

Doktori (PhD) értekezés tézisei

**A Bloom-taxonómiára épülő tudásmérő e-tesztek
szerkesztése és motivációs szerepe a felsőfokú
matematikaoktatásban**

Papp Gabriella

Témavezető: Dr. habil. Korenova Lilla



DEBRECENI EGYETEM

Matematika- és Számítástudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2026.

Bevezetés

A matematika tanulása számos diák számára jelent komoly kihívást, ami gyakran vezet ahhoz az elterjedt vélekedéshez, miszerint a matematikára születni kell. A pedagógus szemszögéből nézve a legfontosabb cél nem csupán az, hogy a diákok megtanulják a tananyagban szereplő tételeket és algoritmusokat, hanem hogy megértsék azok mélyebb összefüggéseit, felismerjék a matematika kreatív és logikai jellegét. Véleményem szerint a pedagógus feladata az, hogy bizonyítsa: a matematika megértése és megszeretése sokkal inkább egy fejleszthető folyamat eredménye, amely mindenki számára nyitva áll.

A tanulmányi munka pedagógiai értékelése a visszacsatolás funkcióját tölti be, ám a diákok minden korosztályban egyre nehezebben motiválhatók a hagyományos, papíralapú számonkérésekkel. Az utóbbi évek kihívásai (például a Nemzeti többtárgyas teszt online térbe kerülése Ukrajnában) rávilágítottak arra, hogy a tanulók nincsenek hozzászokva a jól kidolgozott elektronikus tesztekhez.

Kutatásom célja egy olyan módszertani útmutató összeállítása, amely összefoglalja a megbízható tesztkészítés és értékelés elméleti alapjait, és gyakorlati segítséget nyújt azon tanárok számára, akik fejleszteni szeretnék a tesztkészítési gyakorlatukat. Ennek érdekében a felülvizsgált Bloom-taxonómiára építve olyan mérőeszközöket (e-teszteket) hoztam létre a felsőoktatásban, amelyek adott csoportban alkalmasnak bizonyultak a differenciált tudásszint objektív mérésére, miközben vizsgáltam az óra végi előhívó mini tesztek tanulási és motivációs hatásait is.

A dolgozat felépítése

Az 1. fejezetben a háttérkutatás bemutatja a klasszikus és modern tesztelmélet alapjait, a didaktikai tesztek definícióját és az értékelési módokat (formatív, szummatív, diagnosztikus). Részletesen tárgyalja a

Bloom- és Niemierko-taxonómiát, a mérőeszközök jóságmutatóit (validitás, reliabilitás – azon belül a Cronbach-alfa mutatót, objektivitás). Végül az e-tesztekkel támogatott oktatást, az előhívásos tanulás (retrieval practice) elvét és a matematikaoktatásban megjelenő motiváció belső és külső tényezőit rendszerezi.

A 2. fejezet, mint szerkezeti egység, rögzíti a pedagógiai kutatás megtervezésének lépéseit, a tanórák menetét, az óra végi mini tesztek beépítését és a longitudinális vizsgálatban (2020–2024) részt vevő hallgatói minták összetételét.

A 3. fejezetben ismertetem a kárpátaljai matematikatanárok körében végzett digitális szükségletfelmérést, valamint az online oktatásszervezési és teszt szerkesztő platformok (Google Tanterem, Microsoft Teams, EduBase, Online TestPad) összehasonlítását. Bemutatom a „Valószínűség számítás és matematikai statisztika”, valamint a „Matematikai analízis válogatott fejezetei” kurzusok keretében végzett első négy kutatási ciklust, az ott alkalmazott kimeneti tesztek kezdeti jóságmutatóit, valamint a hallgatókkal készített kvalitatív interjúk tanulságait.

A 4. fejezet az 5. és 6. kutatási ciklus eredményeit tárgyalja, amelyeket kiterjesztett mintán (69, illetve 25 hallgató) végeztem el a kombinatorika témakörében. A statisztikai elemzések (t-próba, ANOVA, Cronbach-alfa) alapján megválaszolom a hipotéziseket és hozzájuk tartozó kutatási kérdéseket.

Hipotézisek és kutatási kérdések

A 4.2. alfejezetben térek ki a jóságmutatókra, ahol részletesen elemeztem azok meglétét, miközben a vizsgált e-tesztet, mint mérőeszközt vizsgálom. Objektivitást, érvényességet és megbízhatóságot kutatom a nehézségi index, differenciálás és

Cronbach-alfa segítségével. Az eredményekre támaszkodva válaszolhatom meg a **H1** hipotézist és hozzá tartozó kutatási kérdéseket:

K1. *Mely kognitív szinthez tartozó feladatok bizonyultak a legnehezebbnek a kombinatorika tesztben?*

A kérdés kapcsán az elemzés, az értékelés és az alkotás kognitív szintjei bizonyultak a legnehezebbnek. A leggyengébb eredményű feladatoknál (5., 7., 8., 11., 15., 17.) a kudarcot nem a képlettudás hiánya, hanem a speciális logikai kényszerfeltételek kezelése és a modellválasztási nehézségek okozták. Bár a kognitív hierarchiában felfelé haladva a teljesítmény folyamatosan csökkent, a módosított itemek differenciáló hatása megfelelőnek bizonyult.

