



KORAI SZÁMOLÁSI KÉSZSÉGEK ONLINE MÉRÉSE ELSŐ ÉVFOLYAMOS TANULÓK KÖRÉBEN

Rausch Attila

*ELTE PPK Neveléstudományi Intézet
SZTE Neveléstudományi Doktori Iskola
rausch.attila@ppk.elte.hu*

Absztrakt

A korai számolási készségek fontos alapját képezik az iskolai matematikatanulásnak, azok fejlettsége jelentős hatással lehet a tanulók későbbi teljesítményére, ezért fontos időben észlelni a problémákat és mielőbb elkezdni a lemaradók felzárkóztatását. Ehhez olyan mérőeszközökre van szükség, amelyek pontos képet biztosítanak e készségek fejlettségéről, valamint könnyen használhatóak és azonnali visszajelzést nyújtanak a pedagógusok számára. Tanulmányunkban egy online tesztet mutatunk be, amit első évfolyamos tanulók korai számolási készségeinek mérésére fejlesztettünk ki. Vizsgálatunk célja – a tanulók teljesítményének felmérése mellett – ellenőrizni a teszt jóságmutatóit, illetve empirikus adatokat szerezni a további fejlesztéshez. A korai számolási készségeket mérő teszt megbízhatónak bizonyult, és megerősítő faktorelemzéssel sikerült igazolni annak konstruktumvaliditását, azonban egyes feladatokat és részteszteket szükséges átdolgozni. A tanulók 80,45 %-os átlagos teljesítményt értek el, több feladat is könnyűnek bizonyult számukra. Eredményeinkre alapozva fejlesztjük tovább mérőeszközünket annak érdekében, hogy a jövőben hatékony eszköz lehessen a pedagógusok kezében a korai számolási készségek fejlettségének méréséhez.

Kulcsszavak: számolási készségek; online mérés-értékelés; iskolakezdés

Bevezetés

A matematikának kiemelkedő szerepe van a tudományok között, a tudományos kutatásokhoz ismerni kell a matematika nyelvét, legyen szó bármely területről, ezen felül számtalan olyan szakma létezik, amelynek műveléséhez elengedhetetlen a matematikai tudás, de a hétköznapi életben való eligazodáshoz is fontosak az alapvető számolási készségek (Nunes és Csapó, 2011). Ugyanakkor hazánkban a PISA-mérések eredményeiből is világossá vált, hogy komoly problémák vannak a magyar tanulók matematika műveltségével (Csapó és mtsai, 2014). Egyre több nemzetközi kutatás hangsúlyozza a korai

matematikatanulás jelentőségét, és mutat rá arra, hogy a problémák gyökereit érdemes már az iskolakezdés időszakában keresni (Friso-van den Bos és mtsai, 2014).

Az óvoda-iskola átmenet matematikai készségeinek fejlettsége jelentős mértékben befolyásolja a tanulók későbbi teljesítményét (Duncan és mtsai, 2007, Jordan és mtsai, 2009). Ha a tanulók számolási készsége nem kellőképpen fejlett, amikor elkezdik az iskolát, később komoly hátrányt szenvedhetnek (Jordan és mtsai, 2009). Ezért fontos szerep jut a fejlesztésnek, a lemaradók felzárkóztatását célzó programoknak. E fejlesztőprogramok hatékonyságát növeli a minél korábbi kezdés (Molnár, 2006). Korábbi vizsgálatokból tudjuk, hogy az elemi alapkészségek fejlődésének mértéke óvodás korban nagymértékben befolyásolható (Józsa, 2004), az óvodás és kisiskoláskori fejlesztések eredményességét már több esetben bizonyították (pl. Józsa, 2007; Molnár, 2011). A célirányos fejlesztésekhez fontos a pedagógusok számára gyorsan és könnyen használható, pontos és megbízható mérőeszközöket biztosítani.

Napjainkban a technológiai fejlődés következtében nagymértékben tör előre az online mérés-értékelés pedagógiai célú alkalmazása már egyre fiatalabb életkorú gyermekek körében is. A technológiaalapú mérés-értékelés fejlődésével lehetőség nyílik a számolási készségek elektronikus tesztelésére is. Bár a mérés-értékelés e formája rengeteg lehetőséget hordoz magában, a kutatók előtt álló kihívások köre legalább ekkora mértékű. Tanulmányunkban egy korai számolási készségeket vizsgáló online teszt fejlesztéséhez kapcsolódó, első évfolyamos tanulók körében végzett vizsgálatunk eredményeit mutatjuk be.

Számolási készségek az óvoda-iskola átmenet időszakában

Az óvoda-iskola átmenet számolási készségeinek fejlettsége sok szempontból meghatározó. Jelentős mértékben befolyásolja a későbbi iskolai matematika teljesítményt (Aunio és Niemivirta, 2010; Aunola és mtsai, 2004; Aunio és Räsänen, 2016), és hatása közvetve más tantárgyknál is megjelenik. Emellett az ebben az időszakban nyújtott teljesítmény és az esetleges kudarcok kihatnak a matematika iránti attitűdre is (Sylva és mtsai, 2010).

A korai számolási készségek fejlődését megelőzi a mennyiségek hozzávetőleges reprezentációja, a számérzék (Dehaene, 2003; Lipton és Spelke, 2005). Az ezzel foglalkozó tanulmányok szerint a számérzék már a szimbolikus számreprezentációk előtt megjelenik, és kapcsolatban áll a becsléssel, számolási készségekkel, mennyiségek összehasonlításával, ezek pedig mind alapjait képezik a matematikatanulásnak (Jordan és mtsai, 2007; Friso-van den Bos és mtsai, 2014).

