https://doi.org/10.36007/5383.2026.329

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA HASZNÁLATA A MATEMATIKA OKTATÁSÁBAN - SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MATHEMATICS EDUCATION - A LITERATURE REVIEW

Zoltán FEHÉR[53] - Ladislav JARUSKA[54]

ABSTRACT

Artificial intelligence entered our everyday lives, therefore, as teachers, it is clear that we cannot ignore the use of AI in education. When used appropriately, AI can be a helpful tool and a valuable assistant in education, significantly changing and transforming existing teaching and learning methods. AI can therefore be a new, innovative, and effective tool in teaching mathematics, and the interaction between students and AI can effectively support the development of mathematical thinking. Our study examines the possibilities of using AI in mathematics education based on a literature review.

KEYWORDS

artificial intelligence, mathematics education, chatbots, literature review

BEVEZETÉS

A közvélemény számára a mesterséges intelligencia (MI) a chatbotok ingyenes elérhetőségével vált a hétköznapi élet részévé. Ezek az alkalmazások mindennapos segítőkké váltak, személyes asszisztensként végzik el a feladatokat, válaszolnak kérdéseinkre. A chatbotok folyamatos fejlődésen mennek keresztül, lényeges változásokat tapasztalhatunk a felhasználásukban. A felhasználásuk sokrétű lehet: üzleti, kereskedelmi céloktól kezdve, lehet nyelvtanulás, fordítás és információszerzés vagy éppen tudományos célokra is használhatók.

A chatbotokat a tanárok és a diákok is egyaránt használják feladataik, munkájuk elvégzéséhez. Az oktatási szakemberek feladata megvizsgálni, melyek azok a módszerek amelyek az MI technológiát sikeresen alkalmazzák a tanulási folyamatban. Kutatásokra van szükség, ahhoz hogy meghatározzuk, hogy az oktatásba irányított és ellenőrzött módon hogyan tudjuk integrálni az MI-vel támogatott alkalmazásokat. Tanulmányunkban szakirodalmi források alapján áttekintést készítünk az MI használatának lehetőségeiről a matematika oktatásában. Összefoglaljuk, hogy az

[53] Fehér Zoltán, Selye János Egyetem, Gazdaságtudományi és Informatikai Kar, Matematika Tanszék, feherz@ujs.sk
[54] Jaruska Ladislav, Selye János Egyetem, Tanárképző Kar, Óvó- és Tanítóképző Tanszék, jaruskal@ujs.sk

aktuális kutatások nemzetközi szinten milyen területeken zajlanak és áttekintést nyújtunk az elért eredményekről.

Az MI-n alapuló rendszerekről

A mesterséges intelligencia olyan technológiák összessége, amelyek automatizált módon képesek tanulni, következtetni és problémát megoldani és képesek hasonlóan viselkedni, mint egy természetes intelligenciával rendelkező élőlény. A közvélemény általában az MI-t a chatbotokkal azonosítja, mivel ezek használata, vagyis a chatbotokkal való csevegés valóban azt az élményt nyújtja, mintha egy másik intelligens "lénnyel" kommunikálnánk. A generatív MI, mint a GPT-modellek (Generative Pre-trained Transformer), az utóbbi néhány évben tettek hatalmas előrelépést, viszont különböző MI rendszerek már a chatbotok előtt is megjelentek az okostelefonokban, az önvezető járművek fejlesztésében is fontos szerepet játszanak, vagy éppen a fordítóprogramokban használják. A tudományos kutatásban is nagy szerepet kapott az MI, mint például a gyógyszerkutatásban, vagy az orvostudományon belül a diagnosztizálásban.

A chatbotok a nyilvánosság számára 2022-ben váltak ismertté, ekkor indult el az OpenAI ChatGPT szolgáltatása, amely már ingyenesen volt használható (OpenAI, 2025). A vállalat már több éve dolgozott a GPT nyelvi modell fejlesztésén, az OpenAI 2018-ban adta ki a GPT-1 modellt. A ChatGPT első változatát 2019-ben mutatták be a GPT-2 modellre alapozva, de ez még nem volt széles körben elérhető. A GPT-modell azóta is folyamatos fejlesztésen megy keresztül, az újabb modellek sokkal pontosabb, jobb képességekkel rendelkeznek: a GPT legújabb generációi szöveggel, képpel, hanggal egyaránt dolgoznak. Természetesen más vállalatok (Google, Microsoft, stb.) is fejlesztik a saját chatbot alkalmazásukat, melyek akár önálló applikációként vagy a böngészőben integrálva használhatók. A chatbotokat használják ügyfélszolgálatra, tartalomgyártásra, személyes asszisztensként vagy akár virtuális barátként is. De használhatjuk-e a chatbotot ismeretszerzésre, tények forrásaként, tananyag elsajátításához a tanulási folyamatban?

