet és jelek elsajátítása, amellyel az algebra témakörének első elemei is megjelennek (Csíkos & Csapó, 2011). Az óvodában megtapasztalt egész számok rendszerét itt tovább bővítjük, az arab számok felismerése és hangos leolvasása, a számolvasás is ebben az időszakban fejlődik nagy mértékben (Józsa, 2015). E területhez kapcsolódóik szorosan a korábban már ismertetett mentális számegegyenes fogalma (Opfer & Siegler, 2013), és Dehaene (2003) hármas kódolás elmélete. A mentális számegegyenes ebben az időszakban alakul át lineárisra, amelynek köszönhetően az átlagosan fejlődő gyermekek 8 éves korukra a számok helyét, és a közöttük lévő távolságot is meg tudják határozni 100-as számkörben. Emellett a számok írott jelét, verbális nevét, és az általuk reprezentált mennyiségeket is megfelelően már össze tudják kapcsolni (Csíkos & Csapó, 2011; Opfer & Siegler, 2013; Dehaene, 2003).

Egy másik terület, amelynek tanítása már szintén alsó tagozatban is szerepet kap a relációk és függvények témaköre. A témakör tanítása a halmazok és halmazok közötti hozzárendelések matematikai alapfogalmain nyugszik (Szendrei & Szendrei, 2011). A kerettanterv ennek 1-2. évfolyamos tanításához mindössze a tárgyak sorba rendezését és az idővel kapcsolatos tapasztalatokat nevezi meg előzetes tudásként (EMMI, 2012), miközben a témakör fogalmainak megértéshez még kötődik a DIFER tesztben is vizsgált összefüggések megértése is (Nagy et al., 2004a). Továbbá több tipikus induktív gondolkodási művelet (Csapó, 1998) fejlesztése is megtörténik a témakörhöz kapcsolatosan, például jellemzőek a számsorozat szabályának felismerésére és folytatására vonatkozó iskolai feladatok ezeken az évfolyamokon, amelyhez gyermekeknek elengedhetetlen ismerniük a korai numerikus készségek közül a számok nevét és sorrendjét elengedhetetlen ismerniük.

A geometria területére jut még több idő az első és második évfolyamon, ennek fontos óvodai előzménye a térszemlélet és a tájékozódás, amelyekről az óvodai matematikai nevelés tartalmánál írtunk. Alsó tagozaton ezekre építve folytatódik a gyermekek tér- és síkgeometriai szemléletének fejlesztése, amelynél változatos szemléltetőeszközök, tevékenységek

alkalmazhatók. A korai numerikus készségek összetevői közül, a geometriai alakzatok felismeréséhez és leírásához szükséges a számok ismerete, és a mennyiségekkel szerzett tapasztalataik lehetnek még meghatározó előfeltételek. A számolási készségek említett elemei mellett, az elemi alapkészségek közül a relációszókincsben is fellelhető téri tájékozódási szavak, valamint mennyiségi relációsavak ismerete és pontos használata is alapvető (Nagy et al., 2004a).

A felsorolt matematikai területek közül a statisztika és valószínűség témakörére marad a legkevesebb időkeret az iskola első két évében. Alsó tagozaton inkább a tapasztalatszerzésen és alapkészségek fejlesztésén van a hangsúly, ezek között a kombinatív és a valószínűségi gondolkodás fejlesztése kezdődik meg, különböző rendszerezési feladatokkal, események megfigyelésével (Csíkos & Csapó, 2011).

Az utolsó tartalmi terület a matematikai gondolkodás módszerei, amely külön órakeret nélkül, folyamatosan jelen van az alsó tagozatos matematikai tevékenységekben. Ennek magyarázata lehet, hogy a matematikai gondolkodás szorosan összefügg az előbb bemutatott területek mindegyikével, és fejlődése már kisgyermekkorban a számolás fejlődésével együtt elkezdődik. A felsorolt területek a gondolkodás fejlesztésének színtereként is funkcionálnak (Szendrei & Szendrei, 2011). Ez a kerettanterv fejlesztési céljai között nyomon is követhető, amiben a többi témakör elemei egyből visszaköszönnek. Célként jelölték meg a matematikai szakkifejezések megismerését, tárgyak, személyek összehasonlítását, a halmazelmélet megalapozását, és a gyermekek gondolatainak, megfigyeléseinek kifejezését is (EMMI, 2012).

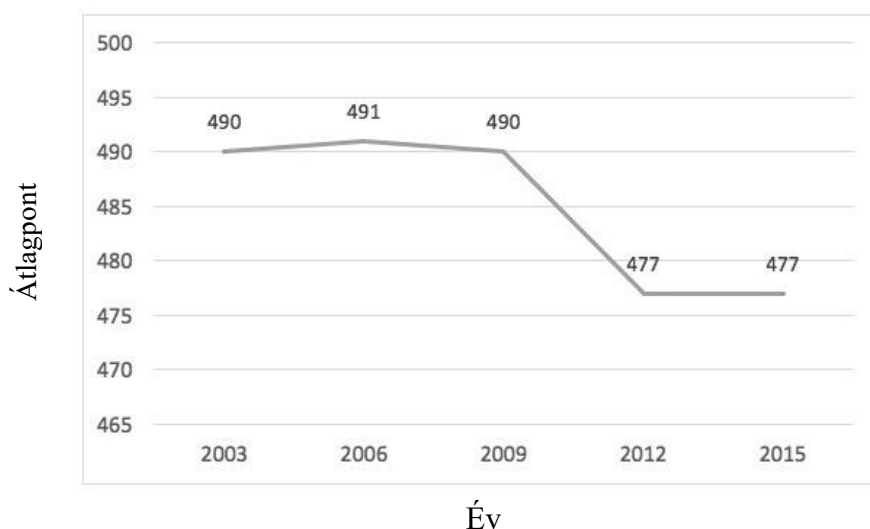
A matematikai tudás alkalmazása

Az óvodai matematikai neveléssel megalapozva, majd ezt követően az iskolai első éveiben kezdődik meg a tanulók matematikatanulása a bemutatott témakörökkel, ezek tartalmi elemei, fogalmai egymásra épülnek, összefüggenek egymással, így képezik alapját mindannak, amit a diákok a következő 10 évben fognak tanulni, és amelyek visszaköszönnek az Országos Kompetenciamérés, a TIMSS, vagy a PISA felmérésein is, és amelyek jelentő részét használniuk is kell majd felnőtt korukban, legyen szó hétköznapi helyzetekről, vagy a munka világáról, ezért is tárgyaljuk a következő alfejezetben a matematika alkalmazásának területét.

Csíkos és Verschaffel (2011) szerint a matematika fontos szerepet tölt be abban, hogy a tanulóknak felmerüljön az igény a megszerzett matematikai tudásuk alkalmazására más iskolai tantárgyak keretei között, valamint iskolán kívüli problémák megoldásában. Az OECD PISA mérés egyik fő területe a matematika, amely 2003-ban és 2012-ben is kiemelt területként

szerepelt a méréseken. A PISA mérésekben a matematikai műveltség területénél azt vizsgálják, hogy „mennyire képesek a tanulók a matematikai gondolkodásra, mennyire tudják magukat matematikailag kifejezni, hogyan tudják alkalmazni a matematikát, és különböző valós szituációkat képesek-e matematikailag értelmezni” (Ostorics, Szalay, Szepesi, & Vadász, 2016, p. 43). A OECD definíciója értelmében a matematikai műveltség által az állampolgárok felismerik és megértik a matematika a világban betöltött szerepét, és segítségével megfontoltan, felelős, és megalapozott ítéleteket, döntéseket képesek hozni (OECD, 2016; Csíkos & Verschaffel, 2011).

A magyar tanulók matematikai műveltségéről több mint egy évtizede szolgálnak információval az OECD tanulói tudásszintmérési. A PISA méréseken matematikából 2009-ig az OECD átlagnak megfelelően teljesítettek a magyar tanulók, azonban a 2012-es mérésre jelentősen leromlott a matematikaeredmény, amely a következő, 2015-ös mérésen is ezen a szinten maradt (10. ábra). Ennél talán sokkal súlyosabb probléma, és további aggodalomra adhat okot, hogy eközben a gyengén teljesítő tanulók aránya a 2003-2009 közötti 21-23%-ról 2012-ben 28,1%-ra nőtt és 2015-ben is 27,7% volt. Gyengén teljesítők alatt azokat a tanulókat értjük, akik a mérésen nem érték el a 2. képességszintet, amely ahhoz szükséges, hogy valaki az iskolából kikerülve részt tudjon venni a társadalmi életben, alapvető számolási feladatokat el tudjon végezni, igazából az alapszint alatt lévő tanulók az alsó tagozatban tanult matematikai fogalmakat, eljárásokat sem képesek megfelelően alkalmazni (Csapó et al., 2014; Ostorics et al., 2016).



10. ábra

A magyar tanulók teljesítménye 2003 és 2015 között az OECD PISA matematika területén
(Forrás: OECD, 2016)

A PISA eredmények is rávilágítanak arra, hogy az iskola kezdő szakaszának matematikatanulását és a lemaradásban lévő gyermekeket minél előbb azonosítani kell, hogy időben részt vehessenek felzárkóztató programokban, képesek legyen elsajátítani az alsó tagozatban megszerezhető matematikai alapokat. Ha ez nem történik meg, fejlődésük óhatatlanul megreked, és nem lesznek képesek lépést tartani kortásaikkal. Középiskolában észlelve a problémákat sajnos már nagyobb energiabefektetéssel is csak keveset lehet tenni.

4.3. Összefoglalás

A dolgozatban bemutatott vizsgálataink kontextusához elengedhetetlennek tartottuk, hogy összefoglaljuk azt óvodai és iskolai matematikatanítás 4-8 éves gyermekeket érintő legalapvetőbb elemeit, melyek áttekintésekor törekedtünk rávilágítani az előző fejezetben részletesen tárgyalt korai numerikus készségek helyére és szerepére.

A fejezetben áttekintettük az óvoda és általános iskola alsó tagozatának matematikai tartalmi keretrendszerét, amelyen belül az óvoda-iskola átmenet időszakának intézményes fejlesztési keretekre fókuszáltunk. Az óvodai matematikai nevelés céljainak, tartalmának, módszereinek ismertetését követően bemutattuk az iskolakészültség fogalmát, annak legfontosabb alkotóelemeit, valamint a korai numerikus készségek ezek között elfoglalt helyét. A témához kapcsolódóan érintettük az iskolakészültség vizsgálatának magyarországi helyzetét is. Végül az általános iskola első két évfolyamának matematikatanítását részleteztük és röviden kitekintést nyújtottunk a matematika alkalmazására, elsősorban a hazai PISA matematika eredmények tendenciáira.

5. DIGITÁLIS ESZKÖZÖK AZ OKTATÁSBAN – A TECHNOLÓGIA ALAPÚ MÉRÉS

5.1. Digitális eszközök az oktatásban

A felgyorsult technológiai fejlődés napjainkra megváltoztatta az emberek életét, gyökeres változásokat hozott a hétköznapi és a munka világában is. Nem véletlenül nevezik ezt az időszakot digitális forradalomnak, vagy az utóbbi években az iparra gyakorolt hatása miatt, negyedik ipari forradalomnak (Peters, 2017). A fejlődés az iskola világát sem kerülte el, digitális technológia segítségével közelebb hozhatjuk a tananyagot a kevésbé motivált tanulókhöz, elősegítheti a magasabb fokú szemléltetést, illusztrációt és szimulációt

(Buckingham, 2007). Emellett alkalmazkodhatunk a tanulók egyéni szükségleteihez, megkönnyítheti és játékosá teheti a tanulók értékelését, például a formatív értékelést online kvízzé alakítva, valamint támogatást biztosíthatunk a tanórán kívül is. A technológia számos olyan lehetőséget is magában hordoz, amit a lemaradásban lévő, hátrányosabb helyzetű tanulók felzárkóztatására is lehet használni (Grabe & Grab, 2007; Schrum & Levin, 2015; Molnár, 2011). A fejezetben a digitális technológiai fejlődésnek köszönhetően elterjedő technológia alapú mérés-értékelés lehetőségeit és kihívásait tekintjük át, amelynek végén külön részt szentelünk a kisgyermek mérésével kapcsolatos új lehetőségek és korlátok bemutatásának.

A számítógépek, IKT-eszközök elterjedésével együtt megjelent és fokozatosan kiemelkedő jelentőségűvé vált a tanulók digitális kompetenciája, amely egy összetett, számos készségből, ismeretből és attitűdből álló rendszer (Tóth-Mózer & Kárpáti, 2016). Emiatt is bír különösen nagy jelentőséggel a digitális oktatási eszközök és módszerek alkalmazása az oktatásban, hiszen a diákok digitális kompetenciájának fejlesztése a modern világban lassan egyenértékűvé válik a szövegértés vagy alapvető számolási készségek jelentőségével (Seufert & Scheffler, 2016). Miközben megjelent és a közvélekedésben még tartja magát a digitális bennszülöttek mítosza, azt látjuk, hogy a tanulók digitális kompetenciájának fejlettsége elmarad az elvárásoktól. Több vizsgálat is felhívja a figyelmet arra, hogy az úgynevezett digitális generáció jelentős részének igenis gondjai vannak a digitális eszközök megfelelő felhasználásával, digitális kompetenciájuk összetevőinek fejlettsége koránt sem olyan magas, mint azt sokan még mindig feltételezik (Kirschner & De Bruyckere, 2017). Ez különösen igaz a hátrányos helyzetű tanulóakra, akik fokozottan vannak kitéve a lemaradás, lemorzsolódás veszélyének (Hargreaves, 2011).

Az utóbbi években megjelent digitális oktatási eszközök, legyen szó akár a diákokkal való kommunikációról, vagy a szemléltetést magasabb szintre emelő médiumokról, nagy mértékben segíthetik a pedagógusok munkáját, amennyiben azok közül körültekintően válogatnak, a kiválasztott eszközöket és módszereket megfelelően, pedagógiai céljaihoz rendelve alkalmazzák. A digitális technológia oktatásba történő integrálásával számos fontos célt el tudunk érni, megvalósíthatjuk a tanulók 21. századi képességeinek fejlesztését, támogathatjuk egyéni tanulási útjukat, valamint elősegíthetjük az egész életen át történő tanulást (Ng, 2015). Az új, digitális technológia nyújtotta lehetőségek közül egyre inkább kezd terjedni a technológiai-alapú mérés az oktatás különböző szintjein, amellyel a következő alfejezetekben részletesen foglalkozunk.

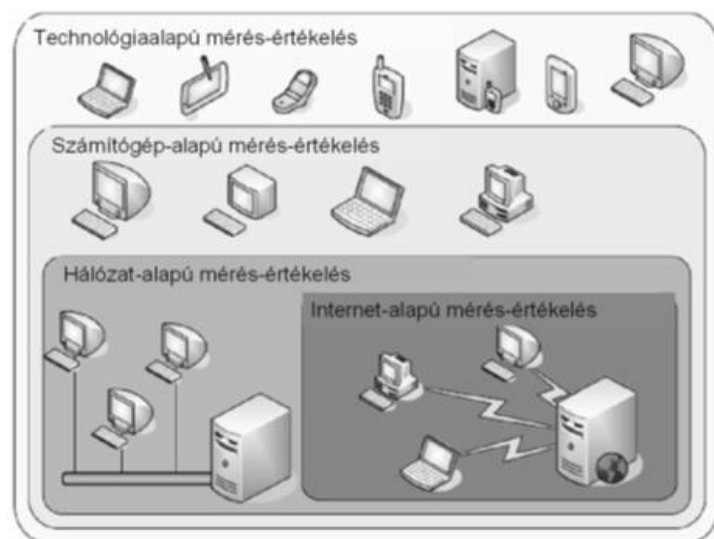
5.2. Technológia alapú mérés az oktatásban

A technológia alapú mérés elterjedése és jelenlegi helyzete

Az előzőekben bemutatott technológiai fejlődés hatásai az osztályterem, az iskola és az egész oktatási rendszer egészének szintjén természetesen nem kerültek el a pedagógiai mérés-értékelés területét sem, amellyel szemben jogos elvárásként fogalmazódik meg, hogy alkalmazkodjon a 21. század elvárásaihoz, és használja ki technológiai fejlődésben rejlő lehetőségeket (Molnár, 2010).

Jelen áttekintésünkben a technológia alapú mérés terminust szűkebb értelemben használjuk, az alatt azokat a digitális eszközökkel végzett pedagógiai és pszichológiai méréseket, vizsgálatokat értjük, amelyek során az adatfelvétel során információk, kérdések megjelenítése, válaszok begyűjtése, az adatok rögzítése, feldolgozása és kiértékelése egyaránt technológián keresztül valósul meg. Ilyen értelemben a fogalomba beletartozik akár a hagyományosnak tekinthető, asztali számítógépen keresztüli tesztfelvétel, egy interaktív táblán kitöltött tanórai kvíz, vagy a mobiltelefonon keresztül megválaszolt kérdőív, ugyanakkor nem vonatkozik a matematika dolgozatnál használt számológépre, vagy a számítógépen megírt, majd kinyomtatott esszéire (Csapó, Molnár, & R. Tóth, 2008; Molnár, 2010).

A technológia alapú tesztelésen belül további mérés-értékelési rendszerek helyezkednek el, amelyeket az eszközök típusának és tesztelés kivitelezésének tekintetében csoportosíthatunk (11. ábra). A legtágabb halmazt maga a technológia alapú mérés-értékelés képezi, ezen belül helyezkedik el az oktatási gyakorlat legerjedtebb rendszere számítógép-alapú mérés-értékelés. Ebben a számítógép képernyőjén megjelenő teszteket a számítógépen keresztül töltik ki, majd dolgozzák fel. A következő halmazba a hálózat-alapú mérés-értékelés eszközei kerülnek, amely esetében a tesztelés hálózaton keresztül, több számítógép összekapcsolásával zajlik, ezen belül kapott helyet az internet-alapú, vagy online mérés-értékelés, amikor a teszt minden információja az interneten keresztül áramlik, és a teszt adatainak rögzítése általában egy távol eső szerveren történik. Az okostelefonok és tabletek, valamint a mobilinternet elterjedésével a halmazok közötti határok azonban kezdenek elmosódni, és a jövőben leginkább az online mérés-értékelés térnyerése várható.



11. ábra

A technológia alapú, a számítógép alapú, a hálózat és internet alapú mérés-értékelés hierarchikus viszonya

(Csapó, Molnár, & R. Tóth, 2008, p. 9; Jurecka & Hartig, 2007 alapján)

A technológia alapú mérés-értékelés alkalmazását a pedagógiai gyakorlatban nem pusztán a technológiai fejlődés indokolja, az abban rejlő lehetőségek kiaknázása az értékelés alapvető funkcióiból fakad, melynek lényege visszacsatolás nyújtása a tanulás céljaira, a tanuló teljesítményére, a tanítás-tanulási folyamatra (Báthory, 2000). A technológia segítségével pedig ezt a visszacsatolási, visszajelentési folyamatot lényegesen gyorsabbá, hatékonyabbá és nem utolsósorban gazdaságosabbá is tehetjük, mely szempontok mind elvárásaként jelennek meg a modern oktatási rendszerek működésénél (Csapó, Lőrincz, & Molnár, 2012).

A tanítási-tanulási folyamat viszonylatában meghatározható pedagógiai értékelési formák, a diagnosztikus, formatív és szummatív értékelés esetében a technológia alapú értékelés felhasználási lehetőségei szerteágazóak. Diagnosztikus értékelésnél betöltött szerepét a Szegedi Tudományegyetem Oktatáseméleti Kutatócsoportjában végzett Diagnosztikus mérések fejlesztése kutatási projekttel kiválóan lehet szemléltetni. A projekt keretében 1-6. évfolyamos tanulók tudásának felmérésére hoztak létre egy elektronikus diagnosztikus mérési-értékelési rendszert (eDia) az olvasás-szövegértés, matematika, természettudományi fő területein és további részterületeken (Molnár & Csapó, 2013). A rendszer fejlesztésének legújabb kutatási iránya egy iskolakezdő mérőcsomag fejlesztése, amelynek jelen kutatásunk is szerves részét képezi. A kutatások legfőbb célja a tanulók egyéni fejlődésének nyomon követése, visszajelzése, és a lemaradásban lévő tanulók azonosítása (Csapó, Hódi, Kiss, Pásztor, Rausch, & Molnár, 2017). A technológia a tanórai munka meghatározó részét képező

formatív értékelésnél legalább ilyen kiterjedt lehetőségeket nyújt. A pedagógus számára azonnali ellenőrzést tudnak biztosítani a tanítási-tanulási folyamat bármely pontján, a digitális eszközökkel támogatott oktatás világában, a tanulók mobiltelefonjait akár szavazórendszerként használva, vagy csak egy egyszerű feleletválasztós kérdést projektoron kivetítve, az elérhető applikációk automatikus kiértékelésének köszönhetően gyorsan ellenőrizhető egy-egy fogalom megértése. Emellett az elektronikus formatív értékelés a 21. századi készségek fejlesztésénél is jelentős szerepet tölthet be (Spector, Ifenthaler, Sampson, Yang, Mukama, Warusavitarana, & Bridges, 2016). Végül, a szummatív értékeléshez kapcsolódóan is számos új alternatívát biztosít a technológia. Az elektronikus formában lebonyolított összegző értékelésnél az előző két értékelési formánál bemutatott szempontok egyaránt érvényesülhetnek. A pedagógusok számára az előre rögzített javítókulcs, változatos feladattípusok lehetnek vonzóak, rendszerszinten pedig komoly kezdeményezések vannak különböző mérések, például az érettségi digitalizációjára, ahogyan az már több európai országban már sikeresen lezajlott (Kákonyi, 2014).

Amennyiben a technológia alapú értékelés pedagógiai gyakorlatát az oktatás szintjein végig nézve szemléljük, akkor az előző gondolatmenetet folytatva, a rendszerszintű mérésekben napjainkra betöltött kiemelkedő szerepével találkozunk. Sokéves fejlesztési és tesztelési folyamat eredményeképpen az OECD PISA mérések egy-egy részét már 2009-ben és 2012-ben is elektronikusan vették fel, végül 2015-ben már teljesen elektronikusan zajlottak a tanulói mérések (Ostorics, Szalay, Szepesi, & Vadász, 2016). Hazai viszonylatban az országos és intézményi szintű visszacsatolást nyújt az Országos Kompetenciamérés, amelynek technológia alapú platformra történő átültetésre már szintén vannak kezdeményezések (Molnár, Magyar, Pásztor-Kovács, & Hülber, 2015). Az osztálytermi és tanulói szint esetében ismételten az eDia online mérés-értékelési rendszerrel az SZTE Oktatáselméleti Kutatócsoport partneriskolaiban végzett vizsgálatokat hozhatjuk fel példaként, ahol a méréseket követően csoport- egyéni szinten biztosított a visszajelentés (Molnár, 2015).

A pedagógiai mérés-értékelés új lehetőségei

A technológia alapú mérés-értékelés számos újdonságot hozott, amelyek nagymértékben kitérték a pedagógiai értékelés korábban ismert lehetőségeit. Számítógépes környezetben lehetőség a multimédiás elemeket beépítve alakíthatjuk ki a tesztelés menetét. A feladatok illusztrálásához papír alapon csak képek, ábrák és táblázatok beépítésére volt lehetőség. Napjainkban a tesztelés folyamatába könnyedén lehet videót, animációt beépíteni, amely

segítheti a feladat megértését, valamint arra is van lehetőség, hogy a tanulók által adott válaszok határozzák meg az animáció tartalmát. Bizonyos jelenségeket számítógépes interakción keresztül szimulálhatunk, ezáltal korábban papír-ceruza tesztekkel nem mérhető gondolkodási műveleteket, képességeket is mérhetünk. Erre lehet példa a 2015-ös PISA mérés természettudomány alkalmazásának területe, amelynél egy nagymintás rendszerszintű mérésnél tudtak vizsgálni különböző kutatási készségeket, a mérésben résztvevő tanulók a teszten belül tervezhettek meg kísérleteket, amelyeket utána végre is tudtak hajtani, és a szimuláció eredményeképpen kapott adatokat kellett értelmezniük (Ostorics et al., 2016).

A számítógépes hálózatok és az internet lehetőségeit kihasználva napjainkban már nem csak a gép és a tanuló interakcióját vizsgálhatjuk, képesek vagyunk tanulók együttműködését is mérni, akár úgy is, hogy fizikailag nem tartózkodnak egy térben. Az ebben rejlő potenciált kihasználva vizsgálja Pásztor-Kovács (2016) a tanulók kollaboratív problémamegoldó képességét, amely terület megjelent a 2015-ös PISA mérésben is (OECD, 2016). A szemléltetésen és interaktivitáson túl a hangok felhasználása adott alkalmat olvasás-szövegértési képességek fejlettségétől független mérések kidolgozására, fiatalabb életkorban így a gyermekek olvasási képességei nem befolyásolják a tesztek eredményét (Molnár & Pásztor, 2015a), ugyanakkor attól nem tekinthetünk el, hogy a kisgyermekek beszédértése ettől még hatással lehet a feladatok megoldására (Rausch & Pásztor, 2017). Ezt részletesen a következő alfejezetünkben tárgyaljuk. Nem feltétlenül kisgyermekek méréséhez kapcsolódik, mégis az ő mérésüket könnyíti meg a manipuláció lehetősége, amely egy további nagy előnye a technológia alapú tesztelésnek. A számítógépes egér, vagy az érintőképernyő által lehetőség van a képernyőn megjelenő képek mozgatására, és az ezáltal történő válaszadásra. Ezzel nem csak kiválthatóak a papír-ceruza tesztekben gyakran alkalmazott összekapcsolási feladatok, de készíthetők kizárólag figurális elemekből álló, manipulációval megoldható feladatok is (Csapó, Pásztor, & Molnár, 2015; Magyar, Pásztor, Pásztor-Kovács, Pluhár, & Molnár, 2015).

Számítógépekkel végzett tesztfelvétel esetében az sem elhanyagolható pozitívum, hogy nem csak a tanulók válaszait vagyunk képesek rögzíteni. A tesztelés során hatalmas számban gyűjthetők metaadatok is, elsőként a teszt és az egyes feladatokra fordított idő mérése könnyedén megoldható, de emellett monitorozhatjuk a kattintásokat, billentyűk leütését, akár a kurzor mozgását is, valamint kielemezhetők a helytelen feladatmegoldások, megvizsgálhatók a végleges válasz előtt zajló események, javítások (Csapó, Lőrincz, & Molnár, 2012). A tanulókról szerezhető információk köre jelenleg is folyamatosan bővül, kutatások foglalkoznak webkamerákat felhasználva arckifejezések rögzítésével és kielemezésével, (Lőrincz, Molnár, Jeni, Tózsér, Rausch, Cohn, & Csapó, 2013), a tanulók gondolkodási stratégiáinak

megismerésére vonatkozóan vizsgálatok zajlanak a feladatmegoldás közbeni hangosan gondolkodtatásának módszerének alkalmazásával, a rögzített hanganyag és a teszt metaadatait összekapcsolva (Griffin & Care, 2014), valamint az elmúlt évtizedben a szemmozgás-vizsgálatot használó kutatások száma is növekedésnek indult (Steklács, 2014).

A korábban felsorolt feladattípusok, feladatmegoldási módok, kommunikációs és illusztrációs lehetőségekkel párhuzamosan jelenik meg a technológia alapú értékelés mellett, és papír-ceruza tesztekkel szemben, leggyakrabban felmerülő érv, az azonnali kiértékelés és visszacsatolás lehetősége. Legyen szó akár rendszerszintű mérésről, akár a pedagógusok osztálytermi dolgozat íratásáról, a megspórolt idő, valamint a papír-alapú teszteknel adatrögzítésnél is elkövethető hiba eshetősége, egyaránt a technológia alapú mérések előnyét mutatják. A tesztek pontozását előre be lehet állítani, a tanulók válaszainak kiértékelése automatikusan zajlik, és a tanulói válaszoknak megfelelően elágazásokat is beépíthetünk a tesztekbe (Csapó, Lőrincz, & Molnár, 2012). Így jutunk el az adaptív tesztesítéshez, amelynek gyökerei a 20. század eleji szóbeli kikérdezésen alapuló pszichológiai méréseinél már megjelentek, viszont a számítógépek és az internet elterjedésének köszönhetően egészen új út nyílt meg a mérés ezen típusai előtt. Adaptív tesztek jellemzően egy közepes nehézségű feladattal kezdődnek, és a feladatok kitöltésekor a megoldás kiértékelését követően a számítógép dönt a következő feladatról, amely a kitöltő képességszintjéhez igazodik, így elérve, hogy a teszt kitöltése optimális kihívást nyújtson, ne legyen túl könnyű és unalmas, és ne legyen túl nehéz és frusztráló. Ez ahhoz is hozzájárul, hogy kevesebb feladattal, kevesebb idő alatt mégis pontosabb becslést kapjunk a tanulók képességszintjéről (Csapó, Molnár, & R. Tóth, 2008; Magyar, 2012, 2014).

Az automatikus kiértékelést kihasználva, a webes alkalmazások elterjedésével megjelentek a pedagógusok értékelő munkáját, egyúttal a tanulók egyéni tanulási útját is támogató, ingyenesen hozzáférhető online tesztesítési alkalmazások is. A számtalan platform közül csak párat említve, a Google Kérdőív, Socrative, Redmenta, Quizlet weboldalakon, illetve a hozzájuk kapcsolódó mobil alkalmazásokon keresztül gyorsan lehet különböző célú felméréseket végezni. A pedagógus jellemzően egyszerűbb feladattípusok, feleletválasztás, igaz-hamis, valamint rövid szöveges válasz közül válogathat, amelynél a helyes válaszokat előre megadva, lepontozva a tesztek kitöltéséről azonnali eredményeket kap. A platformok többségéből Excel táblában is exportálhatók az eredmények. Az alkalmazások jelentős része (pl. Kahoot, Socrative) a formatív értékelést is segíti, a tanulói válaszok eloszlását és a helyes választ kivetítve, majd közösen megbeszélve növelhető a tanítási-tanulási folyamat

hatékonysága, emellett a korábban már említett játékos kvízek, versenyek szervezése is egyszerűen megoldható (Hwang & Chang, 2011).

Mindezekon felül a számítógépes mérések terjedése gazdasági szempontból is igen kedvező. Az automatikus kiértékelés kapcsán megemlített időbeli, adatrögzítési tényezők mellett a papír-alapú teszteléshez felhasznált papír és nyomdafesték megspórolása nem csak az intézményeknek költséghatékonyságát növeli, hanem környezetvédelmi szempontból is kiemelkedő jelentőséggel bír. Rendszerszintű mérések lebonyolításánál a papíralapú teszteknel sokszor a kinyomtatás jelenti a legkisebb problémát, a tesztsomagok iskolákba történő eljuttatása, majd pedig onnan azok összegyűjtése nem kevés logisztikai kapacitást és koordinációt igényel. A mérésekhez a szükséges eszközpark kiépítését követően, amely, mint már említettük, az informatika tantárgy oktatása miatt egyébként is rendelkezésre áll, a technológiai alapon végzett mérések alkalomról-alkalomra hozzák vissza az infrastruktúrába fektetett összeget (Csapó, Lőrincz, & Molnár, 2012).

Korlátok a technológia-alapú mérések alkalmazásában

Az eddig bemutatott technológia alapú mérés-értékeléssel kapcsolatos lehetőség és előnyök felsorolása után fontosnak tartjuk ismertetni azokat a felmerülő kihívásokat, amelyek mégis korlátként jelennek meg az infokommunikációs eszközök pedagógiai értékelési célú alkalmazásánál.

A gazdaságossági szempontok között merült fel, hogy a mérésekhez megfelelő eszközpark megléte szükséges. Napjaink gyors informatikai fejlődése miatt ezek az eszközök hamar elavulhatnak, amortizációjukat a megfelelő karbantartás hiánya is gyorsíthatja. Az eszközök oktatási célú alkalmazásánál, azon belül is főként az online méréseknel, akárcsak bármely számítógépes programnál, felmerül a minimális hardveres gépigény, vagyis azok a technikai specifikációk, amelyek megléte alapvetően szükséges adott program stabil futtatásához. Amennyiben az eszköz kapacitását meghaladja a méréshez szükséges program futtatása, előfordulhat, hogy másként jelennek meg a feladatok, akadozik a teszt kitöltése, amely jelentős hatással lehet a tanuló teszten elért teljesítményére is. Továbbá, ha a számítógép hardveres jellemzői, számítási és grafikus teljesítménye megfelelő is, még szoftveres oldalon is merülhetnek fel problémák, fontos az operációs rendszer, böngésző karbantartása, rendszeres frissítése, valamint a méréseket szervező pedagógusok számára technikai segítségnyújtás biztosítása (Bingimlas, 2009).

Az előző problémakörhöz szorosan kapcsolódva merül fel, hogy a tesztet közvetítő médiumok milyen hatást gyakorolnak az eredményekre. A kérdés megválaszolására az elmúlt tíz évben több kutatási eredmény látott napvilágot. Kutatások jelentős része foglalkozott a papír alapú és az online tesztek összehasonlításával, amelyek elsősorban a kérdés komplexitására világítottak rá, hiszen a tesztkitöltést sok különböző tényező akár együttes hatása befolyásolhatja, ezek közé tartozik az előző bekezdésben ismertetett technikai háttér jellemzői, melynek része lehet a képernyő mérete és felbontása is, számíthat a tesztben megjelenített feladatok típusa és a válaszadás módja, amely szorosan kapcsolódik a vizsgált minta jellemzőihez, főként életkorához és családi háttéréhez (Csapó, Molnár, Pap-Szigeti, & R. Tóth, 2009; Hülber & Molnár, 2013).

Ezen kívül a tesztelés módját el kell fogadtatni az abban érintett szereplőkkel is, elsősorban a diákokkal és a pedagógusokkal. Erre irányuló vizsgálatot Molnár és Magyar (2015) végzett, amelyből érdekes módon az derült ki, hogy a pedagógusok jelentős része támogatja a számítógépes tesztelés terjedését, nagyobb arányban, mint a diákjaik. Emellett a szerzők azt is kiemelték, hogy azok körében magasabb a tesztelés e formájának elfogadottsága, akik már részt vettek technológia alapú felmérésben. Azonban annak érdekében, hogy ezt az elfogadottság tovább növekedjen nem elegendő az elektronikus mérésekben való részvétel bővítése. Ha például az adaptív tesztek alkalmazását nézzük, velük szemben kérdésként merülhet fel, hogy a pedagógus vagy épp szülő, miként tudja hagyományos megközelítésben értelmezni a teszten elért tanulói teljesítményt. Miközben a megszokott lineáris teszteknel a tanulók teljesítménye, tudása egyszerűen összevethető volt adott feladatok, tesztrészek mentén, adaptív teszteknel egészen másként kell az eredményeket értelmezni, ami kihívást jelenthet még a gyakorlottabb pedagógusok számára is, hiszen előfordulhat, hogy adott osztály tanulói teljesen eltérő feladatokat oldottak meg (Magyar, 2012).

5.3. A technológia alapú mérés lehetőségei és kihívásai kisgyermeknél

A kisgyermek mérésével kapcsolatos új lehetőségek egyes elemei már megfogalmazódtak az előző alfejezetekben is, ebben a részben egybegyűjtve mutatjuk be azokat a szempontokat, amelyek felmerülhetnek, amikor óvodás és kisiskolás gyermekek technológia alapú mérés-értékelését tervezzük és valósítjuk meg.

A hordozható digitális eszközök elterjedése nyitott új a lehetőséget számítógép-alapú tesztelésben, amely így egyre fiatalabb életkori csoportoknál is kezdett megjelenni. Korábban a középiskolákban és a felsőoktatásban volt lehetőség IKT-eszközök széleskörű felhasználására

mérés-értékelési célból. Sok országban, ahol a 4 vagy 6 évfolyamos elemi iskolákban nem kötelező tantárgy az informatika, nincsen számítógépes szaktanterem, ezeken az évfolyamokon bármilyen technológia-alapú iskolai mérést csak hordozható eszközökkel tudtak biztosítani (Higgins, Russell, & Hoffmann, 2005). Mivel hazánkban az általános iskolákban már az 1990-es években megjelent a számítástechnika tantárgy, így az iskolákat fel kellett szerelni számítógépes szaktantermekkel. Ezt követően pedig a 2000-es évek eleji Sulinet program keretében is jelentős infrastrukturális fejlesztések történtek az általános iskolákban (Körösné Mikis, 2002). Ezeket a termeket pedig már csak egy lépés volt az alsó tagozatos tanulók számítógépes tesztelésére is használni (R. Tóth & Molnár, 2010). Jelenleg a hazai intézmények szinte döntő többsége a tétellel nem rendelkező elektronikus tesztelésre alkalmas számítógépes eszközparkkal rendelkezik (Molnár & Párszor-Kovács, 2015).

Az óvodák tekintetében ugyanakkor még továbbra is technikai korlátként merült fel a mérés-értékeléshez szükséges eszközök biztosítása, hiszen az óvodákban jellemzően kizárólag adminisztrációs céllal használnak egy-egy asztali számítógépet, így a mobileszközök óvodai elterjesztéséig a szélessávú internetkapcsolat igénye, vagy az óvodai csoportszobák vezeték nélküli internettel való ellátása sem merült fel (Fáyné Dombi, Hódi, & Kiss, 2016). Az infokommunikációs eszközök óvodai nevelésben betöltött szerepéről és az ezzel kapcsolatos kihívásokról Fáyné és munkatársai (2016) készítettek összefoglaló tanulmányt, amelyben többek között kitérnek az óvodai online mérések témakörére is. Bár a digitális eszközök óvodában való pedagógiai célú felhasználására nemzetközi és hazai kezdeményezések is vannak, az iskolai számítógépes mérésekkel ellentétben annak elfogadottsága már sokkal vitatottabb. A szerzők részletesen ismertetik a hazai óvodák IKT-eszközökre vonatkozó tárgyi és személyi feltételeket, aminél jól körvonalazódik, hogy az óvodapedagógusok töredéke használja technológiát pedagógiai célból, az szinte kizárólag adminisztrációs céllal jelenik meg, igaz az elmúlt években több olyan kezdeményezés, fejlesztési projekt is volt, amely az óvodák és az óvodai csoportszobák digitális eszközökkel való felszerelését célozta meg. Azonban a mérésekhez szükséges infrastruktúra továbbra sem áll széleskörben rendelkezésre.

Napjainkban a nagymértékű technikai fejlődéssel együtt a technológia alapú mérés-értékelésben rejlő lehetőségeket is egyre jobban ki lehet használni kisgyermek körében is. Az olvasás kiváltható előre rögzített instrukciókkal, a feladatokat a kisgyermek igényeihez alkalmazkodva lehet illusztrálni, azok megoldása manipulációval is történhet. Az utóbbi években több olyan kutatást is publikáltak, amelyek kisgyermek tudásának technológia alapú mérését célozzák meg (Csapó & Pásztor, 2015; Pásztor et al., 2017), köztük számolási készségek vizsgálatát is (Csapó, Molnár, & Nagy, 2014). Az óvodai online mérés-értékelés

lehetőségeinek feltárására vonatkozó hazai kutatások azonban csak az utóbbi pár évben kezdődtek el (Csapó et al., 2017; Rausch & Pásztor, 2017). A kisgyermekkorai technológia alapú mérések részletesebb eredményei egyelőre az első évfolyamos tanulók körében végzett kutatásokból származnak, amelyekben felmerülnek az ezzel kapcsolatos kihívások, hiszen a korábban ismertetett médiahatás fokozottan jelentkezhet a fiatalabb életkorú tanulók elektronikus tesztelése során. Ennek kiküszöbölésére már elindultak különböző kezdeményezések, Molnár és Pásztor (2015) egy olyan mérőeszközt fejlesztettek, amellyel ellenőrizhető, hogy a vizsgált gyermekek már képesek-e használni a számítógépet feladatok megoldásához, tudják-e pontosan kezelni a számítógépes egeret, illetve a billentyűzetet az online tesztelési környezetben megjelenő, változatos tartalmú és nehézségi szintű feladatoknál. Amint azt a szerzők is megemlítik, a megfelelő eszközhasználat képességének hiányában a mérések érvényessége jelentős mértékben sérülhet, és még frusztrálóvá is válhat a gyerekeknek. Az első vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy az elsős diákok többségének nem jelentett gondot a feladatok megoldása, valamint a jövőben adaptív fejlesztő tréninget állítanak össze azoknak a gyermekeknek, akiknél egyes feladatoknál még elmaradás tapasztalható ezen a téren, ezzel biztosítva azt, hogy a későbbiekben kitöltött tudásszintmérő és képességteszteken elért teljesítményüket ez ne befolyásolhassa negatívan.

Amennyiben az eszközhasználat nehézségeit sikerül leküzdeni, lehetőség nyílik az óvodás és iskolakezdő gyermekek széleskörű technológiai alapon történő mérésére. Csapó, Molnár és Nagy (2014) tanulmányukban az iskolaérettség számítógépes tesztelési lehetőségeit vizsgálták első évfolyamos tanulók körében. Ehhez összevetették DIFER tesztrendszer eredeti, szemtől szembeni és online tesztváltozatának eredményeit. Elemzéseik rávilágítottak arra, hogy egyes területeken számítógépes teszteléssel, a számos technikai előny mellett, megbízhatóbban lehet felmérni a tanulók teljesítményét (pl. beszédhanghallás), ugyanakkor az is kiderült, hogy azokon a területeken, ahol nem lehetséges megfelelően átültetni a feladatokat egy számítógépes platformra, kevésbé megbízható eredményeket kapunk. Az említett vizsgálatban a DIFER elemi számolási készség területe épp ilyen volt. Csak egyes részeit lehetett számítógéppel tesztelni (pl. manipulatív számolás), és a számítógépes mérés kevésbé bizonyult megbízhatónak, mint az eredeti szemtől-szembeni tesztváltozat. Ezért szükséges célirányosan technológia alapú mérési platformokra fejleszteni, figyelembe véve a technikai lehetőségeket, a válaszadás módját, kezelési felületet. A tesztfejlesztésnél pedig különösen fontos körültekintően eljárni, amikor kisgyermek számítógép alapú mérése a célunk (Pásztor, 2017; Rausch & Pásztor, 2017).

5.4. Összefoglalás

Ebben a fejezetben a digitális oktatási eszközök közül a technológia alapú mérés jellemzőit, és az abban rejlő lehetőségeket tekintettük át, miközben kitértünk azokra a kihívásokra, korlátokra is, amelyekkel infokommunikációs eszközökön keresztül végzett teszteléskor szembesülhetünk. Az utóbbi években rendkívüli módon felgyorsult technológiai fejlődés egyre nagyobb hatást gyakorol az oktatásra, és átalakítja a tanítás-tanulás korábbi rendszerét. A fejezet első részében röviden áttekintettük a technológiai fejlődés által indukált, iskola világot érintő változásokat. Ezt követően ismertettük a technológia alapú értékelés fogalmát, és bemutattuk, hogy milyen módon jelenik meg a pedagógiai értékelés különböző formáinál, illetve a nevelés-oktatás egyes szintjein. A fejezetben összegyűjtöttük azokat az újításokat, amelyek a számítógépes tesztelés hozott magával, emellett foglalkoztunk annak korlátaival, továbbá a médiahatás kérdésével is. Végül a kisgyermekkorú elektronikus tesztelés sajátosságait, speciális kihívásait emeltük ki, ahol ismertettünk erre irányuló hazai kezdeményezéseket, valamint azok első tapasztalatait is.

6. A KUTATÁS CÉLJA, KÉRDÉSEI ÉS HIPOZÉSEI

6.1. A kutatás célja és relevanciája

A dolgozat elméleti kereteiben összefoglaltuk a korai numerikus készségek összetevőit, azok fejlődését és szerepét az iskolai matematikatanuláshoz. Bemutattunk olyan mérőeszközöket, amelyeket e készségek mérésére alkalmaznak nemzetközi és hazai viszonylatban, továbbá ismertettük a technológia alapú mérés-értékelés lehetőségeit és kihívásait, kitérve a kisgyermek elektronikus mérésére vonatkozó speciális kritériumokra. Az eredményes óvodai matematikai tapasztalatszerzéshez, iskolára való felkészüléshez, valamint később az iskolai matematikatanuláshoz elengedhetetlenek ezek a korai numerikus készségek, ezért különösen fontos időben észlelni az esetleges lemaradást, hogy az egyéni mérések eredményeire alapozva félzárkóztatást tudjunk biztosítani a gyermekeknek. A korai numerikus készségek, mint az iskolai matematikatanulás előfeltételei, szerves részét képezik a gyermekek iskolakészültségének (Csapó, Molnár, & Nagy, 2014).

Az értekezésben részletesen bemutatásra kerülő online korai numerikus készségek teszt egy újgenerációs iskolakezdő mérőcsomag kidolgozására irányuló kutatási program (Csapó, Hódi, Kiss, Pásztor, Rausch, & Molnár, 2017) részét képezi. Kutatásaink célja a gyermekek iskolakészültségének vizsgálatára alkalmas online tesztek kidolgozása óvodai-iskola átmenet időszakára. A kidolgozás alatt álló tesztcsomagban a szerző által kidolgozott korai numerikus készségek teszt mellett, az olvasás előkészítési (Kiss, Hódi, Tóth, & B. Németh, 2016), induktív gondolkodás (Pásztor & Molnár, 2016), feladattartás, vizuális memória, számítógépesegér-használat (Molnár & Pásztor, 2015b), és zenei észlelési képességek (Asztalos, 2017) mérésére irányuló eszközök szerepelnek. Az iskolakezdő mérőcsomag kidolgozása szervesen illeszkedik a Szegedi Műhely több évtizedes mérőeszközfejlesztési kutatási irányultságába, ami a Nagy József által kidolgozott Preventív fejlettségvizsgáló rendszerrel (PREFER) kezdődött (Nagy, 1987), később pedig a Diagnosztikus Fejlődésvizsgáló Rendszer (DIFER) elkészítésével teljesedett ki (Nagy et al., 2004). Az utóbbi egy évtizedben a technológia alapú mérés-értékelés terjedése megindult az alacsonyabb korosztályok irányába, a technológiai fejlődés lehetőségeinek kiaknázása a hazai iskolaérettségvizsgálatok között is megjelent. Így jutottunk el jelen kutatásunk közvetlen előzményéhez, a DIFER elektronikus változatával végzett vizsgálathoz (Csapó, Molnár, & Nagy, 2014).

Csapó, Molnár és Nagy (2014) tanulmányukban a DIFER egyes tesztjeinek (az írásmozgás koordináció és a szocialitás nem szerepelt a vizsgálatban) szemtől szembeni és számítógép-alapú változatát hasonlították össze. Miközben voltak olyan tesztek, például a

DIFER beszédhanghallás tesztje, amelyek online formában megbízhatóbbnak bizonyultak, és a tesztfeladatokat jól át lehetett ültetni számítógépes platformra, az elemi számolási készség teszt nem bizonyult kellően megbízhatónak, a teszt reliabilitása 0,77 volt. Emellett a tesztet nem is lehetett eredeti formájában elektronikusan adminisztrálni, annak csak a manipulatív számolás és a számképfelismerés részei voltak felvehetőek online.

Az értekezésben bemutatott kutatásunk során egy saját online mérőeszköz kifejlesztését céloztuk meg, amely segítségével gyorsan és megbízhatóan feltérképezhető az 5-7 éves gyermekek korai numerikus készségeinek fejlettsége az iskolakezdés időszakában. Munkánkban részletesen ismertetjük a tesztfelállítás menetét, vizsgálatokhoz kidolgozott tesztváltozataink felépítését, és elemezzük az ezekkel végzett mérések eredményeit. A tesztfelállítás ütemezését és kutatási tevékenységeinket a 3. táblázatban foglaltuk össze. Elemzéseink során részletesen kitérünk a teszt jószágmutatóinak bemutatására és kiértékelésére, megvizsgáljuk a teszteredményeket, azok eloszlását. A kutatás eredményeként egy olyan mérőeszköz jöhet létre, amelyet széles körben, könnyen tudnak majd alkalmazni óvodapedagógusok és tanítók a rájuk bízott gyermekek számolási készségeinek felmérésére és az esetlegesen lemaradásban lévő gyermekek kiszűrésére, annak érdekében, hogy időben fel tudják őket zárkóztatni, illetve a mérések eredményire alapozva tervezhetik meg matematikai nevelő-oktató munkájukat.

3. táblázat. A korai numerikus készségek teszt kidolgozásával és méréseivel kapcsolatos tevékenységek ütemezése

Ütemezés	Kutatási tevékenység
2014. február – december	Szakirodalom feltárása, mérőeszköz tervezése
2015. január – április	Tesztfeladatok kidolgozása (1. tesztváltozat)
2015. május – augusztus	Az első tesztváltozat véglegesítése és lektorálása
2015. szeptember	Iskolai próbamérés
2015. november	Óvodai próbamérés
2015. október – december	Iskolai nagymintás mérés
2016. február – április	Óvodai nagymintás mérés
2016. május	Iskolai nagymintás mérés (Nyomkövetés)
2016. június - október	2. tesztváltozat kidolgozása
2016. november	Óvodai validációs mérés
2017. február – április	Óvodai nagymintás mérés

A tesztfelállítás mellett a korai numerikus készségek fejlődését, valamint azok iskolai matematikatanulásra gyakorolt hatását is fel kívántuk térképezni. Végeztünk méréseket óvodai

és iskolai korcsoportokon, így keresztmetszeti összehasonlítást is tudunk végezni. A keresztmetszeti vizsgálatok eredményei az óvoda-iskola átmenet számolási készségek fejlődésének időszakáról nyújtanak átfogó képet. Emellett az első évfolyamos mintán longitudinális nyomkövetésre is lehetőségünk volt, amelynek keretében a tanévkezdéskor felvett számolási tesztünk adatait vethettük össze a tanulók évvégi matematika teszten elért eredményeivel. Ennek köszönhetően azonosítható, hogy az általunk vizsgált korai numerikus készségek a matematika mely részterületére vannak leginkább hatással, továbbá a teszt prediktív validitásáról is információval szolgálnak. Ugyanakkor a méréseken résztvevő óvodások és iskolások mintájáról kevés háttérváltozóval rendelkezünk, amely így szűkíti elemzéseink körét, és korlátozza eredményeik mélyebb értelmezését ezen a területen.

Saját fejlesztésű korai numerikus készségeket vizsgáló tesztünket, amely már eleve elektronikus felületre készült 2014-ben kezdtük el kidolgozni. Az új teszttel végzett első mérésekre 2015-ben került sor, majd a 2015 őszi és 2016 tavaszi méréseink után alaposan átdolgoztuk a mérőeszközünket, így jött létre a második tesztváltozat. 2016 ősztől már az átdolgozott tesztet alkalmaztuk a kisgyermekek körében végzett vizsgálatainkhoz.

6.2. Kutatási kérdések

Kutatásunk fő céljának megfelelően, kutatási kérdéseink elsősorban a korai numerikus készségek online mérésére alkalmas eszköz fejlesztéséhez kapcsolódnak. Továbbá, a mérőeszköz szerkezetéhez és működéséhez is kapcsolódva vizsgáltuk a korai numerikus készségek fejlődését, valamint e készségek az iskolai matematikai teljesítményre gyakorolt hatását. Mindezekkel összefüggésben a következő kérdéseket fogalmaztuk meg:

1. Megbízhatóan mér-e a korai numerikus készségek teszt? Milyen a teljes teszt és az altesztek reliabilitása? Elfogadhatóak-e az egyes itemek elkülönítésmutatói a teljes teszt és a résztesztek tekintetében?
2. Megerősítő faktorelemzéssel igazolható-e a teszt konstruktum-validitása? Hogyan illeszkednek az egyes itemek a résztesztek faktoraihoz?
3. Milyen az egyes feladatok nehézségi indexe, milyen képességszinteket fed le a teszt?
4. Kitöltők a teszten és a részteszteken elért átlagos teljesítményének eloszlása megegyezik-e a normál eloszlással?
5. Milyen a korai numerikus készségek teszt, a résztesztek és az egyes itemek prediktív validitása?

6. Milyen átlagos teljesítményt értek el a gyermekek óvodában és első évfolyamon a korai numerikus készségek teszten, illetve annak résztesztjein?
7. Milyen mértékű fejlődés tapasztalható a vizsgált óvodás és iskolás korcsoportok között?
8. Milyen mértékben befolyásolja a gyerekek teszteredményét a számítógéphasználati és tablet-használati jártasságuk?
9. Milyen hatással van az első évfolyamos tanulók tanévkezdéskor mért korai numerikus készségeinek fejlettsége a tanév végi matematika teljesítményükre?

6.3. Hipotézisek

Kutatásunk hipotéziseit a kutatási kérdésekhez kapcsolódóan fogalmaztuk meg, és azok sorrendjének megfelelően vázoljuk fel. Feltételezéseinket a dolgozat elméleti háttérében ismertetett szakirodalmi feltárásunkra alapozzuk.

Hipotézisek:

- H1. A teszt és résztesztjeinek reliabilitása a megfelelő, az megbízható becslést ad a korai numerikus készségek fejlettségéről.
- H2. A teszt konstruktum-validitása megfelelő, a teszt egyes itemei jól illeszkednek a teszt és résztesztjeinek konstruktumához.
- H3. Feltételezzük, hogy a tesztfeladatok óvodában és iskolában is lefedik az alacsonyabb és magasabb képességszinteket.
- H4. A teszt tartalmi összetevői alapján feltételezzük, hogy a teszt és a résztesztek eloszlása az óvodás korcsoportban megegyezik a normál eloszlással, ugyanakkor feltételezzük, hogy az eloszlások jobbra tolódnak az első évfolyamos tanulók esetében.
- H5. Feltételezzük, hogy a korai numerikus készségek teszt, résztesztjei, itemei és az első évfolyam végi matematika teljesítmény között szignifikáns korreláció van.
- H6. Feltételezzük, hogy az óvodai korcsoportban alacsonyabb átlagteljesítmény és magasabb szórás, míg az első évfolyamos tanulók teljesítménye magasabb és egyben alacsonyabb szórással rendelkezik.
- H7. Az óvodás és az iskolás korcsoportok között szignifikáns fejlődés mutatható ki a korai numerikus készségeik terén.
- H8. Feltételezzük, hogy a gyermekek számítógéphasználati és tablet-használati jártassága nincs jelentős hatással a teljesítményükre.
- H9. Szakirodalmi feltárásunk alapján feltételezzük, hogy a tanulók tanév eleji korai numerikus készségeinek fejlettsége jelentős mértékben meghatározza a tanulók iskolai matematikatanulását és ezáltal a tanév végi matematika teljesítményüket.

7. MÓDSZEREK

7.1. Vizsgálataink mintái

Vizsgálatainkat óvodás és általános iskola első évfolyamos gyermekek körében végeztük. Óvodai vizsgálataink közül az első és második mérés az SZTE Oktatásméleti Kutatócsoport és az MTA-SZTE Képességfejlődés Kutatócsoport online iskolakezdő mérőcsomag fejlesztéséhez kapcsolódóan, a kutatócsoport által szervezett óvodai mérések keretei között valósultak meg. Az óvodai validációs mérés saját szervezésben, a Pallasz Athéné Egyetem Pedagógusképző Kar gyakorló óvodáinak részvételével valósult meg. Iskolai méréseink az MTA-SZTE Képességkutatócsoport Longitudinális vizsgálatainak VI. mintáján végeztük (Csapó, 2014), amely országos területi reprezentativitási szempontokat figyelembe véve lett kialakítva. Óvodai és iskolai méréseink mintáinak főbb jellemzőit a 4. táblázatban foglaltuk össze. Vizsgálataink során a résztvevők számára nagyfokú anonimitást biztosítottunk, amelynek következtében a fejezetben ismertetett háttérváltozókon, a gyerekek nemén és életkorán kívül más jellemzőiről nem rendelkezünk információval.

4. táblázat. *Vizsgálataink mintái - nemek szerinti megoszlások, átlagéletkor*

Mérés	Fiú (N)	Lány (N)	Összesen (N)	Átlagéletkor (év)	Szórás (év)
1. óvodai mérés	176	166	342	5,78	0,75
2. óvodai mérés	126	126	252	6,41	0,52
Óvodai validációs mérés	15	15	30	5,69	0,22
1. iskolai mérés (longitudinális 1)	2614	2540	5154	7,09	0,48
2. iskolai mérés (longitudinális 2)	2193	2085	4277	7,68	0,47

Megjegyzés. A 2. iskolai mérés mintája az 1. iskolai mérés részhalmaza.

Az első óvodai mérés mintája

Az első óvodai mérésünkbe az önkormányzat fenntartásában álló Szeged Megyei Jogú Város Óvodák Igazgatóságának tagintézményeit vontuk be. A vizsgálatban így belvárosi és külvárosi óvodák egyaránt részt vettek, ugyanakkor a minta kiválasztásában reprezentativitási szempontok nem játszottak szerepet, azt elsődlegesen az intézmények elérhetősége határozta

meg. A tesztet kitöltő gyermekek átlagéletkora 5,8 év volt, a legfiatalabb résztvevő 4 év 3 hónapos, a legidősebb 7 év 4 hónapos volt. A mintában a nemek aránya megegyezett ($\chi^2=0,29$; $p=0,59$).

A második óvodai mérés mintája

A második óvodai mérés ismét szegedi óvodák részvételével zajlott, az első óvodai méréssel megegyező módon. A vizsgálatban összesen 242 óvodás vett részt, átlagéletkoruk 6,4 év volt. A legfiatalabb mérésben résztvevő gyermek 5 év 4 hónapos, a legidősebb 8 év 1 hónapos volt az adatfelvétel idején.

Az óvodai validációs mérés mintája

Az óvodai validációs vizsgálat két kecskeméti óvodában zajlott, mindkét óvoda belvárosi elhelyezkedésű és a Neumann János Egyetem fenntartásában áll (az adatfelvétel idején: Pallasz Athéné Egyetem). Az óvodák kiválasztását azok elérhetősége határozta meg. A két tagintézménybe járó, 5 és 6 év közötti életkorú gyermekek közül összesen 30 gyermeket választottunk ki véletlenszerűen. A mintában nemek aránya azonos volt, 15 fiú és 15 lány vett részt a mérésen. A gyermekek átlagéletkora 5,7 év volt, a legfiatalabb 5 év 4 hónapos a legidősebb 6 éves volt.

Az iskolai mérések mintája

Iskolai longitudinális vizsgálatunk első mérésében összesen 5154 első évfolyamos tanuló vett részt, 166 általános iskola 275 osztályából. A tesztet 2614 fiú és 2540 lány töltötte ki, a nemek aránya megegyezett ($\chi^2=3,77$; $p=0,052$). A tanulók átlagéletkora az első mérés alkalmával 7,1 év volt. Adatbázisunk szerint a legfiatalabb kitöltő 5 év 11 hónapos, a minta legmagasabb életkora pedig 10 év 2 hónap. A magas terjedelmet egy 10 éves gyermeknek köszönhetjük, kizárását azonban magas életkora miatt nem tartottuk indokoltnak, a minta átlagéletkorának szórása alacsony volt. A második iskolai mérésen, amely a longitudinális vizsgálat második mérési pontja volt, összesen 4277 olyan első évfolyamos tanulót értünk el, akik részt vettek az első adatfelvételen. A tanév végi mérésen a nemek aránya nem változott, a résztvevők átlagéletkora 7,7-re emelkedett.

7.2. Eszközök

Kutatásunk során a saját fejlesztésű eszközök mellett mindegyik óvodai és az iskolai bemeneti mérésen alkalmaztuk a Tablet-eszközhasználat, illetve Számítógépes-egér használat tesztet (Molnár & Pásztor, 2015a). Az óvodai validációs mérésnél a DIFER tesztrendszer (Nagy et al., 2004b) két tesztjét, az elemi számolási készség és a relációszókincs teszteket vettük fel. A longitudinális vizsgálat második mérési pontján egy matematika teljesítménytesztet alkalmaztunk. A vizsgálatok eszközeinek áttekintéséhez az 5. táblázat ad átfogó képet. A következőkben ismertetjük a tesztfejlesztés menetét, a korai numerikus készségek teszt két változatának felépítését, valamint részletesen bemutatjuk az összes általunk alkalmazott mérőeszközt.

