

BORSODI ZSÓFIA – VIRÁNYI ANITA

Tanulás és technológia: a mesterséges intelligencia szerepe az oktatásban, különös tekintettel a gyógypedagógiai alkalmazásra

ÖSSZEFOGLALÓ

A technológiai fejlődés eredményeként a mesterséges intelligencia (MI) egyre inkább jelen van különböző szektorokban, így az oktatás területén is. Az MI olyan gépi folyamatokat jelent, amelyek az emberi intelligenciát modellezik, általában algoritmusok és nagy adathalmazok segítségével. A gyógypedagógiában az MI potenciálisan forradalmasíthatja a tanítást és a tanulást a fogyatékossgal élő diákok számára, személyre szabott és adaptív tanulási élményeket nyújtva. Az MI-alapú eszközök, például a beszédfelismerő szoftverek, a virtuálisvalóság-szimulációk és az intelligens tutoráló rendszerek révén a pedagógusok jobban ki tudják elégíteni a diákok egyéni igényeit, figyelembe véve eltérő tanulási módjait és képességeiket. Az alkalmazás és kutatás terén azonban számos kérdés továbbra is megválaszolatlan maradt, például az etikai és adatvédelmi aggályok kezelése, a technológia hatékonyságának hosszú távú értékelése, valamint a pedagógusok és diákok megfelelő felkészítése ezen eszközök használatára. Munkánk célja, hogy hozzájáruljon a mesterséges intelligencia alkalmazása jelenlegi állapotának és jövőbeli lehetőségeinek jobb megértéséhez a gyógypedagógiában. Ennek érdekében áttekintettük és elemeztük azokat a tanulmányokat, amelyek a mesterséges intelligencia gyógypedagógiai felhasználását vizsgálják, különös tekintettel az alkalmazás céljaira és a kutatási módszerekre.

Kulcsszavak: mesterséges intelligencia, MI, gyógypedagógia, nevelés-oktatás

BEVEZETÉS, PROBLÉMAFELVETÉS

Az oktatás digitalizációja és a mesterséges intelligencia térnyerése az oktatási folyamatokban a 21. század egyik legfontosabb kihívása és lehetősége. Az MI lehetőségeket kínál a tanulási folyamatok személyre szabott monitorozására, a tanulói teljesítmény valós idejű értékelésére, valamint a pedagógiai

intervenciók hatékonyságának növelésére (Luckin és mtsai., 2016), így a többségi nevelés-oktatás mellett kiemelt jelentőséggel bírhat a gyógypedagógiai tevékenység támogatásában (Garg és Sharma, 2020).

A téma relevanciáját tovább növeli a hazánkban 2024. augusztusában elfogadott kormányrendelet (245/2024. [VIII. 8.] Korm. rendelet), amely jelentős mértékben korlátozza a telekommunikációs eszközök

iskolai használatát, új kihívások elé állítva az oktatási intézményeket. E rendelet célja elsősorban a tanulók figyelmének megőrzése és a technológiai függőségek csökkentése, ugyanakkor komoly kérdéseket vet fel a digitális eszközök oktatási célú felhasználásával kapcsolatban. Az érintettek körébe tartoznak a sajátos nevelési igényű (SNI) tanulók is. A pedagógusok magas szintű digitális kompetenciája alapvető fontosságú ahhoz, hogy a tanulók olyan készségeket sajátítsanak el, amelyek lehetővé teszik számukra az új technológiákban rejlő lehetőségek maximális kihasználását, hiszen az IKT alkalmazása nemcsak a diákok tanulási motivációját és aktív részvételét növelheti, hanem fejlesztheti a kritikai gondolkodásukat is, miközben lehetőséget teremt a személyre szabott tanulási élmények megvalósítására (Arazo és mtsai., 2023).

Ennek ellenére a pedagógusképzés résztvevői gyakran nem rendelkeznek megfelelő digitális kompetenciával ahhoz, hogy magabiztosan és hatékonyan alkalmazzák ezeket az eszközöket az osztálytermi gyakorlatban (Demeter és Mező, 2023a, 2023b; Luckin és mtsai., 2022), ami végső soron hátrányosan befolyásolhatja a tanulók digitális kompetenciáinak fejlődését és hosszú távú munkaerőpiaci kilátásaikat is. Ez a tudásdeficit lényegesen befolyásolhatja az MI-technológiák megértését és a hozzájuk való viszonyulást. Egy erre a hiányra reagáló elméleti bevezető mellett tanulmányunk célja feltérképezni, hogy milyen célokból használják a mesterséges intelligenciát, valamint milyen

módszerekkel vizsgálják azt a gyógypedagógiai felhasználással foglalkozó tanulmányok.

ELMÉLETI HÁTTÉR, A TANULMÁNY ÉRTELMEZÉSI KERETEI

A mesterséges intelligencia fogalma

A mesterséges intelligencia meghatározása több tudományterületet is érint, azonban jelenleg nem létezik egyetlen általánosan elfogadott tudományos definíció (Russell és Norvig, 2020). A pontos meghatározást különösen nehézé teszi, hogy egy műszaki és informatikai kutatások során kialakított rendszert próbálunk összevetni az emberi intelligencia fogalmával (G. Karácsony, 2020), amely maga is sokféleképpen definiálható.

összpontosíthatunk a külső megjelenésre, vagyis az intelligens viselkedésre is

Az MI olyan rendszereket jelöl, amelyek képesek a környezetük elemzésére és bizonyos mértékig autonóm cselekvések végrehajtására

meghatározott célok elérése érdekében (European Commission AI HLEG,¹ 2019). A szakértők közül egyesek az „intelligenciát” az emberi teljesítményhez való hasonlóság alapján definiálják, míg mások egy absztraktabb megközelítést alkalmaznak, és ez alapján racionális intelligenciáról beszélnek. Maga az elnevezés is eltérő lehet: az intelligenciát belső gondolkodási folyamatok és következtetések jellemzőjeként is leírhatjuk, és összpontosíthatunk a külső megjelenésre, vagyis az intelligens viselkedésre is. A különböző definíciók több eleme szorosan kapcsolódik

¹ Az Európai Bizottság (European Commission) 2018 júniusában hozta létre a mesterséges intelligenciával foglalkozó magas szintű szakértői csoportját (high-level expert group on artificial intelligence; AI HLEG), amelynek célja a megbízható mesterséges intelligencia fejlesztését és alkalmazását segítő etikai iránymutatások kidolgozása volt.

a neveléstudomány fogalomrendszeréhez. Ebben a tanulmányban az MI-t a neveléstudomány legújabb megközelítésével összhangban az emberi intelligencia gépi szimulációjaként definiáljuk. Ez magában foglalja a tanulás szimulációját (vagyis az információk és azok alkalmazási szabályainak elsajátítását), az érvelést (következtetések levonása szabályok alapján), valamint az önjavítást (a hibák felismerése és kijavítása) (Luckin és mtsai., 2016; Becker, 2017; Popenici és Kerr, 2017; Rice és Dunn, 2023; Shah, 2023).

A mesterséges intelligencia kategóriái

A mesterséges intelligencia területén számos csoportosítási módszert találhatunk. A megvalósulásuk alapján megkülönböztethetünk szoftveralapú rendszereket (például keresők, képelemző programok, beszéd- és arcfelismerő rendszerek, virtuális asszisztensek), valamint fizikai vagy hardveralapú MI-t, ilyenek a robotok, önvezető autók, drónok vagy a dolgok internetén (IoT) alapuló rendszerek (European Commission-AI HLEG, 2019).

Ezenkívül az MI-t képességei alapján is csoportosíthatjuk: beszélhetünk szűk vagy speciális MI-ről, valamint mesterséges általános intelligenciáról. Míg a speciális MI egy adott feladatkörben teljesít kiválóan, addig a mesterséges általános intelligencia képes az emberi gondolkodás minden aspektusát szimulálni (European Commission-AI HLEG, 2019). A legtöbb szerző egyetért

abban, hogy jelenleg elsősorban szűk MI-t használunk, amely döntően a gépi tanulás² technológiájára épül (Sadiku és mtsai., 2021). Ezzel szemben vannak vélemények, amelyek szerint a technológiai fejlettség jelenlegi szintje valahol a szűk és az általános MI között helyezkedik el (Shah, 2023).

A speciális MI-rendszerek széles körben elterjedtek a mindennapi életben. Ilyen rendszerekkel találkozhatunk az okostelefonok, az online térképszolgáltatások, valamint a streamingplatformok használata során is, amelyek főként döntéshozatalra és tanácsadásra szolgálnak.

Az MI fejlődésének jövőbeli irányai közé tartozik a mesterséges szuperintelligencia koncepciója, amely olyan rendszereket ír le, amelyek képességei messze meghaladják az emberi intelligenciát, és az emberi tudáson túlmutató döntéseket is képesek hozni (Leike és Sutskever, 2023).

Az MI területén alkalmazott különböző technológiák és megközelítések, mint például a gépi tanulás, gépi gondolkodás és robotika, mind hozzájárulnak az intelligens rendszerek fejlődéséhez (European Commission-AI HLEG,

2019). A gépi tanulás (machine learning) adatokból épít modelleket, hogy azokat később ismeretlen adatok esetén is alkalmazni tudja (Kneusel, 2024). A tanulási folyamat, amely során egy rendszer tartós és adaptív változáson megy keresztül a környezetével való interakció eredményeként, hasonlóságokat mutat az emberi tanulással, és több tudományterület, például a pszichológia,

képes az emberi gondolkodás minden aspektusát szimulálni

² A gépi tanulás olyan algoritmusok és statisztikai modellek fejlesztésével foglalkozik, amelyek lehetővé teszik a számítógépes rendszerek számára, hogy explicit programozás nélkül tanuljanak az adatokból. Ez magában foglalja az adatokban rejlő mintázatok felismerését és ezen mintázatok alapján történő döntéshozatalt vagy előrejelzést (Sadiku és mtsai., 2021).

pedagógia, mesterséges intelligencia és szociológia is foglalkozik vele (Falus, 2003; Nahalka, 2003).

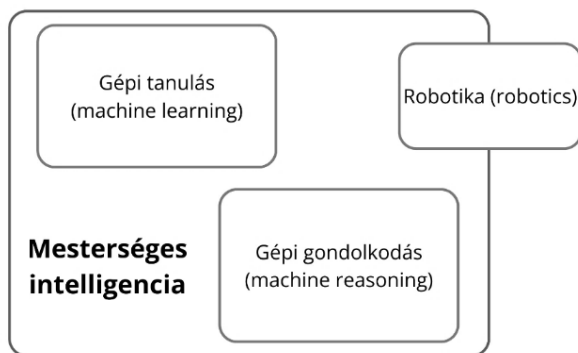
A gépi tanulás főbb típusai közé tartozik a felügyelt tanulás, amelynél az algoritmus címkézett adatok alapján tanul, és a felügyelet nélküli tanulás, amely során az algoritmus címkézetlen adatokban talál mintázatokat. Emellett létezik a megerősítéses tanulás, ahol a gép a környezetéből kapott visszajelzések alapján tanul, valamint a részben felügyelt tanulás, amely a felügyelt és felügyelet nélküli módszerek kombinációját használja (Berkemer és Grotke, 2023; Shah, 2023). A gépi tanulás egyik legfejlettebb formája a mélytanulás,³ amely mély neurális hálózatok segítségével képes komplex

mintázatok felismerésére és predikciókra (Kneusel, 2024).

Az MI egy másik fontos aldiszciplínája a gépi gondolkodás (machine reasoning), amely a tervezést, ütemezést, tudásreprezentációt, következtetést és optimalizálást foglalja magában. A robotika területén az MI és a mechanikai rendszerek találkozásával intelligens robotok jönnek létre, amelyek képesek érzékelni a környezetüket, reagálni a változó körülményekre és önálló döntéseket hozni. Fontos megjegyezni, hogy nem minden robot használ mesterséges intelligenciát (lásd 1. ábra), egyes robotok csupán előre programozott, ismétlődő feladatokat hajtanak végre, anélkül, hogy bonyolult szoftveres háttérrel igényelnének (Omankwu és mtsai., 2017).

