

Eötvös Loránd Tudományegyetem  
Bárczi Gusztáv Gyógypedagógiai Kar  
1097 Budapest, Ecseri út 3.



**Mesterséges intelligencia a gyógypedagógiában -  
szisztematikus irodalmi áttekintés**

Témavezető: dr. Virányi Anita

Borsodi Zsófia  
Gyógypedagógia mesterképzési szak, gyógypedagógiai terápia specializáció,  
levelező tagozat

Budapest, 2024

## Tartalomjegyzék

|                                                                                                                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Bevezetés.....                                                                                                                                                                                 | 3  |
| 1.1. Problémafelvetés .....                                                                                                                                                                       | 3  |
| 2. Elméleti háttér .....                                                                                                                                                                          | 4  |
| 2.1. Kulcsfogalmak, a dolgozat értelmezési keretei.....                                                                                                                                           | 4  |
| 2.1.1. Intelligencia.....                                                                                                                                                                         | 4  |
| 2.1.2. Mesterséges intelligencia .....                                                                                                                                                            | 6  |
| 2.1.2.1. A mesterséges intelligencia rövid története.....                                                                                                                                         | 6  |
| 2.1.2.2. A mesterséges intelligencia fogalma.....                                                                                                                                                 | 8  |
| 2.1.2.3. A mesterséges intelligencia kategóriái .....                                                                                                                                             | 13 |
| 2.1.2.4. A mesterséges intelligencia teljesítménye napjainkban .....                                                                                                                              | 17 |
| 2.1.3. Gyógypedagógiai nevelés-oktatás, a nevelés és terápia összefüggései.....                                                                                                                   | 19 |
| 2.2. Kutatási előzmények .....                                                                                                                                                                    | 21 |
| 2.2.1. Mesterséges intelligencia a többségi oktatásban.....                                                                                                                                       | 21 |
| 2.2.2. Mesterséges intelligencia a gyógypedagógiai nevelés-oktatásban.....                                                                                                                        | 24 |
| 2.2.3. A technológiai fejlődés dilemmái és lehetőségei a (gyógy)pedagógusi szerep<br>átformálásában .....                                                                                         | 28 |
| 3. A kutatás.....                                                                                                                                                                                 | 30 |
| 3.1. A kutatás célja .....                                                                                                                                                                        | 30 |
| 3.2. Kutatási kérdések .....                                                                                                                                                                      | 30 |
| 3.3. A kutatás módszertana.....                                                                                                                                                                   | 31 |
| 3.4. A kutatás folyamata.....                                                                                                                                                                     | 31 |
| 3.4.1. Keresőszavak meghatározása.....                                                                                                                                                            | 31 |
| 3.4.2. Keresés az adatbázisokban.....                                                                                                                                                             | 33 |
| 3.4.3. Beválogatási és kizárási folyamat .....                                                                                                                                                    | 34 |
| 3.4.4. A kutatás nehézségei, korlátai .....                                                                                                                                                       | 44 |
| 3.4.5. A kutatás eredményei .....                                                                                                                                                                 | 45 |
| 3.4.5.1. Hogyan értelmezik a mesterséges intelligencia fogalmát a vizsgált tanulmányok?<br>45                                                                                                     |    |
| 3.4.5.2. Milyen mesterséges intelligencián alapuló eszközöket alkalmaznak a vizsgált<br>tanulmányokban? .....                                                                                     | 47 |
| 3.4.5.3. Milyen céllal használják a mesterséges intelligenciát a vizsgált tanulmányok? ....                                                                                                       | 49 |
| 3.4.5.4. Milyen tevékenységekre használják a mesterséges intelligenciát a vizsgált<br>tanulmányok? .....                                                                                          | 51 |
| 3.4.5.5. Milyen populáció, fogyatékossgáttípus jelenik meg a vizsgált tanulmányokban? .                                                                                                           | 54 |
| 3.4.5.6. A mesterséges intelligencia alkalmazásának milyen formájában és szakaszában<br>jelenik meg a gyógypedagógiai ellátásban részesülő személy részvétele a vizsgált<br>tanulmányokban? ..... | 55 |

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.   Diszkusszió .....                                                                       | 57 |
| Mellékletek.....                                                                             | 72 |
| 1. melléklet: Keresőkifejezések és logikai operátorok kialakítása az EBSCO adatbázisban..... | 72 |

## Ábrajegyzék

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. ábra: A mesterséges intelligencia típusai az MI képességei alapján .....                     | 14 |
| 2. ábra: Az MI főbb aldiszciplínái és a köztük lévő kapcsolat.....                              | 16 |
| 3. ábra: A mesterséges intelligencia elhelyezkedése az Ackoff-féle tudáspiramison .....         | 18 |
| 4. ábra: A mesterséges intelligencia kapcsolata néhány kiemelt társtémával .....                | 22 |
| 5. ábra: A mesterséges intelligencia potenciális szerepei a tanulás-tanítás támogatásában ..... | 29 |
| 6. ábra: A beválogatási és kizárási folyamat lépései .....                                      | 35 |
| 7. ábra: A mesterséges intelligencia értelmezésének eloszlása .....                             | 46 |
| 8. ábra: A mesterséges intelligencia alkalmazott eszközei.....                                  | 49 |
| 9. ábra: A mesterséges intelligencia alkalmazásának céljai .....                                | 51 |
| 10. ábra: A mesterséges intelligencia használatában megjelenő tevékenységek.....                | 54 |
| 11. ábra: Tanulmányok száma a bevonás mértékében.....                                           | 57 |
| 12. ábra: Infografika a mesterséges intelligencia jellemzőiről.....                             | 60 |

## Táblázatjegyzék

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. táblázat. A mesterséges intelligencia különböző meghatározásainak kategorizációja ..... | 10 |
| 2. táblázat: Kiinduló keresőkifejezések az adatbázisokban való kereséshez .....            | 32 |
| 3. táblázat: Találatok az adatbázisokban szűkítések nélkül.....                            | 33 |
| 4. táblázat: Beválogatási és kizárási kritériumok.....                                     | 34 |
| 5. táblázat: Kizárások okai .....                                                          | 36 |
| 6. táblázat: A beválasztott tanulmányok főbb jellemzői.....                                | 37 |

# 1. Bevezetés

A mesterséges intelligencia (MI) az oktatás területén már régóta tárgyalt téma, de a technológiai fejlődés és a ChatGPT körül kialakult médiaérdeklődés új lendületet adott a diskurzusnak. Az MI gyors fejlődése jelentős lehetőségeket kínál a gyógypedagógia területén (Demeter & Mező, 2023a), azonban az alkalmazás és kutatás terén még sok kérdés megválaszolatlan maradt. A mesterséges intelligencia minden tudományterület felől megközelíthető, kialakulásának kezdetétől interdiszciplináris együttműködésekkel építkező terület (Mező F. & Mező, 2020), indokolt tehát, hogy a gyógypedagógiai felhasználás irányából is megközelítsük. Virányi (2014) megállapításaival összhangban kijelenthető, hogy a gyógypedagógia nem szigetelhető el a társadalmi és technológiai trendektől, és ezért elengedhetetlen, hogy a gyógypedagógiai gyakorlat alkalmazkodjon az információs társadalom újdonságaihoz és azok kihívásaihoz.

Bár oktatási szakemberek számára nem szükséges a mesterséges intelligencia működésének mély technikai ismerete, a technológia működésének alapszintű megértése nélkülözhetetlen ahhoz, hogy magabiztosan eligazodjunk az alkalmazási lehetőségek között. Demeter és Mező (2023a) egy nagyobb tanulmány részeként vizsgálta a gyógypedagógia-szakos hallgatók mesterséges intelligencia használatára vonatkozó hajlandóságát. Az eredmények azt mutatták, hogy a gyógypedagógus hallgatók általában kevésbé nyitottak az MI alkalmazására, azonban továbbképzések és megfelelő ismeretek megszerzése esetén kipróbálnák. Az MI-technológiákat övező számos félelem és félreértés talán abból is eredhet, hogy nem rendelkezünk kellő ismerettel a mögöttes modellekről, a hatékony és etikus alkalmazás lehetőségeiről és korlátairól (Szűts, 2024). Ez a tudásdeficit lényegesen befolyásolhatja az MI-technológiák megértését és a hozzájuk való viszonyulást. Egy erre a hiányra reagáló elméleti bevezető mellett szakdolgozatom célja a rendelkezésre álló szakirodalom áttekintése ezen a területen, és a mesterséges intelligencia potenciális előnyeinek és kihívásainak feltárása a gyógypedagógiai gyakorlatban.

## 1.1. Problémafelvetés

Az előzmények áttekintésekor nem maradhat reflektálatlanul, hogy az infokommunikációs technológiák (IKT) gyógypedagógiai alkalmazása kapcsán rendelkezésünkre állnak hazai kutatások. A technológiai eszközök használata a gyógypedagógia területén is rohamosan terjed a folyamatos digitális fejlődésnek köszönhetően (Vágó-Kürti & Virányi, 2023), az MI pedig gyakran épít az IKT eszközök és platformok által nyújtott infrastruktúrára.

A későbbiekben bemutatott kutatásokból (pl. Javed & Park, 2019- USA; Papakostas et al.- Görögország, 2021; Srivastava et al., 2021- India) is látható, hogy a mesterséges intelligencia alkalmazása globális kérdés. A fogalmának sokfélesége és az egységes meghatározások hiánya kihívást jelenthet az MI technológiák megértésében, ami gátat szabhat hatékony és etikus felhasználásuknak a pedagógiai és gyógypedagógiai gyakorlatban.

Míg a gyógypedagógiai felhasználására vonatkozóan számos nemzetközi kutatást találunk, addig ezzel a témával hazai szinten jóval kevesebb vizsgálat foglalkozik, ami szintén megnehezítheti a tudásátadást és az innováció terjedését ezen a területen. Jelen szakdolgozat írásáig nem készült magyar nyelven szisztematikus összefoglaló tanulmány az MI gyógypedagógiai alkalmazásáról. Ebből adódóan célom, hogy szakdolgozatom létrehozásával hozzájáruljak a téma megértéséhez helyzetképet nyújtva az aktuális helyzetről, ez alapján javaslatokat adva a jövőbeli kutatások számára.

## **2. Elméleti háttér**

### **2.1. Kulcsfogalmak, a dolgozat értelmezési keretei**

#### **2.1.1. Intelligencia**

Amikor a mesterséges intelligenciáról gondolkodunk, érdemes egy rövid kitekintést szentelni az intelligencia fogalmának meghatározására. Az intelligencia definiálása azonban nem egyértelmű feladat, tekintve, hogy számos elmélet különböző szempontokat hangsúlyoz, és az elméletalkotók között nincs teljes egyetértés (Meggyesné Hosszu & Nagyné Hegedűs, 2015). Vannak, akik az intelligenciát az észlelési és problémamegoldó képességek alapján határozzák meg (pl. Francis Galton és Alfred Binet), míg mások inkább a racionális gondolkodást, a tanulási képességet és az alkalmazkodóképességet emelik ki (pl. David Wechsler).

Sir Francis Galton azon az állásponton volt, hogy az intelligencia egy különleges és öröklődő észlelési és érzékelési képesség. Más szóval, minél érzékenyebb az egyén észlelési rendszere, annál magasabb az intelligenciaszintje. Alfred Binet ezzel szemben az intelligenciát nem az észlelés és érzékelés dimenzióján keresztül közelítette meg, hanem a gondolkodási és problémamegoldási képességek összességéként definiálta (Atkinson & Hilgard, 2005). David Wechsler nézetében az intelligencia egy olyan összetett, globális képesség, amely lehetővé teszi az egyén számára, hogy célszerűen cselekedjen, racionálisan gondolkodjon és hatékonyan kommunikáljon környezetével (Wechsler, 1958). Az intelligencia egy részletesen meghatározott, operacionalizált fogalma szerint egy általános mentális képességként

azonosítható, amelybe beletartozik a következtetés, a tervezés, a problémamegoldás, az absztrakt gondolkodás, a komplex gondolatok megértése, a gyors tanulás, valamint a tapasztalatokból való tanulás képessége (Schalock et al., 2007).

Az intelligencia meghatározásainak ismeretében tehát mitől tekintünk egy gépet intelligensnek? Turing (1950) megközelítése szerint, amikor egy gép képes utánozni az emberi válaszokat olyan módon, hogy az emberi megfigyelő nem tudja megkülönböztetni a gép válaszait a humán válaszoktól, akkor azt mondhatjuk, hogy a gép „átment” a Turing-teszten, tehát rendelkezik mesterséges intelligenciával.

John R. Searle (1984) „kínai szoba” néven ismertté vált elmefilozófiai gondolat kísérletében kétségbe vonta a mesterséges intelligencia valódi tudatosságát és értelmi képességeit, mely jelentős hatást gyakorolt a mesterséges intelligencia és a filozófia területén folyó vitákra. Searle gondolat kísérlete szerint a szerző egy bezárt szobában ül, és csak egy kis résen keresztül tud kommunikálni a külvilággal. Ezen keresztül kínai jeleket csúsztatnak be neki, amelyeket ő nem ért, viszont rendelkezik az anyanyelvén írt szótárral és egy szabálykönyvvel, amelyeket követve mindenféle, számára értelmetlennek tűnő lépéseket végez, végül kicsúsztat egy lapot, amelyen egy tökéletesen megfogalmazott kínai válasz található. Érvelése szerint bár kívülről úgy tűnhet, mintha egy kínai emberrel kommunikálnánk, aki mindenre átgondolt választ tud adni, valójában egyáltalán nem ért kínaiul. Nincs szó tehát valódi megértésről, gondolkodásról vagy elméről, mindez csupán szimuláció. Searle arra a következtetésre jutott, hogy a számítógépek is ugyanígy működnek: bár képesek lehetnek bonyolult feladatokat elvégezni és válaszokat adni adott információkra, ez nem jelenti azt, hogy valóban értik azokat az információkat, vagy rendelkeznek valódi tudatossággal. Álláspontja szerint a számítógépek sosem lesznek igazi értelemben véve intelligensek vagy tudatos entitások.

A gépi és az emberi intelligencia kapcsolatát összefoglalva elmondható, hogy az intelligenciát általában azoknak a képességeknek az összességével társítjuk, amelyek lehetővé teszik az adott entitás számára – legyen az ember vagy gép – hogy megértse a környezetét, tanuljon belőle, alkalmazkodjon hozzá, és célszerűen cselekedjen. Az intelligencia jellemzői közé tartozik a problémamegoldás, a tanulás, az adaptáció, a kreativitás, a tervezés és az érvelés. Emellett az intelligens rendszerek képesek lehetnek a kommunikációra, az érzékelésre, az észlelésre és a döntéshozatalra is. A későbbiekben látni fogjuk, hogy a mesterséges intelligencia esetében nem feltétlenül arról beszélünk, hogy a gép tökéletesen utánozza az emberi intelligencia képességét, tekintve, hogy más folyamatokra is képes, illetve bizonyos területeken nagyobb kapacitásokkal rendelkezik.

## **2.1.2. Mesterséges intelligencia**

### **2.1.2.1. A mesterséges intelligencia rövid története**

Az emberiség ősidők óta törekszik arra, hogy az adott kor technológiai fejlettségétől függően mesterséges eszközök alkalmazásával kibővítse természeti adottságait. A mesterséges intelligencia gyökereit először az irodalom, a filmművészet és a képzőművészet területén kell keresnünk, mivel ezek az emberi képzeletnek köszönhetően előbbre jártak a technológia tudományos megalapozásánál (Necz, 2018). A technológiai területen az első megvalósítások közé sorolhatók olyan eszközök, mint Kempelen Farkas sakkozógépe vagy Jacques de Vaucanson automata gépezetei a tizennyolcadik század második feléből. Bár ezek a gépek rendelkeztek bizonyos mozgási vagy reakcióképességgel, az intelligencia legcsekélyebb formáját sem mutatták, inkább csak kuriózumoknak számítottak korukban. Mégis, már ezekben az eszközökben visszaköszön az ember alkotói vágya és kíváncsisága intelligens entitások létrehozására és a természet működésének utánzására (Necz, 2022).

A 20. század közepére a technológia jelentős előrehaladása, különösen a számítógépek megjelenése új lehetőségeket teremtett az ember számára, hogy az egyik legértékesebbnek tartott tulajdonságát, az intelligenciáját részben mesterséges eszközökkel helyettesítse vagy kiegészítse. Ez az előrehaladás nyitott utat a mesterséges intelligencia koncepciójának kialakításához és fejlesztéséhez (Négyesi, 2017).

A mesterséges intelligencia megalkotásának közvetlen okai között kiemelendő, hogy bizonyos problémák megoldására alkalmatlannak vagy korlátozottan alkalmazhatónak bizonyultak az ún. „rule-based” megközelítések, amelyekben programutasítások határozzák meg a rendszer működését (Russell & Norvig, 2020). Ezeknek a korlátoknak a feloldására hozták létre a gépi tanulási algoritmusokat, amelyek segítségével hatékonyabban és rugalmasabban lehet megoldásokat találni. A gépi tanulás az adatok elemzése és értelmezése révén teszi lehetővé, hogy a rendszerek alkalmazkodjanak a környezeti változásokhoz és hatékonyan megoldjanak összetett problémákat.

A mesterséges intelligenciához kapcsolódó alapok lerakását az 1940-es évek végére és az 1950-es évek elejére tehetjük. Ebben a folyamatban kulcsfontosságú szerepet játszott az emberi idegrendszer neuronjainak tanulmányozása alapján létrejött neurális hálózatok működésének matematikai modellezése, valamint a Hebb-féle tanuláselmélet, amely az idegsejtek közötti szinapszisok erősödését írta le a tanulás folyamatában (G. Karácsony, 2020).

Az első jelentős, teljes körű koncepciót a mesterséges intelligenciáról 1950-ben fogalmazta meg Alan Turing, a második világháború idején az Enigma kódját feltörő angol matematikus. „Computing Machinery and Intelligence” című tanulmányában foglalta össze a híres Turing-teszt alapjait, valamint kifejtette a gépi tanulás, a genetikai algoritmusok és a megerősítéses tanulás fogalmát, melyek máig alapvető fontosságúak a területen (Turing, 1950).

A mesterséges intelligencia kifejezés megjelenése is az 1950-es évekre tehető. A kifejezést John McCarthy használta először az 1956 nyarán megtartott darthmouthi munkatalálkozón, illetve az azt összehívó előkészítő anyagban. McCarthy ekkor a Darthmouth College fiatal matematika adjunktusa volt, a kutatási projekt a kor neves kutatóit fogta össze a számítástechnika és a kognitív tudomány területéről. Az eseményt széles körben a mesterséges intelligencia kutatási területét megalapozó mérföldkőnek tartják. A munkatalálkozót azon feltételezés vizsgálatának szentelték, hogy a tanulás minden aspektusa vagy az intelligencia bármely más jellemzője elméletileg olyan pontosan leírható, hogy azt egy géppel szimulálni lehet (McCarthy et al., 2006). Megjegyezném, hogy a munkatalálkozó összehívását szorgalmazó javaslat végén a témában érintett kutatók között feltűnik Kemény János György (John G. Kemeny), magyar-amerikai matematikus, számítástechnikus neve is, aki kiemelkedően fontos szerepet játszott a számítógépes programozás elterjesztésében és az informatika oktatásának fejlesztésében, különösen a BASIC programozási nyelv létrehozásával (Varga, 2016).

A tudományos status quo szerint innen datálódik a mesterséges intelligencia kutatásának önállósodása. Ebben az időszakban nyilvánvalóvá vált, hogy az MI nem csupán a matematika egy ága, és nem tartozik szorosan az irányításelmélet, operációkutatás vagy döntésemélet keretei közé sem, bár hasonlóságok mutathatók ki közöttük. E területek közül szűkebb értelemben kizárólag a mesterséges intelligencia tekinthető a számítógépes tudományok egyik ágának. Továbbá, az MI területén a fókusz a gépek változó környezetben is autonóm módon történő működésének kialakítására és olyan emberi képességek reprodukálására irányul, mint a kreativitás, az önfejlesztés és a nyelvhasználat. Ezek a kérdések kizárólag az MI kutatásában kerültek komolyabb vizsgálat alá, míg más területeken kevésbé vagy egyáltalán nem voltak prioritást élvező témák (Russell & Norvig, 2016).

Az 1950-es évek végére John McCarthy dolgozta ki az MI programozására szolgáló alapvető programnyelvet, a Lisp-et, melyhez társított egy hipotetikus programot, az Advice Takert, melyet az első teljes mesterséges intelligencia rendszernek tekinthetünk. A program egy tudásalapú megoldást alkalmazott egy probléma megoldására, amihez általános tudásra volt szüksége a világról. A program lényegében a tudás reprezentációjának és a következtetés

elveinek alapjait testesítette meg, hangsúlyozva azt, hogy előnyös, ha explicit és formális reprezentációval rendelkezünk a világról és az ágens cselekvéseinek eredményeiről, valamint képesek vagyunk ezeket a reprezentációkat deduktív módon manipulálni (Russell & Norvig, 2016).

Az időszak kezdetén tapasztalt váratlan sikerek bátorítóan hatottak a szakemberekre, akik – még a korai számítógépek korlátaival is – olyan eredményeket értek el, amelyek meghaladták a várakozásokat. Ez motivációként szolgált az MI iránti ambíciók növelésére, azonban sokszor ezek az ígéretek meghaladták az akkori technológiai képességeket, ami csalódásokhoz vezetett és hozzájárult a kutatási lendület hanyatlásához (G. Karácsony, 2020).

A lendületvesztést követően az 1980-as évek végén és az 1990-es évek elején újabb fejlesztések történtek az MI terén, amelyek lehetővé tették a gépek számára, hogy összetettebb problémákat oldjanak meg, például hangok és képek felismerését. Az elérhető számítási kapacitás növekedése és az algoritmusok finomodása jelentősen hozzájárult az MI további előretöréséhez (G. Karácsony, 2020).

A 21. században az MI hatékony alkalmazása számos területen elérhetővé vált, például az önvezető járművek, a virtuális asszisztensek és a személyre szabott ajánlórendszerek esetében. Jelentős áttörések történtek az MI alkalmazása terén a 2020-as évek elején is, például 2021-ben a koronavírus-járvány idején a Google és a DeepMind fontos kutatási munkát végzett a koronavírushoz (SARS-CoV-2) kapcsolódó fehérjeszerkezetek előrejelzésével csupán az aminosav-szekvenciák alapján. A fehérjeszerkezetek pontos ismerete kritikus fontosságú a gyógyszerfejlesztésben, mivel lehetővé teszi olyan molekulák tervezését, amelyek specifikusan kötődnek a vírus fehérjéihez és gátolják azok működését (Mehta & Shukla, 2022). 2022 végén az OpenAI elérhetővé tette a ChatGPT-t, egy nagy nyelvi modellekre épülő chatbotot és virtuális asszisztentst, amely világszerte nagy figyelmet kapott a bonyolult nyelvi megértési és generálási feladatokban elért teljesítménye miatt (Wu et al., 2023).

#### **2.1.2.2. A mesterséges intelligencia fogalma**

A mesterséges intelligencia szükségszerűen örökölte az intelligencia definiálásával kapcsolatos nehézségeket. Jelenleg nincs általánosan elfogadott, tudományos definíciója (Russell & Norvig, 2020), több, párhuzamosan versengő értelmezése létezik. Bár egyes szerzők szerint a pontos meghatározás hiányából adódó rugalmas megközelítés előnyös is lehet, sőt, lehetővé tette a terület gyorsabb és szélesebb körű fejlődését (Mitchell, 2019), dolgozatomban részletesebben foglalkozom a fogalom kérdéskörével. Az értelmezési keret meghatározása

megkülönbözteti az MI-t más technológiáktól, azonosítja az alkalmazási területeket, elősegíti a rendszerbeli megértést és segíti a kommunikációt más szakemberekkel.

A megfogalmazást azonban különösen megnehezíti, hogy egy műszaki-informatikai kutatások és fejlesztések során kialakított entitást igazítunk a humán intelligencia koncepciójához (G. Karácsony, 2020), amelynek – ahogy a fentiekben is látható – szintén sokféle meghatározását ismerjük.

Smibert a mesterséges intelligenciát olyan gépi viselkedésként értelmezi, „amit intelligensnek tartanánk, ha nem egy számítógép, hanem egy ember hajtaná végre” (Smibert, 2020, p. 8.).

Grewal (2014, p. 13.) szerint a mesterséges intelligencia „egy olyan mechanikus szimulációs rendszer, amely a tudás és információ gyűjtését, az intelligencia feldolgozását (összegzés és értelmezés), valamint azt követően alkalmazható intelligencia formájában történő terjesztését szolgálja a jogosultak számára”.

Russel és Norvig (2020) a mesterséges intelligenciát olyan ágensek tanulmányozásaként definiálják, amelyek információkat gyűjtenek a környezetükből (érzékelések formájában), majd ezek alapján döntenek és cselekednek.

Az Európai Bizottság mesterséges intelligenciával foglalkozó magas szintű szakértői csoportja megfogalmazásában „a mesterséges intelligencia (MI) olyan rendszereket ír le, amelyek környezetük elemzésén és különféle – bizonyos mértékig önálló – cselekedetek konkrét célok elérése érdekében történő megvalósításán keresztül intelligens viselkedést mutatnak. Az MI-alapú rendszerek lehetnek tisztán szoftveralapúak, a virtuális világban fellépve (például digitális asszisztens, képelemző szoftver, keresők, beszéd- és arc-felismerő rendszerek), vagy beágyazódhatnak hardvereszközökbe (például fejlett robotok, önvezető autók, drónok és a dolgok internete alkalmazások).” (European Commission, AI HLEG, 2018 idézi Európai Unió Alapjogi Ügynöksége, 2021, p. 1.).