5. táblázat. Vizsgálataink eszközei

Meres	Eszközök
1. óvodai mérés	Tablet-eszközhasználat teszt Korai numerikus készségek teszt (1. tesztváltozat)
2. óvodai mérés	Tablet-eszközhasználat teszt Korai numerikus készségek teszt (2. tesztváltozat)
Óvodai validációs mérés	Tablet-eszközhasználat teszt Korai numerikus készségek teszt (2. tesztváltozat) DIFER Elemi számolási készség teszt DIFER Relációszókincs teszt
1. iskolai mérés (longitudinális 1)	Számítógépes-egér használat teszt Korai numerikus készségek teszt (1. tesztváltozat)
2. iskolai mérés (longitudinális 2)	Matematika teljesítményteszt

7.2.1. A korai numerikus készségeket vizsgáló teszt kialakítása

A tanulmányunk elméleti fejezeteiben is bemutatott tesztek, tesztrendszerek, korábbi kutatásokban használt mérőeszközök elemzését követően készítettük el saját online mérőeszközünket. Saját eszközünk kidolgozásakor több tudományos és technikai jellegű szempontot is mérlegeltünk. Bár kiindulási pontnak tekintettük az iskolai matematikatanuláshoz szükséges készségek lefedését, célunk egy automatikus kiértékelést és azonnali visszacsatolást biztosító online mérőeszköz kidolgozása volt, így a technikai korlátok

miatt nem volt lehetséges e készségek pontos és teljes lefedése. Ezen kívül a megcélzott korosztály sajátosságait is figyelembe kellett vennünk, így különösen ügyeltünk a tesztelés idejére, a feladatok mennyiségére és kinézetére (Rausch, 2016b; Rausch, 2017).

A teszt tartalmi keretei, nehézsége

Tesztünk fő komponenseit, tartalmát és nehézségét az iskolaelőkészítés és iskolakezdés időszakára, 5-7 éves életkorú gyermekekre optimalizáltuk. Ebben az időszaknak a gyermekek számolási készségei jelentős fejlődésen mennek keresztül, és az iskolakezdéskori fejlettség később sok szempontból is meghatározó lesz (Aunio és Niemivirta, 2010; Aunola, et al., 2004).

A verbális számolási készségek fejlődéséhez a gyermekek először a számok nevét sajátítják el. A gyermekek azok sorrendjét is elkezdik megtanulni már öt éves koruk előtt, bár nagyjából négy éves korukig ez mondókaszerű ismeretet jelent. Tesztünkben e készségek fejlődésével elsősorban az elemi számolásnak nevezett terület foglalkozik, amely a nemzetközi szakirodalomban *number word sequence*-ként ismert fogalom, a számok megfelelő előrefelé és visszafelé sorrendjének pontos tudását, beleértve a számkörök átlépését jelenti. Ez a terület fontos alapja a számolási készségeknek, elemi számolási műveletek végzésének, amely nélkül elképzelhetetlen az összeadás, kivonás megtanulása az iskolában (Aunio & Räsänen, 2016). A mennyiségekkel végzett számolási műveletek, a számlálási készségek nélkülözhetetlen összetevői a korai matematikai készségeknek, melyek a kardinális számok fogalmával összekapcsolódva képezik az iskola alsó tagozatában tovább fejlődő aritmetikai készségek alapját (Aunio és Niemivirta, 2010).

Az arab számok felismerése és hangos leolvasása a hazai szakirodalomban számolvasásként jelenik meg (Józsa, 2014). Mivel online tesztünkben a számolvasást nem tudtunk mérni, ezért egyik résztesztünk az arab számok felismerését vizsgálja, számkártyákon lévő egy-, két- és háromjegyű számokat kell a tanulónak felismerni. Annak érdekében, hogy azt is mérjük, hogy tisztában vannak-e ezek jelentésével, egy másik résztesztben az arab számok mennyiségekhez való rendelését is vizsgáltuk.

A korai numerikus készségek a disszertáció elméleti fejezeteiben bemutatott összetevőinek teljes lefedésére az online mérés-értékeléssel foglalkozó fejezetben korábban már ismertetett korlátok miatt nem volt lehetőségünk. A teszt kialakításakor azonban törekedtünk arra, hogy minél szélesebb körből mérítsünk, és a megvalósítható feladattípusokat, technikai adottságokat maximálisan kihasználjuk. Tesztfeladatainkban különböző számképek, mennyiségek, arab számok felismerése, a képernyőn megjelenő

rajzokkal, képekkel végezhető manipulatív számolási műveletek egyaránt megjelennek, ugyanakkor a gyermekek beszéltetéséről, a hangos számolásról az elemi számolás részletes esetében, és a hangos számolás vizsgálatáról sajnos le kellett mondanunk.

A tesztfeladatok kialakítása, kinézete

A teszt megszerkesztéséhez és felvételéhez az SZTE Oktatáseméleti Kutatócsoportja által, a Diagnosztikus Mérések Fejlesztése kutatási projekt keretében kifejlesztett eDia online mérés-értékelési platformot használtuk (Csapó & Molnár, 2017; Molnár, 2015; Molnár, Papp, Makay, & Ancsin, 2015). A rendszer segítségével biztosított volt az azonnali kiértékelés és visszacsatolás.

A tesztfeladatok kinézetének megalkotásakor fontos szempont volt az esztétikus megjelenés, hogy azok vonzzák a kisgyermek figyelmét, továbbá törekedtünk a változatosságra is, hogy a megszerzett figyelmet a tesztelés során fenn tudjuk tartani. Ezt a fontos szempontot mégis a letisztultsággal és a feladatképek tényleges céljával és funkciójával kellett összehangolnunk. Fontos volt, hogy minden kép, illusztráció a feladatok megoldásához, az instrukció megértéséhez, vagy a válaszadáshoz kapcsolódjon. A felesleges, a feladathoz kevésbé kapcsolódó, inkább csak a figyelmet elterelő illusztrációkat mindvégig mellőztük. Emellett az egymáshoz hasonló elrendezésű, hasonló képeket megjelenítő feladatok háttérének színét módosítottuk sárga, kék és lila színűre, amelyek váltakoztak, így is felismerhetővé tettük másik feladatról van szó. Az első tesztváltozat dichotóm feladatainál kerültük a zöld és piros háttérszínek használatát, nehogy az befolyásolja a tanulók választát. Az arab számok ábrázolásánál törekedtünk jól olvasható, kerekített karakterek megjelenítésére, így az Arial Rounded betűtípusra esett a választásunk. A számkártyákon képként megjelenő arab számok mérete 75-80-as betűméretnek felelt meg.

A tesztfeladatok képernyőn megjelenő elrendezésében három elem, más online tesztekhez hasonlóan (Pásztor, 2017; Török, Hódi, & Kiss, 2016), mindig egységesen jelent meg: a „hangszóró” gomb, amellyel a tanulók az instrukciót újra meg tudták hallgatni, valamint a következő, illetve az előző feladatra lépést szolgáló „tovább” és „vissza” gombok, amelyekre egy-egy nyilat helyeztünk el. A hangszóró gomb mindig a képernyő bal felső sarkában jelent meg, a tovább- és visszalépést szolgáló nyilak pedig a bal és jobb alsó sarokban.

A feladatokban megjelenő képeket igyekeztünk a lehetőségekhez mérten jó minőségben, fájl méretük miatt, mégis kisebb felbontásban beilleszteni. A képernyőn böngészőben megjelenő tesztfeladat 1024x768 képpontot foglalt el, a képeinket is ehhez a

felbontáshoz igazítottuk a teljes méretből elfoglalt területükhöz mérten. Emellett a válaszadásra szolgáló vonszolással mozgatható képek, valamint a célterületek méretére és formájára is ügyeltünk, hogy a gyermekek számára minél könnyebb legyen, akár egér, akár az ujjuk használatával a kért művelet elvégzése.

A feladatok szövegének megfogalmazásakor törekedtünk a minél rövidebb, pontosabb és a megcélzott életkorú gyermekek számára egyértelmű, jól érthető utasításokra. Az instrukciók lektorálásában régóta pályán lévő pedagógusok is részt vettek. A tesztfeladatok általunk kidolgozott instrukcióit, és a válaszadás módját is áttekintettük közösen a teszt fejlesztésekor. A képernyőn szöveges formában nem jelenítettük meg utasításokat, azokat a tanulók csak fejhallgatón keresztül hallgatták. Így szándékoztuk elkerülni a gyermekek olvasási készségeinek befolyását a teszten elért teljesítményre, beleértve azokat a gyerekeket is akik már tanulják az olvasást, de annak kezdeti szakaszán a tesztben megjelenő szövegek a figyelmüket elterelhetnék volna. Az instrukciók felmondására egy szakképzett és tapasztalt narrátort kértünk fel mindkét tesztváltozat esetében.

Próbamérések

A dolgozatban részletesen bemutatott és kielemezett vizsgálatokra több próbamérést követően került sor. Az iskolai pilot mérésünkre 2015. szeptember első felében került sor összesen kilenc Csongrád megyei általános iskola bevonásával. Ebben 219 első évfolyamos tanuló vett részt, és az első tesztváltozat előzetes, 46 itemből álló verzióját mértük be. Bár a teljes teszt megbízhatósága elfogadható volt (Cronbach- $\alpha=0,86$), egyes résztesztek, például az elemi számolás (Cronbach- $\alpha=0,52$), elemi műveletvégzés (Cronbach- $\alpha=0,54$) szintjén jelentős átdolgozásra volt szükség. Az iskolai mérések során az iskolák pedagógusai mellett a személyesen is felügyeltük az adatfelvétel lebonyolítását. Megfigyeléseinket, valamint a tanulóktól és a pedagógusoktól kapott visszajelzéseket is felhasználtuk az átdolgozáshoz.

Óvodai próbamérésünkre (Rausch, 2016a) már az első tesztváltozat javított verziójával, 2015 novemberben került sor egy szegedi óvoda 5 és 6 éves óvodásainak bevonásával (N=91). A teszt felvételét itt is személyesen felügyeltük. Továbbra is fontosnak tartottuk, hogy a teszt felvételét követő kvantitatív elemzések mellett az adatfelvétel folyamatát a megfigyeléssel is kiegészítsük, amit felhasználva tudunk javítani az eszközön. Az eszköz javított, 42 itemes verziója valamivel megbízhatóbb volt óvodában (Cronbach- $\alpha=0,86$), és a résztesztek reliabilitása sem volt 0,6 alatt. A gyengébbnek bizonyult résztesztek a végső, a későbbiekben részletesebb bemutatott 1. óvodai mérésnél újabb itemekkel egészítettük ki (1. Melléklet).

7.2.2. Kutatásunk során kifejlesztett korai numerikus készségeket mérő eszközök

Az Online Korai Numerikus Készségek Teszt első testváltozata

A mérőeszköz első változata számolási készségeket, számok helyes sorrendjének ismeretét, különböző mennyiségekkel végzett számolási műveleteket, számképek, arab számok felismerését, összességében a korai numerikus készségeket vizsgálta. A tesztben hat részterület szerepelt (Mennyiségek és számok, Elemi számolás, Relációk, Elemi műveletek, Arab szám felismerés, Arab számok és mennyiségek kapcsolata). Az első változat iskolában összesen 47, óvodában, 5 feladattal kibővítve, 52 itemből tevődött össze (1. Melléklet).

A *mennyiségek és számok* résztesztben a gyermekeknek egy az instrukcióban hallott mennyiséget kellett kiszámolniuk, illetve felismerniük. Három feladat 10-es számkörön belüli mennyiségek kiszámolását mérte, ezeket a feladatokat a gyerekek vonszolással (drag and drop) tudták megoldani (12. ábra), nagyobb mennyiség esetén három kép közül tudták kiválasztani azt a képet, amelyiken a hallott mennyiségű rajz (pl. virág) szerepelt (13. ábra).



12. ábra

Példafeladat a mennyiségek és számok résztesztből. Instrukció: „Húzz két káposztát a nyuszi tányérjára!”

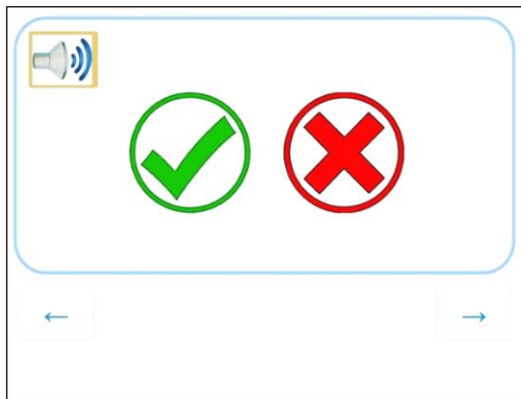


13. ábra

Példafeladat a mennyiségek és számok résztesztből. Instrukció: „Kattints arra a vázára, amelyikben öt tulipán van!”

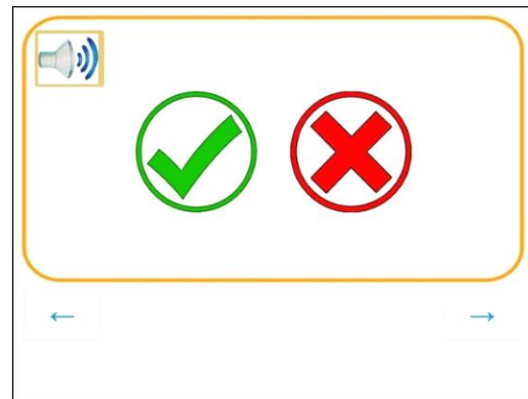
Az *elemi számolás* részterületnél zártvégű, dichotóm feladatokkal mértük az 1-től 21-ig számolás, a számkörök átlépésének és visszafelé számolás készségét. A feladatok fokozatosan egyre magasabb számkörökre vonatkoztak. Az első számsorok a 20-as számkörön belül voltak, majd a 30-as, 50-es és 100-as számkörök átlépése következett. A feladatblokk végén kerültek sorra a visszafelé számolást mérő feladatok, elsőként szintén 20-as számkörön belül, majd a feladatok az előre felé számoláshoz hasonlóan szintén egyre magasabb számkörökre vonatkoztak, egymást követően a 30-as, 50-es és 100-as számkörök visszafelé történő átlépése következett. A résztesztben nem a gyermekek hangos számolását értékeltük, hanem annak

felismerését tudtuk vizsgálni, hogy a narrátor által elmondott számsor, számkör átlépés helyesnek, vagy helytelennek találták-e. Miután meghallgatták az adott számsort kattintással válaszoltak. Amennyiben helyes számsort hallottak egy zöld pipára, ha szerintük hibás volt a számsor egy piros x-re kellett kattintaniuk. A helyes és helytelen számsorok egymást követő sorrendjét véletlenszerűen alakítottunk ki, mivel a feladatblokkban egymást követő feladatok kinézetre megegyeztek, a feladatok háttérszínét folyamatosan változtattuk (14-15. ábra).



14. ábra

*Példafeladat az elemi számolás részesztből.
Instrukció: „Most negyvennyolctól kezdek el számolni. Figyeld meg, hogy helyesen számolok-e! 48, 49, 50, 51, 52, 53.”*



15. ábra

*Példafeladat az elemi számolás részesztből.
Instrukció: „Visszafelé számolok ötvenegyől. Figyeld meg, hogy helyesen számolok-e 51, 50, 39, 38, 37, 36.”*

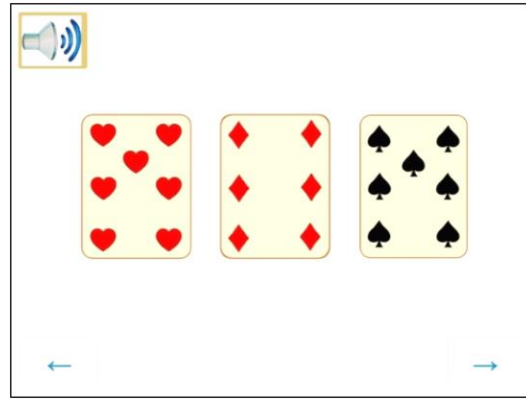
A *relációk* részesztben különféle mennyiségű és összetételű halmazok közül kellett kiválasztaniuk az instrukció szerint megfelelő képet. A feladatok egy részében két halmazból választották ki a több, vagy kevesebb elemet tartalmazót (16. ábra), valamint három kép közül a két egyforma mennyiséget reprezentáló képet (17. ábra). A részesztnél válaszaikat a megfelelő képre, képekre kattintva adhatták meg. Ezek mellett a feladatblokk második felében mennyiségek növekvő és csökkenő sorba rendezését is kértük a gyerekektől, ezeket a feladatokat vonszolással oldották meg.

Az *elemi műveletvégzés* részesztben a gyermekek 20-as számkörön belüli mennyiségekkel végeztek manipulatív számolási feladatokat. Az ehhez a részhez tartozó feladatokban különböző műveleteket vizsgáltunk, a gyermekek a kapott utasítások alapján kellett kiszámolni, kiegészíteni, kivonni, és részhalmazokra bontani a feladatokban megjelenő képeket. A feladatokat minden esetben vonszolással oldhatták meg, a képernyőn megjelenő képeket, rajzokat az instrukciónak megfelelően rendezték, azokat a kért célterületre mozgatták (18-19. ábra).



16. ábra

*Példafeladat a relációk részesztéből.
Instrukció: „Melyik cserépben van több virág? Kattints rá!”*



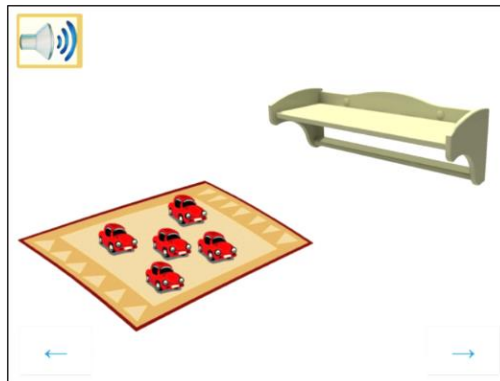
17. ábra

*Példafeladat a relációk részesztéből.
Instrukció: „Kattints arra a két kártyára, amelyeken ugyanannyi rajz van!”*



18. ábra

Példafeladat az elemi műveletvégzés részesztéből. Instrukció: „A kosárban most két alma van. Húzz annyi almát a kosárba, hogy összesen öt legyen benne!”



19. ábra

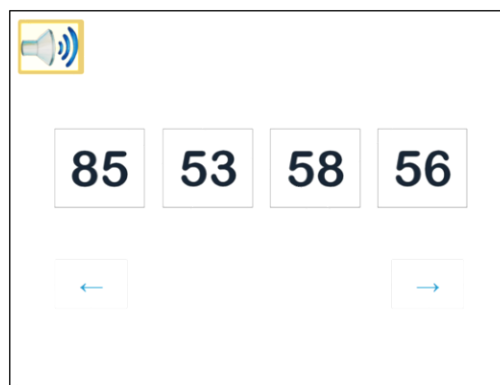
Példafeladat az elemi műveletvégzés részesztéből. Instrukció: „A szőnyegen most öt kisautó van. Húzz annyit a polcra, hogy három maradjon a szőnyegen!”

Az arab számok felismerése részterület feladatainak megoldása során a tanulóknak négy arab számkártya közül tudták kiválasztani azt a számot, amit az instrukcióban a fejhallgatón keresztül hallottak. Válaszukat a képernyőt kivetített négy kártya valamelyikére kattintva adhatták meg. A feladatok fokozatosan nehezedtek, az első két feladatban két egy jegyű szám (20. ábra), majd két kétjegyű szám következett (21. ábra), végül két három jegyű számot ábrázoló feladat került sorra.



20. ábra

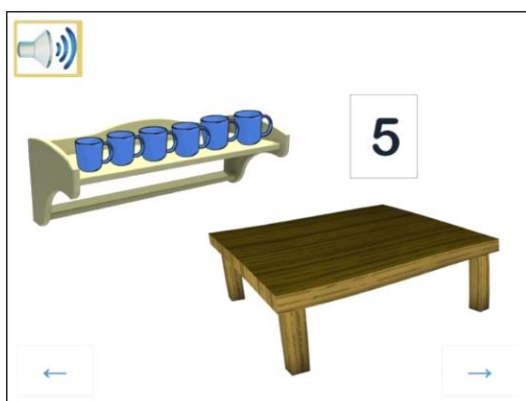
Példafeladat az arab számok felismerése részesztből. Instrukció: „Mondok egy számok. Keresd meg a kártyák között és kattints rá! Három.”



21. ábra

Példafeladat az arab számok felismerése részesztből. Instrukció: „Mondok egy számok. Keresd meg a kártyák között és kattints rá! Ötvennyolc.”

Arab számok és mennyiségek kapcsolatára vonatkozó részterület feladataival a mennyiségek és arab számok közötti kapcsolatokat ismeretét vizsgáltuk. Az ehhez a részhez tartozó feladatblokk első felében vonszólással lehetett kirakni a feladatban egy kártyán látott arab számhoz tartozó mennyiségeket, a részeszt második felében egy képen látott mennyiséghez kellett párosítani a megfelelő arab számot négy lehetőség közül (22-23. ábra).



22. ábra

Példafeladat az arab számok és mennyiségek részesztből. Instrukció: „A kártyán egy számot látsz. Húzz annyi bögrét az asztalra, amennyit a kártyán lévő szám mutat!”



23. ábra

Példafeladat az arab számok és mennyiségek részesztből. Instrukció: „Kattints arra a számra, ahány alma van a kosárban!”

Az Online Korai Numerikus Készségek Teszt második tesztváltozata

Az általunk kidolgozott második tesztváltozat kialakításához az első változattal végzett óvodai és iskolai mérések eredményei és tapasztalatai vezettek (Rausch, 2016a, 2017). Az új tesztváltozat itemeinek száma változott, a második változat összesen 40 feladatból áll. Az átdolgozás során azokra az összetevőkre kezdtük helyezni a hangsúlyt, amelyek online is megbízhatóan és érvényesen mérnek, továbbá erős előrejelző erővel bírnak a későbbi iskolai matematikatanulás szempontjából, ezt a szempontot a magasabb képességszintű tanulók mérésére alkalmas feladatok beépítése is kiegészítette.

Az új tesztváltozatban a legszembevetőbb változás az elemi számolási részteszt dichotóm feladatainak lecserélése egy új feladatelrendezésre („Peti számol” 26. ábra), amellyel a részteszt megbízhatóságát kívántuk javítani. A korábbi feladattípusnál a véletlen találat lehetőségét túl magasnak ítéltük meg, így az új feladattípusnál három válaszlehetőséget adtunk meg. Emellett a korábbi, első részteszt, amely a mennyiségek és számok nevet viselte törlésre került, az első három itemet a részben módosított és kiegészített elemi műveletvégzés résztesztbe olvasztottuk be, amely részteszt a teszt elejére került. Az időbeli korlátok és a teszt szűrővizsgálat („screening test”) irányba történő módosításai miatt tovább kellett rövidítenünk, emiatt az óvodában megbízhatóan mérő relációk résztesztet is kivettük a második tesztváltozathoz. A mennyiségi relációk felismerése már nagycsoportos óvodások jelentős részének is könnyűnek bizonyult, így az arra fordított sok item már kevés információt adott a gyermekek fejlődéséről. Az utolsó kettő, az arab szám felismerés és arab számok és mennyiségek résztesztjeink megfelelően működtek mind az óvodai, mind az iskolai vizsgálatok során, így ezeken csak egy-egy itemet érintő kisebb javításokat végeztünk (2. Melléklet).

Az *elemi műveletvégzés* részterület tehát kiegészült három itemmel, amelyek az instrukcióban hallott mennyiség kiszámolását mérték 10-es számkörön belül. Ezt követően 20-as számkörön belüli mennyiségekkel kellett a gyermekeknek manipulatív számolási feladatokat elvégezni, kiegészíteni, kivonni, részhalmozokra bontani, szorozni a kapott utasítások alapján (24. ábra). A feladatokat egy részét vonszolással (drag and drop), egy másik részét a helyes válaszra kattintva oldhatják meg. Ami mellé beillesztettünk több, 20-as számkörön belüli, összetettebb fejben számolási feladatot is, amiket elsősorban az iskolás korcsoportnak szántunk (25. ábra).



24. ábra

Példafeladat az elemi műveletvégzés részesztéből.

Instrukció: „Oszd szét a káposztákat!
Mindhárom kosárban ugyanannyi legyen!”



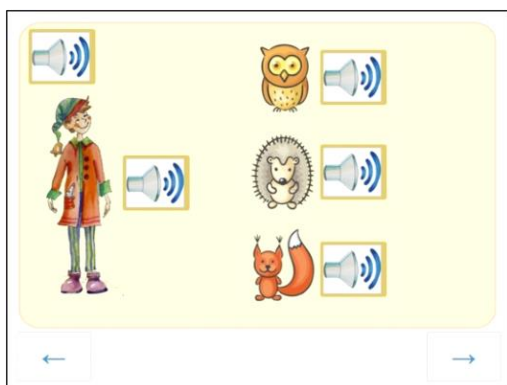
25. ábra

Példafeladat az elemi műveletvégzés részesztéből.

Instrukció: „Segíts Petinek eldönteni, hogy melyik állat válaszol helyesen egy kérdésre! Ha egy állat melletti hangszóróra kattintasz, akkor meghallasz egy lehetséges választ a kérdésre. Hallgasd végig a válaszokat és kattints rá arra az állatra, aki helyesen válaszolt! A kérdés a következő. Nekem egy játékomban van, neked két játékom van. Mennyi játékunk van összesen? a) Kettő. b) Három. c) Négy.”

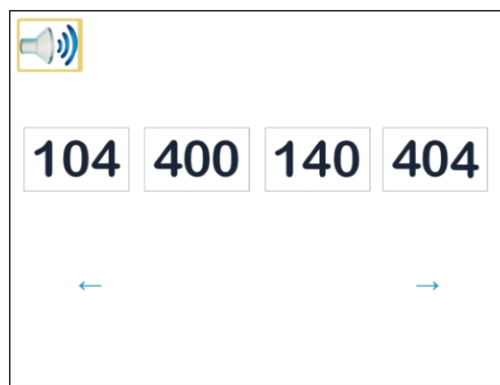
Az *elemi számolás* átdolgozott részesztjében lecseréltük a korábbi dichotóm feladatainkat, amelyek során számsorokról kellett eldönteni, hogy helyesek-e. Az új változatban továbbra is zártvégű feladatokkal mérjük a számok megfelelő sorrendjének ismeretét, az 1-től 21-ig számolás, a számkörök átlépésének és visszafelé számolás készségét, viszont már adott számsorok megfelelő folytatását kell a gyerekeknek megtalálniuk. Az új feladatokban a narrátor elkezd a számolást, elmond egy számsor, amelyet követően a számsor három lehetséges folytatását három állattól hallják a gyerekek. Ezt követően annak az állatnak a képére kattintanak, amelyek szerintük helyesen folytatta a számolást (26. ábra).

Az *arab számok felismerése* részterület feladatai az első tesztváltozathoz képest egy kivétellel nem változtak. A tanulóknak négy arab számkártya közül kell kiválasztaniuk azt az egy- vagy többjegyű számot, amit az instrukcióban hallanak, válaszukat a megadott kártyák valamelyikére kattintva adhatják meg. A részeszt ötödik feladatának egyik disztraktorát (170→404) cseréltük le (27. ábra).



26. ábra

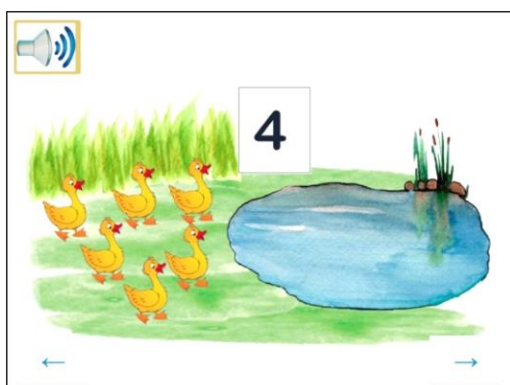
Példafeladat az elemi számolás részesztből. Instrukció: „Segíts megtalálni, hogy melyik állat folytatja helyesen a számolást! A számolást mindig Peti kezdi. Ha egy állat melletti hangszóróra kattintasz, akkor meghallod, hogy ő hogyan folytatja a számolást. Kattints rá arra az állatra, aki helyesen folytatta a számolást! Figyelj, Peti most kezdi a számolást! 16, 17, 18 ... a) 19, 20, 21. d) 19, 30 ,31. c) 28, 38, 48.”



27. ábra

Példafeladat az arab számok felismerése részesztből. Instrukció: „Mondok egy számok. Keresd meg a kártyák között és kattints rá! Tizenkettő.”

Mennyiségek és arab számok kapcsolatára vonatkozó részterület feladatai a mennyiségek és arab számok közötti kapcsolatok ismeretét vizsgálja. A feladatok első felében az arab számhoz kapcsolódó mennyiséget vonszolással tudják kirakni egy adott célterületre (28. ábra). A részeszt második felében a képen látott adott mennyiséghez kell párosítaniuk a megfelelő arab számot a kártyákon látható négy lehetőség közül, válaszukat a számkártyára kattintva adhatják meg (29. ábra).



28. ábra

Példafeladat a mennyiségek és számok részesztből. Instrukció: „Húzz annyi kacsát a tóra, amennyit a kártyán lévő szám mutat!”



29. ábra

Példafeladat a mennyiségek és számok részesztből. Instrukció: „Kattints arra a számra, ahány szilva van a kosárban!”

7.2.3. Vizsgálataink során alkalmazott további mérőeszközök

DIFER Elemi számolási készség teszt

Validációs céllal vettük fel a második óvodai vizsgálatunkban résztvevő gyermekekkel a DIFER Elemi számolási készség tesztjét (30. ábra). A tesztet részletesen már ismertettük a dolgozat 2. fejezetében, ezért itt a módszereink leírásakor azt csak röviden mutatjuk be, kiegészítve a teszt megbízhatóságának értékeivel.

A teszt az elemi számolási készség négy fő összetevőjét vizsgálja. Az első rész a számolást méri, amelyhez az 1-től 21-ig történő számolás, a számkörök átlépése, visszafelé számolás tartozik. A 21-ig történő számolás összesen 21 pontot ér a tesztben, az ezt követő itemek 1-1 pontot érnek. A teszt második része a manipulatív számolást vizsgálja. A gyermekek összesen 11 különféle, pálcikákkal végezhető műveletet végeznek el a mérőbiztos utasításainak megfelelően. Ez a részteszt a kiszámlálás, hozzászámlálás, elvétel, bontás és csoportosítás műveleteit vizsgálja 20-as számkörön belül. A harmadik rész a számképfelismerést, a tárgyak számosságának ismeretét méri, melynél a mérőbiztos által mutatott keretekben lévő számképeket kell felismerni és leolvasni. Az utolsó tesztrész során pedig arab számokat kell leolvasniuk, amelyeket páronként pontozunk. Ezek a feladatok a számolvasást mérik, amely kevésbé hangsúlyosan jelenik meg az összeteljesítményben (Nagy et al., 2004b).

Diagnosztikus fejlődésvizsgáló rendszer 4-8 évesek számára

ELEMI SZÁMOLÁSI KÉSZSÉG

SZERVEZÉS

A mérés egyéni vizsgálattal, elkülönített helyen történik. A gyermekkel szemben ülünk, hogy ne tudja előzárni a helyes válaszokat.
A számlálás kivételével a válaszokat pipával vagy kéreljéssel érkeztetjük, ezek irántuk a „Figyeltel megint?” megjelölés vonatkozik.

SZÁMLÁLÁS (0–21)

„Szeretném meghallgatni, hogy meddig tudsz elszámolni. Kezdél el az egygől és addig mondd, ameddig csak tudod!” aki folyamatosan, hibátlanul számol, a 21 kismondása után leállítjuk. Ha a gyermek akasztódik, de még nem szünetet, az másodpercre adunk a két száma között: 1 feladatra adott pontot adunk, amennyig a gyermek hibátlanul el tudott számolni, maximum 21-ig. A további feladatok címetek akkor emek pipát, ha a gyermek minden zavarásban lévő számon hibátlanul mond. Ha nem tudja folytatni vagy hibát ejt, akkor kéreljéssel irunk a „Figyeltel megint?” megjelölés vonatkozik.

SZÁMKÖRÖK ÁTLÉPÉSE

„Most úgy számlálunk, hogy én előzlek, és te folytatod!”

A) „26, 27, 28, folytatod?” (29, 30, 31)
B) „56, 57, 58, folytatod?” (59, 60, 61)
C) „68, 67, 68, folytatod?” (69, 50, 51)
D) „96, 97, 98, folytatod?” (99, 100, 101)
E) „498, 497, 498, folytatod?” (499, 500, 501)

SZÁMLÁLÁS VISSZAFELÉ

„Most úgy számlálunk, hogy én előzlek, és te visszafelé számolsz.”

A) „5, 4, 3, folytatod?” (2, 1, 0)
B) „6, 5, 4, folytatod?” (3, 2, 1)
C) „9, 8, 7, folytatod?” (6, 5, 4, 3)
D) „14, 13, 12, folytatod?” (11, 10, 9, 8)
E) „24, 23, 22, folytatod?” (21, 20, 19, 18)
F) „54, 53, 52, folytatod?” (51, 50, 49, 48)
G) „104, 103, 102, folytatod?” (101, 100, 99, 98)
H) „504, 503, 502, folytatod?” (501, 500, 499, 498)

MŰVELETEK PÁLCIKÁKKAL

A feladatokhoz 20 darab annusz színi és hosszúsági pálcika szükséges. A 20 pálcikát kinyitjuk egy csomóban. „Most pálcikákkal fogunk játszani. Ezeket kell úgy rakosgatni, ahogy én mondom.” Tervezés után áldozunk egy pálcikát, hogy a feladat folytatható legyen. Azokat a pálcikákat, amelyek a következő feladathoz nem kelleneek, tegyük (tervezési) viszába a csomóba! Ha egymás után három feladatot is elvégeztél, akkor a többi már ne kerüljék, a megjelölt rendezési kéreljéssel irunk!

A) „Vegyd ki 1-et!”
B) „Vegyd ki 3-at!”
C) „Most 5-öt vegyd el!”
D) „Itt van 5 pálcika. Egyszerűsít ki 6-ot!”
E) „Most 6 van. Egyszerűsít ki 10-et!”
F) „Most kizárók sorból 10 pálcikát. Vegyd hozzá annyit, hogy 12 legyen!”
G) „A 12-t áldozd 15-öt!”
H) „Most 15 van. Csakidj befele 20-at!”
I) „Most ezt a 20-at rakd sorú 4 egyforma csomóba!”
J) „A 20-ból annyit vegyd el, hogy 18 maradjon!”
K) Egymás mellé rakunk négyzet négy pálcikacsoport. „Rakogasd úgy a pálcikákat, hogy a 4 csoport mindegyikében maradjon pálcika, de az egymás mellett mindenütt két pálcikából több legyen, mint az előző csoportban!” (1+2+3+9=15)
(A feladatok másolásba is címsorolhatók, de semmilyen magyarázatot nem adhatunk.)

Diagnosztikus fejlődésvizsgáló rendszer 4-8 évesek számára

ELEMI SZÁMOLÁSI KÉSZSÉG

SZÁMKÉPFELISMERÉS

„Mutatok egy képet. Ezen keretek vannak mutatva, és a keretekben különböző tárgyak láthatók gyümölcsök, bogarak, lepkeék stb. Figyeld, hogy egy képet nézve az keretekből kell kiolvasnod, amit keretek!”
Egy műveletre legfeljebb 15 másodpercet adunk. A rajok számlálását megengedjük, de csak 15 másodpercen belül. Ha egymás után három feladatot is elvégeztél, akkor a többi már ne kerüljék, a megjelölt rendezési kéreljéssel irunk!

Ügyeljünk arra, hogy ne nevezd meg a rajot!

A) „Mutad meg azt a keretet, amelyben 1 raj van!”
B) „Mutad meg azt a keretet, amelyben 2 raj van!”
C) „Mutad meg azt a keretet, amelyben 3 raj van!”
D) „Mutad meg azt a keretet, amelyben 5 raj van!”
E) „Mutad meg azt a keretet, amelyben 7 raj van!”
F) „Mutad meg azt a keretet, amelyben 10 raj van!”
G) „Hány darab van ebben a két keretben összesen?” (e és d, utóbbiak mutatják!)
H) „Hány darab van ebben a két keretben összesen?” (a és b, utóbbiak mutatják!)
I) „Hány darab van ebben a három keretben összesen?” (a, c és d, utóbbiak mutatják!)

a b c d

e f

SZÁMOLVASÁS

„Ha ismered a számokat, olvasd el, amit mutatok!”
Ha az első két számot nem tudod elolvasni, a többi is: Kivétel szám előzárása és egy pipát. (Ha a számpárból csak az egyetlen olvasza el, az.) Összesen négyzet egy pipát lehet szerezni.

1 3 10 14 22 58 118 763

A) B) C) D)

30. ábra
DIFER Elemi számolási készség teszt (Nagy et al., 2004b)

Elemzéseink elvégzése előtt ellenőriztük a DIFER Elemi számolási készség teszt reliabilitását, amelynek eredményei elfogadhatóak voltak. Az elemzés során nem találtunk kilógó itemet, a 38 itemből álló teszt megbízhatónak bizonyult (Cronbach- α =0,80). A teszt konstruktum validitását nem vizsgáltuk, mivel nem rendelkezünk a megerősítő faktorelemzést (CFA) elvégzéséhez szükséges a mintaelemszámmal.

DIFER Relációszókincs teszt

A DIFER Elemi számolási készség tesztjéhez hasonlóan, szintén validálási céllal alkalmaztuk második óvodai mérésünk során a DIFER Relációszókincs tesztjét, amellyel a vizsgálatban szereplők relációszókincsének fejlettségét kívántuk feltárni. A vizsgált elemi alapkészség meghatározó az iskolakezdés, és a későbbi iskolai matematikatanulás szempontjából is. Az általános iskola megkezdéséig a gyermekek jelenős része elsajátítja a nyelv alapját képező relációszavakat, amelyek különféle dolgok közötti viszonyokat fejeznek ki. A DIFER Relációszókincs teszt a magyar nyelvben szereplő legfontosabb relációszavakat tartalmazza. A teszt négy tesztváltozatának mindegyike 24 szóra (20 önálló szó, 4 igekötő) kérdez rá, amelyek reprezentálják a gyermekek relációszókincsét, megmutatják a gyermekek szókincsének elsajátítási szintjét. Az egyes feladatok illusztrálva vannak, és a gyermekeknek a mérőbiztos instrukciói alapján kell arra képre, képrészletre rámutatniuk, amelyik az adott szóra vonatkozik (Nagy et al., 2004b).

Vizsgálatunkban a DIFER Relációszókincs teszt 1. tesztváltozatát alkalmaztuk (31. ábra). A tesztváltozat 24 itemből áll, amelyek arányosan tartalmazzák a legfontosabb relációszavakat: 8 item térbeli viszonyra vonatkozik (pl. mögött, előtt), 4 item mennyiségekre (pl. számtalan, számos), 4 item igekötős cselekvést (pl. félbevág, levág), 4 item időbeli helyzetet (pl. nyár, tavasz), 4 item pedig hasonlósági viszonyt fejez ki (pl. első, utolsó) (Nagy et al., 2004a).

A teszt megbízhatóságát ellenőrizve a 24 ítemes tesztváltozat reliabilitása nem bizonyult megfelelőnek (Cronbach- α <0,5), ezért kettő időbeli helyzetet mérő, az évszakokhoz illő képekre rákérdező feladat itemeit, amelyek a 30. ábra jobb alsó sarkában láthatóak (R)nyár és S) tavasz) nem vontunk be elemzéseinkbe. A két item elkülönülésmutatója alacsony, negatív értékű (-0,133 és -0,261) volt. A 22 ítemes teszt reliabilitása elfogadható volt (Cronbach- α =0,62), így eredményeink ismertetésekor az ezek alapján kiszámolt százalékpontos értékeket közöljük, amellyel további elemzéseinket is végeztük. Az alkalmazott eszköz konstruktum-

validitásáról nem rendelkezünk információval, mivel alacsony mintaelemszám miatt megerősítő faktorelemzést (CFA) nem tudtunk elvégezni.



31. ábra

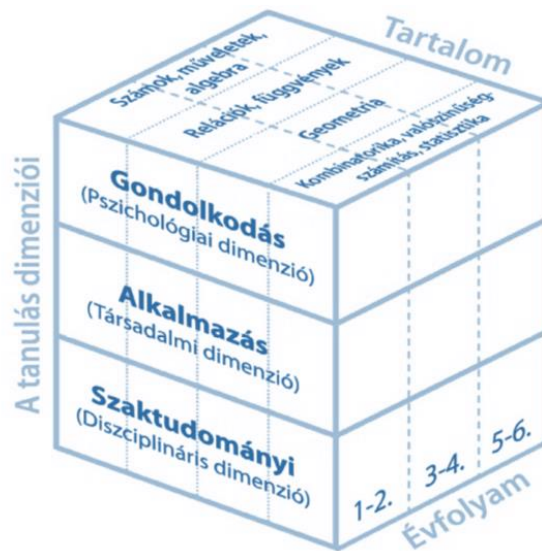
DIFER Relációsóköncsek 1. Tesztváltozat (Nagy et al., 2004b)

Első évfolyam végi matematika teszt

Az általunk első évfolyam végén alkalmazott matematika teszt a Diagnosztikus Mérések Fejlesztése kutatási projekt során létrejött feladatbank egyik feladatklaszterének felhasználásával készült (Csíkos, Molnár, & Csapó, 2015).

A teszt feladatai a kutatási projekt első fázisában összeállított tartalmi keretek szerint készültek, azok lefedik a tanulási dimenziókat, és a matematika fő tartalmi területeit (32. ábra). A három fő tanulási dimenziót a gondolkodás, mint pszichológiai dimenzió, az alkalmazás, mint társadalmi dimenzió, a szaktudományi ismeretek, mind diszciplináris dimenzió alkotják. A matematikai tartalmi területek pedig négy fő csoportba sorolhatók, az első a számok, műveletek és algebra területei, a második a relációk és függvények, a harmadik csoport a geometria, és az utolsó halmazban található a kombinatorika, valószínűségszámítás és statisztika (Csíkos & Csapó, 2011). A tesztben a felsorolt területek közül az általános iskola első évfolyamának tananyagára alapozva a számok, műveletek és algebra területei voltak

hangsúlyosabbak, viszont a relációkkal, geometriával és a valószínűségszámítás és statisztika tárgykörébe tartozó itemek is megjelentek (Csíkos, Molnár, & Csapó, 2015).



32. ábra

A mérések tartalmának több szempontú elrendezése (Csíkos & Csapó, 2011, p. 151)

A teszt kialakításakor a feladatbankban szereplő feladatokat azok empirikus jellemzői és a lefedni kívánt matematika tartalmi területek alapján választottuk ki. A feladatokat azonban nem egy az egyben a tesztbankban szereplő formájukban alkalmaztuk. A kiválasztást követően a feladatok fő tartalmi jellemzőit megtartva módosítottunk, az összes feladatnál javítottunk azok kinézetén, a tesztképek elrendezésén, a feladatok szövegezésén, valamint a disztraktorokon is javítottunk, továbbá a tesztbank eredeti feladatklaszterének egyes feladatait töröltük. A méréshez kialakított végleges tesztváltozatban így 13 feladat szerepelt, összesen 50 itemmel (3. Melléklet).

33. ábra

Az első évfolyam végi matematika teszt példafeladatai.

A teszt arányosan tartalmazta a tartalmi keretekben meghatározott három tanulási dimenziót. A gondolkodási dimenzióban 3 feladat (12 item), az alkalmazási dimenzióban 5 feladat (19 item), a szaktudományi dimenzióban pedig szintén 5 feladat (19 item) szerepelt.

A feladatok kialakításakor továbbra is fontos szempont volt az esztétikus, gyermekközeli megjelenés (33. ábra), valamint a teszt instrukcióit, a többi kisgyermekkorú méréshez hasonlóan, a tanulók fejhallgatón keresztül is meghallgathatták, emellett azok szövegesen is megjelentek a képernyőn. A válaszadás módja sokrétű volt, a tesztfeladatok megoldásához a kattintás és vonzó (drag and drop) mellett már kértünk billentyűzetten begépelni számot, továbbá legördülő menüből kiválasztott választ is.

6. táblázat. A matematika a teszt dimenzióinak megbízhatósága

A matematika teszt dimenziói	Itemek száma	Megbízhatóság (Cronbach- α)
Gondolkodás	12	0,83
Alkalmazás	19	0,87
Tantárgyi	19	0,88
Teljes matematika teszt	50	0,94

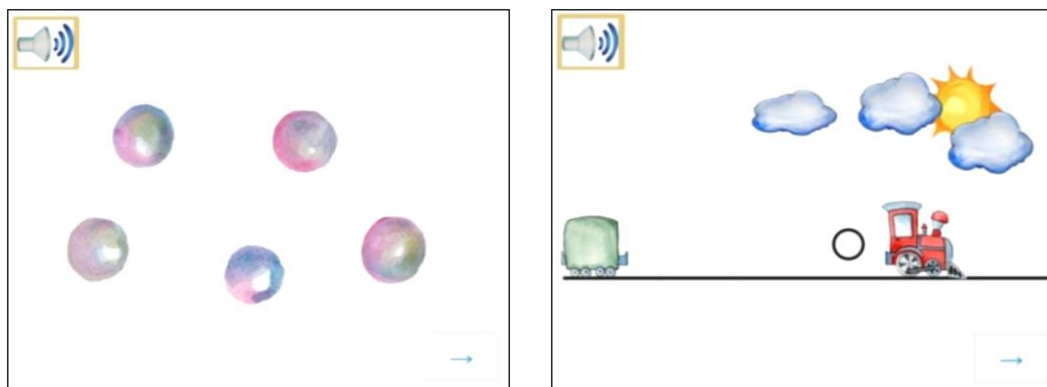
Longitudinális elemzéseink megkezdése előtt ellenőriztük a teszt megbízhatóságát. Reliabilitás-elemzésünk eredményeit a 6. táblázatban összesítettük. A teljes teszt és a hozzá tartozó három dimenzió (gondolkodás, alkalmazás, szaktárgyi) szerinti alskála is megbízható volt, a teljes teszt Cronbach- α értéke kiválónak, a részteszteké jónak tekinthető. Elemzéseink során az elkülönülés-mutatók értékei alapján, egy-két kivételtől eltekintve, nem találtunk kilógó itemeket (8. Melléklet). A résztesztekénél végzett reliabilitás-vizsgálat eredményei szerint mindössze két item elkülönítésmutatói voltak 0,3 alatt, és mivel a skálák megbízhatóságának értékét érdemben nem változtatta volna, így egy feladatot sem vettünk ki.

Számítógépes-egér használat és Tablet eszközhasználat

Az elméleti fejezetek kisgyermekkorú online mérés-értékeléssel kapcsolatos részeinél már kifejtett szempontok miatt minden óvodai és iskolai vizsgálatunknak részét képezte egy számítógépes-egér használatot, illetve tablet eszközhasználatot vizsgáló és egyben begyakorló teszt is (Molnár & Pásztor, 2015a). A mérések lebonyolítása során fontosnak tartottuk, hogy a

tesztekben is szereplő feladatmegoldási, válaszadási módok begyakorlására is lehetőséget biztosítunk a mérésben résztvevő gyermekek számára, ezáltal is csökkentve a médiahatás szerepét. Az iskolai *Számítógépes-egér használat teszt* Molnár Gyöngyvér és Pásztor Attila (2015b) munkája, méréseinkben a szerzők által továbbfejlesztett tesztverziót alkalmaztunk, valamint annak részben módosított óvodai változatát, a *Tablet eszközhasználat tesztet* Pásztor Attila fejlesztette tovább.

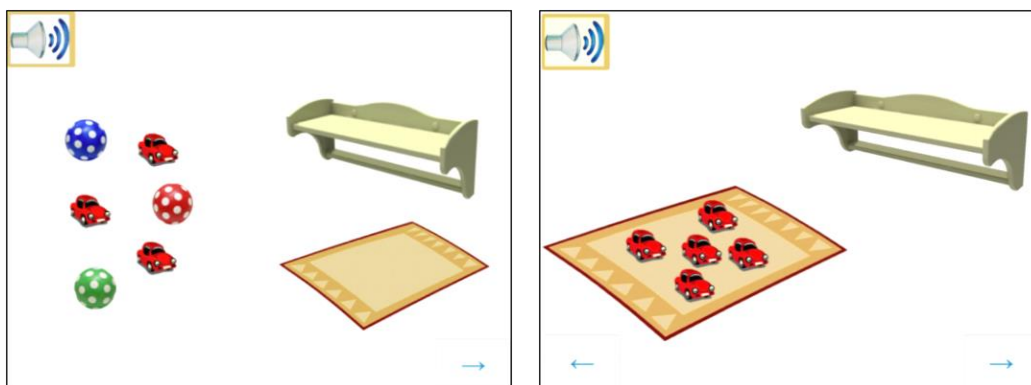
A tesztek segítségével törekedtünk arra, hogy a tanulók teljesítményét ne befolyásolja a mérés során alkalmazott eszközökkel való tapasztalatuk, vagy annak hiánya. Így nem a számolási tesztben találkoztak először a válaszadás jellemző módjával. A feladatokat sikertelenség esetén, segítő instrukciók kíséretében, újra megtudták oldani, többszöri sikertelen próbálkozás után viszont tovább engedte őket a rendszer.



34. ábra

*Példafeladatok a Számítógépes-egér használat és Tablet eszközhasználat tesztekéből
(Forrás: Molnár & Pásztor, 2015b; Pásztor, 2016, p. 208-209) [Instrukciók balról jobbra:
Pukkaszd ki az összes buborékot! Kattints rájuk!; Csatlakoztasd a vagonra a mozdonyhoz!
Kattints a vagonra, majd húzd rá a fekete körre!]*

Az asztali számítógépre készített iskolai feladatsor elsősorban a kattintás és vonszolás (drag and drop) alapvető egérhasználati műveleteinek mérésére és gyakorlására irányult (34. ábra). Az egérrel végrehajtandó feladatok nehézségét a kattintási célok mérete és száma, továbbá vonszolás esetén a célterület mérete és a mozgatandó elemek száma és mérete határozta meg. A tabletek érintőképernyőire optimalizált óvodai feladatsor esetében pedig pontos érintést (tapping) és vonszolást igénylő feladatokat kellett a gyermekeknek megoldani, az iskolai mérésekhez hasonló nehézségi szintek szerint.



35. ábra

Példafeladatok a Tablet eszközhasználat tesztből és a Korai numerikus készségek tesztből (Rausch & Pásztor, 2017, p. 92 alapján) [Instrukciók balról jobbra: Húzd a matchboxokat a polcra a labdákat pedig a szőnyegre!; A szőnyegen most öt kisautó van. Húzz annyit a polcra, hogy három maradjon a szőnyegen!]

A feladatok úgy lettek kialakítva, hogy az asztali számítógép egerének és a tablet ilyen jellegű használatának begyakorlása mellett a gyermekek megismerkedjenek a későbbi mérések során megjelenő típusfeladatokkal is. Így nem csak az eszközök kezelésében szerezhettek jártasságot, hanem előre hozzászokhattak a feladatok elrendezéséhez, az instrukciók jellegéhez is. Utóbbi szempont a második, illetve harmadik óvodai és iskolai méréseink során hangsúlyosabban jelent meg, például az 35. ábrán szereplő tablet eszközhasználat tesztből és a korai numerikus készségek tesztből kivágott példafeladatokon is látható a feladatok elrendezése és a feladatmegoldás módja közötti hasonlóság (Rausch & Pásztor, 2017).

7. táblázat. Számítógépes-egér használat és Tablet eszközhasználat tesztváltozatok itemeinek száma, megbízhatósága és a tanulók átlagos teljesítménye

Mérés	Itemek száma	Megbízhatóság (Cronbach- α)	Minta elemszáma	Átlag (%p)	Szórás (%p)
Óvoda 1.	13	0,66	335	90,3	12,4
Óvoda 2.	28	0,72	251	95,1	7,5
Óvodai validációs	16	0,40	30	91,5	7,6
Iskola 1.	13	0,65	5436	91,1	13,4

Akárcsak az előzőekben bemutatott többi eszközünknel, Számítógépes-egér használat és Tablet eszközhasználat tesztek megbízhatóságát is ellenőriztük, a tesztek itemeinek számát, az átlageredményeket és a reliabilitás-mutatókat a 6. táblázatban összesítettük. Az második óvodai és az első iskolai mérés esetében rendelkezünk az összes tanuló eredményével, akik egyben a korai numerikus készségek tesztet is kitöltötték. Az első és harmadik óvodai, valamint

a második iskola mérés esetében voltak tanulók, akik nem értek végig a teljes tablet eszközhasználat, illetve számítógépes-egér teszteken, arányuk a teljes mintához viszonyítva alacsony, az óvodai méréseknél 7 és 1 fő. Továbbá a 2. iskolai mérésnél, amely a 2016 tavaszán a longitudinális mérésünk második pontja volt, már nem volt külön géphasználat feladatsor, a tesztek elején volt egy-egy kattintást és vonszolást gyakorló feladat. A tesztek megbízhatósága alacsony, amely feltehetően részben a magas átlagteljesítmények miatti plafon effektusnak, részben a feladatok végzése során jelentkező tanulási folyamatnak köszönhető. A feladatok megoldása közben folyamatosan gyakoroltak, mivel hibás feladatmegoldás esetén, újra próbálkozhattak, és a soron következő feladatokat már egyre sikeresebben oldották meg a korábban még gyengébben teljesítő tanulók is (Molnár & Pásztor, 2015b, Rausch & Pásztor, 2017)

7.3. Eljárások

Kisgyermekkor online tesztelés lehetőségeit és kihívásait külön elméleti alfejezetben tekintettük át. Napjainkban a nagymértékű technikai fejlődéssel együtt a technológia alapú mérés-értékelésben rejülő lehetőségeket is egyre jobban ki lehet használni kisgyermekek körében is, azonban fiatalabb életkori csoportok elektronikus mérésénél különösen körültekintően kell eljárnunk. Az általános iskolák eszközparkja megfelelő technológia alapú mérések lebonyolításához, akár az iskola kezdő szakaszában is. Az óvodák esetében viszont árnyaltabb a kép, minden digitális eszközökkel végzett óvodai vizsgálat alapos előkészítést, technikai felkészülést igényel (Molnár és Pásztor-Kovács, 2015; Fáyiné Dombi, Hódi & Kiss, 2016). Vizsgálataink során óvodás és kisiskolás csoportokat teszteltünk, a mérések eljárásait, technikai megvalósítását, és a méréseket követő adatfeldolgozás, adatelemzés jellemzőit ebben az alfejezetben mutatjuk be.

Mint azt már említettük, óvodai vizsgálataink közül az első és a második mérés az SZTE Oktatáselméleti Kutatócsoport és az MTA-SZTE Képességfejlődés Kutatócsoport onlineiskolakezdő mérőcsomag fejlesztéséhez kapcsolóan, a kutatócsoport által szervezett mérések keretei között valósultak meg. A validációs mérés saját szervezésben, a Pallasz Athéné Egyetem Pedagógusképző Kar gyakorló óvodáinak részvételével valósult meg. Iskolai méréseinket az MTA-SZTE Képességkutatócsoport szervezésében végeztük.

A gyermekek minden mérésnél teljesen önállóan oldották meg a feladatokat, a mérőbiztosok kizárólag technikai problémák elhárítása (pl. böngésző ablak véletlen bezárása)

esetén, továbbá a tesztek elindításában (gyermek leültetése, mérési azonosítók beírása, hangerő beállítása) segédkeztek. Továbbá online tesztjeink kitöltését minden esetben az eszközök között ismertetett számítógéphasználati, és feladatmegoldási feladatsor (Molnár és Pásztor, 2015) előzte meg, amely során a tanulók találkozhattak és begyakorolhatták a tesztek feladattípusait, válaszadás módjait is. Ezen felül minden teszt elején, a két instrukciós oldalt követően, még szerepeltek bemelegítő feladatok, amelyek a számítógéphasználat teszt feladatihoz hasonlóan működtek, hibás megoldás esetén újra megkapták azt más, rávezető instrukcióval. A korai numerikus készségtesztnél ezek minden esetben egy vonszolással és egy kattintással megoldható feladatok voltak, amelyek megoldását követően indult el a teszt első, pontot érő feladata. A méréseknél alkalmazott tesztek végén pedig a tanulók felé is visszajeleztük az eredményt, az utolsó oldalon, a százalékpontos eredmények mellett, megköszönve a feladatok megoldását, 1-10 db lufi jelent meg, a tanulók teljesítményétől függően.

Az adatfelvétel ütemezése és szervezése

Az első óvodai vizsgálatunk 2016. március és május között zajlott Szegeden. A méréseket az MTA-SZTE Képességkutatócsoport munkatársai és neveléstudomány mesterszakos hallgatók koordinálták, valamint az SZTE Juhász Gyula Pedagógusképző Kar óvodapedagógia BA szakos hallgatói segítették.

Az óvodai validációs mérést 2016 decemberében bonyolítottuk le Kecskeméten, a Pallasz Athéné Egyetem Pedagógusképző Kar két gyakorló óvodájában. A mérés során az online tesztek felvétele mellett a résztvevő gyermekek szemtől szembeni kikérdezésére is sor került. Az online és a szemtől szembeni mérések során is egyetemi hallgatók segédkeztek a vizsgálatok elvégzésében. Az alkalmazott DIFER résztesztek felvételét másodéves óvodapedagógus hallgatók bevonásával és kiképzésével tudtunk biztosítani. A DIFER Elemi számolási készség és Relációszókinccs résztesztjeivel a hallgatók először *Az óvodai matematikai nevelés módszertana* című kurzus keretében ismerkedtek meg, az adatfelvétel szemeszterében. A mérésben résztvevő hallgatók ezen felül részt vettek egy fél napos képzésen, amely során részletesen tanulmányozták a két részteszt felépítését, a tesztek felvételének menetét. A képzés során, ellenőrzött körülmények között többször elgyakorolták a tesztfelvételt, valamint részletes mérési segédletet is kaptak, amelyet követniük kellett az adatfelvétel során.

DIFER tesztrészek felvétele és kiértékelése az eszköz útmutatója, valamint a DIFER Elemi számolási készség és a Relációszókinccs 1. tesztváltozat tesztlapján szereplő

instrukcióknak megfelelően történt (29-30. ábra). A gyermekek eredményeit azonban nem a Fejlődésmutató füzetekbe, hanem külön erre a célra készített tesztlapokra jegyeztük fel (6. Melléklet), amelyeket később elektronikusan rögzítettünk. Az óvodai vizsgálat során a DIFER tesztek mellett, az online tesztek felvételekor videómegfigyelést is alkalmaztunk. Mérésben résztvevő csoportokból véletlenszerűen kiválasztottunk három gyermeket, akiknél rögzítettük a figyelmüket befolyásoló tényezőket, és a feladatok megoldását, technikai kivitelezését. A videó feldolgozásakor a gyermekek tekintetét figyeltük, valamint a válaszadásnál látható nehézségeket gyűjtöttük ki.

A második óvodai mérésünk 2017. márciustól május végéig tartott, a vizsgálat ismét csak online adatfelvételt tartalmazott, és szervezése a második óvodai mérés jellemzőivel megegyezően zajlott, szegedi óvodákban, kutatócsoporti szervezésben és egyetemi hallgatók közreműködésével.