1. ÁBRA

Az MI főbb aldiszciplínái és a közöttük lévő kapcsolat



FORRÁS: saját szerkesztés a European Commission, AI HLEG (2019, 5. o.) alapján

³ A mélytanulás többretegű, az emberi agy működését modellező neurális hálózatokat alkalmaz az adatok feldolgozására és elemzésére. A hálózat alsóbb rétegei egyszerűbb mintázatokat, például vonalakat vagy éleket azonosítanak, míg a felsőbb rétegek összetettebb struktúrákat, például tárgyakat vagy jelentéseket ismernek fel. Ez a hierarchikus megközelítés teszi a mélytanulást különösen hatékonná komplex adatok, például képek, hangok és szövegek elemzésében (Kneusel, 2024).

Mesterséges intelligencia a többségi oktatásban

Az utóbbi években a mesterséges intelligencia egyre nagyobb jelentőséget nyer a többségi oktatásban, ahol az oktatási rendszerek fejlesztése egyre inkább az információs és kommunikációs technológiák (IKT) használatára épül. Az MI számos lehetőséget kínál a tanulás testreszabására és a tanulói teljesítmény nyomon követésére, különösen a generatív MI-rendszerek révén, amelyek képesek alkalmazkodni a tanulók egyéni szükségleteihez (Lawrence és mtsai., 2024). A generatív MI olyan technológia, amely mélytanulási modellek felhasználásával képes új, valóság-hű tartalmak (például szövegek, képek vagy programkódok) előállítására, a felhasználói utasítások alapján. Ez az MI-típus a meglévő adatok eloszlásainak megértésére és az új minták létrehozására épít, szemben a hagyományos, diszkriminatív MI-modellekkel, amelyek az adatok osztályozására és előrejelzésére fókuszálnak (Banb és Strobel, 2023). Ezek az eszközök nemcsak javítják a tanulói eredményeket, hanem csökkentik az oktatók terhelését is (Guan, Zhang és Zhang, 2023).

Az MI-technológiák egyik kulcsfontosságú alkalmazási területe a tanulók viselkedésének, tanulmányi eredményeinek és tanulási stílusainak elemzése. Ez lehetővé teszi a differenciált tananyagok fejlesztését és a személyre szabott oktatást (Celik és mtsai., 2022). A *Qingdao Nyilatkozat* (UNESCO, 2015) is hangsúlyozza az IKT fontosságát az inkluzív és minőségi oktatásban, míg a *Pekingi Konszenzus* (UNESCO, 2019) kifejezetten az MI alkalmazását emeli ki, különös tekintettel a

tanulás támogatására és az értékelés optimalizálására.

A generatív MI-technológiák különösen fontos szerepet játszanak a tanulói élmény gazdagításában és az inkluzív oktatási gyakorlatok kialakításában. Whitney és munkatársai (2024) kutatása rámutat, hogy a generatív MI által vezérelt személyre szabott oktatás növeli a diákok elkötelezettségét, különösen a Covid-19-világjárvány utáni oktatási környezetben. A mobilalkalmazásokban történő MI-integráció számos új lehetőséget kínál az oktatási szükségletek ki-elégítésére (Ilsurovna és Zaripova, 2024), míg az MI-alapú módszerek leegyszerűsítik az oktatási folyamatokat, a tervezéstől a végrehajtásig (Mallik és Gangopadhyay, 2023).

A mesterséges intelligencia emellett képes az oktatási adatok elemzésére, az összefüggések és mintázatok felismerésére, amelyek segítik a tananyagok kiválasztását és a tanítási tevékenységek optimalizálását (Celik és mtsai., 2022). Az MI-technológiák lehetővé teszik az automatikus visszajelzések nyújtását és a szöveges válaszok értékelését, ezáltal előre jelezhetővé válik a tanulók teljesítménye és a tanítás hatékonysága (Bai és Stede, 2023). Ezenkívül az MI hozzájárult a

webalapú rendszerek, például az oktatási adatbányászat és a tanuláselemzés fejlődéséhez (Romero és Ventura, 2020).

A huszonegyedik századi oktatásban az MI jelentős előrelépéseket hozott, különösen a kreativitás, a kritikai

gondolkodás és a komplex készségek fejlesztésében. Luckin és munkatársai (2016) rámutatnak, hogy a mesterséges intelligencia lehetőséget nyújt ezen készségek monitorozására és értékelésére, ami hozzájárulhat a

a többségi oktatásban az oktatási rendszerek fejlesztése egyre inkább az IKT használatára épül

tanulási élmény gazdagításához és az oktatás minőségének javításához.

Magyarországon is egyre inkább előtérbe kerül az MI alkalmazása az oktatásban, ahol az oktatók és a diákok digitális kompetenciájának fejlesztése mellett az informatikai oktatás és a digitális gazdaság területén is megfigyelhetők előrelépések (Mező és Mező, 2019; Demeter és Mező, 2023b). Ugyanakkor az MI integrációját számos kihívás akadályozza. Horváth (2023) kiemeli, hogy az algoritmusok megbízhatóságának hiánya és a lassú visszajelzések problémája jelentős akadályokat képeznek. Ezenkívül a pedagógusok kompetenciáinak hiánya és a negatív attitűdök is komoly akadályokat jelentenek az MI bevezetésében (Luckin és mtsai., 2022).

Az MI és a neveléstudomány közötti kapcsolat hiányosságai is akadályokat jelentenek, különösen, ha figyelembe vesszük a pedagógiai elméletek és gyakorlati alkalmazások közötti szakadékot. Ahogy Horváth (2023) rámutat, sok MI-vel kapcsolatos tanulmány nem kapcsolódik kellően a pedagógiai elméletekhez, és gyakran hiányzik belőlük a tanárok és diákok aktív szerepének elemzése. Ezért kulcsfontosságú, hogy az MI alkalmazása az oktatásban szorosabb kapcsolatot alakítson ki a pedagógiai, technológiai, etikai és jogi kérdésekkel.

Az MI hatékony integrációja elősegítheti a kritikai gondolkodás és az egyéni, 21. századi készségek fejlesztését, amelyek elengedhetetlenek az oktatás jövőbeli sikeréhez. A jövőben az MI-technológiák és a pedagógiai elvek összehangolása alapvető fontosságú lesz a sikeres oktatási innovációk megvalósításához.

Mesterséges intelligencia a gyógypedagógiai oktatásban

A mesterséges intelligencia használata a gyógypedagógiai oktatásban jelentős lehetőségeket kínál a tanulási folyamatok fejlesztésére, különösen a sajátos nevelési igényű diákok számára. Az MI-alapú eszközök és technológiák egyre inkább jelen vannak az oktatásban, és lehetőséget biztosítanak a tanárok számára, hogy személyre szabott, hatékonyabb és inkluzívabb tanulási élményt nyújtsanak (Zohuri, 2024). Ezek az eszközök képesek reagálni a tanulók egyéni szükségleteire, erősségeire és gyengeségeire, valamint segítenek a tanulási módok mélyebb megértésében. Ez különösen fontos a sajátos nevelési igényű tanulók esetében, akiknek különböző szintű támogatásra van szükségük, és akik számára az oktatási

rendszer hagyományos módszerei gyakran kevésbé hatékonyak (Bhusan és mtsai., 2024).

Az MI-alapú rendszerek egyik legnagyobb előnye a személyre szabott

tanulási lehetőségek biztosítása. Az ilyen rendszerek, mint például a nyelvi készségeket fejlesztő chatbotok, segítenek a tanulási folyamat támogatásában és a tanulók motiválásában (Gökçearslan és mtsai., 2024). Ezek az eszközök nem csupán lehetővé teszik a tanulók önálló munkájának fejlesztését, hanem a pedagógusok munkáját is megkönnyítik azáltal, hogy segítséget nyújtanak a tananyag személyre szabásában. A chatbotok folyamatos visszajelzést biztosítanak a diákok számára, ami elősegíti a nyelvi készségek fejlődését, és interaktívabbá teszi az oktatást, ezáltal fokozva a diákok bevonódását és tanulási élményét.

az MI hatékony integrációja elősegítheti a kritikai gondolkodás fejlesztését

A mesterséges intelligencia különösen hatékony lehet a tanulási nehézségekkel küzdő diákok támogatásában. A diszlexiás tanulók számára kifejlesztett *Phonological Awareness Educational Software* (PHAES) segíti a fonológiai tudatosság fejlesztését, míg a beszédfelismerő rendszerek a hallássérült diákok számára biztosítanak megfelelő támogatást (Garg és Sharma, 2020). Ezek az eszközök nemcsak a tanulási akadályok leküzdésében segítenek, hanem lehetőséget nyújtanak arra is, hogy a pedagógusok jobban megértsék a tanulók egyéni szükségleteit, és jobban reagáljanak azokra. A mesterséges intelligencia jelenléte tehát nemcsak technológiai előrelépésként, hanem pedagógiai újtásként is jelentős szerepet játszik.

A mesterséges intelligencia alkalmazása a gyógypedagógiai oktatásban lehetőséget biztosít a társadalmi-gazdasági akadályok leküzdésére, valamint a digitális szakadék csökkentésére a sajátos nevelési igényű diákok számára. Ez az inkluzivitás erősödéséhez vezethet, amely a modern oktatási rendszerek egyik legfontosabb célja (Mahendher és mtsai., 2024). A mesterséges intelligencia eszközeinek segítségével nemcsak a tanulók, hanem a pedagógusok is jobb eszközökkel rendelkezhetnek ahhoz, hogy reagáljanak a tanulók egyéni igényeire. Az MI-rendszerek támogatják a tanárokat abban, hogy pontosabb diagnózist állítsanak fel a tanulási problémákról, és hatékonyabb tanulási stratégiákat alkalmazzanak (Zohuri, 2024).

Az MI-alapú chatbotok használata az oktatási környezetben széles körben elnyökökkel jár, többek között a diákok motivációjának növelésével és a pedagógusok munkaterhének csökkentésével (Gökçearslan és

mtsai., 2024). Ezek az eszközök különösen hasznosak lehetnek a nyelvi készségek fejlesztésében, mivel lehetőséget biztosítanak a tanulók számára a folyamatos gyakorlásra, interakcióra és visszajelzésre. Ezenkívül az MI-technológiák költséghatékony megoldásokat is kínálnak, amelyek különösen fontosak lehetnek a sajátos nevelési igényű diákok számára tervezett oktatási programokban. Azonban, mint minden technológiai újítás esetében, itt is felmerülnek kihívások, például a személyre szabott visszajelzések hiányából vagy a komplex kifejezésének értelmezésének nehézségeiből adódóan az MI korlátozott interakciós képességei és a téves válaszok lehetősége, amelyek néha hátrányosan befolyásolhatják a tanulási folyamatot (Gökçearslan és mtsai., 2024).

A mesterséges intelligencia alkalmazásával kapcsolatos kutatások számos, nemzetközi szinten készült tanulmányt mutatnak be, köztük olyanokat, amelyek az MI megjelenését, különböző típusait, alkalmazási módszereit és segédeszközöket vizsgálják

(pl. Drigas és Ioannidou, 2012; Fang és Zhang, 2019; Garg és Sharma, 2020; Hopcan és mtsai., 2022; Ojha, 2022; Rice és Dunn, 2023). Ezek a kutatások azt mutatják, hogy az MI-alapú eszközök sikeresen alkalmazhatók a különböző tanulási nehézségekkel küzdő diákok támogatására. Például Drigas és Ioannidou (2012) egy átfogó tanulmányukban a 2001 és 2010 közötti időszak MI-alkalmazásairól számoltak be, különös tekintettel azokra az eszközökre, amelyek a mozgásszervi és érzékszervi fogyatékkal, tanulási zavarokkal és autizmus spektrum zavarral küzdő tanulókat támogatják.

támogatják a tanárokat, hogy pontosabb diagnózist állítsanak fel a tanulási problémákról

Ezen eredmények a mai napig relevánsak, és azt tükrözik, hogy a korai diagnózis, valamint a hatékonyabb intervenciók stratégiák bevezetésével az MI használata hozzájárul a gyógypedagógiai oktatás fejlesztéséhez (Ojha, 2022).

