

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
BÖLCSESZETTUDOMÁNYI KAR
NEVELÉSTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA
OKTATÁSELMÉLETI DOKTORI PROGRAM

ÖKÖRDI RÉKA

A HÁTRÁNYKOMPENZÁCIÓ LEHETŐSÉGEI DIGITÁLIS MATEMATIKAI
FEJLESZTŐPROGRAMMAL 3-4. ÉVFOLYAMOS TANULÓK KÖRÉBEN

PhD értekezés tézisei

Témavezető:
Prof. Dr. Molnár Gyöngyvér
egyetemi tanár



Szeged, 2025

Tartalomjegyzék

Bevezetés	2
1 Elméleti háttér.....	3
1.1 Matematikai alulteljesítés.....	3
1.2 A COVID-járvány hatása	5
1.3 Számítógép-alapú fejlesztőprogramok	5
1.4 Matematikai fejlesztőprogramok az alsó tagozatos diákok számára	6
2 A kutatás céljai és szerkezete	7
3 Kutatási kérdések, hipotézisek	7
4 A matematikai fejlesztőprogram hatékonyságvizsgálatához készült mérőeszköz és a fejlesztőprogram	9
5 A fejlesztő program hatékonyságvizsgálatának pilot kutatása	11
5.1 Minta	11
5.2 Eljárások, adatelemzés	11
5.3 A mérőeszközhöz vonatkozó eredmények.....	11
5.4 A fejlesztőprogram pilot hatásvizsgálatának eredményei	12
6 A fejlesztőprogram hatásvizsgálatának nagymintás kutatása.....	12
6.1 Minta	12
6.2 Eljárások, adatelemzés	13
6.3 A nagymintás fejlesztőprogram hatásvizsgálatának eredményei.....	13
6.4 A fejlesztőprogram hatásvizsgálata a hátrányos és halmozottan hátrányos helyzetű tanulók esetében	14
6.4.1 Minta.....	14
6.4.2 A fejlesztőprogram hatásvizsgálatának eredményei a szocioökonómiai státusz alapján képzett csoportok esetén	14
7 Limitáció.....	15
8 Összegzés.....	15
Irodalomjegyzék	17

Bevezetés

A matematika megfelelő színvonalú, gondolkodásfejlesztésen alapuló oktatása az alsó tagozaton elengedhetetlen feltétele a további matematikatanulás sikerességének (pl. Bachman et al., 2022). Amennyiben a matematikában már a tanulmányaik kezdetén lemaradást mutató, vagy a hátrányt a kezdeti időszakban felhalmozó tanulók nem kapnak időben megfelelő támogatást, a hátrányuk behozhatatlanná válik, az olló köztük és társaik között folyamatosan egyre szélesebbre nyílik (pl. Elliott & Bachman, 2018).

A matematikai alulteljesítés hátterében kognitív, affektív és szocioökonómiai okok, és ezek együttjárása, egymásra hatása is állhat. A szocioökonómiai háttér meghatározó szerepe már az óvodai évek, és az iskolakezdés idején, majd a későbbi iskolai években – egyre markánsabban – is megmutatkozik (pl. Duncan & Murnane, 2016). Ezen hátrány mértéke évtizedek óta folyamatosan nő (pl. Chmielewski, 2019).

A tanulók közötti különbséget egy hatékony iskolai hátránykompenzáció pedagógiai hozzáadott értéke csökkenteni képes (Tóth et al., 2010). Magyarországon ugyanakkor az alacsony szocioökonómiai státuszú gyermekek az iskolai szegregáció áldozataként homogén csoportokban alacsonyabb minőségű oktatást kapnak, mint jobb körülmények közül érkező társaik (Radó, 2018).

Kutatásunk első lépéseként feltérképeztük a matematikában gyenge gyerekek számára biztosított fejlesztő órák gyakorlatának hátterét, aminek eredményeképpen arra a következtetésre jutottunk, hogy a matematikai tartalom tekintetében a fejlesztési javaslatok szinte kizárólag a procedurális tudásra, a rutin eljárások gyakorlására irányulnak, a konceptuális tudás pedig nem jelenik meg ezekben a szakértői iránymutatásokban (Ökördi & Molnár, 2020). Abban az időszakban, amikor a kutatásomhoz a megfelelő korosztályt és számukra a megfelelő matematikai tartalmat kerestem, kitört a COVID-járvány, és ez a váratlan, új helyzet hirtelen nem várt irányt mutatott az útkeresésemben. A távolléti oktatás az alsó tagozatos tanítókat és diákokat állította a legnagyobb kihívások elé. A Szegedi Tudományegyetem Oktatáselméleti Kutatócsoportjának munkatársai azt feltételezték, hogy ezen az iskolafokon lesz tapasztalható a legnagyobb fejlődésbeli lemaradás. Ez a feltételezés később – az MTA-SZTE Digitális Tanulási Technológiák Kutatócsoport elemzéseiben – igazolást nyert (Molnár et al., 2021; Molnár & Hermann, 2023). Az előzetes sejtés hatására a tanulás szempontjából nélkülözhetetlen területeken online elérhető fejlesztő programok kidolgozását indítottuk el. A fejlesztő programok fókuszában az olvasás-szövegértési képesség, valamint a matematikai képességek és tudás fejlesztése állt. E vállalkozás keretein belül hoztuk létre azt a 3-4. osztályos diákok számára kidolgozott matematikai fejlesztőprogramot, amely a szorzás és osztás újratanítására, a műveletek megértéséhez szükséges konceptuális tudás elsajátításának elősegítésére vállalkozott. Célunk egy olyan digitális fejlesztőprogram létrehozása, és működésének monitorozása volt, amely a szakirodalomra alapozva, a tantervi követelményekhez igazodva, az iskolai élet mindennapjaiba integrálva, a pedagógusok

munkáját megkönnyítve a fejlesztésre, felzárkóztatásra leginkább rászoruló diákok matematikai készségeit és tudását fejleszti hatékonyan. A fejlesztőprogram kidolgozása során arra törekedtünk, hogy az ne csak a COVID-járvány mentén történt iskolabezárások miatt elszenvedett tanulási veszteség csökkentésére legyen alkalmas, hanem hosszabb távon is az oktatásba integrálható, felzárkóztatásra szolgáló eszköz legyen. A szakirodalom feltárása során arra a következtetésre jutottunk, hogy egy ilyen fejlesztőprogram hiánypótló lehet a magyar oktatási rendszerben.

A disszertáció szerkezetét tekintve nyolc fejezetre tagolódik. A bevezetést követően az első fejezetben a matematikai alulteljesítés kognitív, affektív és szocioökonómiai okairól értekezünk, továbbá a COVID-járvány okozta iskolabezárások tanulmányi teljesítményre gyakorolt következményeit tekintjük át, részletesen feltárva a magyarországi helyzetet. A második fejezet az alsó tagozatos diákok számára készült számítógép-alapú matematikai fejlesztőprogramokra fókuszál, különös tekintettel a hátránykompenzációra alkalmas számítógép-alapú fejlesztőprogramok létrehozásának kritériumaira. A harmadik fejezetben tárgyaljuk empirikus kutatásunk céljait, szerkezetét, a kutatási kérdéseket és az ezek mentén megfogalmazott hipotéziseket. A negyedik fejezet az általunk létrehozott, a szorzás és osztás koncepciójának megértését célzó matematikai fejlesztőprogramot, míg az ötödik fejezet a digitális matematikai fejlesztőprogram hatékonyságának monitorozására összeállított mérőeszközt és az annak alkalmazhatóságára vonatkozó vizsgálat eredményeit mutatja be. A hetedik fejezet a fejlesztőprogram hatékonyságát monitorozó pilot kutatás, míg a nyolcadik fejezet a pilot kutatás eredményeinek mentén módosított fejlesztőprogram hatékonyságát monitorozó nagymintás kutatás módszereiről és eredményeiről számol be. Ez utóbbi fejezetben részletesen értekezünk a fejlesztőprogram hátrányos és halmozottan hátrányos helyzetű tanulók körében mérhető hatékonyságáról. A nyolcadik fejezet egy részének alapját egy korábban már megjelent tanulmányunk adja (Ökördi & Molnár, 2022), ugyanakkor a tanulmány a disszertáció ívébe való illesztés során jelentős átalakításon esett át. A kilencedik fejezet a kutatás eredményeit együttesen értelmező összegzéssel zárja a disszertációt.