K2. *Összhangban van-e a tanári előzetes nehézségi becslés a hallgatói eredményekkel (nehézségi index)?*

A kérdés rámutatott, hogy a tanári nehézségi becslés és a hallgatói eredmények nem vágtak egybe teljes mértékben. Fény derült egy jelentős „kognitív szakadékra”: a rutinszerű behelyettesítésről a mélyebb strukturális elemzésre való áttérés jóval nagyobb teljesítményromlást idézett elő, mint amit a feladatok matematikai összetettsége önmagában indokolt volna.

K3. *Milyen hatással van az előhívó e-teszt egy tudásmérő tesztre?*

A kérdés vizsgálatához használt letisztított mintából (37 tesztelő és 7 kontrollcsoportos hallgató) a szélsőértékeket és a középmezőnyt emeltem ki. Az előhívó e-tesztek kimeneti eredményekre gyakorolt

közvetlen pozitív hatása nem volt egyértelműen kimutatható, aminek háttérében a felsőoktatási tematika és a feszes óraszám miatti gyors lefolyású felmérés állhat.

H1. *Az e-tesztekben a hallgatók teljesítménye szignifikánsan romlik a Bloom-taxonómia magasabb kognitív szintjeit (pl. alkalmazás, elemzés) igénylő feladatoknál, függetlenül az előzetesen meghatározott nehézségi szinttől, valamint a mini tesztek kitöltésétől.*

A **H1** hipotézis maradéktalanul beigazolódott: az alkalmazás szintjétől a feladatok nehézségi indexe romlani kezdett, az összetettebb elemzéseknél pedig drasztikus törés tapasztalható. Ez bizonyítja, hogy a magasabb szintű kognitív műveleteknél a hallgatói teljesítmény szignifikánsan visszaesik, függetlenül a tanári előrejelzéstől vagy a mini tesztek kitöltésétől.

A 4.3. alfejezetben a hallgatók által kitöltött kérdőív elemzését mutatom be, mely segítségével a hallgatók motiválásával kapcsolatos **H2** hipotézisre, valamint a hozzá tartozó kutatási kérdésekre kaptam választ.

K1. *Mennyire tudatos a válaszok megjelölése a tesztek kitöltése során?*

A kérdés kapcsán az elemzés pozitív képet mutat: a hallgatók véleménynyilvánítása alapján tudatosan és felelősségteljesen oldották meg a feladatokat. Az önbevallások szerint a tippelés szinte egyáltalán nem fordult elő, mindössze egyetlen diák jelölte, hogy a záró teszt elméleti részénél szisztematikusan tippelt.

K2. *Mely funkciót tartják a hallgatók az e-tesztek legfőbb előnyének: a tanulást segítő visszajelzést vagy a jegyszerzés megkönnyítését?*

A kérdés a hallgatók e-tesztekkel kapcsolatos attitűdjét vizsgálta. Az eredmények alapján a diákok az e-tesztek legfőbb előnyének a jegyszerzés megkönnyítését tekintik a tanulást támogató funkcióval szemben. Ezt igazolja, hogy a legmagasabb átlagot (3,97) az a válasz kapta, amely a sikerességet a megszerzett pontok beszámíthatóságához köti, miközben a kizárólag önértékelésre szolgáló lehetőségeket jóval kisebb átlaggal értékelték.

K3. *Van-e összefüggés a hallgatók motivációs szintje és a pontgyűjtési lehetőség között?*

A kérdés a motivációs szint és a pontgyűjtés közötti összefüggésre mutatott rá. A pontszerzés a részvételi kedv mellett a feladatmegoldás alaposságát is fokozta. A zárt kérdések adatai ezt megerősítik: a helytől és időtől független, de beszámítható pontokat adó gyakorló tesztek opciója kapta a legtöbb (23) jelölést, míg a tisztán önértékelő funkciót mindössze két hallgató választotta.

H2. *A hallgatók számára az e-tesztek motivációs erejét elsősorban nem az azonnali visszacsatolás (önértékelés), hanem a végső értékelésbe való beszámíthatóság (pontgyűjtés) adja.*

Mindezek alapján a **H2** hipotézis beigazolóódott: az e-tesztek ösztönző erejét elsősorban nem a belső igényű önértékelés, hanem a végső értékelésbe való beszámíthatóság (a pontgyűjtés) adja.

Mindezek ismeretében meg tudom válaszolni a fő kérdést:

Mennyire alkalmas a Bloom-taxonómia kognitív szintjeire épülő e-teszt a hallgatók differenciált tudásszintjének objektív mérésére a felsőfokú matematikaoktatásban — a jelenlegi reliabilitási mutatók tükrében —, és e mérési folyamatban miként befolyásolja a pontszerzési lehetőség az e-tesztek motivációs hatékonyságát?