Fang és Zhang (2019) cikke hasonló következtetésekre jut az MI oktatási potenciáljával kapcsolatban, különös tekintettel a „kivételes gyerekek” esetében történő alkalmazásra. Bár az MI-technológiák sikeresek a hagyományos oktatásban, a sajátos nevelési igényű diákok oktatásában még mindig kevés előrelépés történt. Az MI-technológiák, mint például a gépi tanulás, a mélytanulás és az intelligens ágensek,⁴ potenciálisan megoldást kínálhatnak az inkluzív és személyre szabott oktatási rendszerek kialakítására (Fang és Zhang, 2019).

Hazai szinten az MI-technológiák e téren történő alkalmazásával kapcsolatos kutatások még gyerekcipőben járnak. Aknai (2020) például a robotika alkalmazását vizsgálja a sajátos nevelési igényű tanulók fejlesztésében, hangsúlyozva a robotok érzelmi kifejezések és kommunikációs készségek fejlesztésében játszott szerepét. Mező és Szabóné Burik (2021) szintén a robotikára helyezték a hangsúlyt, bemutatva, hogy ezek az eszközök hogyan járulnak hozzá a tanulók fejlődéséhez, különösen az élménypedagógia területén. A hazai kutatások alapján azonban az MI és a gyógypedagógia kapcsolata még kevésbé

kutatott, bár Demeter és Mező (2023a) felmérése arra utal, hogy a pedagógusok körében növekvő érdeklődés mutatkozik ezen eszközök iránt.

A pedagógiai szerep átalakulása az MI-technológiák fényében

A mesterséges intelligencia legkiemelkedőbb képességei közé sorolható napjainkban a nagyméretű adathalmazok feldolgozása és értékelése, automatizált folyamatok megvalósítása, valamint az egyéni igényekhez igazított tartalmak létrehozása (Radácsi, 2024). Az MI-technológiák térnyerése jelentős hatással van az oktatásra, különösen a pedagógusi szerepek átalakulására. Az MI lehetőséget biztosít a pedagógusok számára, hogy hatékonyabbá tegyék oktatási módszereiket, miközben új kihívásokat is állít eléjük, különösen a digitális kompetenciák fejlesztésének szükségességét illetően (Demeter és Mező, 2023a). A pedagógusok szerepe azonban nem csökken, hanem átalakul az MI

hatására: az új technológiák kiegészítik és támogatják a pedagógusok munkáját, így több figyelmet fordíthatnak a tanulók egyéni igényeire

a gépi tanulás, a mélytanulás és az intelligens ágensek

(Selwyn, 2022).

Az MI-alapú rendszerek használata az oktatásban etikai kérdéseket is felvet, különösen az átláthatóság és az adatvédelem tekintetében. Az oktatási intézményeknek biztosítaniuk kell, hogy a diákok adatait

⁴ Az intelligens ágensek autonóm entitások, amelyek érzékelők segítségével információkat gyűjtenek a környezetükről, majd aktuátorokkal (beavatkozók) cselekednek céljaik elérése érdekében. Mesterségesintelligencia-technikákat, például gépi tanulást és logikai következtetést alkalmaznak, hogy alkalmazkodjanak a környezeti változásokhoz. Az intelligens ágensek alkalmazási területei közé tartozik a robotika, az autonóm járművek, a játékokban lévő nem játékos karakterek (NPC-k), valamint a különböző szoftveres ügynökök, például személyi asszisztensek és ajánló-rendszerek (Fang és Zhang, 2019).

etikus módon kezeljék, és garantálják azok biztonságát (Huang, 2023; Sadhana és Yadav, 2024). Az MI alkalmazása új lehetőségeket teremt, azonban az oktatási rendszerek jövőjével kapcsolatban bizonytalanságok és félelmek is megjelennek. Az MI befolyása az oktatási gyakorlatokra, valamint a pedagógusok és a tanulók közötti kapcsolat vonatkozó átalakulása jelentős figyelmet kap a szakirodalomban (Horváth, 2023).

Az MI-technológiák kapcsán eltérő vélemények jelennek meg a pedagógusi szerep jövőjéről. Egyes kutatások szerint az MI akár teljes mértékben helyettesítheti a pedagógusokat, enyhítve a globális tanárhiány problémáját (Edwards és Cheok, 2018; Guilherme, 2019). Más megközelítések inkább az MI potenciálját hangsúlyozzák a tanulási-tanítási folyamat forradalmasításában, amely az oktatás minőségének javulásához vezethet (Florea és Radu, 2019; Mondal, 2019). Ugyanakkor számos tanulmány rámutat arra, hogy az adaptív tanulási rendszerek jelenleg nem képesek teljes mértékben helyettesíteni a pedagógusok tapasztalatát, és a tanulók gyakran előnyben részesítik a személyes interakciókat a technológiai eszközökkel szemben (Kolchenko, 2018; Vinichenko és mtsai., 2020).

Az MI jelenleg nem képes helyettesíteni a pedagógusok fizikai jelenlétét, illetve az értékközvetítést, amely az oktatás egyik alapvető feladata (Felix, 2020). Az MI-technológiák gyors fejlődése lenyűgöző, azonban fontos mérsékelten értékelni a lehetőségeit, mivel Selwyn (2022) szerint rövid távon hajlamosak vagyunk túlbecsülni a technológia hatásait, hosszú távon pedig alulértékelni azt. Az MI tehát inkább

eszközként fogható fel, amely támogatja és kiegészíti a pedagógusok munkáját, nem pedig helyettesíti azt.

Xu és Ouyang (2022) három szerepkört különböztet meg az MI alkalmazása kapcsán a tanulás-tanítási folyamatban. Az első megközelítésben az MI közvetítőszerepet játszik a tanár és a tanuló között, személyre szabott visszajelzéseket nyújtva és segítve a tanulási folyamat személyre szabását. A második megközelítésben az MI kiegészítő aszisztensként működik, támogatva az együttműködést és a tanulók közötti kom-

munikációt. A harmadik szerepkörben az MI kezdő tanulóként jelenik meg, ahol a tanuló az MI-t „tanítja”, ezáltal fejlesztve saját tanulási eredményeit és énhatékonyság-érzését (Xu és

az adaptív tanulási rendszerek jelenleg nem képesek teljes mértékben helyettesíteni a pedagógusok tapasztalatát

Ouyang, 2022).

A hazai tanulmányok is rámutatnak arra, hogy az MI terjedése jelentős hatással van a pedagógusi és gyógypedagógusi szerepekre. Gordosné (2004) és Mesterházi (2007) korábbi munkái bemutatják, hogy a pedagógusok szerepe folyamatosan változik. Ebből adódóan egyre fontosabbá válik a digitális kompetenciák fejlesztése, valamint a technológiai újítások alkalmazásának elsajátítása is. Szabóné (2023) szerint kiemelt jelentőséggel bír az MI-alapú tanulási módszerek kidolgozása és integrálása az oktatásba, hogy ezek az eszközök hatékonyan támogassák a tanulási folyamatot. Bognár (2024) hangsúlyozza, hogy a generatív mesterséges intelligencia oktatásban való alkalmazása szükségessé teszi az oktatási megközelítések újragondolását.

Összességében az MI-technológiák nem helyettesítik a pedagógusokat, hanem

támogatják munkájukat, lehetővé téve számukra, hogy hatékonyabban és személyre szabottabban segítsék a tanulókat. Az MI alkalmazása új utakat nyit meg a tanulási folyamatban, és a pedagógusok számára lehetőséget biztosít arra, hogy jobban összpontosítsanak a tanulók individuális szükségleteire és személyes fejlődésük támogatására.

A KUTATÁS

Megközelítés és módszertan

Jelen tanulmányunk alapjául a narratív szakirodalmi áttekintés (narrative review) módszerét választottuk, mely lehetővé teszi a téma átfogó, kritikai elemzését és a meglévő szakirodalomban fellelhető ismeretek szintézisét, különös tekintettel a kutatási téma újszerűségére, összetettségére és interdiszciplináris természetére (Snyder, 2019). A módszer kiemelten alkalmas arra, hogy összegyűjtse és értelmezze a témával kapcsolatos tudományos diskurzusokat, valamint azonosítsa a meglévő kutatási hiányosságokat (Ferrari, 2015). A

módszer további előnye, hogy nem korlátozódik szigorúan előre meghatározott keresési és értékelési protokollokhoz, ami lehetővé teszi a kutatónak, hogy szélesebb perspektívából tekintsen a vizsgált témára (Green és mtsai., 2006).

A módszer ebből adódóan korlátoktól sem mentes. Egyik fő hátránya az, hogy mivel nem alkalmazza a szisztematikus áttekintésekre jellemző szigorú adatgyűjtési és

elemzési protokollokat, az eredmények nem mindig reprodukálhatóak vagy általánosíthatóak (Zawacki-Richter és mtsai., 2020). Ez a kutatói elfogultság lehetőségének is teret enged, mivel a kutató saját megítélése és a válogatási kritériumok alapján integrálja az információkat, és felmerülhet a „cherry-picking” jelensége, amikor a kutató csak azokat a tanulmányokat emeli ki, amelyek alátámasztják a saját érvrendszerét (Greenhalgh, 2018).

Onwuegbuzie és Frels (2016) szerint a narratív áttekintések különböző típusai különböztethetők meg. A jelen tanulmány során alkalmazott *általános szakirodalmi áttekintés* célja az adott tudományos téma legfontosabb és legkritikusabb elemeinek feldolgozása. Az *elméleti szakirodalmi áttekintés* azzal foglalkozik, hogy az elméleti keretek miként formálják és strukturálják a kutatásokat. A *módszertani áttekintés* a kuta-

tás során alkalmazott módszertan és kutatási terv részletes bemutatására fókuszál, kiemelve az egyes módszerek előnyeit és korlátait, illetve javaslatokat tesz a jövőbeli kutatási irányok számára. Ezenfelül a *történeti szakirodalmi áttekintés* célja egy adott probléma, el-

mélet vagy jelenség fejlődésének vizsgálata az időbeli alakulás kontextusában, kezdve annak tudományos megjelenésétől, majd nyomon követve fejlődését az adott tudományterület diskurzusán belül. Az ilyen típusú áttekintés célja, hogy a kutatásokat történeti perspektívába helyezze, feltárva a legújabb tudományos eredményeket és felvázolva a lehetséges jövőbeli kutatási irányokat.

felmerülhet a „cherry-picking” jelensége, amikor a kutató csak azokat a tanulmányokat emeli ki, amelyek alátámasztják a saját érvrendszerét

Kutatási kérdések

Kutatásunk fő célja az volt, hogy feltárjuk a mesterséges intelligencia gyógypedagógiai alkalmazásának jelenlegi kutatási trendjeit és módszertanait. Kutatásunk fókuszában az állt, hogy milyen célból használják a technológiát, és milyen módszereket alkalmaznak a mesterséges intelligencia gyógypedagógiai felhasználásával foglalkozó tanulmányok.