A mesterséges intelligencia definíciójának vizsgálatakor olyan elméletalkotói nézettel is találkozhatunk, amely a pontos definícióalkotást a jövő kihívásának tekinti, és a jelenkori vizsgálatok számára egy normatív megközelítésű mesterséges intelligencia-fogalmat ajánl, mely szerint „a mesterséges intelligencia az, amit annak tekintünk” (Miskolczi, n.d., idézi Ambrus, 2020).

Az MI-t övező fogalmak részletes és átfogó vizsgálata túlnyúlik a dolgozat keretein. A téma szakértői közül többen az „intelligenciát” az emberi teljesítményhez való hasonlóság alapján

határozták meg, míg mások inkább egy absztrakt intelligencia-definíciót részesítenek előnyben, amelyet racionálisnak neveztek. Az elnevezések tárgya maga is változó: néhányan ezt az intelligenciát belső gondolkodási folyamatok és következtetések jellemzőjeként definiálják, míg mások a külső megjelenésére, az intelligens viselkedésre összpontosítanak. Ezeket a szerzői nézeteket Russell és Norvig (2016) két dimenzió mentén rendszerezték, melyek összefoglalása az 1. táblázatban látható.

1. táblázat. A mesterséges intelligencia különböző meghatározásainak kategorizációja *(saját szerkesztés Russell & Norvig (2016 p. 2.) alapján)*

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gondolkodási folyamatok és érvelés | <b>Emberien gondolkodó rendszer</b><br>„Izgalmas, újszerű kísérlet, hogy a számítógépet gondolkodásra készítsük – tudatos gépek, e fogalom teljes és szó szerinti értelmében”. (Haugeland, 1985, idézi Russell & Norvig, 2016) | <b>Racionálisan gondolkodó rendszer</b><br>„A mentális képességek tanulmányozása számítási modellek segítségével”. (Charniak & McDermott, 1985, idézi Russell & Norvig, 2016) |
|                                    | <b>Emberien cselekvő rendszer</b><br>„az olyan funkciókat teljesítő gépi rendszerek létrehozásának a művészete, amelyhez intelligencia szükséges, ha azt emberek teszik”. (Kurzweil, 1990, idézi Russell & Norvig, 2016)       | <b>Racionálisan cselekvő rendszer</b><br>„A számítási intelligencia az intelligens ágensek tervezésének tanulmányozása.” (Poole et al., 1998, idézi Russell & Norvig, 2016)   |
| Viselkedés                         | <b>Ember-centrikus</b>                                                                                                                                                                                                         | <b>Racionalitás-centrikus</b>                                                                                                                                                 |

A mesterséges intelligencia felső sorban látható, elméleti megközelítései a gondolkodási folyamatokkal és érveléssel foglalkoznak, míg az alsó, gyakorlati álláspontok a viselkedésre összpontosítanak. A vertikális tengely mentén elkülöníthetők azok a nézetek, amelyek a gépi agy működését filozófiai szemszögből az emberi viselkedéshez viszonyítják, illetve azok a mérnöki szemléletű megközelítések, amelyek a gép teljesítményét a racionalitás bázisán vizsgálják. Ez alapján a szerzők a definíciók négy fő irányzatát különböztették meg (Russell & Norvig, 2020):

- *Emberien gondolkodó rendszer*: ez az irányzat az emberi elme működését és a megismerést modellező rendszereket célozza meg, amelyek az emberi kognitív folyamatokat és pszichológiai mechanizmusokat igyekeznek leképezni. Természetesen ahhoz, hogy azt állítsuk, hogy egy program úgy gondolkodik, mint egy ember,

ismernünk kell az emberi gondolkodást. Ha egy elég pontos elmélettel rendelkezünk az emberi elme működéséről, akkor lehetőség nyílik arra, hogy azt egy számítógépes program formájában fejezzük ki. Ennek alapja a kognitív tudomány interdiszciplináris területe, amely ötvözi az MI számítógépes modelljeit és a pszichológiából származó kísérleti kognitív tudományi technikákat annak érdekében, hogy pontos és tesztelhető elméleteket alkossanak az emberi elméről.

- *Emberien cselekvő rendszer:* eszerint az irányzat szerint a gépi rendszerek az emberi tevékenységeket, reakciókat és viselkedési mintákat próbálják meg szimulálni vagy reprodukálni. Ezen az elképzelésen alapul az intelligencia kapcsán bemutatott Turing-teszt is, mely teljesítéséhez a gépnek az alábbi képességekre van szüksége:
  - természetes nyelvfeldolgozásra, hogy sikeresen kommunikáljon emberi nyelven;
  - a tudás reprezentációjára, hogy tárolja az információkat;
  - automatizált érvelésre, hogy válaszolni tudjon kérdésekre és új következtetéseket vonjon le;
  - gépi tanulásra, hogy észlelje és extrapolálja a mintákat, és alkalmazkodni a változó körülményekhez.

Turing az intelligencia demonstrálásához sürgősségnek vélte a személy fizikai szimulációját, más kutatók azonban kiegészítve gondolatmenetét egy összetettebb, úgynevezett „teljes Turing-tesztet” javasoltak. Ez a teszt már azt igényli, hogy a gép tárgyakkal és emberekkel lépjen interakcióba a fizikai térben.

A teljes Turing-teszt teljesítéséhez egy gépi rendszernek a fentiekén túl rendelkeznie kell:

- számítógépes látással és beszédfelismeréssel a környezete észleléséhez;
- robotikával, hogy manipulálni tudja az objektumokat és képes legyen mozogni.

Mindezt azért volt lényeges áttekintenünk, mert jelenleg ez a hat tudományág alkotja a mesterséges intelligencia nagy részét, így a későbbiekben ismertetett szisztematikus irodalomelemzés keresőszavainak kialakításánál is megjelentek.

- *Racionálisan gondolkodó rendszer:* az ilyen típusú rendszerek az optimális döntéshozatalt és az elvárt eredmények elérését célozzák meg. Az irányzat alapját a racionális gondolkodás és a logikai következtetések alkotják, amelyek által a rendszer a rendelkezésre álló információk alapján a legjobb döntést próbálja meghozni. A

logikának azonban az a feltétele, hogy biztos tudásunk legyen a világról, és ez a valóság számos jelenségénél nem teljesíthető. A diszkrepancia feloldására a valószínűségelmélet törekszik, amely lehetővé teszi, hogy bizonytalan információk mellett is következtetni tudjunk. Ez azonban önmagában nem generál intelligens viselkedést az alábbiakban olvasható ésszerű cselekvés elmélete nélkül.

- *Racionálisan cselekvő rendszer:* eszerint az irányzat szerint a racionális ágens célja, hogy a megfelelő cselekvéseket végezze el a környezetében elvárt eredmények és célok lehető legjobb elérése érdekében. Képes tehát autonóm módon működni, észlelni környezetét, tartósan működni hosszú időn keresztül, alkalmazkodni a változásokhoz, valamint célokat felállítani és azokat követni. Ez a megközelítése kétféle előnnyel jár más megközelítésekhez képest: általánosabb, mint a racionálisan gondolkodó rendszerben látott megközelítés, mert a helyes következtetés csak az egyik lehetséges mechanizmus a racionális viselkedés elérésére, illetve tudományos fejlesztésekre alkalmasabb, mivel a racionális viselkedés szabványa matematikailag jól meghatározott. Ezen okokból kifolyólag ez a megközelítés uralta a terület történetének nagy részét, tehát az MI az olyan ágensok tanulmányozására és konstrukciójára összpontosított, amelyek a – az ügynöknek kijelölt cél alapján meghatározott – „helyes dolgot” teszik. Ezt a paradigmát sztenderd modellnek nevezzük.
- *Jótevény gépek:* a négy klasszikus megközelítésen túl az utóbbi években a sztenderd modellt meghaladva az elméletalkotás horizontjára került a jótevény gépek elve is. A kifejezés az emberek érdekeit szolgáló, pozitív társadalmi hatással bíró gépekre vonatkozik, amelyek fejlesztése során az emberek számára nyújtott előnyöket és az emberek biztonságát helyezik előtérbe egyéb felmerülő etikai kérdések mellett. A sztenderd modell kritikájaként ugyanis megfogalmazható, hogy azt feltételezi, hogy egy teljeskörűen meghatározott célt adunk a gép számára, amely a valóságban egy játékszabály megalkotásánál jóval bonyolultabb feladat. Ezért, bár a modell az MI kutatásának kezdete óta hasznos útmutatóként szolgált, hosszú távon valószínűleg nem megfelelő. A valódi preferenciáink és a gépbe programozott cél megfeleltethetőségének érték-összehangolási problémánál lényeges, hogy azok az értékek vagy célok, amelyeket a gépbe táplálunk, illeszkedjenek az emberi értékekhez, hogy egy nem pontosan meghatározott cél ne járjon negatív társadalmi következményekkel.

Visszatekintve a mesterséges intelligencia definícióira, feltűnhet, hogy a meghatározások tartalmában számos fogalom közvetlen kapcsolatban áll a neveléstudománnyal. A mesterséges

intelligenciát jelen dolgozatomban a legújabb neveléstudományi megfogalmazásokkal összhangban az emberi intelligencia gépek általi szimulációjaként definiálom. Ide tartozik a tanulás szimulációja (vagyis az információk és azok felhasználási szabályainak elsajátítása), az érvelés (következtetések levonása a szabályok felhasználásával), valamint az önjavítás (a hibák felismerése és kijavítása) (Luckin et al., 2016; Becker, 2017; Popenici & Kerr, 2017; Rice & Dunn, 2023; Shah, 2023).

#### **2.1.2.3. A mesterséges intelligencia kategóriái**

Az MI területén számos csoportosítási módszer létezik. Ahogy a fenti definíciók előrevetítették, megvalósulásukat tekintve megkülönböztethetünk szoftveralapú (pl. keresők, képelemző szoftverek, beszéd-és arcfelismerő rendszerek, virtuális asszisztensek) és fizikai/hardveralapú (robotok, önvezető autók, drónok, a dolgok internete) mesterséges intelligenciát.

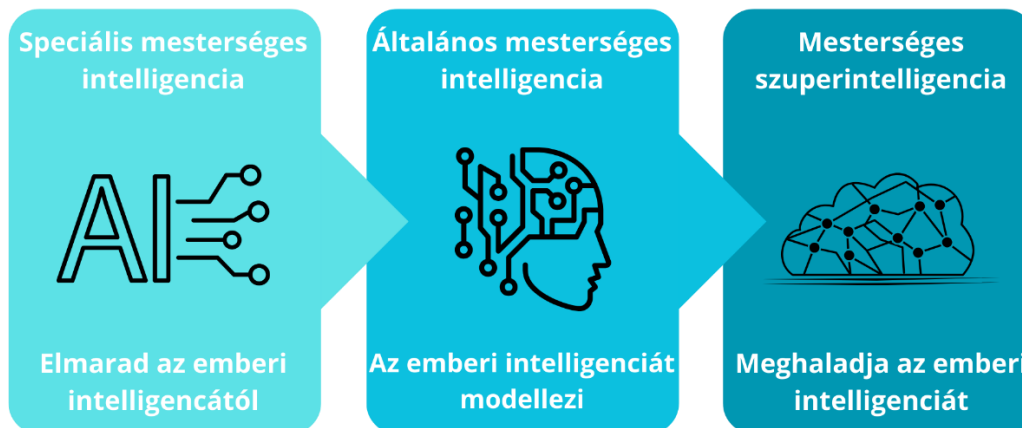
Egy általánosabb osztályozás szerint az MI képességei alapján megkülönböztethetünk szűk vagy speciális mesterséges intelligenciát, illetve mesterséges általános intelligenciát. A speciális MI egy adott tudományterületen előre meghatározott, szűkre szabott feladatokat képes magas színvonalon elvégezni, míg a mesterséges általános intelligencia az emberi gondolkodás minden jellemzőjével bír (European Commission, AI HLEG, 2018).

A legtöbb szerző szerint jelenleg szűk mesterséges intelligenciát használunk (European Commission, AI HLEG, 2019), mely nagyrészt a lenti bemutatott gépi tanuláson alapul (Sadiku et al., 2021), de azt is olvashatjuk, hogy a technológiai fejlettség leginkább a szűk mesterséges intelligencia és az általános mesterséges intelligencia között helyezkedik el (Shah, 2023). A speciális MI rendszerek széles körben elterjedtek, ilyenekkel találkozhatunk például az okostelefonok, online térképek vagy streaming szolgáltatások használatakor. Az aktuális MI alkalmazások főként döntéshozásra, döntéselőkészítésre és tanácsadásra szolgálnak. Fentiekkel a szakirodalomban „erős” és „gyenge” MI-ként is találkozhatunk, mely fogalmakat a már korábban is említett John R. Searle vezette be (Searle, 1984).

Erre a rendszerre épülve megjelent a mesterséges szuperintelligencia elképzelése is (1. ábra), amely azon rendszerekre vonatkozik, amelyek az emberi tudáson túlmutatóan képesek következtetéseket és döntéseket hozni. A ChatGPT-t is fejlesztő OpenAI szerint a szuperintelligencia lesz a legnagyobb hatású technológia, amelyet az emberiség valaha is létrehozott. A világ számos fontos problémáját segíthet megoldani, ugyanakkor a hatalmas ereje nagyon veszélyes is lehet, és az emberiség kihalásához is vezethet, ha nem fordítanak kellő

figyelmet a szabályozására. Bár a szuperintelligenciától jelenleg messze állunk, úgy vélik, hogy még ebben az évtizedben megvalósulhat (Leike & Sutskever, 2023).

1. ábra: A mesterséges intelligencia típusai az MI képességei alapján (*saját szerkesztés*)



Az MI mint tudományterület különböző megközelítéseket és technikákat foglal magában, beleértve többek között a korábban említett gépi tanulást, gépi gondolkodást és robotikát (European Commission, AI HLEG, 2018). Az alábbiakban ezeket a főbb aldiszciplínákat mutatom be.

- A gépi tanulás (*machine learning*) adatokból modelleket épít. A modell ebben a kontextusban egy absztrakt fogalom, ami bemeneteket fogad és kimeneteket generál, és ezek valamilyen összefüggésben vannak egymással. A gépi tanulás fő célja, hogy ismert adatok felhasználásával olyan modellt alakítson ki, amely képes értelmes kimenetet adni ismeretlen adatok esetén is (Kneusel, 2024).

Az emberi tanulás, az egyénben végbemenő változások kérdése nem függetleníthető a pszichológiai megközelítéstől pedagógiai kontextusban sem (Falus, 2003). A tanulást úgy is meghatározhatjuk, mint egy rendszer vagy annak irányító részrendszerének tartós és adaptív változását, amely a környezettel való kölcsönhatás eredményeként jön létre. Ez a definíció elég tág ahhoz, hogy a pszichológia, pedagógia, mesterséges intelligencia, etológia, szociológia és más tudományterületek is megtalálják benne a saját tanulási elképzeléseiket. Azonban ez a megközelítés talán túlságosan is általános, ezért hiányozhatnak belőle azok a specifikus részletek, amelyek egy adott tudományág vagy kutatási irány számára a legfontosabbak a tanulás vizsgálatakor. Ez alapján bármely tudomány megvizsgálhatja, hogy az általa tanulmányozott rendszerek rendelkeznek-e tanulási jellemzőkkel (Nahalka, 2003).

Felmerülhet tehát bennünk a kérdés, hogy hogyan tanul egy gép? Az alábbiakban ennek a főbb típusait fogjuk röviden áttekinteni, amelyek a hatékonyabb tanulási eredmények elérése érdekében kombinálhatók is (Berkemer & Grottke, 2023; Shah, 2023).

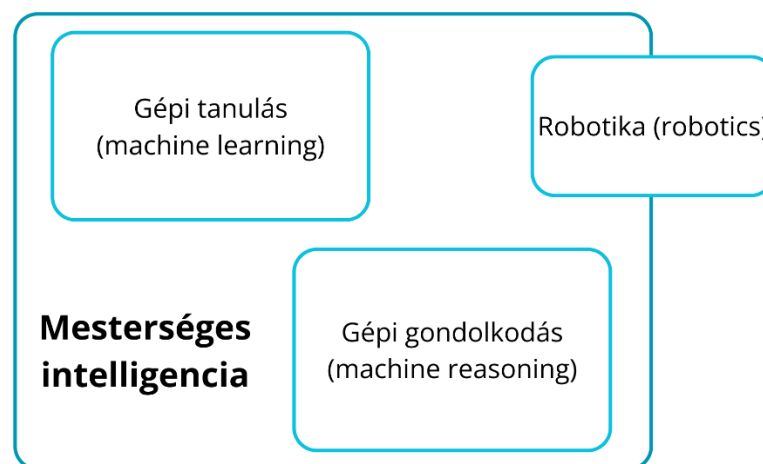
- Felügyelt tanulás (*supervised learning*): ebben az esetben az algoritmusok olyan adatokból tanulnak, amelyeket címkékkel látunk el, vagyis tudjuk, hogy az adott bemenetekhez milyen kimenetek tartoznak. Az algoritmus az adatokban található mintázatok alapján megtanulja előrejelezni vagy osztályozni az új, ismeretlen bemeneteket.
- Felügyelet nélküli tanulás (*unsupervised learning*): ezzel a módszerrel az algoritmusok olyan adatkészleteket dolgoznak fel, amelyek nem rendelkeznek előre definiált kimenetekkel vagy címkékkel, hanem saját maguknak kell felfedezniük a mintázatokot vagy struktúrákat az adatokban. Ez a módszer akkor használatos, amikor nincs egyértelmű elképzelésünk az adatokról, vagy azok túl bonyolultak a kézi címkézéshez.
- Megerősítéses tanulás (*reinforcement learning*): a megerősítéses tanulás klasszikus elvét követve ez a módszer arra épül, hogy az algoritmusok tanulnak a környezetükkel való interakció során kapott visszajelzésekből. Az algoritmus egy adott környezetben olyan cselekvések végrehajtását tanulja meg, amelyek maximalizálják a kapott jutalmakat vagy minimalizálják a büntetéseket.
- Részben felügyelt tanulás (*semi-supervised learning*): ez a módszer egyfajta hibrid a felügyelt és a felügyelet nélküli tanulás között. Kezdetben az algoritmusok címkézett adatokból tanulnak, majd ezt követően ezt a tudást felhasználva további tanulást végeznek felügyelet nélküli módon az ismeretlen adatokon. Ez akkor lehet hasznos, amikor csak korlátozott mennyiségű címkézett adat áll rendelkezésünkre.
- Mély gépi tanulás (*deep learning*): a gépi tanulás kiemelkedő részterülete, az idegrendszer által inspirált gépi tanuló modell, amelyet mély neurális hálózatok alkalmazásával valósítanak meg. Ezek a hálózatok akár több száz rétegben is keresik a mélyebb összefüggéseket az adatokban, hogy automatizált döntéshozatalt végezzenek. A mély tanulás sokkal többről szól, mint egyszerű adatbányászat: képes az adatok mély összefüggéseinek megtalálására, akár címkézetlen, nyers adatokkal is tud dolgozni, és könnyen kezeli a nagy dimenziószámú adatokat is. A neurális hálózatok és a mély tanulás sok olyan nehéznek számító problémát képes megoldani, amelyekre korábban nem volt

hatékony megoldás. Ezek a hálózatok képesek a folyamatok összefüggéseinek kinyerésére, az események osztályozására és predikciójára is. A mély tanulás, mint a gépi tanulás egy alcsoportja, komplex neurális hálózatokat használ a nagy mennyiségű adatok feldolgozására és részletes mintázatok kinyerésére, lehetővé téve például magas pontosságú és hatékonyságú kép- és beszédfelismerési feladatok elvégzését.

- Az MI főbb aldiszciplínáinak sorában szintén lényeges terület a gépi gondolkodás (*machine reasoning*), amely magában foglalja többek között a tervezést, ütemezést, a tudás reprezentációját, következtetést, keresést és optimalizálást.
- A mesterségesen intelligens robotok képviselik a kapcsolódási pontot a robotika (*robotics*) és az MI között. Az MI által irányított robotok képesek érzékelni a környezetüket, reagálni a változó körülményekre és intelligens módon cselekedni a feladatok elvégzése érdekében. Fontos megjegyezni, hogy nem minden robot használ mesterséges intelligenciát. Bizonyos robotok csak egyszerű, ismétlődő feladatokat végeznek el, amelyek előre programozottak, és nem igényelnek bonyolult szoftveres háttérrel (Omankwu et al., 2017).

A 2. ábrán a fentiekben felsorolt részterületek egymáshoz való kapcsolódását láthatjuk.

2. ábra: Az MI főbb aldiszciplínái és a köztük lévő kapcsolat (*saját szerkesztés a European Commission alapján (2019 p. 5.)*)



Mint látható, a robotika területe kiterjed az MI technológiákra, de egyúttal olyan fizikai és mechanikus elemeket is tartalmaz, amelyek nem feltétlenül igénylik az intelligens szoftverek alkalmazását. Így a robotika területe egyfajta hibridet képez az MI és a fizikai gépek között.

#### **2.1.2.4. A mesterséges intelligencia teljesítménye napjainkban**

Az MI jelenlegi teljesítményének megértése megkerülhetetlen ahhoz, hogy felismerjük az alkalmazási lehetőségeket az oktatásban. Ha tisztában vagyunk az MI képességeivel és korlátaival, könnyebben integrálhatjuk az MI-alapú eszközöket és módszereket a tanítási folyamatokba. Ez lehetőséget teremt a személyre szabott tanulás támogatására és differenciált tanulási stratégiák kidolgozására a tanulók igényeinek és képességeinek figyelembevételével.

Az MI-t napjainkban is dinamikus és gyors ütemű fejlődés jellemzi. Jelenleg az MI-rendszerek főként döntéshozó, döntéselőkészítő és tanácsadó funkciókat látnak el. Ennek megfelelően az MI kutatások jellemzően négy fő témára, a képfeldolgozásra, a természetes nyelvi feldolgozásra, a döntéstámogatásra és a robotikára összpontosítanak. Ezek a kutatási területek azért is jelentősek, mert lehetővé teszik az eszközök tantárgyaktól független integrálását az oktatásba, támogatva a tanulók hatékonyabb és korszerűbb elérését (Fehér et al., 2020).

Az MI jelenlegi csúcsteljesítményei közé tartozik a nagy adatmennyiségek feldolgozása és elemzése (minták azonosítása, prediktív elemzések), az automatizáció és a személyre szabott tartalmak készítése (Radácsi, 2024). A minták azonosítása és összefüggések felismerése különösen előnyös például az orvostudományban, ahol az MI segíthet az egészségügyi adatok elemzésében és az új terápiák vagy betegségmegelőzési módszerek felfedezésében. Ezt kiegészítve a prediktív elemzéssel, amit szintén az MI erősségeként tartunk számon, betegségek diagnosztizálásában is alkalmazzák. A szövegértés terén is jelentős fejlődést mutat. A nyelvi modellek, mint például a GPT (Generative Pre-trained Transformer), képesek emberi szintű vagy azt meghaladó szinten megérteni és előállítani a szövegeket. Ez számos területen hasznos lehet, például a nyelvi fordításban vagy az információk automatikus kinyerésében. Az automatizáció terén az MI szintén kiemelkedő teljesítményt nyújt. Az önvezető autók, az ipari robotok és az intelligens automatizálási rendszerek mind példák arra, hogy mennyire hatékonyan képes átvenni olyan feladatokat, amelyek korábban emberi munkaerőt igényeltek.

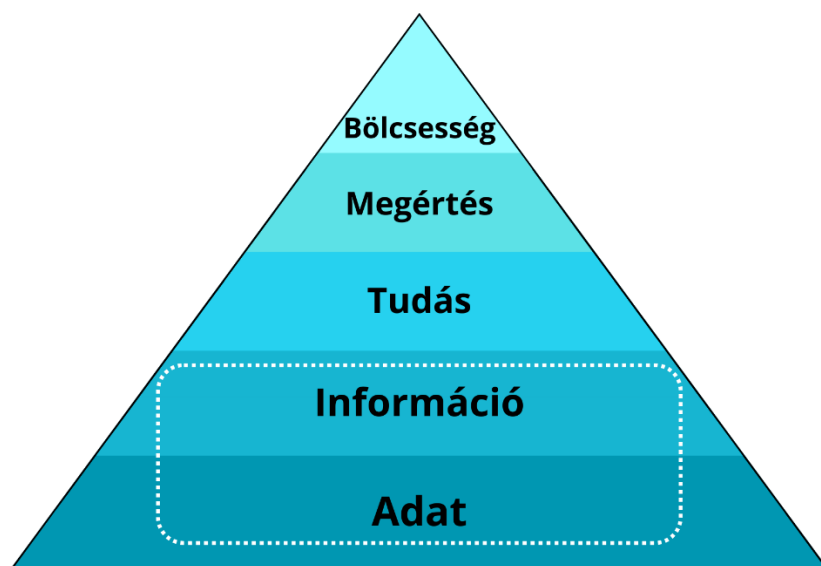
A fenti erősségek mellett az MI technológiában van még tér a fejlődésre. Gyenge pontja például az értelmezés területe, mivel gyakran nem képes helyesen értelmezni a kontextust vagy az emberi szándékot, ami hibás következtetésekhez és döntésekhez vezethet (Bender et al., 2021). Emellett az érzelmi intelligencia és az empátia terén is hiányosságok mutatkoznak (Vici, 2024). Hiába képes az adatok elemzésére, az emberi érzelmek megértésére és az empátia megnyilvánulására korlátozottan alkalmas, ami beszűkíti alkalmazását az érzelmi támogatást és az empátiát igénylő helyzetekben. Ugyanez igaz a kreativitásra is. Az MI képes lehet új

ötletek generálására, de nem rendelkezik az emberi kreativitás sokoldalúságával és intuitív képességeivel. Hiányzik belőle az az egyedi stílus vagy kreatív gondolkodás, amely az emberi alkotásokat jellemzi (Arielli et al., 2023; Shah, 2023). Végül, az etika és a morál terén is hiányzik az önálló etikai és morális érzéke, így nem képes etikailag megfontolt döntéseket hozni, ami komoly kihívásokat vet fel az alkalmazása során (European Parliament. Directorate General for Parliamentary Research Services., 2020; Radácsi, 2024).