A Bloom-taxonómia kognitív szintjeire épülő e-teszt a csoportátlagok eloszlása és az itemek nehézségi indexei alapján kifejezetten alkalmasnak bizonyult a hallgatók differenciált tudásszintjének objektív mérésére a felsőfokú matematikaoktatásban, miközben a mérési folyamat során a pontszerzési lehetőség alapvetően meghatározta a rendszer motivációs hatékonyságát. Bár a tesztek önmagukban is képesek voltak fenntartani a hallgatói érdeklődést, a feladatmegoldás alapossága és az elkötelezettség akkor vált igazán intenzívvé, ha a megszerzett pontok beleszámítottak a jegyszerzésbe. A kutatás statisztikái így egyértelműen igazolják, hogy az e-tesztek valódi ösztönző erejét nem a belső igényű önértékelés, hanem ez a külső, pontgyűjtő funkció adja, amely közvetlenül és pozitívan fokozza a hallgatók részvételi kedvét, valamint a feladatokhoz való hozzáállását.

További kutatási lehetőségeket képez az alkalmazott tesztek javítása és továbbfejlesztése annak érdekében, hogy megbízhatósága magasabb értéket mutasson. Emellett az előhívó tesztek vizsgálata során nemcsak teszttel támogatott oktatás kapcsán, hanem ismeretet elmélyítő

hatásának vizsgálata érdekében érdemes késleltetett méréseket tervezni és kivitelezni. Ennek következtében a tudásmérő teszt is nagyobb szerepet kaphat.

Irodalomjegyzék

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. et al. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Brame, C. J., & Biel, R. (2015). Test-Enhanced Learning: The Potential for Testing to Promote Greater Learning in Undergraduate Science Courses. *CBE—Life Sciences Education*, 14(2), 1–12.
<https://doi.org/10.1187/cbe.14-11-0208>
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16, 297–334.
<https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Csapó B. (2004). Tudásszintmérő tesztek. In Falus I. (Szerk.), *Bevezetés a pedagógiai kutatás módszereibe* (4. kiad, o. 277–316). Műszaki K. <https://core.ac.uk/download/pdf/84775002.pdf>
- Csíkos, C., & B. Német, M. (2002). A tesztekkel mérhető tudás. In *Csapó Benő (szerk.) Az iskolai tudás* (o. 91–123). Osiris Kiadó.
https://publicatio.bibl.u-szeged.hu/11931/1/CsBeno_Iskolai_tudas_2002.pdf
- Demkanin, P., Hajdúk, M., Hanuljakova, H., Kubiš, T., Lapitka, M., & Malčík, M. (2015). *Metodika tvorby testových úloh a testov* (Mgr. Timotej Kubiš).
https://www.researchgate.net/publication/349279914_Metodika_tvorby_testovych_uloh_a_testov
- Einhorn Á. (2012). *Feladatkönyv*. Nemzeti Tankönyvkiadó.
<https://mek.oszk.hu/17800/17864/17864.pdf>
- Haladyna, T. M., & Downing, S. M. (1989). A Taxonomy of Multiple-Choice Item-Writing Rules. *Applied Measurement in*

37–50.

https://doi.org/10.1207/s15324818ame0201_3

Haladyna, T. M., & Downing, S. M. (1993). How Many Options is Enough for a Multiple-Choice Test Item? *Educational and Psychological Measurement*, 53(4), 999–1010.
<https://doi.org/10.1177/0013164493053004013>

Tóthné Parázso, L. (2020). Teljesítményértékelés elektronikus tanulási környezetben. In T. Lengyelné Molnár (Szerk.), A kultúraváltás hatása az egyéni kompetenciákra: A digitális kompetencia modelljei (o. 119–142). Eszterházy Károly Egyetem Líceum Kiadó.
<https://doi.org/10.46403/Akulturavaltashatasaegyeni.2020.119>



Nyilvántartási szám: DEENK/392/2026.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Papp Gabriella

Doktori Iskola: Matematika- és Számítástudományok Doktori Iskola

MTMT azonosító: 10078633

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

1. **Papp, G.:** Online felületek alkalmazása a matematika tanításában Kárpátalján.
Limes. 8, 219-223, 2021. ISSN: 2411-4081.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

2. **Papp, G.:** The use of e-tests in education as a tool for retrieval practice and motivation.
Teach. math. comput. sci. 22 (1), 59-76, 2024. ISSN: 1589-7389.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5485/TMCS.2024.13495>

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (2)

3. **Papp, G.:** Examining e-test and its goodness indicators.
Academis notes. Series: Pedagogical sciences. 10, 136-139, 2024. ISSN: 2786-6904.
DOI: http://dx.doi.org/10.59694/ped_sciences.2024.10.136
4. **Papp, G.:** Comparison of platforms used in online education.
Current issues in modern science. 11 (17), 712-721, 2023. ISSN: 2786-6300.
DOI: [http://dx.doi.org/10.52058/2786-6300-2023-11\(17\)-712-721](http://dx.doi.org/10.52058/2786-6300-2023-11(17)-712-721)

Magyar nyelvű konferencia közlemények (5)

5. **Papp, G.:** Online felületek összehasonlítása oktatásszervezés és e-teszt szerkesztése céljából.
In: Krízishelyzetek hatása és kihívásai az oktatásban. Nemzetközi tudományos konferencia : Absztraktkötet = Challenges and Effects of Crisis Situations on Education : Book of Abstracts. Szerk.: Berghauer-Olasz Emőke; Csopák Éva; Greba Ildikó; Lizák Katalin, II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Beregszász, 151-158, 2024. ISBN: 9786178143145
6. **Papp, G.:** Informatika tárgyi e-teszt megbízhatóságának vizsgálata.
In: Hittel a jövőbe. Az Ortutay Elemér Görögkatolikus Szakkollégium szervezésében 2022. május 5-én rendezett VIII. Keresztény Tudományos Diákköri Konferencia tanulmányainak gyűjteménye. Szerk.: Tóth Attila, Marosi István, RIK-U Kiadó, Ungvár, Beregszász, 49-63, 2023. ISBN: 9786178276140





7. **Papp, G.:** Tudásszintmérés e-tesztek segítségével.