Keresőkifejezések

A keresési folyamat során a mesterséges intelligenciára és a gyógypedagógiára vonatkozó kulcsszavak kombinációit használtuk. A találatok számossága és relevanciája alapján az alábbi keresőkifejezéseket alkalmaztuk: „special education”, „artificial intelligence”, „intelligent tutoring system”, „deep learning”, „machine learning”, „neural network”. A keresés precizitását logikai operátorok alkalmazásával növeltük. A keresést az EBSCO, ERIC és PubMed adatbázisokban végeztük el 2024 februárjában, majd 2024 októberében az EBSCO adatbázisban újabb szűrővel vizsgáltuk meg, hogy azóta keletkeztek-e bevonható cikkek.

Kizárási kritériumok

A kutatás beválogatási és kizárási kritériumai már a keresési folyamat során alkalmazásra kerültek, a logikai operátorok és az adatbázisok által kínált szűrési lehetőségek alapján. A beválogatás során kizárólag olyan tudományos, lektorált folyóiratcikket vetünk figyelembe, amelyek teljes

szövegükben nyílt hozzáférésűek voltak, angol vagy magyar nyelven jelentek meg, és a mesterséges intelligencia alkalmazásával foglalkoztak a gyógypedagógiai nevelés-oktatás területén. A vizsgálat időkeretét a 2014 és 2024 közötti időszakra korlátoztuk, mivel a mesterséges intelligencia gyorsan fejlődő terület, és az elmúlt évtized tanulmányai nyújtanak leginkább releváns információt a jelenlegi gyakorlatról. Ezzel összefüggésben megfigyeltük, hogy 2014 előtt viszonylag kevés kutatás jelent meg ebben a témakörben. Csak azok a tanulmányok kerültek a válogatásba, amelyek az MI különböző formáinak gyógypedagógiai célú alkalmazásáról szóltak, és valamely gyógypedagógiai célcsoportot érintettek.

A kizárási kritériumok alapján elvetettük azokat a cikkeket, amelyek nem empirikus kutatások voltak, nem lektorált forrásból származtak, vagy nem álltak rendelkezésre teljes szövegben. Kizárára kerültek a bibliometriai és szisztematikus áttekintések, mivel ezek nem nyújtanak empirikus adatokat a jelenleg alkalmazott MI-eszközökről, továbbá kizártuk azokat a tanulmányokat, amelyek nem kapcsolódtak a mesterséges intelligencia alkalmazásához, vagy nem a gyógypedagógiai területen történő felhasználását vizsgálták. Ezen kritériumok érvényesítését követően az absztraktok, majd a teljes szövegek alapján 16 tanulmányt választottunk elemzésre.

kizárólag tudományos,
lektorált folyóiratcikket
vetünk figyelembe

zésre teljes szövegben. Kizárára kerültek a bibliometriai és szisztematikus áttekintések, mivel ezek nem nyújtanak empirikus adatokat a jelenleg alkalmazott MI-eszközökről, továbbá kizártuk azokat a tanulmányokat, amelyek nem kapcsolódtak a mesterséges intelligencia alkalmazásához, vagy nem a gyógypedagógiai területen történő felhasználását vizsgálták. Ezen kritériumok érvényesítését követően az absztraktok, majd a teljes szövegek alapján 16 tanulmányt választottunk elemzésre.

Eredmények

A mesterséges intelligencia alkalmazásának céljai a 16 tanulmányban számos területre kiterjedtek, különös tekintettel az oktatás

akadálymentesítésére és a tanulási-tanítási folyamat támogatására. Az MI gyakran többféle célt szolgált egyidejűleg, különösen az inkluzivitás előmozdításában és a tanulók esélyegyenlőségének javításában.

A legtöbb tanulmányban (*Lister és mtsai.*, 2021; *Srivastava és mtsai.*, 2021; *Watters és mtsai.*, 2021; *Fichten és mtsai.*, 2022; *Shokat és mtsai.*, 2022; *Chen és mtsai.*, 2024; *Zhang és mtsai.*, 2024; *Smith és mtsai.*, 2024) az MI elsődleges szerepe az információhoz való hozzáférés és a tanulmányi feladatok teljesítésének elősegítése volt. Ezekben az esetekben a

technológia eszköze a rendszerszintű akadályok leküzdésének, mely hozzájárul a tanulók egyenlő esélyű részvételéhez az oktatásban, minimalizálva az akadályokat, amelyek hát-

ráltartják a hozzáférést és teljesítményt. Ezen tanulmányok célja az inklúzió támogatása, amely az MI-technológiák alkalmazásával valósul meg, például a kommunikációs akadályok lebontásával és az adminisztratív terhek csökkentésével (*Lister és mtsai.*, 2021).

Srivastava és munkatársai (2021) az inkluzív oktatás gazdasági szükségességét is hangsúlyozták. Az MI itt a tanulás megkönnyítésének eszköze, hozzájárulva ahhoz, hogy a valamilyen fogyatékoságban érintett diákok a lehető legteljesebb mértékben részt vehessenek az oktatási folyamatokban.

Watters és kollégái (2021) szintén az inklúziót célozták meg, különös tekintettel a

látássérült tanulók természettudományos oktatásban való részvételének elősegítésére.

Az MI tanulási folyamatra gyakorolt közvetlen hatása is kiemelt szerepet kapott több kutatásban, például *Fichten* és munkatársai (2022) vizsgálataiban, ahol a mobilalkalmazások és asszisztív technológiák tanulási folyamatot támogató szerepét elemezték.

Smith és munkatársai (2024) vizsgálata az MI-t a személyre szabott tanulási környezetek részeként alkalmazta.⁵ Az egyik fő céljuk az egyéni tanulási utak kialakítása volt,

ahol az MI képes alkalmazkodni a tanulók teljesítményéhez, nehézségi szintek változtatásával segítve őket abban, hogy az oktatás hatékonyabbá váljon számukra. Ezenkívül a szociális készségek

fejlesztése is központi szerepet kapott, különösen a virtuális valóság (VR) használatával, amely társas helyzeteket szimulál, és valós idejű visszajelzést nyújt a diákok társas viselkedéséről. Az MI-alapú rendszerek így lehetővé teszik a tanulók teljesítményének folyamatos elemzését, és ezen adatok alapján további támogatást nyújtanak, kiemelten figyelembe véve a tanulók egyedi szükségleteit, ami mind a többségi, mind a gyógypedagógiai oktatásban kulcsfontosságú.

Chen és munkatársai (2024) tanulmánya az MI-t a tanárok kézjelein alapuló felismerés megsegítésének céljából alkalmazza, hogy támogassa a figyelemhiánnyal

figyelembe véve a tanulók egyedi szükségleteit, ami mind a többségi, mind a gyógypedagógiai oktatásban kulcsfontosságú

⁵ A kutatók a diákok számára egy MI-vel megtámogatott VR-alapú tanulási környezetet hoztak létre, ahol az MI valós időben alakította a tanulási folyamatot a résztvevők döntései és interakciói alapján. A résztvevők különböző szociális helyzetekben léptek virtuális interakcióba, az MI pedig folyamatosan visszajelzést adott, és a tanulási útvonalakat ennek megfelelően igazította. A kutatók kvalitatív módszerekkel adatokat gyűjtöttek a résztvevőktől arról, hogyan élték meg ezt a folyamatot, milyen változtatásokat tartanának hasznosnak (pl. válaszopciók bővítése, környezetek realiztikusabbá tétele, több interakciós lehetőség), és az így kapott adatok alapján javaslatokat tettek a rendszerek további fejlesztésére, működtethetőségére.

diagnosztizált tanulókat az inkluzív oktatásban. A rendszer itt számítógépes látás és gépi tanulás révén elemzi a tanárok testtartásait és mozdulatait, majd ezeket figyelemfelhívó jelekké alakítja, hogy a tanulók könnyebben tudják követni az órák menetét. Az MI segíti a tanárok verbális utasításainak helyettesítését, és valós idejű visszajelzést biztosít a diákok számára, akik esetleg nehezen követik a nonverbális jelzéseket.

Zhang és munkatársai (2024) kutatásában az MI a hallássérült egyetemi hallgatók tanulási környezetének javítására fókuszál. Az MI-alapú intelligens tanulási rendszerek középpontjában az intelligens beszédfelismerés (ISR) technológia áll, amely azonnali feliratozást és átiratokat biztosít, így segítve a hallássérült diákokat abban, hogy jobban megértsék az osztálytermi tartalmakat. A társas jelenlét és a tanulási élmény javítása is fontos cél, ahol az MI segíti a diákok osztálytermi részvételét és társas interakcióit. Az intelligens tanulási környezetek további előnye, hogy támogatják a hallássérült tanulók társas és kognitív fejlődését, erősítve önállóságukat és magabiztosságukat, valamint csökkentve az osztálytermi elszigeteltséget.

Több tanulmány az MI és a robotika alkalmazásával, a tanítás és tanulás közvetlenebb támogatásával segíti a sajátos nevelési igényű gyermekek tanulását. Papadopoulou és munkatársai (2022), illetve Papakostas és munkatársai (2021) tanulmányában a szerzők a kognitív képességek fejlesztésére és a bevonódás mérésére összpontosítottak, míg Guney su és munkatársai (2020) kísérletében a motoros készségek fejlesztését célozták

meg, az MI-alapú eszközöket a kézírás tanulása és a differenciált oktatás támogatására alkalmazták. Lytridis és munkatársai (2022) robotasszisztált beavatkozásokat alkalmaztak az autizmus spektrumán lévő gyermekek társas és kommunikációs készségeinek fejlesztésére. A kutatás célja az volt, hogy megértsék a gyermekek viselkedését a robottal való interakciókra adott válaszaik alapján, ezáltal javítva a robotasszisztált beavatkozások tervezését. A robotok képesek a gyermekek viselkedési mintáit folyamatosan monitorozni és a viselkedésükhöz igazított válaszokat adni, például vizuális vagy auditív ingerekkel. Az MI-algoritmuskok segítségével a robotok viselkedés- és figyelemmin-

tákat azonosítanak, és ezek alapján optimalizálják az oktatási intervenciókat.

Két tanulmány (Javed és Park, 2019; Vahabzadeh és mtsai., 2018) kifejezetten az érzelemszabályozás és a

a kutatás az *Empowered Brain* nevű okosszemüveg-technológiát használta az autista gyermekek szociális és érzelmi funkcióinak fejlesztésére

szocioemocionális viselkedés támogatását célozta az érzelmi interakciók elősegítése révén. Javed és Park (2019) tanulmányában az MI által vezérelt virtuális karakter, illetve szociális segítőrobot célja, hogy érzelmi válaszokat váltson ki, és segítsen a felhasználóknak elérni egy kívánt érzelmi állapotot, támogatva az autista gyermekek hatékonyabb érzelemszabályozását. A Vahabzadeh és munkatársai (2018) által végzett kutatás az *Empowered Brain* nevű okosszemüveg-technológiát használta az autista gyermekek szociális és érzelmi funkcióinak fejlesztésére. Ez az eszköz mesterséges intelligenciát és kiterjesztett valóságot használ a gyermekek társas viselkedésének javítására, például az ingerlékenység, hiperaktivitás és társas

visszahúzóds csökkentésére. Az eszköz meghatározott paraméterek alapján monitorozza a tanulók viselkedését, és olyan valós idejű vizuális és auditív visszajelzésekkel segíti a felhasználókat, melyek motiválják a gyermekeket a szemkontaktus fenntartására és a facilitátor figyelésére. A kutatás eredményei szerint az okoszemüveggel végzett beavatkozás javította a szociális kommunikációt, és jelentősen csökkentette a viselkedési zavarok mértékét, különösen az ingerlékenységet és a hiperaktivitást. Mindkét tanulmány kiemeli, hogy a mesterséges intelligencia nemcsak a viselkedési problémák monitorozására alkalmas, hanem képes a szociális és érzelmi készségek fejlesztésére is. A *Javed és Park* (2019) tanulmányában szereplő MI-alapú rendszer például nemcsak érzelmi szabályozásra szolgált, hanem segítette a felhasználóknak növelni az elkötelezettségüket a szociális interakciók során. Ez az elkötelezettség-növekedés pozitív hatással volt a felhasználók más tevékenységekben való részvételére is.