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), a számkörök átlépésének rutinjait jelenti, melyek fontos alapjai a számolási készségeknek, az elemi számolási műveletek végzésének. Ezek nélkül elképzelhetetlen az összeadás, kivonás megtanulása az iskolában (Aunio és Räsänen, 2016). A számlálási készségek nélkülözhetetlen összetevői a korai matematikai készségeknek, melyek a kardinális számok fogalmával összekapcsolódva képezik az aritmetikai készségek alapját (Aunio és Niemivirta, 2010; Aunio és Räsänen, 2016). Az elemi műveletek, számolási feladatok elvégzésének készségei a számok sorrendjének és a kardinalitás fogalmának megértését követően kezdenek gyorsan fejlődni (Fritz és mtsia, 2013; Resnick, 1992). Ha ezek az alapok iskolakezdekéskor hiányoznak, az később komoly problémák forrása lehet.

A korai számolási készségek mérése

Hazánkban a DIFER (Diagnosztikus fejlődésvizsgáló rendszer, Nagy és mtsai, 2004) kidolgozásakor részletesen vizsgálták a számolási készségek kialakulását, valamint azok korai fejlődését. A DIFER programcsomagban szereplő hét alapképesség közül az elemi számolási készség kapcsolódik szorosan a matematikatanuláshoz, melynek fejlődéséről empirikus adataink vannak. A teszt részei a számlálás (0–21), számkörök átlépése, számlálás visszafelé, műveletek pálcikákkal, számképfelismerés és számolvasás. Az elemi számolási készség fejlődése hosszú folyamat, az iskolát kezdő gyerekek között jelentős egyéni különbségek vannak, többségük még nem éri el az optimális szintet minden összetevő esetében. A legnagyobb fejlődés 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 iskolakezdekéshez és az iskolai matematikatanuláshoz (Nagy és mtsai, 2004). Csapó, Molnár és Nagy (2014) eredményei igazolták a DIFER online változatának megbízhatóságát számítógépes tesztkörnyezetben is, azonban az elemi számolási készség tesztnek csupán bizonyos elemeit lehetett átültetni online felületre.

Egy másik, Németországban alkalmazott mérőeszköz a Fritz, Ehlert és Balzer (2013) matematikai fejlődési modelljéhez kidolgozott MARKO–D teszt (Mathematik und Rechnenkonzepte im Vorschulalter–Diagnose), mely a DIFER-hez hasonlóan az iskola előtt álló gyerekek diagnosztikus értékelésére készült. 55 itemből áll, melyek az elméleti modell öt lépcsőjéhez illeszkednek. A mérőeszköz vizsgálja például a számfelismerést, a számsorrendeket, a számjegy és a

mennyiség egy az egyhez rendezéssel történő összekapcsolását, a számsorral, számegegyenessel kapcsolatos műveleteket, továbbá a mennyiségek összevonására, csökkentésére irányuló és a rész-egész kapcsolatra vonatkozó tudást. A teszt felépítése nem az alacsonyabb nehézségű itemektől halad a nehezebbek felé, hanem ezeket felváltva tartalmazza. Ennek a felépítésnek az a célja, hogy az alacsonyabb fejlettségi szinten lévő gyerekeket is motiválja a teszt teljesítésére. Ugyancsak a gyermek figyelmét hivatott fenntartani, hogy a nagyjából 20-25 percet igénybe vevő, szemtől szembeni mérést egy illusztrált, mesés keretbe ágyazzák (Ricken és mtsai, 2011).

Az egyik legelterjedtebb mérőeszköz a gyermekek számolási készségeinek mérésére az ENT–R (*Early Numeracy Test–Revised*). A holland kutatók által kidolgozott teszt 4–8 éves gyermekek matematika készségeinek vizsgálatára alkalmas, elsősorban kutatási célból. Részteszteitjei között szerepel mennyiségek összehasonlítása, csoportosítása és sorba rendezése, valamint számjegyek alkalmazása, strukturált számlálás, rezultatív számlálás és a számok általános ismerete. A tesztfelvétel ennél a tesztnél is egyénileg történik mérőbiztos segítségével, és nagyjából 30 percet vesz igénybe gyermekenként (Van Luit és mtsai, 1994; Van de Rijt és mtsai, 1999).

A felsorolt eszközöket egyaránt alkalmazzák pedagógusok és kutatók. A mindennapi pedagógiai gyakorlat mellett kutatásokban fejlesztőkísérletek hatékonyságának vizsgálatához is használatosak. Bár megbízhatóan mérik 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 egyaránt.

Napjainkban a nagymértékű technikai fejlődéssel együtt a technológiai alapú mérés-értékelésben rejlő lehetőségeket is egyre jobban ki lehet használni. Az utóbbi években több olyan kutatást is publikáltak, amelyek kisgyermekek tudásának technológiaalapú mérését célozzák meg (pl. Csapó és Pásztor, 2015; Pásztor és mtsai, 2017), köztük számolási készségek vizsgálatát is (Csapó és mtsai, 2014). Csapó, Molnár és Nagy (2014) tanulmányukban az iskolakészültség számítógépes tesztelési lehetőségeit vizsgálták első évfolyamosok körében. Ehhez összevetették a DIFER 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 lehet megfelelően átültetni a feladatokat egy számítógépes platformra, kevésbé megbízhatóak az eredmények. Az említett vizsgálatban a DIFER elemi számolási készség területe ilyen volt. Csak egyes részeit lehetett számítógéppel tesztelni

(pl. manipulatív számolás), és a számítógépes mérés kevésbé bizonyult megbízhatónak, mint az eredeti tesztváltozat. Ezért szükséges célirányosan technológiaalapú mérési platformokra fejleszteni, figyelembe véve a technikai lehetőségeket, a válaszadás módját, a kezelési felületet. A tesztfejlesztésnél különösen fontos körülmények között eljárni, amikor kisgyermek számológéppel végzett mérése a célunk (Pásztor, 2017; Rausch és Pásztor, 2017).

