

Eszterházy Károly Katolikus Egyetem
Neveléstudományi Doktori Iskola



Négyesi Péter

**Adaptivitást támogató elektronikus tanulási környezet
beválasztásának vizsgálata a számelmélet speciális témaköreinek tanításában**

Doktori (PhD) értekezés tézisei

Témavezetők:

Dr. Racsó Réka, egyetemi docens, PhD

Oláhné Dr. Téglási Ilona, egyetemi docens, PhD

A Neveléstudományi Doktori Iskola vezetője:

Prof. Dr. Szűts Zoltán, egyetemi tanár, dékán, PhD, dr. habil.

A Neveléstudományi Doktori Iskola programigazgatója:

Dr. Szőke-Milinte Enikő, tanszékvezető egyetemi docens, PhD

Eger, 2025

A disszertáció témája és szerkezete

A disszertáció középpontjában egy olyan neveléstudományi kutatás áll, amely a digitális pedagógia és a matematikaoktatás metszetében valósul meg. A téma különös aktualitását az oktatási rendszerek globális átalakulása, a digitális transzformáció hatása, valamint a tanulói sokféleségre reagáló, adaptív technológiai megoldások iránti fokozódó igény adja. A kutatás célja egy adaptivitást támogató elektronikus tanulási környezet (AES) kifejlesztése és bevélyvizsgálata, különös tekintettel a számelmélet középiskolai és felsőoktatási tanítására, amely a matematika egyik kevésbé preferált, de annál fontosabb területe.

A téma kiválasztását több tényező indokolta. Egyrészt az a pedagógiai tapasztalat, miszerint a számelmélet oktatása a középiskolai tantervekben alig jelenik meg, másrészt az, hogy a digitális bennszülöttek tanulási szokásai, motivációs sajátosságai jelentősen eltérnek a korábbi generációkétól. A technológiai eszközök térnyerése önmagában még nem garantálja az oktatás eredményességét; ehelyett olyan adaptív rendszerekre van szükség, amelyek képesek a tanulói háttér, előismeretek és tanulási stílusok figyelembevételére. A dolgozat egy ilyen rendszer létrehozását, alkalmazását és hatékonyságának vizsgálatát tűzte ki célul.

A disszertáció szerkezete a neveléstudományi kutatások általánosan elfogadott struktúráját követi. Az első fejezet részletesen tárgyalja a kutatás aktualitását és jelentőségét, valamint bemutatja a kutatási probléma neveléstudományi kontextusát. A kutatás célkitűzései, kérdései és hipotézisei világos rendszerben kerülnek megfogalmazásra, ezek megalapozzák az empirikus vizsgálatok menetét.

A második fejezet az elméleti háttér feltárására vállalkozik, amely a pedagógiai és informatikai szakterületek releváns összekapcsolását célozza. A fejezet újszerűsége abban áll, hogy nem csupán rendszerezi a szakirodalmat, hanem meg is alapozza a fejlesztés elméleti és gyakorlati hátterét.

A harmadik fejezet az alkalmazott módszerek és eszközök részletes ismertetését tartalmazza. A szerző itt mutatja be a saját fejlesztésű adaptív elektronikus tanulási környezet felépítését, funkcióit és didaktikai designját. E fejezet külön értéke, hogy nem csupán leírja az alkalmazott eljárásokat, hanem reflektál is azok érvényességére és korlátaira, ezáltal megbízható alapot teremt a következő fejezet empirikus eredményeinek értelmezéséhez.

A negyedik fejezet az eredmények bemutatását tartalmazza. A statisztikai elemzések mellett kvalitatív megállapítások is szerepelnek, amelyek segítenek az eredmények mélyebb értelmezésében.

Az ötödik és hatodik fejezet a disszertáció záró gondolatait fogalmazza meg, reflektálva a hipotézisek igazolhatóságára, valamint az új taneszköz neveléstudományi jelentőségére. A hetedik fejezet kritikai önreflexióként szolgál, amely tudatosítja a kutatás limitációit, és javaslatokat fogalmaz meg az adaptív rendszerek továbbfejlesztésére.

A kutatás elméleti háttere

A hagyományos szakmai tudás mellett egyre növekvő hangsúly helyeződik azokra a képességekre, amelyek lehetővé teszik a technológia és az emberi gondolkodás együttes alkalmazását. Az oktatási rendszerben ez azt jelenti, hogy a tanterveknek egyre inkább a XXI. századi készségek fejlesztésére kell összpontosítaniuk, új módszertanok bevezetésével.

A digitális kor gyermekeinek oktatása megköveteli, hogy a tanárok képesek legyenek alkalmazkodni a technológiai fejlődéshez, miközben a tanulók digitális kompetenciáinak fejlesztésére összpontosítanak. Ez nem csupán eszközhasználatot jelent, hanem a pedagógiai módszerek és tartalmak átgondolását is magában foglalja (Lénárd, 2015). Az IKT-eszközök nem egyszerűen a tanítás eszközei, hanem a tanulási folyamat átalakításának motorjai is lehetnek, ha megfelelően integrálják őket az oktatási rendszerbe (Falus és mtsai, 2012).

Komenczi Bertalan már két évtizeddel ezelőtt rámutatott az elektronikus tanulási formák jelentőségére, ugyanakkor kihangsúlyozta, hogy ezek csupán lehetőségek maradnak, amennyiben a pedagógiai gyakorlat nem igazodik hozzájuk (Komenczi, 2004).