A chatbotok elterjedése az utóbbi néhány évre tehető, viszont az MI rendszerek története a 20. század közepére nyúlik vissza. Alan Turing 1950-ben felvetett egy elméleti módszert, amely arra szolgál, hogy egy gépről megállapítsa, hogy képes-e olyan intelligens válaszokat adni, amelyek alapján egy ember nem tudja megkülönböztetni, hogy géppel vagy emberrel kommunikál (Turing-teszt, 2025). Az MI koncepciója tehát több mint 70 éves, de a modern, gépi tanuláson alapuló rendszerek, amik valóban önállóan tudnak következtetni vagy szöveget generálni, körülbelül 10-15 éve váltak igazán elterjedtté. Az MI-n alapuló generatív chatbotok (pl. Google Gemini, OpenAI ChatGPT, Microsoft Copilot) a legfejlettebb rendszerek közé tartoznak, a gépi tanulásra és nagyméretű nyelvi modellekre (LLM - Large Language Models) épülnek. Képesek megérteni a felhasználó szándékát és kontextusfüggő, releváns válaszokat generálni. Képesek emberihez hasonló, kreatív és koherens szövegek generálására, összefoglalókat készítenek, szöveget fordítanak idegen nyelvekre, és programkódokat is tudnak írni. Ezáltal rendelkeznek azzal a potenciállal, ami az oktatásban is hasznossá teheti a chatbotokat.

Az MI szerepe az oktatásban

Az oktatási folyamatokban általánosságban a mesterséges intelligencia integrálásának két alapvető megközelítését figyelhetjük meg. Az első az MI tanulást támogató eszközként való alkalmazására helyezi a hangsúlyt, míg a második az MI-ről és annak működéséről szóló tudás fejlesztését tekinti elsődlegesnek (Cardona et al., 2023). Az első megközelítés az MI-t tudásprotézisként értelmezi (Karvalics, 2024), vagyis az emberi kognitív képességek technológiai kiterjesztéseként vagy részleges helyettesítőjeként. Ezzel szemben a második irányzat az MI-re és

a generatív gépi tanulásra önálló rendszerként tekint és ezen technológia megértésére összpontosít. Messeri és Crockett (2024) szerint a mesterséges intelligencia gyakran a tanulás nélküli tudás illúzióját kelti. Tévhit, hogy az MI teljes mértékben helyettünk fog döntéseket hozni, válaszokat adni és ötleteket generálni. Ugyanilyen téves az az elképzelés, hogy többé nem kell tárgyi tudást szereznünk, kritikusan gondolkodnunk, indokolnunk, döntéseket hoznunk vagy eredeti ötleteket megfogalmaznunk, mert az MI állítólag átveszi helyettünk ezeket a szellemi feladatokat. A tanulás MI általi támogatását nem így kell értelmezni.

A mesterséges intelligencia oktatásban való használatának vizsgálatakor egyrészt a tanárok munkáját segítő eszközöket, másrészt a diákok munkáját és a tanulást támogató módszereket szükséges áttekintenünk. Általánosságban az MI-alapú eszközök fő jellemzője, hogy képesek támogatni az oktatókat a tanulói teljesítmény elemzésében, kiértékelésében. Segítségével személyre szabott tanulási módszereket alkalmazhatunk az adott tantárgy, esetünkben a matematika oktatásában. A „személyre szabás” szintén alkalmazható az automatikus feladatgenerálásban, az MI algoritmusok a diákok szintjéhez mért feladatokat hoznak létre és ezek azonnali javítását és kiértékelését is lehetővé teszik. Az MI hasznos lehet gyakorló feladatok, tesztkérdések összeállításánál is. Az MI-eszközök segítségével a tanár a tananyaghoz különböző tartalmakat (szöveg, kép, videó, szimulációk), vagyis digitális segédanyagokat tud készíteni.

A tanulás szempontjából vizsgálva az MI szerepét lényeges funkciója lehet, hogy képes a tanulók szintjéhez igazítani a feladatokat. Az adaptív tanulási módszerek támogatják a tanuló egyéni fejlődését és így segítségül lehetnek a hiányosságok pótlásában. Az MI képes virtuális tanárként is működni. Az interaktív oktatórendszerek irányítják a tanulási folyamatot, kérdésekre válaszolnak, képesek magyarázatot adni és az adott témakör gyakoroltatására is használhatók. Az MI-eszközök egyéni igényekhez való alkalmazkodása különösen jelentős a sajátos oktatási-nevelési igényű tanulók esetén.

KUTATÁS MÓDSZERTANA

A kutatásban alkalmazott módszer leíró kvalitatív, az alkalmazott adatgyűjtési technika a kutatási témához kapcsolódó releváns szakirodalom tanulmányozása. Akadémiai adatbázisokban végzett kutatás során választottuk ki a kutatási témával kapcsolatos releváns publikációkat. A kiválasztott tanulmányokat tartalmilag elemeztük és összefoglaltuk, hogy áttekintést kapjunk az MI matematika oktatásban való különböző alkalmazási módjainak feltérképezéséhez.