Russell L. Ackoff az emberi tudás építőelemeit 5 részre osztotta (Ackoff, 1988, idézi Radácsi, 2024). Az MI jelenleg a tudáspiramis legalsó szintjén, az adatok és információk explicit világában mozog (3. ábra), a tudáspiramis felsőbb szintjei, amelyek az implicit tudást, megértéseket, morális ítéleteket és a bölcsességet jelentik, jelenleg még elérhetetlenek számára.

Az emberek számára a kontextus megértése gyakran intuitív és tudattalan, ami genetikai, evolúciós, tapasztalati és kulturális tudásukhoz kötődik. Az ilyen tudás azonnal hozzáférhető és gyors cselekvésre vagy ítéletalkotásra alkalmas. Egyelőre azonban nem elképzelhető olyan számítógépes program, amely olyan gyorsan és hatékonyan lenne képes az összetett valóságot értelmezni és megérteni, mint az emberi elme.

3. ábra: A mesterséges intelligencia elhelyezkedése az Ackoff-féle tudáspiramison (*saját szerkesztés Radácsi alapján (2024 p. 310.)*)



### 2.1.3. Gyógypedagógiai nevelés-oktatás, a nevelés és terápia összefüggései

Szakedolgozatomban a mesterséges intelligencia használatát a gyógypedagógiai nevelés-oktatás területén vizsgálom, így az értelmezési keretet ebben a dimenzióban is bemutatom.

A gyógypedagógia tudománydefiníciója Gordosné szerint „[...] önálló, interdiszciplináris embertudomány [...], amelyben a különböző tudományágak az azonos tárgy és közös cél révén elválaszthatatlan kapcsolatban vannak, integrációs egészet alkotnak.” (Gordosné, 1996, idézi Gereben, 2013, p. 35). Tovább építve ezt a gondolatmenetet, a gyógypedagógia „[...] nevelési, terápiás és rehabilitációs dominanciájú komplex embertudomány, melynek interdiszciplináris kapcsolatrendszere folyamatosan fejlődik” (Mesterházi, 2000, p. 49.). A gyógypedagógiatudomány határai ennek megfelelően nem állandóak, a kereteinek tágítása erősíti a társadalom-, egészség- és orvostudományokkal való kapcsolatát, multidiszciplináris jellegét (Gereben, 2004). A gyógypedagógia tudományként a Magyar Tudományos Akadémia tudományági nómenklatúrája szerint a neveléstudományok közé sorolódik (Magyar Tudományos Akadémia, 2017). Az évtizedekbeli változásait figyelemmel követve azonban elmondható, hogy ezeket a hangsúlyos neveléstudományi kereteket a multidiszciplináris társtudományok irányába feszíti szét, hasonlóan a pszichológiához és nyelvészethez (Gereben, 2013), miközben megőrzi szakmai folyamatosságtudatát. Ebben a folyamatban jelentős szerepet játszik a klinikai jelleget magában hordozó ismeretrendszerének megerősödése.

A tudás gyarapodásával az inter- és multidiszciplináris tudományértelmezések mellett a jövőbe mutató irányként megjelent a tágan értelmezett gyógypedagógia transzdiszciplináris értelmezése is, vagyis az egyes hagyományos tudományágak ismeretrendszeri határain túlnyúló, azok összefüggéseiben gondolkodó működés megfogalmazása (Gereben, 2020a). Ebből is láthatjuk, hogy a tudományterület évszázadok óta alakuló, immanensen fejlődő, integratív felületű szemléleti keretébe ilyen értelemben is illeszkedik a mesterséges intelligencia alkalmazása és a használatáról való gondolkodás.

Gyógypedagógiai folyamatnak a speciális szaktudást igénylő nevelési, terápiás és rehabilitációs eljárások összességét nevezzük, amelyek a gyógypedagógia kompetenciakörébe tartozó emberek élethelyzetének javítását, egyéni fejlődését, szükségleteinek kielégítését célozzák. A gyógypedagógiai folyamatot részben a gyakorlati nevelési, terápiás és rehabilitációs tevékenységek, valamint részben a tudományos kutatások és fejlesztések alakítják és alakították (Mesterházi, 2012). Ezen tevékenységek tartalmi ismérvei a klinikai gyógypedagógia tartalmi összetevőit alkotják (Gereben, 2013).

A diagnosztika a gyógypedagógiai folyamat első lépése, mely bio-pszicho-szociális szempontok alapján elemzi a pszichikus képességek, pedagógiai teljesítmények és biológiai-medicinális oki tényezők egymásra hatását (Gereben, 2014). A mesterséges intelligencia diagnosztikai felhasználásáról dolgozatomban csak érintőlegesen lesz szó.

A gyógypedagógiai nevelést az érintett tanuló nehezített fejlődési és/vagy életvezetési szükségletei határozzák meg a gyógypedagógiai diagnosztika bázisán (Mesterházi, 2012). Korábban a gyógypedagógusok képzésében főként az iskolai szintű gyógypedagógiai nevelésre helyezték a hangsúlyt, majd az 1970-es évektől kezdve a gyógypedagógia rendszerébe épült a korai ellátás, illetve a felnőttek ellátása is (Gereben, 2008). A gyógypedagógiai nevelés színterei tehát – ahogy azt az elemzett tanulmányokból is láthatjuk – nemcsak az oktatási intézmények, hanem a családgondozás, gyermekjóléti szolgálatok, egészségügyi és speciális bentlakásos intézmények is. A gyógypedagógiai nevelés eredményeit a gyógypedagógiai pszichológiai, pedagógiai, szociális és rehabilitációs diagnosztikai eszközökkel mérhetjük (Mesterházi, 2012).

A gyógypedagógiai terápia a klinikai gyógypedagógia egyik központi fogalma. A hazai gyógypedagógiai gyakorlatban a terápia az edukációs modellre alapozott nevelési terápia, azaz az „educational therapy”, mely az egyéni támogatás létfontosságú eleme (Gereben, 2022). Gerebenné megfogalmazásában a terápia olyan tanulási helyzet, amelynek végső célja a rehabilitáció (Gereben, 2022).

A gyakorlati munka során később egyre inkább a terápiaorientált megközelítés vált hangsúlyossá, amelyben a gyógypedagógus tevékenysége az edukációs modell bázisán nem pszichológiai terápiaként, inkább nevelési terápiaként érvényesült. A gyógypedagógiai nevelés mint terápia felfogása (Mesterházi, 2001) hangsúlyozza a gyógyító nevelés sajátos jellegét a magyar neveléstudományban, miközben klinikai megközelítésben kiterjeszti és általánosítja a terápia fogalmát. A nevelési terápia az amerikai nevelés elméletének és gyakorlatának klinikai alapú irányzataként jött létre az iskolai lemorzsolódások és tanulási sikertelenség növekvő aránya miatt, ami a társadalmi problémákra való figyelemfelhívást tükrözi. Az elnevezés az európai gyógyító nevelés integratív jellegű megközelítésén alapult. (Gereben, 2022).

Jelenleg a terápia fogalom ellentmondásos megítélés alá esik az erősen medikális kicsengése miatt (Gereben, 2020b). A kifejezés használata bizonyos eljárások neveiben nem megkerülhető, de ez több szempontból sem tekinthető ideálisnak (Vargáné Molnár & Stefanik, 2018). A terápia kifejezés használata azt a benyomást keltheti, hogy az adott intervenció önmagában

elegendő lehet a nehézségek kezelésére, ami félrevezető lehet a beavatkozás hatékonyságát és célját illetően. A modern autizmussal foglalkozó szakirodalomban ebből adódóan inkább a „támogatás”, „edukáció” és „fejlesztés” kifejezések terjedtek el, mivel ezek jobban tükrözik azt a szemléletet, hogy az autizmus nem „gyógyítandó állapot”, hanem – az emberi jogi modellt követve (Degener, 2016) – az emberi fejlődés diverzitásának egyik formája. A terápia elnevezés emellett azt a benyomást keltheti, hogy valami teljesen új és az eddigiektől alapvetően eltérő eljárásról van szó, még akkor is, ha az adott módszer valójában jól illeszkedik a meglévő fejlesztési és támogatási programok közé (Vargáné Molnár & Stefanik, 2018).

## **2.2. Kutatási előzmények**

### **2.2.1. Mesterséges intelligencia a többségi oktatásban**

Annak érdekében, hogy átfogóbb képet kapjunk az MI szerepéről és jelentőségéről, röviden áttekintem a többségi oktatás kontextusát is, mivel az MI és az oktatás kapcsolata jelentős figyelmet kap a nemzetközi szakpolitikai térben is.

A Qingdao Nyilatkozat (UNESCO, 2015) hangsúlyozza az info-kommunikációs technológiák (IKT) alkalmazásának szükségességét az inkluzív és minőségi oktatás érdekében, míg a Pekingi Konszenzus (UNESCO, 2019) kifejezetten az MI használatára összpontosítva erősíti meg ezt a felvetést, különös tekintettel a tanulás és tanulás értékelésének támogatására. Az oktatási és technológiai trendeket és fejlesztéseket elemző Horizon Jelentés is kiemeli az MI potenciálját az oktatásban (Brown et al., 2020).

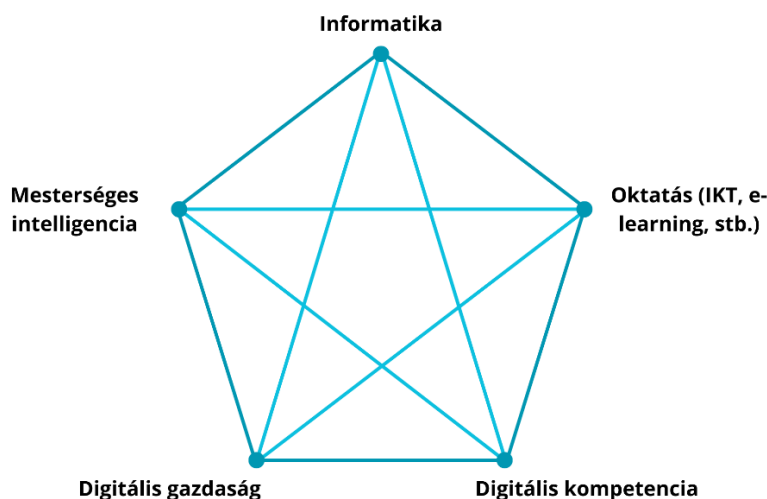
A szakirodalomban gyakran hangsúlyozzák a tanulás személyre szabásának lehetőségeit. A rendelkezésre álló tanulói adatok elemzésével az MI képes összefüggések és mintázatok felismerésére, amelyek segíthetnek a tananyagok kiválasztásában, a tanítási tevékenységek tervezésében és a differenciálásban (Celik et al., 2022). Emellett lehetőséget kínál a szöveges válaszok értékelésére, valós idejű, személyre szabott és automatizált visszajelzések nyújtására (Bai & Stede, 2023), használatával hatékonyabban előrejelezhető a teljesítmény és a tanítás hatékonysága (Celik et al., 2022). Az MI-technológiák oktatásban történő alkalmazása olyan új webalapú rendszerekhez is vezetett, mint például az oktatási adatbányászat és a tanuláselemzés (Romero & Ventura, 2020). Luckin és munkatársai (2016) megállapították, hogy a mesterséges intelligencia oktatási használata lehetőséget nyújt a huszonegyedik századi készségek, mint például a kreativitás és a kritikai gondolkodás fejlesztésére, valamint a komplex készségek monitorozására és értékelésére. Ezen az interdiszciplináris területen az adaptív rendszerek és a személyre szabott, részvételi MI technológiák fejlesztésének köszönhetően jelentős

előrelépések történtek az elmúlt évtizedekben. Ezt példázza, hogy több egyetem, köztük a Griffith, Northwestern és az Oklahoma is chatbotokat használ a diákok munkaidőn túli támogatására. Bár az MI-technológiák kifejlesztése időt és erőforrást igényel, a megtérülés szinte azonnali (Luckin et al., 2016). A mesterséges intelligencia oktatásban való felhasználása a megvalósítás céljaitól függően változik. Hopcan és munkatársai (2022) szerint a leggyakoribb MI-t használó oktatási alkalmazások a tanulás személyre szabását és a speciális igényű tanulók támogatását célozzák.

Magyarországon is előtérbe került az MI oktatási célokra történő felhasználása (Mező & Mező, 2019; Demeter & Mező, 2023b; Horváth, 2023; Szabóné Balogh, 2023).

Mező és Mező (2019) szerint az oktatás és a mesterséges intelligencia kapcsolatát három fő szempontból lehet szemlélni: az oktatás tartalma lehet célja vagy eszköze a mesterséges intelligenciának, valamint a két világ kölcsönhatása is fontos tényező. Az oktatás és a mesterséges intelligencia kapcsolata legfőképp az informatikai oktatásban, a pedagógusok és diákok digitális kompetenciájában, a digitális gazdaságban és az MI kölcsönösen meghatározó viszonyrendszerében érhető tetten (4. ábra). Ebben a komplex rendszerben bármelyik elem változása hatással van a többi összetevőre.

4. ábra: A mesterséges intelligencia kapcsolata néhány kiemelt társtémával *(saját szerkesztés Mező & Mező alapján (2019 p. 15.))*



Ezért az MI interdiszciplináris megközelítésének vizsgálatakor kiemelt figyelmet kell fordítani ezekre a komponensekre, valamint azokra a szatellit diszciplínákra, amelyek közvetlenül vagy közvetve kapcsolódnak hozzájuk.

Horváth (2023) az implementációt gátló kihívásokat emeli ki a mesterséges intelligencia oktatásbeli alkalmazása terén. Az algoritmusok megbízhatóságának és kapacitásának kérdése, valamint a lassú és nem megfelelő visszajelzések problémája fontos szerepet játszik ebben a kontextusban. Emellett az infrastrukturális hiányosságok és a pedagógusok kompetenciájának, valamint attitűdjének szerepe is kiemelkedő. A szakirodalmi áttekintések rámutatnak a kompetenciahiányokra, az érdeklődés hiányára és a negatív attitűdökre, amelyek gyakran a megfelelő továbbképzési és tanulási lehetőségek hiányából adódnak (Luckin et al., 2022).

Hasonló benyomásokról számol be Demeter és Mező (2023b), akik 100 tanító szakos hallgató véleményét elemezték a mesterséges intelligenciával kapcsolatos tapasztalataikról, eszközismeretükről és felkészültségükről. Bár eredményeik nem reprezentatívak, néhány érdekes összefüggés emelhető ki a mintára vonatkozóan. A válaszadók többsége még nem találkozott MI-eszközökkel és bevallásuk alapján a hallgatók többsége nem rendelkezik megfelelő ismeretekkel és tapasztalattal az MI területén. Az eredmények azt is mutatják, hogy bár a tanító szakos hallgatók tapasztalatlanok az MI terén, nyitottak lennének ilyen irányú továbbképzésekre.

Az MI alkalmazásával kapcsolatos számos kihívás is megjelenik, többek között az algoritmusok korlátozott megbízhatósága, a lassú visszajelzések problémája, a kritikai reflexió hiánya, valamint az infrastrukturális hiányosságok. Több szerző az MI oktatási megoldásainak interdiszciplináris megközelítésének hiányát és a neveléstudományi perspektíva alárendeltségét kritizálja (Celik et al., 2022; Su & Zhong, 2022 idézi Horváth, 2023; Chiu et al., 2023). Rámutatnak arra, hogy sok tanulmány nem kellően kapcsolódik pedagógiai elméletekhez és gyakran hiányoznak a kidolgozott pedagógiai alapok. Emellett a legtöbb tanulmány az MI rendszer fejlesztésére összpontosít, és kevés figyelmet szentel a pedagógusok és tanulók aktív szerepének (Horváth, 2023).

Az MI és a neveléstudomány közötti kapcsolat hiányosságai számos korlátot vetnek fel, amelyek megoldására szükség van a pedagógiai, technológiai, etikai és jogi területeken. Az oktatás területén kiemelkedő fontosságú a kritikai gondolkodás fejlesztése, ami elősegítheti az MI hatékonyabb és tudatosabb pedagógiai integrációját.

### **2.2.2. Mesterséges intelligencia a gyógypedagógiai nevelés-oktatásban**

Az MI gyógypedagógiai felhasználására vonatkozóan számos nemzetközi kutatást találunk (pl. Drigas & Ioannidou, 2012; Fang & Zhang, 2019; Garg & Sharma, 2020; Hopcan et al., 2022; Ojha, 2022; Rice & Dunn, 2023), míg hazai szinten jóval kevesebb vizsgálat foglalkozik ezzel a témával (pl. Aknai, 2020; Mező & Szabóné Burik, 2021; Demeter & Mező, 2023a). Ezek a kutatások főként az MI megjelenésével, típusaival, alkalmazási módszereivel, valamint a segédeszközökkel és azok fontosságával foglalkoznak.

A téma történeti előzményeket vizsgálva Drigas és Ioannidou (2012) egy évtizedet felölelő áttekintő cikke összefoglalja azokat a 2001 és 2010 között megjelent tanulmányokat, amelyek a mesterséges intelligencia alkalmazását tárgyalják a – saját szóhasználatukkal élve – speciális oktatás területén, különös tekintettel a leggyakoribb tanulási nehézségek diagnosztikai és intervenciós eszközeire. Azt találták, hogy az MI alkalmazások sikeresen használhatók mozgásszervi és érzékszervi fogyatékkal, tanulási zavarokkal, valamint autizmus spektrumzavarral diagnosztizált tanulók támogatására, ugyanakkor szükség van a tanárok, szülők és a terapeuták támogatására a sajátos nevelési igényű tanulók megfelelő ellátásában – ez a megállapítás tíz évvel később még mindig helytálló (Ojha, 2022). Idő- és költségmegtakarítás, több terápiás idő elnyerése, a korai diagnózis és intervenció eredményességének növelése a hatékonyabb tanulási környezetek létrehozása révén néhány fő előnye a mesterséges intelligenciát használó számítási eszközöknek. Fang és Zhang (2019) cikke hasonlóképpen az MI potenciálját hangsúlyozza az oktatásban, különösen a „kivételes gyerekek” esetében. Bár az MI fejlődését és alkalmazását a többségi oktatásban sikeresnek tartják, a speciális nevelési igényű gyerekek oktatása terén még kevés előrelépés történt, ezen a területen hiányzik az MI alkalmazási foratókönyve. Az MI technológiái közül bemutatják a tudásmegjelenítés módszereit, gépi tanulást, mély tanulást, természetes nyelvfeldolgozást, intelligens ágenseket és érzelem-vezérelt számításokat. Az MI potenciális megoldást kínálhat a sajátos nevelési igényű gyerekek oktatásának sürgető problémáira, például a pedagógushiányra és az egész életen át tartó tanulás igényére. Az alacsony költségű, egyénre szabott és hosszú távon használható megoldások iránti igényt az MI többek között tanulási partnerek létrehozásával, szakértői rendszerek és intelligens asszisztensek kialakításával elégítheti ki. Az inkluzív jövőkép kialakításának igénye, valamint a differenciált és személyre szabott oktatáshoz való egyenlő és univerzális hozzáférés több tanulmányban is megjelenik (Garg & Sharma, 2020; Ojha, 2022). Garg és Sharma (2020) szerint az oktatási rendszernek alkalmazkodnia kell az egyedi igényekhez, és olyan oktatási módszereket kell kifejlesztenie,

amelyek minden gyereknek lehetőséget adnak a tanulásra, figyelembe véve egyéniségeiket és képességeiket. Ez a megállapítás önmagában egy nem meglepő gyógypedagógiai alapvetés, azonban fontosnak tartom kiemelni a sajátos nevelési igényű tanulók bevonását közvetlen adatszolgáltatóként, amely a témában folyó kutatások körében ritka. Kitér az oktatásban részt vevő szereplők, például tanárok, intézmények és szülők számára elérhető támogató technológiákra és pedagógiai módszerekre. Példaként említhető a Phonological Awareness Educational Software (PHAES), amely segít a diszlexiás gyerekek fonológiai tudatosságának fejlesztésében, a Microsoft Translator hangzó beszédet írott szöveggé alakító funkciója, amely a hallássérült tanulókat támogatja, illetve a humanoid robotok alkalmazása autizmus spektrum zavarral diagnosztizált tanulók társas készségeinek fejlesztésére. Emellett Ojha (2022) az MI globális fontosságát is említi a különböző kultúrák és nyelvek oktatásának egy platformon való összehozásában, különös tekintettel a fejlődő országokra, valamint a fogyatékos diákok és munkavállalók számára biztosított esélyegyenlőség előmozdításában, az adminisztráció és az értékelés automatizálásának támogatása mellett. Rice és Dunn (2023) az MI alkalmazásának hasonló céljairól számoltak be négy fő téma köré szervezve: (1) az intellektuális és érzelmi fejlődés támogatása; (2) időmegtakarítás az információk és folyamatok gyűjtése, értékelése és közvetítése során; (3) az oktatási folyamatok élvezetességének növelése mesterséges intelligencia használatával; és (4) egy eszköz tesztelése különböző fogyatékos gyerekekkel való további használatra.

Bár a gyógypedagógiai nevelés-oktatás területén az MI szerepét vizsgáló kutatások száma korlátozott, több tanulmány is megerősítette, hogy ez globális kérdés (Hopcan et al., 2022; Rice & Dunn, 2023). Hopcan és munkatársai főként kvantitatív kutatásokat mutattak be kognitív és affektív tényezőkre összpontosítva, készségfejlesztés fókusszal. A célok és módszerek vizsgálata során azt találták, hogy a szoftveralapú megoldások a leggyakoribbak. A fogyatékoságtípusok közül a legtöbb tanulmány az autizmus spektrum zavarra koncentrált, és inkább technikai modelleket mutatott be, mint oktatási modelleket. Az szerzők azt ajánlják a témában kutató szakembereknek, hogy fókuszáljanak az MI használatára a gyógypedagógiai oktatásban a diákok szociális, érzelmi és viselkedéses fejlődésének támogatása céljából. Fontos lenne továbbá több országban, különböző résztvevői csoportokra összpontosítani, és ezáltal nagy adathalmazokra szert tenni, mivel az ilyen jellegű, kutatásokban jellemzően alacsony mintaszámokkal dolgoztak. Egy másik ajánlás a kutatóknak a STEAM területekre való összpontosítás az oktatási környezetben – IKT eszközök alkalmazása esetén Vágó-Kürti Alexandra és Virányi Anita (2023) szintén kiemelik ezt az aspektust. A téma kutatásával

kapcsolatban Rice és Dunn (2023) is fontos hiányosságokra mutattak rá a 2009 és 2022 között megjelent tanulmányok vizsgálatakor, melyekben a fogyatékos-ság-fogalmat és fogyatékos emberképet is elemezték. Feltárták, hogy a kutatók a fogyatékos-ságot olyan társadalmi problémaként fogalmazták meg, amelyet megpróbáltak megoldani, miközben a fogyatékos-sággal élőként azonosított fiatalokat megterhelőnek minősítették, és az MI feladata, hogy feloldja ezt a terhet. Ezen a vonalon maradván a szülőket és a tanárokat nagyrészt olyan személyekként írták le, akiket a mesterséges intelligencia „megszabadít” a fogyatékos gyermekek támogatásának terhe alól, az MI-t pedig megmentőként írták le. A kutatások kritikájaként a tanulmány hangsúlyozza az MI gyors tanulási képességeit, miközben óvatosságra int a fogyatékos fiatalok pozicionálásával kapcsolatban, különös tekintettel arra, hogy az MI-nek nincs jogi státusza érző entitásként, és az MI körüli politikák és szabályozások csak most kezdenek kialakulni. Felhívják a figyelmet arra, hogy az MI-t ne tekintsék tévedhetetlennek, és óvatosságra intenek a fogyatékos fiatalok és családjaik kiszolgáltatottságának további növelése esetén. A kutatás további fejlődést javasol a fiatalok részvételének bővítése érdekében, és azt hangsúlyozza, hogy az MI kutatásoknak a fogyatékos emberek terheinek enyhítésére helyett őket szolgáló támogatásokként kellene összpontosítaniuk. Ezen felül az áttekintésben szereplő tanulmányok többnyire azt mutatták be, hogy az MI hogyan változtatta meg a fiatalokat, miközben kevés vagy semennyi szó nem esett arról, hogy ők hogyan változtatták meg az MI-t. Az MI általi diagnosztika kérdését is problémásnak tartják az egyén saját identitásával szemben, amikor a személytelen mesterséges intelligencia olyan fogyatékos-sággal jelöli meg őket, amelyre esetleg nem vágnak, valamint akkor, amikor a mesterséges intelligencia megtagadhatja tőlük azt az identitást, amelyet önazonosnak érznek.