Az általános ismeretek elsajátítása mellett az e-learning egyik-másik fő célja a szakmai készségek és a megértés fejlesztése, amely segíti a tanulókat a tanulási célok elérésében (Clark & Mayer, 2016).

Az e-tanulás pedagógiája mélyebben tanulmányozza az olyan oktatási stratégiák beépítését, amelyek figyelembe veszik a valós idejű, személyre szabott tanulási tartalom tanulóhoz való alkalmazkodóképességét (Négyesi & Csernai, 2022).

A hagyományos e-tanulási rendszerek azonban hajlamosak figyelmen kívül hagyni a tanulók sokféleségét, képességeiket, tudásukat és készségeiket, valamint a tanulási kontextust (Négyesi, 2023; Négyesi, 2021).

Az adaptáció eddig nagyon kevés figyelmet kapott az e-tanulási platformok esetében, pedig egy e-tanfolyamot nem szabad vákuumban tervezni, hanem a tanulók igényeinek és

kívánságainak kell a legjobban megfelelnie, és a tanfolyam előrehaladtával alkalmazkodnia kell (Négyesi, 2023; Négyesi, 2021).

Az adaptív rendszerek célja a tanulás hagyományos megközelítéseinek átalakítása a tanulók igényeinek megfelelően (Essalmi et al., 2010).

A matematikatanítás során a tanulók motivációjának fenntartása kulcsfontosságú tényező, amely jelentősen meghatározza a tantárgy iránti elköteleződést és a tanulási eredményességet. A motiváció nem csupán az órák alatti figyelmet és aktivitást befolyásolja, hanem hosszú távon hatással van a tanulók matematikai kompetenciáinak fejlődésére és a tantárggyal kapcsolatos attitűdjeire is. Ezért a tanároknak olyan módszertani megközelítéseket kell alkalmazniuk, amelyek segítik a tanulók érdeklődésének fenntartását, miközben figyelembe veszik az egyéni különbségeket és szükségleteket.

Csányi és munkatársai (2014) rámutatnak arra, hogy a diákok számára az absztrakció nemcsak érthetőségi akadályt jelent, hanem csökkentheti a tantárgy iránti érdeklődést is. Ez különösen érzékelhető olyan fogalmak esetében, mint a prímszámok, az oszthatóság vagy az euklideszi algoritmus, amelyek elvont gondolkodási módot igényelnek.

A középiskolai számelmélet tanításának nehézségei nemcsak a tananyagtartalomból, hanem a pedagógiai módszertan és a tanári képzés területén tapasztalható hiányosságokból is fakadnak. Az eredményes tanításhoz olyan módszertani eszköztár kialakítására van szükség, amely a diákok érdeklődését és motivációját egyaránt fenntartja, miközben lehetőséget biztosít az elvont fogalmak megértésére és alkalmazására (Négyesi et al., 2023; Négyesi, 2021).

M. Nádasi Mária (2010) hangsúlyozza, hogy az adaptivitás nemcsak technológiai, hanem pedagógiai és módszertani megközelítést is jelent. Az adaptív oktatás alapelvei közé tartozik a differenciált tanulási stratégiák alkalmazása, a tanulók egyéni szükségleteinek folyamatos monitorozása és az ezekhez igazodó tananyagfejlesztés. Kiemeli továbbá, hogy az adaptivitás nem kizárólag a gyerekek teljesítményére fókuszál, hanem a tanári szerep átalakulását is magában foglalja. A tanár inkább facilitátorként, mentor szerepben jelenik meg, aki segíti a tanulót a saját tanulási céljai elérésében.

Rapos Nóra és munkatársai (2011) az adaptivitás és az inklúzió kapcsolatára helyezik a hangsúlyt. Rámutatnak, hogy az adaptív oktatás nem csupán a tananyag személyre szabását jelenti, hanem a tanulók sokféleségének elfogadását és az oktatási környezet olyan átalakítását, amely minden tanuló számára lehetővé teszi a sikeres tanulást.

Az adaptív e-learningben az adaptáció fogalma arra utal, hogy a platform képes dinamikusan reagálni a tanulók teljesítményére, és a tanulási élményt a válasz alapján módosítani (Négyesi et al., 2023).

Az adaptív e-learning rendszerek jelentősen átalakítják az oktatási környezeteket, azonban nem helyettesíthetik a pedagógusok értékét és szerepét. A pedagógusok olyan egyedi kompetenciákkal rendelkeznek, amelyek pótolhatatlanok az adaptív rendszerek működésének támogatásában. Az optimális oktatási eredmények érdekében fontos a pedagógus és a technológia közötti egyensúly fenntartása. Csak a pedagógiai és technológiai szempontok integrálásával érhető el a tanulási folyamatok valódi optimalizálása.

Kutatási célok, kérdések és hipotézisek

A kutatás célkitűzései több szinten fogalmazódnak meg. Elméleti célként a szerző feltárja a XXI. századi tanuláselméletek és a digitális pedagógia azon elemeit, amelyek megalapozzák az adaptív tanulási környezetek létjogosultságát és alkalmazhatóságát. Kiemelt figyelmet fordít a személyre szabott tanulás, az önszabályozás és a motiváció kérdéskörére, valamint az adaptivitás pedagógiai és technológiai dimenzióinak összefüggéseire.