A kutatás célja és kérdései

Kutatásunk során egy online mérőeszköz kifejlesztésén dolgozunk, melynek segítségével gyorsan és megbízhatóan feltérképezhető az 5–7 évesek korai számolási készségeinek fejlettsége az iskolakezdés időszakában. Jelen vizsgálatunk célja a teszt első évfolyamos tanulók körében történő bemérése, a teszt jószágmutatóinak elemzése, a további javítási irányok feltárása. Tanulmányunkban bemutatjuk a teszt felépítését, és elemezzük az első országos mérés eredményeit, a teszt jószágmutatóit, eloszlását, valamint a tanulók teszten elért teljesítményét.

A teszt jószágmutatóinak kiértékeléséhez, annak megbízhatóságára, érvényességére és eloszlására vonatkozóan a következő kérdéseket fogalmaztuk meg: (1) Megbízhatóan mér-e a teszt? Milyen a teljes teszt és az altesztek reliabilitása? (2) Megerősítő faktorelemzéssel (CFA) igazolható-e a teszt konstruktumvaliditása? Hogyan illeszkednek az egyes itemek a résztesztek faktoraihoz? (3) Milyen a tanulók teszten és részteszteken elért átlagos teljesítményének eloszlása? Megegyezik-e a teszt és a résztesztek eloszlása a normál eloszlással?

A teszt kialakítása és a mérés jellemzői

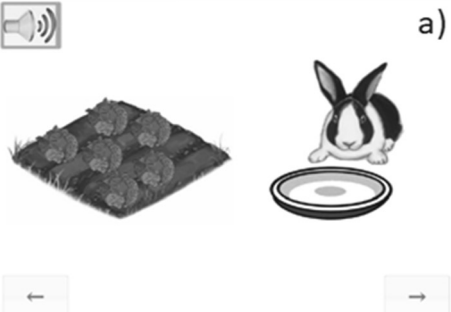




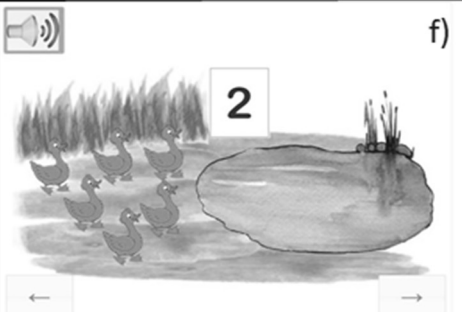
A tanulmányban bemutatott országos mérésre több próbamérést követően került sor (Rausch, 2016a). Többek között a tanulmány elméleti fejezeteiben is bemutatott tesztek, tesztrendszerek, korábbi kutatásokban használt mérőeszközök elemzését követően készítettük el saját online mérőeszközünket. Ennek kidolgozásakor több szempontot is mérlegelnünk kellett. 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, illetve a megcélzott korosztály sajátosságait is figyelembe kellett vennünk, így különösen ügyeltünk a tesztelés idejére (legfeljebb 20-25 perc), a feladatok mennyiségére és kinézetére (Rausch, 2016b).

A tesztet 5–7 éves gyermekekre optimalizáltuk. A tesztfeladatok kinézetének megalkotásakor fontos szempont volt az esztétikus megjelenés, hogy azok vonzzák a kisgyermekek figyelmét, továbbá törekedtünk a változatosságra is, hogy ezt a figyelmet a tesztelés során fenn tudjuk tartani. Másrészt minden kép, illusztráció a feladatmegoldáshoz kapcsolódott, felesleges, csak a figyelmet elterelő illusztrációk nem kerültek a tesztbe (1. ábra). A feladatok szövegének megfogalmazásakor törekedtünk a minél rövidebb, pontosabb és a megcélzott életkorú gyermekeknek egyértelmű, jól érthető utasításokra. Az instrukciók lektorálásában régóta pályán lévő pedagógusok is részt vettek. A feladatmegoldás során szöveges formában nem jelenítettük meg az utasításokat a képernyőn, azokat a tanulók csak fejhallgatón keresztül hallgatták. Így szándékoztuk elkerülni a gyermekek olvasási készségeinek befolyását a teszten elért teljesítményre. A teszt felvételéhez az SZTE Oktatáselméleti Kutatócsoportja által kifejlesztett eDia online mérés-értékelési platformot használtuk (Molnár, 2015; Molnár és mtsai, 2015). A rendszer segítségével biztosított az azonnali kiértékelés és visszacsatolás.

Az online teszt felépítése

A mérőeszköz számolási készségeket, számok helyes sorrendjének ismeretét, különböző mennyiségekkel végzett számolási műveleteket, számképek, arab számok felismerését, összességében az iskolai matematikatanuláshoz szükséges előfeltételeket vizsgálja. A tesztben hat részterület szerepel (Mennyiségek és számok, Elemi számlálás, Relációk, Elemi műveletek, Arab szám felismerése, Arab számok és mennyiségek kapcsolata).