In: Hitkeresés. Az Ortutay Elemér Görögkatolikus Szakkollégium szervezésében 2021. március 18-án megrendezett VII. Keresztény Tudományos Diákköri Konferencia tanulmányainak gyűjteménye. Szerk.: Marosi István, Kálvin Nyomda, Beregszász, 39-46, 2022. ISBN: 9786178046415

8. **Papp, G.:** A pandémia ideje alatt alkalmazott e-teszt megbízhatóságának vizsgálata.

In: Proceedings of XXXIV. DidMatTech 2021 Conference : New Methods and Technologies in Education, Research and Practice. Eds.: Abonyi-Tóth, Andor; Stoffa, Veronika; Zsákó, László, ELTE Informatikai Kar, Budapest, 282-293, 2021. ISBN: 9789634894131

9. **Papp, G.:** Az e-tesztek szerkesztése és alkalmazása tudásszintmérés céljából a karanténi távoktatás ideje alatt.

In: New Methods and Technologies in Education, Research and Practice : Proceedings of XXXIII. DidMatTech 2020 Conference. Eds.: Abonyi-Tóth, Andor; Stoffa, Veronika; Zsákó, László, ELTE Informatikai Kar, Budapest, 203-212, 2020. ISBN: 9789634892441

Idegen nyelvű konferencia közlemények (3)

10. **Papp, G.:** Usage of Online Platforms in Education of Mathematics in Transcarpathia at the Beginning of Quarantine.

In: Analysis, Applications, and Computations: Proceedings of the 13th ISAAC Congress, Ghent, Belgium, 2021. Eds.: Vindas Jasson, Sabadini Irene, Reissig Michael, Kähler Uwe, Springer International Publishing, Cham, 155-162, 2023, (Trends in Mathematics, ISSN 2297-0215) ISBN: 9783031363740

11. **Papp, G.:** Using e-test in online mathematics education during a pandemic for Ferenc Rakoczi II Transcarpathian Hungarian College of Higher Education students.

In: DisCo 2021: Active Learning in Digital Era: How Digital Tools promote a Conscious, Open-minded, Creative and Social-Oriented Thinking : 16th international conference Prague. Eds.: Beseda, J., Rohlíková, L, Center for Higher Education Studies, Prague, 275-283, 2023. ISBN: 9788086302881

12. **Papp, G., Szegő, D.:** Traditional test versus e-test.

In: EDULEARN21 Proceedings - 13th International Conference on Education and New Learning Technologies. Ed.: L. Gómez Chova, A. López Martínez, I. Candel Torres, International Academy of Technology, Education and Development, Valencia, 5029-5033, 2021. ISBN: 9788409312672

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (1)

13. **Papp, G.:** A kutatásban alkalmazott e-teszt jószágmutatóinak vizsgálata.

In: Matematika és Informatika Didaktikai Kutatások 2024 : absztraktkötet. Szerk.: Lócska Orsolya Dóra; Kónya Eszter, Debreceni Egyetem Matematika- és Számítástudományok Doktori Iskola, Debrecen, 48, 2024. ISBN: 9789634905721





Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (2)

14. **Papp, G.:** E-tests as motivational opportunities in mathematics classes.
Teach. math. comput. sci. 21 (1), 96-97, 2023. ISSN: 1589-7389.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5485/TMCS.2023.R032>
15. **Papp, G.:** Usage of online platforms in education of mathematics in Transcarpathia at the beginning of quarantine.
In: Book of Abstracts : 13th International ISAAC Congress, Ghent University, Ghent, 29-30, 2021.

További közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (1)

16. **Papp, G.:** A pedagógiai akciókutatás fogalma és tulajdonságai.
Limes. 9, 55-61, 2023. ISSN: 2411-4081.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

17. **Papp, G.:** Assessment and evaluation through e-tests: experiences and reliability in higher education within the scope of probability theory course.
Ann Mat Inform. "Accepted by Publisher", 1-17, 2026. ISSN: 1787-5021.
IF: 0.3 (2024)

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (2)

18. Jakab, E., **Papp, G.:** Informatikus hallgatók mint a jövő digitális kultúrájának oktatói = Computer science students as educators of future digital culture.
In: 2026 MIDK Matematika és Informatika Didaktikai Kutatások: absztraktkötet. Szerk.: Kardos Gergely, Kónya Eszter, Debreceni Egyetem Matematika- és Számítástudományok Doktori Iskola, Debrecen, 31, 2026. ISBN: 9789634907855
19. **Papp, G.:** E-teszt, mint mérőeszköz a felsőfokú matematikaoktatásban = E-test as a measurement tool in higher education of mathematics.
In: 2025 MIDK Matematika és Informatika Didaktikai Kutatások : absztraktkötet. Szerk.: Lócska Orsolya Dóra; Kónya Eszter, Debreceni Egyetem Matematika- és Számítástudományok Doktori Iskola, Debrecen, 51, 2025. ISBN: 9789634907039