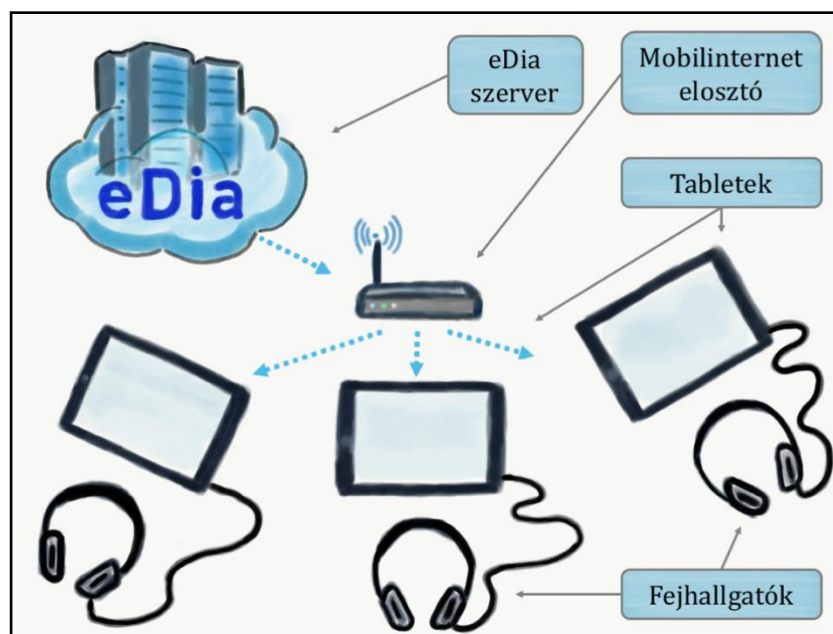
Az iskolai bemeneti mérésre, amely longitudinális vizsgáltunk első állomása volt, 2015. október közepe és december eleje között került sor. A longitudinális mérés második szakaszára, amely során a tanulók első évfolyam végi matematika teljesítményét vizsgálatuk 2016 május és június eleje között került sor.

Az online mérések technikai megvalósítása

Az óvodai mérésekre az óvodák egy csoportszobájában, vagy külön fejlesztőtermében került sor. A tableteket asztalon helyeztük el, amelyhez a gyermekeket egyesével, egymástól megfelelő távolságra ültettük le, ügyelve az érintőképernyő kezelhetőségére. A terem méretétől és az elérhető sáv szélességtől függően egyszerre 3-6 gyermek tesztelésére volt lehetőségünk. A gyermekeket mindig asztalhoz ültettük, a termék adottságait kihasználva lehetőleg úgy, hogy ne zavarhassák egymást. Méréskor a teremben a mérőbiztosokon és a mérésben résztvevő gyermekeken kívül más nem tartózkodott, a tesztek kitöltése így csendben, zavartalanul folyhatott.

Az óvodai online vizsgálataink technikai lebonyolításához csoportonként 5-6 tabletet és fejhallgatót, egy vagy két mobilinternet elosztót helyeztünk el a mérésre kijelölt helyiségben (36. ábra). A mérésekhez 10” képernyőméretű ASUS K01B típusú, Android operációs rendszert futtató tableteket használtunk. Az instrukciókat a résztvevők a tabletekhez csatlakoztatott gyermek méretű fejhallgatón keresztül hallották, melynek hangerejét a mérőbiztosok minden egyes adatfelvétel előtt, illetve közben is ellenőrizték. Továbbá a tesztek egyik első instrukciós oldalán is kértük a résztvevőket ennek ellenőrzésére.

A tableteken a mérések adminisztrálásához Google Chrome és Mozilla Firefox böngésző applikációt használtunk. Az első két alkalommal egységesen Google Chrome böngészőt használtuk, mivel a tesztek legenerálást követően többször is ellenőrizve az bizonyult a legmegbízhatóbb programnak az eDia rendszeren keresztül futtatott tesztekhez. A feladatok megjelenése egységes, a feladatképek betöltése gyors volt. A harmadik méréshez áttértünk a Mozilla Firefox böngésző applikációra, mivel a Chrome éppen aktuális verziójában a feladatinstrukciók hangfájjai nem indultak el az előzetes beállításoknak megfelelően automatikusan a feladat megnyitásakor azonnal, vagy a beállított időzítés szerint. A Mozilla Firefox böngészővel minden az eredeti beállításainknak megfelelően futott. Mivel a mérésben résztvevő óvodákban nem állt rendelkezésre szélessávú vezeték nélküli internetkapcsolat (wifi), a tabletek internetelérését mobilinternet megosztásával biztosítottuk.



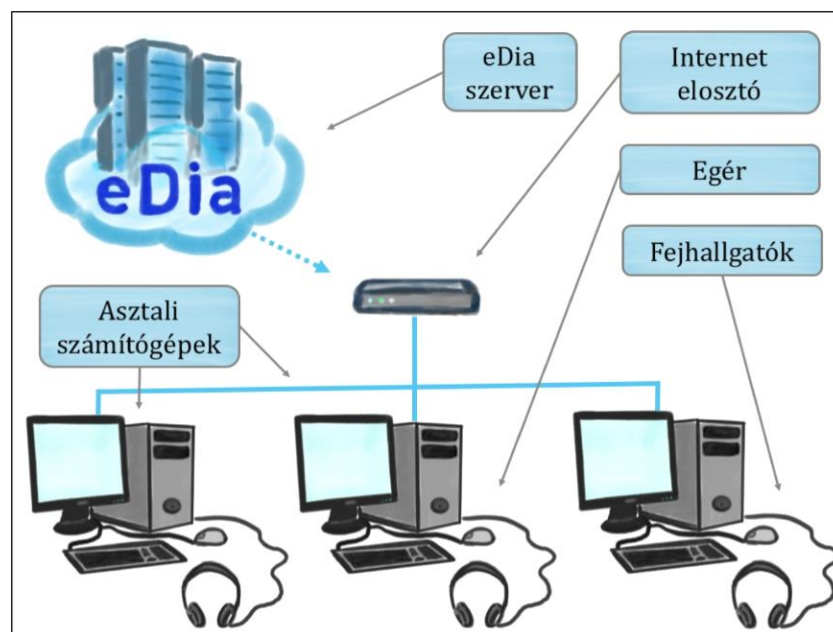
36. ábra

Az óvodai mérések eszközei és technikai megvalósítása (saját ábra).

Az iskolai méréseket a résztvevő iskolák számítógépes szaktantermeiben bonyolítottuk le, és azokat az iskolák pedagógusai felügyelték, akik számára, az adatfelvétel megfelelő körülményeinek biztosításához, részletes mérési útmutatót készítettünk (5. Melléklet).

Az iskolai számítógépes termekben a terem elrendezésétől, az iskola mérésszervezési lehetőségeitől függően 10-20 fő egyidejű adatfelvételére volt lehetőség. A résztvevő intézmények nem először vettek részt eDia platformmal végzett online mérésben, így a technikai szükségletek biztosítására fel voltak előzetesen készülve, amelyet a mérési útmutató instrukciói megerősítettek, esetenként pontosítottak. Az iskolai vizsgálatoknál a szükséges

eszközök között szerepelt a megfelelő felbontású monitor (minimum 1024x768 képpont), egér, billentyűzet, fejhallgató és stabil internetkapcsolat (37. ábra). Amennyiben az iskola internetkapcsolatának sebességét, megbízhatóságát az iskola rendszergazdája nem ítélte elégségesnek, lehetőség volt a tesztek proxy szerveren keresztüli futtatására is. Proxy szerverrel támogatott adatfelvételkor a tesztek fájljai (pl. képek, hangok) egy iskolai számítógépre előre letöltődnek, amelyről a többi számítógép már a belső hálózaton keresztül éri el azokat. Így kiküszöbölve az internetelés minőségéből fakadó problémákat. Az asztali gépeken a tesztfelvételhez Google Chrome vagy Mozilla Firefox böngészők mindig aktuálisan legfrissebb verziójának használatát kértük, mivel az eDia-rendszert ezekre a böngészőkre optimalizálták (Molnár, Papp, Makay, & Ancsin, 2015). Asztali számítógépeken mindkét böngészővel megfelelően elindultak az automatikus és időzített instrukciók, a tesztképek és szövegek (az első évfolyam végi mérésnél) hibátlanul jelentek meg.



37. ábra

Az iskolai mérések technikai megvalósítása (saját ábra)

Adatrögzítés

Az online vizsgálatoknál, a mérések lezárását követően az eDia elektronikus mérés-értékelési rendszerből (Molnár, 2015) töltöttük le adatbázisainkat csv, illetve xls formátumban. A mérések teljes adatbázisai számos információt, metaadatot tartalmaznak, amelyek egy részét nem kívántuk bevonni a későbbi elemzésekbe, valamint belefoglalni azok adatbázisaiba. Adatbázisunkat a MS Excel programban rendeztük és tisztítottuk. A MS Excel adatbázisokat

az SPSS programba átemelve címkéztük, továbbá az egyes alskálák százalékpontos eredményeit is itt összesítettük.

A validációs mérés szemtől-szembeni vizsgálati részénél a DIFER Elemi számolási készség teszt és a Relációszókincs teszt felvétele és kiértékelése a DIFER útmutatója, valamint tesztlapokon szereplő instrukcióknak megfelelően történt. A gyermekek eredményeit azonban nem a Fejlődésmutató füzetekbe, hanem egy adatfelvevő lapra rögzítettük (6. Melléklet), amelyet később MS Excel programban kódoltunk, majd töltöttük át az SPSS statisztikai adatelemző programba, ahol a gyermekek elért teljesítményét százalékpontban összesítettük. Az MS Excel fájlban az adatbázisban a gyermek nevét és azonosítóját is szerepeltettük, mivel ezt használtuk fel eredményeink visszajelentéséhez a mérésben résztvevő óvodai csoportok óvodapedagógusai felé. Az SPSS adatbázisban az eredményeket már név nélkül, kizárólag azonosítók alapján mentettük el. Az Excel fájlt pedig a visszajelentést követően megsemmisítettük.

Adatelemzések

Statisztikai elemzéseink nagy része a klasszikus tesztelmélet eljárásaihoz kapcsolódik. Az SPSS programon belül számítottuk ki a leíró statisztikák eredményeit (átlag, szórás, standard hiba értékei). A tesztek, résztesztek átlageredményeinek további vizsgálataihoz eloszlásvizsgálatokat, különbözőségvizsgálatokat és összefüggésvizsgálatokat végeztünk. A teszteredmények eloszlását egymintás Kolmogorov-Smirnov próbával ellenőriztük. A nemek közötti különbségek összehasonlításához F-próbát követően két mintás t-próbát, illetve d-próbát végeztünk. Az óvodai és az iskolai méréseknél a fejlődés mértékének megmutatására a csoportok mintaelemszámát és a t/d-próbák eredményeit felhasználva hatásméretet is számítottunk (Cohen-d). Az egyes online teszteredmények, valamint a DIFER résztesztek eredményeivel való összefüggések vizsgálatához Pearson korrelációt alkalmaztunk. A teszt és a tesztfeladatok megbízhatóságának ellenőrzéséhez a társadalomtudományi kutatások során széles körben alkalmazott reliabilitás-mutatót, a Cronbach-alfát, valamint az egyes itemek elkülönülés-mutatóit használtuk.

A tesztváltozatok konstruktum-validitásának ellenőrzéséhez megerősítő faktorelemzéseket (CFA – Confirmatory Factor Analysis) végeztünk (Muthén & Muthén, 2010). Ezzel a módszerrel ellenőrizhetjük, hogy a tesztben szereplő egyes változók milyen súllyal kapcsolódnak az előre meghatározott látens faktorokhoz. Míg feltáró faktoranalízisnél (EFA – Exploratory Factor Analysis) előre csupán a faktorok számát adhatjuk meg, és ezt

követően az elemzés során a program minden itemet minden látens faktorhoz hozzárendel, az így kapott eredmények közül általában faktorrotációt követően, az alacsony faktorsúlyokat kiszűrve kapunk átlátható képet. A megerősítő faktorelemzés esetében a teszt szerkezetének megfelelő elméleti modellt előre felvázoljuk, és az elemzés során azt ellenőrizzük, hogy a mért adataink hogyan illeszkednek ehhez a CFA-modellhez. A CFA-modellek illeszkedésvizsgálatánál, a szakirodalmi ajánlásnak megfelelően (Muthén, 1993), az átlósan súlyozott négyzetes becslést alkalmaztuk (DWLS - Diagonally Weighted Least Squares Estimation), és a faktorsúlyoknál a standardizált értékeket néztük.

A CFA-elemzések elvégzésekor modelljeink illeszkedésének ellenőrzésére több, együttesen alkalmazott mutatót kell értelmeznünk (Muthén & Muthén, 2010). Ezek közül az első a Khi-négyzet (χ^2) próba eredménye és annak szignifikanciaszintje, és az ehhez tartozó szabadságfok. Khi-négyzet (χ^2) próba azt mutatja meg, hogy jelentős-e különbség a mért és a várható kovariancia mátrixok között. A szakirodalmi ajánlások alapján nem szükséges elvetnünk a modellünket amennyiben az empirikus adataink szignifikánsan eltérnek a várható értékektől, ebben az esetben további mutatók állnak a rendelkezésünkre, amelyek segítségével vizsgálható a modell illeszkedése.

A társadalomtudományi kutatásokban gyakran közölt két fontos illeszkedésmutató a CFI (Comparative Fit Index) és a TLI (Tucker-Lewis Index), mindkettő esetében a 0,90 feletti értékek az elfogadhatóak, 0,95 felett pedig már kiválónak mondható az illeszkedés (Hu & Bentler, 1999). E két mutató általában hasonló értéket vesz fel, így általában csak az egyiket szokás közölni, viszont az elemzéseknél mindkettőt érdemes figyelni, mivel jelentős eltérés esetén valamilyen módszertani probléma állhat a háttérben. Egy további fontos, reziduális-alapú mutató az RMSEA (Root-Mean-Square Error of Approximation), a becslés hibájának négyzetes középértéke, a Khi-négyzethez hasonlóan mért és a várt értékek közötti különbség kifejezésére szolgál, így értelemszerűen minél alacsonyabb értéket kapunk, annál jobb az illeszkedésünk. Az RMSEA már 0,08 alatt elfogadható, amely adat mellett publikációkban elvárt az ahhoz tartozó konfidencia-intervallum megadása is (Jackson, Gillaspay, & Purc-Stephenson, 2009).

Eredményeink bemutatásakor a társadalomtudományi, elsősorban pszichológiai és neveléstudományi publikációkban leggyakrabban közölt, illetve elvárt illeszkedésmutatókat használjuk, amely a Khi-négyzet (χ^2), a szabadságfok (df), a szignifikanciaszint (p), a CFI és az RMSEA (Jackson, Gillaspay, & Purc-Stephenson, 2009). Eredményeink értelmezését e

mutatók együttes áttekintésével és a korábban ismertetett határértékek figyelembevételével végezzük.

Bár több vizsgálatban is megjelenik (lásd: Asztalos & Csapó, 2016), hogy a CFA-elemzéseket a résztesztek a teszthez való illeszkedésének ellenőrzésére használják, amivel igen magas, 1-hez közeli CFI/TLI illeszkedésmutatókat érnek el, azonban összevont változók esetén, például résztesztek átlageredményeivel számolva, az itemek varianciája kikerül számításból, ami jobb illeszkedést eredményez, azonban így a teszt teljes szerkezetére és az egyes itemekre vonatkozóan információval nem szolgál. A skálák szintjén végzett faktoranalízist fontos, hogy megelőzze az itemek szintjén végzett elemzés. Összevont változók alkalmazása elsősorban Strukturális Egyenletek Modellezése (SEM - Structural Equation Modeling) elemzések esetében indokolt, amikor az elemzésnél a változórendszer összefüggéseit, egymásra irányuló hatásait vizsgáljuk. Longitudinális elemzéseink során így jártunk el, a bemeneti mérésen alkalmazott számolási készségteszt első évfolyam végi matematika teljesítményre gyakorolt hatásának elemzését az átlageredmények folytonos változóin végeztük. A CFA-hoz hasonlóan a SEM-elemzések esetén is egy elméleti modell illeszkedését vizsgáljuk, és ennek kiértékeléséhez ugyanazok, a már bemutatott illeszkedésmutatók állnak rendelkezésünkre. Ezen felül az elemzések során korrelációs- és regressziós-együtthatókat tudunk számítani (Muthén & Muthén, 2010).

Megerősítő faktorelemzéseink során a tesztitemek dichotóm változóival végeztük az elemzéseinket, amellyel a teszt struktúrájának, és az egyes itemek jellemzőinek részletesebb feltárása volt a célunk, ezáltal a tesztek teljes szerkezetének empirikus ellenőrzésére sor került, amelyhez kapcsolódva elemzéseinket kiegészítettük a különböző CFA-modellek illeszkedéseinek statisztikai összehasonlításához használatos Khi-négyzet különbözőség próbával (Chi-square Difference Test). Így megtudhatjuk, hogy ugyanazon az adatsoron tesztelt több elméleti CFA-modell közül melyik modellt (pl. 1, 2 vagy 6 dimenziós modellek) illeszkedése statisztikailag a legjobb (Bryant & Satorra, 2012).

A klasszikus tesztelmélet statisztikai elemzése mellett a valószínűségi tesztelmülethez (IRT – Item Response Theory) tartozó Rasch-modellt is alkalmaztuk (Molnár, 2006). A Rasch-modell pedagógiai kutatásokban jól alkalmazható eljárás, amely az itemek nehézségét és a személyek képességszintjét valószínűségelméleti módszerekkel írja le. A modell segítségével meghatározható az egyes itemek nehézsége és a mérésben résztvevő személyek képességszintje, amelyeket közös skálán (logit) is ki tudjuk fejezni. Mind a személyek, mind az itemek tekintetében le tudjuk írni, hogy egymáshoz képest hol helyezkednek el, egyes személyek mennyivel jobb vagy gyengébb képességűek, egyes itemek mennyivel nehezebbek

a többinél (Molnár, 2013). Ezáltal elemzéseink során, a teszt fejlesztéséhez fontos információt kapunk.

A Rasch-modell esetében is van lehetőségünk a teszt megbízhatóságának ellenőrzésére az EAP/PV (Expected A-Priori / Plausible Values) mutató által, amit modell által megmagyarázott variancia és a teljes variancia hányadosa ad meg. A mutatót, amely 0 és 1 közötti értéket vehet fel, a klasszikus tesztelméletnél alkalmazott Cronbach- α határértékeihez hasonlóan tudjuk értelmezni (Neumann, Neumann, & Nehm, 2011), vagyis 0,8 felett jónak, 0,9 vagy annál magasabb érték esetén kiválónak tekinthető. Ezen felül a valószínűségi tesztelméletre épülő Rasch-elemzésnél minden mérésnél ellenőriztük a személy szeparációs reliabilitás indexeket is.

Az IRT-elemzések elvégzéséhez a ConQuest statisztikai programot használtuk, amelyhez az SPSS programból kimásolt, csak az adott teszt feladatainak dichotóm változóit tartalmazó adatbázist hoztunk létre.

Méréseink etikai aspektusai

Kutatásunk tervezése, végrehajtása, eredményeink elemzése és közzlése során mindvégig szem előtt tartottuk a társadalomtudományi kutatások alapvető etikai elvárásait, amely kiterjedt a mérésekben érintettek megfelelő szintű és folyamatos tájékoztatására, az anonimitás biztosítására, az adatok kezelésének és az elemzések elvégzésének alapvető követelményeire (Cohen, Manion, & Morrison, 2013).

Az óvodai mérések előkészítése során ismertettük az óvodapedagógusokkal és a szülőkkel a mérések célját, menetét és tartalmi kereteit. A szülők minden mérésnél beleegyező nyilatkozattal járultak hozzá gyermekük mérésben való részvételéhez (4. Melléklet). Vizsgálataink során a résztvevők teljes anonimitásának biztosítására törekedtünk. A gyermekek számára mérési azonosítókat generáltunk, a mérési azonosítók és a hozzájuk tartozó nevek listája kizárólag az óvodában álltak rendezésre az adatfelvétel megszervezéséhez és a visszajelentések biztosításához.

Az iskolai méréseket az iskolák pedagógusai felügyelték, akik számára, az adatfelvétel megfelelő körülményeinek biztosításához, részletes mérési útmutatót készítettünk. A tanulók önállóan töltötték ki a tesztet, a mérőbiztosok kizárólag technikai problémák elhárítása (például a böngészőprogram véletlen bezárása) esetén, továbbá a tesztek elindításában (mérési azonosítók beírása, hangerő beállítása) segédkeztek. Az iskolai mérésbe bevont iskolák, a

vizsgálatokat megelőzően a Köznevelési Információs Rendszerből (KIR) töltötték le a tanulók mérési azonosítóit, amelyet követően név nélkül rögzítették azokat az eDia mérés-értékelési rendszerben.

Az óvodai mérések eredményeit, a teszten és részteszteken elért eredményeket minden esetben visszajelentettük az óvodák, valamint a mérésekben érintett óvodai csoportok óvodapedagógusai felé. A gyermekek eredményeit később az óvodapedagógusok osztották meg a szülőkkel. Visszajelentéskor felhívtuk az érintettek figyelmét arra, hogy mérőeszközünk még fejlesztés alatt állt, ezért semmilyen diagnosztikai célra nem alkalmazható, és nem váltja ki a DIFER vagy más diagnosztikus teszt felvételét.

Az iskolai mérések esetében a mérések eredményeit az iskolák az eDia mérés-értékelési platformra belépve tudták megtekinteni és letölteni. Az iskolák felé nyújtott visszajelentéshez a rendszerből letöltött adatok mellé biztosítottuk a tesztekéről készített összefoglaló dokumentumot, leírást, továbbá segédletet a mérések eredményeinek értékeléséhez.

8. EREDMÉNYEK

8.1. Az első tesztváltozat pszichometriai jellemzői óvodában

Megbízhatóság

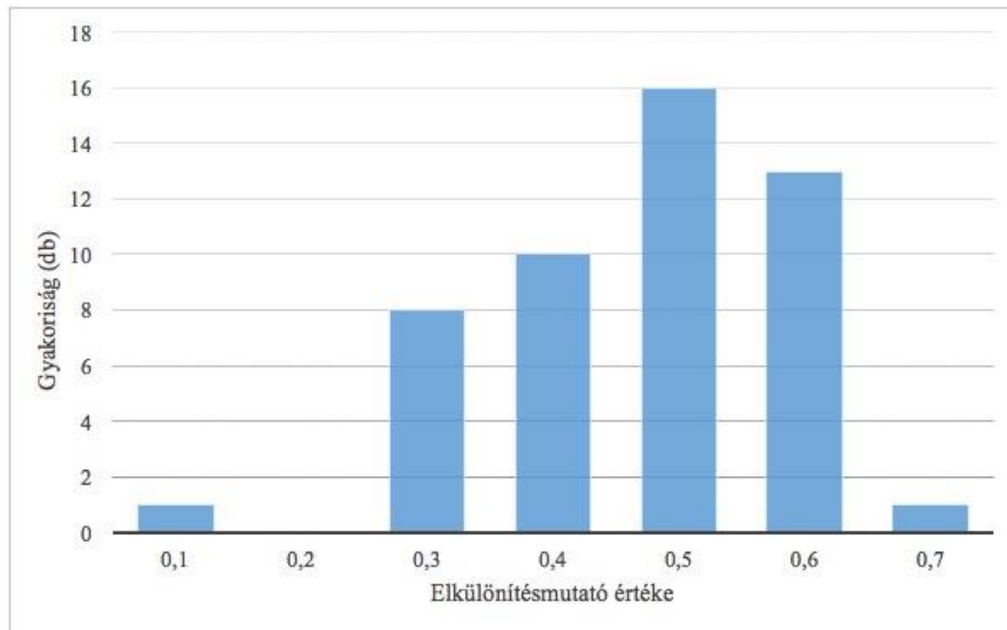
Eredményeink ismertetését mérőeszközünk első változatának pszichometriai jellemzőivel kezdjük. Ezek között először a teszt megbízhatóságának vizsgálatával kapcsolatos elemzések bemutatásra kerül sor. Az óvodai mérésen a korai numerikus készség teszt és résztesztjeinek megbízhatóságát a 8. táblázatban foglaltuk össze. A teszt reliabilitása magasnak tekinthető (Cronbach- α =0,94), a résztesztek megbízhatósága az alacsonyabb itemszámú résztesztek esetében is elfogadható volt, azok 0,70 és 0,88 Cronbach- α értékek között helyezkednek el, melyek közül a legalacsonyabb értéket az elemi számolás dichotóm feladatokból álló résztesztje érte el. Tesztünk megbízhatóságának és érvényességének ellenőrzése alapján a mérésen szereplő 52 itemből kettőt emeltünk ki, amelyhez az itemek elkülönítésmutatóit és a megerősítő faktorelemzés eredményeit együttesen használtuk fel, így alakultak ki a táblázatban látható mutatók és itemszámok.

8. táblázat. A korai numerikus készségek teszt és résztesztjeinek megbízhatósága az óvodában

Résztesztek	Itemek száma	Megbízhatóság (Cronbach- α)
Mennyiségek és számok	6	0,87
Elemi számolás	8	0,70
Relációk	15	0,82
Elemi műveletvégzés	8	0,83
Arab számok felismerése	5	0,82
Arab számok és mennyiségek	8	0,88
Korai numerikus készségek teszt	50	0,94

A reliabilitás-vizsgálat során áttekintettük az itemek teszthez és résztesztekhez mért elkülönítésmutatóit, az egy tizedesjegyre kerekített elkülönítésmutatókat a 38. ábrán szemléltetjük. Az ábrán is kivehető, hogy az elemi számolás egyik feladata (ED09_BNS) a többi itemtől leszakadva, alacsonyabb (0,11) elkülönítésmutatóval rendelkezett, saját résztesztjén belül is csak 0,14-es értéket ért el, így a további elemzéseinkből kivettük. Így elértük, hogy az elemi számolás részteszt reliabilitása 0,68-ról 0,70-re emelkedjen. Ezen felül, a később ismertetett megerősítő faktorelemzés (CFA) eredményeire alapozva, az arab számok

felismerése részteszt egy itemét (VA05) is kiemeltük. Igaz, az item elkülönítésmutatója nem volt kirívóan alacsony (0,27), így a részteszt megbízhatóságán sem változott. A két item kivételét követően a tesztben szereplő többi feladat közül még kettőnél (ED04, RM14) találtunk 0,3 alatti értékeket (0,27 és 0,27), kivételük a reliabilitást jelentős mértékben nem javította volna. A reliabilitás vizsgálat teljes táblázatát a 8. mellékletben helyeztük el, ezen szerepelnek a tesztitemek egész teszthez és a résztesztekhez viszonyított elkülönítésmutatói.

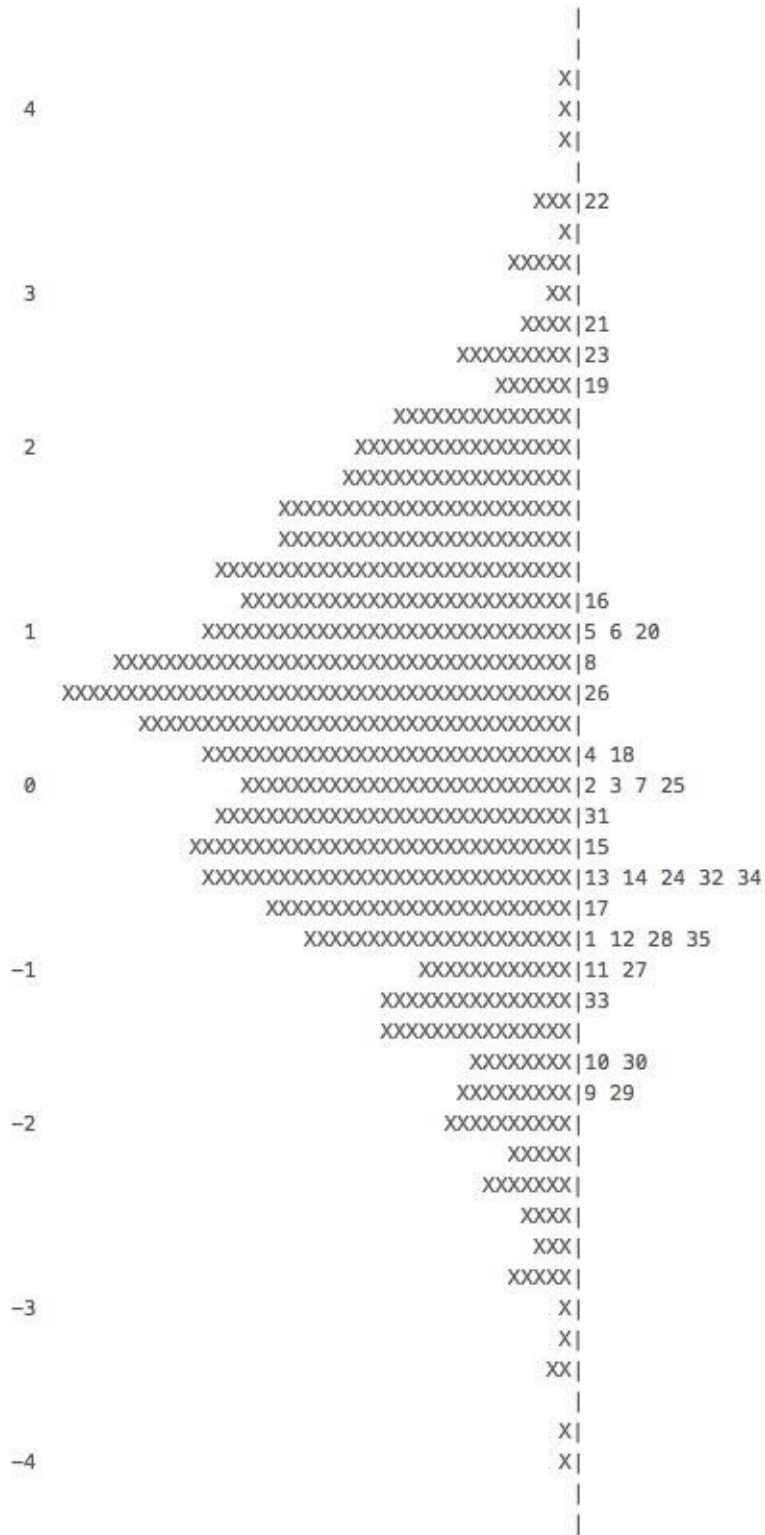


38. ábra

Az itemek elkülönítés mutatóinak eloszlási gyakorisága óvodában (1. tesztváltozat)

Nehézségi szintek – Rasch-elemzés

A korai numerikus készségek teszt feladatainak működését és nehézségi szintjét Rasch-elemzéssel vizsgáltuk meg. Ez alapján a teszt személy szeparációs reliabilitása 0,99 volt, eszerint a minta vizsgálatához megfelelően működtek a tesztfeladatok. A teszt EAP/PV reliabilitás értéke 0,92 volt. A Rasch-elemzés személy-item térképét a 39. ábrán mutatjuk be. Ezen a tesztben szereplő sorrendjük szerint számozva szerepelnek a teszt itemei, bal oldalon a felmért óvodás gyermekek képességszintjeit láthatjuk, a bal szélén lévő skála a képesség- és nehézségszinteket mutatja. Az ábrán jól látható, hogy két nehézségi szint területén hiányoznak itemek. Egyfelől voltak olyan gyengébb képességi szinten elhelyezkedő gyermekek, akik számára a tesztfeladatok túl nehéznek bizonyultak, ugyanakkor a magasabb nehézségszinteken is található egy üres folt, vagyis az 1-es és 2-es képességszint között nincsenek mérőfeladatok a tesztben.



39. ábra

A korai numerikus készségek teszt személy-ítem térképe az óvodában
 Bal oldalon a feladatok nehézsége és a tanulók képességszintje látható. Minden X 0,6 tanulót
 reprezentál. A jobb oldalon az ítemek sorszáma található.

Konstruktum-validitás

A korai numerikus készségek teszt struktúrájának ellenőrzéséhez megerősítő faktorelemzést végeztünk, továbbá megvizsgáltuk a teszt és résztesztjeinek összefüggéseit is. A 9. táblázatban összesítettük a résztesztek Pearson korrelációs együtthatóit. A teszt egészével mindegyik részteszt magasan korrelál ($r=0,70-0,85$), valamint mindegyik részteszt között szignifikáns összefüggés tapasztalható. Magasabb korrelációt a két arab számokat tartalmazó részteszt, valamint a relációk és az elemi műveletvégzés, valamint a mennyiségek és arab számok résztesztjei között találtunk. Bár az egyes résztesztek itemeinek száma ebben a tesztváltozatban nem teljesen arányosan oszlott meg, mivel azok mindegyike erősen kapcsolódik a teljes teszthez, így feltételezzük, hogy összességében egy közös konstruktumot alkotnak, az elemi számolási készségeket. Ennek ellenőrzésére, és teszt konstruktum-validitásának igazolásához végeztünk megerősítő faktorelemzést (CFA). A faktorelemzés során több modell illeszkedését is megvizsgáltuk, és statisztikailag is összehasonlítottuk.

9. táblázat. Az első tesztváltozat és résztesztjeinek korrelációs együtthatói az óvodában

Résztesztek	1a	1b	1c	1d	1e	1f
1a - Mennyiségek és számok	-					
1b - Elemi számlálás	0,42	-				
1c - Relációk	0,51	0,56	-			
1d - Elemi műveletvégzés	0,60	0,52	0,67	-		
1e - Arab számok felismerése	0,50	0,46	0,60	0,59	-	
1f - Arab számok és mennyiségek	0,49	0,45	0,60	0,64	0,71	-
1 - Korai numerikus készségek teszt	0,73	0,70	0,85	0,85	0,79	0,82

Megjegyzés. A korrelációk $p < 0,001$ szinten szignifikánsak.

Megerősítő faktorelemzéseink során több lehetséges CFA-modellt készítettünk, és vizsgáltuk meg illeszkedésüket. Az elemzéseinkbe végül 50 itemet vontunk be a lehetséges 52-ből. A reliabilitás-vizsgálat során is azonosított két feladat kiemelése javította a modellek illeszkedését is, így a következő eredmények az eddig is ismertetett 50-ből álló tesztre vonatkoznak.

Az 1-dimenziós modell esetében a tesztben szereplő összes itemet egy közös faktorra helyeztük, amennyiben azt feltételezzük, hogy azok együttesen a korai numerikus készség egyetlen közös faktorát alkotják. A 2-dimenziós modellnél külön faktorba soroltuk az arab számokat megjelenítő, valamint a kizárólag verbális számokkal és mennyiségekkel operáló feladatokat.

10. táblázat. A korai numerikus készségek első tesztváltozat megerősítő faktorelemzésének eredményei az óvodában

Modell	χ^2	df	p<	CFI	TLI	RMSEA (95% CI)
1-dimenzió	2868,26	1175	0,001	0,891	0,886	0,065 (0,062–0,068)
2-dimenzió	2467,12	1174	0,001	0,917	0,913	0,057 (0,054–0,060)
6-dimenzió	1900,82	1169	0,001	0,953	0,951	0,043 (0,039–0,046)

Megjegyzés. df = degrees of freedom (szabadságfok); CFI = Comparative Fit Index; TLI = Tucker–Lewis Index; RMSEA = Root Mean Square Error of Approximation; CI = confidence interval.

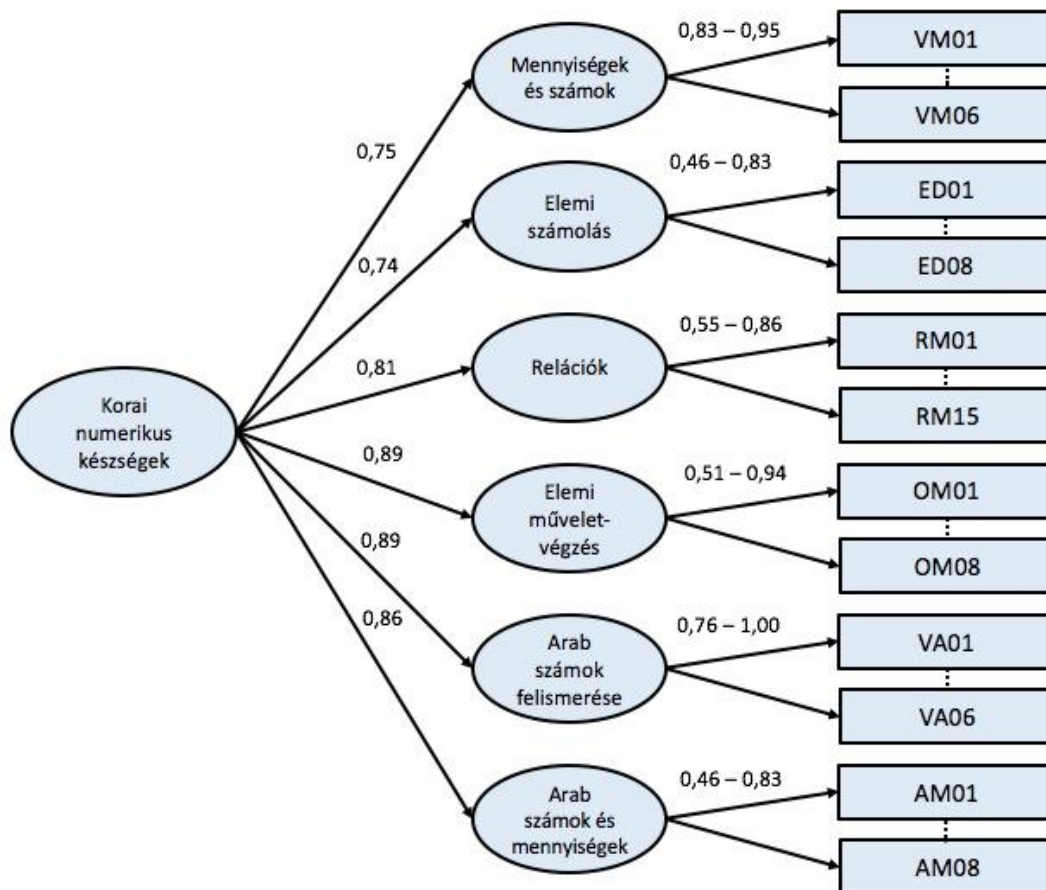
Az utolsó, 6-dimenziós modellünket a tesztben szereplő 6 résztesztnek megfelelően alakítottuk ki. Az egyes modellek illeszkedésmutatóit a 10. táblázatban részletesen közöljük. A CFI és TLI illeszkedésmutatókat nézve, a 2 és 6-dimenziós modellek illeszkedései voltak az elfogadható 0,9-es határérték felett, viszont az 1-dimenziós is megközelítette azt (CFI=0,89), amelyet egyes itemek kivételével a küszöbérték fölé is emelhettünk volna. Azonban a korai numerikus készségek több összetevő által felépített hierarchikus modelljei az összes itemmel meghaladták az elfogadható értéket. A 2-dimenziós modell illeszkedése megfelelő, ennél az RMSEA 0,057-es értéke viszont valamivel magasabb, mint az ideális 0,05-ös küszöbérték. A 6-dimenziós CFA-modell ugyanakkor minden illeszkedésmutató szerint ideálisan írja le a tesztben megjelenő faktorokat, a CFI és TLI 0,95 feletti mutatói kiválóak, valamint a 0,04-es RMSEA különösen alacsony, aminek konfidencia intervalluma sem nyúlik 0,05 fölé.

11. táblázat. CFA-modellek Khi-négyzet különbözőségi próbáinak eredményei az óvodában

Modell	χ^2	df	p<
1-dimenzió és 2-dimenzió	95,37	1	0,001
1-dimenzió és 6-dimenzió	297,25	6	0,001
2-dimenzió és 6-dimenzió	169,71	5	0,001

Megjegyzés. χ^2 = Khi-négyzet; df = degrees of freedom (szabadságfok).

Annak érdekében, hogy statisztikailag is alá tudjuk támasztani, mely CFA-modell illeszkedése volt a legjobb, Khi-négyzet különbözőségi próbákat végeztünk. Ezek eredményeit foglaltuk össze a 11. táblázatban. Khi-négyzet különbözőségi teszt eredményei alapján a résztesztnek megfelelően felépített 6-dimenziós modell illeszkedése az 1- és a 2-dimenziós modellnél is szignifikánsan magasabb volt. Összességében tehát kijelenthető, hogy eredményeink szerint a korai numerikus készségek teszt első változatának konstruktumvaliditása az óvodában megfelelő volt.



40. ábra

A korai numerikus készségek teszt első tesztváltozatának faktorstruktúrája óvodában

A résztesztek szerint felépített, hierarchikus 6-dimenziós CFA-modell faktorstruktúrája és standardizált együttthatóinak terjedelmei a 40. ábrán láthatóak. Az ábrán téglalappal a tesztben szereplő itemeket, oválissal a CFA-modellben létrehozott faktorokat jelöltük. A nyilak felett szereplő számok a faktorsúlyok standardizált (STDYX) értékei. A tesztben szereplő itemek legtöbb esetben szorosan kapcsolódnak a résztesztjüknek megfelelően létrehozott faktorokhoz, a legalacsonyabb értékek is 0,4 felett helyezkednek el. A legmagasabb együttthatókat a mennyiségek és számok, valamint az arab számok felismerése részteszteknel találjuk, viszont a többi tesztnel kivehető 0,5 körüli alsó értékek előfordulása alacsony. Az elemi számolás dichotóm itemeinél tapasztaltunk jelentősebb szórást a faktorsúlyok esetében, amelyek 0,46-tól 0,83-ig terjednek. A CFA modell következő szintjén a résztesztek alapján létrehozott faktorok a teljes teszt közös faktorához való kapcsolódását vizsgálhatjuk. Az összes részteszt szoros kapcsolatban áll a teljes korai numerikus készségek teszt egészével. Fontos megemlíteni, hogy ez nincs összefüggésben a résztesztek itemszámának arányaival. Az elemi műveletvégzés és az arab számok felismerése kapcsolódik a legnagyobb súllyal (0,89), de a legalacsonyabb elemi számolásnál és a mennyiségek és számok részteszteknel tapasztalt (0,74-0,75) értékek is

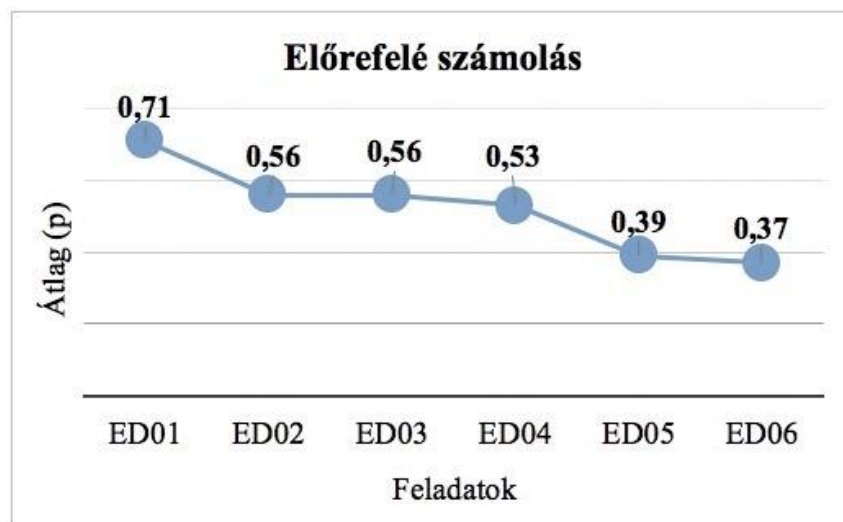
magasak, így a faktorelemzés eredményeire alapozva nem találtunk a korai numerikus készségek tesztből kilógó további itemeket, vagy akár elkülönülő részteszteket.

Átlagteljesítmények és eloszlások

12. táblázat. Az óvodás korú gyermekek korai numerikus készségek teszten és a részteszteken elért eredményei (1. tesztváltozat)

Résztesztek	Átlag (%p)	Szórás (%p)
Mennyiségek és számok	63,5	36,8
Elemi számolás	49,4	26,1
Relációk	44,9	21,5
Elemi műveletvégzés	66,6	30,9
Arab számok felismerése	60,1	36,2
Arab számok és mennyiségek	70,4	33,0
Korai numerikus készségek teszt	57,2	23,3

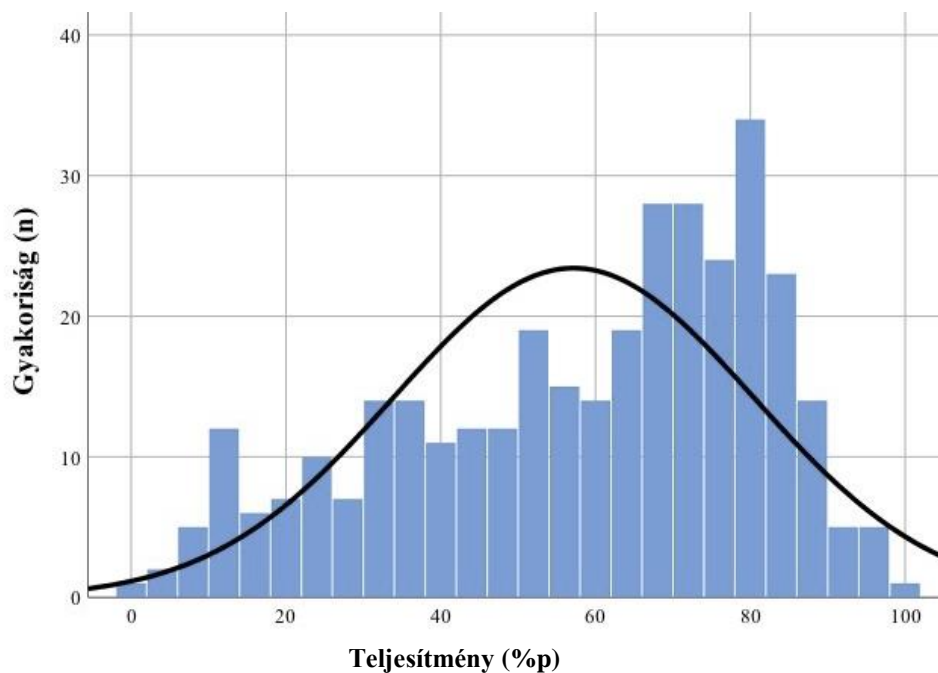
A teszten elért átlagos teljesítmény az óvodában 57,2 %p volt, az ehhez kapcsolódó szórás 23,3 %p. Eredményeink szerint az óvodás gyermekek az arab számok és mennyiségek, valamint a mennyiségek és számok részteszteken értek el jobb teljesítményt, viszont az ezekhez kapcsolódó szórás is magas volt. Szinten magas volt a szórás az arab számok ismeretét vizsgáló feladatok esetében. Továbbá a 15 itemből álló relációk részteszten elért átlagos teljesítmény a várakozásainkhoz képest alacsony lett, akárcsak az elemi számolás résztesztjén elért eredmények.



41. ábra

Az elemi számolás részteszt előrefelé számolást mérő feladatain elért átlagpontszám

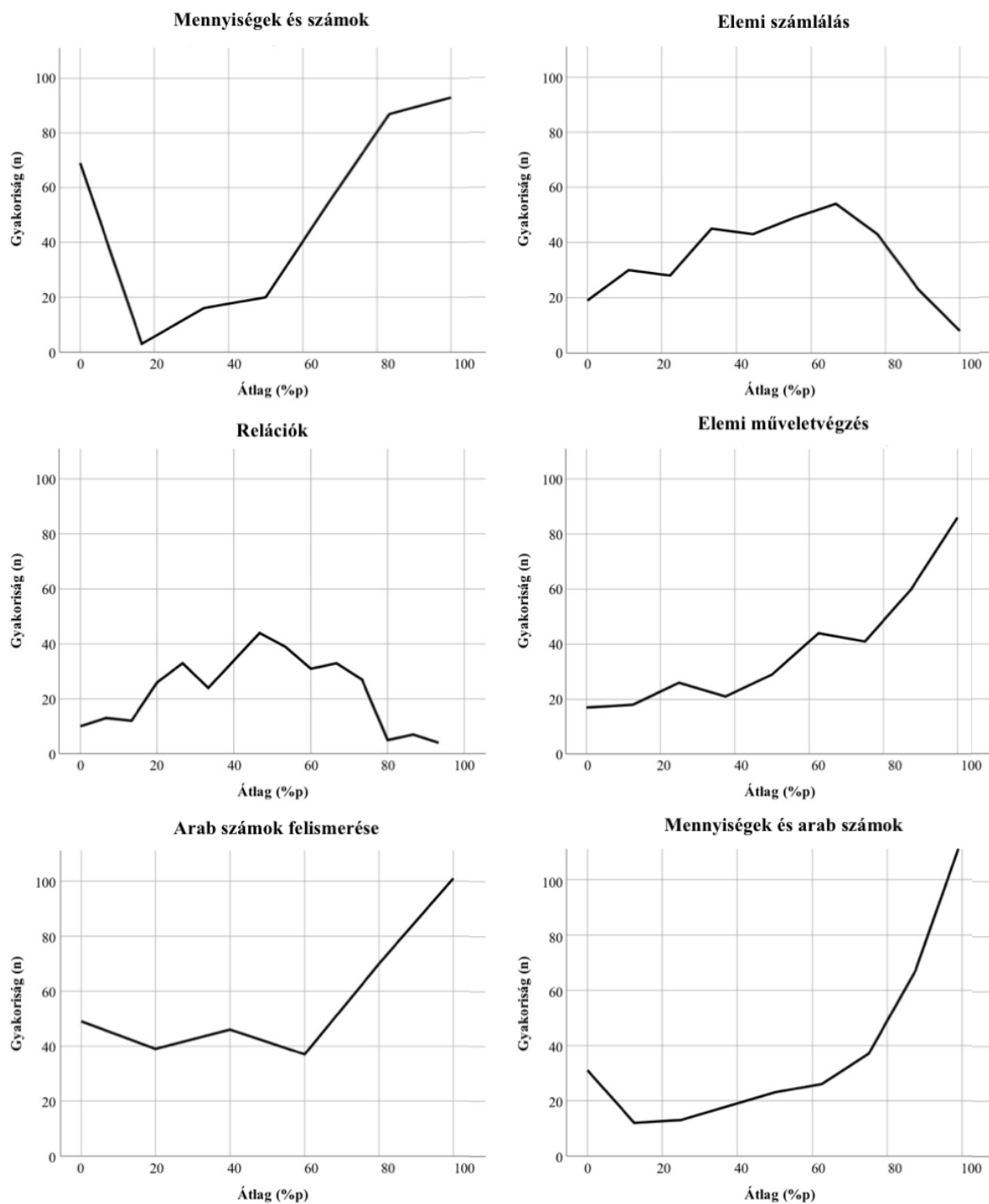
Az elemi számolás résztesztben feladatok eldöntendő kérdéseket tartalmaztak. Mivel ezeken a dichotóm feladatokon elért 49,4 %-os teljesítmény megegyezhet akár véletlenszerű kattintással elérhető teljesítménnyel, ezért természetesen alaposabban is megvizsgáltuk az egyes feladatokra adott válaszok alakulását. Mint a 41. ábrán látható, az előrefelé számolást mérő feladatokon a gyermekek helyes válaszainak arányai egészen magas színtről indulva fokozatosan csökkentek. A feladatok sorban emelkedő számok helyes sorrendjét, valamint egyre magasabb számkörök átlépésének helyes ismeretét mérték, a gyermekek helyes válaszai így a feladatok várt nehézségéhez igazodtak.



42. ábra

Az óvodás gyermekek átlagteljesítményének eloszlása a korai numerikus készségek teszt első tesztváltozatának résztesztjein

A következőkben a teszten és résztesztjein elért átlagteljesítmények eloszlásaival foglalkozunk. A korai numerikus készségek teszten elért átlageredmények eloszlása az 42. ábrán látható. Az eloszlás jobbra tolódik, valamint ez a jobbra tolódás nem szimmetrikus. A Kolmogorov-Smirnov teszt eredménye alapján szignifikánsan eltér a normál eloszlástól ($p < 0,01$). Ábránkon viszonyításképp elhelyeztük a normál eloszlás elméleti görbét. Az is kivehető, hogy a 15 és 35 és 55 százalékpontok közelében kisebb emelkedések vannak az átlagok gyakoriságában, ennek a többmódusú eloszlásnak a részletesebb vizsgálatára mindenképpen célszerű áttekinteni az egyes a résztesztetek eloszlásait.



43. ábra

Az óvodás gyermekek átlagteljesítményének eloszlása a korai numerikus készségek teszt résztesztjein (1. tesztváltozat)

A korai numerikus készségek teszt résztesztjeinek eloszlását megvizsgálva azt tapasztaltuk, hogy egyedül az elemi számolás és relációk résztesztek eloszlási görbéi közelítenek a normál eloszláshoz, Kolmogorov-Smirnov teszt értéke is ezeknél a

legalacsonyabb, de közben ezek lapultsága (Kurtosis) is eléggé alacsony. A másik négy részteszt távol áll a normál eloszlástól, mindegyiknél megfigyelhető jobbra tolódás. Emellett, a mennyiségek és számok, és a két arab számokat tartalmazó résztesztnél is kétmódusúnak tekinthető az eloszlás, a gyermekek jelentős része leszakadt a többségtől, és az alacsony teljesítményt ért el (43. ábra).

13. táblázat. A teszt és résztesztjeinek eloszlásmutatói óvodás korosztályban (1. tesztváltozat)

Résztesztek	Ferdeség	Lapultság	Kolmogorov-Smirnov teszt	p<
Mennyiségek és számok	-0,79	-0,86	0,23	0,01
Elemi számolás	-0,16	-0,87	0,12	0,01
Relációk	-0,11	-0,62	0,09	0,01
Elemi műveletvégzés	-0,67	-0,71	0,18	0,01
Arab számok felismerés	-0,40	-1,27	0,21	0,01
Arab számok és mennyiségek	-0,97	-0,35	0,23	0,01
Korai numerikus készségek teszt	-0,56	-0,68	0,12	0,01

Megjegyzés. Ferdeség (szimmetria) = Skewness; Lapultság = Kurtosis; p = szignifikanciaszint.

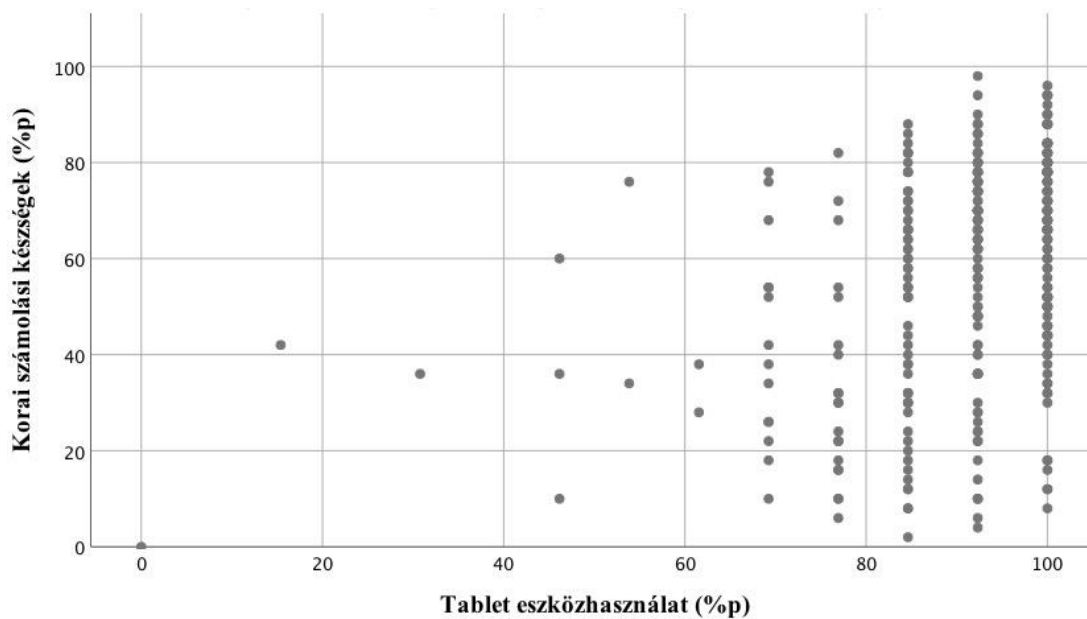
Tesztelés ideje és eszközhasználat

Az óvodai tesztelés időtartama a korai numerikus készségek felmérésénél átlagosan fél óra alatt volt. A mérésben résztvevő gyermekek tesztben eltöltött teljes ideje, amely a mérési azonosító begépelése után egészen a záró képernyőig tart, átlagosan 28,04 perc volt, ugyanakkor nagyon magas szórást (11,18 perc) tapasztaltunk. A tesztfeladatok megoldására fordított idő valamivel kevesebb, 24,86 perc viszont itt is magas volt a szórás (12,09 perc).

Az óvodás gyermekek tablet eszközhasználat teszten elért eredményeit módszereink között ismertettük. A gyermekek átlagos teljesítménye elérte a 90,3 %p-ot, szórása pedig alacsony volt (12,4 %p). Ugyanakkor kisebb variancia is elegendő volt ahhoz, hogy a két teszt korreláljon egymással. A mérésben résztvevők korai numerikus készségei és a tablet eszközhasználat teszten elért teljesítménye szignifikánsan összefüggött egymással ($r=0,36$; $p<0,001$).

A 44. ábrán láthatók a gyermekek eredményei a tablet eszközhasznált teszt és a korai numerikus készségek teszt függvényében. Kivehető, hogy az eszközhasználat teszten elért teljesítmény eloszlása erőteljesen jobbra tolódik, és kevés olyan óvodás gyermek volt, akiknek komolyabb problémát okozhatott a tabletek kezelése, a feladatok érintéssel és vonszolással

történő megoldása, viszont közülük többen is átlagos, vagy átlag feletti teljesítményt értek el a korai numerikus készségek teszten.



44. ábra

Az óvodás gyermekek a korai numerikus készségek és a tablet eszközhasználat teszteken elért teljesítményének összefüggései

8.2. Az első tesztváltozat pszichometriai jellemzői első évfolyamon

Megbízhatóság

A következőkben az első évfolyamos tanulók között végzett iskolai bemeneti mérésünk eredményeit mutatjuk be, amely egyben longitudinális vizsgálataink első mérési pontja. Elemzéseinket az 5154 fős első évfolyamos mintán végeztük, adatbázisunk nem tartalmazott hiányzó adatot, a közölt értékek a teljes mintára vonatkoznak. A teljes teszt és a résztesztek reliabilitás-mutatóit és az itemek számát a 14. táblázatban ismertetjük. A teszt megbízhatósága az óvodai méréshez képest alacsonyabb, de továbbra is megfelelő volt (Cronbach- $\alpha=0,89$). A résztesztek többségének reliabilitása az alacsony itemszám ellenére, még az elfogadható 0,7-es Cronbach- α érték közelében volt. Ezek közül a legmagasabb a mennyiségek és számok részteszt reliabilitása (Cronbach- $\alpha=0,89$), további négy részteszt megbízhatósága hasonló szinten helyezkedik el (Cronbach- $\alpha=0,69-0,71$). Az elemi számolás dichotóm feladataiból álló részteszt ebben a korcsoportban viszont nem volt eléggé megbízható, a teljes skála reliabilitása alacsony, ezért az elkülönítésmutatók alapján az itemek működését részletesebben is ellenőriznünk kellett.