Empirikus célként a kutatás arra irányul, hogy bemutassa és értékelje egy saját fejlesztésű, reszponzív, didaktikai design elvek mentén létrehozott adaptív elektronikus tanulási környezet (<https://aes.negyesipeter.hu>) hatását a tanulói attitűdökre, teljesítményre és motivációra. Ennek érdekében a szerző többféle vizsgálati módszert alkalmazott – kérdőíves felmérések, logfile-elemzés, szemmozgáskövetés, usability-teszt, attitűdskálák – amelyek révén a rendszer bevétele komplex értékelésére nyílt lehetőség.

A kutatás gyakorlati célja az volt, hogy egy olyan taneszközt fejlesszen ki, amely illeszkedik a hazai közép- és felsőoktatási környezethez, és amely hatékonyan támogatja a számelméleti problémák megértését, gyakorlását és alkalmazását. A fejlesztés során különös hangsúlyt kapott a pedagógusok munkáját segítő funkciók kidolgozása, az akadálymentesség és a mobilbarát megjelenés, valamint az, hogy a rendszer a tanórai és azon kívüli tanulásra egyaránt alkalmas legyen – támogatva a frontális, egyéni, páros és kooperatív tanulási formákat is.

Az imént megfogalmazott célkitűzéseknek megfelelően a szerző az alábbi kérdésekre keresi a választ:

- K1: Az új, hazánkban még nem elterjedt, adaptív tanulási környezet szignifikánsan javítja-e a tanulók számelméleti témakörökhöz való attitűdjét?
- K2: Az új taneszköz, tartalmi és módszertani újításai révén, szignifikánsan javítja-e a diákok körében a számelméleti problémák megértését és a feladatok megoldásának hatékonyságát?
- K3: Mennyire elégedettek a tanulók és a pedagógusok az adaptív tanulási rendszer használatával?

A K1 kutatási kérdéshez kapcsolódó hipotézisek:

- H1: Az új taneszköz használata szignifikánsan növeli a diákok motivációját a matematika tanulása iránt.
- H2: Az új taneszköz használata szignifikánsan javítja a diákok önbizalmát a számelméleti problémák megoldásában.
- H3: Az új taneszköz használata szignifikánsan növeli a diákok aktivitását a tanulási folyamatban.
- H7: Az új taneszköz használata szignifikánsan növeli a diákok önálló tanulási készségeit.

A K2 kutatási kérdéshez kapcsolódó hipotézisek:

- H4: Az új taneszköz használata szignifikánsan javítja a diákok problémamegoldó képességeit.
- H5: Az új taneszköz használata szignifikánsan csökkenti a diákok hibázási arányát a számelméleti feladatok megoldása során.
- H6: Az új taneszköz használata szignifikánsan javítja a diákok időgazdálkodási készségeit a tanulás során.

A K3 kutatási kérdéshez kapcsolódó hipotézisek:

- H8: A Jakob Nielsen-féle 5 használhatósági faktor szerinti értékelésben a létrehozott adaptív e-learning rendszer tanulói és hallgatói oldalról, mindegyik mért faktor esetében, legalább 4-es átlagot ér el.
- H9: A Jakob Nielsen-féle 5 használhatósági faktor szerinti értékelésben a létrehozott adaptív e-learning rendszer pedagógusi és oktatói oldalról, mindegyik mért faktor esetében, legalább 4-es átlagot ér el.
- H10: A pedagógus kollégák visszajelzései igazolják az adaptív elektronikus tanulási környezet használatának szükségszerűségét a tanítási folyamatban.

- H11: Az adaptív e-learning rendszerben a tanulói aktivitás mutatói a vizsgálatot követően szignifikánsan magasabb szintet érnek el, ami a rendszer hatékonyságát jelzi.

A kutatás fázisai, módszerei és eszközei

A kutatás három fő szakaszra tagolódott. Az első szakasz az előkutatás, amelynek célja a tanulói és pedagógusi igények feltérképezése, valamint a szakirodalmi feltárás volt. Itt kérdőíves adatfelvételt alkalmazott a szerző online formában, valamint szisztematikus szakirodalom-elemzést az adaptív matematikaoktatás témakörében. Ez a fázis alapozta meg, hogy mire van valóban szükség a gyakorlatban. A következő szakaszban akciókutatás segítségével vizsgálta a szerző a tanulók és pedagógusok igényeit, valamint a fejlesztett adaptív e-learning rendszer hatékonyságát a valós oktatási környezetben. Ennek során több ciklusban került tesztelésre és finomításra a rendszer, hogy az a tanulók és pedagógusok számára optimális legyen. A harmadik szakaszban komplex kutatómódszertani eszköztár került alkalmazásra a bevérvizsgálathoz. Saját készítésű online kérdőíveket töltöttek ki a tanulók és a pedagógusok, szemmozgáskövető vizsgálatra is sor került a tanulási stílusok feltérképezésére, valamint logfile-elemzéssel vizsgálta a szerző a rendszer használatának gyakoriságát. Egyúttal webergonómiai és használhatósági teszteket is elvégzésre kerültek, a Jakob Nielsen-féle használhatósági faktorok alapján. A teljes kutatási folyamatot módszertani trianguláció jellemezte: különböző típusú módszerek együttes alkalmazásával igyekeztem minél átfogóbb képet kapni a rendszer hatásáról és működéséről.