A tanulmányok egy része az adatelemzésre és predikcióra fókuszált, különösen viselkedési adathalmazok vizsgálata alapján, azzal a céllal, hogy jobban megértsék a tanulók reakcióit és bevonódását különböző oktatási szituációkban. A *Soykan* és munkatársai (2017) tanulmányában bemutatott kutatás az alkalmazott IKT-eszközökhöz való viszonyulás mérésére és a pedagógiai módszerek finomhangolására szolgált. Célja az volt, hogy elemezze az érzelmi reakciókat, és meghatározza a tanulók átél

érzelmeit az oktatási folyamat során való tablethasználat közben. A tanulmány szerint az MI-alapú érzelmefelismerés kimutatta, hogy a tablethasználat pozitív hatást gyakorolt a gyermekek tanulási élményeire, javítva tanulási eredményeiket. A robotaszisztemált oktatási rendszerek hatékonyságának vizsgálata szintén egy fontos elemzési terület volt (*Papakostas és mtsai.*, 2021; *Lytridis és mtsai.*, 2022).

Mindezen túlmenően az MI diagnosztikai célokra is felhasználásra került, különösen a tüneti képek monitorozása és az összefüggések elemzése során, például *autizmus spektrum zavarral* élő tanulók esetében (*Keshav és mtsai.*, 2019). A *Keshav* és munkatársai (2019) által végzett kutatás a korábban említett *Empowered Brain* rendszert mutatta be, és annak keretében egy okoszemüvegalapú játékot használt a figyelem, impulzivitás és hiperaktivitás mérésére. A rendszer valós idejű adatokat gyűjtött a felhasználók viselkedéséről, amelyeket

az okoszemüveggel végzett beavatkozás javította a szociális kommunikációt, és jelentősen csökkentette a viselkedési zavarok mértékét

mesterségesintelligencia-alapú algoritmusokkal dolgozott fel, és jutalmakkal, például pontokkal és csillagokkal ösztönözte a felhasználókat. A kutatás azt találta, hogy a játékbeli teljesítmény erősen korrelál az ADHD sú

lyosságát mérő skálákkal. Az *Empowered Brain* célja a tünetek folyamatos monitorozása és a szociális interakciók fejlesztése volt.

Az alkalmazott módszertanokat tekintve a kutatások széles spektrumot öleltek fel, beleértve a kvalitatív és kvantitatív módszerek kombinációit (1. táblázat).

1. TÁBLÁZAT

A tanulmányok módszertani összefoglalása

Tanulmány	Módszertan	Módszerek leírása
<i>Fichten és mtsai.</i> , 2022	Vegyes módszertan	Online kérdőívek kvantitatív adatelemzése, interjúk tematikus kvalitatív elemzése
<i>Chen és mtsai.</i> , 2024	Esettanulmány, eszközfejlesztés bemutatása, kvantitatív	Gépi látás alapú technológia fejlesztése, számítógépes videóelemzés, szabályalapú döntéshozatal, empirikus validálás, statisztikai elemzés
<i>Guneyisu és mtsai.</i> , 2020	Iteratív tervezés, vegyes módszertan, kísérlet	Robotikai technológiák fejlesztése a gyógypedagógiai oktatásban, több verzió tesztelésével és javításával
<i>Javed és Park</i> , 2019	Kísérleti kutatás	Kvantitatív adatok gyűjtése (érzelmi válaszok mérése), valamint szenzoros adatok elemzése robotokkal való interakció során
<i>Keshav és mtsai.</i> , 2019	Longitudinális, kvantitatív fókuszú vegyes módszertan	Kérdőívek, elő- és utótesztek a viselkedési változások mérésére, az okoszemüveg-technológia hatásának értékelése, megfigyelés
<i>Lister és mtsai.</i> , 2021	Részvételi módszertan, feltáró, kvalitatív keretű kutatás, benne kvantitatív kérdőíves szakasszal	Interjúk és kérdőívek a felsőoktatásban részt vevő hallgatók tapasztalatainak feltárására
<i>Lytridis és mtsai.</i> , 2022	Kísérleti kutatás, kvantitatív	Kísérleti adatgyűjtés, amely a robotasszisztált tanítás hatékonyságát vizsgálja
<i>Papadopoulou és mtsai.</i> , 2022	Longitudinális vizsgálat, randomizált kísérlet kvantitatív megközelítéssel	Tanulási teljesítmény mérése standardizált tesztekkel és teljesítménymérésekkel
<i>Papakostas és mtsai.</i> , 2021	Kvantitatív kísérlet	Adatelemzés multimodális adatok használatával és gépi tanulási modell alkalmazásával a gyermekek elkötelezettségi állapotának mérésére robotikai környezetben

Tanulmány	Módszertan	Módszerek leírása
Shokat és mtsai., 2022	Keresztmetszeti vizsgálat, egy algoritmus tanításának leírása	Adatkészlet gyűjtése érintőképernyős eszközzel, adatelemzés a jellemzők kinyerésére, karakterfelismerés
Smith és mtsai., 2024	Kvalitatív kutatás	Félig strukturált interjúk tartalomelemzése
Soykan és mtsai., 2017	Vegyes módszertan	Kvalitatív dokumentumelemzés, videófelvételek elemzése, megfigyelési űrlapok kitöltése, tematikus kvantitatív elemzés érzelmi reakciók azonosítására
Srivastava és mtsai., 2021	Kísérleti kutatás, eszközfejlesztés és validáció	Smart Learning Assistance (SLA-) eszköz tesztelése, diákoktól és oktatóktól kapott visszajelzések tartalomelemzése, az SLA-eszköz működésének és felhasználói élményének értékelése különböző platformokon
Vahabzadeh és mtsai., 2018	Esettanulmány (Single-case experimental design [kísérlet])	ABC (Aberrant Behavioral Checklist) használata a résztvevők viselkedésének értékelésére, Szociális Érzékenységi Skála (SRS-2) a résztvevők szociális kommunikációs zavarának megerősítésére. Az oktatók az okoszeműveg-rendszer használatát egy négyponos Likert-skálán értékelték, hogy összehasonlíthassák azt más korábbi segédeszközökkel.
Watters és mtsai., 2021	Esettanulmány, eszközfejlesztés bemutatása	Adatstruktúrák és algoritmusok alkalmazása, interaktív tesztelés és felhasználói visszajelzések gyűjtése, nyílt forráskódú fejlesztés
Zhang és mtsai., 2024	Design-based research (iteratív elemzés, tervezés, fejlesztés és megvalósítás), vegyes módszertan	Adatgyűjtés strukturált kérdőívek segítségével, kvalitatív interjúk készítése diákokkal, kvantitatív adatelemzés (SPSS- és AMOS-elemzés)

FORRÁS: saját szerkesztés

A szerzők a legtöbb esetben **vegyes módszertani megközelítést** alkalmaztak. A egyes módszerek alkalmazása lehetővé teszi a kvalitatív módszerek szubjektív

mélységének és a kvantitatív módszerek objektív pontosságának együttes kihasználását, különösen akkor, ha önmagában egyik megközelítés sem elegendő egy kutatás során.

Az interdiszciplináris kutatási környezetben a különböző módszertani preferenciákkal rendelkező kutatói csoportok is előnyt kövölhatnak a vegyes módszerek alkalmazásából, hiszen azok egyesítik az egyes módszerek erősségeit (Creswell, 2009).

Fichten és munkatársai (2022) a kvalitatív interjúkat és a kérdőíveket kombinálták kvantitatív statisztikai elemzésekkel, hogy feltárják a felsőoktatásban tanuló hallgatók által használt technológiák fajtáit, így egyrészt statisztikai adatokra, másrészt személyes tapasztalatokra építették következtetéseiket. *Keshav* és munkatársai (2019)

kutatásukban egy kiterjesztett valóságra és mesterséges intelligenciára alapozott szociális-érzelmi kommunikációs segédesség köz hatékonyságát vizsgálták autista diákok körében. A vegyes módszertan lehetővé tette a viselkedésváltozások kvantitatív mérését, valamint a diákok és tanárok kvalitatív visszajelzéseinek gyűjtését.

Lister és munkatársai (2021) feltáró, kvalitatív keretű kutatását kvantitatív kérdőíves szakasszal kapcsolták össze. Különlegessége a többi vizsgált tanulmányhoz képest a részvételi módszertani (participatory research) megközelítésében rejlik, amely lehetővé teszi a fogyatékossgal élő hallgatók közvetlen bevonását a kutatásba és a tervezési folyamatokba. Ebben a szemléleti keretben az érintett hallgatók nem passzív alanyai a kutatásnak, hanem aktív szereplői a megoldások kialakításának és értékelésének. A kutatás során három fázison keresztül folytak az együttműködések: először a diákokkal közösen azonosították a legnagyobb problémákat (például az adminisztratív terhek kérdését), majd mélyebb interjúk és kérdőívek

segítségével tártak fel részletes adatokat, végül közösen terveztek egy mesterségesintelligencia-alapú virtuális asszisztenst, amely az általuk tapasztalt rendszerszintű akadályokat hivatott enyhíteni.

Soykan és munkatársai (2017) kutatásuk során kombinálták a statisztikai elemzéseket a résztvevők kvalitatív visszajelzéseivel. A kutatás kvalitatív elemei közé tartozott a dokumentumelemzés, a videófelvelelek elemzése és a megfigyelési űrlapok kitöltése, emellett tematikus kvantitatív elemzést alkalmaztak az érzelmi reakciók azonosítására. Az **iteratív fejlesztési megközelítések** szintén meghatározóak voltak, különösen az eszközök

fejlesztése és többszöri tesztelése szempontjából.

Guneysu és munkatársai (2020) iteratív tervezési módszert alkalmaztak, amely során a robotikai technológiákat

többszöri teszteléssel finomították, kvantitatív tesztekkel és megfigyelésekkel, vegyes módszertant alkalmazva. Az iteratív megközelítés lehetőséget adott arra, hogy az eszközök több verzióban is kipróbálhatók legyenek, és a kutatók reagáljanak a felhasználói visszajelzésekre a fejlesztési folyamat során. *Zhang* és munkatársai szintén egy iteratív és rugalmas kutatási módszertant alkalmaztak (Design-Based Research), mely során az intelligens tanulási környezetek tervezését, fejlesztését és finomítását végezték, hallássérült hallgatók aktív bevonásával a tervezési folyamatba. A módszerek között szerepel kvantitatív elemzés (pl. ANOVA alkalmazása a statisztikai adatok kiértékelésére) és kvalitatív tartalomelemzés (MAXQDA segítségével), ami vegyes módszertani megközelítést tükröz.

az érintett hallgatók aktív szereplői a megoldások kialakításának és értékelésének

Vahabzadeh és munkatársai (2018) tanulmánya egy többfázisú kísérleti módszertant (single-case experimental design) alkalmazott, amely megvalósíthatósági és kontrollált hatékonysági szakaszra oszlott. A kvantitatív eredményeket az ABC-skálán mérték,⁶ míg a kvalitatív visszajelzéseket az oktatók szubjektív értékelései adták, akik Likert-skálán értékelték a technológia hatékonyságát más eszközökhöz képest. *Watters* és mtsai. (2021) kvantitatív módon mérték a virtuális laborasszisztens technikai és felhasználói teljesítményét, míg kvalitatív módon a felhasználói élményre és visszajelzésekre helyezték a hangsúlyt a fejlesztés irányainak meghatározásában. *Srivastava* és munkatársai (2021) kísérleti kutatása vegyes módszertani megközelítést alkalmazott, amelyben kvantitatív és kvalitatív módszereket egyaránt használtak. A kvantitatív elemzés során a fejlesztett *Smart Learning Assistance* (SLA) eszköz hatékonyságát mérték.