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (3)

20. **Papp, G., Kulín, J.:** Comparison of the reliability of e-tests in higher education of mathematics.
In: Innovative Digital Methods in Education and Research International scientific and practical conference Berehove, 27-28 March 2025 Book of Conference Abstracts, II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Egyetem, Beregszász, 121-122, 2025. ISBN: 9786178143367





21. **Papp, G.:** Digital technologies and digital hygiene in measuring mathematical knowledge.

In: The Role of Security in Cross-Border and International Cooperation International scientific and practical conference Berehove, 8-9 October 2025: Book of Conference Abstracts, II.

Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Egyetem, Beregszász, 132, 2025. ISBN: 9786178143503

22. Jakab, E., **Papp, G.:** Mapping digital citizenship among future it professionals.

In: The Role of Security in Cross-Border and International Cooperation International scientific and practical conference Berehove, 8-9 October 2025: Book of Conference Abstracts, II.

Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Egyetem, Beregszász, 131, 2025. ISBN: 9786178143503

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 0,3

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapján szolgáló közleményekre): 0

A DEENK a Jelölt által a Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2026.06.02.



Short thesis for the degree of doctor of philosophy (PhD)

**Design and motivational role of Bloom's
taxonomy-based knowledge assessment e-tests in
higher mathematics education**

by Gabriella Papp

Supervisor: Lilla Korenova, Dr. habil.



UNIVERSITY OF DEBRECEN

Doctoral School of Mathematical and
Computational Sciences

Debrecen, 2026

Introduction

Learning mathematics poses a serious challenge for many students, which often leads to the widespread belief that one must be born with a talent for math. From an educator's perspective, the primary goal is not merely for students to memorize the theorems and algorithms included in the curriculum, but to understand their deeper connections and recognize the creative and logical nature of mathematics. In my opinion, the teacher's task is to prove that understanding and learning to love mathematics is much more the result of a developable process that is open to everyone.

The pedagogical evaluation of academic work serves as a feedback function; however, students of all ages are increasingly difficult to motivate using traditional, paper-based assessments. The challenges of recent years (such as the transition of the National Multi-Subject Test into the online space in Ukraine) have highlighted that students are not accustomed to well-developed electronic tests.

The objective of my research is to compile a methodological guide that summarizes the theoretical foundations of reliable test creation and evaluation, providing practical assistance for teachers who wish to develop their test construction practices. To this end, building upon the revised Bloom's taxonomy, I created measurement tools (e-tests) in higher education that proved suitable for the objective measurement of differentiated knowledge levels within a given group, while also investigating the learning and motivational effects of end-of-class retrieval mini-tests.

Structure of the thesis

In Chapter 1, the background research presents the foundations of classical and modern test theory, the definition of didactic tests, and the types of evaluation (formative, summative, and diagnostic). It discusses in detail Bloom's and Niemierko's taxonomies, as well as the

psychometric properties or goodness indicators of assessment tools (validity, objectivity, and reliability—specifically focusing on Cronbach's alpha). Finally, it systemizes education supported by e-tests, the concept of retrieval practice, and the intrinsic and extrinsic factors of motivation emerging in mathematics education.

Chapter 2, as a structural unit, establishes the steps involved in planning the pedagogical research, the procedure of the lessons, the integration of mini-tests at the end of classes, and the composition of the student samples participating in the longitudinal study (2020–2024).

In Chapter 3, I describe the digital needs assessment conducted among mathematics teachers in Transcarpathia, as well as the comparison of online learning management and test development platforms (Google Classroom, Microsoft Teams, EduBase, Online TestPad). I present the first four research cycles carried out within the framework of the "Probability calculation and mathematical statistics" and "Selected chapters of mathematical analysis" courses, the initial quality indicators of the post-tests applied there, and the insights gained from the qualitative interviews conducted with the students.

Chapter 4 discusses the results of the 5th and 6th research cycles, which were conducted on an extended sample (69 and 25 students, respectively) in the subject matter of combinatorics. Based on statistical analyses (t-test, ANOVA, Cronbach's alpha), I address the hypotheses and their related research questions.

Hypotheses and research questions

In Subchapter 4.2, I address the goodness indicators, where I analyzed their presence in detail while examining the investigated e-test as a measurement tool. I investigate objectivity, validity, and reliability using the difficulty index, discrimination power, and Cronbach's alpha.

Based on the results, I was able to address hypothesis H1 and its related research questions:

Q1. *Which tasks, belonging to which cognitive levels, proved to be the most difficult in the combinatorics test?*

In relation to this question, the cognitive levels of analyzing, evaluating, and creating proved to be the most difficult. For the tasks with the weakest results (items 5, 7, 8, 11, 15, 17), failure was caused not by a lack of formula knowledge, but by the handling of specific logical constraints and difficulties in model selection. Although performance continuously declined moving upward in the cognitive hierarchy, the discrimination power of the modified items proved to be appropriate.