A rendszer fejlesztése a PADDIE+M modell lépéseire épült. A rendszer teljes egészében akadálymentesített, ami a UserWay bővítmény beépített eszközeinek köszönhető. A rendszerhez kapcsolódik egy közép- és emelt szintű feladatbank, amely folyamatosan bővíthető. A tananyagok és feladatok a tanárok által is szerkeszthetők, így a platform hosszú távon is fejleszthető és testre szabható marad.

Az adaptív e-learning rendszer tananyagai hat, gondosan kiválasztott számelméleti témakört dolgoznak fel. A tanulók a rendszerbe regisztrációval kapcsolódnak be, és ezt követően tudnak kurzusokra feliratkozni. A tananyagok kialakítása során tudatosan alkalmaztam a didaktikai design elveit. A tananyagok elérhetősége sorrendiséghez kötött, így biztosítható a tartalmi előfeltételek megléte és a fokozatosság elve is. Minden kurzus elméleti magyarázattal, ellenőrző kérdésekkel, majd egy záróteszttel zárul. A záróteszt automatikusan kiértékelésre kerül, és az elért eredmény határozza meg, hogy a tanuló milyen

nehézségi szintű kezdő feladatot kap a következő szakaszban. A feladatok öt-öt nehézségi szinten érhetők el. A rendszer figyeli, hogy a diák melyik részfeladatban teljesít gyengébben, és ehhez igazítja a további lépéseket.

Tézisek

A kutatás során statisztikai módszerekkel igazolt hipotézisek alapján a következő új tudományos eredmények fogalmazhatók meg. Ezek az eredmények nemcsak az adaptív e-learning rendszerek hatékonyságát támasztják alá, hanem iránymutatást is adnak a matematikaoktatás – azon belül is a számelmélet oktatásának – fejlesztésére, a digitális tananyagok alkalmazására és a pedagógiai innovációk bevezetésére. Az alábbi tézisek empirikusan megalapozott következtetéseket tartalmaznak, amelyek hozzájárulhatnak az adaptív tanulási környezetek továbbfejlesztéséhez és szélesebb körű oktatási alkalmazásához.

1. Tézis: Az adaptív tanulási környezetek iránti igény magas a tanulók körében, különösen a személyre szabott visszajelzések és a vizuális magyarázatok tekintetében (Négyesi, 2025; Négyesi et al., 2023; Négyesi, 2021).

- Statisztikai alátámasztás: A bemeneti kérdőív eredményei szerint a személyre szabott visszajelzések fontosságát a válaszadók 75,4%-a nagyon fontosnak tartotta (Likert-skálán 4 vagy 5 pont). A vizuális magyarázatokat pedig 84,7%-uk hasznosnak értékelte.
- A tézis jelentősége: Technológiai nézőpontból a megfogalmazott tézis alátámasztja az adaptív e-learning rendszerek fejlesztésének indokoltságát, különös tekintettel azokra a minőségi jellemzőkre, amelyek a felhasználói élményt és a tanulási hatékonyságot befolyásolják. Az adaptivitás nem önmagában, hanem a visszajelzések személyessége, valamint a magyarázatok világossága révén válik pedagógiaiilag relevánssá. Ez különösen a természettudományos és matematikai diszciplínák esetében bír jelentőséggel, ahol a tartalmak komplexitása fokozottan igényli a vizuálisan is jól értelmezhető, tanulástámogató megközelítéseket. A tanulók pozitív viszonyulása az ilyen rendszerekhez tovább erősíti a fejlesztések irányának megalapozottságát, mivel az általuk preferált funkciók – például a személyre szabott visszacsatolás és a vizualizáció – közvetlenül hozzájárulnak a rendszer használhatóságához és elfogadottságához.

2. Tézis: A digitális tananyagok használata és a személyre szabott tananyagok fontosságának megítélése között szignifikáns kapcsolat áll fenn (Négyesi, 2025; Négyesi et al., 2023).

- Statisztikai alátámasztás: A Khi-négyzet próba eredménye: $\chi^2(4, N=118) = 12,56$; $p = ,028$. A p-érték 0,05 alatt van, tehát szignifikáns kapcsolat van a két változó között.
- A tézis jelentősége: A digitális tananyagok használata és a személyre szabott tanulási tartalmak fontosságának megítélése közötti szignifikáns kapcsolat azt jelzi, hogy a digitális tanulási környezetekben szerzett tapasztalatok befolyásolják a tanulók pedagógiai preferenciáit. Azok a tanulók, akik rendszeresen alkalmaznak digitális tananyagokat, nagyobb arányban ismerik fel a személyre szabott tartalmak hozzáadott értékét, különösen az egyéni tanulási szükségletekhez való igazodás szempontjából. Ez az összefüggés alátámasztja, hogy a technológiahasználat nem csupán eszközhasználati készségeket fejleszt, hanem hozzájárul a tanulási folyamat differenciálásának pedagógiai elfogadásához is.

3. Tézis: Az egyéni tanulási stratégiák és a digitális tananyagok alkalmazása évfolyamonként jelentősen eltér. Az egyetemi hallgatók nagyobb nehézségekkel szembesülnek a számelmélet tanulása során (Négyesi, 2025).