A magyar szakirodalomban (Demeter & Mező, 2023a) a mesterséges intelligenciáról szóló tanulmányokként feltüntetett írások leginkább a robotika területét érintik. A korábbiakban már láthattuk, hogy ez a terület bár átfedésben lehet a mesterséges intelligenciával, nem minden esetben igényli MI-technológiák alkalmazását. Aknai (2020) kiemeli a robotok szerepét a sajátos nevelési igényű (SNI) tanulók fejlesztésében, különös tekintettel az érzelmi kifejezés, az aktív részvétel és a kommunikációs képességek fejlesztésében. Megfogalmazza ugyanakkor, hogy a pedagógusok a pedagógusok körében még mindig jelentős a bizalmatlanság és a szkepticizmus a robotok oktatási kontextusban történő alkalmazásával szemben, miközben a robotok alkalmazása nem pótolhatja az emberi pedagógusok és szakértők szerepét, hanem inkább kiegészíti és támogatja a tanítást és a fejlesztést. Az SNI gyermekek fejlesztése

szempontjából alapvető, hogy a robotokkal való tanítás és fejlesztés játékos legyen, hiszen ez aktiválhatja a belső motivációs tényezőket, amelyek hagyományos eszközökkel nehezebben érhetőek el. Hasonló gondolatokat fogalmaz meg Mező és Szabóné (2021) a hazai és nemzetközi oktatásrobotika helyzetének elemzésekor, hangsúlyozva az élménypedagógiai hatások kiaknázását. Eredményeik alapján az oktatásrobotika terjedése a Digitális Jólét Program hatására növekszik, bár számos tényező (pl. eszközhasználati tudás hiánya, költségek) gátolja további elterjedését. A robotikai eszközök típusai és mennyisége intézményenként változatos, a Bee-Bot, BlueBot és LEGO-WeDo, LEGO-Mindstorms népszerűek. A pedagógusok többsége pozitív hatásokat tapasztal a robotok oktatási céllal történő felhasználásában a tanulók fejlődésében. Hazai szinten kifejezetten kevés kutatás zajlott az MI és ennek eszközei, illetve a gyógyypedagógia kapcsolatára vonatkozóan, Demeter és Mező (2023a) attitűdvizsgálata ennek újszerű megközelítését hordozza. A gyógyypedagógus hallgatók MI technológiákkal kapcsolatos tapasztalatainak és ismereteinek elemzése azt mutatták, hogy a megkérdezettek közül csak kevés hallgató (18,5%) találkozott eddig MI eszközökkel a tanulmányai során, és inkább a tanórán kívül látják azok alkalmazhatóságát. Érdekes módon nem volt kimutatható szignifikáns különbség az életkor és az MI használatára való hajlandóság között. Az MI eszközök és alkalmazások ismerete a leendő gyógyypedagógusok körében kevés és bizonytalan, ezért fontos lenne az MI-szemlélet széleskörű oktatása ezen a területen. A publikáció eredményei arra utalnak, hogy bár kevésbé nyitottak az MI-re, a megfelelő képzések és továbbképzések után nyitottabbá válhatnak az eszközök használatára az oktatásban. Bár az eredmények nem reprezentatívak, mégis lényeges következtetéseket tartalmaznak.

Az összegzett nemzetközi kutatások és tanulmányok szerint, annak ellenére, hogy felmerültek kérdések és kritikák, az új technológiai és MI eszközök hozzájárulnak a tudás megszerzésének modernizálásához, valamint az oktatás színvonalának emeléséhez. A bemutatott szakirodalmak alátámasztják az MI eszközök gyógyypedagógiai alkalmazhatóságát is. A hazai kutatások a nemzetközi tapasztalatokhoz hasonlóan optimistán tekintenek a mesterséges intelligencia eszközeinek jövőbeli felhasználására, és számos olyan fejlesztési lehetőséget mutatnak be, amelyek gyógyypedagógiai szempontból az MI eszközök alkalmazásához kapcsolódnak. Hangsúlyozzák ugyanakkor a pedagógusok, szülők és terapeuták támogatását az MI-alapú megoldások hatékony alkalmazásában, valamint az etikai, jogi és társadalmi kérdések figyelembevételét.

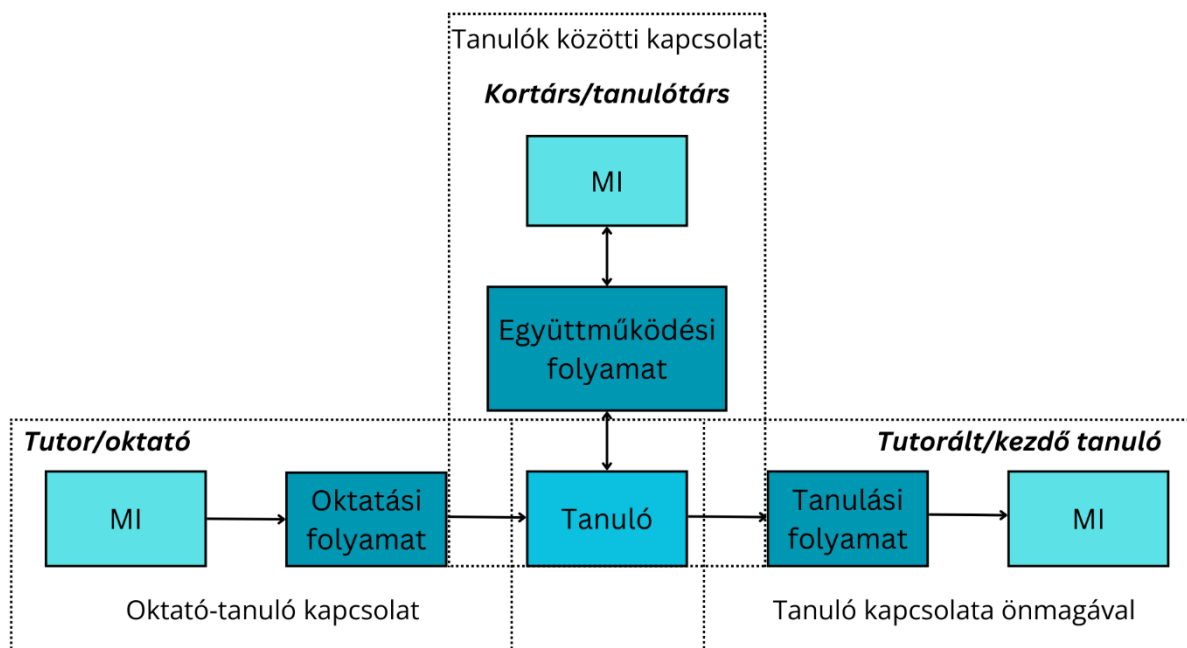
### **2.2.3. A technológiai fejlődés dilemmái és lehetőségei a (gyógy)pedagógusi szerep átformálásában**

Az MI technológiák egyre növekvő alkalmazása az oktatásban új lehetőségeket és potenciálokat kínál, miközben egyidejűleg kelt bizonytalanságot és félelmeket az oktatási rendszerek jövője és a pedagógusi szerepek átalakulása kapcsán. Jogosan merül fel a kérdés, hogy az MI technológiák hogyan befolyásolhatják a hagyományos oktatási modell és a pedagógiai gyakorlatok szerepét, és az MI által támogatott tanulás hogyan változtatja meg a pedagógusok szerepét és az emberi kapcsolatok fontosságát a tanulás folyamatában.

A pedagógusi szerep tekintetében a mesterséges intelligencia térnyerésével kapcsolatos elvárásokban nagy változatosság mutatkozik (Horváth, 2023). Néhány kutatás egy olyan jövőképet vetít előre, amelyben az MI teljes mértékben helyettesítheti a pedagógusokat, megoldva a globális tanárhiány problémáját (Edwards & Cheok, 2018; Guilherme, 2019). Más megközelítések a tanulás-tanítás potenciális forradalmát és az oktatás minőségének javulását hangsúlyozzák az MI-alapú rendszerek által (Florea & Radu, 2019; Mondal, 2019). Ugyanakkor más tanulmányok mérsékelt hangot ütnek meg, rámutatva arra, hogy az adaptív tanulási rendszerek még nem képesek teljes mértékben helyettesíteni a tapasztalt tanárokat, és az emberek előnyben részesítik a személyes interakciókat és a tanítási módszereket (Kolchenko, 2018; Vinichenko et al., 2020). Emellett az MI nem képes a fizikai jelenlétet és az értékközvetítést teljes mértékben helyettesíteni (Felix, 2020). Bár az MI terén tapasztalható gyors fejlődés lenyűgöző, fontos mérsékelt álláspontot képviselni, figyelembe véve, hogy az új technológiák hatása és lehetőségei rövid távon gyakran túlbecsültek, míg hosszú távon alábecsültek. Ezért az MI-t egy olyan eszközként érdemes megközelíteni, ami támogatja és kiegészíti a pedagógusok munkáját (Selwyn, 2022).

Ebben a megközelítésben az MI szerepe rendkívül sokrétű lehet, és különböző funkciókat tölthet be a tanulási-tanítási folyamatok támogatásában. Xu és Ouyang (2022) 5. ábrán látható modelljében az MI három szerepét különböztetik meg.

5. ábra: A mesterséges intelligencia potenciális szerepei a tanulás-tanítás támogatásában (*saját szerkesztés Xu & Ouyang alapján (2022 p. 4203))*)



Az első megközelítésben az MI közvetít a tanár és a tanuló között, elsősorban az oktatási folyamatot befolyásolva. Ebben a szerepben az MI személyre szabott visszajelzéseket nyújt, értékeli a tanuló teljesítményét és segít a tananyagot a tanulók igényeihez igazítani.

A második megközelítésben az MI kiegészítő asszisztensként működik, főként az együttműködési folyamatok támogatására összpontosítva. Ebben a szerepben az MI támogatja az oktatókat és a tanulókat, bővíti az elérhető erőforrásokat, elősegíti a kooperatív tanulást és támogatja a tanulók közötti kommunikációt.

A harmadik megjelenített szerepkörében az MI kezdő tanulótársként viselkedik, elsősorban a tanulási folyamatot befolyásolva. Eszerint a megközelítés szerint a tanuló feladata, hogy tanítsa az MI-t, ami hozzájárul a tanulási eredmények megszilárdításához és fejleszti a tanulók énhatékonyság-érzését (Xu & Ouyang, 2022).

A hazai irodalomban Demeter és Mező (2023a; 2023b) is rávilágított arra, hogy a technológiai fejlődés és az MI terjedése az oktatásban jelentős változásokat hoz a pedagógusi és gyógypedagógusi szerepekben. Gordosné (2004) és Mesterházi (2007) munkái rámutatnak arra, hogy a gyógypedagógusok szerepe folyamatosan változik, ideértve a nevelési, oktatási, fejlesztési, terápiás és (re)habilitációs feladatokat is. A 21. században új elvárások jelentek meg az eszköztár bővítésére: kiemelkedően szükséges a digitális kompetenciák fejlesztése, az MI

használatával kapcsolatos ismeretek elsajátítása, a digitális világ változásaihoz való rugalmas alkalmazkodás. Szabóné (2023) szerint az egyik legfontosabb feladat az MI alapú tanulási módszertan kidolgozása és hatékony integrálása az oktatásba.

Az MI jelenleg tehát nem hivatott helyettesíteni a pedagógusokat és a gyógypedagógusokat. Az alkalmazás célja sokkal inkább az, hogy támogassa a tanulási folyamatot, valamint dinamikusabbá tegye a pedagógusok munkáját. Lehetőséget teremt arra, hogy hatékonyabbá váljanak az oktatási módszerek és eszközök, továbbá segít a tanulók egyéni igényeinek jobb kiszolgálásában. Ennek eredményeként a pedagógusok több figyelmet és energiát fordíthatnak a tanulók személyre szabott támogatására és fejlesztésére.

### **3. A kutatás**

#### **3.1. A kutatás célja**

A kutatás célja egy átfogó szakirodalomelemzés elkészítése a mesterséges intelligencia aktuális gyógypedagógiai alkalmazásával kapcsolatos publikációk feltérképezésére és értékelésére. A kutatások és publikációk áttekintésével kiemelem azok legfontosabb megállapításait, trendjeit és hiányosságait. Az így nyert eredmények remélhetőleg hozzájárulnak majd az MI alkalmazásának hatékonyabb és szélesebb körű integrációjához a gyógypedagógiai gyakorlatban, ezzel segítve a sajátos nevelési igényű tanulók fejlődését-fejlesztését.

#### **3.2. Kutatási kérdések**

1. Hogyan értelmezik a mesterséges intelligencia fogalmát a vizsgált tanulmányok?
2. Milyen mesterséges intelligencián alapuló eszközöket alkalmaznak a vizsgált tanulmányokban?
3. Milyen céllal használják a mesterséges intelligenciát a vizsgált tanulmányok?
4. Milyen tevékenységekre használják a mesterséges intelligenciát a vizsgált tanulmányok?
5. Milyen populáció, fogyatékoságtípus jelenik meg a vizsgált tanulmányokban?
6. A mesterséges intelligencia alkalmazásának milyen formájában és szakaszában jelenik meg a gyógypedagógiai ellátásban részesülő személy részvétele a vizsgált tanulmányokban?

### **3.3. A kutatás módszertana**

Dolgozatomban szisztematikus irodalmi áttekintést a PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) protokoll alapján végeztem el (Page et al., 2021).

A szakirodalmi összefoglalók két fő típusa a szisztematikus és a narratív áttekintés. A narratív áttekintések általános összefoglalást nyújtanak egy adott téma vagy kutatási kérdés köré épülő irodalomról, ám nem követnek szigorúan meghatározott módszertani protokollokat és gyakran a kutató saját döntése szerint válogatják össze az adatokat. Ezért bár friss és kritikai áttekintést nyújtanak, nem alkalmasak a kutatási kérdések konkrét kvantitatív válaszainak megadására (Booth, 2016). A szisztematikus irodalmi áttekintések ezzel szemben arra törekednek, hogy átfogóan és strukturáltan összegyűjtsék és elemezzék a rendelkezésre álló kutatási eredményeket egy adott témában. Ezek a tanulmányok alapvetően transzparens, tudományos módszertannal készülő munkák, amelyek minimalizálják az elfogultságból adódó hibákat. A szisztematikus irodalmi áttekintések összegyűjtik és értékelik a fellelhető kutatási eredményeket, majd ezeket jól meghatározott módszertan alapján elemzik (Kamarási & Mogyorósy, 2015). A „szisztematikus áttekintés” kifejezés tehát a kutatási megközelítések olyan típusaira vonatkozik, amelyek szekunder kutatásként primer kutatások eredményeit egyesítik egy vagy több kutatási kérdés megválaszolásához (Newman & Gough, 2020). Többféle típusuk létezik (pl. kvalitatív szisztematikus elemzés, rapid review) (Grant & Booth, 2009), a szisztematikus szakirodalmi áttekintés módszerét a dolgozatomban a gyógypedagógia területén újszerű témája és feltáró jellege miatt választottam későbbi kutatások megalapozásához. A PRISMA protokoll alkalmazásával biztosítottam a dolgozatomban írásakor elérhető tudás objektív és strukturált elemzését. A protokollt követve részletesen leírom az elemzés lépéseit és kritériumait, amely biztosítja más kutatók számára a folyamat reprodukálását, ezáltal javítva az eredmények hitelességét és megbízhatóságát.

### **3.4. A kutatás folyamata**

#### **3.4.1. Keresőszavak meghatározása**

Annak érdekében, hogy megalapozzam a keresőszavak meghatározását, összegyűjtöttem egy korábban készített annotált bibliográfiából és tudományos adatbázisokból származó szisztematikus elemzéseket, valamint más, a témában megjelent publikációk alapadatait.

A publikációk absztraktjai és meghatározott kulcsszavaik alapján azonosítottam a szövegek leggyakrabban használt kulcsszavait és keresőkifejezéseit. A kulcsszavak előfordulási

gyakorisága alapján kombinációkat alkottam fogyatékoságot, gyógypedagógiai nevelés-oktatást érintő, valamint mesterséges intelligenciára vonatkozó kifejezésekből.

A dolgozat feltáró jellege miatt a mesterséges intelligencia szélesebb ernyőfogalmát vettem alapul. Ezt megerősítette, hogy találtam olyan cikket, ami bár az „Engineering applications of artificial intelligence” folyóiratban jelent meg, magát az artificial intelligence kifejezést nem tartalmazza, azonban „deep learning”, „machine learning” és „neural network” kifejezések megjelennek benne, utalva a mesterséges intelligencia használatára (Uddin et al., 2024). Ugyanezen okból a fogyatékoság és sajátos nevelési igény fogalmaira is átfogó, általános kifejezéseket alkalmaztam.

A keresőkifejezések kiinduló listáját a 2. táblázat tartalmazza. Félkövérrrel szedve a később kiválasztott keresőkifejezések láthatóak.

2. táblázat: Kiinduló keresőkifejezések az adatbázisokban való kereséshez

| Gyógypedagógiai nevelés-oktatásra vonatkozó kifejezések | Mesterséges intelligenciára vonatkozó kifejezések |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| „special education”                                     | „artificial intelligence”                         |
| „special needs education”                               | ai                                                |
| disabilit*                                              | „intelligent tutoring system”                     |
| impairment                                              | „expert system”                                   |
| disorder                                                | „smart tutoring”                                  |
| autism                                                  | „deep learning”                                   |
| „hearing loss”                                          | „machine learning”                                |
| blindness                                               | „chat bot”                                        |
| „learning difficult*”                                   | „neural network”                                  |
|                                                         | robot*                                            |

A minél pontosabb találatok előhívásához a több szóból álló kifejeések esetében idézőjelet használtam. Azokban az esetekben, ahol egy szótóhoz kapcsolódó többféle végződés is releváns eredményeket hozhat (pl. robot, robotics; disability, disabilities), a \* helyettesítő karaktert alkalmaztam.

### 3.4.2. Keresés az adatbázisokban

A keresőkifejezések különböző kombinációit, a köztük lévő logikai kapcsolatokat meghatározó Boole-operátorokat, valamint a keresés típusait (címben, absztraktban, tárgykör keresőszavaiként, minden szövegben) az EBSCO adatbázisban teszteltem (2. melléklet), a keresést a találatok számossága és relevanciája alapján szűkítettem, illetve terjesztettem ki. Azt találtam, hogy a leginkább releváns tartalom az absztraktok alapján történő szűréssel azonosítható. A keresőkifejezések és operátorok így kialakított rendszerét megfuttattam a PubMed, Scopus, ERIC és Science Direct adatbázisokon. A találatok számossága és relevanciája alapján kutatásomhoz az EBSCO, ERIC és PubMed adatbázisok kerültek kiválasztásra. A kiválasztott keresőkifejezések és logikai operátorok listáját a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat: Találatok az adatbázisokban szűkítések nélkül

| Adatbázis | Keresőkifejezés                                                                                                                                                                                                                                                                         | Találatok száma |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| EBSCO     | AB "special education" AND AB (ai or artificial intelligence or deep learning or machine learning or robot or neural network or intelligent tutoring system)                                                                                                                            | 90              |
| ERIC      | "special education" OR disability AND "artificial intelligence" OR "deep learning" OR "machine learning" OR robot* OR "neural network" OR "intelligent tutoring system"                                                                                                                 | 107             |
| PubMed    | "special education"[Title/Abstract]) AND (ai[Title/Abstract] OR artificial intelligence[Title/Abstract] OR deep learning[Title/Abstract] OR machine learning[Title/Abstract] OR robot[Title/Abstract] OR neural network[Title/Abstract] OR intelligent tutoring system[Title/Abstract]) | 21              |
| Összesen: |                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 218             |

### 3.4.3. Beválogatási és kizárási folyamat

A beválogatási és kizárási kritériumok egy részét már az azonosítás során, a logikai operátorok alkalmazásával érvényesítettem attól függően, hogy milyen szűrési lehetőségeket tett lehetővé az adott adatbázis.

A részletes feldolgozás lehetősége, valamint a tudományos hitelesség alátámasztása érdekében a keresésbe csak a teljes terjedelemben elérhető, angol nyelvű, tudományos, lektorált folyóiratcikkek kerültek. A bibliometriákat és a szakirodalmi áttekintéseket kizártam, hogy a napjainkban használt eszközökről kaphassak képet. A cikkek azonosításánál a megjelenés időtartamát a 2014-2024 közötti időszakra szűkítettem, mert a jelen állapot megismeréséhez az elmúlt évtizedben publikált írások szolgálnak a leginkább releváns forrásként, figyelembe véve a terület gyors fejlődését. Ezzel összefüggésben a keresések eredményei alapján megfigyelhető volt, hogy 2014 előtt elenyésző mennyiségű cikk született. Beválogattam azokat a cikkeket, amelyek a mesterséges intelligencia különböző formáinak alkalmazásáról szólnak, és azokat gyógypedagógiai nevelési-oktatási célból alkalmazzák bármely célcsoporttal. Kizárára kerültek azok a publikációk, amelyek esetében bármelyik fent említett tartalmi szempont nem érvényesül.

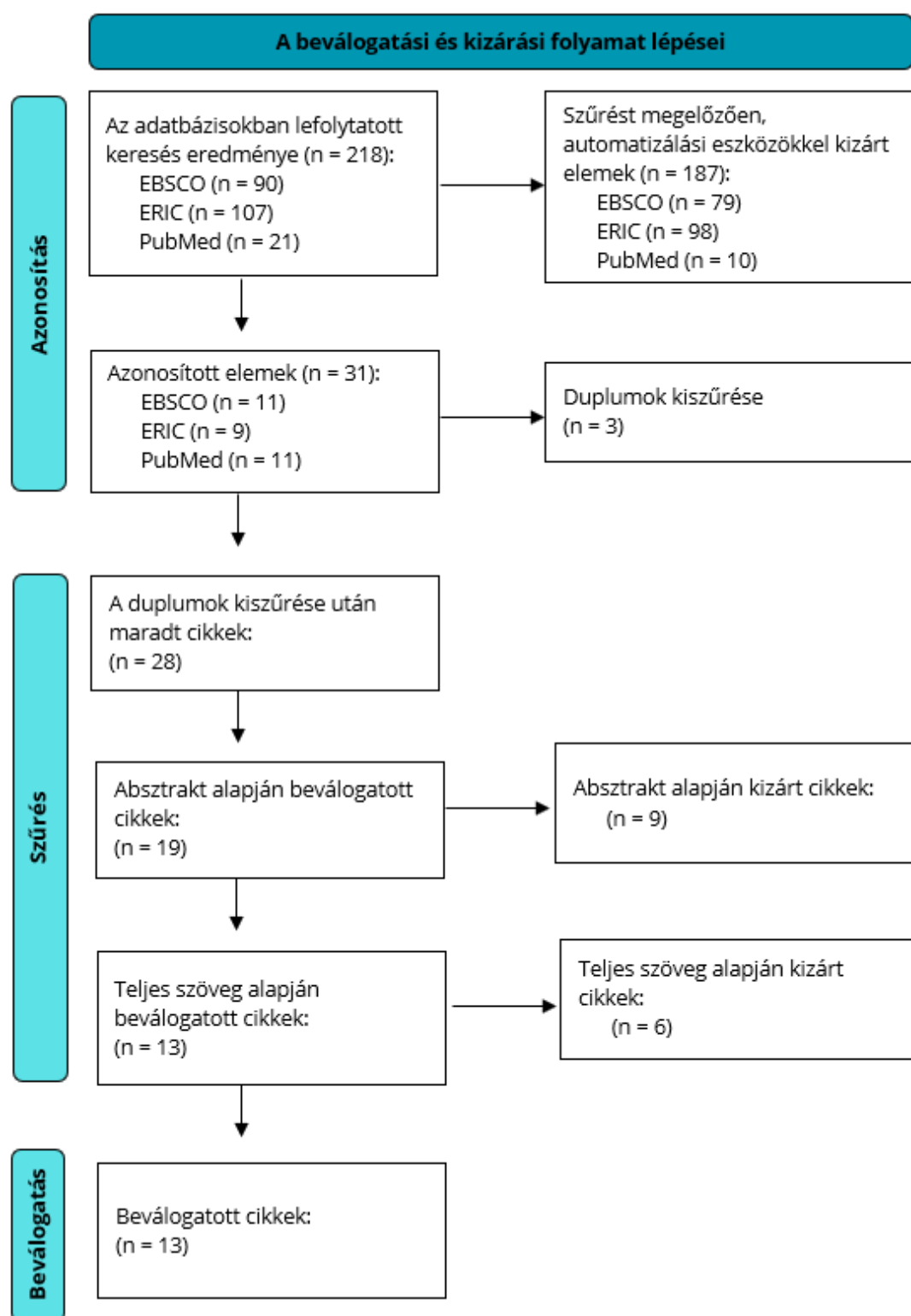
A beválogatási és kizárási kritériumok összesítését az 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat: Beválogatási és kizárási kritériumok

| Beválogatási kritériumok                                                                       | Kizárási kritériumok                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tudományos folyóiratcikkek, empirikus tanulmányok                                              | Bibliometriák, szisztematikus áttekintések                                                 |
| Lektorált folyóiratcikkek                                                                      | Nem lektorált folyóiratcikkek                                                              |
| Angol (vagy magyar) nyelvűek                                                                   | Nem angol nyelvűek                                                                         |
| 2014-2024 között megjelentek                                                                   | 2014 előtt megjelentek                                                                     |
| Teljes szöveg nyílt hozzáféréssel elérhetőek                                                   | Nem elérhető nyílt hozzáféréssel a teljes szöveg                                           |
| A mesterséges intelligencia bármely formájáról szólnak                                         | Nem a mesterséges intelligenciáról szól                                                    |
| A mesterséges intelligenciát gyógypedagógiai nevelési-oktatási célból alkalmazták              | A mesterséges intelligenciát nem gyógypedagógiai nevelési-oktatási célból alkalmazták      |
| A mesterséges intelligenciát a gyógypedagógia körébe tartozó bármely célcsoporttal alkalmazták | A mesterséges intelligenciát nem a gyógypedagógia körébe tartozó célcsoporttal alkalmazták |

A beválogatási és kizárási folyamatának a szisztematikus irodalmi áttekintés PRISMA protokoll alapján rögzített lépései a 6. ábrán láthatóak.

