

## **A problémamegoldó képesség komponens képességeinek feltérképezése és fejlesztése OTKA kutatási pályázat (K115497)**

### **Projekt záró beszámoló**

*Molnár Gyöngyvér*

A projektben sikeresen megvalósítottuk a kutatás fő céljait, azaz kidolgoztunk egy tág életkori intervallumban alkalmazható, a technológia adta lehetőségeket teljes mértékben kihasználó harmadikgenerációs, azonnali visszacsatolást biztosító interaktív problémamegoldó gondolkodás mérésére alkalmas értékelő rendszert. A vállaláson felül elkészült a rendszer több nyelvre (pl.: kínai, arab) történő adaptációja is, megvalósult azok kipróbálása. A feladatbank alapú rendszer többször, nagy mintán történő alkalmazásával nemcsak hazai, hanem nemzetközi kontextusban is feltérképeztük a diákok dinamikusan változó környezetben történő problémamegoldó képességének fejlődését és a fejlődését leginkább meghatározó tényezőket. Utóbbi munka számos második és harmadik generációs online teszt kidolgozását is követelte, amelyek egy részénél (pl. internetes információkeresési hatékonyság, kollaboratív problémamegoldó képesség teszt, munkamemória) a mérés-értékelés terén teljesen új és innovatív technológiai megoldásokat is alkalmaztunk, csakúgy, mint a diákok által alkalmazott problémamegoldó stratégiák feltérképezése során (egy új matematikai modellt és eljárást dolgozunk ki a logfilék elemezhető formára hozására, majd a transzformált adatbázison mintakeresésen alapuló innovatív eljárásokat alkalmaztunk). A kutatási eredmények alapján a sikerességet kultúra függetlenül egyértelműen leginkább meghatározó kognitív képességekre, az induktív gondolkodás fejlesztésére kidolgoztunk egy számítógép-alapú fejlesztő programot, aminek hatásvizsgálatára nemzetközi szinten került sor.

A kutatás céljainak megvalósítása érdekében egy sokoldalú – tesztfejlesztést, innovatív technológiai eljárásokat alkalmazó programozást, matematikai modellezést, legújabb elemzési eljárásokat alkalmazó (l. Molnár és Csapó, 2018) –, nemzetközi kontextusba ágyazott munkára volt szükség. A kutatás tudományos utánpótlást támogató ereje jelentős, összesen 8 PhD fokozat (ebből 3 már védésre került: Pásztor-Kovács Anita, Tongori Ágota, Nagy Gyula; Wu Hao dolgozata bírálóknál van, Tóth Alisa még az idei év folyamán benyújtja dolgozatát, Mojahed Mousa, Andi Rahmat Saleh, Alrababah Saleh Ahmad eljárása pedig még folyamatban van), valamint a vezető kutató MTA nagydoktori dolgozata (Technológiaalapú tesztelés az oktatásban: A problémamegoldó képesség fejlődésének értékelése címmel védésre került) megvalósításához is hozzájárult. A kutatás támogatta a hazai és nemzetközi szinten is alkalmazott online diagnosztikus mérési rendszer, az eDia-rendszer fejlesztését is (l. Csapó és Molnár, 2019; Molnár és Csapó, 2019a, 2019c).

### **A kutatás során megvalósult online tesztfejlesztések és empirikus adatfelvételben történő alkalmazásaik**

A kutatás során megvalósult adaptációk, illetve innovatív tesztfejlesztések és empirikus adatfelvételben történő alkalmazásaik összefoglalását mutatja az 1. táblázat.

A megvalósult tesztfejlesztések közül kiemelendő a dinamikus problémamegoldás teszt (DPS), valamint a kollaboratív problémamegoldó képesség és az internetes információkeresés hatékonyságát feltérképező tesztek, melyek jelentős technológiai kihívásokat állítottak elénk. A DPS teszt problémái jól modellezik azt a modern társadalmakban gyakran előforduló helyzetet, hogy konkrét korábbi tudás nélkül kell újszerű problémákat megoldani, miközben csak az adott környezettel interakcióba lépve lehet szert tenni arra a tudásra, ami az adott probléma megoldásához szükséges (l. pl.: Molnár, 2016a, 2019). A kollaboratív problémamegoldás (Pásztor-Kovács,

Pásztor és Molnár, 2018) és az internetes információkeresési hatékonyságot mérő tesztek (Tongori és Molnár, 2018) kidolgozása új technológiai megoldásokat követelt. A problémamegoldó képesség párban történő mérésének megvalósítása világszinten is egyedinek mondható, kivitelezéséhez számos programozói fejlesztést kellett megvalósítani. Az innovatív megoldásokat tartalmazó IKT tesztben a diákoknak egy szimulált böngészőfelületen kell megoldani a megjelölt problémákat, megtalálni a keresett információkat (Tongori és Molnár, 2018).