- Statisztikai alátámasztás: Az ANOVA eredménye: $F(2, 115) = 8,34$; $p = ,0004$. A Tukey-féle post hoc teszt szerint az egyetemi hallgatók szignifikánsan nagyobb kihívásokat tapasztalnak, mint a középiskolások.
- A tézis jelentősége: Rámutat a tanulási stratégiák és a digitális tananyaghasználat évfolyamonkénti eltéréseire, különösen a felsőoktatás kontextusában. Az egyetemi hallgatók esetében a számelmélet tanulása fokozott kihívásokat jelent, amelyeket részben az elvont tartalom, részben az önálló tanulásra épülő tanulásszervezés magyaráz. Az oktatástechnológiai fejlesztések során figyelembe kell venni a különböző tanulói szinteken megjelenő eltérő szükségleteket, valamint a tanulói autonómia szintjét. A digitális tananyagok hatékonysága nem csupán azok elérhetőségén múlik, hanem azon is, hogy képesek-e illeszkedni az adott tanulói populáció előzetes tudásához, tanulási stílusához és kognitív sajátosságaihoz.

4. Tézis: A szemmozgáskövető vizsgálat eredményei alapján egyértelműen azonosíthatók a vizuális és verbális tanulási stílusú diákok (Négyesi, 2024).

- Statisztikai alátámasztás: A vizsgálat során készített metszet-hőtérképek alapján kimutatható, hogy a verbális tanulási stílusú diákok főként a szöveges részekre koncentráltak, míg a vizuális tanulási stílusú diákok a grafikus elemekre és ábrákra fókuszáltak.
- A tézis jelentősége: Objektív, empirikusan mérhető módon teszi lehetővé a tanulási stílusok azonosítását. A megfigyelhető tekintetmintázatok és a vizuális fókuszpontok statisztikai elemzése révén megbízhatóan elkülöníthetők azok a tanulók, akik elsősorban képi információkra, illetve azok, akik inkább szöveges tartalmakra támaszkodnak a tanulás során. Ez alapot nyújt olyan adaptív tananyagok fejlesztéséhez is, amelyek a tanulók domináns információfeldolgozási preferenciáihoz igazodnak. Mindemellett hozzájárul a kognitív terhelés optimalizálásához és a tanulási hatékonyság növeléséhez is, különösen akkor, ha az oktatási környezet személyre szabott módon képes alkalmazkodni a tanulói profilokhoz.

5. Tézis: Az adaptív e-tanulási környezet szignifikánsan növeli a tanulói aktivitást (Négyesi, 2025).

- Statisztikai alátámasztás: A napi bejelentkezések száma a vizsgálat után szignifikánsan nőtt (vizsgálat előtt = 120,5; vizsgálat után = 145,3; $t = -2,45$; $p = ,015$).
- A tézis jelentősége: Empirikusan alátámasztja az adaptív rendszerek pedagógiai hatékonyságát, különösen a tanulói bevonódás és motiváció szempontjából. A tanulói aktivitás növekedése nem csupán a tanulási folyamat intenzitását jelzi, hanem annak minőségét is, hiszen az aktív részvétel összefügg a mélyebb megértéssel és a hosszú távú tudásépítéssel. Az adaptív rendszerek által nyújtott személyre szabott tanulási útvonalak, visszajelzések és tempóoptimalizálás közvetlenül támogatják az önszabályozó tanulást, ami különösen fontos a digitális tanulási környezetekben.

6. Tézis: Az adaptív e-tanulási környezet használata szignifikánsan növeli a tanulók motivációját a számelméleti témakörök iránt (Négyesi, 2025).

- Statisztikai alátámasztás: A motiváció változását mérő kérdés esetében az átlagérték 4,15 volt (Likert-skála: 1–5), amely szignifikánsan magasabb volt a semleges középértéknél ($t(264) = 16,23$; $p < ,001$).
- A tézis jelentősége: A számelmélet jellemzően elvont, formális tartalmú sok tanuló számára nehezen értelmezhető, ami alacsony motivációs szinttel és alacsony tanulói bevonódással járhat. Az adaptív tanulási környezet azonban képes személyre szabott visszajelzésekkel, vizuális magyarázatokkal és egyéni tempóhoz igazított tanulási útvonalakkal támogatni a tanulást, ezáltal csökkentve a tantárgyhoz kapcsolódó kognitív terhelést és szorongást. Empirikusan igazolja, hogy az adaptív rendszer nem csupán a tanulási eredményességet javítja, hanem képes növelni az érdeklődést és belső motivációt egy olyan nehezen tanítható és tanulható tématerületen, mint a számelmélet.

7. Tézis: Az adaptív taneszköz használata fejleszti a tanulók időgazdálkodási készségeit a tanulási folyamatban (Négyesi, 2025).

- Statisztikai alátámasztás: Az időgazdálkodási készségek javulását mérő kérdés átlaga 4,12 volt, amely szignifikánsan magasabb a semleges értéknél ($t(264) = 16,34$; $p < ,001$).
- A tézis jelentősége: Az adaptív technológia nem csupán a tananyag elsajátítását támogatja, hanem a tanulás szervezéséhez szükséges metakognitív képességekre is pozitív hatást gyakorol. Az adaptív rendszerek által kínált strukturált tanulási utak, előrehaladást követő visszajelzések és időráfordításra vonatkozó vizuális jelzések elősegítik a tanulók önszabályozó képességeinek fejlődését, különös tekintettel az időbeosztás tudatos tervezésére és a tanulási tevékenységek prioritizálására. Az adaptív taneszközök alkalmazása nem csupán tartalmi, hanem tanulásszervezési szempontból is értékes, különösen a digitális tanulási környezetekben, ahol az önálló időmenedzsment meghatározó szerepet játszik az eredményes tanulásban.