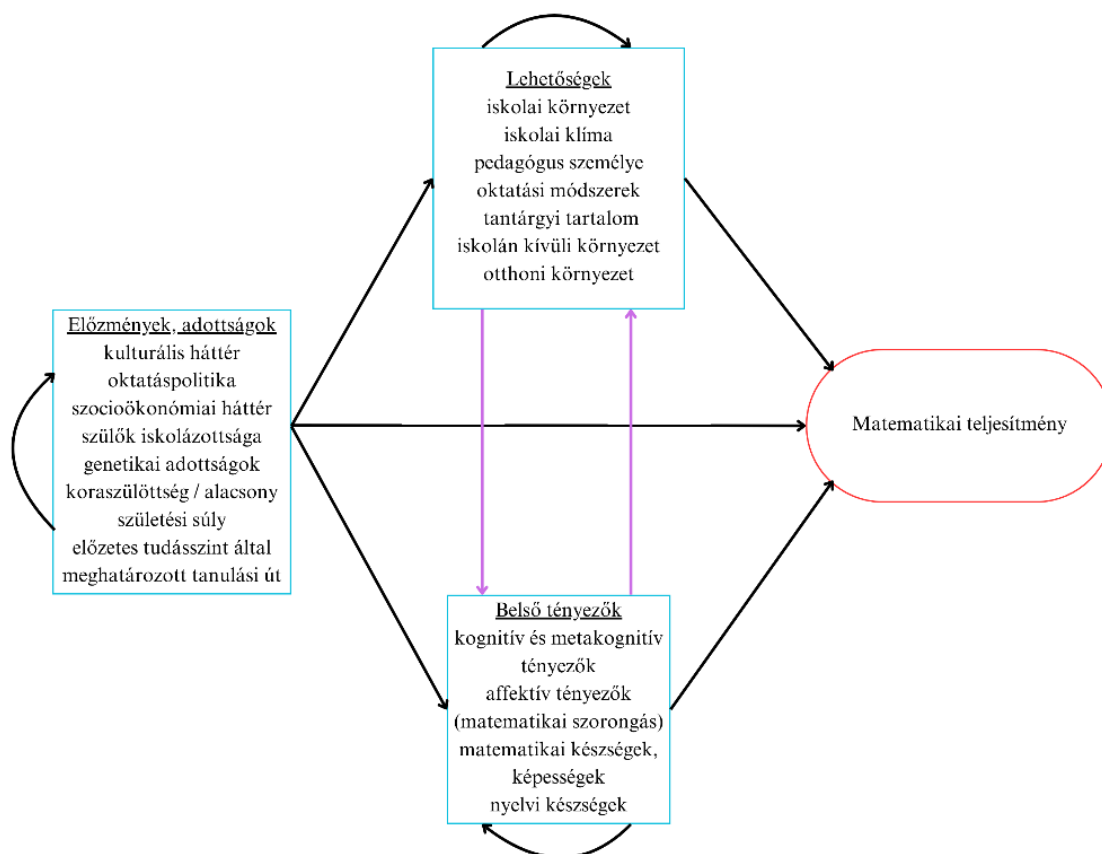
1 Elméleti háttér

1.1 Matematikai alulteljesítés

Világszerte az iskoláskorú gyerekek több, mint a fele nem sajátítja el az alapvető számolási készségeket (Räsänen, Haase & Fritz, 2019; UNESCO, 2017). Magyarországon a legfrissebb PISA eredmények szerint a 15 éves tanulók 29,6%-a sorolható a matematika területén analfabéták közé. A gyenge tanulmányi teljesítmény egyike azoknak a rizikófaktoroknak, amelyek korai iskolaelhagyáshoz vezethetnek.

A matematikai alulteljesítés nem vezethető vissza egyetlen okra. Sokféle befolyásoló tényező van, melyek egymással is interakcióba lépnek (Fritz et al., 2019). Az alulteljesítés okainak rendszerezéséhez Byrnes és Miller (2007) keretrendszeréből indultunk ki, de a

szakirodalom szintézise során az egyes csoportok tényezőinek körét kibővítettük, továbbá a csoportok egymáshoz való viszonyát is megváltoztattuk, és jeleztük azt is, hogy az egyes csoportokon belül is összeadódhat a tényezők hatása, illetve azok is hathatnak egymásra (1. ábra).



1. ábra. Az alulteljesítés okai (Byrnes és Miller, 2007 alapján)

A matematikai alulteljesítés okai tehát nemcsak önmagukban, hanem más okokkal együtt, azokkal kölcsönhatásban is képesek befolyásolni a matematikai teljesítményt. A szocioökonómiai háttér bemutatásának a többinél nagyobb figyelmet szenteltünk, mivel kutatásunk célcsoportjában egy jelentős részmintát a hátrányos és halmozottan hátrányos helyzetű gyerekek alkotnak, akikkel a kutatás bemutatása során részletesen foglalkozunk. A szocioökonómiai státusz okozta hátrányok nemcsak az óvodáztatás és az iskolakezdés idején, hanem a további iskolai előmenetelben megmutatkozó nagy eltérésekben is tetten érhetők (pl. Duncan & Magnuson, 2015). Magyarországon a rossz szocioökonómiai és/vagy szociokulturális háttérű gyerekek jelentős része az iskolarendszerben markánsan jelen levő szegregáció áldozata (pl. Fejes & Szűcs, 2018; Radó, 2018). A szegregáció következményeként a rossz szocioökonómiai státuszú gyerekek teljesítménye jóval elmarad a gyengén teljesítő többségi tanulók teljesítményétől is (Hermann & Kisfalusi, 2023; Fejes & Szűcs, 2017; Csikos et al., 2019).

A matematikai teljesítményben mért különbség a szocioökonómiai szempontból eltérő csoportok között nem feltétlenül jár együtt képességbeli, vagy tudásbeli különbséggel (Resnick et al., 1999; Ginsburg & Pappas, 2004). Az általános iskola befejezésekor mérhető különbségek sokszor az alulteljesítésre adott adekvát válasz elmaradásának következményei (Sylva et al., 2010; Outhwaite et al., 2017). Az egyéni különbségeket a pedagógiai hozzáadott érték képes csökkenteni, de növelni is. A hatékony iskolák hátránykompenzáló hatással bírnak (Tóth et al., 2010). Ebből is következik, hogy a minél korábbi életkorban történő beavatkozásnak hátránykompenzáló szerepe van (Outhwaite et al., 2017).

1.2 A COVID-járvány hatása

A 2019/2020-as és az azt követő tanév során a világ minden táján az iskolás korú gyermekek 91%-át érintette hosszú távú, rövid távú vagy akár ismétlődő átállás a digitális oktatásra (UNESCO, 2020). Európában azokban az országokban, ahol jelentős az oktatáshoz való hozzáférési egyenlőtlenség, hosszabb ideig tartottak zárva az iskolák (Blaskó et al., 2021). Ezek közé az országok közé tartozik Magyarország is, ahol a 2-8. osztályos diákok átlagos tudásszintje és teljesítménye is alacsonyabbnak bizonyult a 2020/21-es tanév kezdetén, mint az előző két tanév ugyanezen időszakában (Molnár et al., 2021). Az alsó tagozatos gyerekek körében nagyobb volt a tanulási veszteség, mint az ezt követő iskolafokokon (pl. Molnár & Hermann, 2023 – Magyarország; Tomasik et al., 2021 – Svájc). A halmozottan hátrányos helyzetű tanulókat tömörítő iskolákban az alsó tagozatos tanítóknak csak 10-15%-a nyilatkozott úgy, hogy az előírt tananyagot végig tudták venni a diákjaikkal. Minden ötödik pedagógus azonban úgy nyilatkozott, hogy egyáltalán nem tudták követni azt (Holb et al., 2022).