1. táblázat. A kutatás során megvalósult tesztfejlesztések és azok empirikus alkalmazásai

Terület	Teszt típusa	Nyelv	Alkalmazható korosztály	Adatfelvétel	Cronbach-alpha
Interaktív problémamegoldó képesség	harmadik generációs feladatbank alapú	magyar kínai arab	3. évf.- egyetemista korosztály	M.o: 2015: egyetemista (n=1259) 2016: egyetemista, (n=1729) 2017: 3-12. évf. (n=26791) 2018: 4-12. évf. követő 2018: egyetemista (n=2229) 2019: 5-12. követő 2019: egyetemista (n=2213) Kína: 2017: 6. és 8. évf. (n=50, majd n=200) Jordánia: 2019: egyetemista (n=200)	0,8-0,93
Induktív gondolkodás	első/ második generációs itemek feladatbank alapú	magyar kínai arab indonéz	3. évf.- egyetemista korosztály	M.o: 2017: 3-12. évf. (n=15705) 2017: egyetemista (n=1359) 2018: 4-12. évf. követő 2018: egyetemista (n=1874) 2019: 5-12. követő Kína: 2017: 6. és 8. évf. (n=50, majd n=200) Indonézia: 2018: 5. évf. (n=294) Palesztina: 2017 2-4. évf. (n=127) 2018: 4-5. évf. (n=495)	0,88-0,95
Kombinatív gondolkodás	első/ második generációs itemek	magyar kínai indonéz	5. évf.- egyetemista korosztály	M.o.: 2017: 6-12. évf. (n=9505) 2018: követő 2019 követő 2017: egyetemista (n=1359) Kína: 2017: 6. és 8. évf. (n=50, majd n=200) Indonézia: 2018: 5. évf. (n=294)	0,70-0,85

1. táblázat folytatása.

Internetes információ-keresési hatékonyság	harmadik generációs itemek	magyar	6. évf- egyetemista korosztály	M.o.: 2016: 5-10. évf. pilot 2017: 6-12. évf. nagymintás (n=10435) 2018: 7-12. évf., követő mérés (nagymintás) 2018: egyetemista, pilot 2019: 8-12. évf., követő mérés (nagymintás) 2019: egyetemista, nagymintás (n=1160)	0,90-0,93
Munka- memória	harmadik generációs itemek, feladatbank alapú	magyar kínai arab	3. évf- egyetemista korosztály	M.o: 2015: egyetemista (n=1259) 2016: egyetemista, (n=1729) 2017: 2-12. évf. (n=14930) 2018: 3-12. évf. követő 2018: egyetemista (n=2229) 2019: 4-12. követő 2019: egyetemista (n=2213) Kína: 2017: 6. és 8. évf. (n=50, majd n=200) Jordánia: 2019: egyetemista (n=200)	0,72-0,80
Kollaboratív probl. mo. – teljesít- ményeszt	harmadik generációs itemek	magyar	6. évf. - egyetemista korosztály	2016 és 2017: számos kismintás mérés	0,67-0,75
Kollaboratív problémamegoldás - kérdőív	első generációs	magyar	6. évf. - egyetemista korosztály	2017: 8. évf. (n=871)	0,91
Tanulási stratégiák (OECD PISA, adaptáció)	első generációs	magyar kínai indonéz arab	5. évf- egyetemista korosztály	M.o: 2015: egyetemista (n=1259) 2016: egyetemista, (n=1729) 2017: 3-12. évf. (n=26791) 2018: 4-12. évf. követő 2018: egyetemista (n=2233) 2019: 5-12. követő 2019: egyetemista (n=2189) Kína: 2017: 6. és 8. évf. (n=50, majd n=200) Jordánia: 2019: egyetemista (n=200)	0,80-0,85
Kreativitás	második generációs	magyar kínai	6. évf. - egyetemista korosztály	M.o: 2017: 5-12. évf. (n=9874) Kína: 2017: 6. és 8. évf. (n=50)	0,81-0,92
Egér és billentyűzet használat teszt	második és harmadik generációs	magyar	1-3. évf.	M.o: 2017: 2-3. évf. (n=4919)	0,80