Q2. *Is the teacher's preliminary difficulty estimation consistent with the students' results (difficulty index)?*

This question pointed out that the teacher's difficulty estimation and the students' results did not fully coincide. A significant "cognitive gap" was revealed: the transition from routine substitution to deeper structural analysis caused a much greater decline in performance than would have been justified by the mathematical complexity of the tasks alone.

Q3. *What effect does a retrieval-based e-test have on a summative knowledge test?*

From the cleaned sample used to investigate this question (37 students in the experimental group and 7 in the control group), I

highlighted the extreme values and the middle range. A direct positive effect of retrieval e-tests on the final outcomes could not be clearly demonstrated, which may be due to the fast-paced nature of the assessment dictated by the higher education curriculum and the tight number of class hours.

H1. *In e-tests, students' performance declines significantly in tasks requiring higher cognitive levels of Bloom's taxonomy (e.g., applying, analyzing), regardless of the predetermined difficulty level or the completion of mini-tests.*

Hypothesis **H1** was fully confirmed: starting from the application level, the difficulty index of the tasks began to deteriorate, and a drastic drop was observed in the case of more complex analyses. This proves that student performance declines significantly at higher-level cognitive operations, regardless of the teacher's prediction or the completion of the mini-tests.

In Subchapter 4.3, I present the analysis of the questionnaire completed by the students, through which I obtained answers to hypothesis **H2** regarding student motivation, as well as its related research questions.

Q1. *How conscious is the selection of answers during the completion of the tests?*

In relation to this question, the analysis shows a positive picture: based on the students' feedback, they solved the tasks consciously and responsibly. According to self-reports, guessing barely occurred at all;

only a single student indicated that they guessed systematically in the theoretical part of the post-test.

Q2. *Which function do students consider the main advantage of e-tests: feedback that aids learning, or making it easier to obtain a grade?*

This question investigated students' attitudes toward e-tests. Based on the results, students view making grade acquisition easier as the primary advantage of e-tests, as opposed to their learning-support function. This is confirmed by the fact that the highest mean (3.97) was given to the response that links success to the accountability of the points earned, while options serving solely for self-assessment were rated with a much lower mean.

Q3. *Is there a correlation between students' motivation levels and the opportunity to collect points?*

This question highlighted the correlation between motivation levels and point accumulation. Earning points enhanced not only the willingness to participate but also the thoroughness of task-solving. Data from the closed-ended questions confirm this: the option of practice tests providing points that count toward the grade, independent of place and time, received the most selections (23), while the purely self-assessment function was chosen by only two students.

H2. *For students, the motivational power of e-tests is primarily derived not from immediate feedback (self-assessment), but from their countability toward the final evaluation (point accumulation).*

Based on all the above, Hypothesis **H2** was confirmed: the incentive power of e-tests is driven primarily not by an intrinsic need for self-assessment, but by their accountability in the final evaluation (point accumulation).

In light of all this, I can answer the primary research question:

To what extent is an e-test based on the cognitive levels of Bloom's taxonomy suitable for the objective measurement of students' differentiated knowledge levels in higher education mathematics—in view of current reliability indicators—and how does the opportunity to earn points influence the motivational effectiveness of e-tests within this measurement process?

Based on the distribution of group means and the difficulty indices of the items, the e-test built upon the cognitive levels of Bloom's taxonomy proved to be highly suitable for the objective measurement of students' differentiated knowledge levels in higher mathematics education, while the opportunity to earn points fundamentally determined the motivational efficiency of the system throughout the measurement process. Although the tests were capable of maintaining student interest on their own, the thoroughness of task-solving and commitment became truly intensive when the points earned counted toward their final grade. The statistics of the research thus clearly demonstrate that the true incentive power of e-tests is driven not by an intrinsic need for self-assessment, but by this extrinsic, point-

accumulating function, which directly and positively enhances students' willingness to participate as well as their attitude toward the tasks.

Further research opportunities include the refinement and development of the applied tests to ensure their reliability demonstrates a higher value. Furthermore, during the investigation of retrieval tests, it is worthwhile to design and implement delayed post-tests—not only in relation to test-supported education but also to examine their impact on knowledge retention. Consequently, the knowledge assessment test itself could play a more prominent role.

References

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. et al. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Brame, C. J., & Biel, R. (2015). Test-Enhanced Learning: The Potential for Testing to Promote Greater Learning in Undergraduate Science Courses. *CBE—Life Sciences Education*, 14(2), 1–12.
<https://doi.org/10.1187/cbe.14-11-0208>
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16, 297–334.
<https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Csapó B. (2004). Tudásszintmérő tesztek. In Falus I. (Szerk.), *Bevezetés a pedagógiai kutatás módszereibe* (4. kiad, o. 277–316). Műszaki K. <https://core.ac.uk/download/pdf/84775002.pdf>
- Csíkos, C., & B. Német, M. (2002). A tesztekkel mérhető tudás. In *Csapó Benő (szerk.) Az iskolai tudás* (o. 91–123). Osiris Kiadó.
https://publicatio.bibl.u-szeged.hu/11931/1/CsBeno_Iskolai_tudas_2002.pdf