Ennek egyik aspektusát a jelnyelv szöveggé alakítására használt Convolutional Neural Network (CNN) modell pontossága mutatta, amely 99,09%-os eredményt ért el. Emellett vizsgálták a rendszer válaszidejét és pontosságát is. A kvalitatív módszerek keretében diákoktól és tanároktól gyűjtöttek visszajelzéseket az eszköz használhatóságáról és alkalmazhatóságáról az osztálytermi környezetben, és ezeket tartalomelemzéssel dolgozták fel. Így a

próbálták megjósolni, hogyan befolyásolja a robotikát használó környezet a gyermekek interakcióit

tanulmány egyszerre vizsgálta az eszköz technikai teljesítményét és a felhasználói élményeket.

A **kvantitatív módszerek** használata jelent meg *Papadopoulou* és munkatársai (2022) prospektív, randomizált eset-kontroll vizsgálatában. A kutatók itt a tanulási teljesítmény javulásának mérhető eredményeire fókuszáltak (például olvasási sebesség, helyes szavak száma, fonológiai tudatosság). A kutatás a beavatkozás előtti és utáni teljesítmények összehasonlítására irányult a robotasszisztált csoport és a kontrollcsoport esetében. *Papakostas* és munkatársai (2021) tanulmányukban kvantitatív kísérlet révén, gépi tanulás segítségével próbálták megjósolni, hogyan befolyásolja a robotikát használó környezet a gyermekek interakcióit. *Lytridis* és munkatársai (2022) pedig a robotasszisztált terápiák hatékonyságát vizsgálták kvantitatív módszerekkel autista gyermekek körében, statisztikai elemzéseket használva

az eredmények alátámasztására. *Shokat* és munkatársai (2022) tanulmánya kvantitatív módszereket alkalmazott, hogy statisztikai mutatókkal mérje egy MI-alapú rendszer hatékonyságát a diákok

figyelmének irányításában és tanulmányi eredményeik javításában. A kutatás célja az angol Braille-minták automatikus felismerésének és jellemzésének fejlesztése volt gépi tanulási algoritmusok segítségével, mint például a támogatott vektorgépek (SVM), döntési fák (DT) és *K-legközelebbi szomszéd*

⁶ Az ABC 58 tételt tartalmaz, amelyek öt fő területre összpontosítanak: ingerlékenység, letargia és szociális visszahúzóds, sztereotip viselkedés, hiperaktivitás és nem együttműködő magatartás, valamint nem megfelelő beszéd. A tételek olyan viselkedéseket írnak le, mint például agresszió, visszahúzóds, ismétlődő mozdulatok vagy impulzivitás, és ezeket egy 0–3-as skálán értékeli. Az ABC segít azonosítani a viselkedési problémák súlyosságát, és nyomon követni az intervenciók hatékonyságát (*Watters* és mtsai., 2021).

(KNN) algoritmusok. A vizsgálat során rekonstrukciós független komponensanalízis (RICA) és PCA alapú jellemzőkivonási módszereket és statisztikai mutatókat használtak az adatok feldolgozása és az algoritmusok teljesítményének kiértékelése során.

A **kvalitatív megközelítések** célja az emberi tapasztalatok, élmények és szubjektív tapasztalatok mélyebb megértése. *Smith* és munkatársai (2024) kvalitatív megközelítésű kutatásukban interjúkat készítettek középiskolás diákokkal, akik különböző szociális készségfejlesztési szcenáriókat éltek át egy VR alapú tanulási platformon, majd tematikusan elemezték azokat. *Chen* és munkatársai (2024) tanulmányukban a pedagógus képzőmunkájának felismerését tesztelik, és ezek pontosságát, érzékenységét, specifikusságát, precizitását és prediktív teljesítményét számszerű adatokkal elemzik. Kvantitatív elemzést használnak gépi tanulási modellekkel, statisztikai teljesítménymutatókkal és kísérleti adatokkal alátámasztva.

A legtöbb kutatás esettanulmányokon és kísérleteken alapul, amelyek egyedi esetekkel dolgoztak, és kis méretű minták elemzésére szolgáltak.

KÖVETKEZTETÉSEK

A tanulmányok arra a következtetésre jutottak, hogy a mesterséges intelligencia alkalmazása számos előnyt kínál a gyógypedagógia területén. Az MI-technológiák, mint például az okoszeművek és a virtuális asszisztensek, hatékony eszköznek bizonyultak a társas készségek fejlesztésében, az érzelmi szabályozás támogatásában, a

kommunikációs akadálymentesítésben, valamint az önálló tanulási folyamatok elősegítésében. Az MI olyan innovatív eszközt biztosít, amelyek különösen a speciális nevelési igényű tanulók oktatását támogatják, lehetővé téve a tanulás személyre szabását és az akadálymentesítés elősegítését.

A tanulmány által áttekintett kutatások alapján tehát az MI-rendszerek számos előnnyel bírnak, azonban komoly etikai és gyakorlati kérdéseket is felvetnek. A kutatók hangsúlyozták, hogy további, nagyobb mintagyságú, hosszabb kutatási időszakot felölelő tanulmányokra van szükség ahhoz, hogy megalapozottan vizsgálhassuk az MI-alapú intervenciók hatékonyságát és etikus alkalmazásának joggyakorlatait a sajátos nevelési igényű gyermekek körében. A technológiai újszerűség fenntartásának nehézségei, az eszközök használatának gyakorlati akadályai az oktatási környezetben,

valamint az MI által generált döntések átláthatósága és elszámoltathatósága kulcsfontosságú területek, amelyek további kutatásokat igényelnek.

A kvantitatív módszerek lehetővé tették az objektív adatok precíz mérését, míg a kvalitatív megközelítések mélyrehatóbb megértést biztosítottak a résztvevők élményeiről és tapasztalatairól. A vegyes módszertan különösen előnyösnek bizonyult a technológiai beavatkozások átfogó értékelésében, mivel egyaránt figyelembe vette a számszerűsíthető eredményeket és a résztvevők szubjektív visszajelzéseit. Hasonló módszertani sokféleségre van szükség a kutatócsoportok kialakításakor is, hogy a fejlesztési folyamatba aktívan bevonásra kerüljenek mind a tanulói, mind a pedagógusi

módszertani sokféleségre van szükség a kutatócsoportok kialakításakor is

perspektívák, különösen a mesterségesintelligencia-eszközök gyógypedagógiai alkalmazásának terén. A publikációk szerzői között túlnyomórészt orvosi és műszaki háttérű kutatók szerepeltek, ennek következtében jelenhettek meg idejétmúlt kifejezések és pontatlanságok a célcsoport megnevezésében, vagy sztereotipikus jellemzők, például az az állítás, hogy a hallássérült tanulók általában jól olvasnak (Srivastava és mtsai., 2021), vagy az a feltételezés, miszerint az értő figyelem előrejelzője a szemkontaktus, ezért a gyermekek figyelmét az MI-eszközzel a foglalkozásvezető arcára kell irányítani (Vahabzadeh és mtsai., 2018).

A mesterséges intelligencia oktatásban történő alkalmazása transzdiszciplináris megközelítést igényel, ahol nem csupán különböző tudományterületek módszerei találkoznak, hanem ezek szoros integrációja révén új, átfogó megközelítések és keretek jönnek létre. Mindez nemcsak technológiai fejlesztéseket érint, hanem többek között a pedagógia, a pszichológia és a társadalomtudomány aspektusait is formálja. A tanulási környezetben az MI-eszközök bevezetése új pedagógiai modellek kialakítását követeli meg, amelyek az oktatásban részt vevő diákok sokféleségére reagálnak, a többségi és gyógypedagógiai oktatás területén egyaránt. Ez a multidimenziális szemlélet igényli a pedagógiai és technológiai megközelítések integrációját, amely túlmutat a hagyományos tudományterületi határokon.

A tanulmányok rámutattak arra, hogy az MI-eszközök használata új pedagógiai megközelítéseket és kompetenciákat kíván meg az oktatási környezetben dolgozó

szakemberektől. A mesterséges intelligencia tehát jelentős potenciált hordoz a gyógypedagógiai gyakorlatban az alkalmazása céljait, lehetőségeit illetően, azonban ezek a technológiák csak megfelelő szabályozási keretek és hosszú távú empirikus kutatások révén válhatnak széles körben alkalmazhatóvá. Az MI-alapú megoldások kifejlesztésénél elsődleges szempontnak kell lennie az emberi értékek és a tanulói igények figyelembevételének, hogy a technológiai fejlődés ne eredményezzen társadalmi kirekesztést, és ne mélyítse az egyenlőtlenségeket.

AZ MI ALKALMAZÁSÁNAK POTENCIÁLIS KIHÍVÁSAI ÉS ETIKAI MEGFONTOLÁSAI AZ OKTATÁSBAN

Ahogy korábban utaltunk rá, a mesterséges intelligencia alkalmazása az oktatási környezetben, beleértve a sajátos nevelési igényű gyermekek és fiatalok nevelését-oktatását, számos potenciális kihívást és etikai megfontolást felvet. Ebből adódóan lényegesnek tartottuk ezeket egy különálló alfejezetben tárgyalni. Gyakori kritika, hogy az MI által generált tartalom felhasználása a hallgatói munkák során összemoshatja az eredetiség és a szerzői jogok határait, és ez aláhúzza az akadémiai normák betartásának fontosságát (Alier és mtsai., 2024), azonban az alább felsorolt szempontokat is érdemes evidenciában tartanunk.

Adatvédelem és személyiségi jogok

Az MI-rendszerek jelentős mennyiségű adatot gyűjtenek a diákokról. Ezek az

a mesterséges intelligencia
oktatásban történő alkalmazása
transzdiszciplináris
megközelítést igényel

adatok magukban foglalják a tanulmányi teljesítményt, a viselkedést és a preferenciákat. A diákok adatainak védelme és a személyiségi jogok tiszteletben tartása elengedhetetlen, hiszen a nem megfelelő adatkezelés súlyos következményekkel – többek közt a magánélet megsértésével – járhat, (Huang, 2023). Az MI-rendszerek etikai megfontolásai között szerepel az adatgyűjtés átláthatósága és az adatok felhasználásának célja. Az adatok gyűjtése és elemzése során biztosítani kell, hogy az adatkezelés etikus és jogszerű legyen, valamint, hogy a diákok és szüleik teljes körűen tájékozottak legyenek az adatgyűjtés módjáról és céljáról (Sadhana és Yadav, 2024).

Algoritmusalapú diszkrimináció

Az MI-rendszerek működése során a tanulási adatokban rejlő előítéletek felerősödhetnek, ami diszkriminatív döntésekhez vezethet. Például, ha az adatok nem reprezentatívak, az algoritmusok a hátrányos helyzetű diákokat hátrányosan érinthetik, ami ellentmond az oktatás egyenlősége elvének (O’Neil, 2022). Az MI átláthatatlansága, vagyis az úgynevezett „fekete doboz” jelensége (Hassija és mtsai., 2024) szintén hozzájárulhat a diszkriminációs kockázatokhoz, és ennek figyelembevétele elengedhetetlen az oktatási rendszerek fejlesztése során.

Emberi kapcsolatok és szociális készségek

Az MI alkalmazása az oktatásban ritkíthatja a személyes interakciókat, amelyek alapvető fontosságúak a diákok szociális készségeinek fejlődéséhez. A tanárok és diákok közötti kapcsolatok erősítése elengedhetetlen a

tanulási folyamat során, ezért – ahogy a fentiekben kifejtettük – az MI-rendszereknek *kiegészítő* szerepet kell betölteniük, nem pedig helyettesíteniük a tanárokat. Az emberközpontúság megőrzése az oktatási folyamatban kulcsfontosságú, kiemelten a sajátos nevelési igényű tanulók esetében, akiknek a szociális interakciók különösen fontosak a fejlődésük szempontjából (USDoe, 2023).