A mennyiségek és számok résztesztben a gyermekeknek egy, az instrukcióban hallott mennyiséget kell kiszámolniuk, illetve felismerniük. Kisebb (10 alatti mennyiségek) esetében vonszolással (drag and drop), nagyobb mennyiség esetén három kép közül kell kiválasztaniuk azt a képet, amelyiken a hallott mennyiségű rajz (pl. virág) szerepel. Az elemi számlálás részterületnél zárt végű, dichotóm feladatokkal mérjük az 1-től 21-ig számolás, a számkörök átlépésének és a visszafelé számlálás készségét. Pontosabban annak felismerését, hogy a narrátor által elmondott számsor, számkör átlépés helyes volt-e. Miután meghallgatták a számsort, kattintással válaszolnak. A helyes és helytelen számsorok egymást követő sorrendjét véletlenszerűen alakítottuk ki.

 <p>a)</p>	 <p>b)</p>
 <p>c)</p>	 <p>d)</p>
 <p>e)</p>	 <p>f)</p>

1. ábra. Az online számolási készség teszt feladatainak megjelenése a képernyőn
 (a) Mennyiségek és számok, (b) Elemi számlálás, (c) Elemi műveletek, (d) Relációk, (e) Arab szám felismerése, (f) Arab számok és mennyiségek kapcsolata;
 A feladatok instrukciói: a) Húzz két káposztát a nyuszi tányérjára!; b) Most negyvennyolctól kezdek el számolni. Figyeld meg, hogy helyesen számolok-e! Ha igen, kattints a zöld pipára, ha nem, kattints a piros x-re! 48, 49, 50, 51, 52, 53.; c) A kosárban most két alma van. Húzz annyi almát a kosárba, hogy összesen öt legyen benne!; d) Melyik tányéron van kevesebb süti? Kattints rá!; e) Most mondok egy számot. Keresd meg a kártyák között és kattints rá! Tizennégy.; f) Húzz annyi kacsát a tóra, amennyit a kártyán lévő szám mutat!

A relációk résztesztben különféle mennyiségű és összetételű halmazok közül kell kiválasztaniuk az instrukció szerint megfelelőt (pl. több, kevesebb, ugyanannyi), válaszukat szintén a megfelelő képre, képekre kattintva adhatják meg. Az elemi műveletvégzés részterületnél bizonyos mennyiségekkel kell a gyermekeknek manipulatív számolási feladatokat elvégezni, kiszámolni, kiegészíteni, kivonni, illetve részhalmazokra bontani a kapott utasítások alapján. A feladatokat vonszolással oldhatják meg.

Az arab számok felismerése részterület feladatainak megoldása során a tanulóknak négy arab számkártya közül kell kiválasztaniuk azt a számot, amelyiket az instrukcióban hallanak, válaszukat a megadott kártya valamelyikére kattintva adhatják meg. A feladatok fokozatosan nehezednek, először egy-, majd két- és háromjegyű számok kerülnek sorra. Az arab számok és mennyiségek kapcsolatára vonatkozó részterület feladataival a mennyiségek és az arab számok közötti kapcsolatok ismeretét vizsgáljuk. Az ehhez a részhez tartozó feladatblokk első felében vonszolással tudják kirakni az egy kártyán látott arab számhoz tartozó mennyiségeket, a második felében egy képen látott mennyiséghez kell párosítaniuk a megfelelő arab számot négy lehetőség közül.

Minta

Vizsgálatunk az MTA-SZTE Képességfejlődés Kutatócsoport Longitudinális vizsgálatainak VI. mintájából (Csapó, 2014) került ki. A vizsgálatban 166 általános iskola 275 osztályából 5154 első évfolyamos tanuló vett részt (ebből 2614 fiú). A tanulók átlagéletkora a teszt kitöltésekor 7,09 év (szórás=0,48) volt.

A mérésbe bevont iskolák a Köznevelési Információs Rendszerből (KIR) töltötték le a tanulók mérési azonosítóit, amit követően név nélkül rögzítették azokat az eDia mérés-értékelési rendszerben, így biztosítva az anonimitást. Ennek következtében a gyerekekről nemükön és életkorukon kívül további háttér adatokkal nem rendelkezünk. Bár az adatfelvétel országos kiterjedésű volt, az egyes településtípusok, illetve megyék tekintetében jelentkező aránytalanságok miatt a minta nem reprezentatív.

Adatfelvétel és eljárás

Az adatfelvételre 2015-ben, október közepe és december eleje között került sor az iskolák számítógépes szaktantermeiben. A méréseket az iskolák pedagógusai felügyelték, akiknek – az adatfelvétel megfelelő körülményeinek biztosításáért – részletes mérési útmutatót készítettünk. A tanulók önállóan töltötték ki a tesztet, a mérőbiztosok kizárólag technikai problémák elhárítása (pl. böngésző véletlen bezárása) esetén, továbbá a tesztek elindításában (mérési azonosítók beírása,

hangerő beállítása) segédkeztek. A teszt kitöltése átlagosan 18,8 percet (szórás=6,8) vett igénybe.