- Demkanin, P., Hajdúk, M., Hanuljakova, H., Kubiš, T., Lapitka, M., & Malčík, M. (2015). *Metodika tvorby testových úloh a testov* (Mgr. Timotej Kubiš). https://www.researchgate.net/publication/349279914_Metodika_tvorby_testovych_uloh_a_testov
- Einhorn Á. (2012). *Feladatkönyv*. Nemzeti Tankönyvkiadó. <https://mek.oszk.hu/17800/17864/17864.pdf>
- Haladyna, T. M., & Downing, S. M. (1989). A Taxonomy of Multiple-Choice Item-Writing Rules. *Applied Measurement in Education*, 2(1), 37–50. https://doi.org/10.1207/s15324818ame0201_3
- Haladyna, T. M., & Downing, S. M. (1993). How Many Options is Enough for a Multiple-Choice Test Item? *Educational and Psychological Measurement*, 53(4), 999–1010. <https://doi.org/10.1177/0013164493053004013>
- Tóthné Parázsó, L. (2020). Teljesítményértékelés elektronikus tanulási környezetben. In T. Lengyelné Molnár (Szerk.), *A kultúraváltás hatása az egyéni kompetenciákra: A digitális kompetencia modelljei* (o. 119–142). Eszterházy Károly Egyetem Líceum Kiadó. <https://doi.org/10.46403/Akulturavaltashatasaegyeni.2020.119>



Registry number:

DEENK/392/2026.PL

Subject:

PhD Publication List

Candidate: Gabriella Papp

Doctoral School: Doctoral School of Mathematical and Computational Sciences

MTMT ID: 10078633

List of publications related to the dissertation

Hungarian scientific articles in international journals (1)

1. **Papp, G.:** Online felületek alkalmazása a matematika tanításában Kárpátalján.
Limes. 8, 219-223, 2021. ISSN: 2411-4081.

Foreign language scientific articles in Hungarian journals (1)

2. **Papp, G.:** The use of e-tests in education as a tool for retrieval practice and motivation.
Teach. math. comput. sci. 22 (1), 59-76, 2024. ISSN: 1589-7389.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5485/TMCS.2024.13495>

Foreign language scientific articles in international journals (2)

3. **Papp, G.:** Examining e-test and its goodness indicators.
Academis notes. Series: Pedagogical sciences. 10, 136-139, 2024. ISSN: 2786-6904.
DOI: http://dx.doi.org/10.59694/ped_sciences.2024.10.136
4. **Papp, G.:** Comparison of platforms used in online education.
Current issues in modern science. 11 (17), 712-721, 2023. ISSN: 2786-6300.
DOI: [http://dx.doi.org/10.52058/2786-6300-2023-11\(17\)-712-721](http://dx.doi.org/10.52058/2786-6300-2023-11(17)-712-721)

Hungarian conference proceedings (5)

5. **Papp, G.:** Online felületek összehasonlítása oktatásszervezés és e-teszt szerkesztése céljából.
In: Krízishelyzetek hatása és kihívásai az oktatásban. Nemzetközi tudományos konferencia : Absztraktkötet = Challenges and Effects of Crisis Situations on Education : Book of Abstracts. Szerk.: Berghauer-Olasz Emőke; Csopák Éva; Greba Ildikó; Lizák Katalin, ifj. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola, Beregszász, 151-158, 2024. ISBN: 9786178143145
6. **Papp, G.:** Informatika tárgyi e-teszt megbízhatóságának vizsgálata.
In: Hittel a jövőbe. Az Ortutay Elemér Görögkatolikus Szakkollégium szervezésében 2022. május 5-én rendezett VIII. Keresztény Tudományos Diákköri Konferencia tanulmányainak gyűjteménye. Szerk.: Tóth Attila, Marosi István, RIK-U Kiadó, Ungvár, Beregszász, 49-63, 2023. ISBN: 9786178276140





7. Papp, G.: Tudásszintmérés e-tesztek segítségével.

In: Hitkeresés. Az Ortutay Elemér Görögkatolikus Szakkollégium szervezésében 2021. március 18-án megrendezett VII. Keresztény Tudományos Diákköri Konferencia tanulmányainak gyűjteménye. Szerk.: Marosi István, Kálvin Nyomda, Beregszász, 39-46, 2022. ISBN: 9786178046415

8. Papp, G.: A pandémia ideje alatt alkalmazott e-teszt megbízhatóságának vizsgálata.

In: Proceedings of XXXIV. DidMatTech 2021 Conference : New Methods and Technologies in Education, Research and Practice. Eds.: Abonyi-Tóth, Andor; Stoffa, Veronika; Zsakó, László, ELTE Informatikai Kar, Budapest, 282-293, 2021. ISBN: 9789634894131

9. Papp, G.: Az e-tesztek szerkesztése és alkalmazása tudásszintmérés céljából a karanténi távoktatás ideje alatt.

In: New Methods and Technologies in Education, Research and Practice : Proceedings of XXXIII. DidMatTech 2020 Conference. Eds.: Abonyi-Tóth, Andor; Stoffa, Veronika; Zsakó, László, ELTE Informatikai Kar, Budapest, 203-212, 2020. ISBN: 9789634892441