A szakirodalmi áttekintésbe bevont tanulmányoknak meg kellett felelniük a következő kritériumoknak: (a) recenzált folyóiratokban vagy konferencia-kiadványokban jelentek meg, vagy könyv jellegű kiadványok, (b) az MI matematika oktatásban való alkalmazására összpontosítanak, (c) angol nyelven íródtak, (d) a 2020-2025 években jelentek meg és (e) releváns és lényeges információkat nyújtanak a vizsgált témában. A kezdeti keresés találatainak áttekintése után a relevancia és a felvételi kritériumok betartása alapján 19 tanulmányt választottunk ki részletes áttekintésre és összefoglalásra. Az összegyűjtött szakirodalmi források elemzése során a kiválasztott tanulmányokat témáik, kutatási céljaik és legfontosabb eredményeik alapján rendeztük. Mivel a keresés általánosan a matematika oktatásában használt MI eszközökre vonatkozott, ezért nem foglalkoztunk külön-külön az alapiskolai, középiskolai esetleg egyetemi matematika oktatásával. A keresést nem korlátoztuk a matematika egyes részterületeire sem. Az elemzés célja, hogy megfelelő áttekintést adjon a kutatások aktuális irányzatairól, ismertesse a kutatások eredményeit, továbbá azonosítsa a legújabb kutatási trendeket és ugyanakkor az esetleges kevésbé vizsgált területeket is.

KUTATÁSI EREDMÉNYEK

A kiválasztott publikációk vizsgálata során négy főbb kategóriába soroltuk azokat. A szisztematikus irodalmi áttekintés (Systematic Literature Review - SLR) egy strukturált, módszeres megközelítés, amelynek célja egy adott téma vagy kutatási kérdés kapcsán az összes rendelkezésre álló kutatási eredmény azonosítása, elemzése és összefoglalása. Az ilyen típusú tanulmányok általában nagyobb időszakot fognak keretbe, így nagyobb mennyiségű forrással dolgoznak, tehát a témakör vizsgálatát sokkal szélesebb körben valósítják meg. Az MI-alapú oktatási rendszereket elemző tanulmányok közül több általános, elméleti szinten vizsgálja az MI-eszközök oktatásban való alkalmazását. Más szerzők konkrét MI oktatási rendszerek gyakorlatban való alkalmazását vizsgálták tanulók csoportjain. A kérdőíves felmérések elsősorban az oktatásban résztvevők véleményét elemezték. Az esettanulmányok pedig az MI-nek a matematika egy konkrét területén végzett gyakorlati alkalmazását mutatják be. Az összefoglaló táblázat tartalmazza a vizsgálatban szereplő publikációk áttekintését.

1. táblázat: Összefoglalás

Kategória	Fő területek	Tanulmányok
Szisztematikus irodalmi áttekintés (SLR)	MI szerepe, kutatási trendek, chatbotok	Hwang & Tu, 2021 Hwang, 2022 Subroto et al., 2024 Tupulu et al. 2024 Qothrunnada & Maghfiroh, 2025
MI-alapú oktatási rendszerek	ITS, személyre szabott tanulás, adaptív MI-rendszerek, automatikus visszajelzés	Clément et al., 2024 Feng et al., 2023 Hillmayr et al., 2020 Mohd et al., 2024 Nagashima et al. 2022 Orhani, 2021 Stefanova & Georgiev, 2024 Van Vaerenbergh & Pérez-Suay, 2022 Wang et al. 2020
Felmérések	MI előnyei, hátrányai belső és külső tényezők	Korkmaz et al., 2025 Li & Manzari 2025
Esettanulmányok	ChatGPT használata, GeoGebra	Getenet, 2024 Yunianto et al., 2024 Yunianto et al., 2025

Saját szerkesztés

A szakirodalmi forrásokat áttekintve elsőként azt állapíthatjuk meg, hogy nincs köztük olyan cikk, amelyben a szerzők ellenéznék az MI használatát az oktatásban. Senki nem tartja károsnak, netalán veszélyesnek az MI használatát, habár több cikkben (Korkmaz et al. 2025, Mohd et al., 2024) is részletezik az MI lehetséges hátrányait, de ez nem jelenti az MI teljes mértékben való elutasítását. Az MI oktatásban való használatakor ugyanúgy a chatbotok használatával foglalkozó témák a legelterjedtebbek, mint a hétköznapi használat esetén. További felhasználási területek az MI-alapú oktatási (tutor) rendszerek, a személyre szabott tanulás, adaptivitás, az MI használata a tanári felkészültségben és képzésben.

Szisztematikus irodalmi áttekintések

Subroto és társai (2024) által végzett 565 Scopus-indexelt tanulmányra kiterjedő bibliometrikus elemzés feltárja az MI és a matematikaoktatás témakörében megjelenő kutatások időbeli alakulását és trendjeit. Kimutatja, hogy az MI és matematika témájú publikációk száma a vizsgált 1986-tól 2023-ig terjedő időszakban folyamatos növekedést mutat, 2010 után meredek emelkedéssel. A legtöbb tanulmány az USA-ból származik (116 cikk), ezt követi Kína (68). Az elemzés alapján növekvő tudományos érdeklődés tapasztalható a tanulói személyre szabás, adaptív tanulás és intelligens oktatási rendszerek területén. Ugyanakkor a kutatások kevesebb figyelmet fordítanak a matematikai műveltségre, vagy a játékosításra (gamifikáció), amely területek potenciális jövőbeli kutatási irányokat jelenthetnek.