1.3 Számítógép-alapú fejlesztőprogramok

A számítógépre nem elégséges csak, mint eszközre tekinteni az oktatás folyamatában, hanem annak kulturális beágyazottságában kell vizsgálni, azaz mint a tanításba integrálható olyan eszközt, amelynek használata meghatározott elméleti keretek és feltételek mentén válik hatékonyá az oktatás folyamatában (Mayer, 2010). Egy számítógép-alapú adaptív fejlesztőprogram minden felhasználónak azonosan magas minőséget biztosíthat, csökkentheti a matematikatanulásban szerzett hátrányokat, ezáltal a társadalmi-gazdasági egyenlőtlenségek negatív hatásait is az általános iskolás gyermekek körében (Benavides-Varela et al., 2020). Egy hatékony digitális fejlesztőprogram tervezése alapos tervezést és számos tényező figyelembevételét igényli a szakirodalom alapján. A digitális formátum lehetővé teszi számunkra, hogy a tanulók számára többféle hozzáférést biztosítsunk a tartalomhoz (Kieserling & Melle, 2019). A számítógép-alapú programok megfelelő tervezésével nemcsak személyre szabott feladatokat és értékelést biztosíthatunk a tanulóknak, továbbá visszajelzéseket a tanároknak a diákok előrehaladásának nyomon követésére, hanem a tanulási környezet is motiválóvá válhat (Csapó et al., 2012; Csapó & Molnár, 2019; Molnár & Lőrincz, 2012). Az

online tanulási folyamat során a fejlesztőprogramoknak kifejezetten és szisztematikusan ösztönözniük kell a tanulási tevékenységekben való részvételt, és rendszeres visszajelzést kell küldeniük a tanuló teljesítményének minőségéről (McCarthy & Li, 2018; Voss & Wittwer, 2020). A digitális tananyagok tartalmának életkorhoz illeszkedőnek, továbbá kognitív és pedagógiai szempontból is relevánsnak kell lennie (Csapó & Molnár, 2019; Hanson & Carlson, 2005). A fejlesztőprogramok tervezési folyamata során nemcsak a diákok igényeit kell figyelembe venni, hanem a tanárok preferenciáit is (Choppin & Borys, 2017; Cuban, 2001; Gaffney, 2010; Phelps et al., 2012). A pedagógusok elvárása, hogy a digitális technológiák használata hozzájáruljon a tanulási eredmények javításához, növelje a diákok tanulás iránti motivációját, továbbá a digitális tanulás hatékonyan és könnyen megszervezhető legyen (Perrotta, 2013). A tanárok előnyben részesítik azokat az új digitális tartalmakat, amelyek illeszkednek a zsúfolt kötelező tantervbe (Xie et al., 2021), és támogatják a saját tanítási stílusukat és gyakorlatukat (Gaffney, 2010; Hanson & Carlson, 2005).

1.4 Matematikai fejlesztőprogramok az alsó tagozatos diákok számára

Kevés, és sok esetben bizonytalan kutatási eredménnyel rendelkezünk a 6-10 éves korosztály számára iskolai oktatási környezetben alkalmazható digitális oktatási, vagy felzárkóztató programokról matematikából (Cheung és Slavin, 2013; Dietrichson et al., 2017; Outhwaite et al., 2017). Cheung és Slavin 2013-ban egy szigorú kritériumlistát állított fel, csak randomizált, vagy illesztett mintával dolgozó, legalább 12 hétig tartó, és reálisan bármikor megismételhető kutatásokat vizsgáltak 1980-tól 2013-ig. Ennek alapján 45 általános iskolában és 29 középiskolában folytatott kutatást elemeznek, és arra az eredményre jutnak, hogy a matematikaoktatásban a digitális technológia alkalmazásának pozitív, bár kicsi a hatásmérete (Cohen- $d=0,15$). Harskamp (2014) átfogó metaanalízisében összesen 11 olyan elsősorban 6-10 éves gyerekeknek szánt számítógépes matematikai programról számol be, amelyek 2000 és 2014 között születtek, és hatékonyságuk kutatása kvantitatív adatokra épülő, randomizált vagy kvázi-kísérletekben zajlott. Ezek a programok a számfogalom, a műveletvégzés, illetve a szöveges feladatok témaköreire épülnek. Kutatásunk szempontjából leginkább Pitchford (2015) eredményei figyelemre méltók abban a tekintetben, hogy olyan körülmények között bizonyult a számítógép-alapú matematikaoktatás 6-9 éves gyerekek körében hatékonynak, akiknek az oktatáshoz való hozzáférése máskülönben nem, vagy csak nehezen volt biztosított.

2 A kutatás céljai és szerkezete

A kutatás elsődleges célja az volt, hogy a COVID-járvány miatt történt iskolabezárások és távolléti oktatás okozta tanulási veszteség kompenzálására alkalmas digitális matematikai fejlesztőprogramot dolgozzunk ki 3-4. osztályos diákok számára. A program felépítése során ugyanakkor arra a szempontra is figyeltünk, hogy az a későbbiekben szélesebb kontextusban is alkalmazható legyen. Ennek megfelelően másodlagos célként azt tűztük ki, hogy olyan fejlesztőprogramot dolgozzunk ki, amely a világjárvány okozta élethelyzetén kívül is szerepet kaphat a hátránykompenzációban.

A program hatékonyságvizsgálatának megvalósításához kidolgoztunk egy matematikai tesztet, ami a fejlesztőprogram tartalmához illeszkedően a diákok szorzás és osztás témakörében mutatott tudásszintjének mérésére alkalmas. Ezt követte a mérőeszköz viselkedésének elemzését lehetővé tevő adatfelvétel és elemzés, illetve a mérőeszköz revíziója, majd a fejlesztőprogram hatékonyságvizsgálatát célzó pilot kutatás és végül a nagymintás kutatás, majd utókövetéses vizsgálata.

3 Kutatási kérdések, hipotézisek

A kutatási kérdéseket a kutatás egyes fázisainak sorrendjét szem előtt tartva fogalmaztuk meg. A kérdések egyrészt a mérőeszköz működésére, másrészt a matematikai fejlesztőprogram hatékonyságvizsgálataira vonatkoznak. Tézisfüzetünkben a legfontosabb kutatási kérdéseket és hipotéziseket ismertetjük.

- I. *A pilot és nagymintás kutatásban alkalmazott mérőeszközre vonatkozó kutatási kérdések:* Mennyire megfelelően működik a matematikai fejlesztőprogram hatékonyságának vizsgálatára létrehozott mérőeszköz végleges változatának egésze, illetve altesztjei a teljes mintán, illetve az egyes évfolyamokon? Megfelelő-e a teszt konstruktumvaliditása? Empirikusan igazolható-e a teszten belüli alteszt/ dimenziók elkülönülése? Mennyire illeszkedik a teljesítményteszt a harmadik, illetve negyedik évfolyamos diákok tudás- és képességszintjéhez? Van-e szignifikáns különbség a harmadik és negyedik évfolyamos diákok teljesítményében, illetve az egyes alteszteken elért eredményeik tekintetében? Befolyásolja-e a teljesítményteszt megoldásához alkalmazott eszköz használata a gyerekek sikerességét a teszt megoldásában?

Hipotézisek:

H₁: A mérőeszköz mind a teljes teszt vonatkozásában, mind az egyes altesztjeiben megfelelően működik a teljes minta, illetve az egyes évfolyamok esetén is.