14. táblázat. A teszt és résztesztjeinek megbízhatósága és a tanulók átlagteljesítménye

Részteszt elnevezése	Itemek száma	Megbízhatóság (Cronbach- α)
Mennyiségek és számok	6	0,75
Elemi számolás	5	0,59
Relációk	8	0,69
Elemi műveletvégzés	8	0,70
Arab számok felismerése	5	0,69
Arab számok és mennyiségek	8	0,71
Korai numerikus készségek teszt	40	0,89

Az egyes skálák és a hozzájuk tartozó itemek vizsgálatakor, az elkülönítésmutatók alapján 4 itemet kivettünk a további elemzésekből, melyek nélkül lényegesen javult az alskálák reliabilitása. Ezeket a feladatokat nem vontuk be a további elemzésekbe. Ezek közül elsőként az elemi számlálás résztesztjét tekintettük át, amiből összesen 3 itemet vettünk ki, amelyek mindegyike alacsony, 0,3 alatti elkülönülés-mutatóval rendelkezett. Két feladat magasabb számkörök átlépésére (ED02, ED05), egy pedig visszafelé számolásra vonatkozott (ED09). Ez utóbbit emeltük ki az óvodai mérés korábbi elemzéseinél is. A részteszt megbízhatósága a három feladat nélkül is még alacsonyabb maradt a többi részteszthez képest (Cronbach- $\alpha=0,59$), viszont a később ismertetett megerősítő faktorelemzésnél magasabb illeszkedésmutatókat kaptunk ezáltal, így további tanulói teljesítményeket és azok eloszlását feltáró elemzéseink a rövidebb skála eredményei alapján készültek. Ezen felül az arab számok felismerése részteszt egy itemét kellett kiemelnünk, amely 3 számjegyű arab számok felismerésére vonatkozott. Ebben a résztesztben egyedül ez az item bírt 0,3 alatti elkülönülés-mutatóval, emellett a feladat szórása is kiemelkedően magas volt ($SD=0,49$). Az óvodai mérésnél is ezt az itemet kellett kiemelnünk az arab számokat tartalmazó feladataink közül. Az elkülönítésmutatókat részletesen összefoglaltuk a 15. táblázatban, amelyen megtekinthetők az itemek teljes teszthez és a résztesztekhez viszonyított elkülönítésmutatói, továbbá feladatok átlagos pontszámai, a hozzájuk kapcsolódó szórások is. A táblázatban mind a 47 tesztitem szerepel.

15. táblázat. A korai numerikus készségek teszt itemeinek teljes teszthez és résztesztekhez kapcsolódó elkülönítésmutatói, és az itemek prediktív validitása

Résztesztek	Itemek	Átlag (p)	Szórás (p)	Elkülönítés-mutató Részteszt	Elkülönítés-mutató Teljes teszt	Prediktív validitás (r)
Mennyiségek és számok	VM01	0,89	0,31	0,51	0,38	0,18
	VM02	0,93	0,26	0,59	0,40	0,13
	VM03	0,86	0,34	0,54	0,47	0,21
	VM04	0,88	0,32	0,57	0,44	0,20
	VM05	0,76	0,43	0,43	0,42	0,24
	VM06	0,78	0,42	0,42	0,38	0,23
Elemi számolás	ED01	0,93	0,26	0,24	0,30	0,15
	ED02	0,72	0,45	0,29	0,31	0,23
	ED03	0,71	0,45	0,30	0,34	0,22
	ED04	0,75	0,44	0,32	0,31	0,19
	ED05	0,69	0,46	0,27	0,25	0,17
	ED06	0,62	0,49	0,28	0,32	0,23
	ED07	0,75	0,43	0,37	0,44	0,27
	ED09	0,44	0,50	0,08	0,09	0,07
	ED10	0,62	0,49	0,20	0,27	0,17
	Relációk	RM01	0,92	0,28	0,23	0,30
RM02		0,96	0,19	0,16	0,19	0,08
RM03		0,94	0,24	0,19	0,27	0,09
RM04		0,87	0,34	0,19	0,24	0,12
RM05		0,77	0,42	0,37	0,41	0,24
RM06		0,46	0,50	0,35	0,34	0,25
RM07		0,77	0,42	0,44	0,46	0,34
RM08		0,42	0,49	0,50	0,48	0,38
RM09		0,51	0,50	0,51	0,48	0,42
RM10		0,25	0,43	0,44	0,40	0,35
Elemi műveletvégzés	OM01	0,93	0,26	0,44	0,42	0,15
	OM02	0,89	0,32	0,43	0,43	0,20
	OM03	0,82	0,38	0,46	0,51	0,28
	OM04	0,93	0,25	0,32	0,30	0,10
	OM05	0,94	0,23	0,39	0,37	0,15
	OM06	0,90	0,29	0,34	0,27	0,14
	OM07	0,89	0,32	0,41	0,32	0,19
	OM08	0,76	0,43	0,39	0,38	0,26
Arab számok felismerése	VA01	0,96	0,21	0,35	0,37	0,13
	VA02	0,91	0,29	0,45	0,45	0,24
	VA03	0,85	0,35	0,50	0,51	0,29
	VA04	0,79	0,41	0,48	0,47	0,27
	VA05	0,41	0,49	0,28	0,31	0,24
	VA06	0,71	0,45	0,44	0,46	0,31
Arab számok és mennyiségek	AM01	0,95	0,23	0,26	0,28	0,14
	AM02	0,95	0,22	0,38	0,33	0,17
	AM03	0,92	0,27	0,45	0,40	0,21
	AM04	0,81	0,39	0,46	0,45	0,27
	AM05	0,94	0,23	0,44	0,38	0,19
	AM06	0,93	0,26	0,42	0,34	0,16
	AM07	0,77	0,42	0,42	0,42	0,25
	AM08	0,86	0,35	0,44	0,38	0,23

Megjegyzés. A prediktív validitás korrelációi $p < 0,001$ szinten szignifikánsak.

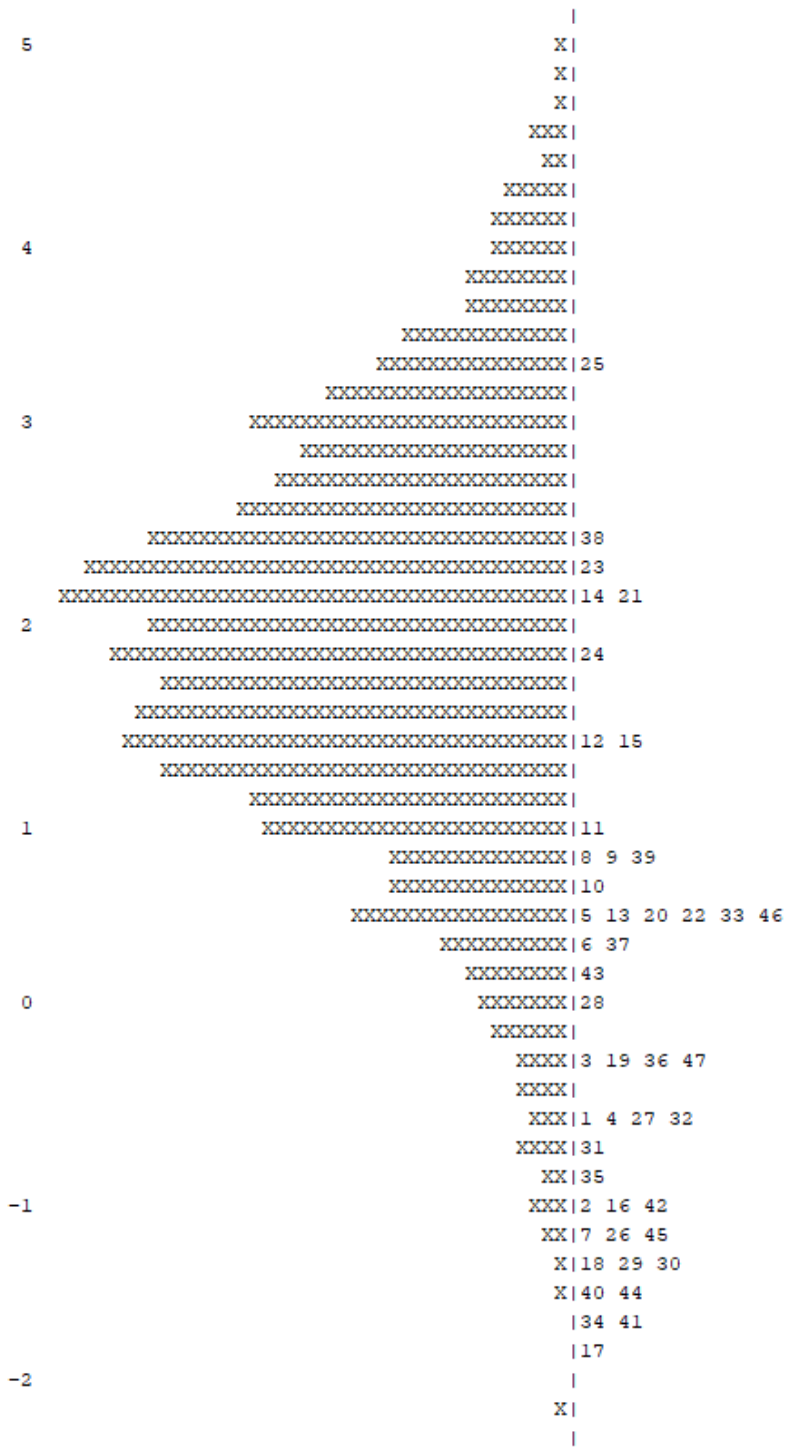
Prediktív-validitás

Az első évfolyam végi matematika teszt eredményei lehetőséget biztosítanak arra, hogy az itemeket a tanév végi matematika teljesítmény függvényében is megvizsgálhassuk. A 15. táblázat utolsó oszlopában az itemek és a matematika teszt átlageredménye közötti korrelációt tüntettük fel, az itemek prediktív validitásának értékeit. Ez a mérőszám megadja, hogy a korai numerikus készségeket vizsgáló iskolai bemeneti teszt melyik feladatai állnak szorosan kapcsolatban az iskolai matematika teljesítménnyel. A teljes teszt és a résztesztek szintjén történő kapcsolat vizsgálatára külön figyelmet szentelünk a 8.7. alfejezetben, most ezeket az eredményeket kizárólag a korai numerikus készségek itemeinek teszt pszichometriai jellemzéséhez használjuk fel.

A prediktív validitás oszlopában található korrelációs együtthatók értékei minden esetben szignifikánsak, terjedelmük egy itemnek köszönhetően (ED09), amelyet ki is emeltünk a további elemzéseinkből, egészen alacsony korrelációs együtthatóktól a magasabbig esik ($r=0,07-0,42$). Az elkülönítésmutatók alapján kiemelt itemeken felül jól látható, hogy a résztesztek elején szereplő, könnyebb feladatok azok, amelyeknek már alacsonyabb ($r=0,13-0,19$) a prediktív validitása, a résztesztek végén található, nehezebb feladatok pedig magasabb együtthatókkal rendelkeznek ($r=0,19-0,42$). Ennek megfelelően minden részteszt feladatainál vegyesek ezek az értékek. A magasabb, 0,3 feletti prediktív validitású feladatok többsége a relációk részteszt második felében, a mennyiségek sorba rendezését vizsgáló feladatoknál volt tapasztalható. Emellett az arab számokat tartalmazó feladatoknál is több magasabb érték látható, főként a két- vagy háromjegyű arab számok felismerésénél, illetve nagyobb mennyiségek arab számkártyákhoz való párosításánál. Az elemi számolási műveletekkel kapcsolatos feladatoknál nem észleltünk kimagasló értékeket, viszont ott a feladatsor elején helyet foglaló összeadási, kiegészítési feladatok (OM02, OM03), valamint a részteszt végén szereplő bontást mérő feladat (OM08) található 0,2-es együttható felett. Az alacsony reliabilitással rendelkező elemi számolás résztesztnél az itemek prediktív validitása is változó.

Nehézségi szintek – Rasch-elemzés

Az itemek működéséről kaptunk újabb információt a valószínűségi tesztelmélet módszeréhez nyúlva. A korai numerikus készségek teszt itemeinek nehézségi szintjét tovább vizsgáltuk Rasch-elemzés segítségével is. Az elemzés eredményei szerint a teszt személy szeparációs megbízhatóságának értéke 0,999, tehát a tesztfeladatok a minta vizsgálatára alkalmasak voltak. Online tesztünk EAP/PV reliabilitási mutatója 0,86 volt, amely elfogadhatónak tekinthető.



45. ábra

*A korai numerikus készségek teszt személy-ítem térképe az iskolában
Bal oldalon a feladatok nehézsége és a tanulók képességszintje látható. Minden X 8 tanulót
reprezentál. A jobb oldalon az ítemek sorszáma található*

A tesztben, illetve a 15. táblázatban is szereplő sorrendjük szerint jelenítettük meg az ítemeket a 45. ábrán, amely a Rasch-elemzés személy-ítem térképét ábrázolja. Az ábra bal oldalán az iskolai bemeneti mérésen résztvevő tanulók képességszintjeit találjuk, mellettük a képesség- és

nehézségszintek skálája található. Az ábrán kivehető, hogy a feladatok többsége túl könnyűnek bizonyult a vizsgált korcsoportban. Emellett látható, hogy a magasabb képességszintekről, egy-két kivételtől eltekintve, teljesen hiányoznak az itemek. két nehézségi szint területén hiányoznak itemek. Tehát a teszt a vizsgált mintának csak az egyik felét tudta felmérni, a tanulók jelentős része nem kapott a képességének megfelelő feladatokat. Az is kivehető, hogy a 0,5-ös képességszinten a többi szinthez képest aránytalanul sok feladat szerepelt.

Konstruktum-validitás

A korai numerikus készségek teszt szerkezetét az iskolai mérésnél is megvizsgáltunk, a konstruktum-validitás ellenőrzéséhez megerősítő faktorelemzést végeztünk. Ezt megelőzően, első lépésként áttekintettük a teszt és résztesztjeinek belső összefüggésrendszerét, amit az 16. táblázatban foglaltunk össze. A Pearson korrelációs elemzések alapján a teljes teszt és mindegyik résztesztje között szignifikáns összefüggés található, mindegyik részteszt magasan korrelál a teljes teszttel ($r=0,65-0,79$). Az elemi számolás résztesztjének korrelációs együtthatója marad el a többi résztesztétől. Emellett, magasabb korrelációt most a relációk és az elemi műveletvégzés résztesztjeinél tapasztaltunk, de a két arab számokat tartalmazó részteszt együtthatói is magasak. Mindezekon felül az elemi számolás résztesztje és a többi részteszt között gyengébb összefüggéseket találtunk. A két arab számokat tartalmazó feladatsor az iskolai mérésen is közepes erősségű összefüggést mutatott. A belső struktúra részletesebb leírásához az ellenőrzött CFA-modellek szolgálnak részletesebb információval.

16. táblázat. Az első tesztváltozat és résztesztjeinek korrelációs együtthatói első évfolyamon

Résztesztek	1a	1b	1c	1d	1e	1f
1a - Mennyiségek és számok	-					
1b - Elemi számlálás	0,34	-				
1c - Relációk	0,42	0,46	-			
1d - Elemi műveletvégzés	0,46	0,35	0,48	-		
1e - Arab számok felismerése	0,40	0,38	0,48	0,46	-	
1f - Arab számok és mennyiségek	0,39	0,33	0,44	0,50	0,54	-
1 - Korai numerikus készségek teszt	0,69	0,65	0,79	0,75	0,73	0,73

Megjegyzés. A korrelációk $p < 0,001$ szinten szignifikánsak.

A megerősítő faktorelemzést során több modell illeszkedését teszteltük. Először egy közös faktorba soroltuk a teszt összes itemét, az így kapott 1-dimenziós modell így a korai numerikus készségek közös konstruktuma. A következő modellben két faktort különítettünk el,

annak tekintetében, hogy azokban szerepelnek-e arab számok vagy sem, az így létrejövő 2-dimenziós modellünket is ellenőriztük a mérés adatbázisán. A harmadik modellnél összesen 6 faktort hoztunk létre, az itemeket a részteszteknek megfelelően rendeltük a faktorokhoz, ez a 6-dimenziós CFA-modell szolgált a teszt szerkezetének validálására. A CFA-modellek illeszkedésvizsgálatánál, a szakirodalmi ajánlásnak megfelelően (Muthen, 1993), az átlósan súlyozott négyzetes becslést alkalmaztuk (*DWLS – diagonally weighted least squares estimation*), és a faktorsúlyoknál a standardizált értékeket közöljük. A három CFA-modell illeszkedésmutatóit az 17. táblázatban mutatjuk be részletesen.

17. táblázat. A CFA-modellek illeszkedésmutatói az iskolai mérésen

Modell	χ^2	df	p<	CFI	TLI	RMSEA (95% CI)
1-dimenzió	10192,66	740	0,001	0,845	0,836	0,050 (0,049–0,051)
2-dimenzió	8867,73	739	0,001	0,862	0,854	0,046 (0,045–0,047)
6-dimenzió	5089,56	734	0,001	0,928	0,924	0,034 (0,033–0,035)

Megjegyzés. df = degrees of freedom (szabadságfok); CFI = Comparative Fit Index; TLI = Tucker–Lewis Index; RMSEA = Root Mean Square Error of Approximation; CI = confidence interval.

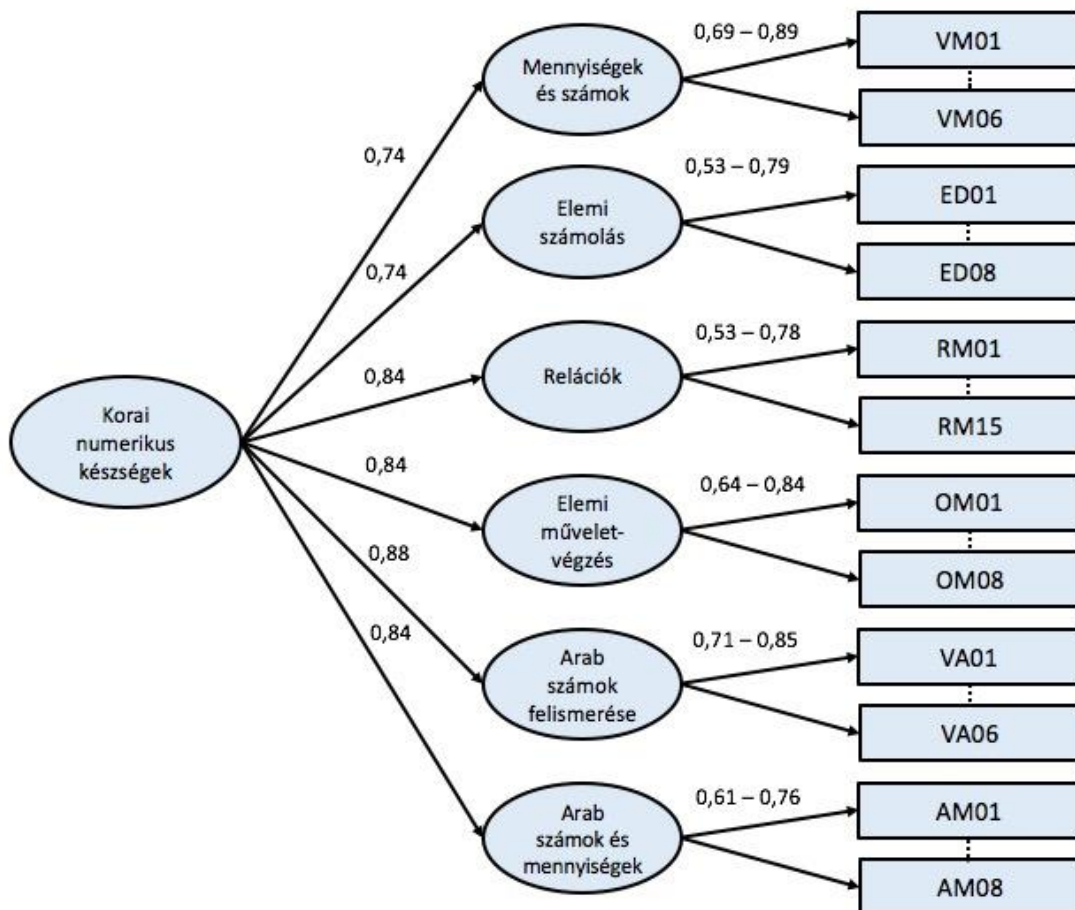
Az első, 1-dimenziós CFA-modell CFI és TLI illeszkedésmutatói az ajánlott határértékeken kívül esnek, miközben az RMSEA értéke épp a megfelelőnek tekinthető 0,05 határértéken áll. Így tehát nem sikerült megerősíteni az egy, korai numerikus készség faktort a teszt feladatai alapján. A második, 2-dimenziós modell fő illeszkedésmutatói is 0,9 alatt helyezkednek el, ennek RMSEA értéke már elfogadható, viszont az alacsony CFI értékek miatt ezt a modellünket is el kell vetnünk. Végül, a 6-dimenziós hierarchikus CFA-modellt ellenőriztük, amely leképezi tesztünk hat résztesztjét. Ez a modell már sokkal jobb illeszkedésmutatókkal rendelkezik, a CFI és TLI 0,92 feletti értékei is megfelelőek, közöttük minimális eltérés tapasztalható, továbbá az RMSEA 0,03-as értéke pedig kiválóan tekinthető, utóbbi mutató konfidencia intervalluma is megfelelően alacsony értéket vesz fel.

18. táblázat. CFA-modellek Khi-négyzet különbözőségi próbáinak eredményei az óvodában

Modell	χ^2	df	p<
1-dimenzió és 6-dimenzió	1994,62	15	0,001
2-dimenzió és 6-dimenzió	1585,24	14	0,001

Megjegyzés. χ^2 = Khi-négyzet; df = degrees of freedom (szabadságfok).

A három CFA-modell illeszkedésének statisztikai összevetéséhez χ^2 különbözőségi tesztekert végeztük. Ezek alátámasztották, hogy a harmadik modellünk, amely a korai numerikus készségek teszt alapján készült, illeszkedése szignifikánsan jobb, mint a másik, 1-dimenziós és 2-dimenziós modelleké. Ennek megfelelően a magas illeszkedésmutatókkal rendelkező 6-dimenziós modellünk struktúráját elemezzük részletesen, amelyet a 46. ábrán szemléltetünk. Mint az látható, a hat részteszt közül a relációk, elemi műveletvégzés, arab számok felismerése és az arab számok és mennyiségek skálák 0,84-0,88-as súllyal kapcsolódnak a korai numerikus készségek faktorához, míg a mennyiségek és számok, valamint az elemi számlálás részteszt egyaránt 0,74-as súllyal csatlakozik ehhez a faktorhoz.



46. ábra

A korai numerikus készségek teszt 6-dimenziós CFA-modellje (1. tesztváltozat)

Tekintve, hogy megerősítő faktorelemzésünket az itemek szintjén végeztük, lehetőségünk van a teszt feladatainak részletesebb vizsgálatára is az egyes alskálákon belül. A mennyiségek és számok, valamint a két arab számokat tartalmazó részteszt itemei egyaránt

magas súllyal kapcsolódnak az érintett faktorokhoz. Az ide tartozó itemek faktorsúlyai 0,6 és 0,9 közötti értékek mentén csoportosulnak. A többi részteszt esetében azonosítható pár kilógónak tekinthető item, amelyek alacsonyabb faktorsúllyal csatlakoznak a résztesztek faktoraihoz. Ilyen az elemi számlálás egyik visszafelé számolást mérő feladata, a relációk részteszt egyik feladata, továbbá az elemi műveletvégzésnél az egyik feladat, amelynél az elemeket két egyenlő halmazba kell rendezni. Bár ezek az együtthatók 0,5 feletti értéken állnak, ha a faktorelemzéseinkből kivennénk ezeket, akkor tovább javítható lenne mindhárom CFA-modellünk illeszkedése. Azonban a korábban ismertetett reliabilitás-vizsgálatkor már az elkülönítésmutatók alapján kiszelektált itemek mellett további feladatok eltávolítása, a résztesztek belüli változtatások a teljes teszt és az érintett résztesztek reliabilitás-mutatóinak lényeges csökkenését vonnák magukkal, így további feladatok kivételétől eltekintünk.

Átlagteljesítmények és eloszlások

A teszt és résztesztek eredményeit és szórását az 19. táblázatban ismertetjük. A tanulók teszten elért átlagteljesítménye 80,45 %p volt. A résztesztek közül az elemi műveletek és az arab számok és mennyiségek résztesztek 88,21-89,02 %p-os átlagteljesítményei voltak legmagasabbak, melyekhez alacsonyabb (17,99-17,59 %p) szórás kapcsolódott. Az elemi számolás (72,65 %p) és a relációk (23,71 %p) részteszteken alacsonyabbak voltak az átlagteljesítmények, lényegesen nagyobb szórás mellett (26,55 %p és 23,71 %p).

19. táblázat. Az első évfolyamos tanulók korai numerikus készségek teszten és a részteszteken elért eredményei (1. tesztváltozat)

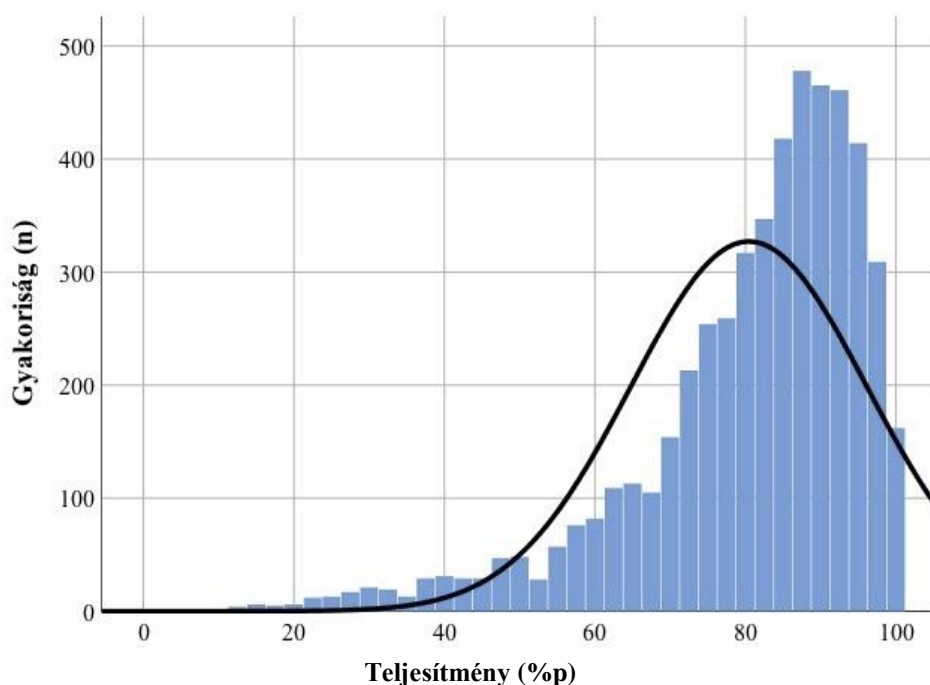
Résztesztek	Átlag (%p)	Szórás (%p)
Mennyiségek és számok	85,1	23,5
Elemi számolás	72,7	26,6
Relációk	63,0	23,7
Elemi műveletvégzés	88,2	18,0
Arab számok felismerése	84,5	23,4
Arab számok és mennyiségek	89,0	17,6
Korai numerikus készségek teszt	80,5	15,7

20. táblázat. A teszt és résztesztjeinek eloszlásmutatói első évfolyamon (1. tesztváltozat)

Résztesztek	Ferdeség	Lapultság	Kolmogorov-Smirnov teszt	p<
Mennyiségek és számok	-2,26	5,14	0,28	0,01
Elemi számolás	-0,74	-0,44	0,22	0,01
Relációk	-0,24	-0,70	0,12	0,01
Elemi műveletvégzés	-1,99	4,16	0,29	0,01
Arab számok felismerése	-1,77	2,86	0,32	0,01
Arab számok és mennyiségek	-2,33	6,14	0,29	0,01
Korai numerikus készségek teszt	-1,49	2,46	0,15	0,01

Megjegyzés. Ferdeség (szimmetria) = Skewness; Lapultság = Kurtosis; p = szignifikanciaszint.

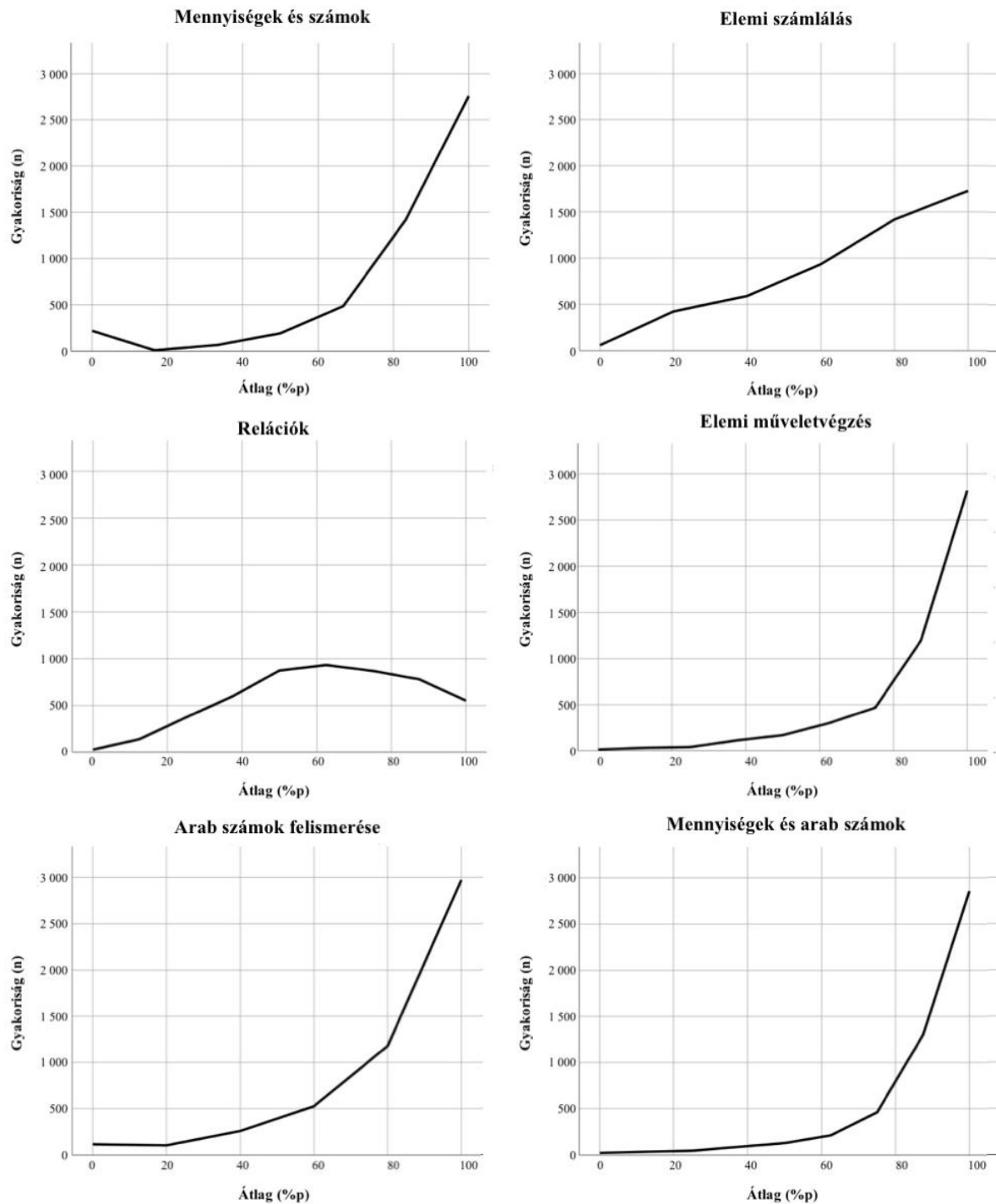
Online tesztünk és résztesztjeinek eloszlását egymintás Kolmogorov-Smirnow-próbával ellenőriztük, továbbá az eloszlási görbék ferdeség és lapultság mutatóit is megnéztük. Az eloszlásvizsgálatok eredményeit a 20. táblázatban foglaltuk össze. Amint az a kiemelkedően magas átlageredmények alapján is várható volt, a teljes teszt, és a résztesztek is szignifikánsan eltérnek a normál eloszlástól. Kolmogorov-Smirnow-próbán legalacsonyabb értéket elérő relációk részteszt sem felelt meg a normál eloszlás követelményeinek.



47. ábra

Az első évfolyamos tanulók teljesítményének eloszlása a korai numerikus készségek teszten (1. tesztváltozat)

Az iskolai bemeneti mérésen alkalmazott korai numerikus készségek teszten elért eredmények eloszlását a 47. ábrán mutatjuk, melyen viszonyítási alapként a normál eloszlás elméleti görbáját is elhelyeztük. Az átlagteljesítmények erősen jobbra tolódnak, a Rasch-elemzés eredményeit megerősítve elmondható, hogy a jobb képességű gyermekeket már nem mérte a teszt. Emellett az is kivehető, hogy gyengébb tanulói eredmények alig születtek.



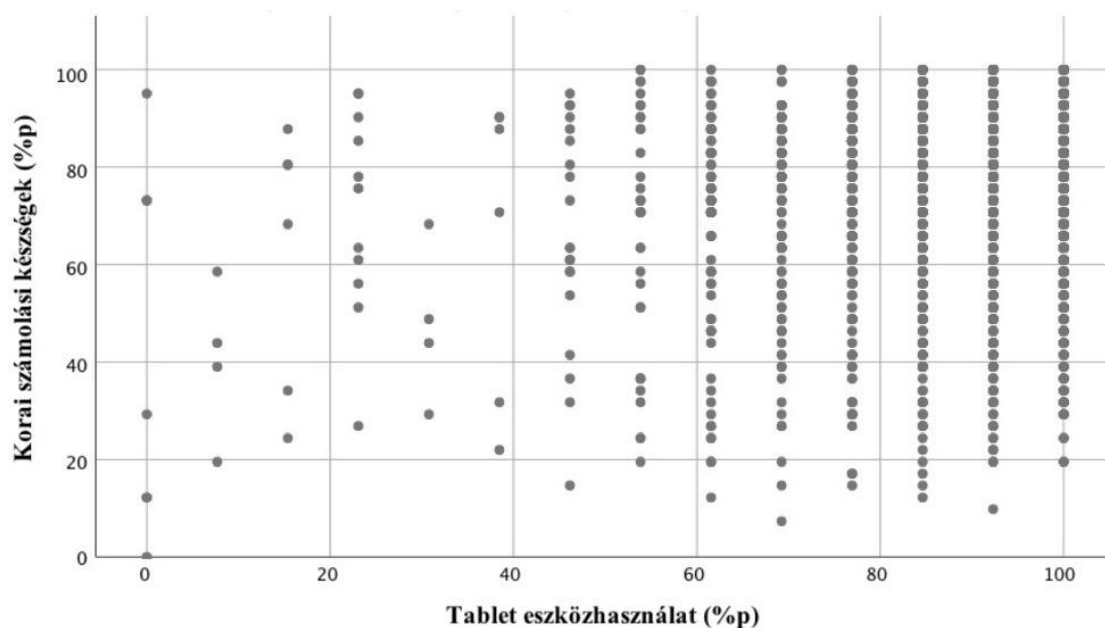
48. ábra

Az első évfolyamos tanulók átlagteljesítményének eloszlása a korai numerikus készségek teszt résztesztjein (1. tesztváltozat)

A résztesztek eloszlási görbéin (48. ábra) végig tekintve jól láthatóak az erőteljes jobbratolódások. A teszt elején helyet kapó mennyiségek és számok részteszten látunk egy kisebb csoportot, akik nagyon alacsonyan teljesítettek. Továbbá a relációk teszt eloszlási görbéje közelít egyedül a szimmetrikushoz, azonban ebben az esetben is jobbra tolódó tendenciát vehetünk észre. Az elemi számolás részteszt eloszlása érdekes tendenciát mutat, amely miatt az itemeken elért teljesítményt ismét egyesével is részletesen megvizsgáltuk. Az első feladatra a tanulók 93 %-a válaszolt helyesen, ezt követően nagyobb visszaesés tapasztalható, a második és harmadik feladatra 72 %-os és 71 %-os arányban adtak helyes választ, majd a negyedik feladatnál már 75 % volt a helyes válaszok aránya. Így nem figyelhető meg az a tendencia, ami az óvodai mérésen.

Tesztelés ideje és eszközhasználat

A korai numerikus készségek teszt kitöltésével eltöltött időt megnéztük az iskolai mérések esetében is. A tesztben szereplő 47 feladat átlagos kitöltési ideje összesen 18,8 perc, melynek szórása 6,8 perc volt. A teszt egészét nézve, az azonosító oldaltól a záró képernyőig átlagosan 22,2 perc telt el, ennek szórása magasabb, 9,46 perc.



49. ábra

Az első évfolyamos tanulók a korai numerikus készségek és a számítógépes-egér használat teszteken elért teljesítménye

A korai numerikus készségek teszt felvétele előtt ebben az esetben is részt vett az összes tanuló egy eszközhasználatot mérő, és egyben gyakorló, feladatsor kitöltésében. Az első

évfolyamos számítógépes-egér teszten a tanulók 91,6 %-os átlagteljesítményt értek el, közepes mértékű szórás mellett (12,5 %p). Az eredmények arra utalnak, hogy az elsős gyermekeknek nem okozott gondot a feladatok asztali számítógépen történő megoldása. A számítógépes-egér teszt és a korai numerikus készségek teszt között mégis szignifikáns korreláció áll fenn ($r=0,29$; $p<0,01$). Az összefüggés miatt leszűrtük a mintánkat azokra a tanulókra, akik 50% alatti teljesítményt értek el a számítógépes-egér használat teszten ($N=82$). Az összefüggést újra ellenőrizve, a két teszt közötti korreláció nem változott ($r=0,27$; $p=0,04$), inkább enyhén csökkent. Ugyanennek a 82 tanulónak a tesztfelvétel idejét megnézve ugyanakkor látható, hogy számukra valamivel hosszabb időbe telt a korai numerikus készségek teszt feladatainak megoldása. A feladatok megoldási ideje esetükben átlagosan 20,9 perc volt, a teljes tesztben átlagosan 24,5 percet töltöttek.

8.3. A második tesztváltozat pszichometriai jellemzői óvodában

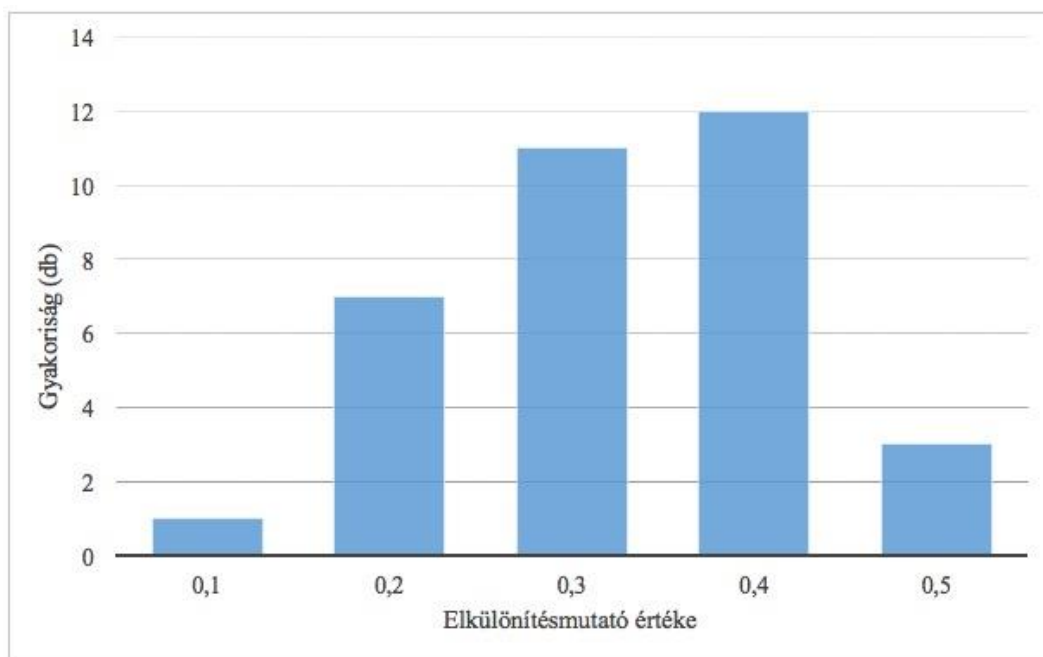
Megbízhatóság

A korai numerikus készségek online mérőeszköz második változatának a 2017-es óvodai mérésen kapott pszichometriai jellemzőivel folytatjuk eredményeink ismertetését, amelyet a teszt átalakításának következtében összesen 34 item és négy részteszt megbízhatóságának elemzésével kezdünk. A korai numerikus készségek teszt és résztesztjeinek megbízhatóságát a 21. táblázatban mutatjuk be. A teszt megbízhatósága az előző óvodai méréshez képest csökkent, de továbbra is elfogadható volt (Cronbach- $\alpha=0,83$). A résztesztek tekintetében viszont változatos értékeket kaptunk, többségük reliabilitása elfogadható volt, viszont az arab számok felismerése részteszt Cronbach- α értéke 0,6 alá csökkent.

21. A korai numerikus készségek teszt és résztesztjeinek megbízhatósága az óvodában (2. tesztváltozat)

Résztesztek	Itemek száma	Megbízhatóság (Cronbach- α)
Elemi műveletvégzés	11	0,75
Elemi számolás	11	0,73
Arab számok felismerése	6	0,59
Arab számok és mennyiségek	6	0,69
Mennyiségek és arab számok (összevont)	12	0,73
Korai numerikus készségek teszt	34	0,83

Az átdolgozott új tesztváltozat megbízhatóságának ellenőrzésekor megvizsgáltuk az egyes itemek elkülönítésmutatóit. Az egy tizedesjegyre kerekített elkülönítésmutatókat megoszlását az 50. ábrán helyeztük el. Az első tesztváltozathoz képest csökkentek a mutatók értékei, lényegesen megnőtt a 0,1-es és 0,2-es mutatóval rendelkező itemek száma, azonban az itemek közel 80%-a eléri a 0,3-as küszöbértéket. Az elemi műveletvégzés egyetlen elvételt mérő feladata (BAC06) érte el a legalacsonyabb mutatót (0,12) a teljes teszthez viszonyítva, saját részteszténél ez valamivel magasabb (0,19). A résztesztekre vonatkoztatott elkülönítésmutatók értékei az arab számok felismerése részteszténél (VA01) található 0,2 alatt, a résztesztekénél a többi item megközelíti 0,3-as értéket. Mivel a teljes teszt mindössze 34 itemből áll, a most kapott értékeket a teszt javításához felhasználjuk, viszont a további elemzésekhez az összes itemet és a teljes skálákat felhasználjuk. A reliabilitás-vizsgálat résztesztekre és teljes tesztre vonatkozó adatokat tartalmazó táblázatát a 7. mellékletben helyeztük el.

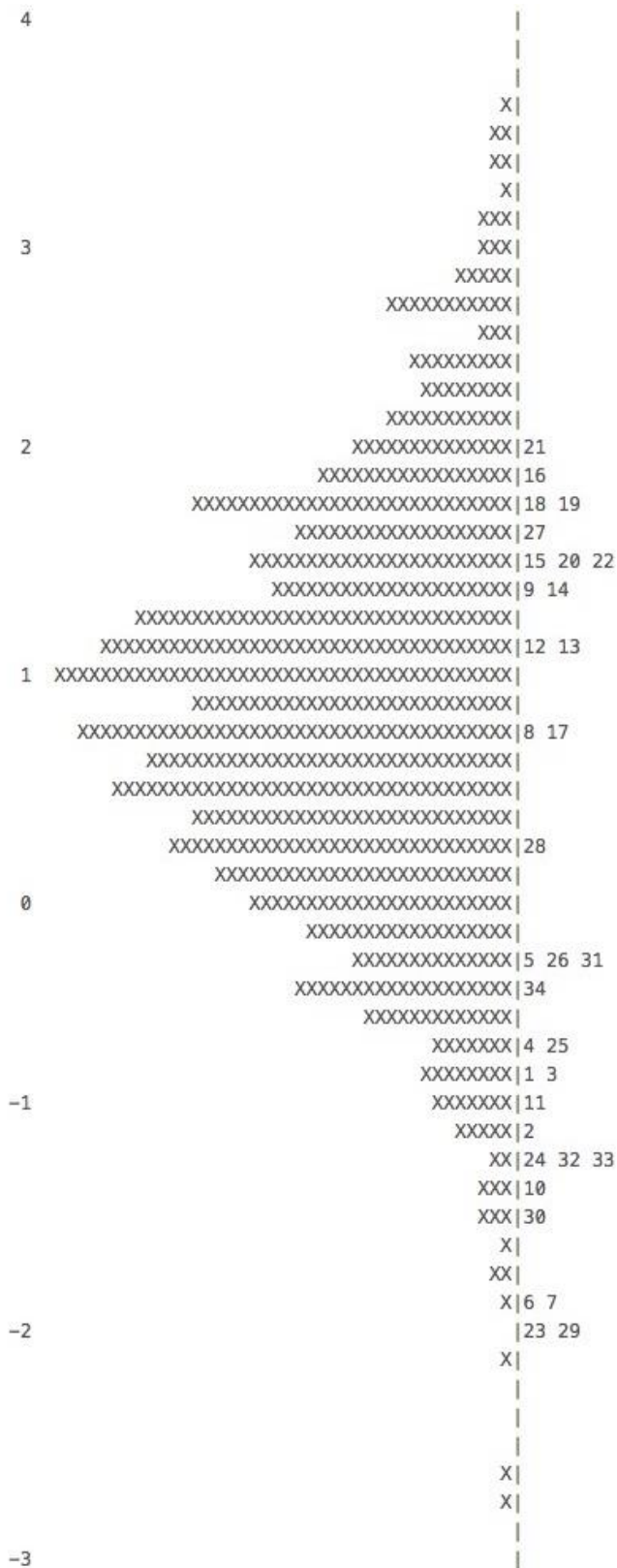


50. ábra

Az itemek elkülönítés-mutatóinak eloszlási gyakorisága óvodában (2. tesztváltozat)

Nehézségi szintek – Rasch-elemzés

A tesztfeladatok nehézségi szintjének, működésének feltáráshoz újból Rasch-elemzést végeztünk. A teljes korai numerikus készségek tesztre vonatkozóan lefuttatott elemzésen a teszt személy szeparációs reliabilitása 0,992 volt, így a feladatok viselkedése alkalmasnak tekinthető a minta vizsgálatára. A teszt EAP/PV reliabilitása 0,834 volt.



51. ábra

A korai numerikus készségek teszt 2. változatának személy-item térképe az óvodában. Bal oldalon a feladatok nehézsége és a tanulók képességszintje látható. Minden X 0,4 tanulót reprezentál. A jobb oldalon az itemek sorszáma található.

A Rasch-elemzésünk eredményei alapján készült személy-item térképen (51. ábra) láthatóak a teszt itemei a tesztben szereplő sorrendjük szerint számozva, azok nehézségi szintje, valamint a vizsgálatban résztvevő óvodás gyermekek képességszintjei. Ez alapján elmondható, hogy az itemek egy könnyebb, -1 körüli, és egy nehezebb, 2-höz közeli nehézségi szinten csoportosulnak, a két feladathalmaz között kevés item helyezkedik el. Emellett a mintában szereplő, jobb képességű gyermekeket nem kaptak a képességszintjüknek megfelelő feladatokat, miközben több feladat is könnyűnek bizonyult az óvodás korcsoportban, ezek között főként az elemi műveletvégzés, valamint a mennyiségek és arab számok részteszt egyes feladatait találjuk.

Konstruktum-validitás

A korai numerikus készségek teszt második változatának belső felépítését is elemeztük. A négy résztesztből felépülő teszt strukturális validitásának ellenőrzéséhez megerősítő faktorelemzést végeztünk, amelyet megelőzően a teszt és résztesztjeinek összefüggéseit is megvizsgáltuk Pearson korrelációs elemzéssel. Az elemzések együtthatói a 22. táblázatban szerepelnek. A teszttel mindegyik részteszt szignifikáns korrelál, a korrelációs együtthatók magasak ($r=0,60-0,78$). Arab számok és mennyiségek résztesztnél tapasztaltunk 0,6-os értéket. És ugyanez a részteszt az elemi műveletvégzéssel is korrelált ($r=0,17$). A résztesztek közötti összefüggések korrelációs együtthatói a többi esetben közepes szintűek voltak ($r=0,3-0,5$).

22. táblázat. A második tesztváltozat és résztesztjeinek korrelációs együtthatói az óvodában

Résztesztek	1a	1b	1c	1d	1
1a - Elemi számlálás	-				
1b - Elemi műveletvégzés	0,30**	-			
1c - Arab számok felismerése	0,47**	0,31**	-		
1d - Arab számok és mennyiségek	0,42**	0,17*	0,42**	-	
1 - Korai numerikus készségek teszt	0,78**	0,73**	0,70**	0,60**	-

Megjegyzés. * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$ szinten szignifikáns.

Megerősítő faktorelemzéssel ismételten három CFA-modell illeszkedését ellenőriztük, melyek közül a korábbiakhoz hasonlóan egy közös skálára helyezett összes item alkotta az elsőt, a második modellben az arab számokat tartalmazó két részteszt és a másik két részteszt itemeit helyeztük egy-egy faktorra, végül a harmadik modell a tesztben szereplő négy résztesztnak megfelelően épült fel.

23. táblázat. A korai numerikus készségek teszt megerősítő faktorelemzésének eredményei

Modell	χ^2	df	p<	CFI	TLI	RMSEA (95% CI)
1-dimenzió	1718,28	527	0,001	0,850	0,841	0,081 (0,077–0,086)
2-dimenzió	1557,30	526	0,001	0,870	0,862	0,076 (0,071–0,080)
4-dimenzió	1266,83	523	0,001	0,907	0,900	0,064 (0,060–0,069)

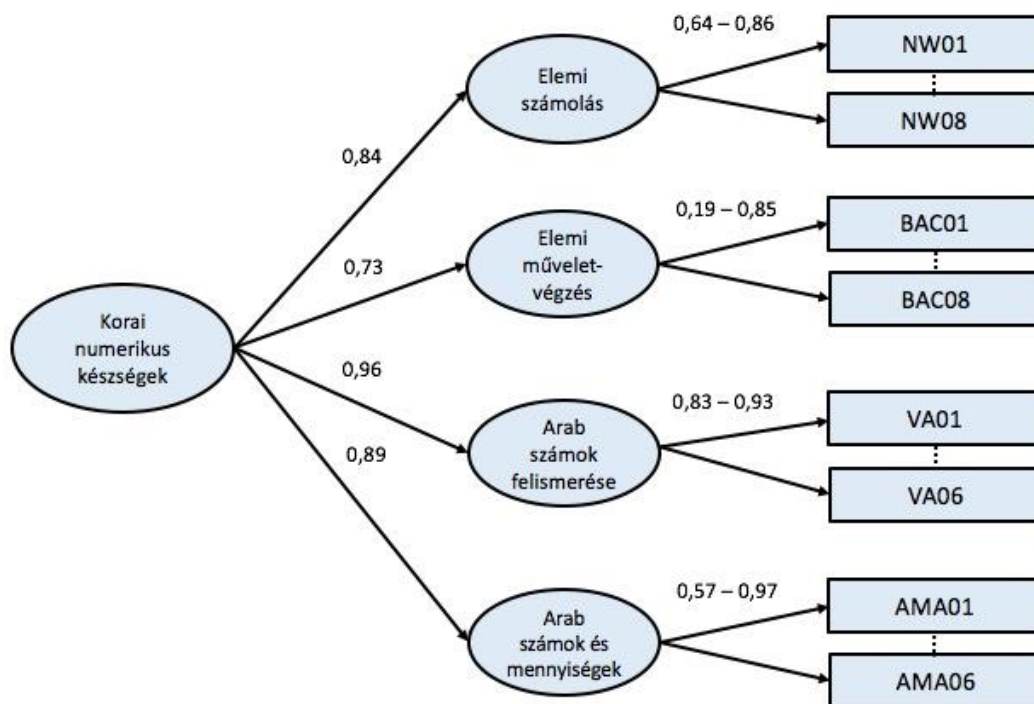
Megjegyzés. df = degrees of freedom (szabadságfok); CFI = Comparative Fit Index; TLI = Tucker–Lewis Index; RMSEA = Root Mean Square Error of Approximation.

A modellek illeszkedésmutatóit a 23. táblázatban közöljük. Eredményeink alapján az első két modellünket el kell vetnünk, mivel illeszkedésmutatóik kívül esnek az ajánlott küszöbértékeken, az utolsó, résztesztek szerinti, 4-dimenziós modell illeszkedése épp elfogadható, a CFI értéke a még elfogadható érték felett, az RMSEA kevéssel a jónak tekinthető 0,05 felett található. Ezt támasztják alá a χ^2 különbözőségi tesztek eredményei is, amiket a 24. táblázatban foglaltunk össze. A 4-dimenziós modell illeszkedése szignifikánsan erősebb volt. A korai numerikus készségek struktúráját leképező CFA-modellünk ábráján található a faktorelemzés során kapott factorsúlyok, itt látható, hogy a négy részteszt szorosan kapcsolódik a korai numerikus készségek közös, egy szinttel feljebb elhelyezkedő faktorához. A résztesztek alkotó itemek együttthatói az elemi számolás, az arab számok felismerése, valamint az arab számok és mennyiségek faktorainál egyformán magas értéken állnak, az elemi műveletvégzésnél találtunk egy kilógó feladatot, amelynek kivétele erősítene a faktor korai numerikus készségekhez való, jelenleg 0,73-as kapcsolatán, továbbá javítana a CFA-modell egészének illeszkedésén is (52. ábra), azonban a teszt eleve alacsony feladatszama miatt végül benne maradt az elemzéseinknél.

24. táblázat. CFA-modellek Khi-négyzet különbözőségi próbáinak eredményei az óvodában

Modell	χ^2	df	p<
1-dimenzió és 4-dimenzió	240,71	4	0,001
2-dimenzió és 4-dimenzió	150,34	3	0,001
1-dimenzió és 2-dimenzió	76,89	1	0,001

Megjegyzés. χ^2 = Khi-négyzet; df = degrees of freedom (szabadságfok).



52. ábra

A korai numerikus készségek teszt második tesztváltozatának faktor struktúrája óvodában

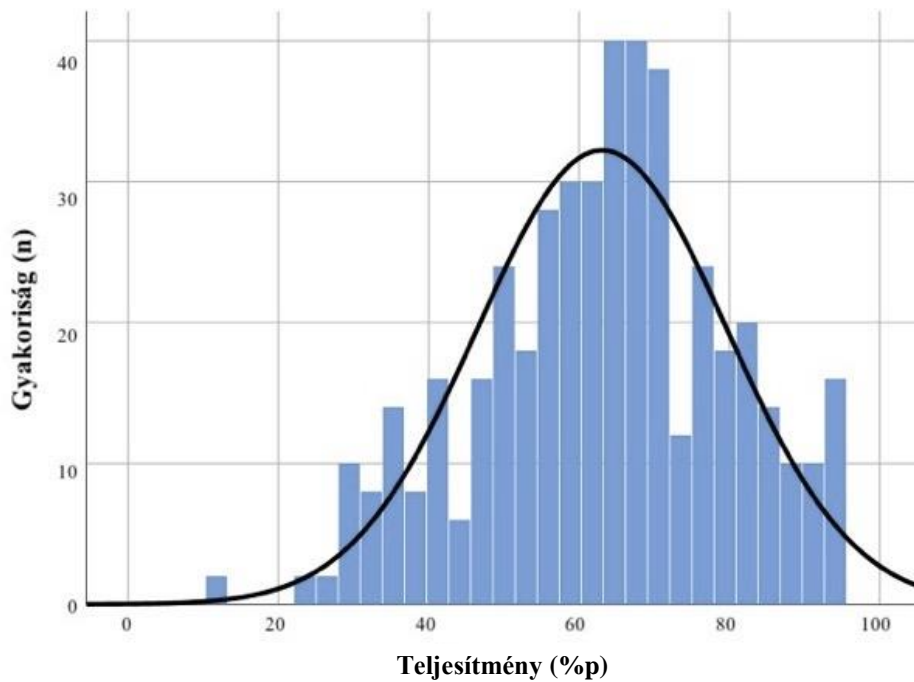
Átlagteljesítmények és eloszlások

Az óvodás gyermekek teljes teszten és részteszteken nyújtott átlagteljesítményét és szórásait a 25. táblázatban ismertetjük. A mérésen 62,9 %p volt az átlagteljesítmény, amely az elemi számolás átdolgozott formáján nyújtott 36,2 %p-os alacsony teljesítmény eredményezett, amelynek szórása a többi részteszthez képest magasabb is volt. A további három részteszten a magas teljesítményt nyújtottak a gyermekek. Az elemi műveletvégzés szintén továbbfejlesztett tesztjén 75,4 %p, az arab számok felismerése részteszten 70,2 %p, az arab számok és mennyiségek részteszten 82,8 %p volt az átlageredmény.

25. táblázat. Az óvodás korú gyermekek korai numerikus készségek teszten és a részteszteken elért eredményei (2. tesztváltozat)

Résztesztek	Átlag (%p)	Szórás (%p)
Elemi műveletvégzés	75,4	21,3
Elemi számolás	36,2	24,6
Arab számok felismerés	70,2	23,8
Arab számok és mennyiségek	82,8	23,2
Korai numerikus készségek teszt	62,9	16,4

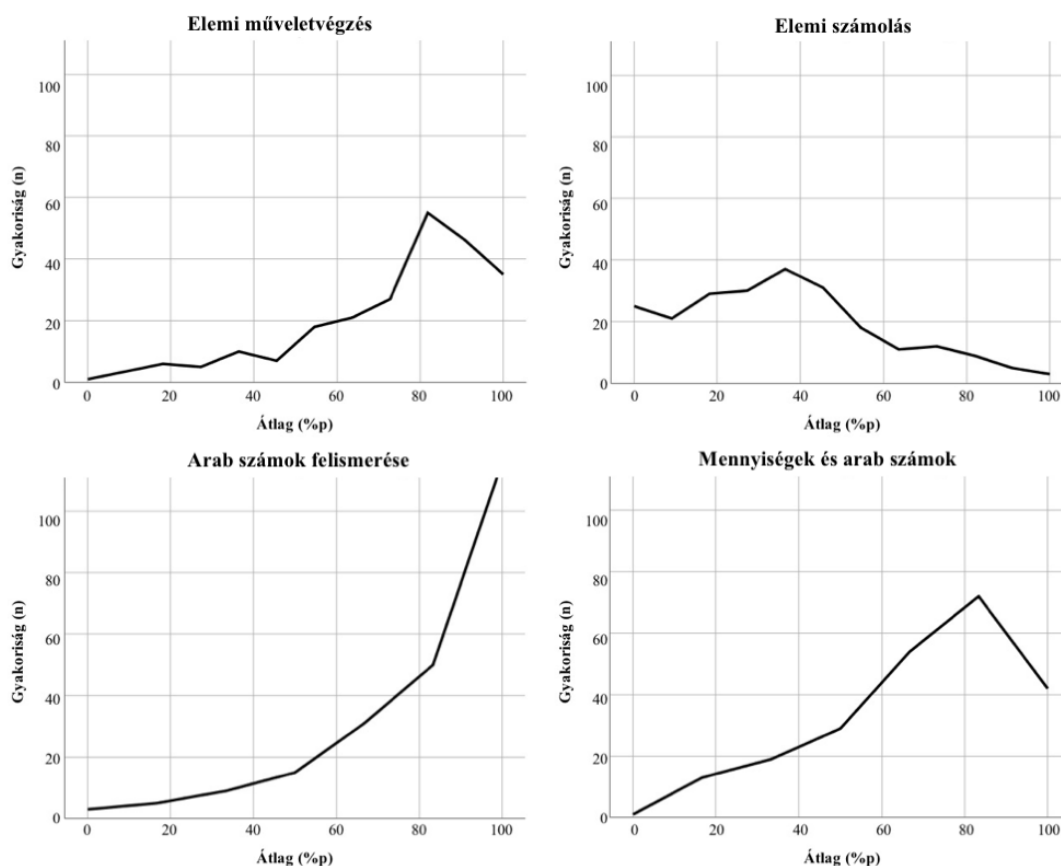
A teljes teszt eloszlása, amit az 53. ábrán láthatunk ránézésre közel áll a normál eloszláshoz, azonban attól a Kolmogorov-Smirnow-próba eredményei alapján szignifikánsan eltér. Az eloszlás már az óvodában is láthatóan enyhén jobbra tolódik, kirívóan alacsony pontszámot egyetlen felmért óvodás sem ért el.