6. ábra: A beválogatási és kizárási folyamat lépései (*saját szerkesztés a PRISMA frissített irányelvei alapján (Page et al., 2021)*)



A 4. táblázatban bemutatott keresőkifejezések alapján a három adatbázisban összesen 218 cikket azonosítottam. Automatizálási eszközökkel<sup>1</sup> ezután 187 cikket zártam ki, a feltételeknek a fennmaradó 31 felelt meg. Az így azonosított 31 elemből Zotero hivatkozáskezelő szoftver használatával 3 duplumot zártam ki. Ezt követte az absztraktok tartalmi feldolgozása, mely során további 9 publikáció került kizárássra. A megmaradt 19 cikk teljes szövege alapján 6 tanulmányt zártam ki, így a beválogatott cikkek végső listája 13 publikációból állt.

Az egyes mérföldköveknél kizárt elemek száma és a kizárás indoklása az 5. táblázatban olvasható.

5. táblázat: Kizárások okai

| Kizárás oka                                                                   | Darabszám  |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Azonosítás során, automatizált eszközökkel való kizárás okai (n = 187)</b> |            |
| Nem tudományos, lektorált, akadémiai folyóirat (EBSCO)                        | 14         |
| Nem elérhető a teljes szöveg (EBSCO, ERIC, PubMed)                            | 102        |
| Nem lektorált (ERIC)                                                          | 49         |
| Nem folyóiratcikk (ERIC)                                                      | 5          |
| Szisztematikus elemzés vagy bibliometria (EBSCO)                              | 7          |
| 10 évnél korábban megjelent (EBSCO)                                           | 8          |
| Pontos duplikátum adatbázison belül (EBSCO)                                   | 2          |
| <b>Összesen:</b>                                                              | <b>187</b> |

|                                                                  |          |
|------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Absztraktok vizsgálata során történő kizárás okai (n = 9)</b> |          |
| Nem gyógypedagógiai nevelés-oktatási témára fókuszál             | 4        |
| Nem mesterséges intelligenciáról szól                            | 4        |
| Nem tudományos cikk                                              | 1        |
| <b>Összesen:</b>                                                 | <b>9</b> |

|                                                                    |          |
|--------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Teljes szöveg vizsgálata során történő kizárás okai (n = 6)</b> |          |
| Nem gyógypedagógiai témakör                                        | 2        |
| Nem valószínűsíthető a mesterséges intelligencia használata        | 4        |
| <b>Összesen:</b>                                                   | <b>6</b> |

A beválogatási és kizárási folyamat során kiválasztott 13 tanulmány főbb jellemzőit a 6. táblázat foglalja össze.

<sup>1</sup> Az adatbáziskezelő rendszerek különféle technikákat és funkciókat alkalmaznak annak érdekében, hogy megkönnyítsék és felgyorsítsák az adatokhoz való hozzáférést és azok elemzését. Ezek az automatizálási eszközök lehetnek például keresési motorok, indexelési mechanizmusok, lekérdezési optimalizálás, teljes szövegű keresés stb. Az automatizálási eszközök segítségével az ember általában könnyebben és hatékonyabban tudja keresni az adatbázisban tárolt információkat anélkül, hogy részletes technikai ismeretekkel kellene rendelkeznie az adatbáziskezelő rendszer működéséről.

6. táblázat: A beválasztott tanulmányok főbb jellemzői

| Sorszám | Szerzők, évszám                                                                                                      | Ország/régió       | Kutatási dizájn                                                                                                                                                                                                                 | Résztevők <sup>2</sup> fogyatékosági típusa                                                                                                                                                                                                      | Résztevők száma                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Résztevők életkora/életkori szakasz | MI értelmezése                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | Fichten, C., Jorgensen, M., Havel, A., Vo, C., & Libman, E. (2022)                                                   | Québec, Kanada     | 1: Nem kutatás, ajánlásokat gyűjtöttek<br>2: Szakirodalmfeldolgozás<br>3: Kérdőíves kutatás<br>4: Kérdőíves kutatás<br>5: Kérdőíves kutatás<br>6: Nem kutatás, listát készítettek<br>7: Kérdőíves kutatás<br>8: Interjúfelvétel | Figyelemhiányos hiperaktivitás zavar (ADHD) és más fogyatékoságok                                                                                                                                                                                | Tanulmány 1: 38 résztvevő volt<br>Tanulmány 2: nem releváns, irodomelemzés 10 adatbázis alapján<br>Tanulmány 3: 121 fő fogyatékos (F) hallgató és 51 fő nem fogyatékos (NF) hallgató<br>Tanulmány 4: 163 fő F hallgató és 74 fő NF hallgató<br>Tanulmány 5: 20 fő F hallgató és 4 fő NF hallgató<br>Tanulmány 6: n/a<br>Tanulmány 7: 35 fő F, 74 fő NF<br>Tanulmány 8: 35 fő NF | Felsőoktatásban tanulók             | Microsoft: A mesterséges intelligencia a technológiák széles skáláját képviseli, amelyek képesek észlelni, tanulni, érvelni, segítséget nyújtani a döntéshozatalban, és a problémák megoldása érdekében cselekedni. Az MI technológia folyamatosan tanul a felhasználói interakciókból és a szervezeti adatokból, hogy jobb betekintést nyújtson. Ezek a technológiák képesek értelmezni a szövegből, hangból és képekből származó adatok jelentését, azonosítani a trendeket, és következtetéseket levonni |
| 2       | Guneysu, O. A., Özgür, A., Asselborn, T., Johal, W., Yadollahi, E., Bruno, B., Skweres, M., & Dillenbourg, P. (2020) | Svájc              | Kvantitatív, kísérlet                                                                                                                                                                                                           | Írási nehézség (autizmus spektrum zavar, ADHD előkerül)                                                                                                                                                                                          | 12 fő                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5,5-8 év                            | Definíció nem jelenik meg (a robot tulajdonságai utalnak valamilyen szintű intelligencia meglétére) + Robotics in AI folyóiratcím                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3       | Javed, H., & Park, C. H. (2019).                                                                                     | USA                | Nem kutatás, kísérlet jellegű                                                                                                                                                                                                   | Autizmus spektrum zavar                                                                                                                                                                                                                          | 17 fő (6 fő tesztszempont autizmus spektrum zavar diagnózis, 11 fő neurotipikus kontrollcsoport)                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4-12 év                             | Definíció nem jelenik meg (MI, gépi tanulás sem)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 4       | Keshav, N. U., Vogt-Lowell, K., Vahabzadeh, A., & Sahin, N. T. (2019).                                               | USA                | Kvantitatív, kísérlet                                                                                                                                                                                                           | Autizmus spektrum zavar                                                                                                                                                                                                                          | 7 fő                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 14-18 év                            | Definíció nem jelenik meg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 5       | Lister, K., Coughlan, T., Kenny, I., Tudor, R., & Iniesto, F. (2021).                                                | Egyesült Királyság | Részvételi módszertan, feltáró, kvalitatív keretű kutatás, benne kvantitatív kérdőíves szakasszal                                                                                                                               | A kérdőíves szakaszban 12 fogyatékoságtípus jelenik meg. A következő szakaszban 13 résztvevőnél mozgássérülés, tartós betegség, fáradtsággal és fájdalommal járó állapotok, érzékszervi károsodások, mentális egészségügyi problémák és tanulási | 1. Diákok által vezérelt kutatási ütemterv készítése: n/a<br>2. Az adminisztratív terhek vizsgálata-kérdőív: 109 fő<br>3. Megoldás együtt-tervezése: 13 fő workshop résztvevő, 7 fő szerződéssel/kompenzációval vett részt a teljes tervezési folyamatban                                                                                                                       | Egyetemisták                        | Definíció nem jelenik meg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

<sup>2</sup> A megnevezések a tanulmányok szóhasználatát tükrözik

|    |                                                                                                                                                                             |              |                                                              |                                                                                                                                                  |                                                                                                             |                                       |                                                                                                                                    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                             |              |                                                              | nehézségek. Tervezésben részt vevő 7 fő esetében: mozgássérülés, érzékszervi károsodások, mentális egészségügyi problémák és tanulási nehézségek |                                                                                                             |                                       |                                                                                                                                    |
| 6  | Lytridis, C., Kaburlasos, V. G., Bazinas, C., Papakostas, G. A., Sidiropoulos, G., Nikopoulou, V.-A., Holeva, V., Papadopoulou, M., & Evangeliou, A. (2022)                 | Görögország  | Kvantitatív, kísérlet                                        | Autizmus spektrum zavar                                                                                                                          | 7 fő (82 terápiás ülésben)                                                                                  | 7-11 év                               | Definíció nem jelenik meg. MI kifejezés nem jelenik meg (machine learning techniques, sensors)                                     |
| 7  | Papadopoulou, M. T., Karageorgiou, E., Kechayas, P., Geronikola, N., Lytridis, C., Bazinas, C., Kourampa, E., Avramidou, E., Kaburlasos, V. G., & Evangeliou, A. E. (2022). | Görögország  | Randomizált kísérlet                                         | Specifikus tanulási zavar                                                                                                                        | 40 fő (19 NAO, 21 fő kontroll)                                                                              | Általános iskola 3-4. osztály         | Definíció nem jelenik meg (MI, gépi tanulás sem)                                                                                   |
| 8  | Papakostas, G. A., Sidiropoulos, G. K., Lytridis, C., Bazinas, C., Kaburlasos, V. G., Kourampa, E., Karageorgiou, E., Kechayas, P., & Papadopoulou, M. T. (2021)            | Görögország  | Kvantitatív, kísérlet                                        | „Learning disability” tanulási zavar értelemben                                                                                                  | 10 fő                                                                                                       | 9-10 év                               | Definíció nem jelenik meg (MI kifejezés nem jelenik meg, de értelmezi az intelligens interakció fogalmát és gépi tanulást használ) |
| 9  | Shokat, S., Riaz, R., Rizvi, S. S., Khan, I., & Paul, A. (2022).                                                                                                            | Pakisztán    | Nem kutatás, egy algoritmus tanításának leírása              | Látássérülés                                                                                                                                     | N/A (2512 karakter)                                                                                         | 12-19 év                              | Definíció nem jelenik meg. MI kifejezés nem jelenik meg (supervised machine learning techniques)                                   |
| 10 | Soykan, E., Özdamli, F., & Özcan, D. (2017)                                                                                                                                 | Ciprus       | Kvalitatív vizuális adatelemzés (a szerzők szándéka szerint) | „Mentally retarded”, két Down-szindrómás lány, egy autizmus spektrum zavarral diagnosztizált fiú                                                 | 3 fő                                                                                                        | 5 év                                  | Definíció nem jelenik meg                                                                                                          |
| 11 | Srivastava, S., Varshney, A., Katyal, S., Kaur, R., & Gaur, V. (2021)                                                                                                       | Delhi, India | Nem kutatás, eszközfejlesztés és validáció                   | Beszéd fogyatékos, látássérült és hallássérült tanulók                                                                                           | 13 fő (4 fő beszéd fogyatékos, 3 fő hallássérült, 1 fő látássérült, 5 fő nem érzékszervi fogyatékos tanuló) | 18 év feletti fiatal felnőttek        | Definíció nem jelenik meg                                                                                                          |
| 12 | Vahabzadeh, A., Keshav, N. U., Abdus-Sabur, R., Huey, K., Liu, R., & Sahin, N. T. (2018)                                                                                    | USA          | Single-case experimental design (kísérlet)                   | Autizmus spektrum zavar                                                                                                                          | 4 fő                                                                                                        | Átlagosan 7,5 év (6,7-8,8 év között)  | Definíció nem jelenik meg                                                                                                          |
| 13 | Watters, J. D., Hill, A., Weinrich, M., Supalo, C., & Jiang, F. (2021)                                                                                                      | USA          | Nem kutatás, az eszköz fejlesztését írja le                  | Vak és látássérült tanulók                                                                                                                       | kb. 20 fő                                                                                                   | Középiskolás és főiskolás korú diákok | Definíció nem jelenik meg                                                                                                          |

| Sorszám | Alkalmazott MI eszköz | MI alkalmazásának célja                                                                                                                                                                                                    | Megjelenő tevékenység                                                          | Részvétel az MI alkalmazásában (forma, szakasz)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Főbb eredmények                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | Mobil applikációk     | Felsőoktatásban tanuló hallgatók támogatása tanulmányaikban. Az MI-alapú alkalmazások segítenek az információhoz való hozzáférésben, a tanulásban, az információk feldolgozásában és a tanulmányi feladatok teljesítésében | Különböző MI-alapú alkalmazások és technológiák alkalmazása tanulmányi célokra | <p>1. Tanulmány: A résztvevők tanácsadói testületek tagjai voltak, akik véleményezték az MI-alapú eszközöket és javaslatokat tettek.</p> <p>2. Tanulmány: A tudományos irodalom szisztematikus áttekintésével foglalkoztak.</p> <p>3. Tanulmány: Kérdőíves felmérésen keresztül vizsgálták meg, hogy a hallgatók hogyan használják az AI-alapú intelligens virtuális asszisztenseket.</p> <p>4. Tanulmány: Kérdőíves felmérésen keresztül vizsgálták meg, hogy a hallgatók hogyan használják az AI-alapú technológiákat.</p> <p>5. Tanulmány: E-mailen keresztül vizsgálták meg, hogy milyen MI-alapú technológiákat használnak a hallgatók, amelyeket az oktatóik tettek kötelezővé.</p> <p>6-8. Tanulmányok: Kérdőíves és interjú módszerrel vizsgálták meg az ADHD-s diákok által használt mobilalkalmazásokat és technológiákat.</p> | <p>1. Tanulmány: Az MI potenciális előnyeiről nagyon pozitív vélemények hangzottak el; az ajánlások alapján elkészítették az MI-alapú eszközök listáját és azokkal kapcsolatos információkat összefoglaló cikket.</p> <p>2. Tanulmány: Az MI-nek nincs általánosan elfogadott definíciója; nagy eltérés van a tudományos irodalomban és a sajtóban az MI-ről szóló hype között; a tudományos cikkek főleg eszközfejlesztésre összpontosítanak; az intelligens virtuális asszisztensek az egyik leggyakrabban említett MI-alapú technológia.</p> <p>3. Tanulmány: Az eredmények rávilágítottak arra, hogy a hallgatók még nem veszik teljes mértékben igénybe az MI-alapú intelligens virtuális asszisztensek nyújtotta lehetőségeket az iskolai munkák elvégzése során. Az intelligens virtuális asszisztenseket leginkább naptár emlékeztetők, internetes keresések és szóértelmezések céljára használták.</p> <p>4. Tanulmány: a fogyatékos és nem fogyatékos hallgatók hasonló technológiákat alkalmaznak tanulmányaik során; az összesen 278 alkalmazás közül mintegy 20%-uk használt mesterséges intelligenciát; az MI-alapú alkalmazások közül sok a Google és a Microsoft termékeiből származott.</p> <p>5. Tanulmány: a felsorolt technológiák kevesebb, mint fele használt mesterséges intelligenciát. A technológiák használata különféle kihívásokat jelentettek a hallgatók és az oktatók számára egyaránt.</p> <p>6. Tanulmány: Összesen 208 alkalmazást azonosítottak, amelyeket ADHD-s tanulóknak javasoltak. Ezekből 20 alkalmazást választottak ki, amelyeket legalább két forrás említett, melyek közül csak öt használt mesterséges intelligenciát.</p> <p>7. Tanulmány: Az ADHD-s és nem ADHD-s tanulók ugyanazokat az alkalmazásokat használták és találták hasznosnak. Az ADHD-s diákok a 20 ajánlott alkalmazás körülbelül felét ismerték, és még kevesebbet kedveltek.</p> <p>8. Tanulmány: Az ADHD-s diákok az oktatási feladatokhoz különböző digitális eszközöket használtak. A leggyakoribbak között szerepelt az okostelefon kameraalkalmazása jegyzetek rögzítésére, valamint felvételt készítő alkalmazások a figyelemelterelések kezelésére. Emellett gyakran használták a Kahootot kérdések feltevésére és interaktív tanulásra. A Zoom segített a társakkal való kapcsolattartásban, míg a Discord osztályon kívüli munkára szolgált. A diákok visszajelzésekhez és képernyőolvasáshoz is használtak különféle eszközöket. Fontosnak tartották a Google és a Microsoft eszközök emlékeztető és időzítő funkcióit is, valamint meditációs és relaxációs alkalmazásokat használtak mentális egészségük támogatására.</p> |

|   |                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | Cellulo robotok                                                                                                       | Kézírás tanulásának elősegítése szenzoros támogatással. Asszisztív eszköz, támogatja a differenciálást                                                                                                                 | Iteratív módszertan. A gyerekek több foglalkozás során gyakorolnak különböző betűket egy robotplatform segítségével. Az első részben a résztvevők betűírásának hatékonyságát vizsgálják. A második részben az iteratív folyamatok során végrehajtott változtatások hatását elemzik az írási teljesítményre                                                                                                                       | Foglalkozás résztvevői                                                                  | A rendszer hatékonyan támogatja a gyerekeket a kézírás fejlesztésében terápiás környezetben. Az adaptív játékok és tevékenységek segítenek a hibák általi tanulásban és a gyerekek közötti együttműködésben. A robot platform képességei lehetővé teszik a differenciált és szinkronizált tevékenységeket, javítva a tanulási hatékonyságot és rugalmasságot                                                                                       |
| 3 | Szociális segítőrobot                                                                                                 | Érzelmi interakciók elősegítése, az érzelemreguláció támogatása. Emellett támogatja a felhasználók bevonódását és részvételét különböző tevékenységekben, és segít az érzelmi kapcsolat kiépítésében és fenntartásában | A tevékenység két részből állt. Először egyéni interakciót folytattak a résztvevők egy lapon futó számítógépes alkalmazáson keresztül, ahol egy pingvin karakterrel érzelmekre fókuszáltak. Ezután részt vettek egy szenzoros állomáson, ahol két különböző robotot használtak. Mindkét tevékenység során videófelveteleket készítettek, majd azokat elemezték a résztvevők viselkedésének és részvételének értékelése céljából. | Foglalkozás (aktív) résztvevői                                                          | Az autizmus spektrum zavar diagnózisú gyerekek általában rövidebb ideig vettek részt az érzelmi interakciókban, mint a tipikusan fejlődő gyerekek. Az érzelemregulációs funkció hatékonyan működött mind az autizmus spektrum zavarban érintett, mind a neurotipikus csoportban. Az érzelmi interakciókban való részvétel hossza összefüggött a résztvevők későbbi részvételével és érdeklődésével a szenzoros állomáson végzett tevékenység során |
| 4 | Empowered Brain, kiterjesztett valóság és mesterséges intelligencia alapú szociális-érzelmi kommunikációs segédeszköz | Az autista diákok ADHD tüneteinek monitorozása és azok összefüggésének elemzése                                                                                                                                        | A diákok játékbeli teljesítményét összehasonlították az ADHD tünetek súlyosságát mérő klinikai eredményekkel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | A diákok az Empowered Brain-t használták egyhetes időszak alatt az iskolai környezetben | A diákok játékbeli teljesítménye szoros összefüggést mutat az ADHD tüneteinek mért súlyosságával. Az új technológiák, mint az Empowered Brain, lehetőséget kínálnak az ADHD tüneteinek azonosítására és longitudinális monitorozására, az ADHD súlyosságának digitális fenotípusának meghatározására                                                                                                                                               |

|   |                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 | Virtuális asszisztens (Taylor)                                                                                | Egyenlőség rendszerbeli akadályainak csökkentése, és alap nyújtása a jövőbeli részvételi kutatásokhoz                                                                                                                                                                                                                  | A diákok részt vettek az együtt-tervezési (co-design) folyamatban, a kutatás tervezésétől a kimenetek terjesztéséig. A műhelymunkák során a diákok és a személyzet képviselői együtt dolgoztak az adminisztratív terhekkel kapcsolatos akadály megoldásának tervezésében, valamint visszajelzést adtak és részt vettek a megoldások értékelésében                                        | Participatív kutatás résztvevői                                                                                              | Az első fázisban a diákok által vezérelt kutatási terv keretében az adminisztratív terhek, a fogyatékoság nyilvánosságra hozása és az információhoz való hozzáférés témái kerültek előtérbe. A második fázisban narratív interjúkat készítettek fogyatékos diákokkal az adminisztratív terhekkel kapcsolatban. A harmadik fázisban a diákokkal konzultálva egy virtuális asszisztens lehetőségét vizsgálták, mely során hat fő téma került előtérbe, például az asszisztens megjelenése és személyisége, valamint az interakció kialakítása. A részvételi béta-teszt gazdag visszajelzést nyújtott a továbbfejlesztéshez. |
| 6 | Szenzorokkal ellátott NAO robot, adatok elemzésére Lattice Computing (LC) modellek gépi tanulási technikákkal | Rövid távú cél egy adatelemző eszköz kifejlesztése a klinikai pszichológusok számára, hosszú távú cél egy megbízható robot asszisztens kifejlesztése klinikai pszichológusok számára, amely lehetővé teszi számukra olyan robot-asszisztált beavatkozások tervezését                                                   | Szociális robotokat használtak nem invazív pszichoedukációs beavatkozásokban autizmus spektrum zavarra kidolgozott intervenció során. A robot interakcióba lépett a gyerekekkel, és egyidejűleg rögzítette a gyermek fejének helyzetét és a saját állapotát                                                                                                                              | Foglalkozás résztvevője, a roboton elhelyezett érzékelőkkel szerzett adatokat használta fel                                  | Új, viselkedéses állapotokat reprezentáló számítógépes eszköz és új adatelemzési módszertan fejlesztése a gyermekek viselkedésének jobb megértésének támogatására                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 7 | Szenzorokkal felszerelt NAO robot                                                                             | Speciális oktatási program támogatása, különös tekintettel a gyermekek olvasási, dekódolási és írási készségeire. Cél annak összehasonlítása, hogy a robot által nyújtott oktatás mennyire hatékony az ember által nyújtott oktatással szemben, és melyik módszer lehet a hatékonyabb specifikus tanulási zavar esetén | A kutatás két csoportban vizsgálta a tanulási intervenciók program hatékonyságát. A Robot csoportban a NAO szociális robot segítségével zajlottak az oktatási tevékenységek, míg a Kontroll csoportban a győgy pedagógus tanította ugyanazokat a programokat robot nélkül. Az intervenció 24 alkalomból állt, és a résztvevők olvasási dekódolási és szövegértési készségeit célozta meg | Foglalkozás résztvevői, illetve a beavatkozás végén mindkét csoport szülei és gyermekei elégedettségi kérdőívet töltöttek ki | Mind a NAO robot által vezetett csoport, mind a hagyományos emberi tanár által vezetett csoport jelentős javulást ért el a dekódolás, fonológiai tudatosság és olvasott szöveg értése terén. A robot által támogatott oktatás legalább olyan hatékony lehet, mint a hagyományos emberi oktatás                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|    |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8  | Szenzorokkal felszerelt NAO robot és gépi tanulás szoftverek az adatok elemzésére                                          | A résztvevő gyerekek elkötelezettségét és reakcióját mérték az oktatási szituációk során. A fő cél az volt, hogy kiderítsék, hogyan reagálnak a gyerekek a társas robot jelenlétére és interakciójára a tanulási folyamat során | A gyerekek heti két alkalommal, átlagosan 35 perces foglalkozásokon vettek részt a NAO robot és egy gyermekpszichológus vezetésével. Az interaktív tevékenységek között szerepeltek olvasási, fonológiai és memória feladatok, történehallgatás, mondatszerkesztés és relaxációs játékok | Foglalkozás résztvevői                                                                                  | Az MI-eszközök hatékonyak voltak a gyerekek motivációjának növelésében és az oktatási interakciókban való együttműködésben                                                                                                                                                                      |
| 9  | Érintőképernyős eszközökkel összekötött felügyelt gépi tanulás technikák                                                   | Angol Braille karakterek valós idejű átalakítása értelmezhető angol karakterekké pozíciófüggetlen módon                                                                                                                         | A diákok valós idejű Braille-bemenetet vittek be érintőképernyős Android-eszközökön, a kutatók elemezték és értékelték az új mechanizmust korábbi tanulmányokkal és más módszerekkel való összehasonlítással                                                                             | Részvétel az adatkészlet létrehozásában                                                                 | Egyedi Braille adatkészlet gyűjtése és az angol karakterek gépi tanulás alapú megjósolása. Az érintőképernyős eszközökkel gyűjtött adatok hatékonyan felhasználhatók a karakterfelismerésben. Az alkalmazott módszerek hatékonyan alakítják át a Braille írást angol nyelvre                    |
| 10 | Adatelemző szoftver (Microsoft Emotion Detection API)                                                                      | A megjelenő érzelmek elemzéséhez használtak MI eszközt                                                                                                                                                                          | A gyerekek tableten hajtottak végre feladatokat, miközben videófelvétel készült róluk. A felvételeket a Microsoft Emotion Detection API szoftverrel elemezték                                                                                                                            | Foglalkozás résztvevői                                                                                  | A mesterséges intelligencia érzelmi elemzésének eredményei alapján látható, hogy a diákok boldogok és lelkesek a tablet segítségével történő tanulási folyamatban. A tanítási folyamat során a diákok a kezdeti zavarodottságot követően rövid időn belül alkalmazkodtak a tablet használatához |
| 11 | Smart Learning Assistance (SLA) egy olyan szoftveres alkalmazás, ami Deep Learning és Computer Vision technikákat használ. | Inkluzív oktatás támogatása, részvétel növelése, a kommunikációs rés áthidalása a tanórán                                                                                                                                       | A szoftver hangzó beszédet szöveggé, jelnyelvet szöveggé vagy szöveget jelnyelvvé, valamint Braille írást szöveggé alakítja gépi tanulási technikákra, például neurális hálózatokra és képfelismerési algoritmusokra támaszkodva                                                         | A tanulók igényeik szerint választhatnak modult, az órai felhasználás során vesznek részt a folyamatban | A résztvevők 90%-a aktívan és magabiztosan tudott részt venni a tanulási folyamatban az eszköz segítségével, és képesek voltak ugyanolyan hatékonyan kommunikálni, mint a többi diák                                                                                                            |

|    |                                                                                                                                                                                                      |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12 | Empowered Brain asszisztív okosműveg technológia                                                                                                                                                     | Szocioemocionális viselkedés javítása autista tanulóknál                            | A tevékenység 6 hetes időszakban zajlott, amely két részre volt osztva, a tanulók naponta kétszer szocioemocionális intervencióban vettek részt. A tanulók okosűveget viseltek, amelynek segítségével interaktív módon beszélgetésekben vettek részt egy facilitátorral. Az okosűveg érzékelte a tanuló figyelmét, és vizuális és hangos visszajelzéseket nyújtott a figyelem fenntartásához | Foglalkozás résztvevői                                                                                                                                                                                                                                                                  | Az Empowered Brain okosűveges rendszer alkalmazása az autista tanulóknál jelentős csökkenést eredményezett az irritabilitásban, hiperaktivásban és szociális visszahúzódban. A kutatás alapján az intervenció hatékonyan javította ezeket a viselkedési tényezőket, és az oktatási szakemberek pozitívan értékelték az alkalmazott technológiát                                                                                                                                                                                     |
| 13 | Virtuális asszisztens (MSU Denver Virtual Lab Assistant (VLA), Amazon Web Services (AWS), Amazon Alexa Skills Kit (ASK), Alexa intelligens hangszóró és mikrokontroller (Raspberry Pi) használatával | Inkluzív oktatás támogatása, részvétel elősegítése a természettudományos oktatásban | A rendszer lehetővé teszi, hogy látássérült diákok képesek legyenek önállóan részt venni laboratóriumi tevékenységekben. Az Alexa hangvezérlés segítségével irányítják a Virtuális Labor Asszisztent, amely diktálja a szükséges lépéseket, felsorolja az anyagokat és navigál a folyamatban. A Talking LabQuest és a Raspberry Pi pedig lehetővé teszi a kéz nélküli vezérlést              | A rendszer tervezésekor és fejlesztésekor figyelembe vették a látássérült tanulók szükségleteit és tapasztalatait, a jövőben tervezik a mélyebb tesztelést, amelynek során a diákok valódi laboratóriumi gyakorlatokat végeznek el az eszközzel és nélküle is, majd visszajelzést adnak | A látássérült diákok egyetértettek abban, hogy a VLA rendszer függetlenebb és gyakorlatiasabb élményt biztosított volna számukra korábbi laboratóriumi kurzusaik során. A VLA rendszer pozitív visszajelzéseket kapott az ISLAND konferencián és belső megbeszéléseken, ami támogatta az eszköz továbbfejlesztését és finomhangolását. A VLA rendszer forráskódja nyilvánosságra került a GitHub-on, és dokumentációit megosztották más intézményekkel, lehetővé téve az eszköz továbbfejlesztését és más helyeken való használatát |

#### **3.4.4. A kutatás nehézségei, korlátai**

A kutatás során az adatbázisok kiválasztásánál nehézséget jelentett, hogy az EBSCO, ERIC, PubMed, Science Direct és Scopus adatbázisok eltérő mértékben és nem teljesen egyező kategóriák mentén teszik lehetővé a találatok szűkítését. Ebből adódóan a releváns és kezelhető elemszámú találatok előhívásához szűkíteni kellett a felhasznált adatbázisok körét.