H₂: A teszt konstruktumvaliditása megfelelő. A mérőeszköz szerkezetét tekintve az itemek három, egymástól elkülönülő, a szorzást, az osztást és a szöveges feladatokat mérő altesztbe rendezhetők.

H₃: A teljesítményteszt jól illeszkedik a harmadik és negyedik évfolyamos diákok tudás- és képességszintjéhez (110/2012. (VI. 4.) Korm. rendelet).

H4: A negyedik évfolyamos diákok teszten elért eredményei szignifikánsan jobbak a harmadik évfolyamos diákok eredményeinél (Kerettanterv az általános iskola 1-4. évfolyamára, 2012).

H5: A teljesítményteszt megoldásához alkalmazott eszköz nem befolyásolja a teszt megoldásának sikerességét.

- II. *A fejlesztőprogram pilot vizsgálatára vonatkozó kutatási kérdések:* Milyen hatékonysággal képes elősegíteni és támogatni a kidolgozott digitális fejlesztőprogram a 3. és 4. évfolyamos diákok matematikai tudását a szorzás és az osztás megértésének és elsajátításának területén? Milyen képességszinten lévő diákok matematikatanulását támogatja leginkább a fejlesztőprogram? Van-e különbség a fiúk és a lányok között a fejlesztőprogram hatékonyságának mértékében?

Hipotézisek:

H6: Kutatási adatok (pl. Harskamp, 2014) alapján feltételeztük, hogy a fejlesztés hatására a kísérleti csoport teljesítménye mindkét évfolyamon szignifikánsan javul a kontroll csoporthoz képest.

H7: Kutatási adatok (pl. Outhwaite et al., 2017) alapján feltételeztük, A fejlesztőprogram leginkább az alacsony képességszinten lévő diákok fejlődését segíti.

H8: A fejlesztőprogram hatékonyságának mértékében nincsen különbség a fiúk és a lányok között.

- III. *A fejlesztőprogram nagymintás vizsgálatára vonatkozó kutatási kérdések:* Milyen hatékonysággal képes elősegíteni és támogatni az átdolgozott digitális fejlesztőprogram a 9-11 éves tanulók matematikai tudását a szorzás és az osztás megértésének és elsajátításának területén? Milyen képességszinten lévő diákok matematikatanulását támogatja leginkább a fejlesztőprogram? Mennyire általánosíthatók az eredmények a teljes teszt és az altesztek vonatkozásában? A kutatás során igazolt fejlesztőhatás megerősítést nyer-e a látens szintű elemzések során a teljes teszt és az altesztek esetében?

Hipotézisek:

H9: A fejlesztés hatására rövid távon, az utóteszt idejére a kísérleti csoport teljesítménye szignifikánsan javul a kontroll csoporthoz képest (pl. Harskamp, 2014). A késleltetett utóteszt idejére a fejlődés ütemében mutatott előny nem jelentkezik a kísérleti csoport esetében (Sterner et al., 2020).

H10: A fejlesztőprogram leginkább az alacsony képességszinten lévő diákok fejlődését segíti (Ginsburg & Pappas, 2004; Outhwaite et al., 2017).

H11: A kutatás során igazolt fejlesztőhatás megerősítést nyer a látens szintű elemzések során a teljes teszt és az altesztek esetében is.

- IV. *A HH vagy HHH státusszal rendelkező és nem rendelkező státuszú diákok teljesítményére vonatkozó kutatási kérdések:* Milyen teljesítménybeli különbség figyelhető meg a késleltetett utóteszten nyújtott teljesítményben a hátrányos, illetve halmozottan hátrányos helyzetű diákok körében a kísérleti és a kontroll csoport tagjai között, amennyiben a fejlődést az előzetes tudáshoz igazítjuk? Milyen képességszinten lévő HH vagy HHH státuszú diákok fejlődését támogatja leginkább a fejlesztőprogram? A hátrányos helyzet megléte, illetve nem megléte mennyiben befolyásolja a teljesítményt a kísérleti, illetve a kontroll csoportban?

Hipotézisek:

H₁₂: Kutatási adatok (pl. Ginsburg & Pappas, 2004) alapján feltételeztük, hogy a kísérleti csoport tagjai szignifikánsan jobb teljesítményt érnek el a késleltetett utóteszten, mint fejlesztésben nem részesült társaik.

H₁₃: A program leginkább a gyengébb képességszinten lévő diákok fejlődését támogatja.

H₁₄: A hátrányos helyzet meglétének befolyása a teljesítményre csökken a fejlesztés hatására, míg a fejlesztésben nem részesülő HH vagy HHH státuszú diákok lemaradása tovább nő (pl. Campione et al., 1988; Sylva et al., 2010).

4 A matematikai fejlesztőprogram hatékonyságvizsgálatához készült mérőeszköz és a fejlesztőprogram

A lemaradók fejlesztésének problematikája abban rejlik, hogy többnyire a rutin eljárások gyakoroltatásában, a számolási algoritmusok bevézésében merül ki, a műveletek tartalmának megértése így a felzárkóztatás során sem kerül előtérbe (Connell et al., 1988; Ökördi & Molnár, 2020; van de Walle et al., 2020.). A fejlesztőprogram tehát a hatékony megsegítés érdekében a szorzás és osztás koncepciójának megértését állította a középpontba. A matematikai fejlesztőprogram tartalmi és módszertani kereteinek alapját a szorzás és osztás oktatásáról és elsajátításáról szóló szakirodalom, a kutatás idején érvényben lévő Nemzeti Alaptanterv (2012), továbbá a varga tamási hagyományokra építő matematikatankönyv-család (C. Neményi et al., 2020) adták.

A meghatározott sorrendben felfűzött feladatokat a diák választól függően elágaztattuk, így a feladatok fő ága mellett a diákok a segítő ágakon egyéni tanulási utakat járhattak be. A fejlesztőprogram fő ágának didaktikai alapelve a cselekedtető, felfedeztető, a tudás megkonstruálására alkalmas tevékenységek biztosítása lett. A tevékenységeket sok esetben a gondolatmenetet tudatosító kérdések követték (10. ábra), mely a konstruktivista felfogásban is megjelenő metakognitív folyamatok előkészítését, fejlesztését szolgálta (Connell et al., 1988; Csíkos, 2010, 2016). Helytelen válasz esetén a felfedeztetés logikáját megőrizve, nem azonnal mutattuk meg a megoldás menetét. A tanuló először olyan segítséget

kapott, ahol lépésekre bontva, kérdések segítségével kellett végigjárnia a probléma megoldásának útját. További sikertelenség esetén azonban az explicit instrukciós modell (pl. Long et al., 2021) online környezethez igazított lépesein vezettük keresztül a tanulót.

A pilot kutatás során alkalmazott fejlesztőprogram 23 fejlesztő egységből épült fel, melyeket megkettőztünk. Az egyik a szorzó-szorandó sorrendben, a másik szorzandó-szorzó sorrendben mutatta be ugyanazt a tananyagot. A pilot kutatás során kiderült, hogy a pedagógusok a szorzás tagjait többségében szorzó-szorandó sorrendben tanítják, egy részük pedig a kutatásban nem következetesen biztosította a diákok számára a szorzás tagjainak általa választott sorrendjét tartalmazó fejlesztő egységeket. Mivel a kutatás egyik célja egy, a jövőben is alkalmazható fejlesztőprogram létrehozása, így a fenti szempontok alapján a nagymintás kutatásban a fejlesztő egységek megkettőzésétől eltekintettünk, és csak a szorzó-szorandó sorrendet tanító egységeket tartottuk meg. A pilot kutatás eredményei alapján a fejlesztőprogram tartalmában is változtatásokat hajtottunk végre. Egyes egységekben a monotonitás megtörésére kellett törekedni, másokban pedig az új tartalom megismerésére irányuló tevékenységek számának csökkentése látszott célravezetőnek. A feladatok átstrukturálásán túl a motiváció fenntartását, illetve a tanultak alkalmazási lehetőségeinek és a gyakorlásnak a körét bővítő új feladatokat hoztunk létre. További új elemként egyes egységeket kihívásokkal zártunk. A kihívásokkal olyan játékos elemeket illesztettünk a fejlesztőprogramba, amelyekkel az volt a célunk, hogy a játék öröme magából a tanultak alkalmazásából fakadjon (Habgood & Ainsworth, 2011). Az új struktúrának és az új feladatok beillesztésének az eredménye a korábbi 276 helyett egy 306 feladatot tartalmazó fejlesztőprogram lett, amelyeket a korábbi 12 helyett 15 fejlesztő egységbe rendeztünk.