53. ábra

Az óvodás gyermekek teljesítményének eloszlása a korai numerikus készségek teszt második tesztváltozatának résztesztjein

Az egyes részteszt eloszlásait (54. ábra) szintén összevetettük a normál eloszlással, és minden esetben szignifikánsan eltértek attól. Az elemi műveletvégzés esetében jobbra tolódás tapasztalható, miközben az elemi számolás résztesztjénél jól láthatóan balra tolódnak az átlageredmények, így ez a részteszt a korábbi, dichotóm verzióhoz képest nehezebbnek bizonyult az óvodásoknak. A két arab számokat tartalmazó részteszt eredményei erőteljesen jobbra tolódnak, a jobb képességű gyermekeket már nem mérte fel ez a kettő részteszt. Az eloszlásvizsgálatok részletes eredményeit résztesztokra bontva a 26. táblázatban foglaltuk össze.



54. ábra
*Átlagteljesítmények eloszlása a korai numerikus készségek teszt
résztesztjein az óvodában (2. tesztváltozat)*

Tesztelés ideje és eszközhasználat

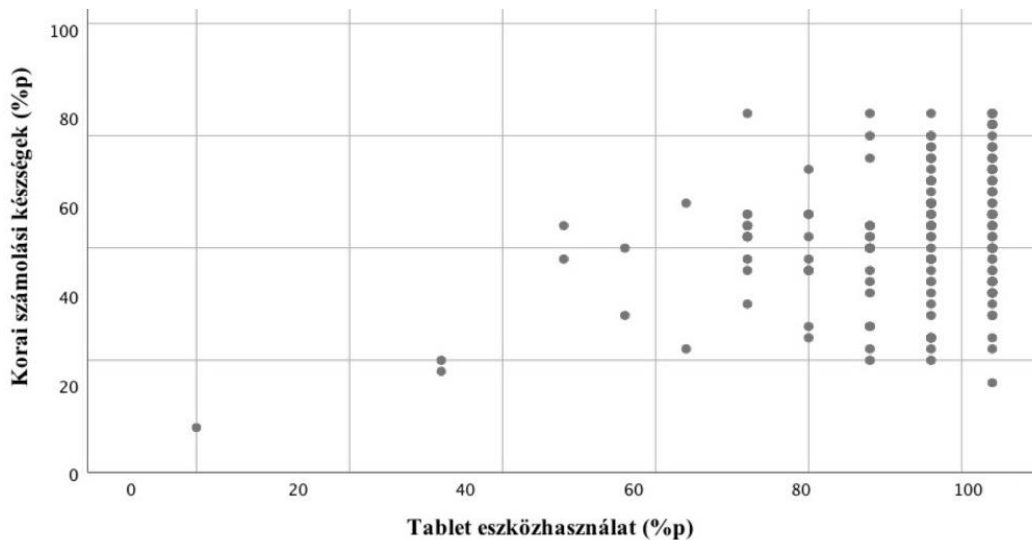
A teszt kitöltésének időtartamát is ellenőriztük. Az óvodások átlagosan 19,2 perc alatt végeztek a korai numerikus készségek teszt feladataival, a tesztelés időtartamának szórása 7 perc volt. A rövidebb teszt magával hozta így a tesztelés átlagos időtartamának csökkenését is.

26. táblázat. *A teszt és résztesztjeinek eloszlásmutatói óvodában (2. tesztváltozat)*

Retested	Ferdeség	Lapultság	Kolmogorov-Smirnov teszt	p<
Elemi műveletvégzés	-1,08	0,69	0,21	0,001
Elemi számolás	0,48	-0,35	0,11	0,001
Arab számok felsimerése	-0,72	-0,16	0,21	0,001
Arab számok és mennyiségek	-1,52	1,92	0,28	0,001
Korai numerikus készségek teszt	-0,27	-0,25	0,07	0,008

Megjegyzés. Ferdeség (szimmetria) = Skewness; Lapultság = Kurtosis; p = szignifikanciaszint.

Az óvodás korú gyerekek 95,1 %p-os teljesítményt nyújtottak a tablet eszközhasználat teszten, teljesítményük szórása 7,5 %p volt. Összeségében a vizsgált gyermekek számára nem jelentett problémát a tableten keresztül történő tesztelés, a különböző feladatmegoldási, válaszadási lehetőségekkel egyformán boldogultak. Ennél a feladatsornál is megfigyelhető a tanulási folyamat, amelyet az eszközhasználat teszt bővítése is eredményezett, mivel ezen az óvodai mérésen már teljesen külön álló mérési alkalom és 28 feladat volt a tablet eszközhasználat felmérésnek és begyakorlásának szentelve. A plafoneffektus ellenére szignifikáns korrelációt találtunk az eszközhasználat és a korai numerikus készségek teszt eredménye között ($r=0,32$; $p<0,01$). A gyermekek elhelyezkedését a két teszten elért teljesítmény függvényében az 55. ábrán mutatjuk.



55. ábra

Az első évfolyamos tanulók a korai numerikus készségek és a számítógépes-egér használat teszteken elért teljesítménye

8.4. Az óvodai validációs vizsgálat eredményei

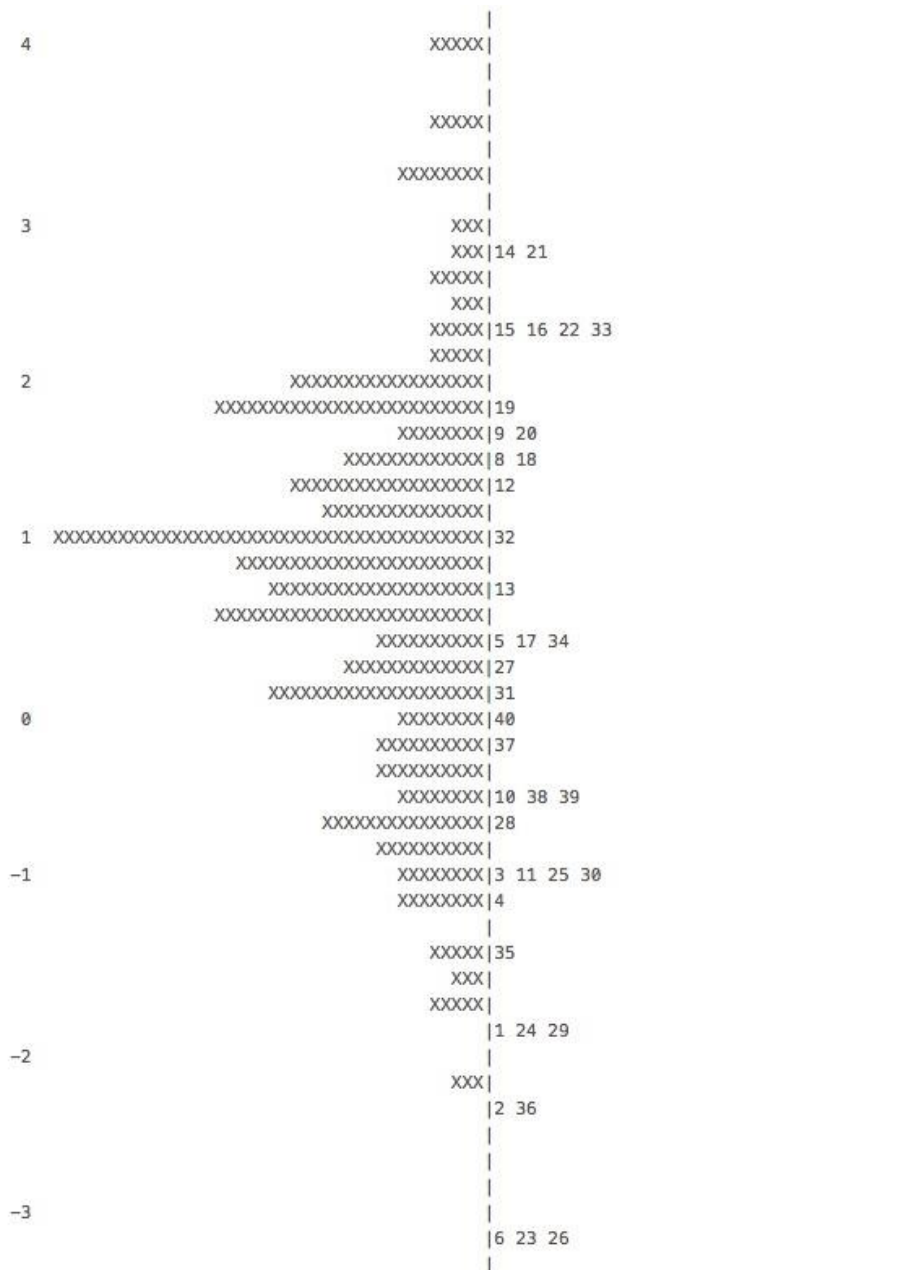
Az eddig bemutatott vizsgálatok eredményei alapján részletesen fel tudtuk tární a korai numerikus készségeket vizsgált online teszt megbízhatóságát, konstruktum-validitását, itemeinek működését, azonban továbbra is kevés információval rendelkezünk ahhoz, hogy kiderítsük mennyiben lehet képes kiváltani a szemtől szembeni vizsgálati eljárásokat, valamint egyes készségek online tesztelési megoldásai helyettesíthetik-e a gyermekek szóbeli válaszait, hangos számolását. Ennek érdekében egy kismintás óvodai vizsgálatot végeztünk, amelyben

két online teszt, a korai numerikus készségek és a tablet eszközhasználat (Molnár & Pásztor, 2015) mellett, a szemtől szembeni adatfelvételhez kötött DIFER elemi számolási készség és relációszókincs tesztjeit (Nagy et al., 2004b) is felvettük 30 óvodás gyermekkel. A vizsgálat mintáját, eszközeit és eljárásait részletesen ismertettük a módszereink között.

27. táblázat. Az óvodai validációs mérésen alkalmazott online mérőeszközök eredményei

Résztesztek	Itemek száma	Megbízhatóság (Cronbach- α)	Átlag (%p)	Szórás (%p)
Elemi műveletvégzés	11	0,75	74,9	20,2
Elemi számolás	11	0,75	31,8	24,3
Arab számok felsimerése	6	0,66	60,0	27,2
Arab számok és mennyiségek	6	0,77	77,2	28,2
Korai numerikus készségek	34	0,88	58,7	19,2
Tablet eszközhasználat	16	0,40	91,5	7,6

Óvodai vizsgálatunk eredményeinek ismertetését az online és a szemtől szembeni mérések megbízhatóságának és a gyermekek teszten elért átlagos teljesítményének ismertetésével kezdjük (27. és 28. táblázat). Mint azt módszereik között már ismertettük, ezen a mérésen a tablet eszközhasználat teszt reliabilitása különösen alacsony volt (Cronbach- α =0,40), melynek háttérében annak több speciális jellemzője állhat. Egyfelől a teszt közbeni tanulás lehetősége, valamint a plafoneffektus és az alacsony szórás. A gyermekek a feladatok sikertelen megoldása esetén újra próbálkozhattak, és a feladatsor közben egyre gyorsabban és pontosabban oldották meg tesztben szereplő vonzólási és érintéses feladatokat. A korai numerikus készségek teszt és résztesztjeinek reliabilitását a 26. táblázatban ismertetjük. A táblázatban nem szerepel a reláció részteszt, amelynek teljes, 6 feladatból álló résztesztjét kivettük az elemzésinkből. Az óvodai mérésen a részteszt reliabilitása az elfogadható érték alatt volt (Cronbach- α <0,3), itemeinek elkülönítésmutatói -0,13 és 0,41 között voltak. A teljes teszt reliabilitás mutatója így 0,873-ról 0,883-ra emelkedett. És ennek megfelelően a korai numerikus készségek teszt eredményét is 34 item alapján számítottuk ki. A másik négy részteszt megbízható volt, közülük az arab számok felismerése részteszté volt alacsonyabb.



56. ábra

A korai numerikus készségek teszt személy-item térképe az óvodai validációs mérésen. Bal oldalon a feladatok nehézsége és a tanulók képességszintje látható. Minden X 0,1 tanulót reprezentál. A jobb oldalon az itemek sorszáma szerepel.

A mérésben résztvevő óvodások korai numerikus készségek teszten elért átlagos teljesítménye 58,7%p volt. A résztesztek közül az új elemi számolási feladatok bizonyultak nehezebbnek, ezen a részteszten mindössze 31,8%p volt az átlagteljesítmény, a részteszt eloszlása is erőteljesen balra tolódik. Bár a Kolmogorov-Smirnov próba alapján a teljes teszt eloszlása megegyezett a normál eloszlással ($\chi^2=0,14$; $p=0,13$), a próba eredménye mind a négy résztesztnél szignifikáns eltérést mutatott a normál eloszlástól ($\chi^2=0,21-0,25$; $p<0,05$).

Egy paraméteres Rasch-elemzést végeztünk, hogy a korai numerikus készségek teszt itemeinek működését is ellenőrizzük a kismintás óvoda mérésünkénél. Az elemzés személy szeparációs reliabilitása a 30 fős mintánál is magas volt (0,965). A teszt EAP/PV reliabilitása 0.893, ami szintén megfelelő értéknek tekinthető. Az 56. ábrán is látható, hogy a tesztfeladatok nagyjából egyenletesen fedik le a gyermekek képességszintjeit, ugyanakkor több item, amelyek a legalacsonyabb (-2 és -3) képességszinteken helyezkednek el, a vizsgált csoportban túl könnyűek voltak. Kivehető, hogy a 1-es képességszinten lévő feladatok köre viszont nem arányul az ezen a szinten elhelyezkedő gyermekek számához.

A 28. táblázatban foglaltuk össze a DIFER elemi számolási készség teszt és résztesztjeinek, valamint a relációszókincs teszt megbízhatóságát és az óvodás gyermekek átlagos teljesítményét. Az elemi számolási készség teszt (Cronbach- α =0,80) és annak résztesztjei is megbízhatónak bizonyultak, egyedül a számlálás részteszt reliabilitása volt alacsonyabb (Cronbach- α =0,62), de még elfogadható szinten belül. A megbízhatóság vizsgálat során ellenőriztük ennek a résztesztnek az előrefelé és a visszafelé számolás szerinti két skálára bontását is, azonban akkor még alacsonyabb, 0,5 alatti, reliabilitás mutatókat kaptunk volna. Ahogyan azt a módszerek között már ismertettük, a DIFER relációszókincs teszt eredményét, 24 helyett, 22 item alapján számítottuk ki, két itemet azok alacsony elkülönítésmutatója miatt nem vontunk be az elemzéseinkbe.

28. táblázat. Az óvodai validációs mérésen alkalmazott szemtől szembeni mérőeszközök eredményei

DIFER tesztek és résztesztek	Itemek száma	Megbízhatóság (Cronbach- α)	Átlag (%p)	Szórás (%p)
Számlálás	14	0,63	68,9	22,1
Manipulatív számolás	11	0,80	64,5	21,4
Számkép felismerés	9	0,83	78,1	25,2
Számolvasás	4	0,71	47,2	30,2
Elemi számolási készség	38	0,80	68,0	19,2
Relációszókincs	22	0,62	80,5	12,3

A DIFER elemi számolási készség teszten 68,0 %p-os teljesítményt értek el a gyermekek, a legmagasabb teljesítmény a számkép felismerés résztesztjén volt tapasztalható (78,1 %p), míg a számolvasás részteszten mindössze 47,2 %p-os átlagteljesítményt mértünk, amelynek szórása is magasabb volt többi részteszthez képest. A relációszókincs teszten 80,5 %p volt az átlagteljesítmény, és a teszt szórása is alacsony volt (12,3 %p).

A mérésen alkalmazott online és szemtől szembeni eszközök korrelációit a 29 táblázatban foglaltuk össze. Elemzéseink alapján az online és a szemtől szembeni eszközök eredményei összefüggenek egymással, a vizsgált konstruktumok közül a két számolási készséget vizsgáló teszt között van a legerősebb kapcsolat. A korai numerikus készségek teszt és a DIFER elemi számolási készség teszt között szignifikáns összefüggés mutatható ki ($r=0,84$; $p<0,01$). A két teszt résztesztjeinek összefüggéseit a következő bekezdésben még részletesen is bemutatjuk. A relációszókincs és a korai numerikus készségek teszt, valamint annak összes résztesztje között szignifikáns korrelációt találtunk. Továbbá a relációszókincs szignifikánsan összefügg a tablet eszközhasználat teszttel is ($r=0,48$; $p<0,01$). A két szemtől szembeni DIFER teszt, az elemi számolási készség és a relációszókincs kapcsolatban állnak ($r=0,46$; $p<0,01$).

29. táblázat. Az online és a szemtől szembeni mérőeszközök összefüggései

Mérőeszközök	1	2	2a	2b	2c	2d	3
1 - Tablet eszközhasználat	-						
2 - Korai numerikus készségek	0,47**	-					
2a - Elemi műveletvégzés	0,48**	0,82**	-				
2b - Elemi számolás	0,32	0,79**	0,46*	-			
2c - Arab számok felismerése	0,51**	0,80**	0,65**	0,45*	-		
2d - Arab számok és mennyiségek	0,18	0,75**	0,49**	0,45*	0,57**	-	
3 - D. Elemi számolási készség	0,34	0,84**	0,63**	0,49**	0,81**	0,84**	-
4 - D. Relációszókincs	0,48**	0,60**	0,45*	0,51**	0,39*	0,51**	0,46*

Megjegyzés. * = $p<0,05$; ** = $p<0,01$; D.= DIFER

Az online korai numerikus készségek teszt és a szemtől szembeni DIFER elemi számolási készség teszt résztesztjei közötti összefüggéseket a 30. táblázatban foglaltuk össze. Az összefüggés-vizsgálatoknak köszönhetően ellenőrizhető, hogy az elméletileg ugyanarra a konstruktumra vonatkozó feladatsorok milyen szorosan függenek össze az önállóan, online formában és a mérőbiztos által, szóbeli kikérdezéssel felmérve. A részteszték közötti kapcsolatot egyesével vizsgálva látható, hogy a legtöbb részteszt között szignifikáns kapcsolat áll fenn.

30. táblázat. A DIFER elemi számolási készség teszt és korai numerikus készségek teszt résztesztjeinek összefüggései

Mérőeszközök	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c
1a - D Számlálás	-						
1b - D Manipulatív számolás	0,49**	-					
1c - D Számkép felismerés	0,35	0,56**	-				
1d - D Számolvasás	0,79**	0,63**	0,42*	-			
2a - K Elemi műveletvégzés	0,68**	0,33	0,23	0,53**	-		
2b - K Elemi számolás	0,49**	0,47**	0,04	0,49**	0,46*	-	
2c - K Arab számok felismerése	0,76**	0,60**	0,44*	0,76**	0,65**	0,45*	-
2d - K Arab számok és mennyiségek	0,78**	0,64**	0,48**	0,67**	0,49**	0,45*	0,57**

Megjegyzés. * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; D = DIFER elemi számolási készség teszt; K = Korai numerikus készségek teszt (online).

A DIFER számlálás résztesztje és az online elemi számolás résztesztje között közepes mértékű kapcsolatot találtunk ($r=0,49$; $p < 0,01$), valamint a DIFER számolvasás és az online formában mért arab számok felismerése között is szignifikáns korrelációt találtunk ($r=0,76$; $p < 0,01$). Az egyedül a korai numerikus készségek tesztben szereplő arab számok és mennyiségek kapcsolatát mérő részteszt a DIFER mindegyik résztesztjével szignifikánsan összefüggött, ahogyan az arab számok felismerése és minden szemtől szembeni részteszt között is kapcsolatot találtunk. Ugyanakkor az online formában vizsgált elemi műveletvégzés részteszt, amelyben a megszámlálás, kiegészítés, bontás feladatai ugyanúgy megjelentek, nem korrelált a DIFER-es manipulatív számolás résztesztjéhez, és a számkép felismeréshez sem, amelyben szintén jelennek meg összeadási műveletek.

A kisgyermekesek tablet eszközhasználatának felmérése szerint a gyermekeknek nem volt gondjuk az online tesztek feladatainak megoldásával. Átlagosan 91,5 %p-ot értek el, alacsony szórás mellett (7,2 %p), a legalacsonyabb teljesítmény 75 %p volt. Emellett, a korábbi méréseinkhez hasonlóan, itt is találtunk összefüggést az eszközhasználat és a másik terület teszteredményei között. A tablet eszközhasználat teszt és a korai numerikus készségek teszt résztesztjeinek összefüggését megvizsgálva az elemi számolás résztesztjénél nem találtunk szignifikáns korrelációt ($r=0,32$; $p=0,09$), ahogyan a arab számok és mennyiségek résztesztjénél sem ($r=0,18$; $p=0,35$), miközben a többi, kevésbé összetett feladatmegoldást igénylő résztesztjénél, az elemi műveletvégzés ($r=0,48$; $p < 0,05$), valamint az arab számok felismerése ($r=0,51$; $p < 0,05$) esetében is szignifikánsak voltak az összefüggések. Ugyanakkor az

eszközhasználat teszt 0,48-as erősségű, szignifikáns összefüggést mutatott a DIFER relációsszókincs tesztjével is.

A két online teszt felvételének ideje összesen átlagosan 30 percet vett igénybe, melyből a tablet eszközhasználat teszten 9,1 percet, a korai numerikus készségek teszten pedig további 21,5 percet töltöttek átlagosan a mérésben résztvevő kisgyermekek.

A 3. óvodai vizsgálat online tesztjeinek felvételekor kvantitatív módszereinket részben kiegészítettük videómegfigyeléssel is. A mérésben résztvevő gyermekek 4-5 fős csoportjaiból véletlenszerűen egy-egy gyermeket választottunk ki, akiknél a tablet képernyőjét is rögzítve vettük fel a két online teszt kitöltését. Ilyen formában összesen 3 gyermek online tesztfelvételét sikerült rögzítenünk és elemzünk ki. A videók feldolgozásához szempontsort állítottunk össze, amely a gyermekek figyelmének és a feladatok megoldásának elemzésére szolgált. A három gyermekből kettő esetében figyeltük meg, hogy a tesztelés elkezdését követő 5-7 perc múlva elkezdtek a közelükben helyet foglaló társaik feladatai felől érdeklődni, és saját feladatukból időnként felnézve ellenőrizték társaik előrehaladását. Emellett mindhárom gyermek tesztelése során előfordult, hogy a következő feladatra lépve azok többször csak pár másodperces késéssel töltődtek be. Hosszabb, 5 másodperc feletti várakozás esetén a gyermekek ilyenkor rendszerint egyből a teremben lévő felnőtt tekintetét keresték. A harmadik gyermek végig a saját feladataira koncentrált, a nagyjából egy méterre ülő társának képernyőjére nem tekintett rá.

Megfigyeléseink alapján a vonszolással megoldható feladatok könnyebbek voltak a gyermekek számára, ugyanakkor a tablet eszközhasználat teszt elején még előfordult két gyermeknél is, hogy egy-egy feladat megoldása, a rajz a kért célterületre húzása, csak sokadszorra sikerült. A tesztben eltöltött első perceket egyértelműen gyakorlással töltötték. Emellett kisebb fennakadást jelentett, hogy a feladatokat a válaszadást követően a képernyő jobb alsó sarkában lévő nyílra kattintva lehetett tovább léptetni. Bár ez a teszt eleji instrukcióban nyomatékosan szerepelt, és ott tovább is tudtak lépni, a helyes megoldást követően előfordult, hogy még másodpercekig várakoztak, amíg tovább nem léptek a következő feladatra. Az egyik gyermek esetében a mérőbiztosnak az első feladatoknál újra meg kellett mutatni, hogyan lehetséges tovább lépni a tesztben. Emellett a számítógépes feladatsorban kattintással, tableteken érintéssel kivitelezhető válaszadás, mindhárom megfigyelt gyermek esetében csak többszöri próbálkozásra sikerült. A tablet eszközhasználat feladatain gyakorolták be a megfelelő érintési technikát, azonban véletlenszerűen a későbbi számolási feladatokban is előfordult, hogy nem sikerült elsőre a helyes válaszra kattintani. A videókból kiderült, hogy a gyermek pontosságával nem volt probléma, az ujjával lendületesen a megfelelő pontra mutatott, az érintőképernyő viszont mégsem érzékelte azt, mivel vagy túl hosszsan, vagy túl rövid

időtartamig ért hozzá. A videón megfigyelhető volt, ahogyan a feladatokban előre haladva, egyre kevésbé kell újra próbálkoznia. Az első tablet eszközhasználatos feladatoknál azt is tapasztaltuk, hogy az érintéskor elhelyezett piros pöttyre, ha az érintéshez képest késve tűnt fel, ismételten rámutatva azt véletlenül törölték is, azonban ezt minden esetben észlelték és javították.

8.5. A korai numerikus készségek fejlődése

Az óvodai és az iskolai mérés eredményeinek összehasonlítása

Bár korábban már szerepeltek mindkét mérés pszichometriai jellemzői, ezek közül ismét közöljük a reliabilitás-mutatókat kizárólag azokra az itemekre kiszámítva, amelyek az óvodás és az iskolás mérésben egyaránt szerepeltek. A korábban bemutatott értékekhez képest az óvodai mérésnél a relációk részteszt, az iskolai mérésnél pedig az elemi számolás részteszt reliabilitása csökkent. A relációk esetében 5 itemmel kevesebb szerepelt az iskolai mérésen, az elemi számolás esetében pedig jobb összehasonlíthatóság érdekében visszaemeltünk korábban az elkülönítésmutatók alapján kivett itemeket. Az elemi számolás részteszt ezen itemei megfelelően működtek az óvodában, és míg az iskolai mérés reliabilitását mindössze két századdal rontották, kivételük öt századdal csökkentette volna az óvodai mérés elemi számolás résztesztjének megbízhatóságát, valamint érintette volna a teljes teszt reliabilitását is. Rasch-elemzéssel is ellenőrizve a teszt első változatának működését az összes kitöltő együttes eredményei alapján, a korai numerikus készségek teszt EAP/PV reliabilitása 0,88.

31. táblázat. A korai numerikus készségek teszt és résztesztjeinek megbízhatósága az óvodában és az iskolában (1. tesztváltozat)

Résztesztek	Itemek száma	Óvoda Megbízhatóság (Cronbach- α)	Iskola Megbízhatóság (Cronbach- α)
Mennyiségek és számok	6	0,87	0,75
Elemi számolás	8	0,70	0,57
Relációk	10	0,72	0,69
Elemi műveletvégzés	8	0,83	0,70
Arab számok felismerése	5	0,82	0,69
Arab számok és mennyiségek	8	0,88	0,71
Korai numerikus készségek teszt	45	0,94	0,89

A vizsgált óvodás korcsoport 5,8 éves, az első évfolyamos csoport átlagosan 7,1 éves volt a méréseink idején. A korai numerikus készségek teszten elért teljesítmény 21 százalékponttal volt magasabb az iskolások körében. Az összes részteszten elért teljesítmény 20-21 %p körül fejlődött. A mennyiségek és számok részteszten és az elemi számolás részteszten egyaránt 21,5 %p-os növekedés tapasztalható, ahogyan az elemi műveletvégzésen 21,6 százalékponttal mértünk magasabb teljesítményt iskolában. Az iskola kezdőszakaszában előtérben lévő arab számokat tartalmazó feladatoknál vegyes kép rajzolódik ki, az 10-es számkörön belüli arab számok mennyiségekhez való kapcsolását mérő arab számok és mennyiségek részteszten a többi részteszthez képest alacsonyabb volt az emelkedés (18,7 %p), viszont a 100-as és 500-as számkörben arab számok tartalmazó, arab számok felismerése részteszten volt a legmagasabb növekedés, átlagosan 24,4 %p. Az átlagteljesítmények szórásai a két csoportban az összes résztesztnél eltértek, így különbözőség-vizsgálatok közül a Welch-próba eredményeit közöljük, amely minden esetben szignifikáns volt. A fejlődés mértékének standardizált mutatóval való kifejezéséhez hatásméretet számoltunk (Cohen-d), amelynek értéke az összes részteszt és a teljes teszt esetében is magas.

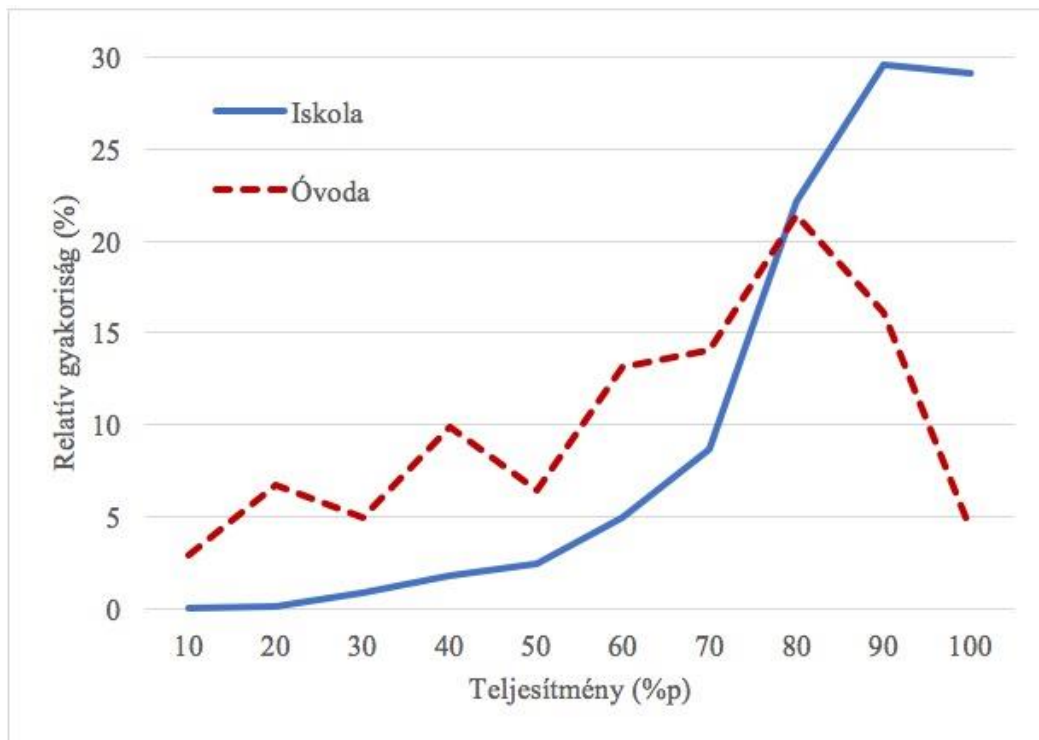
32. táblázat. A korai numerikus készségek teszten és résztesztjein elért eredmények az óvodában és első évfolyamon

Retested	Óvoda		Iskola		Cohen-d	d	p<
	Átlag (%p)	Szórás (%p)	Átlag (%p)	Szórás (%p)			
Mennyiségek és számok	63,5	36,8	85,1	23,5	0,70	10,7	0,001
Elemi számolás	50,8	27,9	72,3	22,1	0,85	13,9	0,001
Relációk	48,5	22,4	68,6	20,3	0,94	16,2	0,001
Elemi műveletvégzés	66,6	30,9	88,2	18,0	0,85	12,8	0,001
Arab számok felismerése	60,1	36,2	84,5	23,4	0,80	12,3	0,001
Mennyiségek és arab számok	70,4	33,0	89,1	17,5	0,71	10,3	0,001
Korai numerikus készségek teszt	59,3	24,0	80,3	15,2	1,05	16,0	0,001

Megjegyzés. Cohen-d = hatásméret; d = Welch-féle d-próba eredménye; p = szignifikanciaszint.

Az előző alfejezetekben külön-külön ismertettük az eloszlásokat az óvodai és az iskolai méréseken. Az 57. ábrán együtt látható a korai numerikus teszt első változatán elért teljesítmények relatív gyakorisági eloszlása az óvodában és az első évfolyamon. A két eloszlás

szignifikánsan eltér egymástól a teljes teszt ($Z=7,3$; $p<0,001$), és az egyes résztesztek esetében is ($Z=4,9-6,3$; $p<0,001$).



57. ábra

A korai numerikus készségek teszten elért teljesítmények eloszlása az óvodai és iskolai méréseken

Nemek közötti különbségek az óvodában

A három korai numerikus készségek tesztel végzett mérésnél megvizsgáltuk a nemek közötti különbségeket a teszten és részteszteken elért átlagteljesítmény tekintetében. Először a két óvodai mérésen feltárt eltéréseket közöljük, melyek közül az első az online tesztünk első 52 ítemes tesztváltozatával készült, az elemzéseken a teszt pszichometriai jellemzésekor már ismertetett megbízhatóságot és érvényességet is növelő indokok miatt, 50 ítem eredményeit használtuk fel. A második tesztváltozat 40 ítemet tartalmazott, amelyek mindegyike szerepel a jelenlegi elemzéseink során.

33. táblázat. Nemek közötti különbségek a korai numerikus készségek teszten és résztesztjein az óvodában (1. tesztváltozat)

Résztesztek	Fiúk		Lányok		t/d	p
	Átlag (%p)	Szórás (%p)	Átlag (%p)	Szórás (%p)		
Mennyiségek és számok	60,7	37,9	66,6	35,5	1,48	0,14
Elemi számolás	49,2	27,3	49,5	24,9	0,08	0,94
Relációk	44,2	21,8	45,7	21,2	0,66	0,51
Elemi műveletvégzés	61,2	32,4	72,4	28,2	3,40	0,01
Arab számok felismerése	59,7	37,9	60,4	34,5	0,21	0,83
Mennyiségek és arab számok	70,0	34,0	70,7	32,1	0,19	0,85
Korai numerikus készségek teszt	55,6	24,1	58,8	22,4	1,24	0,21

Megjegyzés. t = t-próba eredménye; d = Welch-féle d-próba eredménye; p = szignifikanciaszint.

A mennyiségek és számok, az elemi műveletvégzés, valamint az arab számok felismerése részteszteken nem egyeztek meg vizsgált csoportok szórásai ($F=3,9-8,1$; $p<0,05$), így ott a különbözőségvizsgálathoz Welch-próbát végeztünk. Az elemi műveletvégzés részteszten a lányok szignifikánsan magasabb teljesítményt (72,4 %p) értek el, mint a fiúk (61,2 %p). Emellett a mennyiségek és számok résztesztnél vehető észre 6 %p-os különbség a lányok javára, azonban az eltérés nem szignifikáns. A többi részteszt és a teljes teszt esetében sem találtunk további jelentős eltérést a nemek szerinti csoportok között.

34. táblázat. Nemek közötti különbségek a korai numerikus készségek teszten és résztesztjein az óvodában (2. tesztváltozat)

Résztesztek	Fiúk		Lányok		t/d	p
	Átlag (%p)	Szórás (%p)	Átlag (%p)	Szórás (%p)		
Elemi műveletvégzés	77,9	20,0	72,9	22,8	1,64	0,10
Elemi számolás	35,5	22,4	37,1	26,9	0,47	0,64
Arab számok felismerése	67,7	23,5	72,6	24,7	1,44	0,15
Mennyiségek és arab számok	81,3	24,2	84,4	24,3	0,88	0,38
Korai numerikus készségek teszt	63,2	16,2	63,3	17,9	0,05	0,96

Megjegyzés. t = t-próba eredménye; d = Welch-féle d-próba eredménye; p = szignifikanciaszint.

A két nem teszteredményeinek további összehasonlításához összevetettük a két csoport teljesítményének eloszlásait is az összes résztesztre. Kolmogorov-Smirnov Z próbával

részletesen ellenőrizve az eltéréseket, kizárólag az elemi műveletvégzésnél találtunk szignifikáns eltérést az óvodás fiúk és lányok átlageredményeinek eloszlása között ($Z=1,8$; $p<0,01$).

A második tesztváltozattal óvodában végzett mérésen a szórások az elemi számolás részteszt esetében nem egyeztek meg ($F=4,2$; $p<0,05$), így a részteszt eredményeinek nemek közötti összehasonlításánál Welch-próbát alkalmaztunk. Bár láthatóak eltérések fiúk is lányok között az egyes részteszteken ezek egyike sem tekinthető szignifikánsnak, ahogyan nem találtunk különbséget a teljes teszten elért eredmények tekintetében sem.

Az átlagok szignifikáns eltéréseinek hiánya ellenére fontosnak tartottuk ellenőrizni, hogy a teszteredmények eloszlását összehasonlítva észlelhető-e a két csoport között különbség. A Kolmogorov-Smirnov Z próba eredményei alapján elmondható, hogy egyetlen részteszt és a teljes teszt eloszlása esetében sem volt szignifikáns eltérés.

Nemek közötti különbségek az iskolában

35. táblázat. Nemek közötti különbségek a korai numerikus készségek teszten és résztesztjein az iskolában (1. tesztváltozat)

Résztesztek	Fiúk		Lányok		t/d	p
	Átlag (%p)	Szórás (%p)	Átlag (%p)	Szórás (%p)		
Mennyiségek és számok	84,3	24,1	86,4	22,4	3,22	0,001
Elemi számolás	73,9	26,4	71,8	26,4	2,90	0,004
Relációk	62,9	24,4	63,5	22,7	0,99	0,322
Elemi műveletvégzés	87,1	18,8	89,6	16,8	3,40	0,001
Arab számok felismerés	85,5	23,0	84,0	23,1	2,43	0,015
Mennyiségek és arab számok	89,3	17,3	89,1	17,5	0,41	0,678
Korai numerikus készségek teszt	80,4	16,0	80,9	15,0	1,03	0,302

Megjegyzés. t = t-próba eredménye; d = Welch-féle d-próba eredménye; p = szignifikanciaszint.

Az iskolai mérésen a szórások az elemi műveletvégzés ($F=26,1$; $p<0,01$), a relációk ($F=11,2$; $p<0,01$) résztesztek és teljes teszt esetében ($F=13,9$; $p<0,01$) sem egyeztek meg a szórások, így az eredmények nemek közötti összehasonlításánál a Welch-próba értékét használtuk fel. Az iskolai mérésnél a teljes teszt tekintetében nem, annak egyes résztesztjeink viszont találtunk kimutatható különbséget a fiúk és a lányok átlagteljesítménye között. A első

osztályos lányok teljesítettek jobban a mennyiségek és számok, elemi műveletvégzés résztesztjein, a fiúk pedig az elemi számolás, arab számok felismerése feladatsorain nyújtottak jobb teljesítményt. A különbség mindegyik esetben szignifikáns, de csak 1,5-2 %p körüli. Az első tesztváltozaton óvodában a lányok épp ezeken a részteszteken értek el magasabb teljesítményt.

A két csoport átlagteljesítményeinek eloszlásának vizsgálatához Kolmogorov-Smirnov Z próbát végeztünk, amely alapján az látható, hogy a mennyiségek és számok ($Z=1,6$; $p=0,02$), elemi számolás ($Z=1,5$; $p=0,02$), elemi műveletvégzés ($Z=21,2$; $p<0,01$) és arab számok felismerése ($Z=1,8$; $p<0,01$) részteszteken is eltért a fiúk és a lányok teljesítményének eloszlása, ugyanakkor a teljes teszten elért teljesítmény esetében nem találtunk szignifikáns különbséget ($Z=1,1$; $p=0,18$). Összességében, az eloszlásvizsgálat eredményei leképezték a különbözőségvizsgálatnál is azonosított eltéréseket.

8.6. A korai numerikus készségek és az első évfolyam végi matematika teljesítmény

A következőkben az első évfolyamos tanulók körében végzett longitudinális vizsgálatunk eredményeit ismertetjük, amelynél az első évfolyamos tanulók iskolai bemeneti méréseket követően a tanév végén is részt vettek egy vizsgálatban. Longitudinális elemzéseinket a korai numerikus készségek teszt első változatával végeztük, amelynek fő eredményeit röviden újra közöljük (37. táblázat) a következő longitudinális elemzések mintájára leszűkítve ($N=4277$). A korai numerikus készségek teszt további pszichometriai jellemzőit, megbízhatóságát, konstruktum-validitását a 8.2. alfejezetben mutattuk be. Az első évfolyam végén felvett matematika teljesítmény teszt tartalmi kereteit módszereink leírásakor részletesen ismertettük. A tanulók matematika teszten és résztesztjein elért átlagos teljesítményét a 36. táblázatban foglaltuk össze.

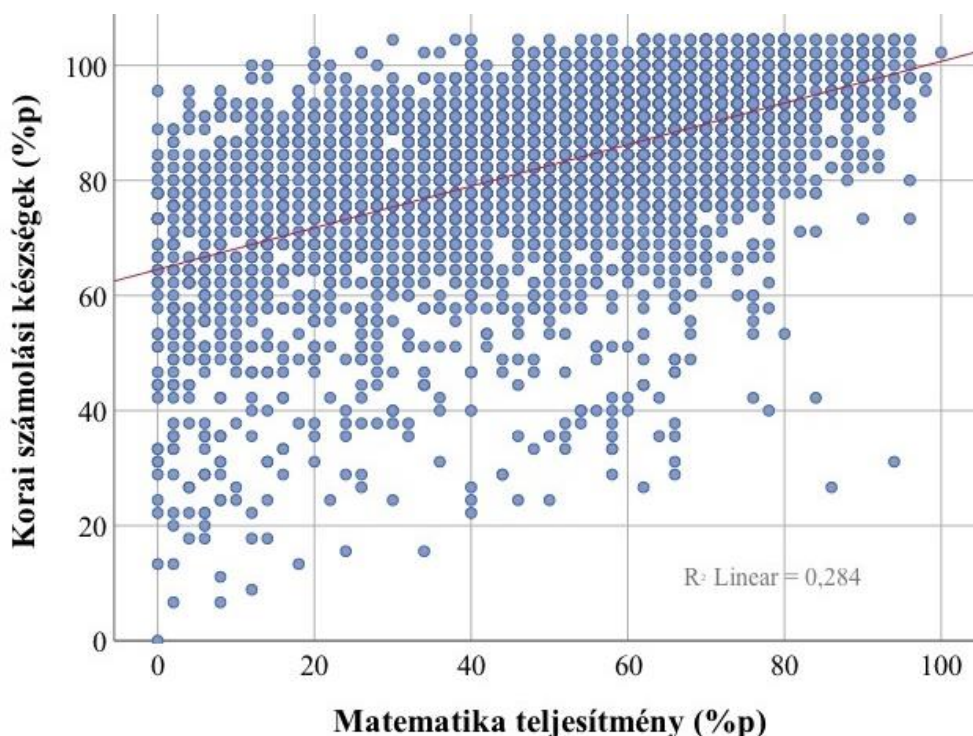
36. táblázat. A matematika teszt és résztesztjeinek megbízhatósága és a tanulók átlagteljesítménye

A matematika teszt dimenziói	Itemek száma	Megbízhatóság (Cronbach- α)	Átlag (%p)	Szórás (%p)
Gondolkodás	12	0,83	43,0	25,3
Alkalmazás	19	0,87	54,3	25,3
Tantárgyi	19	0,88	54,2	27,8
Teljes matematika teszt	50	0,94	50,0	22,8

37. táblázat. A korai numerikus készségek teszt és résztesztjeinek megbízhatósága és a tanulók átlagteljesítménye

Részteszt elnevezése	Itemek száma	Megbízhatóság (Cronbach- α)	Átlag (%p)	Szórás (%p)
Mennyiségek és számok	6	0,74	85,5	22,9
Elemi számolás	5	0,59	72,6	22,3
Relációk	8	0,68	86,4	25,1
Elemi műveletvégzés	8	0,69	88,7	17,5
Arab számok felismerése	5	0,69	84,8	23,4
Arab számok és mennyiségek	8	0,70	89,4	17,2
Korai numerikus készségek teszt	40	0,89	82,6	15,5

Az első évfolyam végi matematika a tanulók teszten elért átlagos teljesítménye kerekén 50 %p volt, a részteszt eredményei is hasonlóan alakultak a gondolkodás részteszt bizonyult nehezebbnek, itt 43 %p-os átlagot értek el az elsősök. A másik két részteszten egyformán 54-54 %p volt az átlagteljesítmény. A teljes teszten és a részteszteken elért teljesítmény eloszlása nem egyezett meg a normál eloszlással a Kolmogorov-Smirnov próba eredménye szerint.



58. ábra

Tanulói átlagteljesítmények összefüggése a korai numerikus készségek teszten és a matematika teszten

Részletesen elemeztük a korai matematikai készségek és az első év végi matematika teljesítmény összefüggését. A két teszteredmény között közepes erősségű, szignifikáns korrelációt találtunk ($r=0,53$; $p<0,001$). Továbbá a korai matematikai készségek a lineáris regressziós elemzés eredménye szerint 28,4 %-ban magyarázzák az első év végi matematika teljesítményt (58. ábra).

A 38. táblázatban összefoglaltuk a korai numerikus készségek teszt résztesztjeinek és a matematika teszt három dimenziójának korrelációs együtthatóit, a táblázatban feltüntetett összefüggések mindegyike szignifikáns ($p<0,001$). A résztesztek korrelációit végig nézve az látjuk, hogy a matematika teszt három részénél a korai numerikus készségek teszt relációk, az elemi számolás és az arab számok felismerése résztesztjei magasabb korrelációs együtthatókkal rendelkeznek. Ezek közül a relációk részteszt értékei bizonyultak erősebbnek, amely a matematika tantárgyi dimenzióval van szorosabb kapcsolatban. Ugyanez figyelhető meg az elemi számolás résztesztjénél, és az arab számok felismerésénél is a matematika tantárgyai területtel volt magasabb a korreláció.

38. táblázat. A DIFER elemi számolási készség teszt és korai numerikus készségek teszt résztesztjeinek összefüggései

Mérőeszközök	1a	1b	1c	2a	2b	2c	2d	2e
1a - M Gondolkodás	-							
1b - M Alkalmazás	0,62	-						
1c - M Tantárgyi	0,64	0,71	-					
2a - K Mennyiségek és számok	0,26	0,27	0,27	-				
2b - K Elemi számolás	0,33	0,33	0,38	0,38	-			
2c - K Relációk	0,41	0,44	0,49	0,44	0,51	-		
2d - K Elemi műveletvégzés	0,28	0,30	0,31	0,45	0,37	0,48	-	
2e - K Arab számok felismerése	0,31	0,33	0,35	0,42	0,46	0,50	0,45	-
2f - K Arab szám és mennyiség	0,29	0,33	0,33	0,40	0,40	0,46	0,49	0,56

Megjegyzés. M = Matematika teszt; K = Korai numerikus készségek teszt; Minden összefüggés $p<0,001$ szinten szignifikáns.

A korai numerikus készségek és a matematika teszt kapcsolatának részletesebb vizsgálatához strukturális egyenletek modellezését (SEM) alkalmaztuk, amelyben elméleti modelljeink a mérés adataihoz való illeszkedését tudjuk ellenőrizni. Az elemzésekhez a korai numerikus készségek teszt és a matematika teszt teljes adatbázisát átemeltünk az MPlus programba. Az

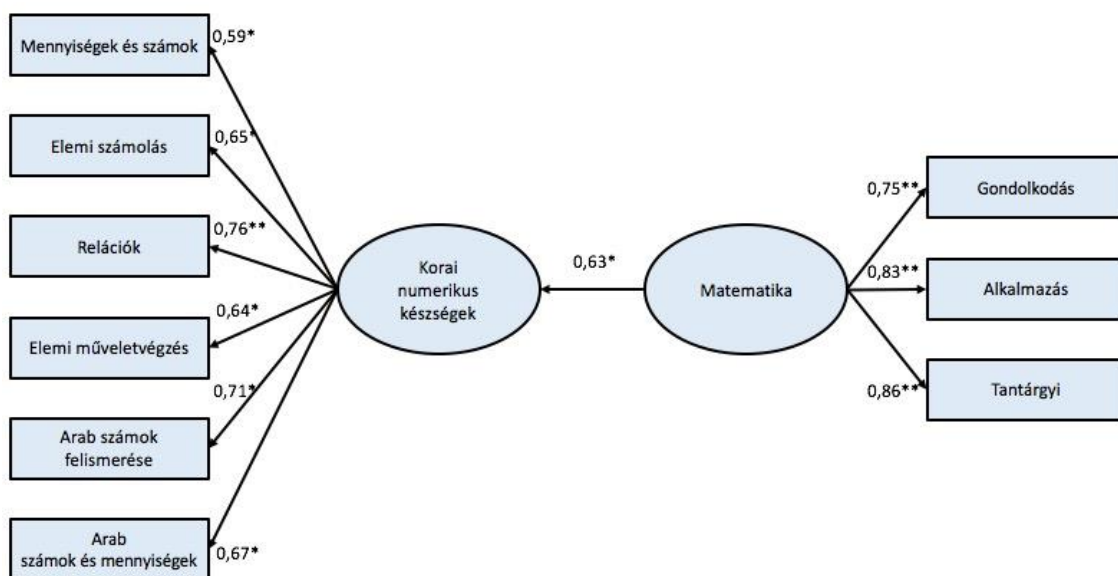
összes item nominális változóiból a programon belül számoltuk ki az egyes résztesztek értékeit, amelyeket azután a modellek változó szintjein használtunk fel. Összesen három hipotetikus modell illeszkedését elemeztük ki. A SEM-elemzés alapján kapott illeszkedésmutatókat a 39. táblázatban összesítettük. A SEM-modelleket bemutató ábrákon téglalappal az elemzésben a mért változókat, oválissal az elméleti változókat jelöltük, a nyilak pedig fordítva jelölik a regressziós hatások irányát.

39. táblázat. A SEM-modellek illeszkedésmutatói

Modell	χ^2	df	p	CFI	TLI	RMSEA (95% CI)
1. modell	363,41	26	0,001	0,972	0,961	0,055 (0,050–0,060)
2. modell	355,73	24	0,001	0,973	0,959	0,057 (0,052–0,062)
3. modell	37,48	12	0,001	0,996	0,994	0,022 (0,014–0,031)

Megjegyzés. df = degrees of freedom (szabadságfok); CFI = Comparative Fit Index; TLI = Tucker–Lewis Index; RMSEA = Root Mean Square Error of Approximation; CI = confidence interval.

Első SEM-modellünket úgy alkottuk meg, hogy az egyes résztesztek eredményei alapján képeztünk egy korai numerikus készségek és egy matematika faktort, ezt a két fő konstruktumot helyeztük az elemzés középpontjába. Az elemzéssel a közöttük lévő kapcsolat erősségét kívántuk ezzel ellenőrizni.

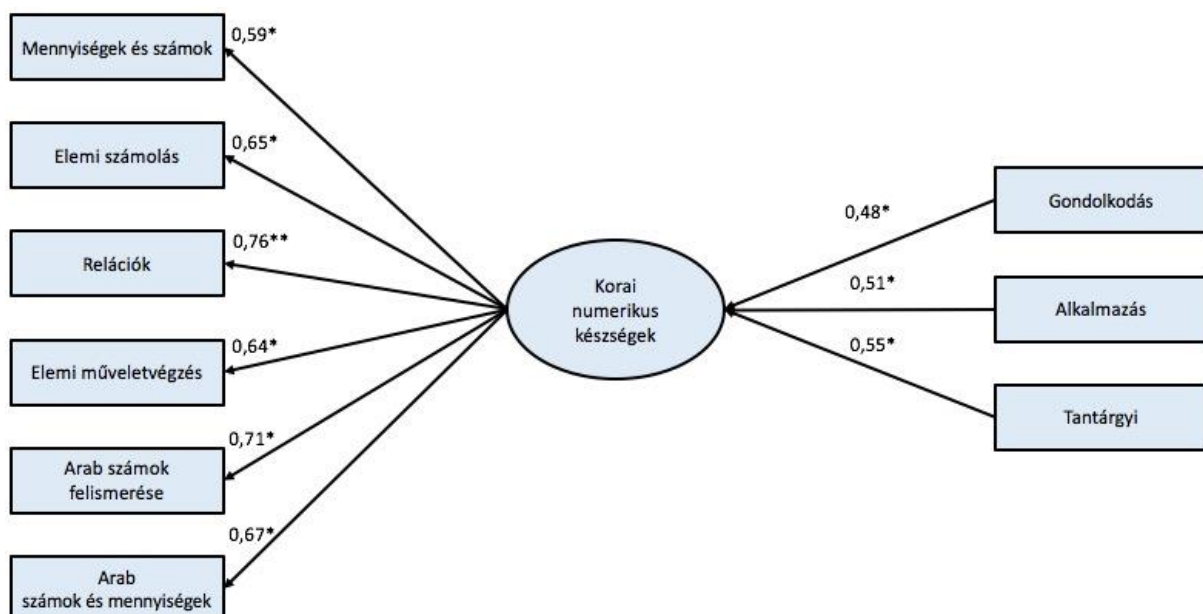


59. ábra

1. modell: A korai numerikus készségek és a matematika teljesítmény közvetlen kapcsolata (*= $p < 0,05$; **= $p < 0,01$)

Az első hipotetikus modell illeszkedése a mért adatainkhoz jó volt (CFI=0,972), viszont a RMSEA mutató értéke az ajánlott határértéken található, amelynek konfidencia intervalluma már kissé túl is nyúlik azon. Összeségében a modell illeszkedését elfogadhatónak tartjuk, így az egyes regressziós együtthatókat is áttekinthetjük. Ezek mindegyike szignifikáns, a szignifikanciaszint mértékét az 59. ábrán csillaggal jelöltük. Az ábrán látható, hogy a két fő komponens, a korai numerikus készségek és a matematika között közepes erősségű, szignifikáns hatás van, a standardizált regressziós együttható értéke meghaladja a 0,6-ot. Az egyes részesztek magas értékkel csatlakoznak a modellben létrehozott két fő területhez, az együtthatók 0,59 és 0,86 közé esnek.

A következő, második modellünkben azt vizsgáltuk, hogy a modellben a részesztek alapján létrehozott korai numerikus készségek közös faktora milyen hatást gyakorol az első tanév végén mért három matematikai területre, a gondolkodásra, alkalmazásra és a tantárgyi dimenzióra. A modell illeszkedése az előmodelléhez hasonlóan alakult, az illeszkedés jónak tekinthető (CFI=0,973; TLI=0,959), azonban az RMSEA értéke emelkedett. Utóbbi érték konfidenciaintervallumának felső határa így már meghaladta a 0,06-ot is. Valamint a két fő illeszkedésmutató a CFI és TLI között kisebb eltérés fedezhető fel, de ennek értéke nem haladja meg a másfél századot.



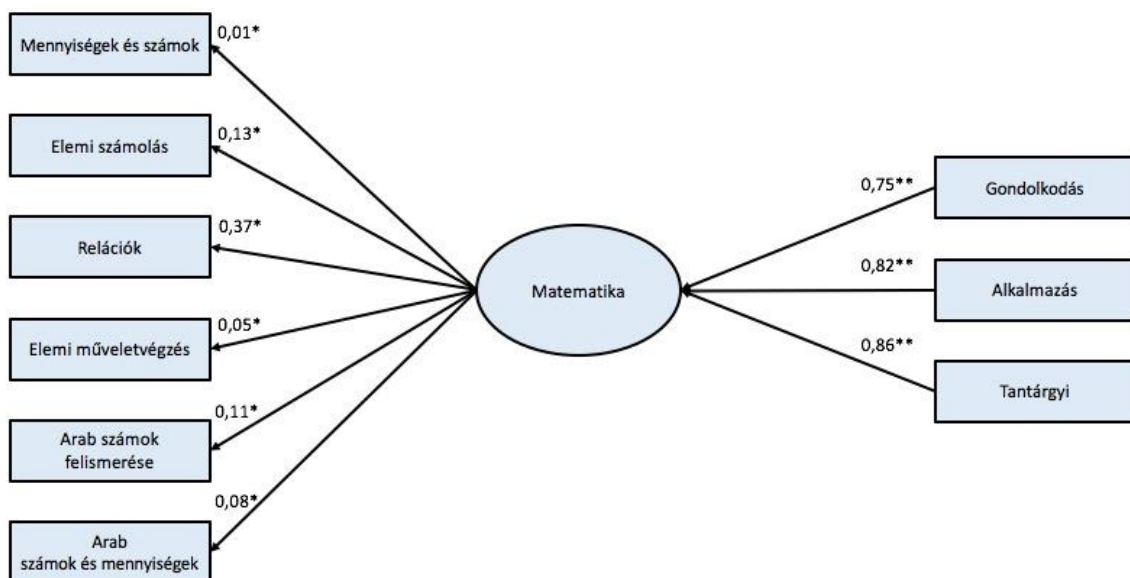
60. ábra

2. modell: A korai numerikus készségek és a matematika három dimenziójának kapcsolata
 (*= $p < 0,05$; **= $p < 0,01$)

A második SEM-modell (60. ábra) eredményei szerint, a résztesztekből magas együttthatókból összeálló, korai numerikus készségek közös konstruktuma szignifikáns hatással van mindhárom matematika dimenzióra. A legerősebb regressziós hatást a tantárgyi dimenziónál fedezhetjük fel (0,55), ehhez képes valamivel alacsonyabb a két másik területre gyakorolt hatása (0,48-0,51).

A SEM-elemzéseink során megalkotott utolsó, harmadik modellünkben (61. ábra) nem szerepeltettünk közös korai numerikus készségek faktort, a numerikus készségek egyes online formában felmért összetevőinek hatását külön-külön kívántuk megnézni az első évfolyam végi matematika teljesítményre, amely a már ismertetett gondolkodás, alkalmazási és tantárgyi dimenziókból jött létre. A harmadik SEM-modell illeszkedését is ellenőriztük, a CFI és TLI mutatói kiemelkedően magasak, mindkét mutató értéke 0,99 felett áll. Továbbá az RMSEA értéke is jóval az ajánlott határérték alatt helyezkedik el, így az utolsó modell illeszkedése kiválónak tekinthető.

A harmadik modell eredményei alapján azt tudjuk megállapítani, hogy a korai numerikus készségek egyes összetevői közül, amelyeket online formában tanév elején mértünk, melyek vannak jelentős hatással a matematika teljesítményre. A SEM-elemzés eredményeiből jól látszik, hogy bár mindegyik részteszt hatása szignifikáns, viszont a regressziós együttthatók értéke többségében alacsony, 0,1-es együtttható felett csak az elemi számolás, arab számok felismerése, és a relációk részteszt hatása azonosítható. Utóbbi részteszt regressziós együttthatója a legmagasabb, 0,37-es.



61. ábra

3. modell: A korai numerikus készségek összetevőinek és az iskolai matematika teljesítmény kapcsolata (*= $p < 0,05$; **= $p < 0,01$)

9. DISZKUSSZIÓ

9.1. A korai numerikus készségek teszt pszichometriai jellemzőinek megvitatása

Jelen alfejezetünkben a korai numerikus készségek mindkét tesztváltozatának pszichometriai jellemzőit értelmezzük, amelyhez szervesen kapcsolódik a tesztfejlesztés folyamatának bemutatása és a második tesztváltozat kialakításának szempontjai. Továbbá kitérünk a jelenlegi tesztváltozat további fejlesztési lehetőségeit is. Az eredményeink között egymást követően soroltuk fel a különféle módszereken alapuló pszichometriai jellemzőket, amelyek között kitérünk a tesztek megbízhatóságát, az itemek elkülönítésmutatóit, részletesen foglalkoztunk a tesztek szerkezetével, konstruktum-validitásával, bemutattuk a teljes teszten és résztesztjein elért átlagos teljesítmények eloszlását, a feladatok nehézségének szintjeit, valamint kitértünk olyan további jellemzőkre, mint tesztidő és az eszközhasználat készségének kérdései.