A mesterséges intelligenciára vonatkozó kifejezések azonosítása is nehézséget jelentett. Tekintve, hogy az irodalmakban számos aldiszciplínája és eszköze jelenik meg, és nem minden esetben használják a mesterséges intelligencia ernyőfogalmat, a tanulmányok csak a téma szerteágazó szakirodalmának ismeretében szűrhetők le megbízhatóan.

Néhány tanulmány esetén kihívás volt az MI és a robotika viszonyának meghatározása. Ahogy korábban ismertettem, a két terület egymást részben átfedi, és az irodalmak részletezettsége nem minden esetben tette lehetővé annak biztos meghatározását, hogy az alkalmazott robot mesterségesen intelligensnek tekinthető-e. Azokban az esetekben, ahol az eszköz bemutatott tulajdonságai valószínűsítették a mesterséges intelligencia használatát, a publikációt bevontam a további elemzésbe.

A kutatás korlátai közé sorolom, hogy a keresés angol és magyar nyelvű szakirodalmakra terjedt ki, azonban nem volt elérhető magyar nyelvű vagy akár magyar szerző által publikált cikk. A tanulmányok nagy része Európán kívüli területekről származik. Ebből adódóan kevés következtetés vonható le a magyar helyzetre vonatkozóan. A korlátok közé tartozik, hogy a négy európai uniós országban publikált cikk közül hármát valójában nagy átfedéssel szinte egyforma kutatói kör jegyzi. A keresési folyamat során nem voltak olyan publikációk, amelyeket a szerzők az angoltól eltérő nyelven publikáltak, így ebből adódó adatvesztés nem történt.

A kutatók közti átfedések és ezáltal a vizsgált eszközök többszöri előfordulása (Empowered Brain, NAO robot) torzíthatja az egyes eszközök használatára vonatkozó gyakorisági megállapításokat.

A kiválasztott tanulmányokban megjelenő alacsony elemszámok szintén nem teszik lehetővé általános és evidenciaalapú megállapítások megfogalmazását. Tekintve, hogy a tudományos hitelesség biztosítására csak lektorált, tudományos publikációk maradtak a pool-ban, a publikációs folyamat időigénye miatt a tanulmányok lehetséges, hogy nem a legfrissebb eredményeket tükrözik.

Figyelemfelkeltő a nemzetközi szakirodalmi áttekintése során tapasztalt nomenklatúrabeli eltérés. A gyógypedagógiai kutatásokban gyakran előforduló probléma az, hogy különböző országokban eltérő terminológiát és klasszifikációs rendszereket alkalmaznak (Fejes & Szenczi, 2010). Ez a jelenség megnehezíti a külföldi kutatási eredmények hazai alkalmazását, az oktatási módszerek adaptálását, valamint a hazai eredmények és módszerek külföldi nyelvű értelmezését is. Ez a probléma már a kutatási előzmények ismertetésekor megfigyelhető volt, amikor Fang és Zhang (2019) például hétköznapi („ordinary”) és kivételes („exceptional”) gyerekekről beszélt. A vizsgált tanulmányoknál előfordult a tanulási korlátokhoz kapcsolódó kifejezések („learning disability”, „learning difficulty”) megfeleltetésének nehézsége is a hazai terminológiának megfelelően.

### **3.4.5. A kutatás eredményei**

#### **3.4.5.1. Hogyan értelmezik a mesterséges intelligencia fogalmát a vizsgált tanulmányok?**

A vizsgált tanulmányok nagy részében nem jelent meg a mesterséges intelligencia fogalma. Egy cikk definiálja, hogy mit ért mesterséges intelligencia alatt, miután kiemelik, hogy nem találtak hozzá következetesen használt fogalmat (Fichten et al., 2022). Eszerint a Microsoft meghatározását követve a mesterséges intelligencia a technológiák széles skáláját képviseli, amelyek képesek észlelni, tanulni, érvelni, segítséget nyújtani a döntéshozatalban, és a problémák megoldása érdekében cselekedni. Megfogalmazzák, hogy az MI technológia folyamatosan tanul a felhasználói interakciókból és a szervezeti adatokból, hogy jobb betekintést nyújtson. Ezek a technológiák képesek értelmezni a szövegből, hangból és képekből származó adatok jelentését, azonosítani a trendeket, és következtetéseket levonni.

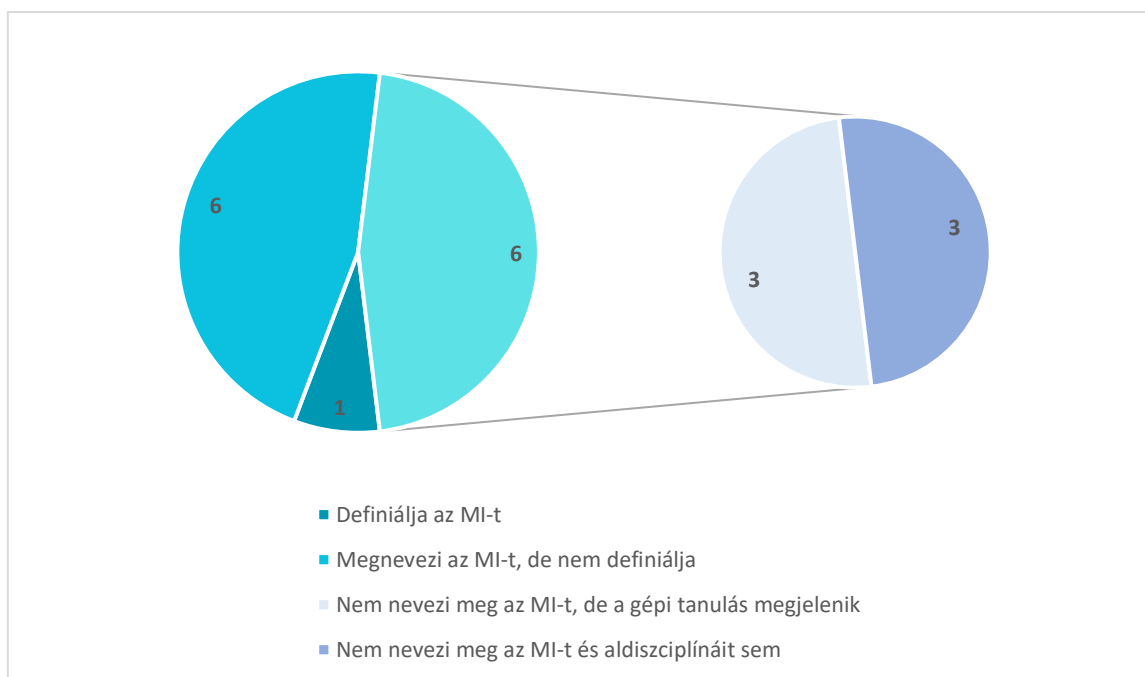
Hat tanulmány esetében, bár a szövegben mesterséges intelligencia használatát jelölik, esetenként mély tanulást, természetes nyelvfeldolgozást és gépi tanulást megjelölve, definíciót nem társítanak a kifejezéshez (Soykan et al., 2017; Vahabzadeh et al., 2018; Keshav et al., 2019; Lister et al., 2021; Srivastava et al., 2021; Watters et al., 2021).

Három esetben (Papakostas et al., 2021; Lytridis et al., 2022; Shokat et al., 2022) az MI definíciójának hiánya mellett maga a mesterséges intelligencia kifejezés sem jelenik meg a szövegben, azonban a gépi tanulás megjelenik az alkalmazásban. Papakostas és munkatársai (2021) az intelligens interakció fogalmát értelmezik az emberek és gépek közötti kapcsolat mérésére. Howard Gardner pszichológus munkája alapján kilenc különböző intelligenciát különböztettek meg, melyek közül öt kulcsfontosságú az ember és környezete közötti

kapcsolatban: nyelvi, vizuális-térbeli, testi-kinesztéziás, interperszonális és logikai-matematikai intelligencia. Mérnöki szempontból ezek az intelligenciatípusok két szintre redukálhatók: az első szint a szenzoros adatok elemzését jelenti a környezet megértése érdekében, míg a második szint egy emberihez hasonló, interaktív kommunikációs kapcsolat kialakítására irányul. Ezek a szintek alapvető fontosságúak az ember-gép interakció kutatásában, különös tekintettel a gyermek részvételére és elkötelezettségére. Az intelligens interakció célja, hogy a robot alkalmazkodhasson a gyermek viselkedéséhez és az oktatási tartalomhoz, ezáltal létrehozva egy hatékony, kölcsönös kommunikációs csatornát.

Szintén három cikk esetében figyelhető meg, hogy nem jelenik meg a definíció és a mesterséges intelligencia aldiszciplínái sem, de az alkalmazott eszköz tulajdonságai (Javed & Park, 2019; Papadopoulou et al., 2022), illetve a folyóirat címe, amiben a tanulmány megjelent (Guneysu Ozgur et al., 2020) szintén utalnak mesterséges intelligencia meglétére, amit részletesebben az eszközök bemutatásakor fejtek ki.

7. ábra: A mesterséges intelligencia értelmezésének eloszlása *(saját szerkesztés)*



### **3.4.5.2. Milyen mesterséges intelligencián alapuló eszközöket alkalmaznak a vizsgált tanulmányokban?**

Az alkalmazott eszközök között szoftveralapú és fizikailag megvalósuló technológiák is megjelennek. A legtöbb cikkben robotok alkalmazását írják le szoftvereszközökkel összekapcsolva. A bemutatott robotok olyan fizikai eszközök, amelyek lehetőséget nyújtanak a tanulók számára a közvetlen interakcióra és gyakorlásra. Három esetben is a szenzorokkal felszerelt NAO szociális robotok jelentek meg (Papakostas et al., 2021; Lytridis et al., 2022; Papadopoulou et al., 2022). Két esetben a robotok által begyűjtött információkat gépi tanulási technikákkal dolgozták fel. Az adatelemzésre használt MI-technológiákon túl maga a NAO robot is intelligens viselkedést mutat, ami alapján feltételezhetjük a mesterséges intelligencia meglétét. A gépi látás képessége lehetővé teszi, hogy a gép érzékelje és értelmezze a környezetét, amely elengedhetetlen az interakciók során. Az arckövetési funkció segít fenntartani a szemkontaktust, ezzel növelve az interakció minőségét. A szövegből beszédet generáló funkció, valamint a beszéd felismerése lehetővé teszi a robotnak, hogy kommunikáljon a felhasználóval, ami további interaktivitást biztosít. A hangok érzékelése és a testmozgás lehetőségei tovább növelik a robot reaktivitását. Segítenek a robotnak a környezeti változásokra való gyors reagálásban. Az LED-ek és a hanglejátszás vizuális és auditív ingereket biztosítanak, ami segít a felhasználók figyelmének és érdeklődésének fenntartásában. A felsorolt funkciók alapján valamilyen szintű intelligencia feltételezhető megléte mellett ezeket a tanulmányokat akkor is az elemzendő cikkek közé soroltam, amikor a mesterséges intelligencia megnevezése direkt módon nem jelent meg. A NAO robotok alkalmazásán kívül megjelent más szociális segítőrobot alkalmazása is (Javed & Park, 2019). Bár a mesterséges intelligenciára utaló kifejezések ebben az esetben sem fordultak elő, az eszköz tulajdonságai több ponton is jelezték használatát. A szöveg alapján az látszik, hogy az eszköz képes a képernyőjén megjelenített érzelmeket dinamikusán a felhasználó érzelmi állapotához igazítani. Ezen felül egy konszenzuson alapuló interakciós keretrendszert alkalmaz, amely lehetővé teszi az érzelmi állapotok közötti kölcsönhatást az emberi felhasználó és a pingvin karakter között, ami MI alkalmazását sugallja az érzelmi interakciókban és az érzelemregulációban. A fentiekén túl az úgynevezett Cellulo robotok használata is megjelenik (Guneysu Ozgur et al., 2020). A Cellulo robotok egyszerűek és megfizethetőek, a tevékenységet tartalmazó papírlapokon mozoghatnak. Különböző érzékelők (kamera, érintésérzékelők) és interakciós módok (haptikus, LED) használatával sokoldalúan felhasználhatóak. A Cellulo robotok valós idejű többérzékelős visszajelzést nyújtanak az írástanulási feladatok során. Ezek a robotok passzív,

aktív vagy félaktív szerepet tölthetnek be, így különböző tevékenységeket tesznek lehetővé, ahol a gyerekek szerepe változhat. Emellett rögzítik az interakcióval kapcsolatos információkat, például a felhasználó mozgástartományát és pontosságát is. A Cellulo robotok sokoldalú képességei mögött rejlő tulajdonságok a mesterséges intelligencia jelenlétére utalnak. Az első és legkiemelkedőbb jellemző az autonóm mozgásképeség. A robotok képesek önállóan navigálni és mozogni anélkül, hogy folyamatos emberi irányításra lenne szükségük. Ez a képesség arra utal, hogy a robotok rendelkeznek valamilyen szintű döntéshozatali képességgel, amely lehetővé teszi számukra, hogy reagáljanak a környezet változásaira és célokat érjenek el a feladatok végrehajtása során. Ezen túlmenően, a robotok érzékelőkkel rendelkeznek, amelyek lehetővé teszik, hogy reagáljanak a környezetükre. Az ilyen adaptív viselkedés mögött általában intelligens algoritmusok állnak, amelyek segítik a robotokat az optimális döntések meghozatalában.

Két esetben az Empowered Brain kiterjesztett valóság és mesterséges intelligencia alapú asszisztív okoszemüveg technológiát alkalmazták (Vahabzadeh et al., 2018; Keshav et al., 2019). A szociális-érzelmi kommunikációs eszköz különböző érzékelőkből áll, ideértve a kamerát, mikrofont, gyorsulásmérőt, giroszkópot és egy belső infravörös érzékelőt is. Az érzékelőkből származó adatokat összegyűjtik, majd mesterséges intelligenciával működtetett szoftveren keresztül dolgozzák fel.

Két tanulmány virtuális asszisztensek alkalmazásáról számolt be. Ezek az eszközök természetes nyelvfeldolgozáson és gépi tanuláson alapulnak. Az MSU Denver Virtuális Laboratóriumi Asszisztense (VLA) egy olyan innovatív eszköz, amely mesterséges intelligenciát alkalmazva segíti a felhasználókat a tanulás és a laboratóriumi munka során. Az eszköz használatához az Amazon Web Services és az Amazon Alexa Skills Kit technológiáit használja, valamint egy Alexa okos hangszórót és egy mikrokontrollert. A kéz nélküli vezérlést a Talking LabQuest és a Raspberry Pi teszi lehetővé (Watters et al., 2021). A másik bemutatott esetében (Lister et al., 2021) egyéb eszközökkel való összekapcsolás nem jelenik meg.

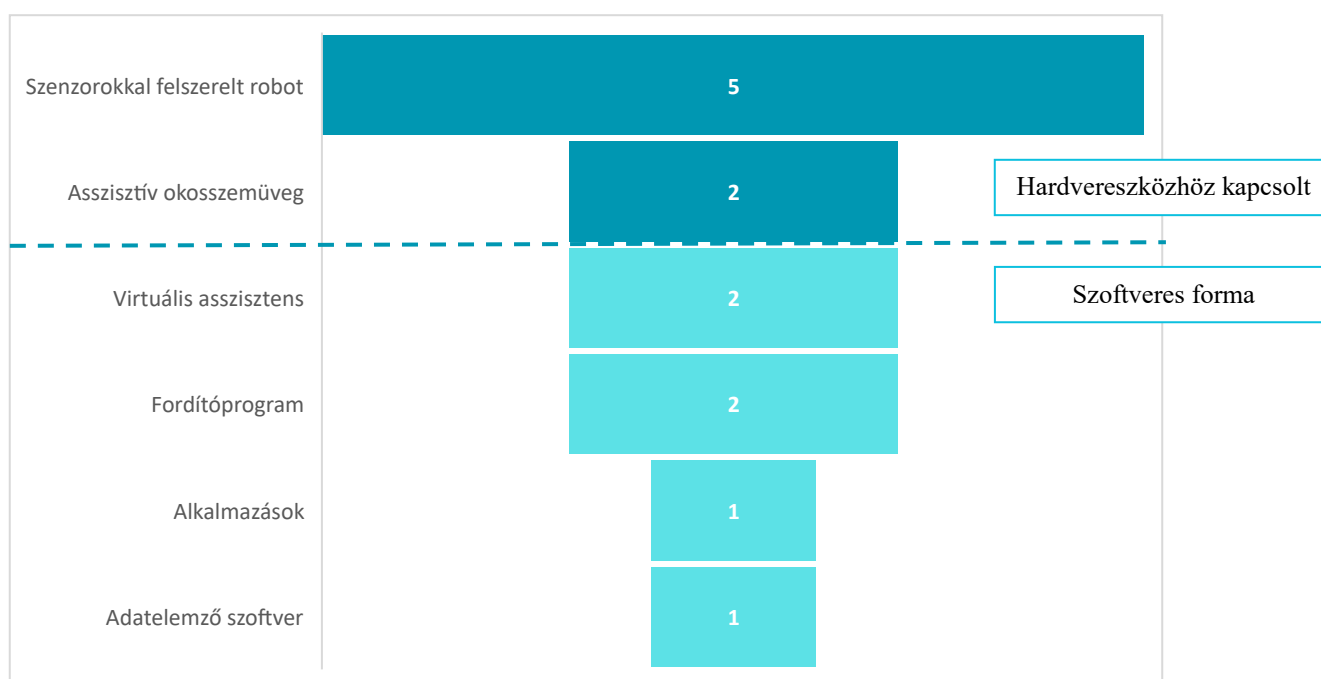
A mesterséges intelligenciát használó szoftverek között „fordítóprogramokat” is találunk. Működési mechanizmusuk vizsgálatkor érintőképernyős eszközökhöz kapcsolt felügyelt gépi tanulási technikát (Shokat et al., 2022), a modern mesterséges intelligencia egyik ágát, a gépi látást és mély tanulást (Srivastava et al., 2021) találjuk.

Az oktatási célból használt MI-t használó alkalmazásokat felmérő kutatásban (Fichten et al., 2022) szintén megjelennek a virtuális asszisztensek (Google Assistant, Siri, Alexa, Bixby) és

egyéb ismert applikációk (Adobe Creative Cloud, DeepL, Dragon, Dropbox, Evernote, Asana, Google Calendar, IFTTT, Todoist). Néhány specifikus funkciót ellátó kivételtől eltekintve (Seeing AI, Microsoft Lens) a fogyatékos diákok hasonló technológiák használatáról számoltak be, mint a nem érintett társaik. A legtöbb felsorolt MI-alapú applikáció Google és Microsoft termék volt, miközben az alkalmazott eszközök kapcsán azt találták, hogy többen használtak Apple, mint Android eszközöket, és a tabletnél gyakrabban használtak mobiltelefont.

Egy esetben szintén szoftveres formában, robotokkal nem összekapcsolva adatelemző szoftver, Microsoft Detection API is megjelenik (Soykan et al., 2017).

8. ábra: A mesterséges intelligencia alkalmazott eszközei *(saját szerkesztés)*



### 3.4.5.3. Milyen céllal használják a mesterséges intelligenciát a vizsgált tanulmányok?

A kutatásokban számos különböző cél jelent meg a mesterséges intelligencia alkalmazásának terén, több esetben egy eszköz több célt is szolgált. Leggyakrabban az infokommunikációs akadálymentesítés és a tanulási és tanítási folyamat támogatása jelent meg. Öt tanulmány esetén az információkhoz való hozzáférés és a tanulmányi feladatok teljesítésének támogatása jelenik meg az esélyegyenlőség rendszerbeli akadályainak csökkentésével (Lister et al., 2021; Srivastava et al., 2021; Watters et al., 2021; Fichten et al., 2022; Shokat et al., 2022). Ezen tanulmányokban a mesterséges intelligencia használatának célja az inkluzivitás támogatása a részvétel növelésével. Ez a kommunikációs

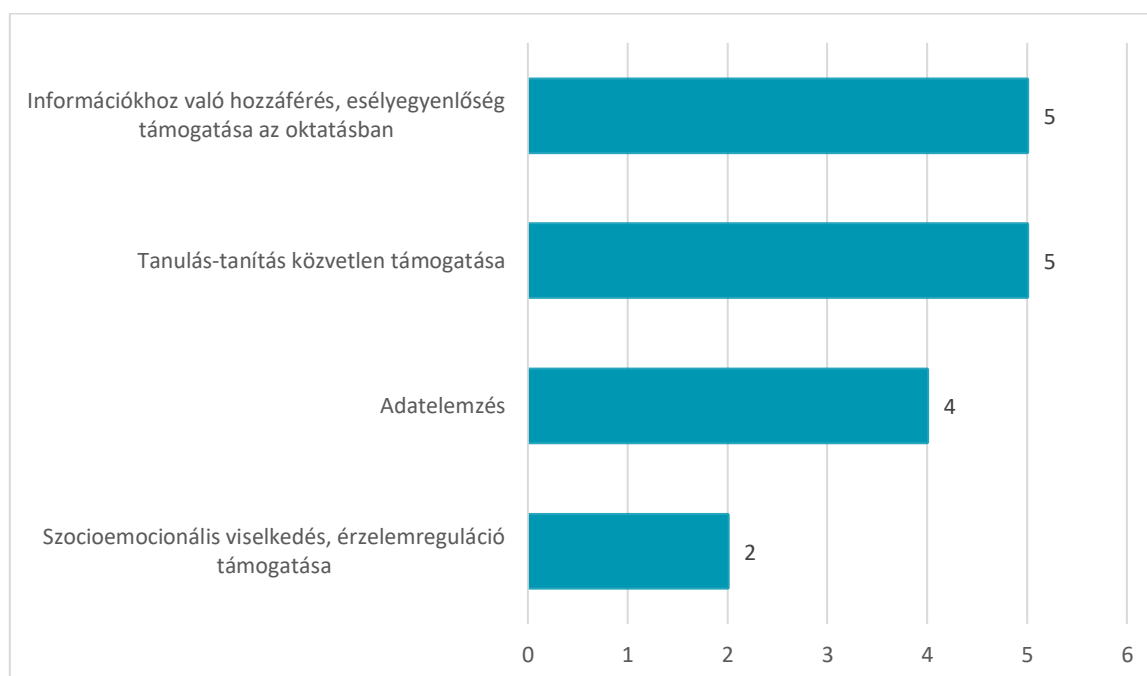
akadálymentesítéssel és az adminisztratív terhek mérséklésére irányuló fejlesztéssel valósult meg. Lister és munkatársai (2021) célja az volt, hogy részvételi módszerekkel azonosítsák az adminisztratív terhek problémáját fogyatékos diákok számára az oktatásban az Open University-ben, egy nagy brit távoktatási intézményben, és egy részvételi tervezési megközelítéssel megoldást hozzanak rá. Az akadálymentesítés mellett célként jelent meg a jövőbeli részvételi kutatásokhoz való alap nyújtása is. Srivastava és munkatársai (2021) az inkluzív oktatás támogatásának szükségességét gazdasági érdekek mentén is megfogalmazták, céljuk a más képességstruktúrával rendelkező („differently abled”) tanulók tanulásának megkönnyítése volt. Watters és munkatársai (2021) a látássérült tanulók inklúziójának támogatása volt a természettudományos oktatásra fókuszálva. Fichten és munkatársai (2022) megállapításai szerint az MI-alapú alkalmazások segítenek az információhoz való hozzáférésben, a tanulásban, az információk feldolgozásában és az akadémiai feladatok teljesítésében. A tanulmányok azonban azt mutatják, hogy bár az MI-eszközöknek hatalmas potenciáljuk van, a hallgatók gyakran nincsenek tisztában ezek előnyeivel és nem használják ki teljes mértékben azokat. Céljuk az volt, hogy felmérjék ezen eszközök használatának előfordulását. A Shokat és munkatársainak (2022) írásában megjelenő cél az volt, hogy egy olyan alkalmazást fejlesszenek, amely lehetővé teszi a vak vagy látássérült felhasználók számára, hogy pozíciófüggetlenül, bárhol írni tudjanak a kijelzőre, anélkül, hogy pontosan meg kellene találniuk a pontok helyét.