A mérőeszköz első öt mérő, illetve fejlesztő feladata a diákok egér- és billentyűzethasználati képességei feltérképezésére és fejlesztésére szolgált. A matematikai fejlesztőprogram hatékonyságának vizsgálatához egy 35 itemből álló mérőeszközt állítottunk össze, melynek egyes feladatait az eDia-rendszer tanári teszt moduljából válogattuk, illetve a válogatást követően egyes feladatokat módosítottunk, más feladatait pedig magunk hoztunk létre. A tesztet három altesztre bontottuk, a szorzás, az osztás és a szöveges feladatok altesztekre. A szorzás és az osztás altesztekben a második évfolyam követelményeivel összhangban számolási műveletek eredményének megadását csak a kisegyszeregy eseteiből kérdeztünk. Ezekben az altesztekben a feladatok vagy csak a procedurális tudást, vagy a konceptuális és procedurális tudást egyaránt mérő itemekből álltak. A szöveges feladatok altesztbe csak procedurális tudást mérő itemek kerültek. Ezek célja a szorzás, illetve az osztás koncepciója megértésének feltérképezése volt.

5 A fejlesztő program hatékonyságvizsgálatának pilot kutatása

5.1 Minta

A kutatásban 13 általános iskola harmadik és negyedik osztályos diákjai vettek részt. A kutatásba bevont iskolák közül egy fővárosi, egy megyeszékhelyi, négy városi és hét községi iskola volt. A minta kiválasztása során arra törekedtünk, hogy olyan osztályokat vonjunk be a kutatásba, ahol a pedagógus megítélése alapján sok a matematikában lemaradást mutató tanuló.

5.2 Eljárások, adatelemzés

A fejlődés monitorozására szolgáló online adatfelvétel a mérőeszköz megbízhatóságának vizsgálata, a kvázi-kísérleti elrendezésben megvalósult pilot kutatás és nagymintás kutatás is azonos körülmények között valósult meg. A számítógép-alapú fejlesztőprogramot, valamint a fejlődés monitorozását szolgáló tesztek felvételét is az eDia online platformon valósítottuk meg (Csapó & Molnár, 2019). A fejlesztőprogramok kiköszvetítése során az a nehézség jelentkezett, hogy a pedagógusok közül néhányan következtetlenül, egyes egységek esetén a szorzandó-szorzó sorrendet követő, máskor a szorzó-szorzandó sorrendet követő egységet közvetítették ki a tanulóknak. Akadt tehát olyan diák, aki a szorzás lejegyzésének kétféle megközelítésével esetlegesen, felváltva találkozott.

Az adatok elemzéséhez a klasszikus tesztelmélet módszerei mellett a valószínűségi tesztelmélet eszköztárát is alkalmaztuk. Előbbi eljárásokhoz az SPSS 21 statisztikai programot utóbbihoz a Rasch-modellt alkalmaztuk, melyhez az elemzéseket a ConQuest programban végeztük el.

5.3 A mérőeszközre vonatkozó eredmények

A mérőeszköz a teljes teszt vonatkozásában, és a szorzás altesztben is jól működött a teljes minta, illetve az egyes évfolyamok esetén is (H_1). A teszt szerkezetét vizsgálva a megerősítő faktoranalízis alapján megállapítható, hogy a teszt a matematikai tudás azon három területét, a szorzást, az osztást és a szöveges feladatok megértését méri, melyeket a teszt összeállításakor a fejlesztőprogram hatékonyságvizsgálatának érdekében kijelöltünk (H_2). A teljesítményteszt tudás- és képességszinthez való igazodása megfelelő volt, a személy-item térkép mind a harmadik, mind a negyedik évfolyamon azt mutatta, hogy az itemek jelentős része közepes nehézségűnek bizonyult. A gyerekek többsége olyan képességszinten volt, hogy az itemek közül van egy vagy több olyan, amelyet 50%-os valószínűséggel megoldott (H_3). A negyedik évfolyam teljesítménye mind a teljes teszten, mind az egyes alteszteken szignifikánsan jobb volt a harmadik évfolyamos diákok teljesítményénél (H_4), azonban 4. évfolyamon sem tapasztaltunk plafoneffektust, a teszt feladatai jól differenciálták a diákokat. Az eszközhasználat vizsgálatára szolgáló feladatok eredményének átlaga 90 és 100% között volt az összes feladat esetében, azaz az eszköz nem befolyásolta a teszt megoldásának sikerességét (H_5),

5.4 A fejlesztőprogram pilot hatásvizsgálatának eredményei

A kontroll és a kísérleti csoport előteszten elért eredményét évfolyamonként összevetve, nem találtunk szignifikáns eltérést, a tanulópárok előteszten elért eredmények alapján történt kialakításának köszönhetően. Mindkét évfolyamon szignifikánsan javult mind a kísérleti, mind a kontroll csoportban a tanulók teljesítménye az elő- és az utóteszt közötti időszakban. Azonban az iskolai oktatás kiegészítéseként alkalmazva, a kísérleti csoport tagjai kimutathatóan jobban fejlődtek (H_6).

Az eloszlások vizsgálata és a tanulói szintű elemzések eredményei megerősítik azt a hipotézisünket is (H_7), miszerint az alacsony képességszinttel rendelkező diákok fejlődését segítette elő legnagyobb mértékben az általunk kidolgozott matematikai fejlesztőprogram. Magyarországon a 2022-es PISA mérésen a fiúk matematikateljesítménye 15 ponttal haladta meg a lányokét (Oktatási Hivatal, 2022). Ebben a keretben nyer értelmet az a kutatási adatunk, hogy amíg a harmadik évfolyamos kontroll csoport fejlődése a fiúknak köszönhető, addig a kísérleti csoportban mindkét évfolyamon szignifikánsan javult mind a lányok, mind a fiúk teljesítménye. Azaz a matematikai fejlesztőprogram azonos fejlődési lehetőséget biztosít mindkét nem számára (H_8).

A pilot kutatás eredménye megerősítette a korábbi kutatási eredmények azon aspektusát, hogy a legalacsonyabb teljesítményt nyújtó tanulók teljesítménye is javítható digitális fejlesztőprogramokkal (Benavides-Varela et al., 2020; Kuhn et al., 2020; Shih et al., 2023).

6 A fejlesztőprogram hatásvizsgálatának nagymintás kutatása

6.1 Minta

A kutatás mintáját 2187 harmadik és negyedik osztályos általános iskolai tanuló (9–11 évesek) alkotta. Az adattisztítás után csak annak a 810 tanulónak az adatai kerültek elemzésre, akik nemcsak az előteszten és az utóteszten, hanem a késleltetett utóteszten is kevesebb, mint a feladatok 50%-át hagyták megválaszolatlanul, és akik a fejlesztőprogramnak legalább a felét teljesítették.

A fejlesztés a 2021/2022-es tanévben zajlott. Ezt a tanévet már nem jellemezték a járványhelyzet miatt elrendelt iskolabezárások. A kutatásba bevont diákok azonban a megelőző két tanévben legalább 19 hetet távolléti oktatásban töltöttek (Molnár & Hermann, 2023). A kutatásba bevont gyerekek mindkét évfolyamon ezekben a bezárásokkal nehezített tanévekben találkoztak először a szorzás és az osztás témakörével.