8. Tézis: Az adaptív e-learning rendszer tanulói és hallgatói oldalról a Jakob Nielsen-féle használhatósági faktorok szerint legalább 4-es átlagértéket ért el minden vizsgált dimenzióban (Négyesi, 2025).

- Statisztikai alátámasztás: Az egymintás t-próba eredményei szerint minden használhatósági faktor esetében szignifikánsan magasabb volt az átlagérték a 3-as semleges pontnál ($p < ,001$). Ez azt jelzi, hogy a tanulók pozitívan értékelték a rendszer használhatóságát:
 - megtanulhatóság: 4,32 ($t(264) = 18.45$; $p < .001$),
 - hatékonyság: 4,18 ($t(264) = 16.78$; $p < .001$),
 - megjegyezhetőség: 4,25 ($t(264) = 17.89$; $p < .001$),
 - hibakezelés: 4,10 ($t(264) = 15.67$; $p < .001$),
 - elégedettség: 4,30 ($t(264) = 18.12$; $p < .001$).
- A tézis jelentősége: Empirikusan igazolja a rendszer magas szintű használhatóságát a végfelhasználók szemszögéből. A Nielsen-féle faktorok átfogó képet adnak a felhasználói élményről, így a legalább 4-es átlagérték minden dimenzióban arra utal, hogy az adaptív rendszer nem csupán funkcionálisan működik, hanem jól illeszkedik a tanulók elvárásaihoz és igényeihez is. A technológiai megoldás nem jelent többletterhet a felhasználók számára, hanem támogató módon járul hozzá a tanulási folyamat sikeréhez, ezáltal megalapozza az adaptív rendszerek szélesebb körű bevezetésének és hosszú távú alkalmazásának pedagógiai legitimitását.

9. Tézis: Az adaptív e-learning rendszer szignifikánsan növeli a tanulók aktivitását és részvételét a tanulási folyamatban (Négyesi, 2025).

- Statisztikai alátámasztás: A logfile-elemzés alapján a napi bejelentkezések száma nőtt (120,5-ről 145,3-ra; $t = -2,45$; $p = ,015$), és a napi megoldott feladatok száma is emelkedett (85,7-ről 102,4-re; $t = -2,12$; $p = ,034$).
- A tézis jelentősége: Empirikusan igazolja az adaptív e-learning környezet tanulói részvételre gyakorolt pozitív hatását. Az aktivitás és bevonódás a tanulási folyamat két alapvető dimenziója, amelyek meghatározzák a tanulói teljesítményt, az önszabályozó tanulás alakulását és a hosszú távú tudásmegőrzést. A szignifikáns növekedés ezen mutatókban azt jelzi, hogy az adaptív rendszer nem csupán tartalmi vagy szervezési szinten támogatja a tanulást, hanem olyan strukturált és dinamikus tanulási környezetet hoz létre,

amely elősegíti az aktív részvételt és fokozza a tanulók kognitív és affektív bevonódását.

10. Tézis: A pedagógusok egyértelműen felismerik az adaptív e-learning rendszerek alkalmazásának szükségességét, de az adaptív mechanizmusok mélyebb integrációja, az automatizált visszacsatolási rendszerek fejlesztése és a tanárok digitális kompetenciájának erősítése kulcsfontosságú a rendszer teljes körű oktatási beágyazásához (Négyesi, 2025).

- Statisztikai alátámasztás:
 - Az adaptív rendszerek fontosságát a pedagógusok 4,3-as átlaggal értékelték (Likert-skála: 1–5), ami szignifikánsan meghaladja a semleges értéket.
 - A pedagógusok 87,5%-a ajánlaná a rendszert más oktatóknak, ami erősen megerősíti annak szükségszerűségét az oktatási folyamatban.
 - A Jakob Nielsen-féle használhatósági faktorok esetében a pedagógusok által adott átlagos értékek 4,07 és 4,37 között mozogtak egy 5-pontos Likert-skálán, ami igazolja a rendszer könnyű használhatóságát és hatékonyságát.
 - A használhatósági faktorok és az elégedettség közötti kapcsolat erős korrelációt mutatott: a Pearson-féle korrelációs együttható 0,78 volt a „Megtanulható” faktor és az „Elégedettség” között ($p < ,01$), ami azt mutatja, hogy a rendszer egyszerű kezelhetősége jelentős hatással van az általános elégedettségre.
 - A lineáris regresszió elemzés alapján a használhatósági faktorok együttesen 72%-ban magyarázzák a pedagógusok elégedettségét ($R^2 = 0,72$), amely erős összefüggést mutat a rendszer alkalmazhatósága és az oktatói tapasztalatok között.
- A tézis jelentősége: Komplex módon közelíti meg az adaptív e-learning rendszerek oktatási beágyazásának feltételrendszerét. Miközben a pedagógusok részéről megmutatkozik az ilyen rendszerek alkalmazásának szükségessége iránti nyitottság, a tényleges implementáció sikeressége több, egymással összefüggő tényezőtől függ. A tanári digitális kompetencia szintje, az adaptív mechanizmusok technológiai fejlettsége, valamint a pedagógiai gyakorlatba történő mélyebb integráció mértéke egyaránt meghatározza, hogy az adaptív rendszerek milyen mértékben képesek valódi tanulási környezetté válni.