Az MI matematika oktatásba való integrációja terén Tupulu és társai (2024) szintén bibliometrikus elemzéssel vizsgálják az elmúlt évek (2014-2024) kutatási trendjeit. A szerzők 460 releváns angol nyelvű publikációt gyűjtöttek össze a Scopus adatbázisból. A tanulmány fő megállapítása, hogy bár az MI alkalmazása egyre fontosabb az oktatásban, még mindig alulreprezentált a matematika területén. A legtöbb publikáció 2021 után született, a jelentős növekedés nagy részben a COVID-19 által gyorsított technológiai adaptáció hatására történt, ami gyakorlatilag rákényszerítette az oktatásra a legújabb technológiák implementálását. Kiemeljük, hogy a legtöbb publikációval rendelkező ország 2021 óta Kína, ahol jelentős kutatások folynak az MI területén, akárcsak további ázsiai országokban. A népszerű témák közé tartoznak a tanulók, tanárok és az MI kapcsolata, ami a leggyakrabban intelligens oktatórendszereken, automatikus értékeléseken keresztül jelenik meg a gyakorlatban.

A szisztematikus irodalmi áttekintés módszerét alkalmazták Qothrunnada & Maghfiroh (2025) is, akik tanulmányukban elsősorban a chatbotok alkalmazásának utóbbi években történő növekedését mutatták ki, amelyek képesek támogatni az interaktív és személyre szabott tanulást. A chatbotok különösen előnyösek a tanulói önállóság fejlesztésében és az érzelmi akadályok (pl. szorongás) leküzdésében. A vizsgált cikkekben kategóriákba sorolták azokat a matematikai témákat, amelyekben MI-alapú eszközöket alkalmaztak a matematikaoktatás támogatására. A szerzők úgy vélik az MI alkalmazása ígéretes lehetőségeket kínál a matematika tanulásának hatékonyabbá és vonzóbbá tételére. Ugyanakkor fontos kihívás a tanárok technológiai felkészítése, a pedagógiai célokhoz való igazítás, valamint az etikai kérdések kezelése.

Hwang & Tu (2021) bibliometrikus feltérképező elemzése és szisztematikus irodalmi áttekintése 1996-tól 2020-ig megjelent publikációkra terjedt ki és szintén az MI szerepét és kutatási trendjeit vizsgálta a matematikaoktatásban. A vizsgálatba került 43, adatbázisokban indexált publikáció alapján több fontos következtetést is megfogalmaztak és több javaslatot is tesznek a további kutatásokra. Hwang (2022) kutatásának eredménye szerint az MI kismértékű hatást gyakorolt az általános iskolás diákok matematikai teljesítményére. A 2000-2020 évekre kiterjedő 21 empirikus kutatás alapján több változó hatását is megvizsgálta, köztük a matematika témakör és a tanuló évfolyama is szignifikánsan befolyásolták az MI hatását a matematikai teljesítményre.

MI-alapú oktatási rendszereket elemző cikkek

A matematika oktatásában használható MI-rendszerek osztályozását és elméleti összefoglalását készítette el Van Vaerenbergh & Pérez-Suay (2022). Az MI az oktatásban többféle szerepet is betölthet: intelligens tanítóként, gondozóként, tanulási partnerként is funkcionálhat. Ennek lehetőségeit vizsgálva Orhani (2021) több konkrét MI-alapú oktatási rendszert is ismertet: az AnimalWatch és ALEKS intelligens tutorok, amelyek automatikus visszajelzést adnak és

alkalmazkodnak a tanuló tudásszintjéhez, az ASSISTments problémamegoldás közbeni segítséget nyújt alfeladatokra bontással, vagy a MathTutor és Thinkster Math, melyek részletes tanulási elemzést és több stratégiás segítségnyújtást biztosítanak. Kutatások igazolják ezen intelligens oktatórendszerek (Intelligent Tutoring System - ITS) eredményességét, például az AnimalWatch alkalmazásának pozitív hatását már egy 2010-ben megjelent tanulmányban (Beal et al., 2010) is megtalálhatjuk.

Az ASSISTments házi feladat támogató program hatását értékelte Feng és társai (2023) tanulmánya, mely 63 iskolában végzett vizsgálat hosszú távú eredményeit ismerteti. A vizsgálatuk statisztikailag szignifikáns különbséget mutatott kísérleti és a kontrollcsoportba tartozó diákok tesztjeinek eredményei között, a kísérleti csoportba tartozó diákok jelentősen jobban teljesítettek. Az eredmények kimutatták, hogy az ASSISTments tartós, hosszú távú hatást gyakorolt a diákok matematika tanulására, még egy évvel a beavatkozás bevezetése után is. Hillmayr és társai (2020) olyan tanulmányokat vizsgált, melyekben digitális eszközöket használó tanulók eredményeit hasonlították össze egy kontrollcsoport eredményével, akiket digitális eszközök nélkül oktattak. A 2000 óta megjelent tanulmányok szisztematikus áttekintése és meta-analízise összességében azt mutatta, hogy a digitális eszközök alkalmazása pozitív hatással van a tanulók teljesítményére, javítja a matematikai és természettudományos teljesítményüket. A tanulók eredményeiben jelentős szerepe van a tanárok digitális eszközök használatára vonatkozó képzettségének is.