A tanulás és tanítás közvetlen támogatása is megjelenik az MI használatának céljai között mobilalkalmazások (Fichten et al., 2022), a kézírás tanulását és differenciált oktatást támogató asszisztív eszközök (Guneysu Ozgur et al., 2020), valamint robot-asszisztált foglalkozások (Papakostas et al., 2021; Lytridis et al., 2022; Papadopoulou et al., 2022) formájában.

A mesterséges intelligenciát adatok elemzésére is használták. Legtöbb esetben viselkedési jellemzőkből származó adathalmazt vizsgáltak MI-technológiával annak érdekében, hogy információt kapjanak a résztvevők reakcióiról, bevonódásáról oktatási szituációk során, ezáltal felmérve viszonyulásukat az alkalmazott IKT eszközökhöz. A robotok hatékonyságának vizsgálata (Papakostas et al., 2021; Lytridis et al., 2022) annak megértését célozta, hogy hogyan segíthetnek az automatizált rendszerek az oktatásban. A tablethasználattal összefüggő elemzések (Soykan et al., 2017) a tanulók érzelmi állapotának megértését és a pedagógiai megközelítések finomhangolásának támogatását célozták. Az adatok elemzése diagnosztikus célból is megjelent (Keshav et al., 2019) tüneti képek monitorozásakor, összefüggések keresésekor.

Két esetben a szocioemocionális viselkedés és az érzelemreguláció támogatása, a társas-emocionális támogatása, érzelmi interakciók elősegítése jelent meg (Javed & Park, 2019; Vahabzadeh et al., 2018).

9. ábra: A mesterséges intelligencia alkalmazásának céljai (*saját szerkesztés*)



#### 3.4.5.4. Milyen tevékenységekre használják a mesterséges intelligenciát a vizsgált tanulmányok?

A legtöbb esetben a tevékenységek szintjén egy eszközzel, leggyakrabban szociális robotokkal való interakció és annak vizsgálata jelent meg. Az egyik kutatásban a résztvevők először egyéni interakciót folytattak egy lapon futó számítógépes alkalmazáson keresztül, ahol egy pingvin karakterrel érzelmekre fókuszáltak. Ezután részt vettek egy szenzoros állomáson, ahol két különböző robotot használtak. A kutatók mindkét tevékenység során videófelveteleket készítettek, majd azokat elemezték a résztvevők viselkedésének és részvételének értékelése céljából (Javed & Park, 2019). Szintén szociális robotokat használtak nem invazív pszichoedukációs beavatkozásokban autizmus spektrumban érintett gyermekekkel folytatott intervenció során (Lytridis et al., 2022). A robot interakcióba lépett a gyerekekkel, és egyidejűleg rögzítette a gyerek és a saját állapotát. Ebben a szakaszban a modell csak a gyermek fejének helyzetét vette figyelembe a figyelem szintjének jelzésére. Az adatábrázolás és modellezés lehetővé tette számos elemzés és vizualizáció elvégzését, amelyek hasznos bepillantást nyújthatnak a robot cselekedetei és a gyermek viselkedése közötti kapcsolatra, annak érdekében, hogy a terápiás protokollokat úgy fejlesszék ki, hogy a társas robotot a

legmegfelelőbb módon vonják be a tevékenységekbe. Egy másik kutatás két csoportban a tanulási intervenciós program hatékonyságát vizsgálták. A Robot csoportban a NAO szociális robot segítségével zajlottak az oktatási tevékenységek, míg a Kontroll csoportban a gyógypedagógus tanította ugyanazokat a programokat robot nélkül. Az intervenció 24 alkalomból állt, és a résztvevők olvasási dekódolási és szövegértési készségeit célozta meg (Papadopoulou et al., 2022). Hasonló tevékenységeket láthatunk a kutatócsoport egy másik tanulmányában (Papakostas et al., 2021), ahol a gyerekek heti két alkalommal, átlagosan 35 perces foglalkozásokon vettek részt a NAO robot és egy gyermekpszichológus vezetésével. Az interaktív tevékenységek között szerepeltek olvasási, fonológiai és memória feladatok, történehallgatás, mondatszerkesztés és relaxációs játékok. A Cellulo-robotokat alkalmazó, iteratív módszertannal készült tanulmányban (Guneysu Ozgur et al., 2020) a gyerekek a foglalkozások során különböző betűk írását gyakorolják egy robotplatform segítségével. A kutatás első részében a résztvevők betűírásának hatékonyságát vizsgálták. A második részben az iteratív folyamatok során végrehajtott változtatások hatását elemezték az írási teljesítményre.

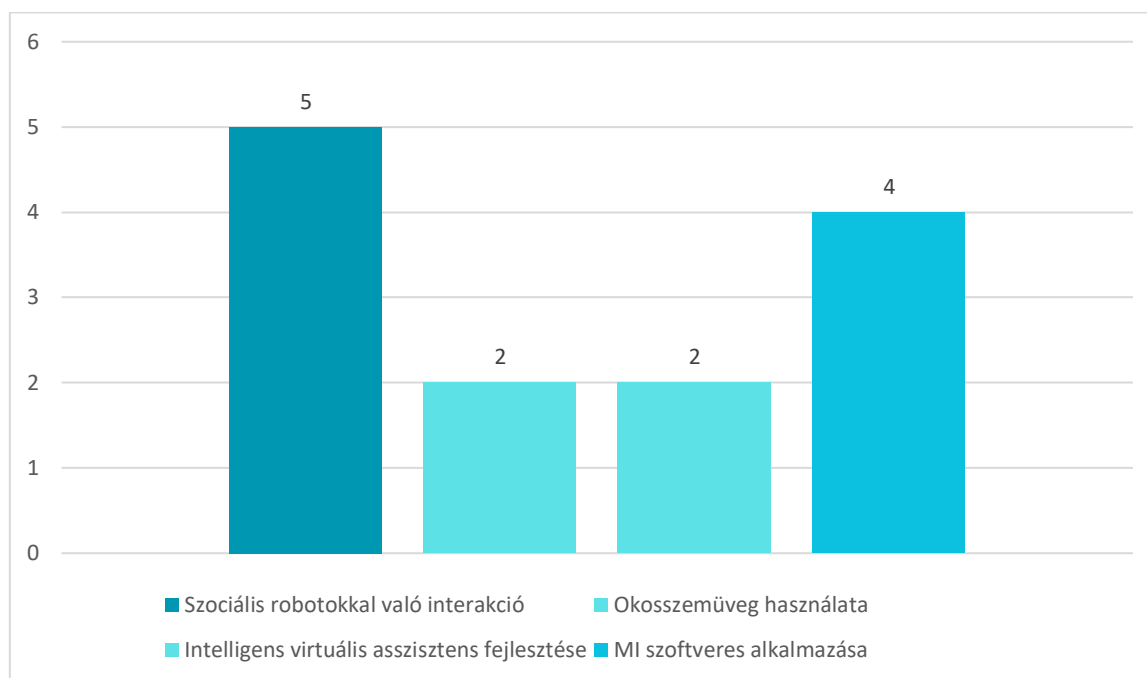
Két tanulmányban az Empowered Brain okoszemüveg használatáról olvashatunk. Az egyik esetben (Vahabzadeh et al., 2018) a tevékenység 6 hetes időszakban zajlott, amely két részre volt osztva, a tanulók naponta kétszer szocio-emocionális intervencióban vettek részt. A tanulók okosüveget viseltek, amelynek segítségével interaktív módon beszélgetésekben vettek részt egy facilitátorral (általában egy oktatási szakemberrel vagy beszédterapeutával) folytatott beszélgetésben. Az okoszemüveg képes érzékelni a tanuló figyelmét, és vizuális és hangos visszajelzéseket nyújt a tanulónak a beszélgetés során. Például, ha a tanuló figyelme elkalandozik, az okoszemüveg kiterjesztett valóság alkalmazásával segítséget nyújt a figyelem visszatéréséhez, például egy nyilat jelenít meg vagy figyelemfelkeltő maszkot tesz a facilitátor arcára. Amikor a tanuló sikeresen figyelmet fordít a facilitátorra, jutalmakat kap az alkalmazásban. A másik esetben (Keshav et al., 2019) az előzővel átfedést mutató kutatói kör az eszköz használata során a diákok játékbeli teljesítményét hasonlították össze az ADHD tünetek súlyosságát mérő klinikai eredményekkel.

Két tanulmány esetén intelligens virtuális asszisztensek fejlesztését találjuk tanulmányi célokra. Az egyik esetben az MI-alapú rendszer lehetővé teszi, hogy látássérült diákok képesek legyenek önállóan részt venni laboratóriumi tevékenységekben. A virtuális laborasszisztent Alexa hangvezérlés segítségével irányítják, amely igény szerint diktálja a szükséges lépéseket, felsorolja az anyagokat és navigál a folyamatban. A kéz nélküli vezérlést egyéb összekapcsolt eszközök és szoftverek teszik lehetővé (Watters et al., 2021). A másik esetben a diákok részt

vettek az együtt-tervezési (co-design) folyamatban, a kutatás tervezésétől a kimenetek teszteléséig. A műhelymunkák során a diákok és a személyzet képviselői együtt dolgoztak az adminisztratív terhekkel kapcsolatos akadály megoldásának tervezésében, valamint visszajelzést adtak és részt vettek a megoldások értékelésében (Lister et al., 2021). Tanulmányi célokra alkalmazott Különféle MI-alapú alkalmazások és technológiák alkalmazása tanulmányi célokra

Négy tanulmány esetében az MI inkább szoftveres formában jelent meg. Egy tanulmányban a gyerekek tableten hajtottak végre feladatokat, miközben videófelvétel készült róluk. A felvételeket a Microsoft Emotion Detection API szoftverrel elemezték (Soykan et al., 2017). Két esetben az MI használatakor megjelenő tevékenység a tolmácsolás funkciójának fejlesztése volt. A diákok valós idejű Braille-bemenetet vittek be érintőképernyős Android-eszközökön, a tevékenység az angol Braille karakterek valós idejű átalakítása volt értelmezhető angol karakterekké pozíciófüggetlen módon, úgy, hogy a látássérült felhasználók egyszerűen és kényelmesen használhassák az érintőképernyős eszközöket. A kutatók elemezték és értékelték az új mechanizmust korábbi tanulmányokkal és más módszerekkel való összehasonlítással (Shokat et al., 2022), illetve a bemutatott szoftver hangzó beszédet szöveggé, jelnyelvet szöveggé vagy szöveget jelnyelvvé, valamint Braille írást szöveggé alakítja gépi tanulási technikákra, például neurális hálózatokra és képfelismerési algoritmusokra támaszkodva (Srivastava et al., 2021). Szintén inkább szoftveres formában jelennek meg MI-alapú tevékenységek a diákok tanulási és szervezési folyamatainak, valamint életvezetésük támogatására, továbbá az MI-alapú technológiák integrálása a távoktatásba és a hagyományos tanítási módszerekbe (Fichten et al., 2022).

10. ábra: A mesterséges intelligencia használatában megjelenő tevékenységek (*saját szerkesztés*)



#### 3.4.5.5. Milyen populáció, fogyatékoságtípus jelenik meg a vizsgált tanulmányokban?

Az áttekintett tanulmányok többségében egy meghatározott fogyatékoságtípusra összpontosítottak, amikor az MI-alapú eszközök és alkalmazások használatát vizsgálták. Leggyakrabban az autizmus spektrum zavar jelent meg (Javed & Park, 2019; Keshav et al., 2019; Lytridis et al., 2022; Vahabzadeh et al., 2018)

Az érzékszervi fogyatékoságok közül leggyakrabban a látássérülés fordult elő (Shokat et al., 2022; Watters et al., 2021), amelyet egy esetben kiegészített a hallássérülés és a beszéd fogyatékoság (Srivastava et al., 2021)

A tanulmányokban a tanulási problémákat mutató gyerekek különböző csoportjai jelentek meg. Guneyisu és munkatársai (2020) írási nehézséget mutató gyerekekkel végzik kutatásukat, amelyek autizmus spektrum zavarral, figyelemhiányos hiperaktivitás-zavarral (ADHD), vizuomotoros koordinációs nehézségekkel, finommotoros problémákkal, vizuális percepciók problémákkal álltak összefüggésben. Érdekeség, hogy az írási nehézséget nem mutató gyerekeket a fogyatékoság orvosi modelljének használatára utalóan „egészséges” gyerekeknek nevezték. Papadopoulou és munkatársai (2022) specifikus tanulási zavart mutató gyerekekkel foglalkoztak, míg Papakostas és munkatársai (2021) tanulási zavart mutató célcsoportot mutattak be. Ők a „learning disability” kifejezést használják, amely terminológia a hazai

szakirodalomban egyaránt előfordul a tanulási zavar és a tanulási akadályozottság megfelelőjeként is (Fejes & Szenczi, 2010). Leírásuk alapján ők olyan átlagos övezetbe tartozó intelligenciaszinttel rendelkező gyerekek csoportját értik ezalatt, akik olyan sajátos nehézségeket mutatnak, amelyek akadályozzák tanulmányi feladataik ellátását. Az IQ és a teljesítmény közötti diszkrepancia ezen leírása alapján a célcsoport megnevezésére a hazai tanulási zavar terminológiáját használok. Egy esetben a „mentális retardáció” jelent meg, amivel a szerzők két Down-szindrómás, és egy autizmus spektrum zavarban érintett gyermeket jelöltek (Soykan et al., 2017) kivételes módon. Fichten és munkatársai kutatásában (2022) leginkább ADHD jelent meg más, nem részletezett fogyatékoságok mellett.

Lister és munkatársai (2021) participatív kutatásának résztvevői között találjuk a résztvevői csoportok legtágabb körét. Kvalitatív adatokra építve egy olyan felmérést terveztek együtt a hallgatókkal, amely célja az volt, hogy felderítse, mely adminisztratív folyamatok a legnehezebbek a fogyatékos hallgatók számára, valamint, hogy milyen hatással vannak ezek a folyamatok a szélesebb körű hallgatói közösségre. A kérdőíves szakaszban 12 fogyatékoságtípus jelent meg. A kutatás helyszínül szolgáló egyetem által ebben a szakaszban rögzített fogyatékosági kategóriákat az alábbiak szerint tüntették fel (Coughlan & Lister, 2018): autizmus spektrum zavar, kóros fáradtsággal és/vagy fájdalommal járó állapotok, siketség/hallássérülés, kézügyességi problémák, mentális egészségügyi nehézségek, kerekesszék használat/mobilitási nehézségek, más fogyatékoság, gondozási szükséglet, vakság/látássérülés, specifikus tanulási nehézség (pl. diszlexia), beszédkárosodás, láthatatlan fogyatékoságok (pl. diabétesz, epilepszia, asztma). A következő szakaszba bevont 13 résztvevőnél mozgássérülést, tartós betegséget, fáradtsággal és fájdalommal járó állapotokat, érzékszervi károsodásokat, mentális egészségügyi problémákat és tanulási nehézségeket rögzítettek. A tervezésben részt vevő 7 fő esetében mozgássérülés, érzékszervi károsodások, mentális egészségügyi problémák és tanulási nehézségek jelentek meg.

#### **3.4.5.6. A mesterséges intelligencia alkalmazásának milyen formájában és szakaszában jelenik meg a gyógypedagógiai ellátásban részesülő személy részvétele a vizsgált tanulmányokban?**

A tanulmányokban a gyógypedagógia célcsoportját alkotó személyek részvétele az MI-alapú technológiák fejlesztésében és alkalmazásában különféle szinteken figyelhető meg, ugyanakkor részvételük trendvonala azt jelzi, hogy minél magasabb a bevonás-bevonódás

szintje, annál kevesebb cikket találunk. Leggyakrabban kutatások alanyaiként jelennek meg, legritkább esetben aktív fejlesztőként (lásd 7. ábra).

A vizsgált cikkek legnagyobb csoportjában a kutatók figyelembe vették az érintett személyek sajátosságait, azonban őket közvetlenül nem vonták be a fejlesztési folyamatba. Ezekben az esetekben általában foglalkozások résztvevőiként jelentek meg (Soykan et al., 2017; Vahabzadeh et al., 2018; Javed & Park, 2019; Keshav et al., 2019; Guneysoy Ozgur et al., 2020; Papakostas et al., 2021; Lytridis et al., 2022; Shokat et al., 2022), a kutatók által elemzendő adatkészlet létrehozásának közvetett vagy közvetlen közreműködőiként.

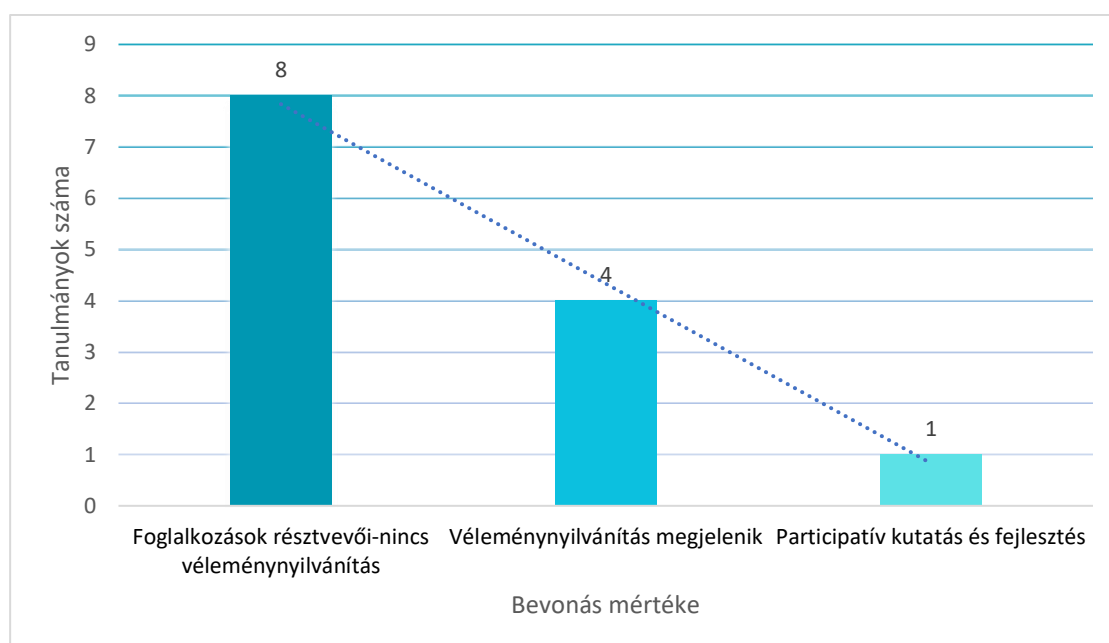
A tanulmányok egy másik csoportjában aktívabb bevonásuk volt megfigyelhető, közvetlenebb inputokat adtak az alkalmazott eszköz kapcsán. A magasabb szintű bevonás tetten érhető az eszköz fejlesztése során, amikor nem strukturált formában figyelembe vették szükségleteiket és saját tapasztalataikat, illetve a tesztelési folyamatban is visszajelzésükre számítanak (Watters et al., 2021), illetve amikor érintett személyek tanácsadó testület tagjaiként véleményezték az MI-alapú eszközöket és javaslatokat tettek velük kapcsolatban (Fichten et al., 2022). Erre a szintre sorolhatók azok az esetek is, amikor a tanulók igényeik szerint választhattak modul az eszköz tanórai felhasználása során (Srivastava et al., 2021), illetve a foglalkozás végén elégedettségi kérdőívet töltöttek ki a használatáról (Papadopoulou et al., 2022).

A publikációk harmadik, egyben legszűkebb csoportjában egy esetben az MI-alapú rendszer fejlesztését participatív kutatással végezték annak érdekében, hogy a felhasználók igényeit közvetlenül figyelembe vegyék (Lister et al., 2021). Kiemelik, hogy a részvétel a fogyatékosokkal kapcsolatos kutatásokban kulcsfontosságú elv, amelyet gyakran a „Semmit rólunk, nélkülünk” alapelvvvel összegeznek. Kritikaként fogalmazzák meg, hogy az intézményi rendszerek, folyamatok és kultúrák sokszor nem a társadalmi modell megközelítését testesítik meg, hanem inkább az alapvetően orvosi modellt képviselik a fogyatékoság terén. Ebben a megközelítésben az egyének felelősek a velük szemben álló problémákért, és az ő feladatuk megkeresni a segítséget és a megoldást. Ezzel a nézőponttal szembehehelyezkedve a bemutatott fejlesztési folyamatban a fogyatékos diákok strukturált módon, aktívan vettek részt a kutatási folyamat minden szakaszában, kezdve a kutatási terv kialakításától egészen a megoldás tervezéséig és teszteléséig. A részvétel különböző formákban történt, beleértve az interjúkat, felméréseket, műhelymunkákat és konzultációkat. A diákoknak beleszólásuk volt a kutatási tervbe és a virtuális asszisztens létrehozásának folyamatába, és visszajelzéseik alapján alakultak

ki az azt érintő döntések. A participatív megközelítés biztosította, hogy a megoldás valóban megfeleljen a fogyatékos diákok szükségleteinek és elvárásainak.

Az életkori szakaszok és korcsoportok megjelenése a kutatásokban változatos képet fest. A középiskolás és főiskolás korú diákok, valamint az egyetemisták több tanulmányban is szerepeltek, ami arra utal, hogy e korosztályok különösen fontosak az oktatási innovációk és fejlesztések szempontjából. Az általános iskolások szintén gyakran vizsgált korcsoportot képviselnek. Az 5 év alatti, valamint a felső tagozatos korosztály részvétele jelenik meg a legritkábban.

11. ábra: Tanulmányok száma a bevonás mértékében *(saját szerkesztés)*



## 4. Diskusszió

A mesterséges intelligencia gyors fejlődése új lehetőségeket kínál a gyógypedagógia területén, de még sok kérdés maradt megválaszolatlan. A nemzetközi kutatási térhez képest hazánkban eddig kevesebb figyelem irányult erre a témára, ezért fontosnak tartottam, hogy áttekintést nyújtsak a mesterséges intelligencia jelenlegi helyzetéről a gyógypedagógiai nevelés-oktatás területén. A PRISMA protokoll alapján készült szisztematikus irodalomelemzésben 13 tanulmányt vizsgáltam.

A vizsgált tanulmányok a mesterséges intelligencia kifejezést vagy nem definiálják, vagy megjegyzik, hogy nincs egységesen elfogadott meghatározása, ahogy azt Russell és Norvig (2020) is megfogalmazta. Mivel hazai és nemzetközi szakirodalmak (pl. Luckin et al., 2022;

Demeter & Mező, 2023a, 2023b) egyaránt arról számolnak be, hogy a pedagógusoknak és gyógypedagógusoknak kevés az információjuk a területről, kiemelten fontos lenne körülhatárolni a kutatásokban használt fogalmi keretrendszer. A definíciós hiátus egy tanulmány tudományos hitelességét és megbízhatóságát is csökkentheti. Az elemzés azt mutatja, hogy bár sok tanulmány foglalkozik az MI-s technológiákkal és alkalmazásokkal, a definíció hiánya vagy homályos volta problémát jelenthet az MI pontosabb megértésében és alkalmazásában. Ez a vizsgált tanulmányok esetében különösen a robotika metszetében merült fel nehézségként, amikor azt kellett azonosítani, hogy a bemutatott technológia valóban mesterséges intelligenciát használ-e. Az egyes tanulmányok közötti definíciós konszenzus hiánya arra is utal, hogy az MI meghatározása még mindig fejlesztésre szorulhat a tudományos környezetben.