Az adatfelvételek közül kiemelendő a 2017 januárja és júniusa között több mint 200 iskola bevonásával megvalósult kutatás, amelyben  $n=26791$  diák vett részt és kapott részletes, diák, osztály és iskolaszintű, egyénre szabott szöveges, táblázatos és grafikus elemeket, illetve objektív referenciapontokat is tartalmazó visszajelzést a diákok gondolkodási képességei fejlettsége kapcsán. A kutatás eredményességét mutatta, hogy az iskolák kérésére 2018 és 2019-ben is megismételtük azt. A diákok az eDia-rendszer segítségével oldották meg a tesztek és töltötték ki a kérdőíveket. Az adatfelvétel az iskolák saját IKT termeiben valósult meg. A kutatás kiterjedt a diákok problémamegoldó képessége, induktív gondolkodása, kombinatív gondolkodása, internetes információkeresés hatékonysága, kreativitása, munkamemóriája vizsgálatára, amit egy demográfiai, egy tanulási stratégiákra kérdező, valamint egy csoportos helyzetben történő problémamegoldó képességet önértékelő kérdőív (Pásztor-Kovács, Pásztor és Molnár, 2019), valamint kisiskolás diákoknál egy egér és billentyűzethasználati teszt egészített ki. A kutatás 5 PhD dolgozat alapját is képezte.

A hazai adatfelvételek között szintén kiemelendő az egyetemisták körében történt, nemzetközi szinten is hiánypótló kutatássorozat (I. Csapó és Molnár, 2017; Molnár, 2019; Molnár és Csapó, 2019b), ami többek között rávilágított a dinamikus problémamegoldó képesség egyetemi szintű mérésében rejlő lehetőségekre.

A hazai méréseken túl számos nemzetközi kooperációban megvalósuló kutatást is lefolytattunk (Kínában, Indonéziában, Palesztinában, Jordániában). Kína és Indonézia kiemelten fontos volt a komponensképeségek vizsgálata kapcsán, miután a PISA eredmények alapján Kína a rangsor elején, Magyarország a közepén, míg Indonézia a végén helyezkedik el, azaz lehetőséget adott e három jelentősen másképp teljesítő iskolarendszer a komponensképeségeket definiáló modellek összevetésére, előrejelző, meghatározó erejük általánosíthatóságának kontrollálására (Wu és Molnár, 2018a, 2018b; Saleh és Molnár, 2018). A Palesztinában kivitelezett mérés egyediségét és fontosságát mutatja, hogy Palesztina korábban még a jelentős nemzetközi mérés-értékelési programokban sem vesz részt, miközben jelentős infrastrukturális fejlesztéseket hajtanak végre az oktatási rendszer szintjén (Mousa és Molnár, 2019a, 2019b). Az induktív gondolkodás fejlesztő tréning hatékonyságvizsgálata is palesztin iskolákban zajlott.

### **A kutatás jelentősége, a legjelentősebb kutatási eredmények, módszertani újítások**

A nemzetközi kooperációban kidolgozott harmadik generációs tesztekkel történt vizsgálatok eredményei és az elvégzett elemzések több szempont szerint is hiánypótlóak: 9-20 éves korban vizsgálták a diákok dinamikus problémamegoldó képességének fejlettségi szintjét miközben útelemzések segítségével longitudinális és keresztmetszeti adatok felhasználásával több előrejelző tényező azonosítása történt meg. Miután a számítógép-alapú tesztelés egy jelentős előnye a kontextuális adatok rögzítésének lehetősége, az elemzések során kiemelt figyelmet fordítottunk a logfilelemzésekre.

A pályázat keretein belül történt német és luxemburgi kollégákkal történő nemzetközi együttműködés (Molnár, Greiff, Wüstenberg, & Fischer, 2017) egyik gyümölcseként kidolgoztam egy új matematikai modellt, ami alkalmas a MicroDYN megközelítés fényében kidolgozott és nemzetközi szinten is alkalmazott problémamegoldó képesség fejlettségi szintjét vizsgáló teszt logadatainak rendszerezésére, átkódolására, majd látens profil elemzéssel ötvözve a diákok által alkalmazott problémamegoldó stratégiák és azok teszten belüli változásának detektálására (Molnár és Csapó, 2018; Greiff, Molnár, Martin, Zimmermann és Csapó, 2018; Molnár, 2016b, 2017). A modell alkalmazása után a strukturális egyenletek módszeréhez tartozó profilelemzésekkel nemcsak a fejlődés mennyiségi, hanem minőségi változását is detektálni tudtuk és definiálni a különböző tulajdonságokkal jellemezhető diákokat problémamegoldó képességük fejlettségi szintje szerint. Ezek az eredmények új megvilágításba

helyezik a korábbi, nemzetközi, főképp egy specifikus stratégia használatának vizsgálatára fókuszáló MicroDYN környezetben (DPS teszt problémáinak alapja) történt elemzéseket és azok értelmezését.