Az MI lehetővé teszi az oktatási tartalmak egyéni igényekhez való igazítását, ami növeli a tanulók elköteleződését, tudásmegtartását és fejlődési lehetőségeit (Mohd et al., 2024). Az automatizált értékelés, vagyis az automatikus osztályozás és visszajelzés jelentős időt takarítanak meg a tanároknak, miközben gyors és pontos visszacsatolást adnak a diákoknak. Az MI segítheti a sajátos nevelési igényű tanulókat is. Ugyanakkor az MI-eszközök hatékony használatához a pedagógusok és tanulók részéről digitális készségek és az MI-eszközök ismerete szükséges. Egy MI-alapú rendszer gyakorlati használatát vizsgálták Clément és társai (2024) 7-8 éves tanulók csoportján, megmutatva, hogy a használt rendszer javítja mind a tanulási teljesítményt, mind a tanulási élményt. Nagashima és társai (2022) tanulmánya arra mutat rá, hogy a tanulást támogató technológia tudatos tervezése elősegítheti a diákok tanulását és elköteleződését. A szerzők egy Gwynnette nevű intelligens oktatószoftver tervezését és értékelését mutatják be, amely az algebra alapjainak tanítását célozta meg és egy kísérletben is kimutatták, hogy a szoftver jelentősen növelte a tanulók teljesítményét és ismereteit. Amerikai és kínai kutatók pedig Kína egyik első adaptív oktatási MI-alapú rendszerével, a Squirrel AI Learninggel, folytattak experimentális kutatást. A matematikai tananyagot tartalmazó pre-teszt és post-teszt eredményei alapján a Squirrel AI Learning programot önállóan használó diákok jobb eredményeket értek el, vagyis nagyobb fejlődést mutattak, mint azok, akiket tanárok tanítottak és nem használták a programot.

Stefanova & Georgiev (2024) tanulmánya két fő MI-eszközcsoportot vizsgál: MI-alapú számológépeket és intelligens oktatórendszereket (ITS). Az első típus azonnali válaszokat és részleges lépésenkénti megoldásokat kínál (pl. Photomath, ChatGPT, MathGPT), míg az ITS rendszerek (pl. ALEKS, MATHia, Matific) személyre szabott tanulási környezetet biztosítanak figyelembe véve a tanulók előzetes tudását és fejlődési ütemét. Egyes rendszerek kiválóan kezelnek például másodfokú egyenleteket vagy trigonometrikus kifejezéseket, míg mások csak válaszokat adnak részletes magyarázat nélkül. Fontos megállapítás, hogy még a népszerű eszközök (pl. ChatGPT) is adhatnak eltérő, esetenként hibás eredményeket a felhasználó és az MI közötti

kommunikációtól függően. A kutatás számos kihívást is azonosít, mint a tanárok képzése, vagy a tantervek korszerűsítése.

Kérdőíves felmérések

A kutatási témánk vizsgálatában hasznos információkat nyújtanak az MI használatáról azok a tanulmányok is, melyek az oktatás résztvevőinek véleményét tükrözik. Korkmaz és társai (2025) feltérképezték a matematika tanárok nézeteit a technológiai fejlődésről és az MI alkalmazhatóságáról. A megkérdezett 20 tanár közül szinte mind pozitívan viszonyult a technológiai eszközök alkalmazásához, kiemelve azok előnyeit, mint például a jelentős időmegtakarítás, vizualizáció, vagy a tanulók figyelmének felkeltése. Az MI oktatási célú alkalmazását a többség előnyösnek ítéli meg, különösen a gyors információelérés és az individualizált tanulás miatt. Az MI-t leggyakrabban feladatmegoldásra, egyéni oktatásra, gyakorlásra tartják hasznosnak. Ugyanakkor számos tanár aggályokat is megfogalmazott, szerintük az MI hozzájárulhat a diákok lustaságához, csökkentheti a gondolkodási folyamatokat.

Li & Manzari (2025) tanulmánya egy 516 tanárt felölelő kérdőíves vizsgálat alapján modellezte, hogyan befolyásolják a belső (pl. tanári attitűd, kompetenciák, technológiai tudás) és külső (pl. oktatáspolitika, technológiai infrastruktúra, szülői támogatás) tényezők az MI használatát a tanításban. Megállapították, hogy a tanárok belső tényezői erőteljesen előrejelzik, hogy mennyire fogják használni az MI-t a matematika órákon. A külső tényezők közvetlenül befolyásolják az MI alkalmazását, ugyanakkor közvetetten is, azáltal, hogy javítják a tanárok felkészültségét és hozzáállását.