Összegzés

A kutatás eredményei alapján az adaptív tanulási környezetek gyakorlati alkalmazhatósága több dimenzióban is igazolást nyert. A vizsgálatok rávilágítottak arra, hogy az ilyen rendszerek képesek érdemben növelni a tanulók motivációját, aktivitását és tanulási részvételét, ami különösen nagy jelentőséggel bír az elvontabb, absztrakt gondolkodást igénylő tantárgyak – így a számelmélet – tanítása során. A tanulók pozitív attitűdje, valamint a rendszer használhatóságának magas szintű értékelése arra utal, hogy a személyre szabott visszajelzések és vizuális magyarázatok valóban elősegítik az egyéni tanulási folyamatot, csökkentik a kognitív terhelést, és támogatják az aktív tanulási stratégiák kialakítását.

Az iskolai gyakorlat szempontjából különösen releváns, hogy a rendszer használata fejleszti a tanulók problémamegoldó és időgazdálkodási készségeit, ezáltal elősegíti az önálló, reflektív tanulást. Ez a készségfejlesztő potenciál nemcsak a tanórai munkát támogatja, hanem hozzájárul a tanulók hosszú távú tanulási stratégiáinak fejlődéséhez is.

A pedagógusok visszajelzései alapján a rendszer bevezetésének feltételei is azonosíthatók: a tanári digitális kompetencia fejlesztése, az automatizált visszacsatolás továbbfejlesztése és az adaptív mechanizmusok mélyebb oktatási integrációja. Ez a tudás közvetlenül alkalmazható a tanárképzésben, továbbá hasznosítható a digitális taneszközök fejlesztési és bevezetési stratégiáiban.

Összességében a kutatás gyakorlati haszna abban áll, hogy az adaptív e-learning rendszer olyan pedagógiai innovációt képvisel, amely képes hatékonyan támogatni az egyéni tanulási utakat, fokozza a tanulói elköteleződést, és alkalmazható módon illeszthető be a tanórai gyakorlatba. A kutatás eredményei gyakorlati szinten is hasznosíthatók, és hozzájárulnak a tanulás személyre szabására, valamint a pedagógiai munka digitális támogatására irányuló fejlesztési stratégiák megalapozásához.

További kutatási irányok

A kutatás eredményei több jövőbeli vizsgálati irányt alapoznak meg. Elsődlegesen indokolt a minta kiterjesztése különböző régiókra, iskolatípusokra és tanulói populációkra, a reprezentativitás növelése és az eredmények általánosíthatósága érdekében. Emellett szükség van longitudinális vizsgálatokra, amelyek lehetővé teszik az adaptív rendszer

hosszú távú hatásainak – különösen a tanulói motiváció, önszabályozás és eredményesség fenntarthatóságának – értékelését.

További kutatási potenciál rejlik a rendszer más tantárgyakhoz való illesztésében. A diszciplináris adaptáció során célszerű vizsgálni, hogy a rendszer tartalmi és funkcionális elemei miként alkalmazhatók eltérő tanulási kontextusokban (pl. természettudományok, történelem). Szintén kiemelt jelentőségű a speciális tanulói csoportok – például sajátos nevelési igényű vagy kiemelkedően tehetséges tanulók – bevonásával végzett kutatás, amely az adaptív mechanizmusok finomhangolását, valamint a személyre szabás mélyítését teszi szükségessé.

Irodalomjegyzék

Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2016). *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning* (4th ed.). Wiley.

Csányi, P., Pozsonyi, E., & Szabó, Zs. (2014). A számelmélet tanításának hatékonysága általános- és középiskolában. ELTE TTK Matematikai Intézet. Letöltve: <https://matapszi.elte.hu/dstore/document/7658>.

Essalmi, F., Ayed, L. J. B., Jemni, M., Kinshuk & Graf, S. (2010). A fully personalization strategy of E-learning scenarios. *Comput. Hum. Behav.*, vol. 26, no. 4, 581–591.

Falus, I., Környei, L., Németh, Sz., & Sallai, É. (2012). *A pedagógiai rendszer - Fejlesztők és felhasználók kézikönyve*. Educatio Társadalmi Szolgáltató Nonprofit Kft.

Komenczi, B. (2004). Didaktika elektromagva? Az e-learning virtuális valóságai. *Új pedagógiai szemle*, 54(11), 31–49.

Lénárd, A. (2015). A digitális kor gyermekei. *Gyermeknevelés*, 3(1), 74–83.

M. Nádas, M. (2010). *Adaptív nevelés és oktatás*. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.

Négyesi, P. (2021). Adaptivitást támogató elektronikus tanulási környezet fogalmi keretei a számelmélet speciális témaköreinek tanításában. In Zagyváné Szűcs, I., & K. Nagy, E. (Eds.), *Kihívások és megoldások a XXI. század pedagógiájában: Válogatás a Pedagógiai Szakbizottság tagjainak a munkáiból* (pp. 89–101). Magyar Tudományos Akadémia Miskolci Területi Bizottsága, Eszterházy Károly Katolikus Egyetem Líceum Kiadó.