Az adatalemzésbe bevont 810 diák 36 általános iskolából került ki, területi eloszlás szerint az ország minden tájegységéről. 4 nyugat-dunántúli, 6 dél-dunántúli, 2 közép-dunántúli, 2 közép-magyarországi, 6 észak-magyarországi, 5 észak-alföldi és 11 dél-alföldi iskola vett

részt a fejlesztésben. Településtípus szerint az iskolák közül 1 a fővárosban, 6 megyeszékhelyen, 11 városban, 18 községben működik.

6.2 Eljárások, adatelemzés

A kutatás a pilot kutatáshoz hasonlóan kvázi-kísérleti elrendezésben valósult meg. A tanulók teljesítményét három alkalommal monitoroztuk a korábban bemutatott mérőeszköz segítségével. A tesztet a diákok a fejlesztés megkezdése előtt előtesztként, közvetlenül a fejlesztést követően utótesztként és három hónappal a fejlesztés befejezése után késleltetett utótesztként oldották meg. A kísérleti és a kontrollcsoport kialakítása a tanulók előteszten nyújtott teljesítménye alapján történt. A számítógép-alapú fejlesztőprogramot, valamint az elő- és utóteszteket a pilot programmal megegyezően az eDia online platformon valósítottuk meg (Csapó & Molnár, 2019).

A nagymintás kutatás eredményeinek elemzése során a pilot kutatásnál bemutatott eljárásokon túl strukturális egyenlet-elemzéseket végeztünk, a fejlesztőprogram hátrányos helyzetű diákokra gyakorolt hatását páros-t próbával, Cohen-d érték számításával, továbbá ANCOVA elemzéssel vizsgáltuk.

Az adatok elemzéséhez a klasszikus tesztelmélet módszerei mellett a valószínűségi tesztelmélet eszköztárát is alkalmaztuk. Előbbi eljárásokhoz az SPSS 21 statisztikai programot utóbbihoz a Rasch-modellt alkalmaztuk, melyhez az elemzéseket a ConQuest programban végeztük el. A teszt konstruktumvaliditásának vizsgálatához, azaz a teszten belüli dimenziók elkülönülésének empirikus bizonyításához a megerősítő faktorelemzés (Confirmatory Factor Analyses) módszerét alkalmaztuk (Muthén & Muthén, 2010). Az elemzéseket az MPlus program segítségével végeztük.

6.3 A nagymintás fejlesztőprogram hatásvizsgálatának eredményei

A fejlesztés időtartama alatt mindkét csoport részt vett az iskolai oktatásban, a kísérleti csoport ezen felül részesült fejlesztésben is. Ennek eredményeként a kísérleti csoportban a diákok teljesítménye az iskolai oktatás és a kiegészítő beavatkozás együttes eredményeként javult egyharmad szórásegységgel. A kontroll csoport tanulójának fejlődése alapján a kísérleti csoportban a teljesítmény javulásának a fele a rendszeres iskolai oktatásnak, fele pedig a fejlesztőprogramnak volt köszönhető. Az utótesztet követő három hónapban a kísérleti csoport már nem részesült további fejlesztésben. A késleltetett utóteszt eredményei alapján a két tesztfelvételi időpont között mindkét csoport teljesítménye egyharmad szórásegységgel javult (H_9).

Közvetlenül a fejlesztést követően a kísérleti csoport alacsony képességszintű tagjainak fejlődésének mértéke nagyobb volt, mint a kontroll csoport azonos képességszintű tagjainak. Esetükben az iskolai oktatásnak is kiemelten jelentős szerepe volt a fejlődésben, több, mint egy szórásegységnyi javultak rövid idő alatt. A fejlődés mértéke mindkét csoport esetében lelassult a késleltetett utóteszt idejére, de a kísérleti csoport a kontroll csoporthoz viszonyítva továbbra

is nagyobb ütemben fejlődött. A kísérleti csoport előnye azt mutatja, hogy az iskolai oktatás és a fejlesztés együttes hatására a fejlődésben a tanulók kevésbé esnek vissza, mint fejlesztésben nem részesült társaik (H_{10}).

A látens szintű elemzés rámutat az eredmények általános szintű voltára. A fejlesztőprogram hatására a fejlődés szignifikáns mértékben felgyorsítható. Az elemzés azt is megerősíti, hogy az előteszt során alacsonyabb teljesítményt nyújtó diákok nagyobb mértékben fejlesztették matematikai készségeiket a fejlesztőprogram segítségével, mint jobban teljesítő társaik. További elemzések a részteszték szintjén is megerősítették a manifeszt módszerekkel kapott eredményeket. A szorzás és osztás esetében mindkét csoport tanulójának teljesítménye javult, de a kísérleti csoport fejlődése, valamint az előző tanévekből származó hiányosságai leküzdése felgyorsult a fejlesztőprogram hatására. A szöveges feladatok résztesztjén azonban az eredmények azt mutatják, hogy csak a kísérleti csoport ért el előrelépést, míg a kontrollcsoport nem. Az eredményeink tehát általánosíthatók és megfogalmazható, hogy a fejlesztőprogram valóban elősegíti a szorzás és osztás fogalmi megértését úgy, hogy közben a rutin számolási eljárásokban is fejlődnek a tanulók (H_{11}).

6.4 A fejlesztőprogram hatásvizsgálata a hátrányos és halmozottan hátrányos helyzetű tanulók esetében

6.4.1 Minta

Az adatközlésben rejlő nehézségek miatt a nagymintás kutatás résztvevői közül csak annak a 364 gyereknek az adatait vettük figyelembe, akiknek a szocioökonómiai státuszáról (HH vagy HHH státusz megléte vagy nem megléte) biztos információkkal rendelkezünk.

6.4.2 A fejlesztőprogram hatásvizsgálatának eredményei a szocioökonómiai státusz alapján képzett csoportok esetén

Az ANCOVA elemzés eredményei arra utalnak, hogy az előzetes tudásszinthez való igazítás után azok a tanulók, akik fejlesztésben részesültek, jobban fejlődtek, mint a kontroll csoport tagjai, és a fejlesztés eredménye hosszabb távon is kimutatható (H_{12}). A lineáris regressziós egyenest tartalmazó pontdiagram szintén a kísérleti csoport előnyéről tanúskodott. A kísérleti csoport gyengébb bemeneti készségekkel rendelkező tagjainak a teljesítménye javult a késleltetett utóteszt idejére, miközben a fejlesztésben nem részesült társaik teljesítménye stagnált, vagy romlott (H_{13}).

A kísérleti csoport eredményei alapján elmondható, hogy a fejlesztőprogram oly módon gyorsította fel a hátrányos helyzetű tanulók fejlődését, hogy azok a fejlesztést követően, hosszú távon is képesek csökkenteni a lemaradásuk mértékét a fejlesztésben szintén részesült, nem hátrányos helyzetű társaikkal szemben. Ugyanakkor a kontroll csoport hátrányos helyzetű tagjai lemaradásának mértéke – fejlesztés nélkül – tovább nőtt azokkal a társaikkal szemben is, akik szintén nem részesültek fejlesztésben, ám nem hátrányos helyzetűek (H_{14}).

A legfontosabb, és a nemzetközi szakirodalomban kevésbé vizsgált és elemzett eredmény, hogy feltérképezhattuk egy matematikai fejlesztőprogram alacsony szocioökonómiai státuszú diákok teljesítményére gyakorolt hosszú távú hatását. A fejlesztőprogram HH vagy HHH státuszú diákok matematikai teljesítményére gyakorolt hosszú távú hatásának elemzése két megközelítésben is pozitív irányú változásra mutatott rá. Egyrészt a fejlesztőprogram hatására a hátrányos helyzetű gyerekek teljesítménye javult, miközben a fejlesztésben nem részesült hátrányos helyzetű társaik teljesítménye stagnált, vagy romlott. Másrészt a fejlesztés hatására e gyerekek teljesítménye oly módon javult, hogy csökkentették hátrányukat a fejlesztésben szintén részesült nem hátrányos helyzetű diákokkal szemben. Ezzel egyidejűleg a kontroll csoport tagjainak teljesítménye alátámasztani látszik azokat a kutatási eredményeket, hogy célzott fejlesztés nélkül az olló a két csoport folyamatosan nyílik (pl. Campione et al., 1988). A fejlesztőprogram azonban az egyenlőtlen oktatási hozzáférést tudja ellensúlyozni azáltal, hogy mindenkinek ugyanazt a tartalmat és minőséget biztosítja.