Először az első tesztváltozat óvodai és iskolai méréseken feltárt jellemzőit tekintjük át. Az első óvodai mérés, több mint 300 óvodás részvételével zajlott, a tesztfelvétel mobilinterneten keresztül, tableteken történt, annak minden előnyével és hátrányával, amelyeket a technológia alapú mérés-értékelést kitérő elméleti fejezetben már ismertettünk. Az első tesztváltozatnál a megbízhatóság és az érvényesség jellemzőinek feltárásánál is az elemi számolás részterülete volt problémás. Az első évfolyamon első tesztváltozathoz az elemi számolás résztesztjéből több itemet is ki kellett vennünk, hogy a további elemzéseink megbízható eredményeken alapuljanak. Véleményünk szerint előfordulhat, hogy az alacsony elkülönítésmutatókat a feladatok nehézségi szintje okozta. Egyszerűen már nem mértek megfelelően a 7 éves átlagkorú gyerekek csoportjában, ahol a részteszt feladatai nem differenciáltak a tanulók között. Azt is figyelembe kell azonban vennünk, hogy az első évfolyam végi matematika tesztnek köszönhetően láthatóak az itemek prediktív validitásának értékei is, ahol szignifikáns kapcsolatokat láthatunk mindegyik elemi számolási feladatnál, tehát az a minimális differenciálás, pontosabban a maximum pontól való gyengébb teljesítmény előre mutathatja a későbbi iskolai teljesítményt. Ennél a résztesztnél egy feladat jelentősebb mértékben elkülönült a skála egészétől, ez az item, amely már a visszafelé számolást vizsgálta, a számkörök előrefelé történő átlépését mérő feladatok után következett, és már az óvodában sem működött megfelelően. A váltás az előrefelé és visszafelé számlálás között feltehetően megzavarta a tanulókat. Ezért teszt átdolgozásakor ezen a ponton plusz, figyelemfelhívó instrukcióra is szükség lehet. Elsősorban az első évfolyamon végzett mérések

pszichometriai jellemzői indokolták, hogy ezeket a dichotóm feladatokat teljesen lecseréljük a teszt átalakításakor.

Bár a relációk részteszt megbízhatósága az óvodában különösen magas volt, itt ebben összesen 15 feladatot alkalmaztunk, és különösebb problémát a 10 ítemes rövidebb relációk részteszténél sem találtunk az iskolában, mégis átdolgoztuk ezt a feladatsort is. Óvodában és iskolában egyaránt nagyon sok időt vettek el ezek a feladatok, ezért a teszt átdolgozásakor megpróbálkozunk az elkülönítésmutatók, és CFA eredményeire alapozva kiválasztani a 6 legjobban működő ítemet, amelyeket az óvodai validációs mérésen vetettünk be először. Sajnos kevés sikerrel, a rövidített feladatsor reliabilitása 0,3 alá esett, aminél a kevés feladatnak köszönhetően az egyes ítemek ki- és beemelésének lehetőségét is elvesztettük. Az sikerült ugyanakkor elérni, hogy 3 perc alá szorítsuk le a gyermekek részteszten eltöltött idejét. Az arab számok felismerése résztesztünkénél az első tesztváltozatban az óvodai és iskolai mérésen is ugyanazzal az egy ítemmel volt probléma. Ez a feladat 3 számjegyű arab számok felismerésére vonatkozott, amely alacsony elkülönülés-mutatókkal rendelkezett az óvodai és iskolai tesztelésnél is, emellett a feladat szórása is kiemelkedően magas volt. A feladatra adott válaszoknál azonosítani tudtunk, hogy a tanulók nagy része a „170”-re kattintott, miközben a helyes válasz a „140” volt, feltételeztük, hogy a kérdéses disztraktor cseréjével javítani tudunk a feladaton. Ezt sikerült is elérnünk, a második tesztváltozatban már nem volt probléma ezzel az ítemmel, cserébe kaptunk egy másik, korábban jól működő feladatot. Az első, 10-es számkörön belüli arab szám felismerést mérő feladat megbízhatóságával voltak problémák, 0,2 alá csökkent az elkülönítésmutatója. A mennyiségek és számok részteszt és az elemi műveletvégzés kiváló pszichometriai mutatókkal rendelkezett. A teszt rövidítésének érdekében azonban össze kellett vonnunk azokat. Tekintve, hogy mennyiségek és számok feladatai a megszámlálást vizsgálják, így indokolt volt a többi manipulatív számolási művelet közé helyezni azokat. Ennek eredményeképpen azonban kis mértékkel, de csökkent az összevont skála reliabilitása. A jövőben itt kisebb finomhangolásra lesz még szükség. Az átalakítás követően, bár az egyes résztesztek reliabilitás-mutatói mutatói kismértékben javultak, a teszt egészének megbízhatósága az óvodában lecsökkent a kiváló szint alá, de még a jónak tekinthető érteken maradt.

Az első hipotézisünk a teszt és résztesztjeinek megbízhatóságára vonatkozott. Összességében elmondható, hogy mindkét tesztváltozatnál, valamennyi mérésen megfelelő határérték felett voltak a reliabilitás-mutatók, így ezt a hipotézisünket sikerült igazolnunk.

Az első tesztváltozat konstruktum-validitása az óvodában és az iskolában is megfelelő volt, az egyes résztesztekre magas szinten kapcsolódtak a tesztítemek, és a résztesztek faktorai

magas faktorsúlyokkal képezték a korai numerikus készségek közös faktorát. A megerősítő faktorelemzés eredményei alapján az új, négy dimenziós struktúra illeszkedésre még elfogadható volt. Így kijelenthető, hogy a második, konstruktum-validitásra vonatkozó hipotézisünket is igazoltuk.

A harmadik hipotézisünket egyelőre nem sikerült igazolnunk. A tesztfeladatok óvodában és iskolában nem lefedik teljes mértékben az alacsonyabb és magasabb képességszinteket, óvodai mérésen a közepes nehézségi szintű feladatokból kevesebb van a tesztben, az iskolai mérés pedig megmutatta, hogy az iskolás korcsoportban már nincsenek tesztfeladatok a magasabb képességszinteken. Az elvégzett Rasch-elemzések eredményei alapján az óvodában a képességszintek két végén sikerült megfelelő nehézségű feladatokat készíteni, az óvodában egy közepes nehézségi szintű feladatcsoport hiányzott. Az elemzések megmutatták, hogy az iskolai bemeneti mérésen már nem fedtük le a tanulók jobban teljesítő felét, számukra már nem jelentett kihívást a korai numerikus készségek teszt kitöltése. Az Rasch-elemzésben feltárt EAP/PV reliabilitás az első tesztváltozat óvodai és iskolai mérésein is elfogadható volt, az átalakítást követően viszont akárcsak a teszt Cronbach- α értéke ez is csökkent. Bár sikerült jobban lefedni a képességszinteket, a feladatok képességszintek szerinti eloszlása továbbra sem egyenletes.

Amint azt már más elemzéseknél részleteztük, a iskolai teszteredmények a relációk részteszt kivételével minden esetben erősen jobbra tolódtak az iskolai mérésen, így a jobb képességű gyermekeket a teszt már nem tudta megfelelően differenciálni. Ez hozzájárulhatott az egyes résztesztek alacsonyabb reliabilitás-mutatóihoz is. Ezzel tesztünk iskolai próbamérésén, amely szeptemberben zajlott, még nem szembesültünk ilyen mértékben, a résztesztek többségén elért teljesítmények közeledtek a normáleloszláshoz. A nagymintás mérésben résztvevő első évfolyamos tanulók számára már könnyűek voltak feladatok. Ennek egyik lehetséges magyarázata lehet, hogy bár a dolgozatban és a mérések kommunikációjában is folyamatosan iskolai bemeneti mérésről beszélünk, az első osztályos tanulók több mint 70%-a október második felében, több mint 50%-a az őszi szünet után, már csak novemberben vett részt a méréseken. Nem hagyhatjuk figyelmen kívül azt, hogy az iskolai matematikatanításnak minden bizonnyal hatása volt ezekre az eredményekre. Amely jól megmutatkozik például az arab számokat tartalmazó résztesztek eloszlásainál. A jövőben ezért fontosnak tartanánk, hogy az iskolai bemeneti mérésekre szeptember és október folyamán kerüljön sor, hogy annak eredményeiben valóban az iskolára való felkészültség tükröződjön. Elemzéseink arra is rávilágítottak, hogy bár az eloszlások és a Rasch-elemzés eredményei alapján a jobb képességű tanulókat igazából már nem differenciáltuk, amennyiben a lemaradásban lévők feltérképezése

a célunk, ez nem feltétlenül okoz komolyabb gondot, ugyanakkor a teszt pszichometria jellemzőit erőteljesen befolyásolja.

A negyedik hipotézist el kell vetnünk, mivel a teszt és a résztesztek eloszlása egyik változat esetében sem egyezett meg a normál eloszlással az óvodás korcsoportban sem, ugyanakkor azt a feltételezésünket igazoltuk, amely szerint az eloszlások jobbra tolódnak az első évfolyamos tanulók esetében.

Az ötödik hipotézisünket sikerült alátámasztanunk, mivel a korai numerikus készségek teszt, résztesztjei, itemei és az első évfolyam végi matematika teljesítmény között szignifikáns korrelációt találtunk, így az online teszt itemeinek prediktív validitásáról is információhoz jutottunk. Az első tesztváltozat összes iteme korrelált az első évfolyam végi matematika teszt eredményével, az is látható, hogy a nehezebb feladatok prediktív validitása volt magasabb.

A hatodik hipotézisünket is alátámasztottuk, az óvodai korcsoportban alacsonyabb átlagteljesítményt mértünk, amelyhez magasabb szórás társult, az első évfolyamos tanulók teljesítménye pedig magasabb volt és egyben alacsonyabb szórást tapasztaltunk. Ehhez is kapcsolódva igazoltuk a hetedik hipotézist, miszerint az óvodás és az iskolás korcsoportok között szignifikáns fejlődés mutatható ki a korai numerikus készségeik terén. Jelentős, magas hatásméretű fejlődést lehetett kimutatni a keresztmetszeti elemzések alapján.

Az első tesztváltozattal végzett mérésnél sajnos kevés terünk maradt az óvodás korcsoportban és az iskolások körében összehasonlítani a korai numerikus készségek teszten és a részteszteken elért teljesítményt, mivel már óvodában is jobbra tolódtak az eloszlások, amelyek az első évfolyamon még inkább eltolódtak. Ennek a plafoneffektusnak következtében a tanulók jelentős részének fejlődését már nem mértük az első évfolyamon. Az 5,7 és 7,1 átlagéletkorok között 21 százalékpontos fejlődést tapasztaltunk, amely emelkedés megmutatkozott a résztesztek szintjén is.

Méréseinknél, mivel a gyermekek neme, mint háttérváltozó rendelkezésünkre állt, minden esetben megvizsgáltuk a teljesítményben és eloszlásban tapasztalható eltéréseket. A fiúk és lányok közötti különbségek mértékében az óvodai és iskolai méréseken nem volt lényeges eltérés, a különbözőség-vizsgálatok eredményének szignifikancia szintjét az eltérő mintaelemszámok befolyásolhatták. Az óvodában százalékpontban nagyobb eltérés nem volt jelentős a párszáz fős gyerekcsoportnál, ugyanakkor egy-két százalékpontos eltérés már szignifikáns volt az első évfolyamos nagymintás mérésen. Az összetevőket nézve a lányok a a mennyiségek és számok, elemi műveletvégzés résztesztjein, a fiúk pedig az elemi számolás, arab számok felismerése feladatsorain teljesítettek jobban. Ennek érdekességét a feladatmegoldás módjában látjuk, mivel a lányok ezáltal a vonszolással megoldható

feladatokban jeleskedtek, miközben a fiúk a kattintással megoldható feladatoknál érték el jobb teljesítményt. A feladatok tartalmát nézve a megszámlálás, kiegészítés, elvétel és bontás feladatain volt kevéssel jobb eredménye a lányoknak, a fiúknak pedig elsősorban az arab számok ismerete volt valamelyest fejlettebb.

A nyolcadik hipotézist nem tudtunk igazolni, gyermekek számítógéphasználati és tablet-használati jártassága bár minden mérésnél kiemelkedően magas volt, a teszteredmények minden esetben szignifikánsan összefüggtek a korai numerikus készségek teszttel.

Ezek után továbbra is kérdésként merülhet fel, hogy az online tesztelési forma mennyiben feleltethető meg, vagy milyen mértékben helyettesítheti a szemtől szembeni tesztelést, ha a korai numerikus készségek összetevőinek teljes körét nem tudjuk lefedni. Ennek megválaszolására külön óvodai vizsgálatot szerveztünk, amelyben a korai numerikus készségek teszt és a DIFER elemi számolási készség tesztjének összehasonlítására került sor. A vizsgálat eredményei azt mutatják, hogy szignifikáns összefüggés van a két teszt között ($r=0,84$; $p<0,01$).

Az online és szemtől szembeni teszteknel az egyes résztesztek szintjén is pozitív összefüggéseket találtunk, és a teljesen más formában vizsgált elemi számolás és számlálás területe is szignifikánsan korrelált. A validációs vizsgálat eredményei plusz információval szolgáltak a gyermekek tablet eszközhasználatának kérdéskörében is, mivel mérés során felvettük a DIFER relációszókinccs tesztet is, amely szignifikánsan összefüggött az eszközhasználat a teszttel is. Ez a két teljesen eltérő konstruktum és tesztelési forma közötti összefüggés arra enged következtetni, hogy a tablet eszközhasználat teszt valami egészen mást is mér. Illetve, annak eredményét feltételezhetően befolyásolja a gyermekek beszédértése és szókinccse. Itt kell azt is kiemelnünk, hogy a hagyományos interjú formát kiváltva, már az óvodások is pár fős kiscsoportokban, egyedül töltik ki az online tesztek. Tehát teljesen önálló feladatvégzést várunk el az egészen kis gyermekektől is. A beszédértés és a megfelelő alapszókinccs fejlettsége befolyásolhatja az eredményeiket. A kérdés az, hogy ettől függetlenül a teszten elért gyengébb teljesítmény mutathatja-e, hogy a gyermek külön figyelmet igényel. Véleményünk szerint igen, és a gyermekek szűrésére jelen formájában is használhatók ezek az online mérőeszközök. A tesztekkel azonosított gyermekekkel a pontos diagnózist szemtől szembeni méréssel lehet kiegészíteni, így lényegesen sok időt megtakarítva.

Tehát az eredményeink között ismertetett pszichometriai jellemzőkre alapozva, jelentős átdolgozást követően hoztuk létre a korai numerikus készségek teszt második változatát. Ebben lényegesen kevesebb feladat szerepelt, összevontunk két skálát, átdolgoztuk az elemi számolás teljes feladatsorát, valamint először lerövidítettük majd teljesen kivettük a relációk résztesztet. Az új tesztváltozattal végzett mérések egyelőre a pszichometriai jellemzők romlásával jártak,

de úgy gondoljuk, hogy kisebb-nagyobb javításokkal megbízható és valid tesztet tudunk létrehozni, amely hatékony eszköz lehet a pedagógusok kezében.

Az elméleti fejezetekben ismertetett mérőeszközök jóságmutatóival összevetve az általunk kapott értékeket, elmondható, hogy a számszerűsíthető adatok tekintetében nem tapasztalható eltérés sem a teszt és résztesztek a megbízhatóságát, sem azok érvényességénél. Az általunk is mért 0,8-0,9-es Cronbach- α értékekkel találkozhatunk a leközölt nemzetközi vizsgálatokban is (Aunio et al, 2006; Józsa, 2004). A MARKO-D teszt Rasch-elemzésének eredményei szerint hasonló a reliabilitás-mutatók értéke, ugyanakkor a német teszt egyenletesebben fedi le a különböző képességszinteket (Langhorst et al., 2016).

A korai numerikus készségek technológia alapú mérésének kihívásai

A digitális technológia oktatásban való elterjesztésével foglalkozó nemzetközi társaság (ISTE) által kidolgozott keretrendszerhez viszonyítva (Smaldino, Lowther, Russell, & Mims, 2008), és az SAMR modellt alapul véve (Romrell, Kidder, & Wood, 2014) a kisgyermekek technológia alapú mérés-értékelésének különböző szintjeit határozhatjuk meg, amelyeknek megvalósításával már a mindennapi pedagógiai gyakorlatban is találkozhatunk.

Technológiai eszközt lehet használni a hagyományos papír alapú, valamint óvodás korban elsősorban szemtől szembeni felmérések rögzítéséhez. A tesztfelvétel rögzítése egy tabletbe, vagy laptopba segítheti az adminisztrációt, a pontszámok automatikusan összeadódnak egy egyszerű Excel tábla segítségével is. Ezen a szinten a technológia mindössze egy megszokott adminisztrációs feladat megkönnyítését segíti elő.

Ennél egy magasabb fokot jelenthet, ha a gyermek a manipulatív feladatokat a tableten oldja meg, a hangosan számolás eredményét viszont a pedagógus rögzíti az előző szintnél leírt módon, így kikerülve a technológiai korlátokat az elemi számolás vizsgálatánál. Ez a szint már nagyobb mértékben alkalmazza a technológiát, a gyermek már közvetlen kapcsolatba kerül magával a digitális eszközzel is. A pedagógusok leterheltségén lényegesen azonban nem enyhít, hiszen továbbra is egyesével kell elvégezniük a méréseket.

A következő szintnél a gyermekek már teljesen önállóan oldják meg a tesztek, az egyéni mérésnél hangrögzítés és automatikus kódolás lehetősége már biztosított, így a teszt korábbi felvevőjéből mérőbiztos válik, aki felügyeli a gyermek önálló munkáját, és ha szükséges be tud avatkozni. Mindez az objektivitást növeli, de a pedagógusok számára jelentős idő megspórolását nem jelenti, hiszen a hangos számolást nem tudjuk csoportosan, egyszerre 5-6 gyermeknél vizsgálni. A probléma áthidalását jelentheti, ha a mérések, amelyek különböző

iskolakészültségi vizsgálati területeket is magukba foglalnak, tartalmaznak több csoportos, és egy önálló mérési alkalmat. Így a legtöbb feladatrész gyorsan lebonyolítható, a hangosan számolás pedig, akár más, nyelvi fejlettséget is mérő feladatrésszel együtt, egy különálló 20 perc körüli időtartamú egyéni elektronikus tesztelést jelentene. Ezeken a szinteken végig haladva juthatunk el oda, hogy technológiai alapon az iskolakészültséghez szükséges összetevők mérését minél szélesebb körben tudjuk felmérni és automatikusan kiértékelni.

Ami biztos, hogy a technológia alkalmazására megfelelően fel kell készíteni a pedagógusokat. Mint minden ilyen eszköznél, akár papír alapú, akár szemtől szembeni mérés is legyen, általában kézikönyv, részletes mérési útmutató, segédletek állnak a pedagógusok rendelkezésére, sok esetben külön képzéseket szerveznek a mérőeszközök használatának magabiztos használatához. Nem gondolhatjuk azt, hogy a technológia alkalmazásával ezt a kört megspórolhatjuk, hogy azonnal és automatikusan hatékony eszközök lesznek a pedagógusok kezében, ami értelemszerűen magával vonja az oktatás minőségének javulását is. Az elmúlt tíz évben már bebizonyosodott, hogy a technológia önmagában nem jelent megoldást az oktatás problémáinak megoldásaira, a nyomtatott tankönyvekhez hasonlóan lehet remek eszköz, de problémák forrása is, így a legtöbb annak alkalmazóin, a pedagógusokon múlik. Mi kutatók abban segíthetünk, hogy az eszközöket tudományosan megalapozott, empirikusan igazolt hatékonyságú tartalommal, tesztekkel, tananyagokkal, fejlesztőprogramokkal töltjük fel.

A kisgyermekkorú tesztelésnél, óvodában különösen fontos, hogy alkalmazkodjunk a pedagógus mellett egy további szereplő, a gyermek igényeihez. Ezért is alkalmaztunk a méréseinket megelőzően egy számítógépes-egér, illetve tablet eszközhasználat tesztet, ami egyben gyakorló feladatsorként is funkcionált. Elsősorban a validációs mérésünk előzetes eredményei mutatják, hogy amikor kisgyermekeket önállóan akarunk tesztelni, akkor számos különböző tényezővel is számolnunk kell. Javasolt lehet a mérésektől függetlenül már korábban alkalmazni ilyen (gyakorló) feladatsorokat, amelyek beszédértés, szókincs területét is hangsúlyosabban megjelenítik. Ezek fejlettsége alapfeltétele minden további önálló, online formában tervezett mérésnek.

Igaz, az iskolakészültség fogalmának bemutatásakor az életkor, mint meghatározó iskolaérettségi mutató ellen szólaltunk fel, egyelőre azonban mégis annyi javaslatot fogalmazhatunk meg, hogy az átlagosan fejlődő gyermekeknél 5 éves életkor előtt nem javasoljuk önálló, online tesztek felvételét, mivel motorikus készségeik, beszédértésük és szókincsük még nem teszi lehetővé a tesztelésnek ezen formáját. 5 éves kortól fokozatosan lehetne a gyermekeket hozzászoktatni az ilyen vizsgálatokhoz, és első lépésként a már említett tablet eszközhasználat, beszédértés és szókincs tesztekkel kezdeni a felméréseket. Amennyiben

ezeneken egy előre meghatározott teljesítményszintet elérnek a kisgyermek, akkor utána érdemes a többi alapkészség, esetünkben a korai numerikus készségek vizsgálatát elkezdni, amely teszten így lehet biztosítani, hogy megbízható és érvényes, pedagógiai gyakorlatban felhasználható eredményt kapjunk.

A longitudinális vizsgálat eredményeinek megvitatása

Az első tesztváltozattal végzett iskolai bemeneti mérés és a minta nyomkövetése lehetővé tette, hogy kielemezzük a teszt előrejelző erejét, a korai numerikus készségek iskolai matematikatanulásra gyakorolt hatását. A korai numerikus készségek teszt iskolai bemeneti mérésenként eléggé könnyűnek bizonyult a vizsgált tanulók körében, továbbá nem is működött olyan jól, mint az óvodai mérésen. Az eloszlások erőteljes jobbra tolódása, a plafoneffektus ellenére mégis szignifikánsan összefügg az első évfolyam végén felvett matematika tesztel. Az is megmutatkozott, hogy a teszt összes iteme korrelál az iskolai matematikateszttel. Az iskolai bemeneti mérés számolás tesztje nagymértékben magyarázta az évvégi matematika teljesítményt. Erre vonatkozó eredményünk összhangban van korábbi hasonló vizsgálatok adataival (Aunio & Niemivirta, 2010; Jordan et al., 2009).

Az iskola kezdő szakaszában felmért korai numerikus készségek és az első év végi matematika teljesítmény kapcsolatának feltárásához strukturális egyenletek modellezését alkalmaztuk, amelynek mindhárom letesztelt elméleti modellje elfogadható illeszkedésmutatókkal rendelkezett. Ezek közül az első és a harmadik modell illeszkedése volt magasabb, így azok eredményét érdemes a jövőbeli elemzések során felhasználni. Az első modellben a korai numerikus készségek teszt részesztjeiből álló számolási készségek közös faktorának hatását vizsgáltuk a szintén részesztkekből összeálló első évfolyam végi matematika teljesítményre. A modell eredményei alapján a korai numerikus készségek szignifikáns hatást gyakorolnak a tanulók matematika teljesítményére. A harmadik modellben pedig ugyanezt a korai numerikus készségek összetevőire lebontva is ki mutattuk, láthatóvá vált, hogy mindegyik összetevő szignifikáns hatással van a matematika teljesítményre, ezek közül a relációk részeszten elért eredmény volt a legerőteljesebb.

Bár a második modell illeszkedése nem volt tökéletes, ebből is fontos információkra tettünk szert, mivel láthatóvá vált, hogy a korai numerikus készségek leginkább a matematika tantárgyi területeinek teljesítményét befolyásolják. Az elméleti fejezetekben ismertettük az első két évfolyam matematika tantárgyi tartalmát, amelyekre vonatkozóan bemutattuk a számolási készségek jelentőségét. A számolási készségek főként a számok és algebra területét készítik

elő, amely a kerettanterv alapján különösen hangsúlyosan van jelen az általános iskola első évében. Vizsgálatunk eredményei tehát alátámasztották ezeknek a korai numerikus összetevőknek az iskolakezdésben meghatározó szerepét, és egyben az utolsó, kilencedik hipotézisünket is sikerült igazolni.

9.2. Vizsgálataink korlátai

Az óvodás és iskolás korcsoportokban végzett korai numerikus készségeket feltáró vizsgálataink egyik elsődleges korlátja, hogy online tesztelési formában nem tudtuk teljesen lefedni az elméleti fejezetekben részletesen ismertetett számolási készségek teljes spektrumát. Bár több összetevő, például a manipulatív számolási műveleteket, mennyiséget és számok egymáshoz rendelését, arab számok felismerését, majd azok mennyiségekhez történő kapcsolását megbízhatóan és érvényesen tudtuk vizsgálni, az egyik legfontosabb összetevőt, a számok nevének ismeretét és azok helyes sorrendjét, vagyis az elemi számlálást csak közvetett formában voltunk képesek felmérni. Ennek megfelelően, a teljes korai numerikus készségek fejlettségéről csak becslést tudunk adni.

A számok nevének és helyes sorrendjének ismeretét elsődlegesen a gyermekek beszéltetésével tudjuk felmérni. A teszt első változatában ezt dichotóm feladatokkal mértük, amelyeknél az instrukcióban hallott számsorokról kellett a gyermekeknek eldönteni, hogy azok helyesek-e. Elsősorban az iskolás tanulók átlageredményeinek eloszlásából látszik, hogy számukra ez meglehetősen egyszerű volt. Ugyanakkor a feladatokban túl nagy szerepet kaphat a tanulók munka memóriája, hiszem egymás után hat számnév sorrendjét kellett megfigyelniük, az adott pillanatban észlelni az esetleges hibát, majd ezt észben tartva rákattintaniuk a válaszuknak megfelelő jelre. Az ilyen eldöntendő, igen-nem kérdéseknél felmerülhet a véletlen találat valószínűsége is. A részteszten elért teljesítmény szinte pontosan 50%p, ez felkelti a gyanút, hogy a gyerekek jelentős része akár a feladatok tartalmától függetlenül kattintott, azonban megnéztük a helyes válaszok arányát az egymást követő, egyre magasabb számköröket mérő feladatokban. Ezek alapján pedig kirajzolódik egy csökkenő tendencia, ahogyan egyre magasabb számkörök átlépését vizsgáljuk. Végül az első évfolyamos mérés eredményeire alapozva úgy döntöttünk, hogy átdolgozzuk ezt a résztesztet. Ezért a második tesztváltozatban már teljesen új formában jelent meg. A „Peti számol” elrendezésű feladatok összetettebbek voltak, mivel az instrukcióban a tanulók hallottak egy három számból álló számsort, amelyet követően három lehetséges folytatás közül kellett kiválasztaniuk a helyeset. A második tesztváltozattal végzett mérések eredményei egyelőre nem túl biztatóak. Míg az első

tesztváltozatban szereplő dichotóm feladatok túl könnyűek voltak, az új feladattípus sem érte el a célját. Kisgyermek számára túlságosan nehéz lett, az összetett feladatban az ilyen egyszerű ismeretek mérését olyan mértékben befolyásolhatja a gyermekek munkamemóriája, beszédértése, feladatvállalása, hogy nem lehetséges pontosan a megcélzott összetevők fejlettségének feltérképezése. A teszt további fejlesztésénél ezt a résztesztet biztosan át kell újra dolgoznunk.

A dolgozatban ismertetett mérések további meghatározó kritikája lehet, hogy egészen kis gyermekeket is önállóan megoldandó feladatsorokkal vizsgáltunk. Az önálló feladatvégzésnek a vizsgált óvodás, főként 4-5 éves korcsoportokban még jelentős korlátai lehetnek. Ennél fogva önmagukban a teszt és instrukcióinak érthetősége, a feladatok minél egyszerűbb megoldási módjai, és az esztétikus, gyermekekhez közeli illusztrációk, még nem jelentik azt, hogy valóban alkalmazkodtunk a kisgyermek szükségleteihez. Még ha egy átlagosan fejlődő gyermekről is van szó, egy további nagyon fontos tényező lehet a vizsgálat időtartama is.

Az elméleti áttekintésünkben bemutatott szemtől szembeni adatfelvételhez kötött mérőeszközök jellemzőinél látható volt, hogy 25-30 perc is lehet egy 4-8 éveseknek szánt teszt felvétele. A MARKO-D tesztben ezt felismerve az illusztrációk minőségének és mennyiségének emelésével és kerettörténet, mesés tartalmi elemek integrálásával kívánták ellensúlyozni a tesztelés hosszabb időtartamát. Viszont hangsúlyozni szeretnénk, hogy az online tesztek felvételénél az önálló feladatvégzés mellett egy további tényező, hogy csoportosan több gyermeket is tesztelünk egyszerre. Ezért felmerül, hogy a gyermekek eszközhasználata mellett a feladattartásának is megfelelő szinten kell-e lennie ahhoz, hogy megbízható és érvényes eredményeket kapjunk. A második tesztváltozatnál már komolyan törekedtünk a teszt teljes időtartamának lerövidítésére. Ez egyelőre egyes pszichometriai jellemzők csökkenését hozta magával. Igazi megoldást az adaptivitás irányába való elmozdulás jelentheti. Továbbá a csoportos méréseknél mindig felmerülhet a társak befolyásoló hatása, hiszen egymást könnyen megzavarhatják a tesztek kitöltése közben, az instrukciók meghallgatásakor lemaradhatnak néhány fontos információról, vagy megnézhetik a mellettük lévő társuk feladatmegoldását. Emiatt a szociális készségek hatással lehetnek még a kognitív fejlődés elektronikus vizsgálatánál is. A tesztfejlesztés során ezeket az információkat pusztán kvantitatív elemzésekkel nem vagyunk képesek feltárni, és éppen ezért nem is tudnánk beépíteni a teszt további fejlesztésébe.

Mivel óvodai vizsgálataink mintáinak kiválasztását elsődlegesen az elérhetőség, és az intézmények együttműködése határozta meg, így a numerikus készségek fejlődésére vonatkozó

kérdések vizsgálatánál nem tudunk a gyermekek széles körére vonatkozó állításokat megfogalmazni. Az óvodai validációs mérés, igaz szigorúan ellenőrzött körülmények között és alaposan megtervezve zajlott, a szemtől-szembeni vizsgálatok miatt egészen alacsony mintaelemszámmal zajlott, így annak eredményeit sem tudjuk általánosítani.

Bár az iskolai méréseink mintájának nagy elemszáma lehetőséget biztosítana számos további elemzés elvégzésére, a háttérváltozók hiánya szembetűnő. Korábbi vizsgálatokból tudjuk, hogy a családi háttér, szülők iskolázottsága és több más tényező is hatással van a számolási készségek fejlődésére a vizsgált időszakban (Józsa, 2014). A korai numerikus készségek teszt fejlesztésénél elsősorban a teszt, résztesztek és itemek pszichometriai jellemzőire hagyatkozunk, a gyermekek háttéradatai fontos plusz információval szolgálhatnak a mélyebb elemzések elvégzéséhez, továbbá a családi háttér meghatározó jelentősége miatt az iskolai matematika tanulásra gyakorolt hatás pontos kimutatásának is feltétele.

9.3. További kutatási irányok

Az utóbbi egy évtizedig nem történt jelentős áttörés a digitális eszközök iskolák és a tanítás-tanulás világában betöltött szerepét tekintve. Az iskola nehezen tud lépést tartani ezzel a gyors technológiai fejlődéssel és reagálni a körülötte megjelenő változásokra. Különböző digitális eszközök oktatási alkalmazása az óvodapedagógusok és tanítók munkáját is megkönnyíthetik ezek közül mi elsősorban a technológia alapú mérés értékelés eszközeire koncentráltunk. Céljaink között szerepel ennek a mérés-értékelési eljárásnak a tökéletesítése és elterjesztése az óvodák iskolaelőkészítő évében, és az általános iskola első évfolyamain.

Annak érdekében, hogy minél pontosabb képet adjunk a gyerekek számolásának fejlődéséről különösen fontosnak tartjuk az elemi számlálás mérési területének átgondolását, és új mérő feladatok kidolgozását erre a meghatározó területre. Ehhez fel kívánjuk használni az első és a második teszt változattal szerzett tapasztalatainkat, hiszen óvodában az első változat dichotóm feladatai még jól működtek, ugyanakkor azok iskolai alkalmazása már nem célszerű. Továbbá, az átdolgozáskor törekedni fogunk arra, hogy e terület mérését minél kevésbé befolyásolja a gyermekek munkamemóriája.

Az óvodáskorú gyermekek longitudinális nyomkövetése is jövőbeli terveink között szerepel. A korai numerikus készségek fejlődése az óvodás évek alatt megy végbe, ennek a fejlődési folyamatnak a vizsgálatához, és komolyabb statisztikai elemzések elvégzéséhez, például látens növekedési modellezéshez is szükségszerű a nyomkövetés. Jelenleg csak keresztmetszeti vizsgálatot tudtunk végezni az óvodás és iskolás gyermekek egymástól

független mintáinak összehasonlításával. A számolási készségek fejlődéséről egy longitudinális vizsgálat az óvodától az iskola első évfolyamáig sokkal pontosabb információkkal szolgálna.

Az óvodás és az iskolai méréseknél is nagyobb figyelmet szentelünk a gyermekek háttérének megismerésére a jövőben. Tervezzük további, elsősorban szülő iskolai végzettségére, otthoni tevékenységek körére vonatkozó háttérváltozók felvételét. Emellett, jövőbeli céljaink között egyik első helyen szerepel óvodában és iskolában is újabb, kvalitatív módszerekkel, elsősorban videó megfigyeléssel, továbbá szemmozgás-követéssel kiegészített vizsgálatok elvégzése, hogy még több információt kapjunk a tesztfeladatok kitöltéséről.

A fejlődésbeli lemaradások feltérképezését követően nem szabad megfeledkeznünk a felzárkóztatásról sem. A szűrővizsgálatok legfontosabb célja felhívni a figyelmet azokra a tanulókra, akiknek gondjaik vannak a számolással. A mérőeszköz fejlesztésével párhuzamosan már elkezdünk dolgozni korai matematikai felzárkóztató programok kidolgozásának is. Ennek egyik első lépésenként elvégeztük egy német matematikai fejlesztő program hazai adaptációját (Rausch & Turainé Toldi, 2016). Az elvégzett fejlesztő kísérlet eredményei azt mutatják, hogy nagy szükség van ilyen, tudományos megalapozottsággal kidolgozott, mesés és játékos elemek felhasználó segédeszközökre a hazai óvoda matematikai nevelésben. A Mina és a vakond fejlesztőeszköz kifejezetten azoknak a gyerekeknek lehet segítség, akik különféle problémák és kudarcok eredményeképpen kezdik nem kedvelni a matematikát és a számolást. Az eszköz játékos elemekkel, mesés történetekkel, változatos tartalmú feladathelyzetekkel hozza újra közel hozzájuk a különféle a matematikai tartalmakat, fogalmakat.

A 21. században a számolási készségek fejlesztése, akár digitális eszközökkel megtámogatva is történhet, amelyre már több nemzetközi példát is látunk (Praet & Desoete, 2014). Inkább iskolás korcsoportban, egyéni fejlesztés esetén, felzárkóztatási célból az adaptív tesztelési eljárásokhoz hasonlóan tudunk fejlesztő feladatokat készíteni, azokat játékos keretbe ágyazni (Pásztor, 2016). Az óvodai foglalkozásokat pedig megtámogathatjuk digitális eszközökkel, ahol lehetőség van szimulációk, színes illusztrációk felhasználására feladathelyzetek, problémahelyzetek szemléltetéséhez. Az érintőképernyőn pedig manipulatív számolási feladatok is könnyedén kivitelezhetők. A jövőben egy ilyen komplex számolási készségeket fejlesztő digitális eszközökkel megtámogatott programcsomag létrehozása egy további tervünk, amelyhez a most bemutatott és továbbfejlesztett online korai numerikus készségek teszt kiváló társ lehet.

10. ÖSSZEFOGLALÁS

Munkánkban egy korai numerikus készségeket vizsgáló online teszt fejlesztésének folyamatát mutattuk be, amelyhez kapcsolódóan részletesen ismertettük az ehhez kapcsolódó óvodások és első évfolyamos tanulók körében végzett vizsgálataink eredményeit. A dolgozatot egy szakirodalmi áttekintéssel kezdtük, amelynek első részében a korai numerikus készségek fogalmát és fejlődését jártuk körül. Több empirikusan igazolt fejlődési modellt is ismertettünk, továbbá részletesen áttekintettünk és összehasonlítottunk már gyakorlatban alkalmazott, szemtől szembeni tesztelésre épülő, korai számolást mérő eszközöket. Fontosnak tartottuk, hogy a számolás fejlődésénél megmutassuk az óvodai és iskolai kereteket is, az óvodai matematikai nevelés tartalmát és az iskola első évfolyamainak matematikai tantárgyi kereteit. Az utolsó elméleti fejezetben a technológia alapú mérés-értékelés fogalmát és jellemzőit tárgyaltuk ki, ennek elején a digitális technológiai fejlődés oktatásra gyakorolt hatását bemutatva térünk rá, a számtalan lehetőségre, ami a technológiai fejlődésnek köszönhetően rendelkezésünkre áll a pedagógiai mérés-értékelés viszonylatában. Azonban kitértünk azokra a kihívásokra, korlátokra, amelyek különösen kisgyermekek tesztelésénél merülhetnek fel. A korai numerikus készségek online tesztelése is számos lehetőséget hordoz magában, azonban a kihívások köre, amit le kell küzdenünk, legalább ilyen mértékű.

A korai numerikus készségek, amelyek kialakulása már az óvoda előtt megkezdődik, és fejlődésük nagyrészt az óvodai évek alatt történik, az iskolai matematikatanulás fontos alapját képezik, emiatt e terület a gyermekek iskolakészültségének vizsgálatánál is egyre hangsúlyosabban jelenik meg. Fontos, hogy a pedagógusok tisztában legyenek a rájuk bízott tanulók számolási készségeinek fejlettségével, hogy a gyengébben teljesítő tanulóakra több figyelmet fordíthassanak. A jelenleg rendelkezésre álló mérőeszközök, bár pontos és részletes képet adnak a gyermekek készségeinek fejlettségéről, sok időt vesznek el a pedagógusoktól, sok esetben már csak akkor használják azokat, ha feltételezik, hogy valami probléma van a háttérben. Az online mérések során egy pedagógus egyszerre felmérhet több tanulót is, és a tesztek kiértékelése is automatikusan zajlik, így a teszt kitöltését követően azonnal látható a teszten elért teljesítmény. E célból kezdtük el saját mérőeszközünk fejlesztését, amely során törekedtünk technikai lehetőségek optimális kihasználására az életkori sajátosságok figyelembevételével együtt.

Az értekezésben bemutatott kutatásaink egy saját online mérőeszköz kifejlesztésére irányultak, amely segítségével gyorsan és megbízhatóan feltérképezhető az 5-7 éves gyermekek korai numerikus készségeinek fejlettsége az iskolakezdés időszakában. Bemutattuk a

vizsgálatokhoz kidolgozott tesztváltozataink felépítését, és elemeztük az elvégzett mérések eredményeit. Elemzéseink során részletesen áttekintettük a teszt pszichometriai jellemzőit, amelyeket a diszkusszióban értékeltünk ki. Itt kitértünk kutatásunk korlátjaira és újabb kihívásaira is. Emellett megvizsgáltuk óvodás és első évfolyamos tanulók korai numerikus készségeinek fejlettségét, valamint longitudinális kutatásunknak köszönhetően kielemeztük a korai numerikus készségek első évfolyamos matematika teljesítményre gyakorolt hatását. Vizsgálataink eredményei alátámasztják több korábbi kutatás eredményét is, miszerint az iskolakezdés számolási készségeinek fejlettsége meghatározó a későbbi iskolai teljesítmény szempontjából (Aunio & Niemivirta, 2010).

A dolgozatban részletesen leírt mérések a teszt jelenlegi állapotát tükrözik, amely egy sokéves tesztfejlesztési folyamat első fázisának tekinthető. Mint azt leírtunk, szükséges az eszköz további fejlesztése, amelynek eredményeként egy olyan mérőeszköz jöhet létre, amelyet széles körben, könnyen tudnak majd alkalmazni óvodapedagógusok és tanítók a rájuk bízott gyermekek számolási készségeinek felmérésére és a lemaradásban lévő gyermekek kiszűrésére, illetve annak érdekében, hogy a mérések eredményire alapozva tervezhessék meg matematikai nevelő-oktató munkájukat.

11. IRODALOM

- Apró, M. (2013). A hazai iskolaérettségi vizsgálatok gyakorlata napjainkban. *Iskolakultúra*, 23(1), 52-71.
- Arnold, D. H., Fisher, P. H., Doctoroff, G. L., & Dobbs, J. (2002). Accelerating math development in Head Start classrooms. *Journal of Educational Psychology*, 94(4), 762.
- Asztalos, K. (2017). Online, diagnosztikus, gyermekkori zenei észlelést mérő teszt alkalmazása iskolába lépő gyermekek körében. In D. Molnár É., Vigh T. (Eds.), *PÉK 2017 [CEA 2017] XV. Pedagógiai Értékelési Konferencia [15th Conference on Educational Assessment]: program és absztraktkötet [program book and abstracts]*. (p. 55) Szeged: SZTE BTK Neveléstudományi Doktori Iskola.
- Asztalos, K. & Rausch, A. (2014, November). A zenei percepciók képességei és az elemi alapkészségek összefüggés-vizsgálata 5-6 éves gyermekek körében. In XIV. Neveléstudományi Konferencia. Debrecen, 2014. november 6-7-8.
- Aunio, P., & Niemivirta, M. (2010). Predicting children's mathematical performance in grade one by early numeracy. *Learning and individual differences*, 20(5), 427-435.
- Aunio, P., & Räsänen, P. (2016). Core numerical skills for learning mathematics in children aged five to eight years—A working model for educators. *European Early Childhood Education Research Journal*, 24(5), 684-704.
- Aunio, P., Aubrey, C., Godfrey, R., Pan, Y., & Liu, Y. (2008). Children's early numeracy in England, Finland and People's Republic of China. *International Journal of Early Years Education*, 16(3), 203-221.
- Aunio, P., Hautamäki, J., & Van Luit, J. E. (2005). Mathematical thinking intervention programmes for preschool children with normal and low number sense. *European Journal of Special Needs Education*, 20(2), 131-146.
- Aunio, P., Hautamäki, J., Heiskari, P. & Van Luit, J. E. H. (2006). The Early Numeracy Test in Finnish: Children's norms. *Scandinavian Journal of Psychology*, 47, 369–378.
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M. K., & Nurmi, J. E. (2004). Developmental dynamics of math performance from preschool to Grade 2. *Journal of educational psychology*, 96(4), 699.
- Balázs, I., Balkányi, P., Ostorics, L., Palincsár, I., Rábainé Szabó, A., Szepesi, I., Szipőcsné Krolopp, J., & Vadász, Cs. (2014). Az Országos kompetenciamérés tartalmi keretei. Budapest: Oktatási Hivatal.
- Balázs, I., Lak, Á. R., Ostorics, L., Szabó, L. D., & Vadász, Cs. (2016). Országos kompetenciamérés 2015. Országos jelentés. Oktatási Hivatal, Retrieved from https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktat/meresek/orszmer2015/Orszagos_jelentes_2015_2kor.pdf.
- Barbu, O. C., Yaden Jr, D. B., Levine-Donnerstein, D., & Marx, R. W. (2015). Assessing Approaches to Learning in School Readiness: Comparing the Devereux Early Childhood Assessment to an Early Learning Standards-Based Measure. *AERA Open*, 1(3) 1-15.
- Báthory, Z. (2000). *Tanulók, iskolák – különbségek. Egy differenciális tanításméltélet vázlatá*. Budapest: Okker Oktatási Kiadó.
- Bingimlas, K. A. (2009). Barriers to the successful integration of ICT in teaching and learning environments: A review of the literature. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 5(3).

- Blackwell, C. K., Lauricella, A. R., Wartella, E., Robb, M., & Schomburg, R. (2013). Adoption and use of technology in early education: The interplay of extrinsic barriers and teacher attitudes. *Computers & Education*, *69*, 310-319.
- Bryant, F. B., & Satorra, A. (2012). Principles and practice of scaled difference chi-square testing. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, *19*(3), 372-398.
- Buckingham, D. (2007). *Beyond technology: Children's learning in the age of digital culture*. Cambridge, UK: Polity Press.
- Chomsky, N. (2006). *Language and mind*. Cambridge University Press.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2013). *Research methods in education*. Routledge.
- Collins, A., & Halverson, R. (2009). *Rethinking education in the age of technology: The digital revolution and schooling in America*. Teachers College Press.
- C. Neményi, E. (2002). Az alsó tagozatos matematika tantárgy helyzete és fejlesztési feladatai. *Új pedagógiai Szemle*, *49*(12).
- Csapó, B., & Molnár Gy. (2017). Assessment-based, personalised learning in primary education. In J. C., Spender, T. Gavrilova, & G. Schiuma, (Eds.), *Knowledge management in the 21st century: resilience, creativity and co-creation*. Proceedings IFKAD2017. (pp. 443–249). St. Petersburg: Petersburg University.
- Csapó, B. (1998). *Az iskolai tudás*. Budapest: Osiris.
- Csapó, B. (2014). A szegedi iskolai longitudinális program. In J. Pál & Z. Vajda (Eds.), *Szegedi Egyetemi Tudástár 7. Bölcsész- és társadalomtudományok* (pp. 117–166). Szeged: Szegedi Egyetemi Kiadó.
- Csapó, B., & Pásztor, A. (2015). A kombinatív képesség fejlődésének mérése online tesztekkel. In B. Csapó, & A. Zsolnai (Eds.), *Online diagnosztikus mérések az iskola kezdő szakaszában* (pp. 367–386). Budapest: Oktatókutató és Fejlesztő Intézet.
- Csapó, B., Fejes, J. B., Kinyó, L., & Tóth, E. (2014). Az iskolai teljesítmények alakulása Magyarországon nemzetközi összehasonlításban. In T. Kolosi & I. G. Tóth (Eds.), *Társadalmi Riport 2014* (pp. 110–136). Budapest: TÁRKI.
- Csapó, B., Hódi, Á., Kiss, R., Pásztor, A., Rausch, A., & Molnár Gy. (2017, Sept). Developing Online Diagnostic Instruments for Assessing Pupils' Skills at the Beginning of Schooling. 17th biennial conference of the European Association for Research on Learning and Instruction (EARLI). pp. 508-509. Tampere, Finland, August 29-September 2, 2017.
- Csapó, B., Lőrincz, A., & Molnár, G. (2012). Innovative assessment technologies in educational games designed for young students. In *Assessment in Game-Based Learning* (pp. 235-254). Springer, New York, NY.
- Csapó, B., Molnár, G., & Nagy, J. (2014). Computer-based assessment of school readiness and early reasoning. *Journal of Educational Psychology*, *106*(3), 639–650.
- Csapó, B., Molnár, G., & Nagy, J. (2015). A DIFER tesztek online változatával végzett mérések tapasztalatai. In B. Csapó, & A. Zsolnai (Eds.), *Online diagnosztikus mérések az iskola kezdő szakaszában* (pp. 199–223). Budapest: Oktatókutató és Fejlesztő Intézet.
- Csapó, B., Molnár, G., & R. Tóth, K. (2008). A papír alapú tesztetől a számítógépes adaptív tesztelésig: a pedagógiai mérés-értékelés technikájának fejlődési tendenciái. *Iskolakultúra*, (3–4), 3-16.
- Csapó, B., Molnár, G., Pap-Szigeti, R., & R. Tóth, K. (2009). A mérés-értékelés új tendenciái: a papír és számítógép alapú tesztelés összehasonlító vizsgálatai általános iskolás, illetve főiskolás diákok

- körében. In I. Perjés, & T. Kozma (Eds.), *Új kutatások a neveléstudományokban. Hatékony tudomány, pedagógiai kultúra, sikeres iskola* (pp. 99-108.) Budapest: Magyar Tudományos Akadémia.
- Csíkó C., & Verschaffel, L. (2011). A matematikai műveltség és a matematikatudás alkalmazása. In B. Csapó & M. Szendrei (Eds.), *Tartalmi keretek a matematika diagnosztikus értékeléséhez.* (pp. 59–97). Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Csíkó C., & Csapó, B. (2011). A diagnosztikus matematika mérések részletes tartalmi kereteinek kidolgozása: elméleti háttér és gyakorlati kérdések. In B. Csapó & M. Szendrei, (Eds.), *Tartalmi keretek a matematika diagnosztikus értékeléséhez.* (pp. 141–168). Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Csíkó C., & Vidákovich, T. (2012). A matematikatudás alakulása az empirikus vizsgálatok tükrében. In Csapó B. (Ed.), *Mérlegen a magyar iskola.* (pp. 83-130) Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Csíkó C., Molnár, G., & Csapó, B. (2015). A matematika online diagnosztikus mérések tartalmi kereteinek elméleti alapjai. In B. Csapó, Cs. Csíkó, & Gy. Molnár (Eds.), *A matematikai tudás online diagnosztikus értékelésének tartalmi keretei* (pp. 15–28). Budapest: Oktatókutató és Fejlesztő Intézet.
- Dehaene, S. (2003). *A számérzék.* Budapest: Osiris.
- Desoete, A., Stock, P., Schepens, A., Baeyens, D., & Roeyers, H. (2009). Classification, Seriation, and Counting in Grades 1, 2, and 3 as two-Year Longitudinal Predictors for low Achieving in Numerical Facility and Arithmetical Achievement. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27(3), 252–264.
- Dienes, Z. (1999). *Építsük fel a matematikát.* Budapest: SHL.
- Duncan, G.J., Dowsett, C.J., Claessens, A., Manuson, K., Huston, A.C., Klebanov, P., Pagani, L.S., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Sexton, H. & Duckworth, K. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43, 1428-1446.
- Ellemor-Collins, D. & Wright, R.J. (2009). Structuring numbers 1 to 20: Developing facile addition and subtraction. *Mathematics Education Research Journal*, 21(2), 50-75.
- EMMI (2012). 51/2012. (XII. 21.) számú EMMI rendelet – a kerettantervek kiadásának és jóváhagyásának rendjéről. Budapest: Emberi Erőforrások Minisztériuma.
- Fáyné Dombi, A., Hódi, Á., & Kiss, R. (2016). IKT az óvodában: kihívások és lehetőségek. *Magyar Pedagógia*, 116(1), 91–117.
- Friso-van den Bos, I., Kroesbergen, E. H., & van Luit, J. E. (2014). Number sense in kindergarten children: Factor structure and working memory predictors. *Learning and Individual Differences*, 33, 23-29.
- Fritz, A. & Ricken, G. (2008). *Rechenschwäche.* München: Reinhardt.
- Fritz, A., Ehlert, A. & Balzer, L. (2013) Development of mathematical concepts as basis for an elaborated mathematical understanding. *South African Journal of Childhood Education*, 3(1), 38-67.
- Fuson, K. (1992). Relationships between counting and cardinality from age 2 to age 8. In J. Bideaud, C. Meljac, & J.-P. Fischer (Eds.), *Pathways to number*, (pp. 127–149.) Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gerlach, M. & Fritz, A. (2011). *Mina und der Maulwurf. Frühförderbox Mathematik.* Cornelsen, Berlin.
- Grabe, M., & Grabe, C. (2007). *Integrating technology for meaningful learning (5th ed.).* New York: Houghton Mifflin Company.
- Gredler, G. R. (1992). *School readiness: Assessment and educational issues.* Brandon, VT: Clinical Psychology Publishing.

- Griffin, P., & Care, E. (Eds.). (2014). *Assessment and teaching of 21st century skills: Methods and approach*. Springer.
- Hair, E., Halle, T., Terry-Humen, E., Lavelle, B., & Calkins, J. (2006). Children's school readiness in the ECLS-K: Predictions to academic, health, and social outcomes in first grade. *Early Childhood Research Quarterly*, 21(4), 431-454.
- Hargreaves, J. (2011). *Vocational Training and Social Inclusion. At a Glance*. National Centre for Vocational Education Research Ltd., Australia.
- Higgins, J., Russell, M., & Hoffmann, T. (2005). Examining the Effect of Computer-Based Passage Presentation on Reading Test Performance. *Journal of Technology, Learning, and Assessment*, 3(4).
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives". *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*. 6(1), 1–55.
- Hülber, L., & Molnár, Gy. (2013). Papír és számítógép alapú tesztelés nagymintás összehasonlító vizsgálata matematika területén, 1–6. évfolyamon. *Magyar Pedagógia*, 113(4), 243–263.
- Hwang, G. J., & Chang, H. F. (2011). A formative assessment-based mobile learning approach to improving the learning attitudes and achievements of students. *Computers & Education*, 56(4), 1023-1031.
- Igács, J., Janacsek, K., & Krajcsi, A. (2008). A Numerikus Feldolgozás és Számolás Teszt (NFSZT) magyar változata. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 63(4), 633-650.
- Jackson, D. L., Gillaspay Jr, J. A., & Purc-Stephenson, R. (2009). Reporting practices in confirmatory factor analysis: an overview and some recommendations. *Psychological methods*, 14(1), 6.
- Janurik M. & Józsa K. (2012). A zenei képességek fejlődése és összefüggése néhány alapképességgel – egy három hónapos zenei fejlesztő kísérlet eredményei. In Kozma T. & Perjés I. (Eds.), *Új kutatások a neveléstudományokban 2011*. (pp. 63-80) Budapest: MTA Pedagógiai Tudományos Bizottsága, ELTE Eötvös Kiadó.
- Jordan, N. C., Glutting, J., & Ramineni, C. (2010). The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. *Learning and individual differences*, 20(2), 82-88.
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M. N., & Ramineni, C. (2007). Predicting first-grade math achievement from developmental number sense trajectories. *Learning Disabilities Research & Practice*, 22(1), 36-46.
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Nabors Oláh, L., & Locuniak, M. N. (2006). Number sense growth in kindergarten: A longitudinal investigation of children at risk for mathematics difficulties. *Child development*, 77(1), 153-175.
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Ramineni, C., & Locuniak, M. N. (2009). Early Math Matters: Kindergarten Number Competence and Later Mathematics Outcomes. *Developmental psychology*, 45(3), 850-867.
- Józsa K. (2004). Az első osztályos tanulók elemi alapképességeinek fejlettsége - Egy longitudinális kutatás első mérési pontja. *Iskolakultúra*, 14 (11) 3–16.
- Józsa K. (2007). A számlálási készség kritériumorientált fejlesztése. In Nagy J. (Ed.), *Kompetencia alapú kritériumorientált pedagógia* (pp. 291–298). Szeged: Mozaik Kiadó.
- Józsa K. (2014). *A számolás fejlesztése 4–8 éves életkorban*. Szeged: Mozaik Kiadó.
- Józsa K. & Zentai G. (2007). Hátrányos helyzetű óvodások játékos fejlesztése a DIFER Programcsomag alapján. *Új Pedagógiai Szemle*, 57(5) 3–17.

- Jurecka, A. & Hartig, J. (2007). Computer- und netzwerkbasierendes Assessment. In J. Hartig & E. Klieme (Eds.), *Möglichkeiten und Voraussetzungen technologiebasierter Kompetenzdiagnostik. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)* (pp. 37–48). Berlin: Bonn.
- Kagan, S.L., Moore, E., & Bradekamp, S. (1995). *Reconsidering children's early development and learning: Toward common views and vocabulary*. Washington, DC: National Education Goals Panel.
- Kákonyi, L. (2014). Érettségi vizsgák a 21. század elején. *Új pedagógiai szemle*, 64(7-8), 104-113.
- Kirschner, P. A., & De Bruyckere, P. (2017). The myths of the digital native and the multitasker. *Teaching and Teacher Education*, 67, 135-142.
- Kiss, R., Hódi, A., Tóth, E., & B. Németh, M. (2016). Egy magyar nyelvű online fonológiai tudatosság teszt reliabilitásának és validitásának vizsgálata. In Zsolnai A. & Kasik L. (Eds.), *A tanulás és nevelés interdiszciplináris megközelítése: XVI. Országos Neveléstudományi Konferencia: Program és absztraktkötet* (p. 255) Szeged: SZTE BTK Neveléstudományi Intézet, MTA Pedagógiai Bizottság.
- Klauer, K. J. (1997). A tanulás és a kognitív képességek fejlesztése. *Iskolakultúra*, 7(12), 85–92.
- Kleemans, T., Peeters, M., Segers, E., & Verhoeven, L. (2012). Child and home predictors of early numeracy skills in kindergarten. *Early Childhood Research Quarterly*, 27(3), 471-477.
- Körmöci, K. (2014). *Hová bújt a matematika? (I. kötet) Módszertani kézikönyv a gyermekek matematikai tapasztalatszerzésének óvodai lehetőségeihez, gyakorlati megközelítésben*. Budapest: Sprint Kiadó.
- Kőrösné Mikis, M. (2002). Az informatika tantárgy helyzete és fejlesztési feladatai. *Új pedagógiai Szemle*, 2002(6), 35-49.
- Köznevelési törvény (2011). *2011. évi CXCV. törvény a nemzeti köznevelésről*. Budapest: Országgyűlés.
- Krajcsi, A. (2010). A numerikus képességek zavarai és diagnosztikájuk. *Gyógynevelési Szemle*, 38(2), 93–113.
- Krajcsi, A. (2014). Nyelvi reprezentáció a numerikus feladatokban. In Cs. Pléh & Á. Lukács (Eds.), *Pszicholingvisztika* (Vol. 2, pp. 939–970). Budapest: Akadémiai kiadó.
- Kyttälä, M., Aunio, P., Lehto, J. E., Van Luit, J., & Hautamäki, J. (2003). Visuospatial working memory and early numeracy. *Educational and Child Psychology*, 20(3), 65-76.
- Langhorst, P., Ehlert, A., & Fritz, A. (2016). Realising pre-school mathematical education – a development-oriented math programme with special consideration of phonological language processing aspects. *South African Journal of Childhood Education*, 3(1), 68-99.
- Lipton, J. S., & Spelke, E. S. (2005). Preschool children's mapping of number words to nonsymbolic numerosities. *Child Development*, 76(5), 978-988.
- Lőrincz, A., Molnár, G., Jeni, L., Tózsér, Z., Rausch, A., Cohn, J. F., Csapó, B. (2013). Towards entertaining and efficient educational games. In NIPS 2013, Data Driven Education, Nevada, USA, 2013. december 05-10.
- Magyar, A. (2012). Számítógépes adaptív tesztelés. *Iskolakultúra*, 22(6), 52–60.
- Magyar, A. (2014). Adaptív tesztek készítésének folyamata. *Iskolakultúra*, 24(4), 26–33.
- Magyar, A., Pásztor, A., Pásztor-Kovács, A., Pluhár, Zs., & Molnár, Gy. (2015). A 21. században elvárt képességek számítógép alapú mérésének lehetőségei. In Z. Tóth (Ed.). *Új Kutatások a Neveléstudományokban. Oktatás és nevelés - gyakorlat és tudomány* (pp. 230-243). Debreceni Egyetem: MTA Pedagógiai Tudományos Bizottság.