A teszt kitöltését minden esetben egy számítógépesegér-feladatsor (Molnár és Pásztor, 2015) előzte meg, amely során a tanulók találkozhattak és begyakorolhatták a számolási készségteszt feladattípusait is. Így törekedtünk arra, hogy a tanulók teljesítményét ne befolyásolja egér- és billentyűzethasználattal való tapasztalatuk, esetleg annak hiánya. Továbbá nem a számolási tesztben találkoztak először a válaszadás módjával, képek adott célterületre vonzolásával és meghatározott területre történő kattintással. A számítógép-használati feladatsornál sikertelenség esetén, segítő instrukciók kíséretében, újra tudtak próbálkozni. A számolási készség teszt elején, két instrukciós oldalt követően, még szerepelt két bemelegítő feladat. Egy vonzolással és egy kattintással megoldható feladat megoldását követően indult el a teszt első, pontot érő feladata. A teszt végén a tanulók felé is jeleztük az eredményt, az utolsó oldalon – megköszönve a feladatok megoldását – végeredményüktől függően lufik (1–10 darab) jelentek meg.

Eredmények

A mérőeszköz megbízhatósága

A teljes teszt megbízhatónak bizonyult. A résztesztek többsége, az alacsony itemszám ellenére, még az elfogadható 0,7-es Cronbach- α érték körül volt. Az egyes skálák reliabilitásának vizsgálatakor, az elkülönülésmutatók alapján négy itemet kivettünk a további elemzésekből, melyek nélkül lényegesen javult az alskálák reliabilitása. Ezeket a feladatokat nem vontuk be a további elemzésekbe. A teljes teszt és a résztesztek reliabilitásmutatóit és az itemek számát az 1. táblázatban ismertetjük.

Az arab szám felismerése részteszt egy itemét kellett kiemelnünk, ami három számjegyű arab számok felismerésére vonatkozott. Ebben a résztesztben egyedül ez az item bírt 0,3 alatti elkülönülésmutatóval, emellett a feladat szórása is kiemelkedően magas volt (0,49) a részteszt többi feladatának 0,3–0,4 közötti szórásához képest. Mivel a tanulók nagy része a 170-re kattintott, miközben a helyes válasz a 140 volt, feltételezhető, hogy a kérdéses disztraktor cseréjével javítani tudunk a feladaton. Az elemi számlálás résztesztből három itemet vettünk ki, mindegyik alacsony, 0,3 alatti elkülönülésmutatóval rendelkezett. Két feladat magasabb számkörök átlépésére, egy pedig visszafelé számolásra vonatkozott. Utóbbi a számkörök előre történő átlépését mérő feladatok után következett, ezért lehetséges, hogy ez megzavarta a tanulókat. A teszt átdolgozásakor ezen a ponton további figyelemfelhívó instrukcióra is szükség

lehet. A részteszt megbízhatósága a három feladat nélkül is még alacsonyabb maradt a többi részteszthez képest.

1. táblázat. Az online teszt és résztesztjeinek megbízhatósága és a tanulók átlagteljesítménye

Részteszt	Itemszám	Cronbach- α	Átlag (%p)	Szórás (%p)
Mennyiségek és számok	6	0,75	85,10	23,47
Elemi számlálás	5	0,59	72,65	26,55
Relációk	8	0,69	62,98	23,71
Elemi műveletek	8	0,70	88,21	17,99
Arab szám felismerése	5	0,69	84,47	23,42
Arab számok és mennyiségek kapcsolata	8	0,71	89,02	17,59
Teljes teszt	40	0,89	80,45	15,71

A teszt érvényessége

A teszt konstruktumvaliditásának ellenőrzéséhez megerősítő faktorelemzést (CFA) végeztünk, melyben két CFA-modell illeszkedését vizsgáltuk (2. táblázat). Adatbázisunk mind az 5154 fő kitöltését tartalmazta, nem tartalmazott hiányzó adatot. 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. Az általunk felépített első modellnél a teszt összes itemét egy közös faktorba rendeztük, a második modellnél hat faktort alakítottunk ki a teszt hat altesztjének megfelelően.

2. táblázat. A CFA-modellek illeszkedésmutatói

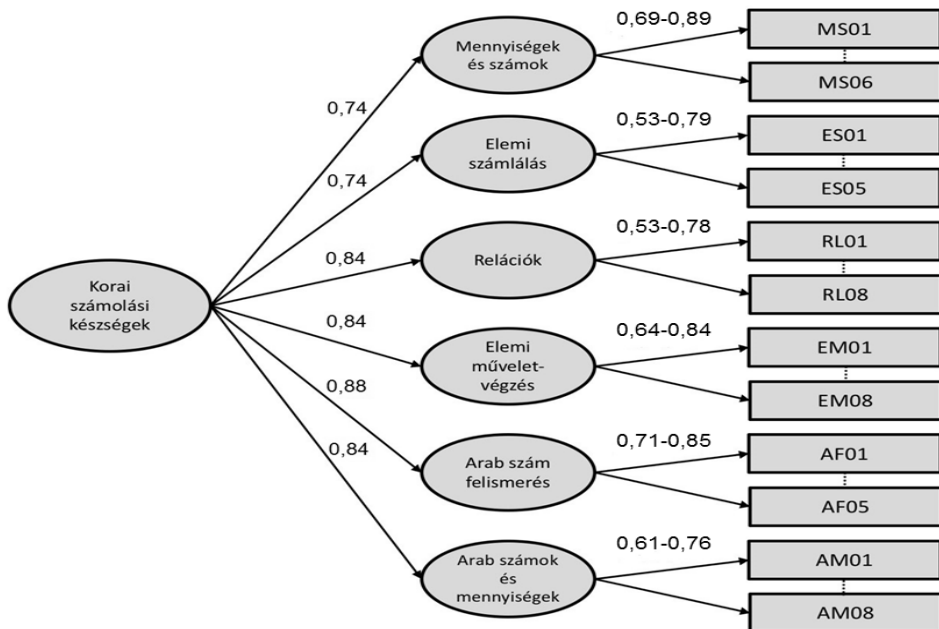
Modell	χ^2	df	p	CFI	TLI	RMSEA (95% CI)
Egydimenziós	10192,66	740	0,001	0,845	0,836	0,050 (0,049–0,051)
Hatdimenziós	5089,56	734	0,001	0,928	0,924	0,034 (0,033–0,035)