A látens profilelemzések alapján az alkalmazott problémafeltérképező stratégia függvényében hat különböző tulajdonságokkal jellemezhető csoportot különíthettünk el egymástól: a legegyszerűbb rendszereket sem kezelő problémamegoldókat, ide sorolhatóak a 6-8. évfolyamos diákok harmada. A legegyszerűbb rendszereket alacsony fokon átlátó és kisebb fokú tanulást mutató problémamegoldókat (16%), az egyszerű problémákat kisebb sikerekkel átlátókat, de a bonyolultabb rendszerekkel nem boldoguló problémamegoldókat (21%). Azon diákok, akik e három csoport valamelyikébe sorolhatóak, alapvetően alacsony szintű explorációs képességekkel rendelkeztek (a diákok 70%-a) és tanulási képességük is kis hatásfokú volt. A diákok 8-10%-a magas teljesítményt mutatott az egyszerű felépítésű problémák megoldásában, ugyanakkor a bonyolultabb rendszereknél már egyértelműen az alutjeljesítő problémamegoldók csoportjához tartoztak. Tőlük egyértelműen elkülöníthetőek, bár átlagos teljesítményük tekintetében hasonlóak, a nagyon hatékony tanulási képességekkel rendelkező diákok (6-8%), akik gyorsan megtanulták a rendszer használatát, aminek következtében a teszt végére már a legbonyolultabb problémákat is a szakértő problémamegoldók szintjén oldották meg. A 6-8. évfolyamosok mindössze 17%-át sorolhattuk a szakértő problémamegoldók közé, akik mind az egyszerű, mind a bonyolult problémákat hatékonyan térképezték fel.

A tág életkori intervallumot átfogó, ezért több iskolaváltás hatását is vizsgáló elemzések megerősítették azt a feltételezésünket, hogy bár e fontos képesség explicit fejlesztése nem valósul meg a közoktatás folyamán, mégis a szelekció során nagyon lényeges szerepet játszik, sőt a szelekció mértéke erősen magyarázható a diákok problémamegoldó és explorációs képességének fejlettségi szintjével. Például az egyetemista korosztályban, az érettségit követő szelekció hatására a szakértő problémamegoldók csoportjába sorolható diákok aránya meghaladja a 60%-ot, miközben arányuk a teljes mintában – a fejlődési görbék alapján extrapolálva az eredményeket – 20% körüli. A látens profilelemzések alátámasztották azt az elméletet, miszerint a képességek fejlődése mind mennyiségi, mind minőségi változáson alapul. A technológiaalapú tesztelés és az új elemzési eljárások segítségével mindkettő számszerűsíthető és objektív eszközökkel jellemezhető.

A komponensképességekre vonatkozó elemzések nemzetközi kontextusban is alátámasztották az induktív gondolkodás meghatározó és prediktív erővel bíró szerepét problémamegoldó képességünk fejlettségi szintjét illetően. A fejlesztésre vonatkozó hatásvizsgálat eredménye pedig megerősítette azt a hipotézisünket, hogy az induktív gondolkodás hatékonyan fejleszthető számítógépes-játék alapú környezetben.

A kutatás 70 közlemény megjelenéséhez járult hozzá, több publikáció még benyújtás vagy megjelenés alatt áll és az összegyűlt kutatási anyag még számos publikálási lehetőséget tartalmaz. 21 folyóiratcikk (5 db Q1-es tanulmány, IF: 12,97), 7 nemzetközi könyvfejezet (1 megjelenés alatt), 1 hazai könyvfejezet, 41 referált konferenciaabsztrakt (37 nemzetközi).

### **Irodalomjegyzék**

Csapó, B. & Molnár, G. (2017). Potential for Assessing Dynamic Problem-Solving at the Beginning of Higher Education Studies. *Frontiers in Psychology*, 8:2022. doi: 10.3389/fpsyg.2017.02022.