Foreign language conference proceedings (3)

10. Papp, G.: Usage of Online Platforms in Education of Mathematics in Transcarpathia at the Beginning of Quarantine.

In: Analysis, Applications, and Computations: Proceedings of the 13th ISAAC Congress, Ghent, Belgium, 2021. Eds.: Vindas Jasson, Sabadini Irene, Reissig Michael, Kähler Uwe, Springer International Publishing, Cham, 155-162, 2023, (Trends in Mathematics, ISSN 2297-0215) ISBN: 9783031363740

11. Papp, G.: Using e-test in online mathematics education during a pandemic for Ferenc Rakoczi II Transcarpathian Hungarian College of Higher Education students.

In: DisCo 2021: Active Learning in Digital Era: How Digital Tools promote a Conscious, Open-minded, Creative and Social-Oriented Thinking : 16th international conference Prague. Eds.: Beseda, J., Rohlíková, L, Center for Higher Education Studies, Prague, 275-283, 2023. ISBN: 9788086302881

12. Papp, G., Szegő, D.: Traditional test versus e-test.

In: EDULEARN21 Proceedings - 13th International Conference on Education and New Learning Technologies. Ed.: L. Gómez Chova, A. López Martínez, I. Candel Torres, International Academy of Technology, Education and Development, Valencia, 5029-5033, 2021. ISBN: 9788409312672

Hungarian abstracts (1)

13. Papp, G.: A kutatásban alkalmazott e-teszt jószágmutatóinak vizsgálata.

In: Matematika és Informatika Didaktikai Kutatások 2024 : absztraktkötet. Szerk.: Lócska Orsolya Dóra; Kónya Eszter, Debreceni Egyetem Matematika- és Számítástudományok Doktori Iskola, Debrecen, 48, 2024. ISBN: 9789634905721





Foreign language abstracts (2)

14. **Papp, G.:** E-tests as motivational opportunities in mathematics classes.
Teach. math. comput. sci. 21 (1), 96-97, 2023. ISSN: 1589-7389.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5485/TMCS.2023.R032>
15. **Papp, G.:** Usage of online platforms in education of mathematics in Transcarpathia at the beginning of quarantine.
In: Book of Abstracts : 13th International ISAAC Congress, Ghent University, Ghent, 29-30, 2021.

List of other publications

Hungarian scientific articles in international journals (1)

16. **Papp, G.:** A pedagógiai akciókutatás fogalma és tulajdonságai.
Limes. 9, 55-61, 2023. ISSN: 2411-4081.

Foreign language scientific articles in Hungarian journals (1)

17. **Papp, G.:** Assessment and evaluation through e-tests: experiences and reliability in higher education within the scope of probability theory course.
Ann Mat Inform. "Accepted by Publisher", 1-17, 2026. ISSN: 1787-5021.
IF: 0.3 (2024)

Hungarian abstracts (2)

18. Jakab, E., **Papp, G.:** Informatikus hallgatók mint a jövő digitális kultúrájának oktatói = Computer science students as educators of future digital culture.
In: 2026 MIDK Matematika és Informatika Didaktikai Kutatások: absztraktkötet. Szerk.: Kardos Gergely, Kónya Eszter, Debreceni Egyetem Matematika- és Számítástudományok Doktori Iskola, Debrecen, 31, 2026. ISBN: 9789634907855
19. **Papp, G.:** E-teszt, mint mérőeszköz a felsőfokú matematikaoktatásban = E-test as a measurement tool in higher education of mathematics.
In: 2025 MIDK Matematika és Informatika Didaktikai Kutatások : absztraktkötet. Szerk.: Lócska Orsolya Dóra; Kónya Eszter, Debreceni Egyetem Matematika- és Számítástudományok Doktori Iskola, Debrecen, 51, 2025. ISBN: 9789634907039

Foreign language abstracts (3)

20. **Papp, G., Kulín, J.:** Comparison of the reliability of e-tests in higher education of mathematics.
In: Innovative Digital Methods in Education and Research International scientific and practical conference Berehove, 27-28 March 2025 Book of Conference Abstracts, II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Egyetem, Beregszász, 121-122, 2025. ISBN: 9786178143367





21. **Papp, G.:** Digital technologies and digital hygiene in measuring mathematical knowledge.
In: The Role of Security in Cross-Border and International Cooperation International scientific and practical conference Berehove, 8-9 October 2025: Book of Conference Abstracts, II.
Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Egyetem, Beregszász, 132, 2025. ISBN: 9786178143503
22. Jakab, E., **Papp, G.:** Mapping digital citizenship among future it professionals.
In: The Role of Security in Cross-Border and International Cooperation International scientific and practical conference Berehove, 8-9 October 2025: Book of Conference Abstracts, II.
Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Egyetem, Beregszász, 131, 2025. ISBN: 9786178143503

Total IF of journals (all publications): 0,3

Total IF of journals (publications related to the dissertation): 0

The Candidate's publication data submitted to the Tudóstér have been validated by DEENK on the basis of the Journal Citation Report (Impact Factor) database.

02 June, 2026