Esettanulmányok

A szakirodalmi áttekintéshez fontosnak tartottuk olyan cikkeket is keresni, melyek gyakorlati eseteket mutatnak be. Ezek az esettanulmányok konkrét gyakorlati alkalmazáshoz köthető kutatások eredményei, melyek hasznos szakmai tapasztalatokat nyújtanak számunkra. Az általunk kiválasztott tanulmány célja a ChatGPT alkalmazhatóságának vizsgálata egy geometriai témájú GeoGebra-feladat megoldásában (Yunianto et al., 2024). A kutatásban résztvevő öt PhD hallgató, akiknél eltérő volt a ChatGPT ill. Geogebra ismerete és használatának gyakorisága, ChatGPT segítségével próbált egy geometriai problémát megoldani GeoGebrában. A feladat megoldásához GeoGebra parancsokat kellett generálni, amelyben a ChatGPT hasznosnak bizonyult, de nem minden esetben adott pontos vagy működő parancsokat. Az eredményeket nagyban befolyásolta a felhasználók kommunikációja a chatbottal. A sikeres megoldáshoz több iteráció és kódjavítás vezetett. A tanulmány két kompetenciát emel ki: az algoritmikus gondolkodást és a hibakeresést, melyek fejlődését a ChatGPT segítette. Az esettanulmány rámutat, hogy a ChatGPT hasznos eszköz lehet a matematikai programozási feladatok támogatásában, különösen az algoritmikus gondolkodás és hibakeresés fejlesztésében. Az előző kutatás folytatásaként a kísérletbe további tanulókat bevonva vizsgálták a gondolkodási készségek fejlődését (Yunianto et al., 2025). A cikk azt bizonyítja, hogy bár a ChatGPT még nem tökéletes a GeoGebra parancsok generálásában, a hibákból való tanulás és a diák-MI interakció értékes eszköz lehet a számítási gondolkodás fejlesztésében. A helyes utasítás beírása kevésbé fejleszti a gondolkodást, a problémamegoldó készséget, mivel nincs szükség a diák részéről beavatkozásra. Helytelen vagy részben helyes parancs esetén a diáknak meg kell keresni a hibát és tovább próbálkozni a megoldással és ez fejleszti a gondolkodását és a problémamegoldást.

Getenet (2024) tanulmánya is a ChatGPT oktatásban való alkalmazásával foglalkozik. Rávilágít az MI-alapú problémamegoldó stratégiák előnyeire és hátrányaira a tanárjelölt diákok

problémamegoldó képességeivel összevetve. A ChatGPT és 58 tanárjelölt problémamegoldó képességét hasonlította össze egy matematikai szöveges feladat megoldása során, különböző megoldási stratégiák alkalmazásával. Az eredmények azt mutatták, hogy míg a tanárjelöltek változatos stratégiákat alkalmaztak a megoldáshoz, és gyakran jutottak helyes megoldásra, a ChatGPT hasonló stratégiákat használva, de többnyire helytelen megoldásokat adott.

KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgált tanulmányok alapján látható, hogy a mesterséges intelligencia alkalmazása a matematika oktatásában egyre szélesebb körben kutatott terület. A szakirodalmi források vizsgálata megmutatta, hogy az MI-eszközök használata egyre jelentősebb mértékű, ezzel összefüggésben az MI és matematika témájú publikációk száma folyamatos növekedést mutat. Az egyes szisztematikus irodalmi áttekintésekből azt is láthatjuk, hogy a legtöbb tanulmány szerzői amerikai (ill. az Egyesült Államokban kutató) és kínai szakemberek és az MI-rendszerek alkalmazásában is ez a két ország képviseli az élmezőnyt. Az MI-eszközök közül a kutatások az MI-alapú számológépekkel, intelligens oktató-rendszerekkel (ITS), adaptív tanulási rendszerekkel foglalkoznak, de a kutatásokban megjelennek a chatbotok (elsősorban ChatGPT) használata és mindezen rendszerek tanulói teljesítményre gyakorolt hatása. A publikációk jelentős csoportja az MI-alapú oktatási rendszerek működését és oktatási szerepeit tárgyalja, melyek lehetővé teszik a személyre szabott tanulást és tanulói támogatást, a tanuláshoz nélkülözhetetlen visszajelzést is magába foglalva. Az MI-alapú rendszerek alkalmazását bemutató több publikáció alapján kijelenthetjük, hogy a digitális eszközök alkalmazása pozitív hatással van a tanulók matematikai teljesítményére, az intelligens oktatószoftvereket használó tanulók jobb eredményeket értek el az erre vonatkozó módszertani kísérletekben. A tanárok szerepe és felkészültsége az MI-eszközök elterjedésével is fontos tényezője lesz az oktatásnak, ahogy az erre vonatkozó kutatások kimutatták a diákok eredményeiben jelentős szerepe van a tanárok digitális eszközök használatára vonatkozó képzettségének.

Milyen lesz a tanár szerepe?