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

Az egydimenziós CFA-modell CFI és TLI mutatói az ajánlott határértékeken kívül esnek, az RMSEA épp a megfelelőnek tekinthető 0,05 határértéken áll. Így tehát nem sikerült megerősíteni az egy faktort a teszt feladatai alapján. A második, hatdimenziós CFA-modell, mely leképezi a hat résztesztet, már sokkal jobb

illeszkedésmutatókkal rendelkeznek. A CFI és TLI értékei is megfelelőek, az RMSEA értéke kiválónak tekinthető. A két CFA-modell illeszkedésének összehasonlításához χ^2 különbözőségi tesztet végeztünk, ami megerősítette, hogy a hatdimenziós modell illeszkedése szignifikánsan jobb ($\chi^2=1994,62$ df=15 p<0,001).

A hatdimenziós modellnél a hat részteszt közül a relációk, az elemi műveletvégzés, az arab szám felismerése és az arab számok és mennyiségek skálák 0,84–0,88-as súllyal kapcsolódnak a korai számolási készségek faktorához, míg a mennyiségek és számok, valamint az elemi számlálás részteszt egyaránt 0,74-as súllyal csatlakozik ehhez a faktorhoz (2. ábra).



2. ábra. A korai számolási készség teszt hatdimenziós CFA-modellje. Téglalappal a tesztben szereplő itemeket, oválissal a CFA-modellben létrehozott faktorokat jelöltük. A nyilak felett szereplő számok a faktorsúlyok standardizált (STDYX) értékei.

Tekintve, hogy a megerősítő faktorelemzést az itemek szintjén végeztük, lehetőségünk van a teszt feladatainak részletesebb vizsgálatára is az egyes alskálakon belül. A mennyiségek és számok, valamint a két arab számokat tartalmazó részteszt itemei egyaránt magas súllyal kapcsolódnak az érintett faktorokhoz. A többi részteszt esetében azonosító pár kilógó item, melyek

alacsonyabb faktorsúllyal csatlakoznak a résztesztek faktoraihoz. Ilyen az elemi számlálás egyik visszafelé számolást mérő feladata, a relációk részteszt egyik feladata, továbbá az elemi műveletvégzés egyik feladata, melynél az elemeket két egyenlő halmazba kell rendezni. Ha elemzéseinkből kivennék ezeket az itemeket, akkor lényegesen javítható lenne mindkét CFA-modell illeszkedése, azonban ebben az esetben a teljes teszt és az érintett résztesztek megbízhatósági mutatói csökkennének.

Átlageredmények és eloszlás

A teszt és résztesztek eredményeit és szórását az 1. táblázatban ismertettük. A tanulók teszten elért átlagteljesítménye 80,45 %p volt. Az elemi műveletek és az arab számok és mennyiségek részteszteken 88,21–89,02 %p-os átlagteljesítmények voltak a legmagasabbak, melyekhez alacsonyabb (17,99–17,59 %p) szórás kapcsolódott. Az elemi számolás (72,65 %p szórás=26,55) és a relációk (23,71 %p; szórás=23,71) részteszteken alacsonyabbak voltak az átlagteljesítmények, lényegesen nagyobb szórás mellett.

A teszt eloszlását egymintás Kolmogorov-Szmirnow-próbával ellenőriztük. A kiemelkedően magas átlageredmények alapján is várható volt, hogy a teljes teszt és a résztesztek is szignifikánsan eltérnek a normál eloszlástól ($p < 0,01$). A teszteredmények a Relációk részteszt kivételével minden esetben erősen jobbra tolódnak, így a jobb képességű gyerekeket a teszt már nem tudta megfelelően differenciálni. Ez hozzájárulhatott a résztesztek alacsonyabb reliabilitásmutatóihoz is. A teszt nagycsoportosok körében végzett próbamérésén (Rausch, 2016a) nem tolódtak jobbra az eloszlások, és a résztesztek többségén elért teljesítmények normál eloszlásúak voltak. Az első évfolyamos tanulók számára már könnyűek a feladatok, amihez hozzájárulhatott az adatfelvétel késő őszi időpontja is.

Összegzés

Tanulmányunkban a korai számolási készségek mérésére kidolgozott online tesztünket mutattuk be, és ismertettük első országos mérésünk eredményeit. A korai számolási készségek, amelyek kialakulása már az óvoda előtt megkezdődik, és fejlődésük nagyrészt az óvodai évek alatt történik, az iskolai matematikatanulás alapját képezik. Fontos, hogy a pedagógusok tisztában legyenek a rájuk bízott tanulók készségeinek fejlettségével, hogy a gyengébben teljesítő tanulókra 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 az elért teljesítmény. E célból kezdtük el saját mérőeszközünk fejlesztését, amely során törekedtünk technikai lehetőségek optimális kihasználására az életkori sajátosságok figyelembevételével.