Eredményeink megerősítik, hogy az alacsony szocioökonómiai státuszú gyerekek matematikai fejlődésének a fő terepe az iskola (Ginsburg & Pappas, 2004). Eredményeink rámutatnak, hogy ez a digitális fejlesztőprogram alkalmas arra, hogy a lemaradó hátrányos helyzetű diákok hosszabb távon is megmaradó matematikai tudást szerezzenek a segítségével.

A fejlesztőprogram olyan matematikai tudás tanítását, újratanítását célozza, amelynek az elsajátítása a második évfolyamban volt elvárás. Megfelelő fejlesztés nélkül e tudás kialakítása nagyon lassan, vagy nem valósul meg. Ugyanakkor az eredmények azt mutatják, hogy alsó tagozaton a lemaradóknak évfolyamtól függetlenül olyan fejlesztést kell biztosítani, amely az alapkortól indul, és az adott témakört – esetünkben a szorzás-osztás témakörét – újratanítja.

7 Limitáció

A kutatás korlátai elsősorban a fejlesztési időszak során bekövetkezett nagy mennyiségű adatvesztésből fakadnak. A kutatás limitációja továbbá, hogy a kifejezetten az iskolai tantervre épülő fejlesztőprogram alkalmazása abban az időszakban történt, amikor a spirális felépítésű matematika tanterv szerint a diákok az osztályfoknak megfelelő számkörben bővítették tudásukat a témával kapcsolatban. Így az egyes iskolákban a tanárok által választott tanítási stílus és módszerek mind a kísérleti, mind a kontroll csoport eredményeire hatással lehettek. Végül, a limitációk között kell említeni, hogy a szorzás oktatására vonatkozó, a művelet értelmezéséhez, illetve tanításához kapcsolódó máig nyitott kérdéseket, melyek megválaszolásához ez a dolgozat is hozzájárulhat.

8 Összegzés

Eredményeink alapján megállapítható, hogy egy olyan, Magyarországon legjobb tudásunk szerint egyedülálló, a lemaradók fejlesztésére fókuszáló digitális matematikai

fejlesztőprogramot hoztunk létre, amely a tantervhez illeszkedve, az iskolai mindennapokba integrálva, a pedagógusoktól többletmunkát nem igényelve alkalmas a szorzás és osztás területén a lemaradások pótlásának elősegítésére. A program illeszkedik a nemzetközi szakirodalomban bemutatott eredményes, alsó tagozatos gyermekek számára létrehozott digitális fejlesztőprogramok sorába, ám túlmutat rajtuk azáltal, hogy hatásvizsgálatának eredményei hosszú távon, és általánosítva is igazoltnak tekinthetők.

E fejlesztőprogram és az eredmények mentén megvalósuló kutatások nemcsak a matematikaoktatás és a hátránykompenzáció területének kutatásaihoz tesznek hozzá, hanem eredményeink pedagógiai gyakorlatban való közvetlen alkalmazhatósága egyrészt a pedagógiai gyakorlat megújításához, másrészt az elmélet és a gyakorlat közötti párbeszéd serkentéséhez is hozzájárulhatnak.

Irodalomjegyzék

- Bachman, H. J., Miller, P., Elliott, L., Duong, S., Libertus, M., & Votruba-Drzal, E. (2022). Associations among socioeconomic status and preschool-aged children's, number skills, and spatial skills: The role of executive function. *Journal of Experimental Child Psychology*, 221, 105453. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2022.105453>
- Benavides-Varela, S., Zandonella Callegher, C., Fagiolini, B., Leo, I., Altoè, G., & Lucangeli, D. (2020). Effectiveness of digital-based interventions for children with mathematical learning difficulties: A meta-analysis. *Computers & Education*, 157, 103953. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103953>
- Blaskó, Z., Da Costa, P., & Schnepf, S. V. (2021). *Learning losses and educational inequalities in Europe: Mapping the potential consequences of the COVID-19 crisis*. <https://doi.org/10.1177/09589287221091687>
- Byrnes, J. P., & Miller, D. C. (2007). The relative importance of predictors of math and science achievement: An opportunity–propensity analysis. *Contemporary Educational Psychology*, 32(4), 599–629. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2006.09.002>
- Campione, J., Brown, A., & Connell, M. (1988). Metacognition: On the importance of understanding what you are doing. In *The Teaching and Assessing of Mathematical Problem Solving* (Vol. 3, pp. 93–114). National Council of Teachers of Mathematics.
- Chmielewski, A. K. (2019). The global increase in the socioeconomic achievement gap, 1964 to 2015. *American Sociological Review*, 84(3), 517–544. <https://doi.org/10.1177/0003122419847165>
- Csapó, B., Lőrincz, A., & Molnár, G. (2012). Innovative assessment technologies in educational games designed for young students. In Ifenthaler, D., Eseryel, D. & Ge, X. (Eds.), *Assessment in game-based learning: foundations, innovations, and perspectives* (pp. 235-254). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3546-4_13
- Csapó, B., & Molnár, G. (2019). Online diagnostic assessment in support of personalized teaching and learning: The eDia system. *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01522>
- Csíkós, C., András, S., Rausch, A., & Shvarts, A. (2019). Mathematical learning and its difficulties in eastern European countries. In A. Fritz, V. G. Haase, & P. Räsänen (Eds.), *International Handbook of Mathematical Learning Difficulties: From the Laboratory to the Classroom* (pp. 145–163). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97148-3_10
- Duncan, G. J., & Magnuson (2015). Early childhood interventions for low-income children. *Research on Poverty*, 31(2), 1-5.
- Duncan, G. J., & Murnane, R. J. (2016). Rising inequality in family incomes and children's educational outcomes. *RSF: The Russell Sage Foundation Journal of the Social Sciences*, 2(2), 142. <https://doi.org/10.7758/rsf.2016.2.2.06>
- Elliott, L., & Bachman, H. J. (2018). SES disparities in early math abilities: The contributions of parents' math cognitions, practices to support math, and math talk. *Developmental Review*, 49, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2018.08.001>