A mesterséges intelligencia az oktatásban egy új, innovatív eszköz, ami egyes vélemények szerint forradalmasíthatja az oktatást. De milyen hatással lesz ez a tanár szerepére? A legtöbb szerző szerint az MI nem helyettesíti, hanem kiegészíti a tanár munkáját, különösen a személyre szabott oktatás, tanulói előrehaladás nyomon követése és tananyag-tervezés terén (Orhani 2021, Mohd et al. 2024). Hangsúlyozzák, hogy az emberi tanári szerep, különösen az érzelmi és szociális készségek fejlesztésében, továbbra is pótolhatatlan, ezért az emberi kapcsolat továbbra is központi eleme marad az oktatásnak. Az MI tehát új szerepet ad a pedagógusnak, mégpedig az MI-alapú rendszerekkel együttműködő, adatalapú döntéseket hozó segítőként jelenik meg (Mohd et al., 2024). Az MI-eszközök nem megfelelő használatával viszont fennáll a túlzott technológiafüggés veszélye. Stefanova & Georgiev (2024) szerint az MI a tanár számára egy hatékony kiegészítő eszközként működhet, amely segíti a differenciált tanítást és a tanulók motiválását. Korkmaz és munkatársai (2025) kérdőíves felmérése is azt mutatja, hogy a tanárok többsége úgy véli, az MI nem helyettesítheti a pedagógust, mivel hiányzik belőle az érzelmi intelligencia és az emberi intuíció. A tanulmány hangsúlyozza, hogy bár a matematika tanárok nyitottak az új technológiákra, különösen az MI alkalmazására, sokuknak nincs elegendő gyakorlati tudása vagy képzettsége ezen eszközök hatékony használatához. Li & Manzari (2025) egyértelműen rámutat arra, hogy nem elég önmagában az MI-eszköz megléte, mivel a tanárok technológiai és pedagógiai tudása, valamint a közösségi támogatás kulcsfontosságú a hatékony használathoz. A tanárok továbbképzésére,

szakmai fejlődési programokra van szükség, hogy tudatosan és magabiztosan tudják beépíteni az MI-t a tanítási gyakorlatba.

BEFEJEZÉS

A mesterséges intelligencia alkalmazásának egyre jelentősebb hatását tapasztalhatjuk a matematika oktatásában. Az általunk vizsgált tanulmányok gyakorlatilag mindegyike kiemeli az MI szerepét a személyre szabott tanulás támogatásában, mivel a tanulók egyéni igényeihez tudjuk igazítani az oktatási tartalmakat. Például a tanuló képességeihez mérten készíthetjük el a feladatokat, vagy akár egy egész tananyagot, mely az MI vezérlésével jut el a diákhoz. Ez a személyre szabott támogatás a tanárok munkáját is segítheti. Az MI lehetővé teszi a matematikai problémák pontosabb elemzését és megoldási stratégiák javaslatát. Ez segít a tanulóknak jobban megérteni az összefüggéseket, felismerni a mintázatokat, valamint hatékonyabban elsajátítani az elméleti fogalmakat.

Fontos hangsúlyozni, hogy az MI egy eszköz, amelynek használata valóban sok potenciális lehetőséget rejt a matematika oktatásában is, de mint minden eszköz esetén fontos, hogy tudjuk helyesen, megfelelően használni. A kutatások sokszínűen közelítik meg az MI alkalmazását, de több ponton összeérnek: a chatbotok gyakorlati használata, a tanulói egyénre szabás, valamint az MI-től elvárt oktatási szerepek kerülnek leggyakrabban a figyelem középpontjába. Ugyanakkor látható, hogy a tanári szerep nem váltható ki teljesen, és további digitális ismereteket fejlesztő képzésekre és etikus technológiai integrációra van szükség. A szakirodalmi elemzés alapján a jelenleg kevésbé vizsgált területek is kirajzolódnak, például a matematikai műveltség vagy gamifikáció, amelyek új lehetőségeket nyithatnak a jövőbeli kutatások számára.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Tento príspevok vznikol s finančnou podporou projektu KEGA č. 004UJS-4/2025 „Online interaktívne vzdelávacie prostredie na podporu prípravy študentov učiteľstva matematiky”.
This contribution was created with the financial support of the project KEGA no. 004UJS-4/2025 „Online interactive learning environment to support mathematics teacher candidates in their preparation”.

FELHASZNÁLT IRODALOM

Beal, C., Arroyo, I., Cohen, P. & Woolf, B. (2010). Evaluation of animal watch: An intelligent tutoring system for arithmetic and fractions. Journal of Interactive Online Learning. 9. 64-77.

Cardona, M., Rodríguez, R., Ishmael, K. (2023). AI in Education: Insights and Recommendations for Teaching and Learning, Office of Educational Technology. https://coilink.org/20.500.12592/rh21zz, COI: 20.500.12592/rh21zz

Clément, B., Sauzéon, H., Roy, D., & Oudeyer, P. Y. (2024). Improved performances and motivation in intelligent tutoring systems: Combining machine learning and learner choice. arXiv preprint arXiv:2402.01669. https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.01669

Feng, M., Huang, C., Collins, K., Heffernan, C., & Heffernan, N. (2023). Promising Long Term Effects of ASSISTments Online Math Homework Support. In: Wang, N., Rebolledo-Mendez, G., Dimitrova, V., Matsuda, N., Santos, O.C. (eds) Artificial Intelligence in Education. Posters and Late Breaking Results, Workshops and Tutorials, Industry and Innovation Tracks, Practitioners,