Átláthatóság és elszámoltathatóság, emberi felügyelet és kontroll

Az algoritmusok átláthatóságának hiánya és a döntéshozatali folyamatok komplexitása (Akgun és Greenhow, 2022; Nguyen és mtsai., 2023) olyan problémákat vethet fel, amelyek szükségessé teszik az algoritmusok folyamatos monitorozását a diszkrimináció minimalizálása érdekében. Az oktatási intézményeknek biztosítaniuk kell, hogy a diákok és a szülők megértsék, hogyan működnek ezek a rendszerek, és hogy az MI döntéseit hogyan lehet ellenőrizni (Holmes és mtsai., 2023). Az előbbi-

olyan sérülékeny csoportok
érdekében, mint amilyenek a
különböző fogyatékossgal
élő személyek

ekhez kapcsolódva lényeges, hogy az MI-rendszerek működését emberi felügyelet kísérelje. Az oktatási szakembereknek képesnek kell lenniük arra, hogy felülbírálják az MI-rendszerek döntéseit, amikor szükséges.

Összefoglalva elmondhatjuk tehát, hogy az MI gyógyepedagógiai alkalmazásának számos lehetséges előnye mellett, melyek feltáráására akár már a közeli jövőben is további kutatások irányulhatnak, feltétlenül különös figyelmet kell fordítani a fentebb kifejtett etikai szempontokra is az olyan sérülékeny csoportok érdekében, mint amilyenek a különböző fogyatékossgal élő személyek.

IRODALOM

- Akgun, S. és Greenhow, C. (2022): Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K-12 settings. *AI and Ethics*. **2**. 3. sz., 431–440. DOI: 10.1007/s43681-021-00096-7
- Alier, M., García-Peñalvo, F.-J. és Camba, J. D. (2024): Generative Artificial Intelligence in Education: From Deceptive to Disruptive. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*. **8**. 5. sz., 5. DOI: 10.9781/ijimai.2024.02.011
- Arazo, E., Durana, Ma. R., Umali, A. és Almazan, R. C. (2023): Online Learning Self-Efficacy as Correlates to Academic Procrastination among Pre-Service Teachers. *International Journal of Scientific and Management Research*. **6**. 5. sz., 171–187. DOI: 10.37502/ijmsr.2023.6508
- Bai, X. és Stede, M. (2023): A Survey of Current Machine Learning Approaches to Student Free-Text Evaluation for Intelligent Tutoring. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. **33**. 4. sz., 992–1030. DOI: 10.1007/s40593-022-00323-0
- Banh, L. és Strobel, G. (2023): Generative artificial intelligence. *Electronic Markets*. **33**. 1. sz. DOI: 10.1007/s12525-023-00680-1
- Becker, B. A. (2017): Artificial Intelligence in Education: What is it, Where is it Now, Where is it Going? In: *Ireland's yearbook of education 2017-2018*. Education Matters, Dublin. 42–46. Letöltés: <https://www.brett-becker.com/wp-content/uploads/2019/04/Becker-AI-in-Education-with-cover-sheet.pdf> (2024. 02. 11.).
- Berkemer, R. és Grottko, M. (2023): *Learning Algorithms: What is Artificial Intelligence Really Capable of?* In: Klimczak, P. és Petersen, C. (szerk.): *AI - Limits and Prospects of Artificial Intelligence*. 9–42. DOI: 10.14361/9783839457320-003
- Bhushan, S., Arunkumar, S., Eisa, T. A. E., Nasser, M., Singh, A. K. és Kumar, P. (2024): AI-Enhanced Dyscalculia Screening: A Survey of Methods and Applications for Children. *Diagnostics*. **14**. 13. sz., 1441. DOI: 10.3390/diagnostics14131441
- Bognár A. (2024): A mesterséges intelligencia jelentősége a pedagógusképzésben. *Pedagógusképzés*. **23**. 1. sz., 115–123. DOI: 10.37205/TEL-hun.2024.1.09
- Celik, I., Dindar, M., Muukkonen, H. és Järvelä, S. (2022): The Promises and Challenges of Artificial Intelligence for Teachers: A Systematic Review of Research. *TechTrends*. **66**. 4. sz., 616–630. DOI: 10.1007/s11528-022-00715-y
- Chen, I. D. S., Yang, C.-M., Wu, S.-S., Yang, C.-K., Chen, M.-J., Yeh, C.-H. és Lin, Y.-H. (2024): Continuous Recognition of Teachers' Hand Signals for Students with Attention Deficits. *Algorithms*. **17**. 7. sz., 300. DOI: 10.3390/a17070300
- Creswell, J. W. és Creswell, J. D. (2021): *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage Publications, London.
- Demeter Z. és Mező K. (2023a): A mesterséges intelligencia pedagógiai használatára vonatkozó hajlandóság vizsgálata gyógypedagógus hallgatók körében. *Különleges Bándsmód – Interdiszciplináris folyóirat*. **9**. 2. sz., 31–45. DOI: 10.18458/KB.2023.2.31
- Demeter Z. és Mező K. (2023b): Tanító szakos hallgatók és a mesterséges intelligencia. *Mesterséges intelligencia*. **5**. 1. sz., 73–87. DOI: 10.35406/MI.2023.1.73
- Drigas, A. és Ioannidou, R.-E. (2012): Artificial intelligence in special education: A decade review. *International Journal of Engineering Education*. **28**. 6. sz., 1366–1372.
- Edwards, B. I. és Cheok, A. D. (2018): Why Not Robot Teachers: Artificial Intelligence for Addressing Teacher Shortage. *Applied Artificial Intelligence*. **32**. 4. sz., 345–360. DOI: 10.1080/08839514.2018.1464286
- European Commission, AI HLEG (2019): *A definition of Artificial Intelligence: Main capabilities and scientific disciplines*, Shaping Europe's digital future. Letöltés: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/definition-artificial-intelligence-main-capabilities-and-scientific-disciplines> (2024. 02. 11.).

- Falus I. (2003): Az oktatás stratégiái és módszerei. In: Uő. (szerk.): *Didaktika. Elméleti alapok a tanítás tanulásához*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 243–293.
- Fang, L. és Zhang, J. (2019): Thoughts on the Application of Artificial Intelligence in Exceptional Child Education. *Journal of Physics: Conference Series*. **1325**. 1. sz. (012104). DOI: 10.1088/1742-6596/1325/1/012104
- Felix, C. V. (2020): The Role of the Teacher and AI in Education. In: Sengupta, E., Blessinger, P. és Makhanya, M. S. (szerk.): *International Perspectives on the Role of Technology in Humanizing Higher Education* (33. költ.). Emerald Publishing Limited, Leeds. 33–48. DOI: 10.1108/S2055-364120200000033003
- Ferrari, R. (2015): Writing narrative style literature reviews. *Medical Writing*. **24**. 4. sz., 230–235. DOI: 10.1179/2047480615Z.000000000329
- Fichten, C., Jorgensen, M., Havel, A., Vo, C. és Libman, E. (2022): AI-Based and Mobile Apps: Eight Studies Based on Post-Secondary Students' Experiences. *The Journal on Technology and Persons with Disabilities*. **10**. 97–114. Letöltés: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED620363.pdf> (2024. 03. 12.)
- Florea, A. M. és Radu, S. (2019): Artificial Intelligence and Education. In: *2019 22nd International Conference on Control Systems and Computer Science (CSCS)*. IEEE, Romania. 381–382. DOI: 10.1109/CSCS.2019.00069
- Garg, S. és Sharma, S. (2020): Impact of Artificial Intelligence in Special Need Education to Promote Inclusive Pedagogy. *International Journal of Information and Education Technology*. **10**. 7. sz., 523–527. DOI: 10.18178/ijiet.2020.10.7.1418
- G. Karácsony G. (2020): *Okoseszközök – Okos jog?* Akadémiai – Ludovika Egyetemi, Budapest. DOI: 10.1556/9789634549529
- Gökçearslan, Ş., Tosun, C. és Erdemir, Z. G. (2024): Benefits, Challenges, and Methods of Artificial Intelligence (AI) Chatbots in Education: A Systematic Literature Review. *International Journal of Technology in Education*. **7**. 1. sz., 19–39. DOI: 10.46328/ijte.600
- Gordosné Sz. A. (2004): A hagyományait megőrizve megújult magyar gyógypedagógiai tevékenység. In: Uő. (szerk.): *Gyógyító pedagógia. Nevelés és terápia*. Medicina Könyvkiadó, Budapest. 11–18.
- Green, B. N., Johnson, C. D. és Adams, A. (2006): Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: Secrets of the trade. *Journal of Chiropractic Medicine*. **5**. 3. sz., 101–117. DOI: 10.1016/S0899-3467(07)60142-6
- Greenhalgh, T., Thorne, S. és Malterud, K. (2018): Time to challenge the spurious hierarchy of systematic over narrative reviews? *European Journal of Clinical Investigation*. **48**. 6. sz., e12931. DOI: 10.1111/eci.12931
- Guan, J., Zhang, J. és Zhang, X. (2023): The Influence of Generative Artificial Intelligence on High School Students Academic Planning ChatGPT. *Lecture Notes in Education Psychology and Public Media*. **24**. 1. sz., 205–210. DOI: 10.54254/2753-7048/24/20230705
- Guilherme, A. (2019): AI and education: The importance of teacher and student relations. *AI & SOCIETY*. **34**. 1. sz., 47–54. DOI: 10.1007/s00146-017-0693-8
- Guneyso, O. A., Özgür, A., Asselborn, T., Johal, W., Yadollahi, E., Bruno, B., Skweres, M. és Dillenbourg, P. (2020): Iterative Design and Evaluation of a Tangible Robot-Assisted Handwriting Activity for Special Education. *Frontiers in Robotics and AI*. **7**, 29. DOI: 10.3389/frobt.2020.00029
- Hassija, V., Chamola, V., Mahapatra, A., Singal, A., Goel, D., Huang, K., Scardapane, S., Spinelli, I., Mahmud, M. és Hussain, A. (2024): Interpreting Black-Box Models: A Review on Explainable Artificial Intelligence. *Cognitive Computation*. **16**. 45–74. DOI: 10.1007/s12559-023-10179-8
- Holmes, W., Bialik, M. és Fadel, C. (2023): *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Center for Curriculum Redesign, Boston.
- Hopcan, S., Polat, E., Ozturk, M. és Ozturk, L. (2022): Artificial intelligence in special education: A systematic review. *Interactive Learning Environments*. **31**. 10. sz., 7335–7353. DOI: 10.1080/10494820.2022.2067186
- Horváth L. (2023): Feltáró szakirodalmi áttekintés a mesterséges intelligencia oktatási használatáról. *Pannon Digitális Pedagógia (E-Tanulás – Távoktatás – Oktatás-informatika)*. **3**. 5–17. DOI: 10.56665/PADIPE.2023.1.1