Négyesi, P. (2024). Supporting learning style identification with eye-tracking technology in an adaptive e-learning system. *Journal of Applied Technical and Educational Sciences*, 14(2), 1–11. <https://doi.org/10.24368/jates378>

Négyesi, P. (2025). Adaptív e-learning rendszer használata a számelmélet speciális témaköreinek tanításában – A bevéálásvizsgálat eredményei. In E. Márkus & B. Máté-Szabó (Eds.), *Absztraktkötet: Közösségek a tanulás világában. Hungarian Conference on Educational Research – HuCER 2025* (p. 392). Debrecen, Magyarország: Debreceni Egyetem.

Négyesi, P., & Csernai, Z. (2022). Az elektronikus tanulás evolúciója és jövője. In *28th Multimedia in Education Conference Proceedings* (pp. 54–61). Neumann János Számítógép-tudományi Társaság.

Négyesi, P., Csernai, Z., & Racsko, R. (2023). Attempts to Develop a New Type of Adaptive E-Learning Environment. In J. T. Karlovitz (Szerk.), *What will our Future be Like?* (pp. 69–79). Sozial und Wirtschafts Forschungsgruppe.

Rapos, N., Gaskó, K., Kálmán, O., & Mészáros, G. (2011). Az adaptív-elfogadó iskola koncepciója. Oktatókutató és Fejlesztő Intézet.

Az értekezés témájában készült szerzői publikációk

Csernai, Z., & Négyesi, P. (2021). Az adaptivitás és az informatikai gondolkodás szerepe az oktatás digitális átalakítása során. In J. Berke (Szerk.), *27th Multimedia in Education Online Conference* (169–172). Neumann János Számítógép-tudományi Társaság Multimédia az Oktatásban Szakosztály (NJSZT MMO).

Csernai, Z., Négyesi, P., & Racsko, R. (2023). Opportunities for enhancing computational thinking in an e-learning environment. In Karlovitz, T. J. (Ed.), *What Will Our Future Be Like?* (pp. 55–68). Grosspetersdorf, Austria: Sozial und Wirtschafts Forschungsgruppe.

Négyesi, P. (2021). Adaptivitást támogató elektronikus tanulási környezet fogalmi keretei a számelmélet speciális témaköreinek tanításában. In Zagyváné Szűcs, I., & K. Nagy, E. (Eds.), *Kihívások és megoldások a XXI. század pedagógiájában: Válogatás a Pedagógiai Szakbizottság tagjainak a munkáiból* (pp. 89–101). Magyar Tudományos Akadémia Miskolci Területi Bizottsága, Eszterházy Károly Katolikus Egyetem Líceum Kiadó.

Négyesi, P. (2023). Adaptív matematikaoktatás a mesterséges intelligencia korában. In Medovarszki, I. (Ed.), *Tantárgy-pedagógiai kaleidoszkóp: 2022 – Pedagógiai és*

szakmódszertani tanulmányok az iskola világából (pp. 109–121). Eger, Magyarország: Líceum Kiadó.

Négyesi, P. (2023a). Examining the lack of adaptivity in the most common e-learning systems in Hungary. In Berke, J. (Ed.), *29th Multimedia in Education Conference Proceedings - XXIX. Multimédia az oktatásban nemzetközi konferencia kiadvány* (pp. 61–65). John von Neumann Society for Computer Science.

Négyesi, P. (2023b). Szemmozgáskövető vizsgálat szerepe egy új, adaptív e-learning rendszer validálásában. In Berke, J. (Ed.), *29th Multimedia in Education Conference Proceedings - XXIX. Multimédia az oktatásban nemzetközi konferencia kiadvány* (pp. 66–69). John von Neumann Society for Computer Science.

Négyesi, P. (2024). Tanulási stílus azonosításának támogatása szemmozgáskövető technológiával egy adaptív e-tanulási rendszerben. *Ifjú Pszichológiai és Neveléstudományi Folyóirat*, 2024(3), 84–94.

Négyesi, P. (2024a). Supporting learning style identification with eye-tracking technology in an adaptive e-learning system. *Journal of Applied Technical and Educational Sciences*, 14(2), 1–11. <https://doi.org/10.24368/jates378>

Négyesi, P. (2024b). A ChatGPT oktatásra gyakorolt hatásának vizsgálata. In Lengyelne Molnár, T. (Ed.), *Agria Média 2023: „A magas szintű digitális kompetencia a jövő oktatásának kulcsa”* (pp. 15–25). Eger, Magyarország: Eszterházy Károly Katolikus Egyetem Líceum Kiadó.

Négyesi, P. (2025). Adaptív e-learning rendszer használata a számelmélet speciális témaköreinek tanításában – A bevéásvizsgálat eredményei. In E. Márkus & B. Máté-Szabó (Eds.), *Absztraktkötet: Közösségek a tanulás világában. Hungarian Conference on Educational Research – HuCER 2025* (p. 392). Debrecen, Magyarország: Debreceni Egyetem.

Négyesi, P., & Csernai, Z. (2022). Az elektronikus tanulás evolúciója és jövője. In *28th Multimedia in Education Conference Proceedings* (pp. 54–61). Neumann János Számítógép-tudományi Társaság.

Négyesi, P., Csernai, Z., & Racsko, R. (2023). Attempts to Develop a New Type of Adaptive E-Learning Environment. In J. T. Karlovitz (Szerk.), *What will our Future be Like?* (pp. 69–79). Sozial und Wirtschafts Forschungsgruppe.

Négyesi, P., Oláhné Téglási, I., & Racsko, R. (2021). Pros & cons of e-learning environments from an adaptivity perspective. *Convergence Education Review*, 7(2), 45–54.