- McCloskey, M. (1992). Cognitive mechanisms in numerical processing: evidence from acquired dyscalculia. *Cognition*, 44(1-2), 107-157.
- Molnár, G. (2006). A Rasch-modell alkalmazása a társadalomtudományi kutatásokban. *Iskolakultúra*, 16(12), 99-113.
- Molnár, G. (2010). Technológia-alapú mérés-értékelés hazai és nemzetközi implementációi. *Iskolakultúra*, 20(7-8), 22-34.
- Molnár, G. (2011). Az információs-kommunikációs technológiák hatása a tanulásra és oktatásra. *Magyar Tudomány*, 172(9), 1038-1047.
- Molnár, G. (2013). *A Rasch modell alkalmazási lehetőségei az empirikus kutatások gyakorlatában*. Budapest: Gondolat Kiadó.
- Molnár, G. (2015). A képességmérés dilemmái: A diagnosztikus mérések (eDia) szerepe és helye a magyar közoktatásban. *Génius Műhely: A magyar tehetségsegítő szervezetek szövetsége (MATEHETSZ) kiadványsorozata*, 15(2), 16-29.
- Molnár, G., & Magyar, A. (2015). A számítógép alapú tesztelés elfogadottsága pedagógusok és diákok körében. *Magyar Pedagógia*, 115(1), 49-66.
- Molnár, G., & Pásztor-Kovács, A. (2015). A számítógépes vizsgáztatás infrastrukturális kérdései: az iskolák eszközparkjának helyzete és a változás tendenciái. *Iskolakultúra*, 25(4), 49-61.
- Molnár, G., & Pásztor, A. (2015a, November). A számítógép alapú tesztelés megvalósíthatósága kisiskolás korban: egér - és billentyűzethasználati képességek fejlettségi szintje. Paper presented at the XV. Országos Neveléstudományi Konferencia, Budapest. Abstract retrieved from http://onk2015.conf.uni-obuda.hu/wp-content/uploads/2015/01/ONK_2015_tartalmi_osszefoglalok.pdf
- Molnár, G., & Pásztor, A. (2015b). A számítógép alapú mérések megvalósíthatósága kisiskolás diákok körében: első évfolyamos diákok egér- és billentyűzethasználati képességének fejlettségi szintje. *Magyar Pedagógia*, 115(3), 239-254.
- Molnár, G., Magyar, A., Pásztor-Kovács, A., & Hülber, L. (2015). *A mérési-értékelési rendszer elektronikus alapokra helyezésével kapcsolatos helyzetelemzés*. Budapest: Oktatási Hivatal.
- Molnár, G., Papp, Z., Makay, G., & Ancsin, G. (2015). *eDia 2.3 Online mérési platform – feladatfelviteli kézikönyv*. Szeged: SZTE Oktatásméleti Kutatócsoport.
- Muthén, B. O. (1993). Goodness of fit with categorical and other nonnormal variables. *SAGE Focus Editions*, 154, 205-205.
- Muthén, L. K., & Muthén, B. O. (2010). *Mplus user's guide*. Los Angeles, CA: Author.
- Nagy J., Józsa K., Vidákovics T., & Fazekasné Fenyvesi M. (2004a). *Az elemi alapkészségek fejlődése 4-8 éves életkorban*. Szeged: Mozaik Kiadó.
- Nagy J., Józsa K., Vidákovics T., & Fazekasné Fenyvesi M. (2004b). *DIFER Programcsomag: Diagnosztikus fejlődésvizsgáló és kritériumorientált fejlesztő rendszer 4-8 évesek számára*. Szeged: Mozaik Kiadó.
- Nagy, J. (1980). *5-6 éves gyermekeink iskolakészültsége*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Nagy, J. (1987). *Prefer: Preventív fejlettségvizsgáló rendszer 4-7 éves gyermekek számára*. Budapest: Akadémiai Kiadó.
- NAT (2012). *110/2012. (VI. 4.) Korm. rendelet a Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról*. Budapest: Magyarország Kormánya.

- Navarro, J. I., Aguilar, M., Alcalde, C., Marchena, E., Ruiz, G., Menacho, I., & Sedeño, M. G. (2009). Estimación del aprendizaje matemático mediante la versión española del Test de Evaluación Matemática Temprana de Utrecht. *European Journal of Education and Psychology*, 2(2).
- Neumann, I., Neumann, K., & Nehm, R. (2011). Evaluating instrument quality in science education: Rasch-based analyses of a nature of science test. *International Journal of Science Education*, 33(10), 1373-1405.
- Ng, W. (2015). *New Digital Technology in Education: Conceptualizing Professional Learning for Educators*. Springer International.
- Nunes, T. & Csapó, B. (2011). Developing and assessing mathematical reasoning. In B. Csapó & M. Szendrei (Eds.), *Framework for diagnostic assessment of mathematics*. (pp. 17-56) Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- OECD (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. Paris: OECD Publishing.
- Opfer, J. E., & Siegler, R. S. (2012). Development of quantitative thinking. In K. Holyoak & R. Morrison (Eds.), *Oxford handbook of thinking and reasoning*. Cambridge, UK: Oxford University Press.
- Ostorics, L., Szalay, B., Szepesi, I., & Vadász, Cs. (2016). *PISA 2015. Összefoglaló jelentés*. Budapest: Oktatási Hivatal.
- Pásztor-Kovács, A. (2016). A kollaboratív problémamegoldó képesség mérésének elméleti és módszertani megfontolásai: egy pilot kutatás eredményei. *Magyar Pedagógia*, 116(1), 51-72.
- Pásztor-Kovács, A., Magyar, A., Hülber, L., Pásztor, A., & Tongori, Á. (2013). Áttérés online tesztelésre - a mérés-értékelés új dimenziói. *Iskolakultúra*, 23(11), 86-100.
- Pásztor, A. (2017). Tanulói szintű visszacsatolás és fejlesztés: technológia alapú mérések alkalmazási lehetőségei a mindennapi pedagógia gyakorlatban. In Gy. Hunyady, B. Csapó, G. Pusztai, & J. Szivák (Eds.), *Az oktatás korproblémái* (pp. 202-212). Budapest: ELTE Eötvös Kiadó.
- Pásztor, A. & Molnár, G. (2016). Online assessment of inductive reasoning at primary school entrance. In Molnár Gy. & Bús E. (Eds.), *PÉK 2016. XIV. Pedagógiai Értékelési Konferencia - 14. Conference on Educational Assessment. Program; Előadás-összefoglalók - Program; Abstracts*. (pp. 75) Szeged: SZTE BTK Neveléstudományi Doktori Iskola.
- Perlai, R. (1997). *A matematika nevelés módszertana*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Peters, M. A. (2017). Technological unemployment: Educating for the fourth industrial revolution. *Journal of Self-Governance and Management Economics*, 5(1), 25-34.
- Peucker, S., & Weißhaupt, S. (2013). Development of numerical concepts. *South African Journal of Childhood Education*, 3(1), 21-37.
- Praet, M., & Desoete, A. (2014) Enhancing young children's arithmetic skills through non-intensive computerised kindergarten interventions: A randomised controlled study. *Teaching and Teacher Education*, 39, 56-65.
- R. Tóth, K. és Molnár, Gy. (2010, April). Kisiskolás diákok gondolkodási képességének vizsgálata online környezetben. Paper presented at VIII. Pedagógiai Értékelési Konferencia. Szeged, 2010. április 16-17. 56.
- Rausch, A. (2016a June). Online Assessment of Early Numerical Skills in Kindergarten – Results of a Pilot Study. Paper presented at the 21st Conference of the Junior Researchers of EARLI, Helsinki

- Rausch, A. (2016b). Online Assessment of Early Numeracy at School Entry. In Csíkos, C., Rausch, A., Szityányi, J. (Eds.), *Proceedings of 40th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Volume 1* (pp. 226). Szeged: PME.
- Rausch, A. (2016c). Lehetőségek és kihívások a számolási készségek online mérésében In: Misley, H. (Ed.), *Digitális pedagógus és nemzedék konferencia - Konferenciakötet.* (pp. 61-62.) Budapest: ELTE PPK Neveléstudományi Intézet.
- Rausch, A. (2017). Korai számolási készségek online mérése első évfolyamos tanulók körében In Zsolnai A., Kasik L. (Eds.), *Új kutatások a neveléstudományokban 2016: A tanulás és nevelés interdiszciplináris megközelítése* (pp. 193-208). Szeged: SZTE BTK Neveléstudományi Intézet, MTA Pedagógiai Bizottság.
- Rausch, A., & Pásztor, A. (2017). Exploring the Possibilities of Online Assessment of Early Numeracy in Kindergarten. In B. Kaur, W.K. Ho, T.L. Toh, & B.H. Choy (Eds.), *Proceedings of the 41st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Vol. 4.* (pp. 89-96) Singapore: PME.
- Rausch, A., Debreczeni, D.G., & Szabó, D.F. (2014). Training Early Mathematical Skills: Hungarian Adaptation of the Mina and the Mole. In E. Korom & A. Pásztor (Eds.), *CEA 2014 – 12th Conference on Educational Assessment. Program – Abstracts.* Szeged: University of Szeged
- Resnick, L. B., & Klopfer, L. E. (1989). *Toward the Thinking Curriculum: Current Cognitive Research.* ASCD Yearbook. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Ricken, G., Fritz, A. & Balzer, L. (2013a). *MARKO-D. Mathematik und Rechnen – Test zur Erfassung von Konzepten im Vorschulalter* [MARKO-D. Mathematics and arithmetics – test for assessing concepts in pre-school age]. Göttingen: Hogrefe.
- Ricken, G., Fritz, A., & Balzer, L. (2013b). Mathematik- und Rechnen – Test zur Erfassung von Konzepten im Vorschulalter (MARKO-D) – ein Beispiel für einen niveauorientierten Ansatz. *Empirische Sonderpädagogik*, 3(3), 256–271.
- Romrell, D., Kidder, L. C., & Wood, E. (2014). The SAMR model as a framework for evaluating mLearning. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 18(2).
- Sarnecka, B. W., & Carey, S. (2008). How counting represents number: What children must learn and when they learn it. *Cognition*, 108(3), 662-674.
- Schrum, L., & Levin, B. B. (2016). Educational technologies and twenty-first century leadership for learning. *International Journal of Leadership in Education*, 19(1), 17-39.
- Scott-Little, C., Kagan, S. L., & Frelow, V. S. (2006). Conceptualization of readiness and the content of early learning standards: The intersection of policy and research?. *Early Childhood Research Quarterly*, 21(2), 153-173.
- Seufert, S., & Scheffler, N. (2016). Developing Digital Competences of Vocational Teachers. *International Journal of Digital Literacy and Digital Competence (ILDLC)*, 7(1).
- Skemp, R. R. (1975). *A matematikatanulás pszichológiája.* Budapest: Gondolat Kiadó.
- Smaldino, S. E., Lowther, D. L., Russell, J. D., & Mims, C. (2008). Instructional technology and media for learning.
- Snow, C. E., & Van Hemel, S. B. (Eds.). (2008). *Early childhood assessment: Why, what, and how.* Washington, DC: National Academies Press.
- Snow, K. L. (2006). Measuring school readiness: Conceptual and practical considerations. *Early education and development*, 17(1), 7-41.

- Spector, J. M., Ifenthaler, D., Sampson, D., Yang, L. J., Mukama, E., Warusavitarana, A., ... & Bridges, S. (2016). Technology enhanced formative assessment for 21st century learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(3), 58.
- Starkey, P. & Cooper, R.G. (1995). The development of subitizing in young children. *British Journal of Developmental Psychology*, 13, 399-420.
- Steklács, J. (2014). Szemmozgás, olvasás, információfeldolgozás. *Anyanyelv-pedagógia*, 7(3)
- Szendrei, J., & Szendrei, M., (2011). A matematika tanításának és felmérésének tudományos és tantervi szempontjai In B. Csapó, B. & M. Szendrei, (Eds.), *Tartalmi keretek a matematika diagnosztikus értékeléséhez*. (pp. 99–140). Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Torda, A. (2016, June). Az iskolakészültség állapotfelmérő próba projekt bemutatása. Presentation at Educatio szakmai rendezvénye: Vizsgálóeljárás az iskolába lépéshez szükséges fejlettség felméréséhez. Budapest, 2015. június 25.
- Tóth-Mózer, Sz. & Kárpáti, A. (2016). A digitális kompetencia kognitív dimenziója és összefüggésrendszere egy empirikus kutatás tükrében. *Magyar Pedagógia*, 116(2), 121–150.
- Tóth, E., Molnár, Gy., & Csapó, B. (2011). Az iskolák IKT-felszereltsége – helyzetkép országos reprezentatív minta alapján. *Iskolakultúra*, 10-11, 124-137.
- Török, B. (2007). Az óvodai csoportszobai számítógépek. *Iskolakultúra*, 17(4), 115–126.
- Török, T., Hódi, Á., & Kiss Renáta (2016). A fonológiai tudatosság online mérési lehetőségei az általános iskola első négy évfolyamán. *Alkalmazott Pszichológia*, 16(1), 83–99.
- Van de Rijt, B. A. M., Van Luit, J. E. H., & Pennings, A. H. (1999). The construction of the Utrecht early mathematical competence scales. *Educational and Psychological Measurement*, 59(2), 289-309.
- Van Luit, J. E. H., Van de Rijt, B. A. M., & Hasemann, K. (2001). OTZ Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung [German version of the Utrecht Test of Number Sense]. Göttingen, Germany: Hogrefe-Verlag.
- Van Luit, J. E. H., Van de Rijt, B. A. M., & Pennings, A. H. (1994). Utrechtse getalbegrip toets [early numeracy test]. *Doetinchem, The Netherlands: Graviant*.
- Van Luit, J. E., & Schopman, E. A. (2000). Improving early numeracy of young children with special educational needs. *Remedial and special education*, 21(1), 27-40.
- Villányi, Gy. (1993). *Játék a matematika? Matematika játékok gyűjteménye óvodapedagógusoknak*. Budapest: Tárogató Kiadó.
- Voogt, J., Fisser, P., Pareja Roblin, N., Tondeur, J., & van Braak, J. (2013). Technological pedagogical content knowledge—a review of the literature. *Journal of computer assisted learning*, 29(2), 109-121.
- Wright, R. J. (2013). Assessing early numeracy: Significance, trends, nomenclature, context, key topics, learning framework and assessment tasks. *South African Journal of Childhood Education*, 3(2), 21-40.
- Wright, R., Stanger, G., Stafford, A., & Martland, J. (2006). *Teaching number in the classroom with 4- to 8-year-olds*. London: Sage.
- Wright, R.J., Martland, J., & Stafford, A. (2006). *Early numeracy: Assessment for teaching and intervention (2nd Edition)*. London: Sage.
- Wynn, K. (1992). Addition and subtraction by human infants. *Nature*, 358, 749-750.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Mindenekelőtt köszönöm témavezetőmnek, Csapó Benőnek a folyamatos iránymutatást, kiemelkedő támogatást és mindazt a számtalan lehetőséget, amelyek elindítottak és előre vittek a neveléstudományi kutatói pályán.

Hálásan köszönöm kollégámnak és barátomnak, Pásztor Attilának a folyamatos szakmai és emberi támogatást, amellyel az elmúlt években segített átvészelni a kutatói munka legsötétebb óráit is, amin felül házi opponensként még a dolgozat alapos bírálatával is segítette az értekezés elkészülését.

Köszönöm tanáromnak, kollégámnak és házi opponensemnek, Csíkos Csabának a dolgozat formálásában nyújtott segítségét, értékes észrevételeit és tanácsait, valamint a tanulmányaim során átadott kutatómódszertani alapokat, amelyekre bátran építhetek azóta is.

Hálás vagyok a Szegedi Műhely minden egyes munkatársának, akiktől már az egyetemi évek alatt rengeteget tanultam, később kollégaként segítették munkámat a doktorképzés időszaka alatt. Közülük is kiemelten köszönöm B. Németh Máriának, a tesztfejlesztés során nyújtott szakértő támogatását, Betyár Gábornak és Halof Ferencnek az informatikai támogatást, Fejes József Balázsnak, aki a mesterszak alatt témavezetőként segítette a tudományos diákköri munkámat, majd szakdolgozatom megszületését is, Józsa Krisztiánnak a kutatómódszertan és statisztika terén tanultakat, Kállai Istvánnak a feladatszerkesztési segítségét, Kinyó Lászlónak, számtalan tanácsát és támogatását, Kiss Renátának az óvodai mérések megszervezésénél nyújtott munkáját, Kléner Juditnak, Pappné Vreczkó Stellának, Nagy Krisztinának és Virág Petrának ügyes-bajos adminisztrációs teendőim megkönnyítését, Korom Erzsébetnek a doktorképzés és a doktori eljárás során nyújtott kiemelkedő segítségét, Markku Niemivirtának, akinek az (akadémiai) életben való maradáshoz kapcsolódó tanácsai legalább olyan hasznosak voltak, mint a haladó statisztika-kurzusai, Molnár Edit Katalinnak, akinek meglátásai és javaslatai mindig előre vitték a munkáimat, Molnár Gyöngyvérnek a folyamatos támogatást és az eDia mérés-értékelési rendszer biztosítását kutatásaimhoz, Molnár Katalinnak, akivel mindig öröm közösen konferenciát szervezni, és aki gondosan ügyelt minden kutatási munka háttérére, Szabó Dóra Fanninak értékes meglátásait és kutatások során nyújtott segítségét, Vidákovich Tibornak a sok szakmai tanácsot, amellyel kutatásaimat a szemináriumok alatt és azokon kívül is segítette, Vígh Tibornak, akitől a pedagógiai értékelés és a neveléstudományi statisztikai módszerek alapjait elsajátítottam, és köszönöm mindenkinek, aki Szegeden segített az elmúlt évek alatt.

Hálás vagyok Demetrovics Zsoltnak, akinek az elmúlt két év kiváló munkakörülményeit köszönhetem, valamint kollégáimnak Czető Krisztinának, Fehérvári Anikónak, Lénárd Sándornak, Paksi Borbálának, Széll Krisztiánnak és Zsolnai Anikónak az ELTE Neveléstudományi Intézetében folyamatos támogatásukért, és értékes meglátásaikért, amelyek új szemléletet is közvetítettek számomra. Köszönöm a DOSz Pszichológia és Neveléstudományi Osztály alapító csapatának, Maráz Anikónak, Király Orsolyának és Uatkán Ajnának a workshopjainkon és konferenciáinkon nyújtott visszajelzéseiket, ötleteiket.

Nagy köszönet a doktori védőhálómnak, a PhD-s kispajtások csapatának, különösképp Asztalos Katának, Dancs Katinkának, Dombi Edinának, Győri-Dani Dórának, Pásztor-Kovács Anitának és Török Tímeának, akik megóvtak a korai kiégéstől. Köszönöm legjobb barátomnak, Turi Gergőnek munkáim nyelvi lektorálásában nyújtott segítségét.

Végül, de nem utolsó sorban hálásan köszönöm Édesanyámnak és Öcsémnek a folyamatos támogatást, amely nélkül nem jutottam volna eddig.

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra. Numerikus megismerésben szerepet játszó rendszerek és reprezentációk	9
2. ábra. Példafeladatok az ENT tesztből.....	11
3. ábra. Példafeladatok a WENT tesztből	13
4. ábra. Példafeladatok a MARKO-D tesztből fejlődési szintenként	15
5. ábra. Számképfelismerés részteszt feladatai a DIFER Elemi számolási készség tesztből	18
6. ábra. Alapvető számolási készségek a matematika tanulásához 5-8 éves gyermekeknél	24
7. ábra. A korai numerikus készségek egyes összetevőinek fejlődése 5-6 éves korban.....	26
8. ábra. Az iskolai matematikateljesítmény szintjét és változását előrejelző tényezők	26
9. ábra. Az elemi számolási készség összetevőinek fejlődése.....	30
10. ábra. A magyar tanulók teljesítménye 2003 és 2015 között az OECD PISA matematika területén.....	42
11. ábra. A technológia alapú, a számítógép alapú, a hálózat és internetalapú mérés-értékelés hierarchikus viszonya	46
12. ábra. Példafeladat a mennyiségek és számok résztesztből	65
13. ábra. Példafeladat a mennyiségek és számok résztesztből	65
14. ábra. Példafeladat az elemi számolás résztesztből	66
15. ábra. Példafeladat az elemi számolás résztesztből	66
16. ábra. Példafeladat a relációk résztesztből	67
17. ábra. Példafeladat a relációk résztesztből	67
18. ábra. Példafeladat az elemi műveletvégzés résztesztből	67
19. ábra. Példafeladat az elemi műveletvégzés résztesztből	67
20. ábra. Példafeladat az arab számok felismerése résztesztből	68
21. ábra. Példafeladat az arab számok felismerése résztesztből	68
22. ábra. Példafeladat az arab számok és mennyiségek résztesztből	68
23. ábra. Példafeladat az arab számok és mennyiségek résztesztből	68
24. ábra. Példafeladat az elemi műveletvégzés résztesztből	70
25. ábra. Példafeladat az elemi műveletvégzés résztesztből	70
26. ábra. Példafeladat az elemi számolás résztesztből	71
27. ábra. Példafeladat az arab számok felismerése résztesztből	71
28. ábra. Példafeladat a mennyiségek és számok résztesztből	71
29. ábra. Példafeladat a mennyiségek és számok résztesztből	71
30. ábra. DIFER Elemi számolási készség teszt	72
31. ábra. DIFER Relációszókinccs 1. Tesztváltozat	74
32. ábra. A mérések tartalmának több szempontú elrendezése	75

33. ábra. <i>Az első évfolyam végi matematika teszt példafeladatai</i>	75
34. ábra. <i>Példafeladatok a Számítógépes-egér használat és Tablet eszközhasználat tesztek</i> <i>ből</i>	77
35. ábra. <i>Példafeladatok a Tablet eszközhasználat tesztből és a Korai numerikus készségek</i> <i>tesztből</i>	78
36. ábra. <i>Az óvodai mérések eszközei és technikai megvalósítása</i>	82
37. ábra. <i>Az iskolai mérések technikai megvalósítása</i>	83
38. ábra. <i>Az itemek elkülönítés mutatóinak eloszlási gyakorisága óvodában (1. tesztváltozat)</i>	90
39. ábra. <i>A korai numerikus készségek teszt személy-item térképe az óvodában</i>	91
40. ábra. <i>A korai numerikus készségek teszt első tesztváltozatának faktorstruktúrája óvodában</i>	94
41. ábra. <i>Az elemi számolás részteszt előrefelé számolást mérő feladatain elért átlagpontoszám</i>	95
42. ábra. <i>Az óvodás gyermekek átlagteljesítményének eloszlása a korai numerikus készségek</i> <i>teszt első tesztváltozatának résztesztjein</i>	96
43. ábra. <i>Az óvodás gyermekek átlagteljesítményének eloszlása a korai numerikus készségek</i> <i>teszt résztesztjein (1. tesztváltozat)</i>	97
44. ábra. <i>Az óvodás gyermekek a korai numerikus készségek és a tablet eszközhasználat</i> <i>teszteken elért teljesítményének összefüggései</i>	99
45. ábra. <i>A korai numerikus készségek teszt személy-item térképe az iskolában</i>	103
46. ábra. <i>A korai numerikus készségek teszt 6-dimenziós CFA-modellje (1. tesztváltozat)</i> ...	106
47. ábra. <i>Az első évfolyamos tanulók teljesítményének eloszlása a korai numerikus készségek</i> <i>teszten</i>	108
48. ábra. <i>Az első évfolyamos tanulók átlagteljesítményének eloszlása</i> <i>a korai numerikus készségek teszt résztesztjein (1. tesztváltozat)</i>	109
49. ábra. <i>Az első évfolyamos tanulók a korai numerikus készségek és a számítógépes-egér</i> <i>használat teszteken elért teljesítménye</i>	110
50. ábra. <i>Az itemek elkülönítésmutatóinak eloszlási gyakorisága óvodában (2. tesztváltozat)</i>	112
51. ábra. <i>A korai numerikus készségek teszt 2. változatának személy-item térképe az óvodában</i>	113
52. ábra. <i>A korai numerikus készségek teszt második tesztváltozatának faktor struktúrája</i> <i>óvodába</i>	116
53. ábra. <i>Az óvodás gyermekek teljesítményének eloszlása a korai numerikus készségek teszt</i> <i>második tesztváltozatának résztesztjein</i>	117
54. ábra. <i>Átlagteljesítmények eloszlása a korai numerikus készségek teszt</i> <i>résztesztjein az óvodában (2. tesztváltozat)</i>	118
55. ábra. <i>Az első évfolyamos tanulók a korai numerikus készségek és a számítógépes-egér</i> <i>használat teszteken elért teljesítménye</i>	119

56. ábra. <i>A korai numerikus készségek teszt személy-item térképe az óvodai validációs mérésen</i>	121
57. ábra. <i>A korai numerikus készségek teszten elért teljesítmények eloszlása az óvodai és iskolai méréseken</i>	128
58. ábra. <i>Tanulói átlagteljesítmények összefüggése a korai numerikus készségek teszten és a matematika teszten</i>	132
59. ábra. <i>1. modell: A korai numerikus készségek és a matematika teljesítmény közvetlen kapcsolata</i>	134
60. ábra. <i>2. modell: A korai numerikus készségek és a matematika három dimenziójának kapcsolata</i>	135
61. ábra. <i>3. modell: A korai numerikus készségek összetevőinek és az iskolai matematika teljesítmény kapcsolata</i>	136

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat. A vizsgált számolási készségeket mérő tesztek fő jellemzői	21
2. táblázat. A matematika fő területei.....	39
3. táblázat. A korai numerikus készségek teszt kidolgozásával és méréseivel kapcsolatos tevékenységek ütemezése.....	56
4. táblázat. Vizsgálataink mintái - nemek szerinti megoszlások, átlagélekor	59
5. táblázat. Vizsgálataink eszközei.....	61
6. táblázat. A matematika a teszt dimenzióinak megbízhatósága	76
7. táblázat. Számítógépes-egér használat és Tablet eszközhasználat tesztváltozatok itemeinek száma, megbízhatósága és a tanulók átlagos teljesítménye	78
8. táblázat. A korai numerikus készségek teszt és résztesztjeinek megbízhatósága az óvodában	89
9. táblázat. Az első tesztváltozat és résztesztjeinek korrelációs együtthatói az óvodában.....	92
10. táblázat. A korai numerikus készségek első tesztváltozat megerősítő faktorelemzésének eredményei az óvodában	93
11. táblázat. CFA-modellek Khi-négyzet különbözőségi próbáinak eredményei az óvodában	93
12. táblázat. Az óvodás korú gyermekek korai numerikus készségek teszten és a részteszteken elért eredményei (1. tesztváltozat).....	95
13. táblázat. A teszt és résztesztjeinek eloszlásmutatói óvodás korosztályban (1. tesztváltozat)	98
14. táblázat. A teszt és résztesztjeinek megbízhatósága és a tanulók átlagteljesítménye	100
15. táblázat. A korai numerikus készségek teszt itemeinek teljes teszthez és résztesztekhez kapcsolódó elkülönítésmutatói, és az itemek prediktív validitása	101
16. táblázat. Az első tesztváltozat és résztesztjeinek korrelációs együtthatói első évfolyamon	104
17. táblázat. A CFA-modellek illeszkedésmutatói az iskolai mérésen	105
18. táblázat. CFA-modellek Khi-négyzet különbözőségi próbáinak eredményei az óvodában	105
19. táblázat. Az első évfolyamos tanulók korai numerikus készségek teszten és a részteszteken elért eredményei (1. tesztváltozat).....	107
20. táblázat. A teszt és résztesztjeinek eloszlásmutatói első évfolyamon (1. tesztváltozat) ..	108
21. A korai numerikus készségek teszt és résztesztjeinek megbízhatósága az óvodában (2. tesztváltozat).....	111
22. táblázat. A második tesztváltozat és résztesztjeinek korrelációs együtthatói az óvodában	114
23. táblázat. A korai numerikus készségek teszt megerősítő faktorelemzésének eredményei	115

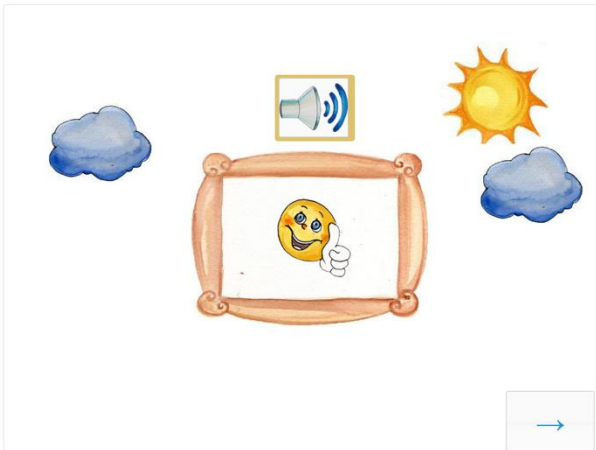
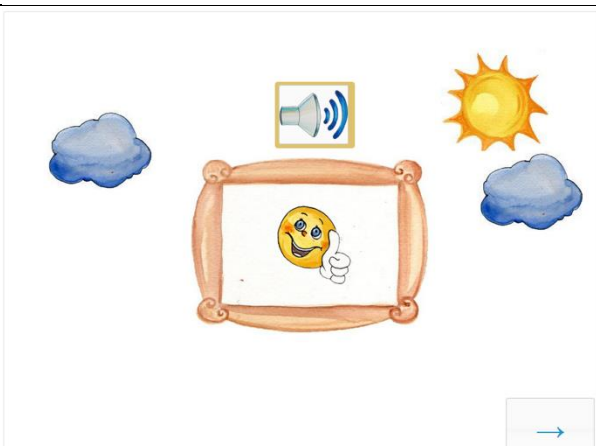
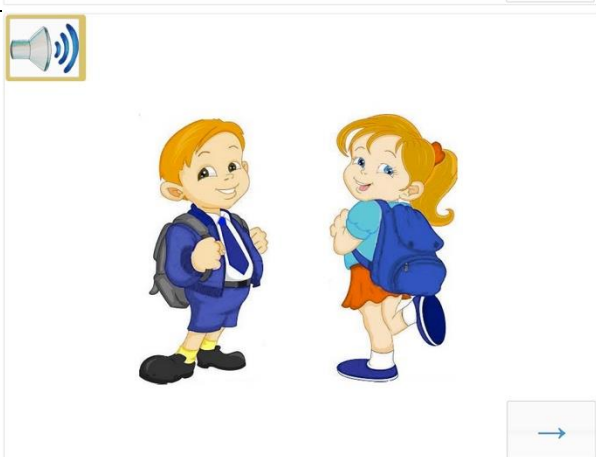
24. táblázat. CFA-modellek Khi-négyzet különbözőségi próbáinak eredményei az óvodában	115
25. táblázat. Az óvodás korú gyermekek korai numerikus készségek teszten és a részteszteken elért eredményei (2. tesztváltozat).....	116
26. táblázat. A teszt és résztesztjeinek eloszlásmutatói óvodában (2. tesztváltozat)	118
27. táblázat. Az óvodai validációs mérésen alkalmazott online mérőeszközök eredményei .	120
28. táblázat. Az óvodai validációs mérésen alkalmazott szemtől szembeni mérőeszközök eredményei	122
29. táblázat. Az online és a szemtől szembeni mérőeszközök összefüggései	123
30. táblázat. A DIFER elemi számolási készség teszt és korai numerikus készségek teszt résztesztjeinek összefüggései	124
31. táblázat. A korai numerikus készségek teszt és résztesztjeinek megbízhatósága az óvodában és az iskolában (1. tesztváltozat).....	126
32. táblázat. A korai numerikus készségek teszten és résztesztjein elért eredmények az óvodában és első évfolyamon.....	127
33. táblázat. Nemek közötti különbségek a korai numerikus készségek teszten és résztesztjein az óvodában (1. tesztváltozat)	129
34. táblázat. Nemek közötti különbségek a korai numerikus készségek teszten és résztesztjein az óvodában (2. tesztváltozat)	129
35. táblázat. Nemek közötti különbségek a korai numerikus készségek teszten és résztesztjein az iskolában (1. tesztváltozat)	130
36. táblázat. A matematika teszt és résztesztjeinek megbízhatósága és a tanulók átlagteljesítménye	131
37. táblázat. A korai numerikus készségek teszt és résztesztjeinek megbízhatósága és a tanulók átlagteljesítménye	132
38. táblázat. A DIFER elemi számolási készség teszt és korai numerikus készségek teszt résztesztjeinek összefüggései	133
39. táblázat. A SEM-modellek illeszkedésmutatói	134

MELLÉKLETEK JEGYZÉKE

1. Melléklet. Korai numerikus készségek teszt – 1. tesztváltozat	166
2. Melléklet. Korai numerikus készségek teszt – 2. tesztváltozat	185
3. Melléklet. 1. évfolyam végi matematika teszt.....	200
4. Melléklet. Szülői beleegyező nyilatkozatok.....	204
5. Melléklet. Mérési útmutató – iskolai mérés	206
6. Melléklet. DIFER Adatfelvevő lap – Óvodai mérés	208
7. Melléklet. Reliabilitás-vizsgálatok eredményei - elkülönítésmutatók	209

MELLÉKLETEK

1. Melléklet. Korai numerikus készségek teszt – 1. tesztváltozat

INTRO	
	<p>Kérlek játssz velem! Ha az egérrel a hangszóróra kattintasz, megtudod, mit kell tenned. Ha befejeztél egy játékot, akkor kattints a nyílra!</p> <p>Ha túl hangos, vagy túl halk a hangom, kérd meg a teremben lévő felnőttet, hogy segítsen beállítani. Ha jól hallod a hangomat, akkor kattints a nyílra!</p>
	<p>A képernyő tetején lévő narancssárga csík azt mutatja, hogy hol tartasz a játékban. Nagyon fontos, hogy mindig figyelmesen hallgasd meg. Hogy mi a feladat.</p> <p>A feladatokat többször is meghallgathatod, ehhez a hangszóróra kell kattintanod. Kezdjük el a játékot. Kattints a nyílra!</p>
	<p>Fiú vagy lány vagy? Kattints rá a megfelelő képre, majd a nyílra!</p>

VM
Mennyiségek és számok

VM01



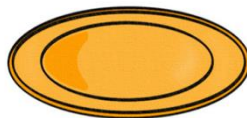
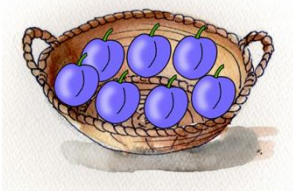
Húzz két káposztát a nyuszi tányérjára!

VM02












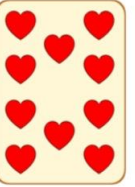



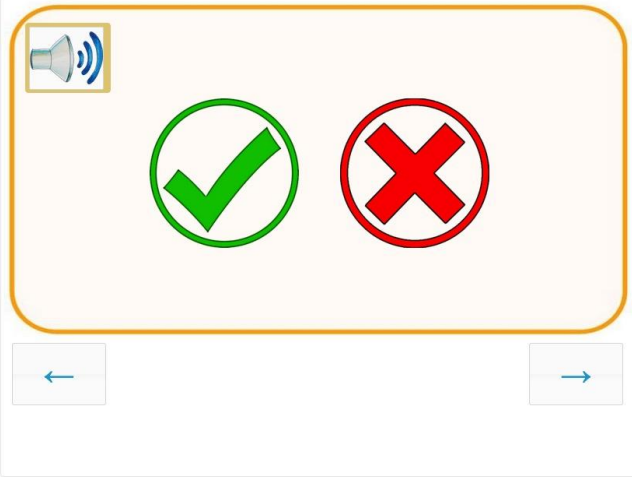

Húzz három süteményt a tányérra!

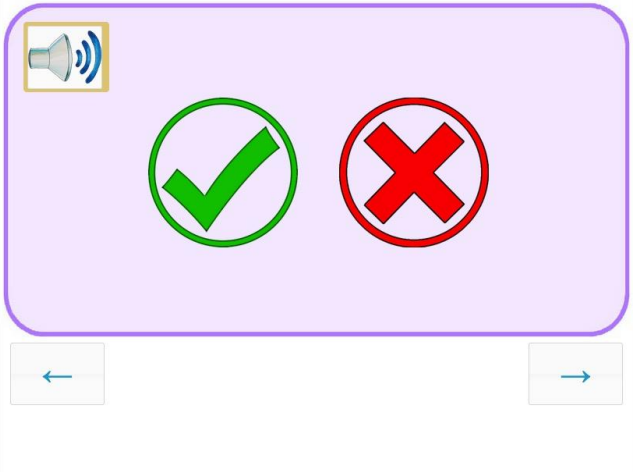
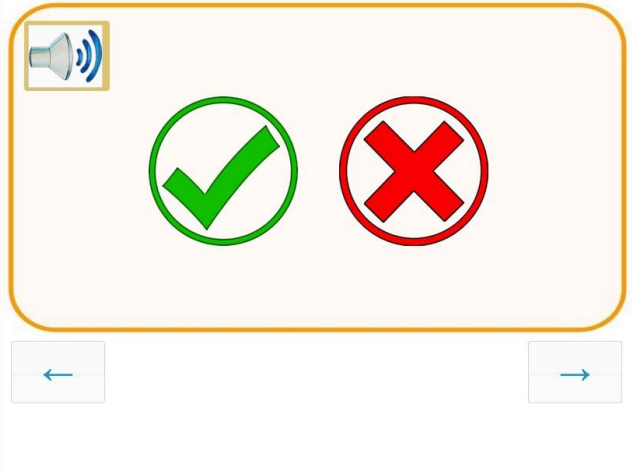
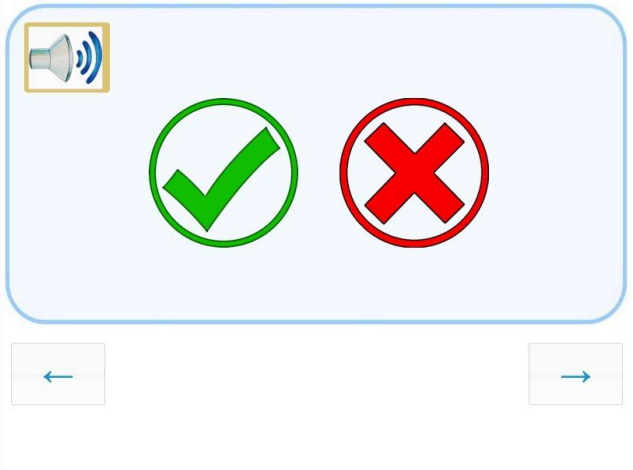
VM03

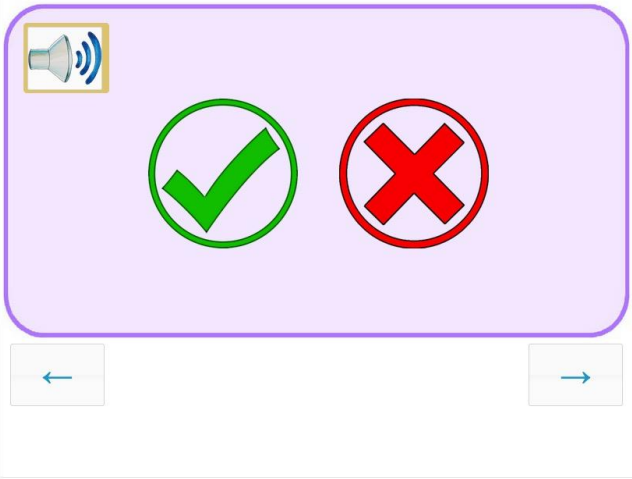
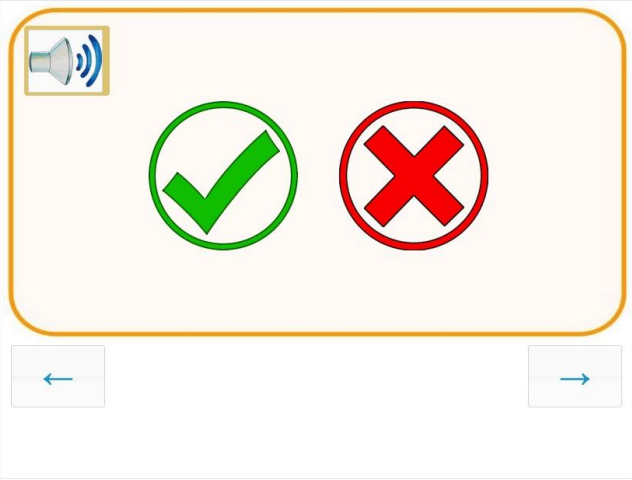
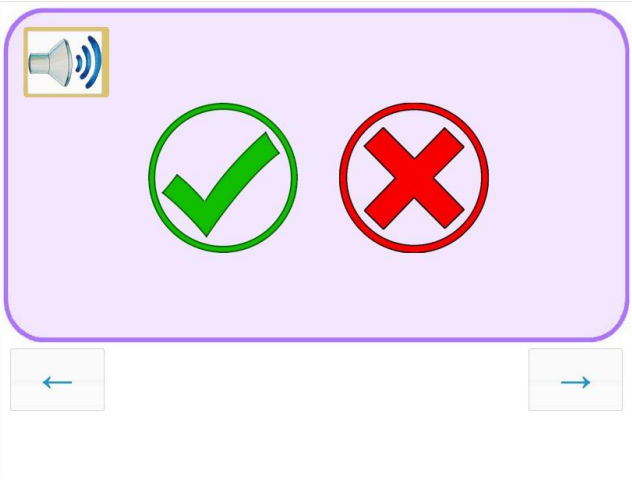



Húzz hat szilvát a tányérra!

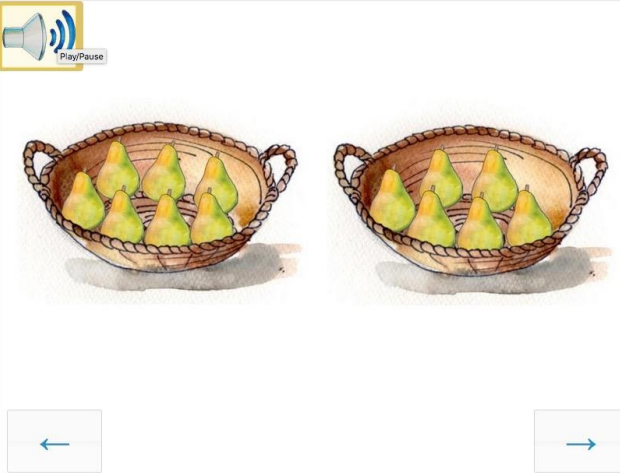
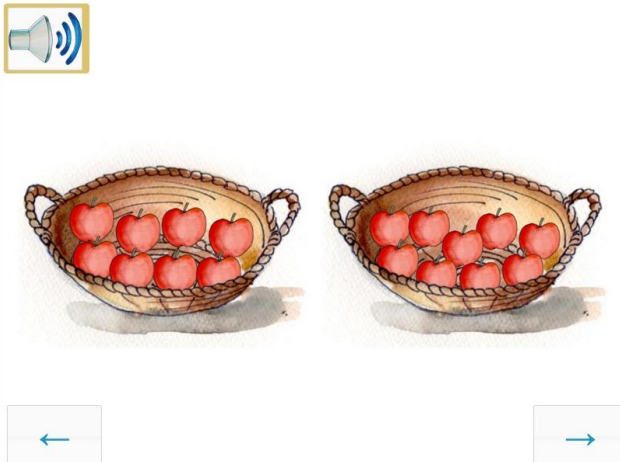
<p style="text-align: center;">VM04</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">←</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">→</div> </div>	<p>Kattints arra a vázára, amelyikben öt tulipán van!</p>
<p style="text-align: center;">VM05</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">←</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">→</div> </div>	<p>Kattints arra a tányérra, amelyikben kilenc sütemény van!</p>
<p style="text-align: center;">VM06</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">←</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">→</div> </div>	<p>Kattints arra a kártyára, amelyikben tizenegy rajz van!</p>













ED Elemi	
ED00 Intro	
	<p>A következő feladatokban számolni fogok. Azt kell eldöntened, hogy helyesen számoltam-e! Ha igen, kattints a zöld pipára, ha nem, kattints a piros x-re! Kattints a nyílra!</p>
ED01	
	<p>Elszámolok egytől tízig. Figyeld meg, hogy helyesen számolok-e!</p> <p>Ha igen, kattints a zöld pipára, ha nem, kattints a piros x-re!</p> <p>"1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10."</p>
ED02	
	<p>Elszámolok tizenegy-től tizenhatig. Figyeld meg, hogy helyesen számolok-e! Ha igen, kattints a zöld pipára, ha nem, kattints a piros x-re!</p> <p>"11, 12, 13, 14, 15, 16."</p>













<p style="text-align: center;">ED03</p> 	<p>Elszámolok tizenhattól huszonegyig. Figyeld meg, hogy helyesen számolok-e!</p> <p>"16, 17, 18, 20, 21."</p>
<p style="text-align: center;">ED04</p> 	<p>Most huszonhétől kezdek el számolni. Figyeld meg, hogy helyesen számolok-e!</p> <p>"27, 28, 29, 30, 31, 32."</p>
<p style="text-align: center;">ED05</p> 	<p>Most negyvennyolctól kezdek el számolni. Figyeld meg, hogy helyesen számolok-e!</p> <p>"48, 49, 50, 51, 52, 53."</p>

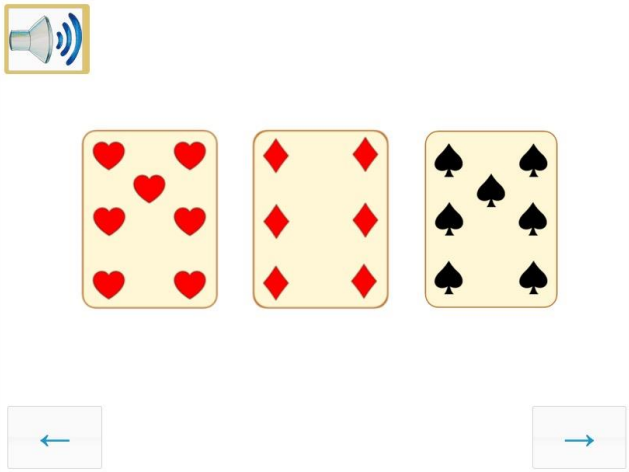
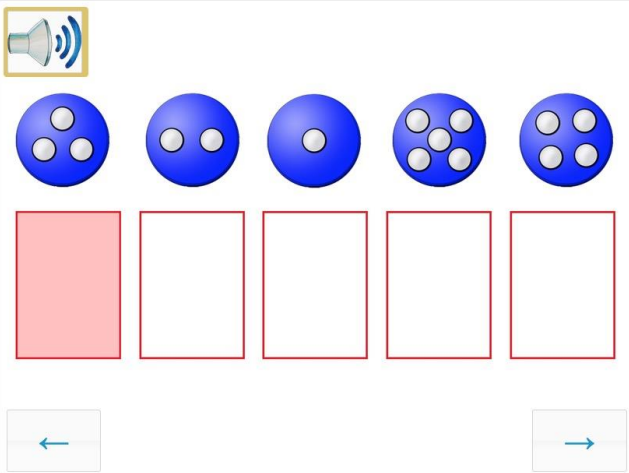
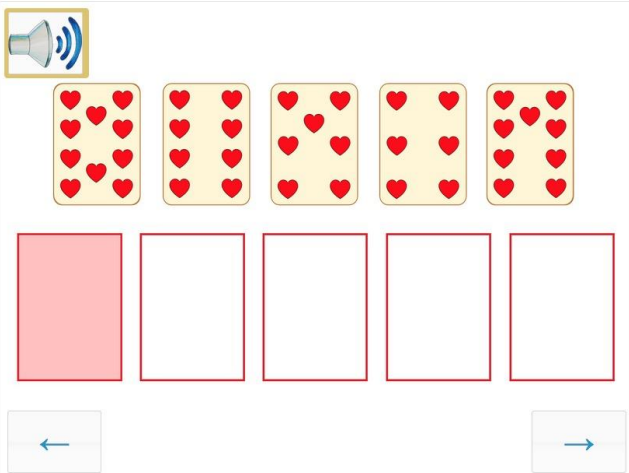
<p style="text-align: center;">ED06</p> 	<p>Most kilencvenhattól kezdek el számolni. Figyeld meg, hogy helyesen számolok-e!</p> <p>"96, 97, 98, 90, 91."</p>
<p style="text-align: center;">ED07</p> 	<p>Visszafelé számolok tíztől egyig. Figyeld meg, hogy helyesen számolok-e!</p> <p>"10, 9, 8, 5, 4, 3, 2, 1."</p>
<p style="text-align: center;">ED08</p> 	<p>Visszafelé számolok harmincháromtól. Figyeld meg, hogy helyesen számolok-e!</p> <p>"33, 32, 31, 30, 29, 28."</p>

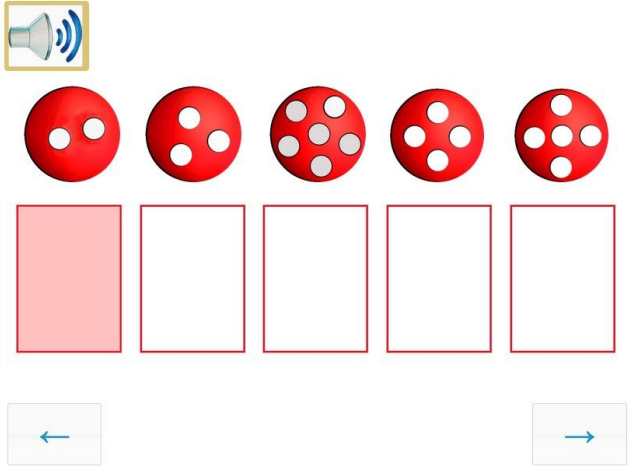
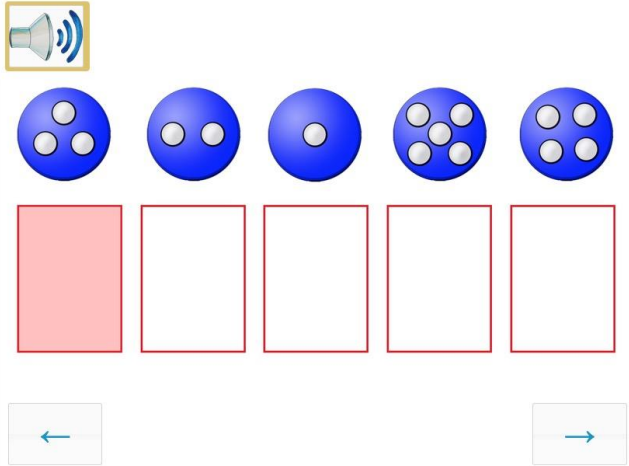
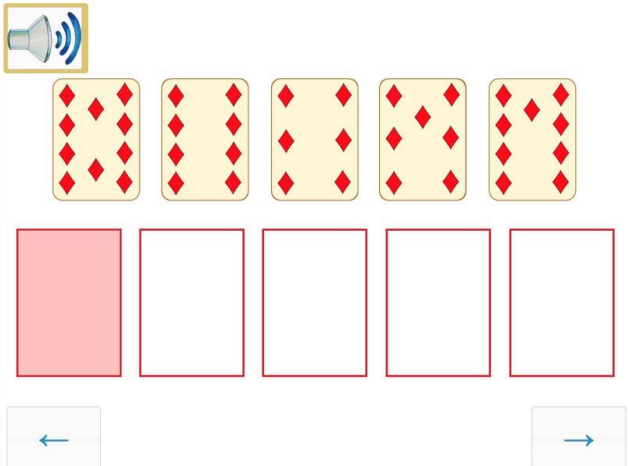
ED09	
	<p>Visszafelé számolok ötvenegtől. Figyeld meg, hogy helyesen számolok-e!</p> <p>„51, 50, 39, 38, 37, 36.”</p>

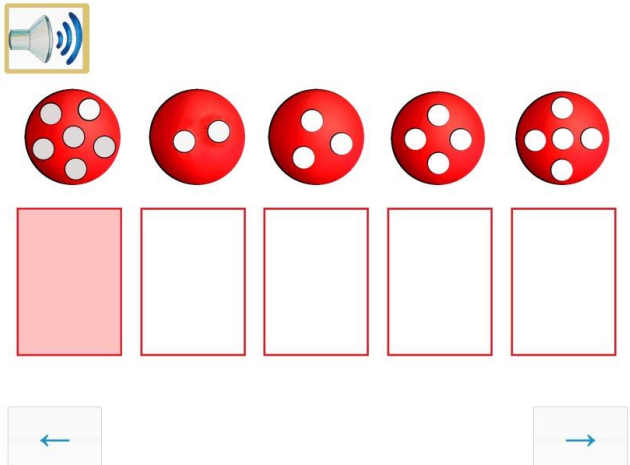
RM Relációk	
RM01	
	<p>Melyik kosárban van több körte? Kattints rá!</p>
RM02	Csak óvoda
	<p>Melyik kosárban van több alma? Kattints rá!</p>

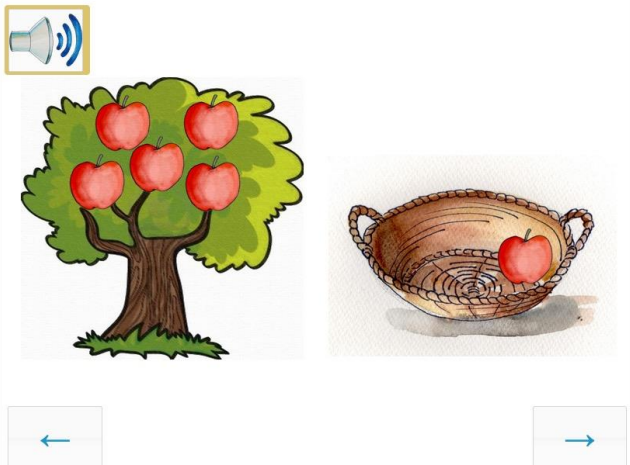
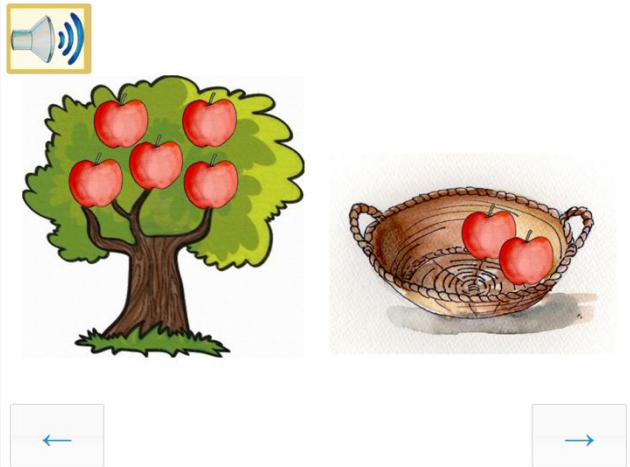
RM03	
   	Melyik cserépben van több virág? Kattints rá!
RM04	
   	Melyik kosárban van kevesebb alma? Kattints rá!
RM05	
   	Csak óvoda Melyik kosárban van kevesebb körte? Kattints rá!






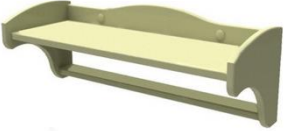


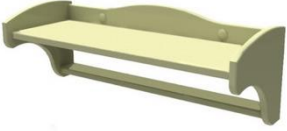
<p style="text-align: center;">RM06</p> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">   </div>	<p>Melyik tányéron van kevesebb süti? Kattints rá!</p>
<p style="text-align: center;">RM07</p> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">   </div>	<p>Kattints arra a két házra, amelyeknek ugyanannyi ablaka van!</p>
<p style="text-align: center;">RM08</p> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">   </div>	<p>Kattints arra a két dominóra, amelyeken ugyanannyi pötty van!</p>


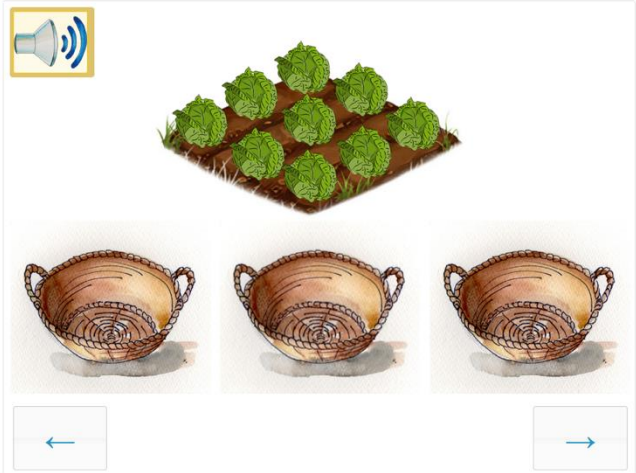
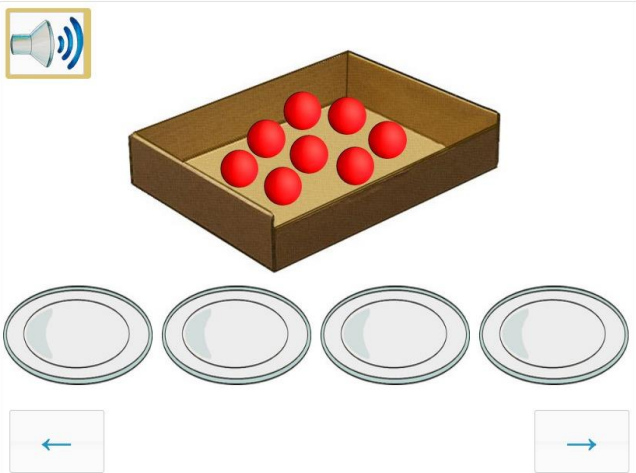
RM09	Csak óvoda
	<p>Kattints arra a két kártyára, amelyeken ugyanannyi rajz van!</p>
RM10	
	<p>Rakd növekvő sorrendbe a golyókat a rajtuk lévő pöttyök száma szerint! Húzd a golyókat a keretekbe, kezd a sort a kiszínezett keretben!</p>
RM11	
	<p>Rakd növekvő sorrendbe a kártyákat a rajtuk lévő rajzok száma szerint! Húzd a kártyákat a keretekbe, kezd a sort a kiszínezett keretben!</p>

RM12	Csak óvoda
	<p>Rakd növekvő sorrendbe a golyókat a rajtuk lévő pöttyök száma szerint! Húzd a golyókat a keretekbe, kezd a sort a kiszínezett keretben!</p>
RM13	
	<p>Rakd csökkenő sorrendbe a golyókat a rajtuk lévő pöttyök száma szerint! Húzd a golyókat a keretekbe, kezd a sort a kiszínezett keretben!</p>
RM14	
	<p>Rakd csökkenő sorrendbe a kártyákat a rajtuk lévő rajzok száma szerint! Húzd a kártyákat a keretekbe, kezd a sort a kiszínezett keretben!</p>

RM15	Csak óvoda
	<p>Rakd csökkenő sorrendbe a golyókat a rajtuk lévő pöttyök száma szerint! Húzd a golyókat a keretekbe, kezd a sort a kiszínezett keretben!</p>

OM Elemi műveletvégzés	
<p data-bbox="534 902 624 936">OM01</p> 	<p>A kosárban most egy alma van, húzz még annyi almát a kosárba, hogy összesen három legyen benne!</p>
<p data-bbox="534 1424 624 1458">OM02</p> 	<p>A kosárban most két alma van. Húzz annyi almát a kosárba, hogy összesen öt legyen benne!</p>

<p style="text-align: center;">OM03</p> <div style="text-align: left; margin-bottom: 10px;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px 10px;">←</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px 10px;">→</div> </div>	<p>A kosárban most négy alma van. Húzz még annyi almát a kosárba, hogy összesen nyolc legyen benne!</p>
<p style="text-align: center;">OM04</p> <div style="text-align: left; margin-bottom: 10px;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px 10px;">←</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px 10px;">→</div> </div>	<p>A szőnyegen három kisautó van. Húzz annyit a polcra, hogy kettő maradjon a szőnyegen!</p>
<p style="text-align: center;">OM05</p> <div style="text-align: left; margin-bottom: 10px;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px 10px;">←</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 2px 10px;">→</div> </div>	<p>A szőnyegen most öt kisautó van. Húzz annyit a polcra, hogy három maradjon a szőnyegen!</p>

<p style="text-align: center;">OM06</p> 	<p>Oszd szét az almákat! Mindkét kosárban ugyanannyi alma legyen!</p>
<p style="text-align: center;">OM07</p> 	<p>Oszd szét a káposztákat! Mindhárom kosárban ugyanannyi legyen!</p>
<p style="text-align: center;">OM08</p> 	<p>Oszd szét a golyókat! Mindegyik tálcára ugyanannyi golyó kerüljön!</p>

VA
Arab számok

VA01



3 8 6 9



Mondok egy számok. Keresd meg a kártyák között és kattints rá!
Három.

VA02



6 2 3 9



Mondok egy számok. Keresd meg a kártyák között és kattints rá!
Kilenc.




VA03



21 12 17 14



Mondok egy számok. Keresd meg a kártyák között és kattints rá!
Tizenkettő.