- Huang, L. (2023): Ethics of Artificial Intelligence in Education: Student Privacy and Data Protection. *Science Insights Education Frontiers*. **16**. 2. sz., 2577–2587. DOI: 10.15354/sief.23.re202
- Ilsurovna, D. I. és Zaripova, R. S. (2024): Current trends in the development of mobile applications and their impact on people's quality of life. *EKONOMIKA I UPRAVLENIE: PROBLEMY, RESHENIYA*. **4–7**. 145. sz., 55–62. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2024.04.07.009
- Javed, H. és Park, C. H. (2019): Interactions With an Empathetic Agent: Regulating Emotions and Improving Engagement in Autism. *IEEE Robotics & Automation Magazine*. **26**. 2. sz., 40–48. DOI: 10.1109/mra.2019.2904638
- Keshav, N. U., Vogt-Lowell, K., Vahabzadeh, A. és Sahin, N. T. (2019): Digital Attention-Related Augmented-Reality Game: Significant Correlation between Student Game Performance and Validated Clinical Measures of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). *Children (Basel, Switzerland)*. **6**. 6. sz. (72). DOI: 10.3390/children6060072
- Kneusel, R. T (2024): *How AI Works: From Sorcery to Science*. No Starch Press, San Francisco.
- Kolchenko, V. (2018): Can Modern AI replace teachers? Not so fast! *Artificial Intelligence and Adaptive Learning: Personalized Education in the AI age*. *HAPS Educator*. **22**. 3. sz., 249–252. DOI: 10.21692/haps.2018.032
- Lawrence, W., Nesbitt, P. és Clay Jr., H. (2024): Post-Pandemic Support for Special Populations in Higher Education through Generative Artificial Intelligence. *International Journal of Arts, Humanities & Social Science*. **5**. 5. sz., 72–78. DOI: 10.56734/ijahss.v5n5a6
- Leike, J. és Sutskever, I. (2023. 07. 05). *Introducing Superalignment*. Letöltés: <https://openai.com/blog/introducing-superalignment> (2024. 03. 03.).
- Lister, K., Coughlan, T., Kenny, I., Tudor, R. és Iniesto, F. (2021): Taylor, the Disability Disclosure Virtual Assistant: A Case Study of Participatory Research with Disabled Students. *Education Sciences*. **11**. 10. sz. (587). DOI: 10.3390/educsci11100587
- Luckin, R., Cukurova, M., Kent, C. és du Boulay, B. (2022): Empowering educators to be AI-ready. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. **3**. 100076. DOI: 10.1016/j.caeai.2022.100076
- Luckin, R., Holmes, W. és Forcier, L. B. (2016): *An argument for AI in Education*. Pearson, London. Letöltés: <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1475756> (2024. 03. 15.).
- Lytridis, C., Kaburlasos, V. G., Bazinas, C., Papakostas, G. A., Sidiropoulos, G., Nikopoulou, V.-A., Holeva, V., Papadopoulou, M. és Evangeliou, A. (2022): Behavioral Data Analysis of Robot-Assisted Autism Spectrum Disorder (ASD) Interventions Based on Lattice Computing Techniques. *Sensors (Basel, Switzerland)*. **22**. 2. sz. (621). DOI: 10.3390/s22020621
- Mahendher, S. és Bharadwaj, S. (2024): AN EXTENSIVE ANALYSIS OF THE HURDLES IN EMBRACING AI AMONG PEOPLE WITH SPECIAL NEEDS USING AHP. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*. **15**. 3. sz. DOI: 10.13033/ijahp.v15i3.1178
- Mallik, S. és Gangopadhyay, A. (2023): Proactive and reactive engagement of artificial intelligence methods for education: a review. *Frontiers in Artificial Intelligence*. **6**. DOI: 10.3389/frai.2023.1151391
- Mesterházi Zs. (2007): Változik-e a gyógypedagógia identitása? *Iskolakultúra*. **17**. 6–7. sz., 150–163.
- Mező F. és Mező K. (2019): Interdiszciplináris kapcsolódási lehetőségek a mesterséges intelligenciára irányuló cél-, eszköz- és hatásorientált kutatáshoz. *Mesterséges intelligencia*. **1**. 1. sz., 9–29. DOI: 10.35406/MI.2019.1.9
- Mező K. és Szabóné Burik E. (2021): A robotokkal történő oktatás az élménypedagógia aspektusából. *Mesterséges intelligencia*. **3**. 2. sz., 19–32. DOI: 10.35406/MI.2021.2.19
- Mondal, K. (2019): A Synergy of Artificial Intelligence and Education in the 21st Century Classrooms. *2019 International Conference on Digitization (ICD)*. 68–70. DOI: 10.1109/ICD47981.2019.9105727
- Nahalka I. (2003): A tanulás. In: Falus I. (szerk.): *Didaktika. Elméleti alapok a tanítás tanulásához*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 103–136.

- Nguyen, A., Ngo, H. N., Hong, Y., Dang, B. és Nguyen, B. P. T. (2023): Ethical principles for artificial intelligence in education. *Education and Information Technologies*. **28**. 4. sz., 4221–4241. DOI: 10.1007/s10639-022-11316-w
- Ojha, D. S. T. (2022): Artificial Intelligence In Special Education. *Journal of Positive School Psychology*. **6**. 6. sz., 8341–8345. Letöltés: <https://journalppw.com/index.php/jpsp/article/view/9109> (2024. 03. 15.).
- Omankwu, O. C., Nwagu, C. K. és Inyama, H. (2017): Robotics and Artificial Intelligence: Differences and Similarities. *Journal of Computer Science*. **15**. 12. sz.
- Onwuegbuzie, A. J. és Frels, R. (2016): *Seven steps to a comprehensive literature review: A multimodal & cultural approach*. Sage Publications, London.
- O’Neil, C. (2022): *Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy*. Crown Publishing Group, New York.
- Papadopoulou, M. T., Karageorgiou, E., Kechayas, P., Geronikola, N., Lytridis, C., Bazinas, C., Kourampa, E., Avramidou, E., Kaburlasos, V. G. és Evangeliou, A. E. (2022): Efficacy of a Robot-Assisted Intervention in Improving Learning Performance of Elementary School Children with Specific Learning Disorders. *Children (Basel, Switzerland)*. **9**. 8. sz. (1155). DOI: 10.3390/children9081155
- Papakostas, G. A., Sidiropoulos, G. K., Lytridis, C., Bazinas, C., Kaburlasos, V. G., Kourampa, E., Karageorgiou, E., Kechayas, P. és Papadopoulou, M. T. (2021): Estimating Children Engagement Interacting with Robots in Special Education Using Machine Learning. *Mathematical Problems in Engineering*. **2021**. 1–10. DOI: 10.1155/2021/9955212
- Popenici, S. A. D. és Kerr, S. (2017): Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*. **12**. 1. sz., 22. DOI: 10.1186/s41039-017-0062-8
- Radácsi L. (2024): *Gondolkodj okosan! – Az intellektuális szupererő*. MCC Press, Budapest.
- Rice, M. és Dunn, S. (2023): The Use of Artificial Intelligence with Students with Identified Disabilities: A Systematic Review with Critique. *Computers in the Schools*. **40**. 4. sz., 370–390. DOI: 10.1080/07380569.2023.2244935
- Romero, C. és Ventura, S. (2020): Educational data mining and learning analytics: An updated survey. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery*. **10**. 3. sz. (e1355). DOI: 10.1002/widm.1355
- Russell, S. J. és Norvig, P. (2020): *Artificial Intelligence: A modern approach* (4. kiadás.). Pearson, London.
- Sadiku, M. N. O., Ashaolu, T. J., Ajayi-Majebi, A. és Musa, S. M. (2021): Artificial Intelligence in Education. *International Journal of Scientific Advances*. **2**. 1. sz. DOI: 10.51542/ijscia.v2i1.2
- Sadhana, B. és Yadav, D. S. (2024): Ethical considerations in AI-driven education: Balancing innovation and responsibility. *International Journal of Innovative Research in Technology*. **10**. 10. sz., 49–53. Letöltés: https://ijirt.org/master/publishedpaper/IJIRT162392_PAPER.pdf (2024. 10. 17.).
- Selwyn, N. (2022): The future of AI and education: Some cautionary notes. *European Journal of Education*. **57**. 4. sz., 620–631. DOI: 10.1111/ejed.12532
- Shah, P. (2023): *AI and the Future of Education: Teaching in the Age of Artificial Intelligence*. John Wiley & Sons, New Jersey.
- Shokat, S., Riaz, R., Rizvi, S. S., Khan, I. és Paul, A. (2022): Characterization of English Braille Patterns Using Automated Tools and RICA Based Feature Extraction Methods. *Sensors (Basel, Switzerland)*. **22**. 5. sz. (1836) DOI: 10.3390/s22051836
- Smith, S. J., Mosher, M., Rowland, A., Goldman, S. és Carreon, A. (2024): A Guide for Special Education Leaders to Utilize Artificial Intelligence: Students’ Perspectives for Future Consideration. *Journal of Special Education Leadership*. **37**. 2. sz., 77–92.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*. **104**. 333–339. DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.07.039

- Soykan, E., Özdamli, F. és Özcan, D. (2017): The Emotional Analysis of Children with Special Needs During Tablet Usage in Education. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering & Education (IJCRSEE)*. **5**, 2. sz., 57–64. DOI: 10.5937/IJCRSEE1702057S
- Srivastava, S., Varshney, A., Katyal, S., Kaur, R. és Gaur, V. (2021): A smart learning assistance tool for inclusive education. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*. **40**, 6. sz., 11981–11994. DOI: 10.3233/JIFS-210075
- Szabóné Balogh Á. (2023): Mesterséges intelligencia az oktatásban. *Mesterséges intelligencia*. **5**, 2. sz., 51–61. DOI: 10.35406/MI.2023.2.51
- UNESCO (2015): *Qingdao Declaration: Seize digital opportunities, lead education transformation*. UNESCO IITE. Letöltés: <https://iite.unesco.org/publications/qingdao-declaration-seize-digital-opportunities-lead-education-transformation/> (2024. 02. 27.).
- UNESCO (2019): *Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education*. UNESCO Digital Library. Letöltés: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303> (2024. 02. 27.).
- U.S. Department of Education (USDoE) (2023): Office of Educational Technology. *Artificial intelligence and future of teaching and learning: Insights and recommendations*. Letöltés: <https://www.ed.gov/sites/ed/files/documents/ai-report/ai-report.pdf> (2024. 09. 12.).
- Vahabzadeh, A., Keshav, N. U., Abdus-Sabur, R., Huey, K., Liu, R. és Sahin, N. T. (2018): Improved Socio-Emotional and Behavioral Functioning in Students with Autism Following School-Based Smartglasses Intervention: Multi-Stage Feasibility and Controlled Efficacy Study. *Behavioral Sciences (Basel, Switzerland)*. **8**, 10. sz. (85). DOI: 10.3390/bs8100085
- Vinichenko, M., Rybakova, M., Vinogradova, M., Malyshev, M. és Maksimov, A. (2020): The Effect of Digital Economy and Artificial Intelligence on The Participants of The School Educational Process. *Propósitos y Representaciones*. **8**. DOI: 10.20511/pyr2020.v8nSPE2.694
- Watters, J. D., Hill, A., Weinrich, M., Supalo, C. és Jiang, F. (2021): An Artificial Intelligence Tool for Accessible Science Education. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*. **24**, 1. sz., 1–14. DOI: 10.14448/jesd.13.0010
- Xu, W. és Ouyang, F. (2022): A systematic review of AI role in the educational system based on a proposed conceptual framework. *Education and Information Technologies*. **27**, 3. sz., 4195–4223. DOI: 10.1007/s10639-021-10774-y
- Zawacki-Richter, O., Kerres, M., Bedenlier, S., Bond, M. és Buntins, K. (szerk., 2020): *Systematic Reviews in Educational Research*. Springer, Wiesbaden. DOI: 10.1007/978-3-658-27602-7
- Zhang, H., Wang, S., Zong, S., Wu, H., Jiang, R., Cui, Y., Li, S. és Luo, H. (2024): Impact of intelligent learning environments on perception and presence of hearing-impaired college students: Findings of design-based research. *Educational Technology & Society*. **27**, 4. sz., 352–374. DOI: 10.30191/ETS.202410_27(4).SP09
- Zohuri, B. (2024): Revolutionizing Education: The Dynamic Synergy of Personalized Learning and Artificial Intelligence. *International Journal of Advanced Engineering and Management Research*. **9**, 1. sz., 143–153. DOI: 10.51505/ijaemr.2024.9111
- 245/2024. (VIII. 8.) Korm. rendelet a nevelési-oktatási intézményekben a tiltott és a használatában korlátozott tárgyak köréről, valamint a tárgyakra vonatkozó eljárásrend részletes szabályairól. Letöltés: <https://njt.hu/jogszabaly/2024-245-20-22> (2024. 09. 12.).