Doctoral Consortium and Blue Sky. AIED 2023. Communications in Computer and Information Science, vol 1831. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36336-8_32

Getenet, S. (2024). Pre-service teachers and ChatGPT in multistrategy problem-solving: Implications for mathematics teaching in primary schools. International Electronic Journal of Mathematics Education, 19(1), em0766. https://doi.org/10.29333/iejme/14141

Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. Computers & Education, 153, 103897. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897

Hwang, S. (2022). Examining the effects of artificial intelligence on elementary students' mathematics achievement: A meta-analysis. Sustainability, 14, 13185. https://doi.org/10.3390/su142013185

Hwang, G. J., & Tu, Y. F. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review. Mathematics, 9(6), 584. https://doi.org/10.3390/math9060584

Karvalics, Z. L. (2024). A mesterséges intelligencia mint tudáskörnyezet és tudásprotézis. Educatio, 33(1), 13-23. DOI: 10.1556/2063.33.2024.1.2

Korkmaz, H., Çiloğlu, R., & Mut, A. İhsan. (2025). In-service mathematics teachers' considerations of technological developments and the use of artificial intelligence in mathematics teaching. Pedagogical Perspective, 4(1), 114–127. https://doi.org/10.29329/pedper.2025.95

Li, M. & Manzari, E. (2025). AI utilization in primary mathematics education: a case study from a southwestern Chinese city. Educ Inf Technol 30, 11717–11750. https://doi.org/10.1007/s10639-025-13315-z

Messeri, L. & Crockett, M. J. (2024). Artificial intelligence and illusions of understanding in scientific research. Nature, 627(8002), 49-58

Mohd, S., Vineet, S. & Chanchal. Ch. (2024). *Impact of Artificial Intelligence in Education* (chapter 6) In book: Online and Digital Education. EZ EDUCATION

Nagashima, T., Britti, J., Wang, X., Zheng, B., Turri, V., Tseng, S., & Aleven, V. (2022). Designing playful intelligent tutoring software to support engaging and effective algebra learning. In Proceedings of the 17th European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL 2022). https://doi.org/10.1007/978-3-031-16290-9_19

OpenAI vállalat weboldala (2025. 09. 20.) openai.com

Orhani, S. (2021). Artificial Intelligence in Teaching and Learning Mathematics. Kosovo Educational Research Journal, 2(3). 29-38.

Qothrunnada, I. & Maghfiroh, S.U. trans. (2025). Research Trend of Artificial Intelligence Application in Mathematics Education. International Journal of Scientific Research and Management (IJSRM). 13, 02 (Feb. 2025), 581–589. DOI:https://doi.org/10.18535/ijsrm/v13i02.m01.

Rosé, C. P., McLaughlin, E. A., Liu, R., & Koedinger, K. R. (2019). Explanatory learner models: Why machine learning (alone) is not the answer. British Journal of Educational Technology, 50(6), 2943-2958. https://doi.org/10.1111/bjet.12858

Stefanova, T. & Georgiev, S.. (2024). Possibilities for using AI in mathematics education. Mathematics and Education in Mathematics. 53. 117-125. 10.55630/mem.2024.53.117-125.

Subroto, P. W., Malik, M., Raditya, A., & Saputra, N. N. (2024). A bibliometric analysis on artificial intelligence in mathematics education. JRAMathEdu (Journal of Research and Advances in Mathematics Education), 9(1), 1–15. https://doi.org/10.23917/jramathedu.v9i1.2429

Tupulu, N., Hermiati, K., Uripno, G., Suprihatiningsih, S., & Rangkuti, R. K. (2024). Bibliometrics Analysis of AI Integration in Mathematics Teaching. Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika, 13(2), 387–400. https://doi.org/10.31980/mosharafa.v13i2.1699

Turing-teszt (2025. 09. 20.) https://hu.wikipedia.org/wiki/Turing-teszt

Yunianto, W., Lavicza, Z., Kastner-Hauler, O., & Houghton, T. (2024). Investigating the use of ChatGPT to solve a GeoGebra based mathematics+computational thinking task in a geometry topic. Journal on Mathematics Education, 15(3), 1027–1052. https://doi.org/10.22342/jme.v15i3.pp1027-1052

Yunianto, W., Galiç, S., Lavicza, Z., & Urhan, S. (2025). A Model for Computational Thinking Development in GeoGebra with the Support of ChatGPT. Computers in the Schools, 1–37. https://doi.org/10.1080/07380569.2025.2544062

Van Vaerenbergh, S., & Pérez-Suay, A. (2022). A classification of artificial intelligence systems for mathematics education. In P. R. Richard, M. Pilar Vélez, & S. Van Vaerenbergh (Eds.), Mathematics education in the age of artificial intelligence: How artificial intelligence can serve mathematical human learning (pp. 89-106). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86909-0_5

Wang, S., C. Christensen, W. Cui, Tong, R., Yarnall, L., Shear, L., & Feng, M. (2020). When Adaptive Learning Is Effective Learning: Comparison of an Adaptive Learning System to Teacher-Led Instruction. Interactive Learning Environments 31, no. 2: 793–803. https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1808794