Országos nagymintás felmérésünk eredményei empirikus adatokat szolgáltatnak a teszt további fejlesztéséhez. A teszt megbízhatósága összességében elfogadható, viszont több alskála esetén is itemeket kellett kiemelni, mert azok rontottak a reliabilitáson. Az érintett feladatok javítására, illetve cseréjére feltétlenül szükség lesz a jövőben. A résztesztek közül az elemi számlálás bizonyult kevésbé elfogadhatónak. E terület dichotóm feladatainál túl nagy volt a véletlen találat valószínűsége, így feltehetően a hiba mértéke is. Ezt a résztesztet teljesen át kell alakítanunk, viszont az átalakításhoz a közeljövőben még továbbra is zárt végű feladatokra lesz szükségünk. Technikailag már megoldható, hogy a gyermekek hangját rögzítsük, amikor számolnak, ennek automatikus kódolása jelenleg viszont még nem kivitelezhető. Az iskolák túlnyomó részében még nincs mikrofonnal ellátott fejhallgató, illetve az elérhető áron beszerezhető eszközök nem biztosítják kellően a háttérzajok kiszűrését, így nem tudnánk garantálni azt, hogy ténylegesen az adott gyermek választát rögzítsük és kódoljuk, nem pedig a mellette helyet foglaló társáét, emiatt egyszerre több gyermek felméréséről le is kellene mondanunk.

A teszt érvényességének ellenőrzéséhez elvégzett CFA-elemzések szintén megmutatták, hogy a részteszteken belül mely feladatokat érdemes megvizsgálni, javítani vagy lecserélni. Bár a teszt struktúrájának megfelelő hatdimenziós modell illeszkedése meghaladta az elfogadható határértéket, van még tér a további fejlődésre. Az elemi számlálás egyik feladata mellett az elemi műveletvégzés és a relációk résztesztek itemeit kell majd javítanunk.

Mivel jelenleg nem rendelkezünk tanulói háttéradatokkal, valamint nem volt olyan viszonyítási pont, amelyben az átlagteljesítményeket értékelni tudnánk, így a jószágmutatók vizsgálata mellett eloszlások vizsgálatára került még sor. Itt láthatóvá vált, hogy a magas átlagteljesítménnyel és erősen jobbra tolódó eloszlással rendelkező résztesztek könnyűek voltak az első évfolyamosoknak. Feltételezzük, hogy az iskolai bemeneti tesztnek szánt mérés időzítése is szerepet játszhatott ebben, hiszen a tervezett szeptemberi időponthoz képest egy hónappal később történt az adatfelvétel. Ettől függetlenül a teszt átdolgozásakor célunk nehezebb feladatok beépítése, hogy magasabb fejlettségi szinten is tudjunk differenciálni a tanulók között.

Vizsgálatunk a Szegedi Longitudinális Program keretében egy több mérésből álló komplex kutatás részét képezi, melynek köszönhetően a jövőben

lehetőségünk lesz a tanulók matematikai eredményeinek összevetésére a későbbi iskolai matematikateljesítménnyel és más területekkel is (Pásztor és mtsai, 2017). A tanulmányban bemutatott elemzések eredményeit felhasználva fejlesztjük tovább a tesztet annak érdekében, hogy a jövőben hatékony eszköz lehessen a pedagógusok számára, akik a teszt segítségével pontos és megbízható képet kaphatnak tanulóik korai matematikai készségeinek fejlettségéről.

Irodalom

- Aunio, P. és Niemivirta, M. (2010): Predicting children's mathematical performance in grade one by early numeracy. *Learning and Individual Differences*, 20(5) 427–435.
- Aunio, P. és 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) 1–21.
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M. K. és Nurmi, J. E. (2004): Developmental dynamics of math performance from preschool to grade 2. *Journal of Educational Psychology*, 96(4) 699–716.
- Csapó Benő (2014): A szegedi iskolai longitudinális program. In: Pál J. és Vajda Z. (szerk.): *Szegedi Egyetemi Tudástár 7. Bölcsész- és társadalomtudományok*. Szegedi Egyetemi Kiadó, Szeged. 117–166.
- Csapó Benő, Fejes József Balázs, Kinyó László és Tóth Edit (2014): Az iskolai teljesítmények alakulása Magyarországon nemzetközi összehasonlításban. In: Kolosi T. és Tóth I. Gy. (szerk.): *Társadalmi Riport*. TÁRKI, Budapest. 110–136.
- Csapó, B., Lőrincz, A. és Molnár Gy. (2012): Innovative assessment technologies in educational games designed for young students. In: Ifenthaler, D., Eseryel, D. és Ge, X. (szerk.): *Assessment in game-based learning. Foundations, innovations, and perspectives*. Springer, New York. 235–254.
- Csapó, B., Molnár, Gy. és Nagy, J. (2014): Computer-based assessment of school readiness and early reasoning. *Journal of Educational Psychology*, 106(2) 639–650.
- Csapó Benő és Pásztor Attila (2015): A kombinatív képesség fejlődésének mérése online tesztekkel. In: Csapó B. és Zsolnai A. (szerk.): *Online diagnosztikus mérések az iskola kezdő szakaszában*. Oktatókutató és Fejlesztő Intézet, Budapest. 367–386.
- Dehaene, S. (2003): *A számérzék*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., Pagani, L. S., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Sexton, H., Duckworth és K., Japel, C. (2007): School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43(6) 428–446.
- Friso-van den Bos, I., Kroesbergen, E. H. és 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., Ehler, A. és Balzer, L. (2013): Development of mathematical concepts as basis for an elaborated mathematical understanding. *South African Journal of Childhood Education*, 3(1) 38–67.