Csapó, B. & Molnár, G. (2019). Online Diagnostic Assessment in Support of Personalized Teaching and Learning: The eDia System. *Frontiers in Psychology*. doi: [10.3389/fpsyg.2019.01522](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01522)

- Greiff, S., Molnár, G., Martin, R., Zimmermann, J., & Csapó, B. (2018). Students' Exploration Strategies in Computer-Simulated Complex Problem Environments: A Latent Class Approach. *Computers & Education*, 126(11), 248-263.
- Molnár, G. (2016a). A dinamikus problémamegoldó képesség mint a tudás elsajátításának és alkalmazásának képessége. *Iskolakultúra*, 26. 5. sz. 3-16.
- Molnár, G. (2016b). Interaktív problémamegoldó környezetben alkalmazott felfedező stratégiák hatékonysága és azok változása: logfájl elemzések. *Magyar Pedagógia*, 4. 427-453.
- Molnár, G. (2017). A problémamegoldó és tanulási stratégiák változása 11 és 19 éves kor között: logfile elemzések. *Magyar Pedagógia*, 117. 2. sz. 221-238.
- Molnár, G. & Csapó, B. (2018). The Efficacy and Development of Students' Problem-Solving Strategies during Compulsory Schooling: Logfile Analyses. *Frontiers in Psychology*, 9:302.
- Molnár, G. & Csapó, B. (2019a). A diagnosztikus mérési rendszer technológiai keretei: Az eDia online platform. *Iskolakultúra*. 29(4-5). 16-32.
- Molnár, G. & Csapó, B. (2019b). A felsőoktatási tanulmányi alkalmasság értékelésére kidolgozott rendszer a Szegedi Tudományegyetemen: elméleti keretek és mérési eredmények. *Educatio*. in Press.
- Molnár, G. & Csapó, B. (2019c). Making the Psychological Dimension of Learning Visible: Using Technology-Based Assessment to Monitor Students' Cognitive Development. *Frontiers in Psychology*, 10:1368.
- Molnár, G. (2019). Nőtt az egyetemi tanulmányaikat kezdő diákok tanulási potenciálja és problémamegoldó képessége: években mérhető különbségek a diákok között. *Iskolakultúra*. 29(1), 3-16.
- Molnár, G., Greiff, S., Wüstenberg, S., & Fischer, A. (2017). Empirical study of computer based assessment of domain-general dynamic problem solving skills. In: Csapó, B. és Funke, J.(szerk.): *The Nature of Problem Solving*. OECD, Paris. 123-143.
- Mousa, M. & Molnár, G. (2019a). The Feasibility of Computer-based Testing in Palestine Among Lower Primary School Students: Assessing Mouse Skills and Inductive Reasoning. *Journal of Studies in Education*, 9(2).
- Mousa, M. & Molnár, G. (2019b). Applying Computer-based Testing in Palestine: Assessing Fourth and Fifth Graders Inductive Reasoning, *Journal of Studies in Education* 9: (3) 14799.
- Pásztor-Kovács, A., Pásztor, A., & Molnár, G. (2018). Kollaboratív problémamegoldó képességet vizsgáló dinamikus teszt fejlesztése. *Magyar Pedagógia*, 118(1), 73-102.
- Pásztor-Kovács, A., Pásztor, A., & Molnár, G. (2019). Önértékelő kérdőív fejlesztése a kollaboratív problémamegoldó képességet leíró modellek egyikének validálására: a kollaboratív komponens vizsgálata. *Neveléstudomány*, 7(2), 5-21.
- Saleh, R. A. & Molnar, G. (2018). Inductive reasoning through the Grades: Case of Indonesia. In: L, Gómez Chova; A, López Martínez; I, Candel Torres (szerk.) *EDULEARN18 Proceedings, International Association of Technology, Education and Development (IATED)* pp. 8790-8793.

Tongori, Á. & Molnár, G. (2018). Az interneten való böngészés hatákonyságának vizsgálata 6-11. évfolyamos diákok körében. *Magyar Pedagógia*, 118(2), 105-132.

Wu, H. & Molnár G. (2018a). Computer-based Assessment of Chinese Students' Component Skills of Problem Solving: A Pilot Study. *International Journal of Information and Education Technology*, 8(5), 381-356.

Wu, Hao & Molnár, Gyöngyvér (2018b). Interactive problem solving: Assessment and relations to combinatorial and inductive reasoning. *Journal of Psychological and Educational Research*, 26(1), 90-105.