<p style="text-align: center;">VA04</p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px;">  <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px 15px; text-align: center;">85</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px 15px; text-align: center;">53</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px 15px; text-align: center;">58</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px 15px; text-align: center;">56</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px 15px; text-align: center;">←</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px 15px; text-align: center;">→</div> </div> </div>	<p>Mondok egy számok. Keresd meg a kártyák között és kattints rá! Ötvennyolc.</p>
<p style="text-align: center;">VA05</p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px;">  <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px 15px; text-align: center;">104</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px 15px; text-align: center;">400</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px 15px; text-align: center;">140</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px 15px; text-align: center;">170</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px 15px; text-align: center;">←</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px 15px; text-align: center;">→</div> </div> </div>	<p>Mondok egy számok. Keresd meg a kártyák között és kattints rá! Száznegyven.</p>
<p style="text-align: center;">VA06</p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px;">  <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px 15px; text-align: center;">163</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px 15px; text-align: center;">763</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px 15px; text-align: center;">433</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px 15px; text-align: center;">768</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px 15px; text-align: center;">←</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px 15px; text-align: center;">→</div> </div> </div>	<p>Mondok egy számok. Keresd meg a kártyák között és kattints rá! Hétszázhatvanhárom.</p>

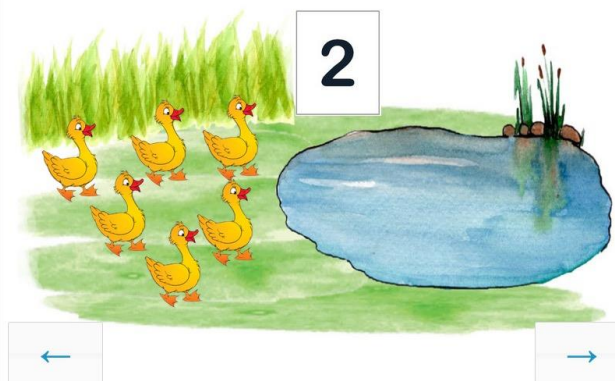
AM

AM01



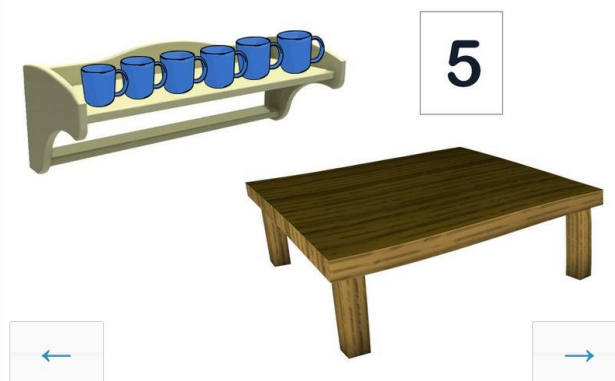
A kártyán egy számot láatsz. Húzz annyi radírt a tolltartóba, amennyit a kártyán lévő szám mutat!

AM02







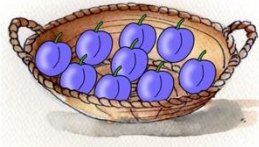


A kártyán egy számot láatsz. Húzz annyi kacsát a tóra, amennyit a kártyán lévő szám mutat!

AM03

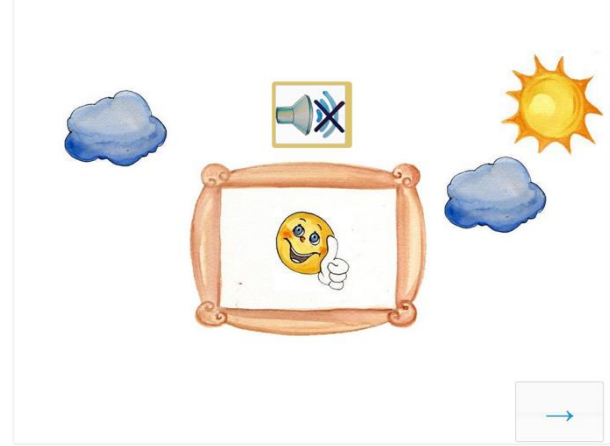




A kártyán egy számot láatsz. Húzz annyi bögrét az asztalra, amennyit a kártyán lévő szám mutat!







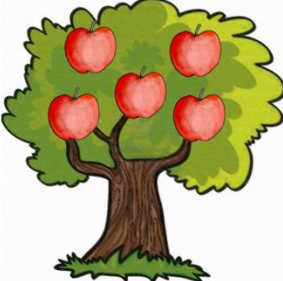








<p style="text-align: center;">AM04</p>   <p style="text-align: center;">7</p>  	<p>A kártyán egy számot látsz. Húzz annyi golyót a tálcára, amennyit a kártyán lévő szám mutat!</p>
<p style="text-align: center;">MA01</p>   <p style="text-align: center;">7 2 4 3</p>  	<p>Kattints arra a számra, ahány alma van a kosárban!</p>
<p style="text-align: center;">MA02</p>   <p style="text-align: center;">6 4 3 5</p>  	<p>Kattints arra a számra, ahány körte van a kosárban!</p>


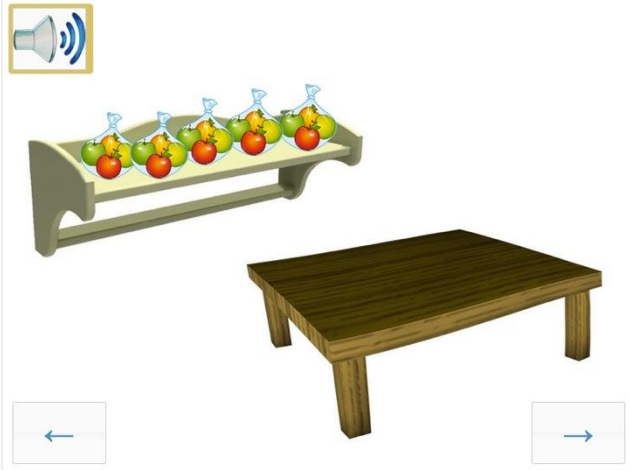

<p style="text-align: center;">MA03</p> <div style="display: flex; align-items: center;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">5</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">7</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">6</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">4</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">←</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">→</div> </div>	<p>Kattints arra a számra, ahány barack van a kosárban!</p>
<p style="text-align: center;">MA04</p> <div style="display: flex; align-items: center;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">7</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">9</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">8</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">6</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">←</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">→</div> </div>	<p>Kattints arra a számra, ahány szilva van a kosárban!</p>
<p style="text-align: center;">THE END</p> <div style="display: flex; align-items: center;">   </div> <p style="margin-top: 10px;">Eredmény: 55%</p>	<p>A játék végéhez értél, köszönjük, hogy velünk tartottál! A játékban annál ügyesebb voltál, minél több lufit látsz malacka fölött!</p>

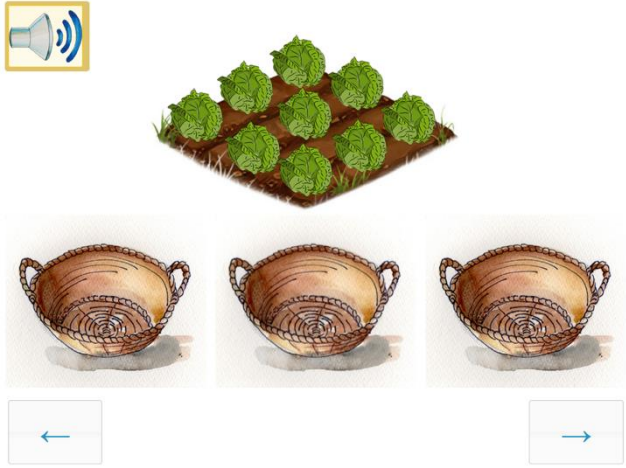

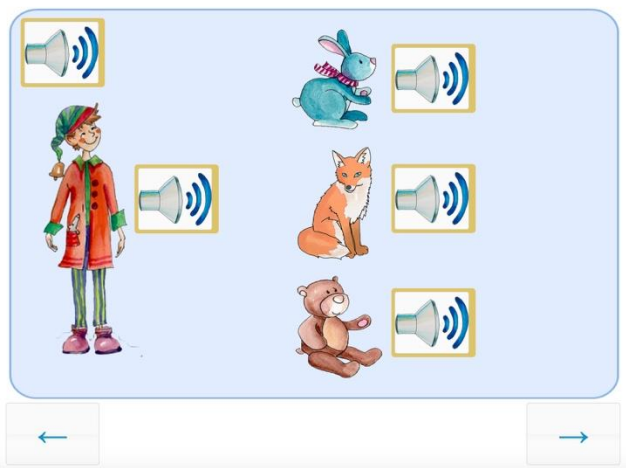
2. Melléklet. Korai numerikus készségek teszt – 2. tesztváltozat

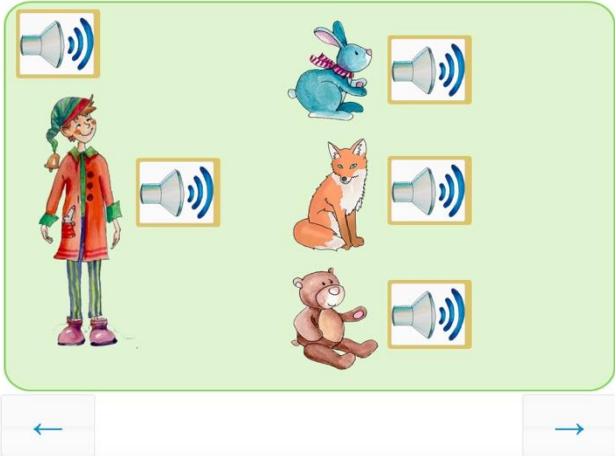

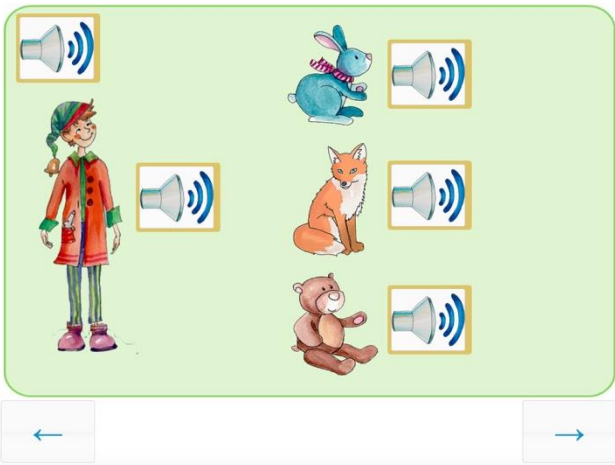
INTRO	
	<p>Kérlek játssz velem! Ha az egerrel a hangszóróra kattintasz, megtudod, mit kell tenned. Ha befejeztél egy játékot, akkor kattints a nyílra! Ha túl hangos, vagy túl halk a hangom, kérd meg a teremben lévő felnőttet, hogy segítsen beállítani. Ha jól hallod a hangomat, akkor kattints a nyílra!</p>
	<p>A képernyő tetején lévő narancssárga csík azt mutatja, hogy hol tartasz a játékban. Nagyon fontos, hogy mindig figyelmesen hallgasd meg. Hogy mi a feladat. A feladatokat többször is meghallgathatod, ehhez a hangszóróra kell kattintanod. Kezdjük el a játékot. Kattints a nyílra!</p>
	<p>Fiú vagy lány vagy? Kattints rá a megfelelő képre, majd a nyílra!</p>



BASIC COUNTING Elemi Műveletvégzés		
BC01		
<div style="text-align: center;">      </div>		Húzz két káposztát a nyuszi tányérjára!
BC02		
<div style="text-align: center;">      </div>		Húzz három süteményt a tányérra!
BC03		
<div style="text-align: center;">      </div>		Húzz hat szilvát a tányérra!

<p style="text-align: center;">BC04</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	<p>A kosárban most két alma van. Húzz annyi almát a kosárba, hogy összesen öt legyen benne!</p>
<p style="text-align: center;">BC05</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	<p>A kosárban most négy alma van. Húzz még annyi almát a kosárba, hogy összesen nyolc legyen benne!</p>
<p style="text-align: center;">BC06</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	<p>A szőnyegen három kisautó van. Húzz annyit a polcra, hogy kettő maradjon a szőnyegen!</p>

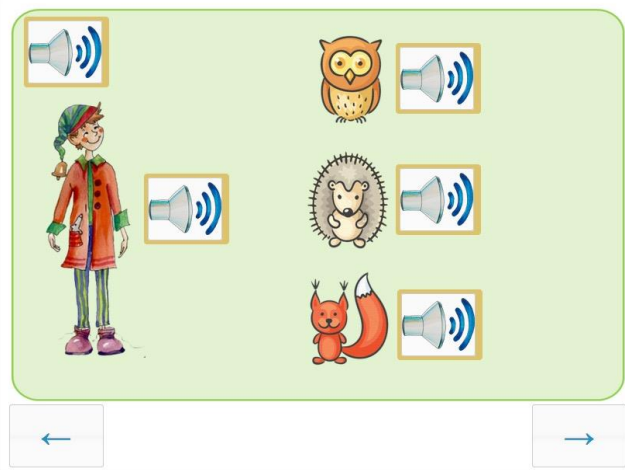
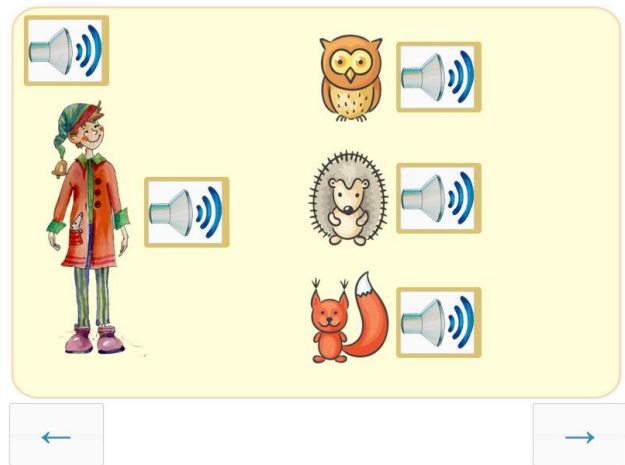
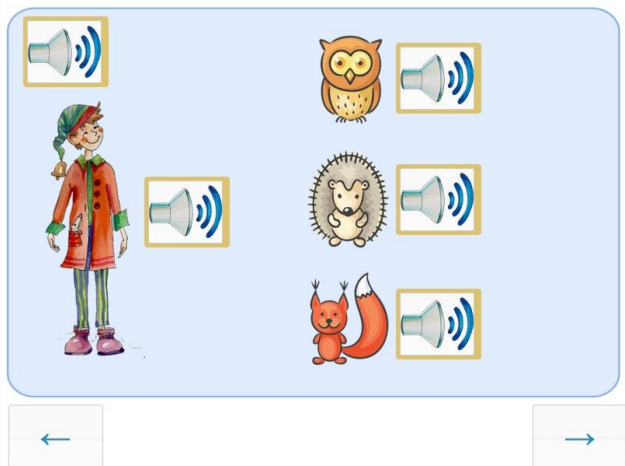
<p style="text-align: center;">BC07</p> 	<p>A szőnyegen most öt kisautó van. Húzz annyit a polcra, hogy három maradjon a szőnyegen!</p>
<p style="text-align: center;">BC08</p> 	<p>Főzéshez készülődünk. Egy zacskóban négy alma van. Húzz az asztalra annyi zacskót, hogy összesen tizenkét alma legyen rajta!</p>
<p style="text-align: center;">BC09</p> 	<p>Most gyöngyfűzéshez készülődünk. Egy csomagban tíz gyöngy van. Húzz az asztalra annyi csomagot, hogy összesen negyven gyöngy legyen rajta!</p>

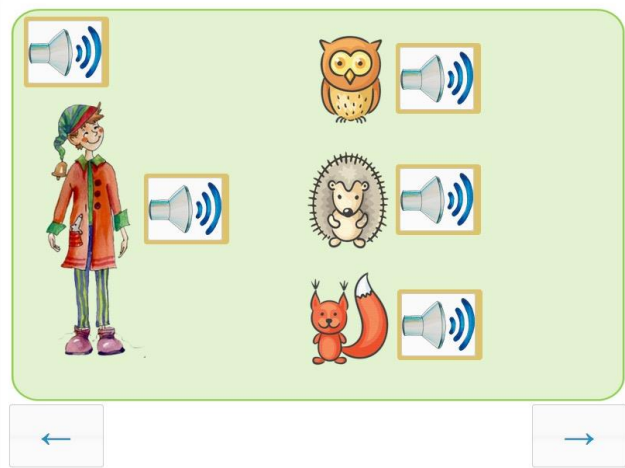
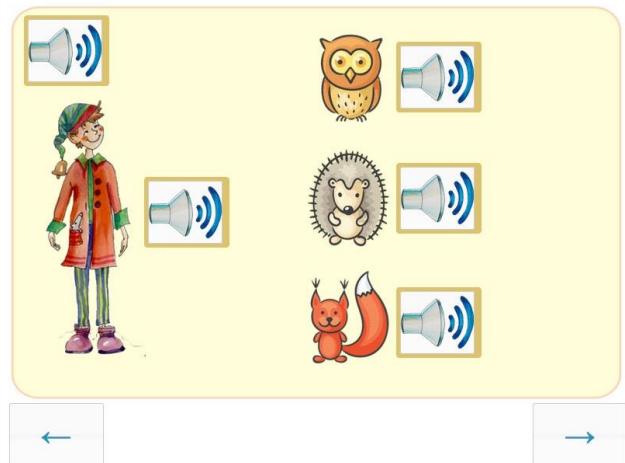
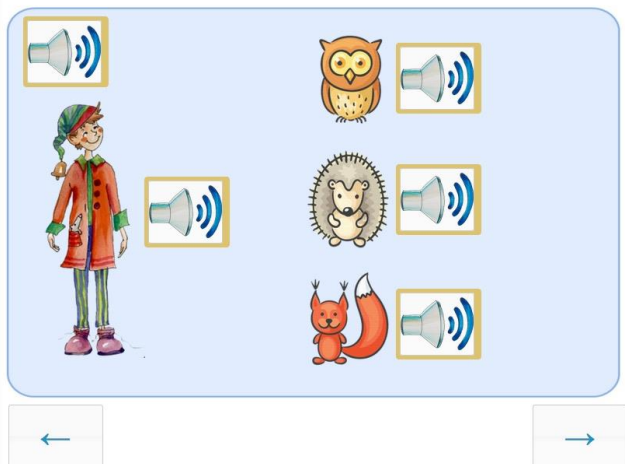
<p style="text-align: center;">BC10</p> 	<p>Oszd szét a káposztákat! Mindhárom kosárban ugyanannyi legyen!</p>
<p style="text-align: center;">BC11</p> 	<p>Oszd szét a golyókat! Mindegyik tálcára ugyanannyi golyó kerüljön!</p>
<p style="text-align: center;">BC12</p> 	<p>Segíts Petinek eldönteni, hogy melyik állat válaszol helyesen egy kérdésre! Ha egy állat melletti hangszóra kattintasz, akkor meghallasz egy lehetséges választ a kérdésre. Hallgasd végig a válaszokat és kattints rá arra az állatra, aki helyesen válaszolt! A kérdés a következő. Nekem egy játékom van, neked két játékod van. Mennyi játékok van összesen? Kettő. Három. Négy.</p>

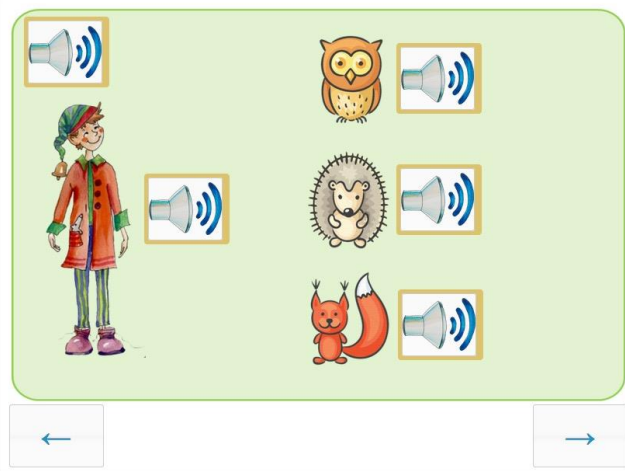
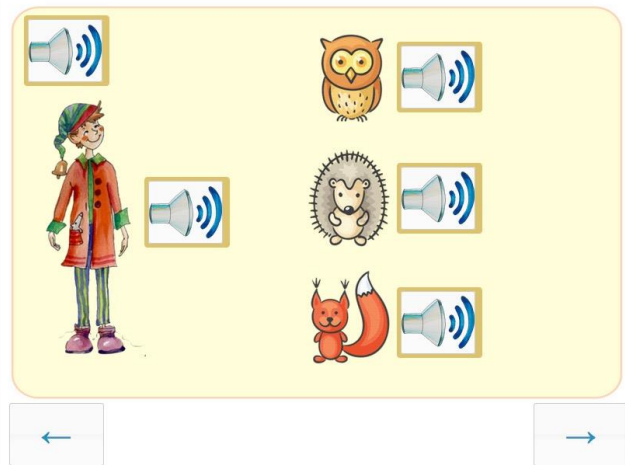
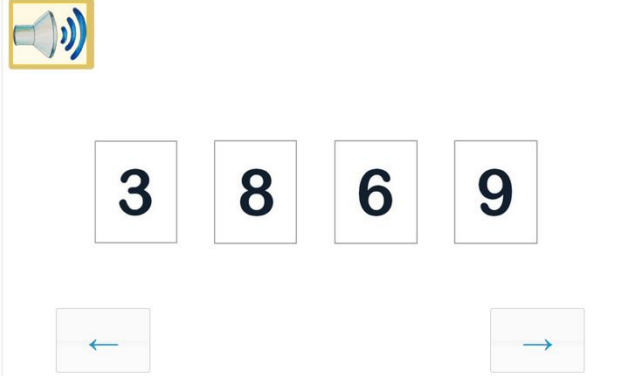
<p style="text-align: center;">BC13</p> 	<p>Segíts Petinek eldönteni, hogy melyik állat válaszol helyesen egy kérdésre! Ha egy állat melletti hangszóróra kattintasz, akkor meghallasz egy lehetséges választ a kérdésre. Hallgasd végig a válaszokat és kattints rá arra az állatra, aki helyesen válaszolt! A kérdés a következő: Katinak két ceruzája van, Ferinek három ceruzája van. Mennyi ceruzájuk van összesen? Öt. Hat. Hét.</p>
<p style="text-align: center;">BC14</p> 	<p>Segíts Petinek eldönteni, hogy melyik állat válaszol helyesen egy kérdésre! Ha egy állat melletti hangszóróra kattintasz, akkor meghallasz egy lehetséges választ a kérdésre. Hallgasd végig a válaszokat és kattints rá arra az állatra, aki helyesen válaszolt! A kérdés a következő: Három sütim volt, ebből egyet megettem. Mennyi sütim maradt? Kettő. Három. Négy.</p>
<p style="text-align: center;">BC15</p> 	<p>Segíts Petinek eldönteni, hogy melyik állat válaszol helyesen egy kérdésre! Ha egy állat melletti hangszóróra kattintasz, akkor meghallasz egy lehetséges választ a kérdésre. Hallgasd végig a válaszokat és kattints rá arra az állatra, aki helyesen válaszolt! A kérdés a következő: Öt gyerek volt egy szobában, ebből kiment kettő. Mennyi gyerek maradt a szobában? Négy. Hét. Három.</p>




<p style="text-align: center;">BC16</p> 	<p>Segíts Petinek eldönteni, hogy melyik állat válaszol helyesen egy kérdésre! Ha egy állat melletti hangszóra kattintasz, akkor meghallasz egy lehetséges választ a kérdésre. Hallgasd végig a válaszokat és kattints rá arra az állatra, aki helyesen válaszolt! A kérdés a következő: A gyerekek hárman vannak, mindenkinek kettő labdája van. Mennyi labdájuk van összesen? Négy. Öt. Hat</p>
<p style="text-align: center;">BC17</p> 	<p>Segíts Petinek eldönteni, hogy melyik állat válaszol helyesen egy kérdésre! Ha egy állat melletti hangszóra kattintasz, akkor meghallasz egy lehetséges választ a kérdésre. Hallgasd végig a válaszokat és kattints rá arra az állatra, aki helyesen válaszolt! A kérdés a következő: Peti születési tortáját 8 szeletre vágtuk. Minden gyereknek egyformán kettő jut. Mennyi gyerek van összesen? Kettő. Négy. Hat.</p>




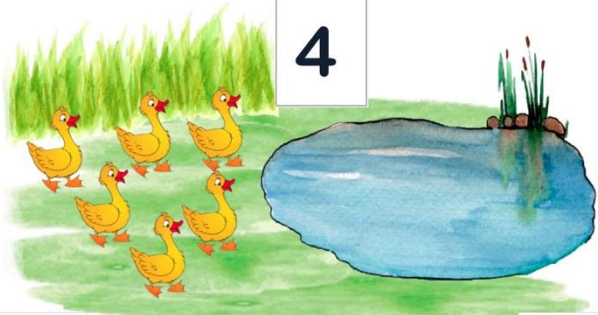
NUMBER WORD SEQUENCE Elemi számlálás	
NW01	
	<p>Segítség megtalálni, hogy melyik állat folytatja helyesen a számlálást! A számlálást mindig Peti kezdi. Ha egy állat melletti hangszóróra kattintasz, akkor meghallod, hogy ő hogyan folytatja a számlálást. Kattints rá arra az állatra, aki helyesen folytatta a számlálást! Figyelj, Peti most kezdi a számlálást! 1, 2, 3, 4, 5, 6 ...</p> <p>7,8,10,12. 7,8,9,10. 7,5,3,1.</p>
NW02	
	<p>Segítség megtalálni, hogy melyik állat folytatja helyesen a számlálást! A számlálást mindig Peti kezdi. Ha egy állat melletti hangszóróra kattintasz, akkor meghallod, hogy ő hogyan folytatja a számlálást. Kattints rá arra az állatra, aki helyesen folytatta a számlálást! Figyelj, Peti most kezdi a számlálást! 16, 17, 18 ...</p> <p>19, 20, 21. 19, 30, 31. 28, 38, 48.</p>
NW03	
	<p>Kattints rá arra az állatra, aki helyesen folytatta a számlálást! Figyelj, Peti most kezdi a számlálást! 46, 47, 48 ...</p> <p>49, 40, 41. 49, 50, 51. 49, 60, 61.</p>

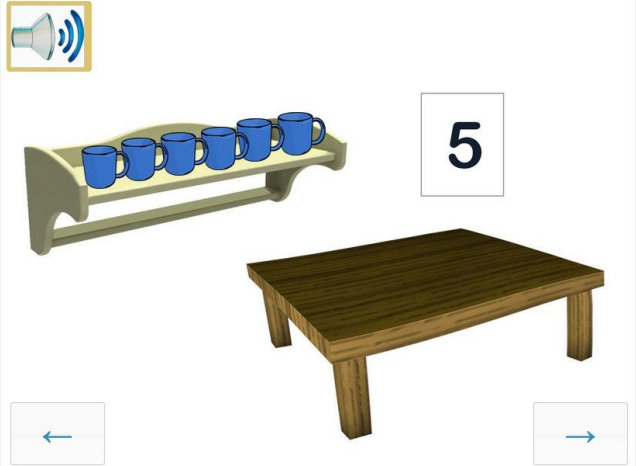
<p style="text-align: center;">NW04</p> 	<p>Kattints rá arra az állatra, aki helyesen folytatta a számolást! Figyelj, Peti most kezdi a számolást! 96, 97, 98 ...</p> <p>99,100,200. 99,100,101. 99,90,91.</p>
<p style="text-align: center;">NW05</p> 	<p>Kattints rá arra az állatra, aki helyesen folytatta a számolást! Figyelj, Peti most kezdi a számolást! 496,497,498 ...</p> <p>499,600,601 499,400,401. 499,500,501.</p>
<p style="text-align: center;">NW06</p> 	<p>Kattints rá arra az állatra, aki helyesen folytatta a számolást! Figyelj, most Peti visszafelé számol! 6,5,4 ...</p> <p>3,4,5. 3,1,0. 3,2,1.</p>






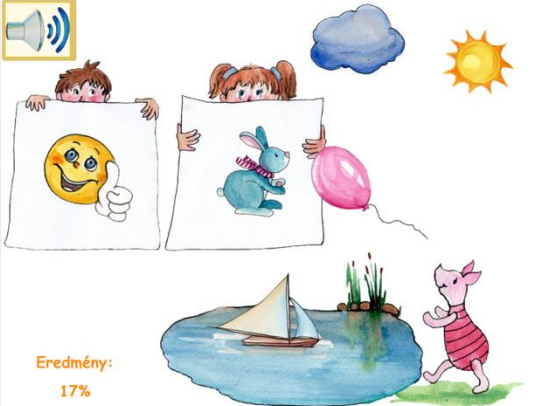
<p style="text-align: center;">NW07</p> 	<p>Kattints rá arra az állatra, aki helyesen folytatta a számolást! Figyelj, most Peti visszafelé számol! 14,13,12 ...</p> <p>11,10,9. 10,9,8. 11,10,8.</p>
<p style="text-align: center;">NW08</p> 	<p>Kattints rá arra az állatra, aki helyesen folytatta a számolást! Figyelj, most Peti visszafelé számol! 54,53,52 ...</p> <p>51,50,40. 51,50,39. 51,50,49.</p>
<p style="text-align: center;">NW09</p> 	<p>Kattints rá arra az állatra, aki helyesen folytatta a számolást! Figyelj, most Peti visszafelé számol! 104,103,102 ...</p> <p>101,100,200. 101,100,99. 101,100,80.</p>

<p style="text-align: center;">NW10</p> 	<p>Kattints rá arra az állatra, aki helyesen folytatta a számolást! Figyelj, most Peti párosával számol! 2, 4, 6 ..</p> <p>8, 10, 14. 8, 10, 12. 8, 9, 10.</p>
<p style="text-align: center;">NW11</p> 	<p>Kattints rá arra az állatra, aki helyesen folytatta a számolást! Figyelj, most Peti ötösével számol! 5, 10, 15 ...</p> <p>20, 25, 30. 20, 25, 35. 20, 22, 25.</p>
<p>NUMERAL RECOGNITION AND MAGNITUDES -Arab számok és mennyiségek</p>	
<p style="text-align: center;">VA01</p> 	<p>Mondok egy számok. Keresd meg a kártyák között és kattints rá! Három.</p>

<p style="text-align: center;">VA02</p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; margin: 10px;">  <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 20px 0;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; width: 40px; text-align: center;">6</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; width: 40px; text-align: center;">2</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; width: 40px; text-align: center;">3</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; width: 40px; text-align: center;">9</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">←</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">→</div> </div> </div>	<p>Mondok egy számok. Keresd meg a kártyák között és kattints rá! Kilenc.</p>
<p style="text-align: center;">VA03</p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; margin: 10px;">  <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 20px 0;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; width: 60px; text-align: center;">21</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; width: 60px; text-align: center;">12</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; width: 60px; text-align: center;">17</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; width: 60px; text-align: center;">14</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 60px; text-align: center;">←</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 60px; text-align: center;">→</div> </div> </div>	<p>Mondok egy számok. Keresd meg a kártyák között és kattints rá! Tizenkettő.</p>
<p style="text-align: center;">VA04</p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; margin: 10px;">  <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 20px 0;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; width: 60px; text-align: center;">85</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; width: 60px; text-align: center;">53</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; width: 60px; text-align: center;">58</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 10px; width: 60px; text-align: center;">56</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 60px; text-align: center;">←</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 60px; text-align: center;">→</div> </div> </div>	<p>Mondok egy számok. Keresd meg a kártyák között és kattints rá! Ötvennyolc.</p>

<p style="text-align: center;">VA05</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">104</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">400</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">140</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">404</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">←</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">→</div> </div>	<p>Mondok egy számok. Keresd meg a kártyák között és kattints rá! Száznegyven.</p>
<p style="text-align: center;">VA06</p>  <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">163</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">763</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">433</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">768</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">←</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">→</div> </div>	<p>Mondok egy számok. Keresd meg a kártyák között és kattints rá! Hétszázhatvanhárom.</p>
<p style="text-align: center;">AM01</p>  <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30px; display: inline-block;">4</div> </div>  <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">←</div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: 40px; text-align: center;">→</div> </div>	<p>A kártyán egy számot látsz. Húzz annyi kacsát a tóra, amennyit a kártyán lévő szám mutat!</p>

<p style="text-align: center;">AM02</p> 	<p>A kártyán egy számot látsz. Húzz annyi bögrét az asztalra, amennyit a kártyán lévő szám mutat!</p>
<p style="text-align: center;">AM03</p> 	<p>A kártyán egy számot látsz. Húzz annyi golyót a tálcára, amennyit a kártyán lévő szám mutat!</p>
<p style="text-align: center;">MA01</p> 	<p>Kattints arra a számra, ahány körte van a kosárban!</p>

MA02		
  <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30px; text-align: center;">5</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30px; text-align: center;">7</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30px; text-align: center;">6</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30px; text-align: center;">4</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> ← → </div>		Kattints arra a számra, ahány barack van a kosárban!
MA03		
  <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30px; text-align: center;">7</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30px; text-align: center;">9</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30px; text-align: center;">8</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 30px; text-align: center;">6</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> ← → </div>		Kattints arra a számra, ahány szilva van a kosárban!
THE END		
  <p>Eredmény: 17%</p>		A játék végéhez értél, köszönjük, hogy velünk tartottál! A játékban annál ügyesebb voltál, minél több lufit látsz malacka fölött!

3. Melléklet. 1. évfolyam végi matematika teszt

Bevezetés – számítógéphasználat	
<p style="text-align: center;">Azonosító oldal</p>  <p style="text-align: center;">Szegedi Iskola Longitudinális Program MTA-SZTE Képességfejlesztési Kutatócsoport 6722 Szeged, Petőfi Sándor sgt. 30-34.</p> <p style="text-align: center;">Matematika / 1. évfolyam</p> <p style="text-align: center;">Kérjük, írja be a tanuló mérési azonosítóját, majd kattintson a Belépés gombra!</p> <p style="text-align: center;">Mérési azonosító: <input type="text"/></p> <p style="text-align: center;">Belépés</p> 	<p style="text-align: center;">Bevezető</p>  <p style="text-align: center;">Matematika teszt</p>  <p style="text-align: right;">5+15=?</p> <p style="text-align: center;">Kedves Diák!</p> <p>A következőkben feladatokat kapsz. A feladatok meghallgatásához kattints a hangszóróképre! </p> <p>Nagyon fontos, hogy mindig figyelmesen hallgasd meg, hogy mi a feladat. A továbblépéshez kattints a Tovább gombra! Kattints a tovább gombra!</p> <p style="text-align: right;">Tovább </p>
<p style="text-align: center;">Bevezető folytatás</p>  <p style="text-align: center;">Matematika teszt</p>  <p style="text-align: right;">5+15=?</p> <p>FONTOS tudnod, hogy a képernyő tetején lévő narancssárga csík azt jelzi, hogy hol tartasz a feladatok megoldásában.</p> <p style="text-align: center;">Kezdjük el a feladatok megoldását! Kattints a Tovább gombra!</p> <p style="text-align: right;">Tovább </p>	<p style="text-align: center;">Kattintás</p> <p style="text-align: center;">Fiú vagy lány vagy? Kattints rá a megfelelő képre, majd a nyírral!</p>  <p style="text-align: right;"></p>
<p style="text-align: center;">Vonzolás (drag and drop)</p> <p> Csatlakoztasd a vagonat a mozdonyhoz! Kattints a vagonra, majd húzd rá a fekete körrel!</p>  <p style="text-align: right;">Tovább </p>	<p style="text-align: center;">Vonzolás (újra)</p> <p> Ez most sajnos nem sikerült. Próbáld meg még egyszer! Csatlakoztasd a vagonat a mozdonyhoz! Kattints a vagonra, majd húzd rá a fekete körrel!</p>  <p style="text-align: right;">Tovább </p>

Matematika – tantárgyi dimenzió

MD111004

Figyeld meg az állatokat és válaszolj a kérdésekre!



- Melyik áll a sorban a 4. helyen?
- Ki a 7. állat szomszédja?
- Melyikük áll kettővel előrébb, mint a csirke?
- Melyikük az 5. a sorban visszafelé haladva?

MD112004

A színes pöttyök a gyerekek dobásait jelölik.

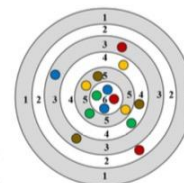
Kattints annak a gyerekeknek a nevére, aki a legkevesebb pontot érte el!

Ki ért el több pontot?

Emma vagy Máté:

Bori vagy Dani:

Lackó vagy Bori:



Máté
Lackó
Bori
Emma
Dani

Igaz vagy hamis? Jelöld I vagy H betűvel!

Mátének 1-gyel több pontja van, mint Lackónak.

Lackónak 3-mal több pontja van, mint Daninak.

MD121002

Három gyerek töltötte ki a gépes játékhoz tartozó táblázatot. Egészítsd ki Máté és Dani táblázatát!

Máté		6	9	3	8
		12	9	15	
Dani		6	9	3	
		12	18	6	8
Bori		6	9	3	8
		12	15	9	14



Válaszd ki, melyik szabály alapján dolgoztak a gyerekek! Húzd a nevük mellé a megfelelő szabályt!

Máté

Dani

MD134004

A képen sakkbábukat láthatsz a nevükkel együtt. Figyeld meg őket jól és válaszolj a kérdésekre!



Melyik a legalacsonyabb bábu?

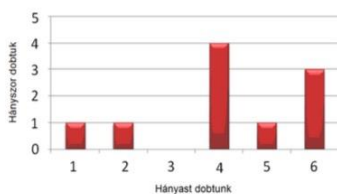
Melyik a legmagasabb bábu?

Magasság szerint melyik bábu van a bástya és a futó között?

Állítsd nagyság szerint CSÖKKENŐ sorrendbe a bábukat!

MD142002

1-től 6-ig számozott szabályos dobókockával tízszer dobtunk, majd a dobásokról grafikont készítettünk.



Melyik számot dobtuk a legtöbbször?

Melyik számot dobtuk háromszor?

Melyik számot nem dobtuk egyszer sem?

Hányszor dobtunk 5-öt?

Matematika – alkalmazási dimenzió

MA113008

Zsoltinak kishúga született. Megtudod a nevét, ha növekvő rendbe rakod az eredményeket és így olvasod össze az eredmények után álló betűket!

a) Írd be az eredményeket!

$12 + 3 =$ G
 $17 - 6 =$ I
 $19 - 9 =$ V
 $16 - 3 =$ R
 $18 - 4 =$ Á

b) Írd a keretbe Zsolti kishúgának a nevét!

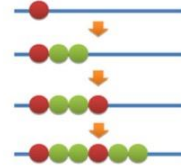
Zsolti kishúgának a neve:

[Vissza](#)

[Tovább](#)

MA122002

Anita gyöngyökből karkötőt készít barátnőjének a következő módon. Amikor elkészül, 12 darab gyöngyből áll a karkötő.



a) Hány darab piros gyöngyöt használt fel Anita? Írd be a megfelelő számot!

darab piros gyöngy kell a karkötőhöz.

b) Milyen színű lesz az utolsó gyöngy, amit felfűz Anita? Kattints a képére!



[Vissza](#)

[Tovább](#)

MA123005

A tornán három fiút tornasorba nagyság szerint állított a tanár néni. A legmagasabb Peti. Tibi nem kisebb, mint Laci. A legördülő menüből válaszd ki a fiúk nevét!

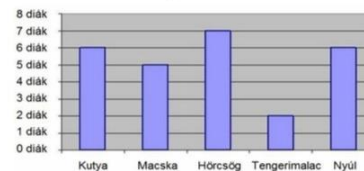


[Vissza](#)

[Tovább](#)

MA141004

A tanító néni megkérdezte a gyerekeket, hogy kinek melyik állat a kedvence az alábbiak közül: kutya, macska, hörcsög, tengerimalac, nyúl. A gyerekek válaszaiból az alábbi diagramot készítette.



Add meg a táblázatban, hogy melyik állat hány gyereknek a kedvence!

Kutya	Macska	Hörcsög	Tengerimalac	Nyúl
<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>	<input style="width: 30px;" type="text"/>

[Vissza](#)

[Tovább](#)

MA142004

A képen látható léggömbök közül az egyik színójrát elvágtuk és a léggömb elrepült.



Olvasd el az elrepült léggömbre vonatkozó állításokat! Válaszd ki a megfelelő válaszokat!

A léggömb nem piros volt.

A léggömb kék volt.

A léggömb fekete volt.

A léggömb lila volt.


A léggömb színes volt.

[Vissza](#)

[Tovább](#)





Matematika – gondolkodási dimenzió

MG111540

 Zsuzsi az édesanyja születésnapjára rózsacsokrot vásárol. Elhatározza, hogy **öt piros és négy fehér rózsát** rakat a csokorba.



Döntsd el az alábbi csokrokról, hogy Zsuzsi megvásárolja-e! Kattintással válaszd!

-  A csokorban öt piros és négy fehér róza van. IGEN NEM
-  A csokorban öt piros róza és nem négy fehér róza van. IGEN NEM
-  A csokorban nem öt piros róza és nem négy fehér róza van. IGEN NEM
-  A csokorban nem öt piros róza és nem négy fehér róza van. IGEN NEM

Vissza

Tovább

MG12599

 Az első osztályos gyerekek azt a feladatot kapták, hogy **VAGY A PÁROS SZÁMOKAT, VAGY A PÁRATLAN SZÁMOKAT RAKJÁK KI.** Kattintással jelöld a helyes választ!

-  A gyerekek kirakták a páros számokat és kirakták a páratlan számokat. Jól végezték el a feladatot. Nem jól végezték el a feladatot.
-  A gyerekek kirakták a páros számokat, viszont nem rakták ki a páratlan számokat. Jól végezték el a feladatot. Nem jól végezték el a feladatot.
-  A gyerekek nem rakták ki a páros számokat, viszont kirakták a páratlan számokat. Jól végezték el a feladatot. Nem jól végezték el a feladatot.
-  A gyerekek nem rakták ki a páros számokat és nem rakták ki a páratlan számokat. Jól végezték el a feladatot. Nem jól végezték el a feladatot.

Vissza

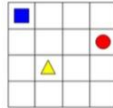
Tovább

MG133595

 A gyerekek a táblázat és a logikai lapok segítségével az irányokat gyakorolták. Az alábbi feladatot kapták:

TEGYETEK A HÁROMSZÖG FÖLÉ NÉGYZETET, ALÁ KÖRT!

Olvasd el a következő állításokat! Kattintással jelöld a helyes választ!



-  Tettek a háromszög fölé négyzetet és tettek a háromszög alá kört. Teljesítették a kérdést. Nem teljesítették a kérdést.
-  Tettek a háromszög fölé négyzetet és nem tettek a háromszög alá kört. Teljesítették a kérdést. Nem teljesítették a kérdést.
-  Nem tettek a háromszög fölé négyzetet és tettek a háromszög alá kört. Teljesítették a kérdést. Nem teljesítették a kérdést.
-  Nem tettek a háromszög fölé négyzetet és nem tettek a háromszög alá kört. Teljesítették a kérdést. Nem teljesítették a kérdést.

Vissza

Tovább

Záró képernyő



Eredmény:
100%

4. Melléklet. Szülői beleegyező nyilatkozatok

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
Neveléstudományi Doktori Iskola

6722 Szeged, Petőfi Sgt. 30-34.
Tel.: +36-62-343-281
Home: <http://www.edu.u-szeged.hu/phd/>



RAUSCH ATTILA
egyetemi tanársegéd, doktorjelölt

Tel.: +36-20-535-14-37
E-mail: rausch@edu.u-szeged.hu
Home: <http://www.edu.u-szeged.hu/phd/people/rausch>

Beleegyező nyilatkozat

Kijelentem, hogy az Szegedi Tudományegyetem Oktatáselméleti Kutatócsoport által végzendő óvodai mérés-értékelési folyamatot kiegészítő, számolási készségeket felmérő vizsgálatban engedélyezem gyermekem részvételét.

Tudomásul veszem, hogy a gyermekem azonosítására alkalmas személyi adatokat bizalmasan kezelik. Hozzájárulok ahhoz, hogy a vizsgálat során a felvett, gyermekem azonosítására nem alkalmas adatok más kutatók számára is hozzáférhetőek legyenek.

Továbbá nyilatkozok arról, hogy engedélyezem-e a SZTE Oktatáselméleti Kutatócsoportjának munkatársai számára kép- és hangfelvétel készítését gyermekemről, mely magát a tesztelést és annak menetét szemlélteti. A kutatócsoport az elkészült felvételeket kizárólag a gyermekek számítógép alapú tesztelésen szerzett élményeit kívánja szemléltetni konferencia előadások alkalmával, azok sem webes, sem kiadvány formájában nem jelennek meg nyilvánosan.

Fenntartom a jogot arra, hogy a vizsgálat során annak folytatásától bármikor elállhassak.

Alulírott beleegyezem, hogy gyermekem részt vegyen az óvodai méréseken.

Ezen felül hozzájárulok, hogy gyermekemről kép és hangfelvétel készüljön a mérés során. Igen / Nem (a megfelelő aláhúzendó)

Gyermek neve:

Születési dátuma:

Kecskemét, 2016. november 29.

.....
aláírás



SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
OKTATÁSELMÉLETI KUTATÓCSOPORT
TÁMOP 3.1.9-11/1-2012-0001
DIAGNOSZTIKUS MÉRÉSEK FEJLESZTÉSE



Beleegyző nyilatkozat

Kijelentem, hogy a SZTE Oktatáselméleti Kutatócsoport által végzendő, az óvodai mérés-értékelési folyamatot kiegészítő online tesztekben engedélyezem gyermekem részvételét. A vizsgálat jellegéről annak megkezdése előtt kielégítő tájékoztatást kaptam.

Tudomásul veszem, hogy a gyermekem azonosítására alkalmas személyi adatokat bizalmasan kezelik. Hozzájárulok ahhoz, hogy a vizsgálat során a felvett, gyermekem azonosítására nem alkalmas adatok más kutatók számára is hozzáférhetőek legyenek.

A méréshez való hozzájárulás jeleként kitöltöttem a dokumentum következő oldalán lévő táblázatot, melyben rögzíttem gyermekem csoportját, nevét és születési dátumát.

A táblázatban igen (I) vagy nem (N) jelzést teszek arra vonatkozóan, hogy engedélyezem-e a Szegedi Tudományegyetem Oktatáselméleti Kutatócsoportjának munkatársai számára kép és hangfelvétel készítését gyermekemről, mely magát a tesztelést és annak menetét szemlélteti.

Az Oktatáselméleti Kutatócsoport az elkészült felvételeket kiadványokhoz, webes megjelenésekhez kizárólag nonprofit módon használja fel. A felvételek alapján készült videókkal, kiadványokkal a kutatócsoport szemléltetni kívánja a gyermekek számítógép alapú tesztelésen szerzett élményeit.

Email címemre rövid időn belül a kutatócsoport egy háttérkérdőívet küld, melybe gyermekem azonosítójával fogok tudni belépni. A háttérkérdőívben anonim módon olyan háttéradatokat adok meg, melyek kapcsolatba hozhatók gyermekem teszten nyújtott teljesítményével.

Fenntartom a jogot arra, hogy a vizsgálat során annak folytatásától bármikor elállhassak.

Tudomásul veszem, hogy a vizsgálat eredményéről külön laboratóriumi lelet, orvosi zárójelentés nem készül.

Kelt: Szeged, 2015. december 22.

SZTE Oktatáselméleti Kutatócsoport
6722 Szeged, Petőfi S. sgt. 30-34.
Tel., fax: (62) 544 354
Web: www.u-szeged.hu/ok



Csoport	Név	Születési dátum	Vágókép készítésébe történő beleegyezés (I/N)	A szülő email címe	A szülő aláírása
pl. Mackó	pl. Teszt Elek	pl. 2011.04.08.	pl. I	pl. elek@elek.hu	

5. Melléklet. Mérési útmutató – iskolai mérés



MTA-SZTE Képességfejlődés Kutatócsoport

Research Group on the Development of Competencies



H-6722 Szeged, Petőfi Sándor sgt. 30–34. Tel./ Fax: 36/62-544-354 www.edu.u-szeged.hu/kkcs e-mail: longi@edu.u-szeged.hu

MÉRÉSI ÚTMUTATÓ az ONLINE ISKOLAKEZDÉS MÉRŐESZKÖZCSOMAG felvételéhez

Kedves Kapcsolattartó Kolléga!

Örömmel szolgál, hogy az Ön iskolája is bekapcsolódott az MTA-SZTE Képességfejlődés Kutatócsoport Szegedi Iskolai Longitudinális Programjába. A követő mérési ciklus a sikeres iskolakezdéshez szükséges előkészítések fejlettségének felmérésével indul. A vizsgált képességekkel, az egyes tesztekkel kapcsolatos kérdéseire a területek szakmai felelősei válaszolnak. Az ő elérhetőségüket és a tesztek mintafeladatokkal illusztrált rövid bemutatását a csatolt „*Online iskolakezdés mérőeszközcsomag*” fájlban találja.

A mérések számítógép segítségével, online, az eDia (www.edia.hu) rendszeren keresztül zajlanak. A mérőeszközcsomag HAT tesztből áll, amelyeket a tanulók életkori sajátosságai miatt öt mérési időpontban vesszük fel. Ahhoz, hogy pontos képet kapjunk a tanulók képességeinek fejlettségéről, feltétlenül szükség van a táblázatban található első négy teszt felvételére. A zenei képességek mérését a csatolt leírásban olvasható okok miatt javasoljuk.

A tesztek javasolt sorrendjét és elérhetőségét az alábbi táblázat mutatja.

Mérési sorrend	Mért terület	A tesztek elérhetősége
1. alkalom	Számítógépesegér-használat Induktív gondolkodás	edia.hu/longind
2. alkalom	Olvásás előkészítései	edia.hu/longolv
3. alkalom	Matematikatanulás előkészítései	edia.hu/longmat
4. alkalom	Feladattartás	edia.hu/longftart
5. alkalom	Zenei képességek	edia.hu/longzene

A tesztek elején két-két játékos próbafeladat van, amelyek a ráhangolódást, az egér kezelését, a válaszadás technikájának a felelevenítését szolgálják. A tesztek úgynevezett hangos feladatokból állnak. Minden feladatban egy narrátor elmondja, mit kell tenniük a tanulónak (A képernyőn a feladatok szöveges formában nem jelennek meg.). Mivel az utasítások előre rögzítettek, minden gyermek a saját tempójában haladhat a teszt kitöltésével. – Az instrukciókat közlő narráció automatikusan indul minden feladat esetében. Vannak feladatok, amelyekben a tanulók többször meghallgathatják az utasításokat, vannak, amelyekben nem. Az erre vonatkozó információkat a tesztekhez tartozó adatfelvételi útmutatások tartalmazzák.

A tesztek szakaszokra bontottunk. Egy-egy szakasz végén a tanulók felállhatnak, ha kéri, kimehetnek a mosdóba. Az ezeket a pontokat jelző képernyőképet az egyes tesztekhez tartozó adatfelvételi útmutatások tartalmazzák.

A kitöltéshez tesztenként **20–30** percre van szükség.

Kérjük, hogy a hat teszt kitöltéséhez öt külön időpontot biztosítson! Ideális, ha egy tanítási napon a tanulók csak egy feladatsort oldanak meg. Ugyanazon a tanítási napon két teszt is kitölthető, de arra két külön tanítási órán kerüljön sor. **A mérési alkalmak ne essenek egymástól távol.** Ideális, ha egy osztályban valamennyi adatfelvétel két hét alatt lezajlik.

Kérjük, a tesztek kitöltése alatt **tartózkodjon a teremben egy, az osztályt tanító, a tanulók által ismert pedagógus.**

A tesztek kitöltésének időszaka: 2015. október 1. – 2015. november 10.

Mivel a tanulók különböző tapasztalatokkal rendelkeznek a számítógép használatában, **FONTOS**, hogy a vizsgálsorozatot a „*Számítógépeségér-használat – Induktív gondolkodás*” teszt-pár felvételével induljon. **Kérjük, ennek kitöltését legkésőbb 2015. október 13-ig végezzék el!** A szerződés kifizetését csak ezután tudjuk elindítani.

A mérések lebonyolításának lépései:

- a terem előkészítése a mérésre – a számítógépek előkészítése (böngésző program frissítése), bekapcsolása, a fülhallgatók csatlakoztatása, a feladatsor betöltése.
FONTOS! A feladatok kellő sebességű betöltődésének egyik feltétele, hogy a gépeken a **böngésző programok** (Mozilla Firefox vagy Google Chrome) legfrissebb változatai legyenek.
- a tanulók mérési azonosítóinak begépelése, a tanulók leültetése a saját mérési azonosítójával beléptetett géphez,
- a tanulók segítése az esetleges technikai problémák megoldásában a teszt-kitöltés során,
- az eredmények rögzítése. – Mikor a tanulók teszt végre értek, eredményük százalékos formában megjelenik a képernyőn, melyeket az eDia rendszer egy adatbázisban rögzít. Azok az elemzésekkel együtt az adatfelvételi időszak lezárulta után lesznek elérhetők az eDiában. Amennyiben szeretnék azonnal áttekinteni a tanulók eredményeit, javasoljuk, gyűjtsék össze azokat egy táblázatban.

FONTOS! A diákok azonosítóival csak egyszer lehet belépni a tesztekbe. **Minden tanuló azonosítója csak EGYETLEN KITÖLTÉST TESZ LEHETŐVÉ.** Kérjük, ne használja egyetlen tanuló azonosítóját sem a tesztek megtekintésére.

Ha egy tanuló hiányzik az adatfelvétel időpontjában, kérjük, biztosítson számára lehetőséget, hogy egy későbbi időpontban megoldja a feladatsort.

A mérések során adódó technikai kérdések, problémák megoldásában *Kállai Istvánt* segít.

Telefonszám: a 06-62-343-068;

Email cím: longi@edu.u-szeged.hu

Köszönjük, hogy munkájával támogatja a program működését!

az MTA-SZTE Képességfejlesztés Kutatócsoport
munkatársai

6. Melléklet. DIFER Adatfelvevő lap – Óvodai mérés

Név: _____

DIFER MÉRÉS

Azonosító: _____

I.

Relációszókincs																									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z		

II.

Elemi számolási készség																								
Számlálás		Számkörök átlépése					Számlálás visszafelé																	
0-21		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	F	G	H										
		30	40	50	100	500	0<2	1<3	3<6	8<11	18<21	48<51	98<101	498<501										
Műveletek pálcikákkal												Számképfelismerés							Számolvasás					
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	A	B	C	D	E	F	G	H	I	A	B	C	D	
1	3	5	6	10	12	15	20	4	16	=16	1	2	3	5	7	10	c+d	a+b	acd	1...	10...	22...	118...	

Név: _____

DIFER MÉRÉS

Azonosító: _____

I.

Relációszókincs																									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z		

II.

Elemi számolási készség																								
Számlálás		Számkörök átlépése					Számlálás visszafelé																	
0-21		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	F	G	H										
		30	40	50	100	500	0<2	1<3	3<6	8<11	18<21	48<51	98<101	498<501										
Műveletek pálcikákkal												Számképfelismerés							Számolvasás					
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	A	B	C	D	E	F	G	H	I	A	B	C	D	
1	3	5	6	10	12	15	20	4	16	=16	1	2	3	5	7	10	c+d	a+b	acd	1...	10...	22...	118...	

7. Melléklet. Reliabilitás-vizsgálatok eredményei - elkülönítésmutatók

Első tesztváltozat – óvoda

Item	Skála átlaga	Skála variancia	Elkülönítés- mutató részteszt	Elkülönítés- mutató teljes
VM01D	29,3	139,1	0,627	0,477
VM02D	29,2	139,0	0,752	0,542
VM03D	29,3	138,2	0,738	0,562
VM04T	29,2	138,3	0,764	0,569
VM05T	29,4	138,3	0,580	0,519
VM06T	29,4	138,1	0,565	0,542
ED01_FNS	29,2	139,8	0,332	0,433
ED02_FNS	29,4	140,5	0,322	0,331
ED03_FNS	29,4	140,2	0,387	0,362
ED04_FNS	29,4	141,1	0,378	0,281
ED05_FNS	29,5	140,5	0,438	0,340
ED06_FNS	29,5	139,8	0,421	0,401
ED07_BNS	29,4	138,6	0,449	0,494
ED09_BNS	29,5	143,1	0,139	0,113
ED10_BNS	29,5	140,4	0,388	0,348
RM01_T1	29,1	141,3	0,325	0,368
RM02_T2	29,1	140,2	0,440	0,469
RM03_T3	29,2	140,7	0,330	0,359
RM04_K1	29,2	140,2	0,373	0,394
RM05_K2	29,3	139,0	0,483	0,477
RM06_K3	29,3	139,6	0,478	0,432
RM07_U1	29,3	139,1	0,472	0,467
RM08_U2	29,6	139,3	0,432	0,454
RM09_U3	29,2	138,3	0,530	0,550
RM10_S1	29,4	138,2	0,520	0,525
RM11_S2	29,7	141,0	0,438	0,393
RM12_S3	29,5	138,8	0,508	0,488
RM13_SN1	29,8	141,9	0,370	0,327
RM14_SN2	29,8	143,0	0,289	0,256
RM15_SN3	29,8	141,6	0,441	0,357
OM01_A1	29,3	137,0	0,680	0,666
OM02_A2	29,4	137,5	0,585	0,593
OM03_A3	29,4	137,1	0,586	0,625
OM04_K1	29,2	138,2	0,666	0,605
OM05_K2	29,2	137,7	0,688	0,638
OM06_B1	29,1	141,8	0,326	0,308
OM07_B2	29,1	140,6	0,413	0,409
OM08_B3	29,3	138,9	0,485	0,471

Item	Skála átlaga	Skála variancia	Elkülönítés- mutató részteszt	Elkülönítés- mutató teljes
VA01	29,12	138,2	0,573	0,658
VA02	29,21	138,3	0,566	0,574
VA03	29,33	137,1	0,683	0,634
VA04	29,44	138,4	0,598	0,516
VA05	29,66	141,7	0,398	0,273
VA06	29,44	138,0	0,657	0,548
AM01_1	29,15	138,7	0,506	0,573
AM02_2	29,11	138,7	0,735	0,614
AM03_5	29,18	138,1	0,72	0,612
AM04_7	29,29	137,7	0,641	0,594
MA01_4	29,11	139,0	0,707	0,581
MA02_5	29,17	138,3	0,639	0,602
MA03_9	29,38	138,0	0,583	0,546
MA04_6	29,24	138,6	0,643	0,531

Második tesztváltozat – óvoda

Item	Skála átlaga	Skála variancia	Elkülönítés- mutató részteszt	Elkülönítés- mutató teljes
BAC01	20,64	29,99	0,465	0,389
BAC02	20,60	30,21	0,463	0,374
BAC03	20,64	29,53	0,596	0,490
BAC04	20,67	29,26	0,529	0,532
BAC05	20,72	29,30	0,535	0,483
BAC06	20,53	31,38	0,194	0,123
BAC07	20,53	30,96	0,344	0,261
BAC08	20,94	29,38	0,462	0,410
BAC09	21,07	29,81	0,249	0,344
BAC10	20,57	30,82	0,320	0,242
BAC11	20,62	30,86	0,207	0,196
NWS01	21,01	29,35	0,471	0,421
NWS02	21,00	29,49	0,491	0,393
NWS03	21,06	30,33	0,430	0,242
NWS04	21,08	29,38	0,501	0,432
NWS05	21,14	30,49	0,396	0,229
NWS06	20,93	30,18	0,351	0,259
NWS07	21,12	30,28	0,301	0,265
NWS08	21,13	30,74	0,228	0,177
NWS09	21,08	30,02	0,365	0,305
NWS10	21,18	30,15	0,295	0,317
NWS11	21,10	30,26	0,255	0,262
VA01	20,52	31,09	0,171	0,225
VA02	20,59	30,28	0,302	0,365
VA03	20,66	29,82	0,407	0,412
VA04	20,71	30,21	0,382	0,295
VA05	21,11	30,08	0,212	0,302
VA06	20,82	29,45	0,481	0,410
AMA01	20,52	31,11	0,270	0,216
AMA02	20,57	30,69	0,491	0,287
AMA03	20,71	30,11	0,474	0,315
AMA04	20,58	30,34	0,443	0,359
AMA05	20,59	30,31	0,465	0,361
AMA06	20,69	29,96	0,388	0,358