- Jordan, N. C., Kaplan, D., Ramineni, C. és Locuniak, M. N. (2009): Early math matters: kindergarten number competence and later mathematics outcomes. *Developmental Psychology*, 45(3) 850–867.
- Józsa Krisztián (2004): Az első osztályos tanulók elemi alapkészségeinek fejlettsége – Egy longitudinális kutatás első mérési pontja. *Iskolakultúra*, 14(11) 3–16.
- Józsa Krisztián (2007): A számlálási készség kritériumorientált fejlesztése. In: Nagy J. (szerk.): *Kompetenciaalapú kritériumorientált pedagógia*. Mozaik Kiadó, Szeged. 291–298.
- Lipton, J. S. és Spelke, E. S. (2005): Preschool children's mapping of number words to nonsymbolic numerosities. *Child Development*, 76(5) 978–988.
- Molnár Gyöngyvér (2006): Az induktív gondolkodás fejlesztése kisiskolás korban. *Magyar Pedagógia*, 106(1) 63–80.
- Molnár Gyöngyvér (2011): Számítógépes játék-alapú képességfejlesztés: egy pilot vizsgálat eredményei. *Iskolakultúra*, 21(6–7) 3–11.
- Molnár Gyöngyvér (2015): A képességmérés dilemmái: a diagnosztikus mérések (eDia) szerepe és helye a magyar közoktatásban. *Génius Műhely Kiadványok*, 2, 16–29.
- Molnár Gyöngyvér, Papp Zoltán, Makay Géza és Ancsin Gábor (2015): *eDia 2.3 Online mérési platform – feladatfelvételi kézikönyv*. SZTE Oktatásméleti Kutatócsoport, Szeged.
- Molnár Gyöngyvér és Pásztor Attila (2015): A számítógép alapú mérések megvalósíthatósága kisiskolás diákok körében: első évfolyamos diákok egér- és billentyűzet-használati képességeinek fejlettségi szintje. *Magyar Pedagógia*, 115(3) 237–252.
- Muthén, B.O. (1993): Goodness of fit with categorical and other nonnormal variables. In: Bollen, K.A. és Long, J. S. (szerk.): *Testing structural equation Models*. Sage, Newbury Park, CA. 205–234.
- Nagy József, Józsa Krisztián, Vidákovich Tibor és Fazekasné Fenyvesi Margit (2004): *DIFER Programcsomag: Diagnosztikus fejlődésvizsgáló és kritériumorientált fejlesztő rendszer 4–8 évesek számára*. Mozaik Kiadó, Szeged.
- Nunes, Terezinha és Csapó Benő (2011): A matematikai gondolkodás fejlesztése és értékelése. In: Csapó B. és Szendrei M. (szerk.): *Tartalmi keretek a matematika diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 17–57.
- Pásztor Attila (2017/megjelenés alatt). Tanulói szintű visszacsatolás és fejlesztés: technológia alapú mérések alkalmazási lehetőségei a mindennapi pedagógia gyakorlatban. In: Hunyady Gy. (szerk.): Szerkesztett kötet a Magyar Tudományos Ünnepe elhangzott előadásokból.
- Pásztor Attila, Hódi, Ágnes, Kiss Renáta és Rausch Attila (2017): The role of inductive reasoning in early literacy and numeracy at the beginning of primary school. In: D. Molnár É. és Vigh T. (szerk.): PÉK 2017 [CEA 2017] XV. Pedagógiai Értékelési Konferencia [15th Conference on Educational Assessment]: program és absztraktkötet [program book and abstracts]. 138.
- Rausch Attila (2016a): Online Assessment of Early Numerical Skills in Kindergarten – Results of a Pilot Study. In: 21st Conference of the Junior Researchers of EARLI, Helsinki. 36–37.
- Rausch Attila (2016b): Online Assessment of Early Numeracy at School Entry. In: Csíkos C., Rausch, A. Szityányi, J. (szerk.): *Proceedings of 40th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Volume 1*. PME, Szeged. 226.
- Rausch, Attila és Pásztor Attila (2017): Exploring the Possibilities of Online Assessment of Early Numeracy in Kindergarten. In: Kaur, B., Ho, W.K., Toh, T.L., & Choy, B.H. (szerk.):

Proceedings of the 41st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Vol. 4. PME, Szingapúr. 89–96.

- Resnick, L. B. (1992): From protoquantities to operators: building mathematical competence on an foundation of everyday knowledge. In: Leinhardt, G., Putnam R. és Hatrup, R. A. (szerk.): *Analysis of arithmetic for mathematics teaching*. Erlbaum, Hillsdale. 373–430.
- Ricken, G., Fritz, A. és Balzer, L. (2011): *MARKO-D – Mathematik- und Rechnenkonzepte im Vorschulalter-Diagnose*. Hogrefe, Göttingen
- Sylva, K., Melhuish, E., Sammons, P., Siraj-Blatchford, I. és Taggart, B. (2010, szerk.): *Early childhood matters: Evidence from the effective pre-school and primary education project*. Routledge.
- Van de Rijt, B., Van Luit, J. és Pennings, A. (1999): The construction of the Utrecht Early Mathematical Competence Scale. *Educational and Psychological Measurement*, 59(2) 289–309.
- Van Luit, J., Van de Rijt, B. és Pennings, A. (1994): Utrechtse Gatalbegrip Toets, UGT [Utrecht Test of Number Sense]. Graviant, Doetinchem.