- Fejes, J. B., & Szűcs, N. (2017). Hol tart ma az oktatási integráció ügye? *Új Pedagógiai Szemle*, 67(11–12), 100–116.
- Fejes J. B., & Szűcs N. (2018). Az oktatási integráció ügye a 2010-es évek végén. In J. Fejes, & N. Szűcs (Eds.), *Én vétkem. Helyzetkép az oktatási szegregációról* (pp. 11–30). Motiváció Oktatási Egyesület.
- Fritz, A., Haase, V. G., & Räsänen, P. (2019). Introduction. In A. Fritz, V. G. Haase, & P. Räsänen (Eds.), *International Handbook of Mathematical Learning Difficulties: From the Laboratory to the Classroom* (pp. 1–6). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97148-3_1
- Ginsburg, H. P., & Pappas, S. (2004). SES, ethnic, and gender differences in young children's informal addition and subtraction: A clinical interview investigation. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 25(2), 171–192. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2004.02.003>
- Hermann, Z., & Kisfalusi, D. (2023). School segregation, student achievement, and educational attainment in Hungary. *International Journal of Comparative Sociology*, 1–26. <https://doi.org/10.1177/00207152231198434>
- Holb, É. M., Khayouti, S., Kisfalusi, D., Messing, V., Varga, K., & Varga, J. (2022). A távolléti oktatás időtartama, az iskolák, pedagógusok és diákok felkészültsége, tanulási elmaradás a pedagógusok véleménye szerint. In D. Horn & A. M. Bartal (Eds.), *Fehér könyv a Covid-19-járvány társadalmi-gazdasági hatásairól* (pp. 108–129). ELKH Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont, Közgazdaságtudományi Intézet.
- Kieserling, M., & Melle, I. (2019). An experimental digital learning environment with universal accessibility. *Chemistry Teacher International*, 1(2). <https://doi.org/10.1515/cti-2018-0024>
- Mayer, R. E. (2010). Learning with technology. In H. Dumont, D. Istance & F. Benavides (Eds.), *The nature of Learning. Using Research to Inspire Practice* (pp. 179–198). OECD.
- Molnár, G., & Hermann, Z. (2023). Short- and long-term effects of COVID-related kindergarten and school closures on first- to eighth-grade students' school readiness skills and mathematics, reading and science learning. *Learning and Instruction*, 83, 101706. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2022.101706>
- Molnár, G., Pásztor, A., Kiss Renáta, M., & Csapó, B. (2021). Az eDia online diagnosztikus értékelő rendszer: A személyre szóló fejlesztés alapvető eszköze. *Új Pedagógiai Szemle*, 71(9–10), 42–55.
- Outhwaite, L. A., Gulliford, A., & Pitchford, N. J. (2017). Closing the gap: Efficacy of a tablet intervention to support the development of early mathematical skills in UK primary school children. *Computers & Education*, 108, 43–58. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.01.011>
- Ökördi, R., & Molnár, G. (2022). Computer-based intervention closes learning gap in maths accumulated in remote learning. *Journal of Intelligence*, 10(3), 58. <https://doi.org/10.3390/jintelligence10030058>

- Radó, P. (2018). A közoktatás szelektivitása mint a roma szegregáció általános kontextusa. In J. Fejes, & N. Szűcs (Eds.), *Én vétkem. Helyzetkép az oktatási szegregációról* (pp. 31-55). Motiváció Oktatási Egyesület.
- Räsänen, P., Haase, V. G., & Fritz, A. (2019). Challenges and future perspectives. In A. Fritz, V. G. Haase, & P. Räsänen (Eds.), *International Handbook of Mathematical Learning Difficulties: From the Laboratory to the Classroom* (pp. 799–827). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97148-3_46
- Resnick, M. B., Gueorguieva, R. V., Carter, R. L., Ariet, M., Sun, Y., Roth, J., Bucciarelli, R. L., Curran, J. S., & Mahan, C. S. (1999). The impact of low birth weight, perinatal conditions, and sociodemographic factors on educational outcome in kindergarten. *Pediatrics*, 104(6), e74. <https://doi.org/10.1542/peds.104.6.e74>
- Sylva, K., Melhuish, E., Sammons, P., Siraj-Blatchford, I., & Taggart, B. (Eds.). (2010). *Early Childhood Matters: Evidence from the Effective Pre-school and Primary Education Project*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203862063>
- Tomasik, M. J., Helbling, L. A., & Moser, U. (2021). Educational gains of in-person vs. distance learning in primary and secondary schools: A natural experiment during the COVID-19 pandemic school closures in Switzerland. *International Journal of Psychology*, 56(4), 566–576. <https://doi.org/10.1002/ijop.12728>
- Tóth, E., Csapó, B., & Székely, L. (2010). Az iskolák és osztályok közötti különbségek alakulása a magyar iskolarendszerben. Egy longitudinális vizsgálat eredményei. *Közgazdasági Szemle*, 57(9), 798–814.
- UNESCO. (2017). *More Than One-Half of Children and Adolescents Are Not Learning Worldwide*. UIS Fact Sheet, 46.
- UNESCO. (2020). *Adult numeracy: Assessment and development*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375130>

Publikációs lista

Tanulmányok

- Ökördi, R., & Molnár, G. (2022). Computer-based intervention closes learning gap in maths accumulated in remote learning. *Journal of Intelligence*, 10(3), 58. <https://doi.org/10.3390/jintelligence10030058>
- Ökördi, R., & Molnár, G. (2020). A matematikai gondolkodás fejlettségi szintje beilleszkedési, magatartási és tanulási nehézséggel küzdő 5–8. évfolyamos diákok körében: Szakértői vélemények kvalitatív elemzése. *Iskolakultúra*, 30(9), 26–44. <https://doi.org/10.14232/ISKKULT.2020.9.26>
- Molnár, G., Hódi, Á., Ökördi, R., & Mokri, D. (2021). A koronavírus-járvány okozta rendkívüli oktatási helyzet hatása 2-8. évfolyamos diákok tudás- és képességszintjére az olvasásszövegértés, a matematika és a természettudományok területén. *Iskolakultúra*, 31(2), 3–22. <https://doi.org/10.14232/ISKKULT.2021.02.3>
- Ökördi R., Kulman K., & Bagota M. (2023). Tanító és óvodapedagógus hallgatók matematikai szorongásának vizsgálata matematikai képzésük tükrében. *Pedagógusképzés*, 22(1), 36–55. <https://doi.org/10.37205/TEL-hun.2023.1.02>
- Ökördi R. (2024). A matematikai szorongás megjelenése a gyermekirodalomban. In: G. Daróczi, T. Lócsi, & H. Merényi (Eds.), *Színes mesekincsünk* (pp. 99-110). ELTE TÓK.
- Bagota, M., Pintér, M., Kulman, K., & Ökördi, R. (2022). Félreértés vagy megértés? In A. Makkos, P. Kecskés, & B. Boldizsár (Eds.) *"A múltból táplálkozó jövő – hagyomány és fejlődés" : XXV. Apáczai-napok Tudományos Konferencia tanulmánykötete 2021* (pp. 481-492). Széchenyi István Egyetem Apáczai Csere János Kar.
- Bagota M., Kulman K., Ökördi, R. & Sinkó, R., & Lénárt, I. (2024). Plane-Sphere Comparative Geometry: An Experiment in the Third Grade of Primary School. *Gyermeknevelés*, 12. <https://doi.org/10.31074/gyntf.2024.2.5.23>

Könyv

- Ökördi R. (2014). *Hatékonyan segíteni! Hogyan segítsünk különböző tanulási problémák esetén a felső tagozatos és középiskolás tanulóknak?* Neteducatio.

Konferencia absztraktok

- Ökördi R., & Molnár G. (2022). A gondolkodás fejlesztését mint a hátránykompenzáció hatékony módját megvalósító digitális fejlesztőprogram matematikából. In J. Steklács, Zs. Molnár-Kovács (Eds.), *21. századi képességek, írásbeliség, esélyegyenlőség : XXII. Országos Neveléstudományi Konferencia* (p. 162). MTA Pedagógiai Tudományos Bizottság, Pécsi Tudományegyetem Bölcsész- és Társadalomtudományi Kar, Neveléstudományi Intézet

- Ökördi R., & Molnár G. (2022). Hátránykompenzáció és matematikai fogalomépítés az alsó tagozaton: Digitális fejlesztőprogram matematikából. In J. B. Fejes; & A. Pásztor-Kovács (Eds.) *XVIII. Pedagógiai Értékelési Konferencia* (p. 63). Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Doktori Iskola.
- Kiss R., Szili K., Ökördi R., Mokri D., & Molnár Gy. (2024). Online Development of Reading and Math Abilities: Interplay and Impact in Third and Fourth Grades. In: *Proceedings of the 2024 AERA Annual Meeting*. Washington DC: AERA
- Kiss R., Szili K., Ökördi R., & Mokri D. (2023). Az olvasási és matematikai készségek együttes online fejlesztése hátrányos helyzetű, 3-4. évfolyamos tanulók felzárkóztatására. In A. Bajzáth, K. Csányi Kinga, & J. Györi (Eds.), *Elkötelezettség és rugalmasság: a neveléstudomány útjai az átalakuló világban* (p. 333). ELTE PPK.