Az alkalmazott eszközök között megjelentek szoftveralapú és hardvereszközökbe beépített technológiák is, ahogy azt az Európai Bizottság meghatározásában olvashattuk (European Commission, AI HLEG, 2018). A legtöbb cikkben mesterségesen intelligens robotok alkalmazását írják le szoftvereszközökkel összekapcsolva. Mivel több esetben nem jelentették ki egyértelműen a mesterséges intelligencia meglétét, és arra csak az eszköz tulajdonságai alapján következtethetünk, ez minden kétséget kizáróan nem támasztható alá. Hopcan és munkatársai (2022) ezzel szemben a szoftveralapú eszközök használatát találták leggyakoribbnak. Az eltérések adódhatnak a mesterséges intelligenciát alkalmazó eszközök eltérő értelmezéséből, valamint az alacsony elemszám miatt az azóta megjelent publikációk hatásából. A magyar szakirodalomban (Demeter & Mező, 2023a) szintén hangsúlyosan jelent meg a robotika területének vizsgálata.

A kutatásokban számos különböző cél jelent meg az MI alkalmazásának terén, több esetben egy eszköz több célt is szolgált. Leggyakrabban az infokommunikációs akadálymentesítés és a tanulási-tanítási folyamat és az inklúzió támogatása jelent meg egy eszközzel, túlnyomórészt szociális robotokkal való interakcióban. A mesterséges intelligencia az elmúlt évek buzzword-je. Ezzel összefüggésben egy elemzett cikk kontextusában az a megfigyelésem, hogy a kutatók a kutatás célját alárendelték a mesterséges intelligencia alkalmazásának. Soykan és munkatársai (2017) a mesterséges intelligencia segítségével alapérzelmeket azonosítottak a gyerekek arcán, annak érdekében, hogy megértsék, hogyan reagálnak a tablethasználatra. Az érzelmeket kutatók és gyógypedagógusok is megfigyelték. A megfigyelt érzelmek skáláját a szoftver képességeihez igazították, tehát a technikai lehetőségek határozták meg a kutatás tervezésének és megvalósításának kereteit. Ebben az értelemben inkább az MI használata jelentette a kutatás

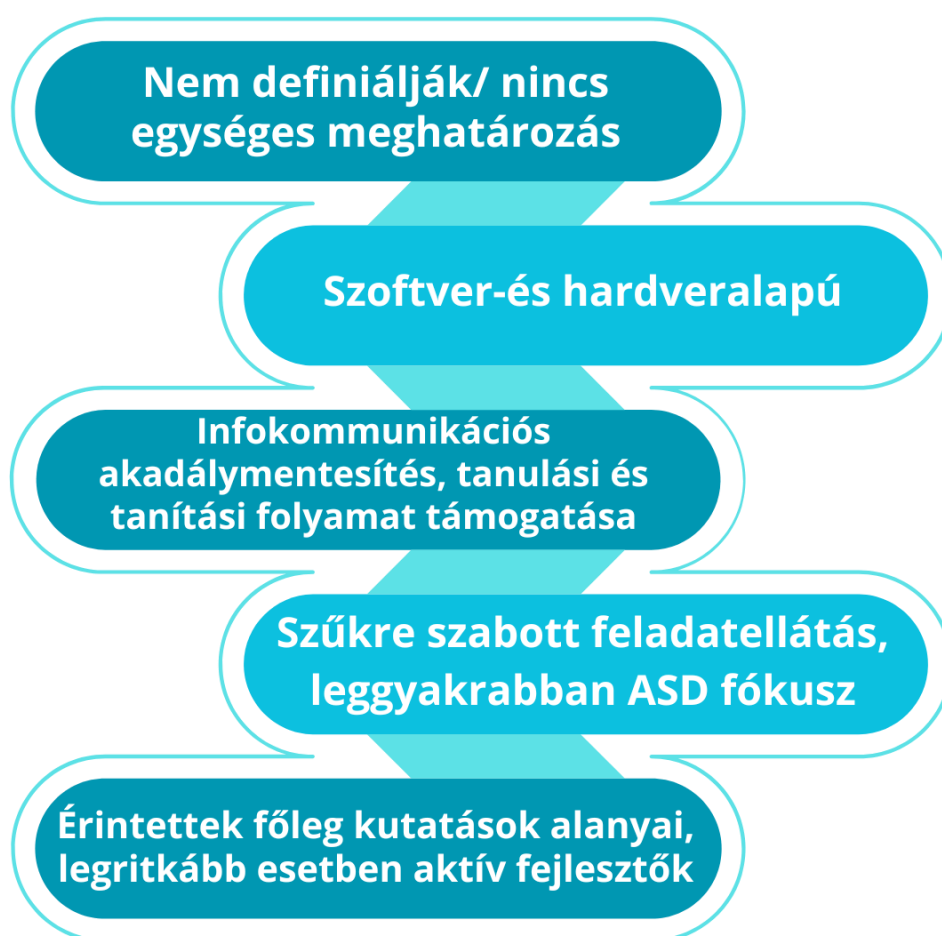
célját. A kutatások jellemzően alacsony elemszámú mintával dolgoztak, a legtöbb esetben 20 fő alatti résztvevői számmal, ami megerősíti Hopcan és munkatársai (2022) eredményeit.

Az MI eszközök fejlesztésekor és használatakor a legtöbb esetben egy meghatározott fogyatékoságtípusra összpontosítottak, a célcsoportot leggyakrabban autizmus spektrum zavarral diagnosztizált gyerekek alkották. A szűkre szabott feladatellátás és a gépi tanulási technológiák túlsúlya egybevág a szakirodalomban olvasható azon állítással, miszerint napjainkban szűk mesterséges intelligenciát használunk nagyrészt gépi tanulást alkalmazva (Sadiku et al., 2021). Célcsoport tekintetében az eredmények szintén egybevágóak Hopcan és munkatársai (2022) irodalomelemzésének eredményeivel, akik azt találták, hogy a legtöbb tanulmány az autizmus spektrum zavarra koncentrált. A fogyatékosággal kapcsolatos terminológiában több esetben az orvosi modellre utaló kifejezéseket találhatunk, ilyen a „normális tanulók” (Srivastava et al., 2021) és az „egészséges gyerekek” (Guneysoy Ozgur et al., 2020) megfogalmazások, melyeket a kutatók a nem fogyatékos tanulók/diákok megnevezésére használtak.

A tanulmányokban a gyógypedagógia célcsoportját alkotó személyek leggyakrabban kutatások alanyaiként, legritkább esetben aktív fejlesztőként jelennek meg, mely jelenségre Rice és Dunn (2023) is felhívta a figyelmet. A legtöbb esetben foglalkozások résztvevői, egy adathalmaz kialakításának facilitátorai. Az előrehaladás és a technológiai innováció mögött meghúzódó erőt ugyanakkor nem csupán a fejlesztők és kutatók jelentik, hanem maguk a felhasználók is, akik közvetlen visszajelzést nyújtanak az eszközök hatékonyságáról és alkalmazhatóságáról. A kutatási kérdésekből kitekintve azt találtam, hogy ahol kiemelik a gyógypedagógusok szerepét, ott az adatgyűjtés facilitátoraiként jelennek meg (Papadopoulou et al., 2022; Vahabzadeh et al., 2018), a publikációk szerzőinek körét túlnyomó részt orvosi és műszaki háttérű kutatók alkották. Pedig a gyógypedagógusok egyedülálló szakmai tapasztalatokkal és tudással rendelkeznek a tanulási folyamatok és a tanulási nehézségek terén, ami nélkülözhetetlen a hatékony és releváns MI-alapú alkalmazások tervezéséhez és értékeléséhez, részvételük hiánya a kutatások eredményeinek és alkalmazásainak korlátozott hatékonyságához vezethet. Ebből a jelenségből adódhatnak a fenti megnevezésbeli pontatlanságok, illetve egyéb elgondolkodtató részletek, miszerint a hallássérült tanulók általában jártasak az olvasásban (Srivastava et al., 2021), illetve az a felvetés, hogy az értő figyelem előrejelzője a szemkontaktus, ezért a gyerekek figyelmét az MI eszközzel a foglalkozásvezető arcára kell irányítani (Vahabzadeh et al., 2018).

A fenti megállapításokat összegezve a 8. ábra mutatja. A tanulmányokban bemutatott eredmények alapján megerősítést nyert, hogy az MI és az új technológiák jelentős előrelépést jelentenek a tanulási folyamat támogatásában. Kiemelkedő eredményeket mutat többek között a kommunikációs akadálymentesítésben, a motiváció növelésében, az érzelemregulációban, lehetőséget ad a differenciált tanulás támogatására, a tanulási-tanítási folyamat hatékonyabbá tételére.

12. ábra: Infografika a mesterséges intelligencia jellemzőiről (saját szerkesztés)



A tanulmányokban hiányosságok és kihívások is megjelennek. Fichten és munkatársai (2022) rámutattak arra, hogy a hallgatók gyakran nem használják ki teljes mértékben az MI-eszközök előnyeit, és nincsenek tisztában azokkal. Srivastava és munkatársai (2021) az eszköz felhasználásakor a technológia korlátairól számoltak be, amely megfelelő megvilágítással, egyszínű háttérrel, háttérzaj nélkül és az instruktor gyakori szünettartása mellett működött megbízhatóan. Többen kiemelik, hogy nagyobb mintanagyságú vizsgálatokra van szükség az eredmények validálásához és a technológia továbbfejlesztéséhez (pl. (Keshav et al., 2019; Srivastava et al., 2021; Lytridis et al., 2022)).

A jövőbeli kutatásokban hangsúlyt kellene kapniuk a nagyobb mintán elvégzett, reprezentatív és longitudinális vizsgálatoknak annak érdekében, hogy pontosabb és általánosíthatóbb eredményeket kapjunk az MI-alapú technológiák hosszú távú hatásainak értékelésére. Szintén fontos lenne kontrollcsoportok beépítése a kutatásokba, amely alapján megalapozottan vizsgálhatnánk az MI-alapú intervenciók hatékonyságát. Kiemelten lényeges lenne a foggyatékos felhasználók aktív részvétele az eszköz fejlesztése és tesztelése során. A további kutatásokban hangsúlyt kell fektetni a különböző tudományterületek közötti együttműködésre is, a mérnöki és orvosi hivatások képviselői mellett a gyógygyógypedagógusok, pedagógusok kutatóként való bevonására is szükség van, hogy jobban kiaknázhatóak legyenek az MI-alapú technológiák lehetőségei az oktatásban.

Horváth (2023) szerint valószínűleg még csak a Gartner-féle hype-ciklus kezdetén járunk a mesterséges intelligencia terén, ami az új technológiák életciklusát reprezentálja. Általánosságban elmondható, hogy rövid távon gyakran túlbecsüljük egy adott technológia hatását, míg hosszú távon inkább alábecsüljük annak lehetőségeit. Ennek fényében érdemes az MI-t olyan eszközként tekinteni, amely gazdagíthatja a tanulók tanulási folyamatát, és kiegészítheti az emberi tanárok tevékenységét, de nem váltaná ki teljesen őket. Fontos, hogy felelősségteljesen használjuk ezeket a lehetőségeket az oktatás területén, ahogy Selwyn (2022) is hangsúlyozza. Ez az új megközelítés hozzáadott értéket teremthet az oktatásban, és segíthet az innovációban és a tanulási folyamatok javításában.

## Irodalomjegyzék

- Aknai D. O. (2020). A robotika szerepe az SNI tanulók fejlesztésében. *Gyermeknevelés Tudományos Folyóirat*, 8(2), 146–163. <https://doi.org/10.31074/gyntf.2020.2.146.163>
- Ambrus I. (2020). A mesterséges intelligencia és a büntetőjog. *ÁLLAM- ÉS JOGTUDOMÁNY*, 61(4), 4–23.
- Arielli E., Manovich L., & Pál G. (2023). MI-esztétika és a kreativitás antropocentrikus mítosza. *ARTCADIA: A Rippl Művészeti Intézet Lapja*, 2(1), 53–63.
- Atkinson, R. C., & Hilgard, E. (Szerk.). (2005). *Pszichológia* (Harmadik átdolgozott kiadás). Osiris Kiadó.
- Bai, X., & 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), 992–1030. <https://doi.org/10.1007/s40593-022-00323-0>
- 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* (pp. 42-46). Education Matters
- Bender, E. M., Gebru, T., McMillan-Major, A., & Shmitchell, S. (2021). On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big? *Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, 610–623. <https://doi.org/10.1145/3442188.3445922>
- Bender, E. M., & Koller, A. (2020). Climbing towards NLU: On Meaning, Form, and Understanding in the Age of Data. In D. Jurafsky, J. Chai, N. Schluter, & J. Tetreault (Szerk.), *Proceedings of the 58th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics* (o. 5185–5198). Association for Computational Linguistics. <https://doi.org/10.18653/v1/2020.acl-main.463>
- Berkemer, R., & Grottke, M. (2023). *Learning Algorithms: What is Artificial Intelligence Really Capable of?* (o. 9–42). <https://doi.org/10.14361/9783839457320-003>
- Booth, A. (2016). Searching for qualitative research for inclusion in systematic reviews: A structured methodological review. *Systematic Reviews*, 5(1), 74. <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0249-x>
- Brown, M., McCormack, M., Reeves, J., Brooks, D. C., & Grajek, S. (2020). 2020 EDUCAUSE Horizon Report: Teaching and Learning Edition. In *EDUCAUSE*.

- EDUCAUSE. <https://eduq.info/xmlui/bitstream/handle/11515/38515/horizon-report-teaching-learning-edition-educause-2020.pdf?sequence=2> (2024.03.12.)
- Celik, I., Dindar, M., Muukkonen, H., & Järvelä, S. (2022). The Promises and Challenges of Artificial Intelligence for Teachers: A Systematic Review of Research. *TechTrends*, 66(4), 616–630. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00715-y>
- Chiu, T. K. F., Xia, Q., Zhou, X., Chai, C. S., & Cheng, M. (2023). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100118. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118>
- Coughlan, T., & Lister, K. (2018, április 1). *The accessibility of administrative processes: Assessing the impacts on students in higher education*. <https://doi.org/10.1145/3192714.3192820>
- Degener, T. (2016). A Human Rights Model of Disability. In P. Blanck & E. Flynn (Szerk.), *Routledge Handbook of Disability Law and Human Rights* (o. 31–50). Routledge.
- Demeter Z., & Mező K. (2023a). A mesterséges intelligencia pedagógiai használatára vonatkozó hajlandóság vizsgálata gyógypedagógus hallgatók körében. *Különleges Bánásmód - Interdiszciplináris folyóirat*, 9(2), 31–45. <https://doi.org/10.18458/KB.2023.2.31>
- Demeter Z., & Mező K. (2023b). Tanító szakos hallgatók és a mesterséges intelligencia. *Mesterséges intelligencia*, 5(1), 73–87. <https://doi.org/10.35406/MI.2023.1.73>
- Drigas, A., & Ioannidou, R.-E. (2012). Artificial intelligence in special education: A decade review. *International Journal of Engineering Education*, 28(6), 1366–1372.
- Edwards, B. I., & Cheok, A. D. (2018). Why Not Robot Teachers: Artificial Intelligence for Addressing Teacher Shortage. *Applied Artificial Intelligence*, 32(4), 345–360. <https://doi.org/10.1080/08839514.2018.1464286>
- Európai Unió Alapjogi Ügynöksége. (2021). *Hogyan alakítsuk jól a jövőt?. Mesterséges intelligencia és alapvető jogok*. <https://doi.org/10.2811/228311>
- European Commission, AI HLEG. (2018). *A definition of Artificial Intelligence: Main capabilities and scientific disciplines | Shaping Europe's digital future*. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/definition-artificial-intelligence-main-capabilities-and-scientific-disciplines> (2024.02.11.)
- European Commission, AI HLEG. (2019). *A definition of AI: Main capabilities and scientific disciplines*. <https://www.aepd.es/sites/default/files/2019-12/ai-definition.pdf> (2024.02.13.)

- European Parliament. Directorate General for Parliamentary Research Services. (2020). *The ethics of artificial intelligence: Issues and initiatives*. Publications Office.  
<https://data.europa.eu/doi/10.2861/6644> (2024.02.11.)
- Falus, I. (2003). Az oktatás stratégiái és módszerei. In I. Falus (Szerk.), *Didaktika. Elméleti alapok a tanítás tanuláshoz* (o. 243-293.). Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Fang, L., & Zhang, J. (2019). Thoughts on the Application of Artificial Intelligence in Exceptional Child Education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1325, 012104.  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1325/1/012104>
- Fehér, K., Kökényesi-Bartos, A., & Bártfai, B. (2020). *Mesterséges intelligencia avagy Pandora digitális szelencéje*. BBS-INFO Kft.
- Fejes J. B., & Szenczi B. (2010). *Tanulási korlátok a magyar és az amerikai szakirodalomban*. 38(4), 273–287.
- Felix, C. V. (2020). The Role of the Teacher and AI in Education. In E. Sengupta, P. Blessinger, & M. S. Makhanya (Szerk.), *International Perspectives on the Role of Technology in Humanizing Higher Education* (Köt. 33, o. 33–48). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/S2055-364120200000033003>
- Fichten, C., Jorgensen, M., Havel, A., Vo, C., & 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.
- Florea, A. M., & Radu, S. (2019). Artificial Intelligence and Education. *2019 22nd International Conference on Control Systems and Computer Science (CSCS)*, 381–382. <https://doi.org/10.1109/CSCS.2019.00069>
- G. Karácsony G. (2020). *Okoseszközök – Okos jog?* Akadémiai Kiadó – Ludovika Egyetemi Kiadó. <https://doi.org/10.1556/9789634549529>
- Garg, S., & Sharma, S. (2020). Impact of Artificial Intelligence in Special Need Education to Promote Inclusive Pedagogy. *International Journal of Information and Education Technology*, 10(7), 523–527. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2020.10.7.1418>
- Gereben F. (2004). A gyógypedagógiai pszichológia szerepe a gyógypedagógia tudományos elméletének fejlődésében. *Gyógypedagógiai Szemle*, 32(2), 84–92.
- Gereben F. (2008). Gyógypedagógia a változó világban. *Gyógypedagógiai Szemle*, 34(3), 161–170.
- Gereben, F. (2013). Klinikai gyógypedagógia: A tágan értelmezett gyógypedagógia-tudomány és -gyakorlat ismeretrendszere történeti aspektusból. *Gyógypedagógiai Szemle*, 2013. évi különszám, 31–42.

- Gereben F. (2014). Fejlődési pszichopatológia gyógypedagógiai nézőpontból. *Gyógypedagógiai Szemle, tematikus szám, 2014(3)*, 171–175.
- Gereben F. (2020a). A Ranschburg-örökség szerepe a gyógypedagógia- tudomány és gyakorlat klinikai irányultságának értelmezésében. *Gyógypedagógiai Szemle, 48(3–4)*, 165–170.
- Gereben F. (2020b). Mesterképzés a gyógypedagógiai felsőoktatásban – TERÁPIÁS megközelítésben, történeti és szakmai kitekintésben. *Gyógypedagógiai Szemle, 48(1–2)*, 131–156.
- Gereben, F. (2022). A gyógypedagógiai folyamat nevelési és terápiás összefüggései – a nevelési terápia alapkérdései a neveléstudomány diszciplináris rendszerében. *Gyógypedagógiai Szemle, 50(1)*, 1–25. <https://doi.org/10.52092/gyosze.2022.1.1>
- Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information & Libraries Journal, 26(2)*, 91–108. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- Grewal, P. D. S. (2014). A Critical Conceptual Analysis of Definitions of Artificial Intelligence as Applicable to Computer Engineering. *IOSR Journal of Computer Engineering, 16(2)*, 09–13. <https://doi.org/10.9790/0661-16210913>
- Guilherme, A. (2019). AI and education: The importance of teacher and student relations. *AI & SOCIETY, 34(1)*, 47–54. <https://doi.org/10.1007/s00146-017-0693-8>
- Guneysu Ozgur, A., Özgür, A., Asselborn, T., Johal, W., Yadollahi, E., Bruno, B., Skweres, M., & Dillenbourg, P. (2020). Iterative Design and Evaluation of a Tangible Robot-Assisted Handwriting Activity for Special Education. *Frontiers in Robotics and AI, 7*, 29. <https://doi.org/10.3389/frobt.2020.00029>
- Hopcan, S., Polat, E., Ozturk, M., & Ozturk, L. (2022). Artificial intelligence in special education: A systematic review. *Interactive Learning Environments, 31*, 1–19. <https://doi.org/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. <https://doi.org/10.56665/PADIPE.2023.1.1>
- Javed, H., & Park, C. H. (2019). Interactions With an Empathetic Agent: Regulating Emotions and Improving Engagement in Autism. *IEEE Robotics & Automation Magazine, 26(2)*, 40–48. <https://doi.org/10.1109/mra.2019.2904638>

- Kamarási V., & Mogyorósy G. (2015). Szisztematikus irodalmi áttekintések módszertana és jelentősége. *Segítség a diagnosztikus és terápiás döntésekhez. Orvosi Hetilap*, 156(38), 1523–1531. <https://doi.org/10.1556/650.2015.30255>
- Keshav, N. U., Vogt-Lowell, K., Vahabzadeh, A., & 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), 72. <https://doi.org/10.3390/children6060072>
- Kneusel, R. T. (2024). *How AI Works: From Sorcery to Science*. No Starch Press.
- 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), 249–252. <https://doi.org/10.21692/haps.2018.032>
- Leike, J., & Sutskever, I. (2023, július 5). *Introducing Superalignment*. <https://openai.com/blog/introducing-superalignment>
- Lister, K., Coughlan, T., Kenny, I., Tudor, R., & Iniesto, F. (2021). Taylor, the Disability Disclosure Virtual Assistant: A Case Study of Participatory Research with Disabled Students. *Education Sciences*, 11. <https://doi.org/10.3390/educsci11100587>
- Luckin, R., Cukurova, M., Kent, C., & du Boulay, B. (2022). Empowering educators to be AI-ready. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100076. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100076>
- Luckin, R., Holmes, W., & Forcier, L. B. (2016). *An argument for AI in Education*. Pearson.
- Lytridis, C., Kaburlasos, V. G., Bazinas, C., Papakostas, G. A., Sidiropoulos, G., Nikopoulou, V.-A., Holeva, V., Papadopoulou, M., & Evangeliou, A. (2022). Behavioral Data Analysis of Robot-Assisted Autism Spectrum Disorder (ASD) Interventions Based on Lattice Computing Techniques. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22(2), 621. <https://doi.org/10.3390/s22020621>
- Magyar Tudományos Akadémia. (2017, október 17). *Tudományági nomenklatura*. <https://mta.hu/doktori-tanacs/tudomanyagi-nomenklatura-106809>
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (2006). A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955. *AI Magazine*, 27(4), 13–13. <https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1904>
- Meggyesné Hosszu, T., & Nagyné Hegedűs, A. (2015). 5.2. Intelligencia (átfogó mentális képesség) | A tanulásban akadályozottak pedagógiájának komplex megközelítése. In *A tanulásban akadályozottak pedagógiájának komplex megközelítése*. Szegedi

- Tudományegyetem Juhász Gyula Pedagógusképző Kar.  
[http://www.jgypk.hu/mentorhalo/tananyag/A\\_tanulasban\\_akadalyozottak/52\\_intelligencia\\_tfog\\_mentlis\\_kpessg.html](http://www.jgypk.hu/mentorhalo/tananyag/A_tanulasban_akadalyozottak/52_intelligencia_tfog_mentlis_kpessg.html) (2024.04.17.)
- Mehta, N., & Shukla, S. (2022). Pandemic Analytics: How Countries are Leveraging Big Data Analytics and Artificial Intelligence to Fight COVID-19? *Sn Computer Science*, 3(1), 54. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00923-y>
- Mesterházi, Z. (2000). A gyógypedagógia mint tudomány. In S. Illyés, *Gyógypedagógiai alapismeretek* (o. 41–70). ELTE-BGGYFK.
- Mesterházi Z. (2001). A gyógypedagógiai nevelés mint terápia. *Iskolakultúra*, 11(2), 29–33.
- Mesterházi, Z. (2012). A gyógypedagógiai folyamatról. In A. Gordosné Szabó (Szerk.), *Gyógyító pedagógia* (o. 20–39). Medicina.
- Mező F., & Mező K. (2019). Interdiszciplináris kapcsolódási lehetőségek a mesterséges intelligenciára irányuló cél-, eszköz-és hatásorientált kutatáshoz. *Mesterséges intelligencia*, 1(1), 9–29. <https://doi.org/10.35406/MI.2019.1.9>
- Mező F., & Mező K. (2020). Interdiszciplináris asszociációk vizsgálata a mesterséges intelligenciával kapcsolatban. *Mesterséges Intelligencia*, 2(1), 9–31.
- Mező K., & Szabóné Burik E. (2021). A robotokkal történő oktatás az élménypedagógia aspektusából. *Mesterséges intelligencia*, 3(2), 19–32.  
<https://doi.org/10.35406/MI.2021.2.19>
- Mitchell, M. (2019). *Artificial Intelligence: A Guide for Thinking Humans*. Farrar, Straus and Giroux.
- Mondal, K. (2019). A Synergy of Artificial Intelligence and Education in the 21<sup>st</sup> Century Classrooms. *2019 International Conference on Digitization (ICD)*, 68–70.  
<https://doi.org/10.1109/ICD47981.2019.9105727>
- Nahalka, I. (2003). A tanulás. In I. Falus (Szerk.), *Didaktika. Elméleti alapok a tanítás tanulásához* (o. 103–136). Nemzeti Tankönyvkiadó.
- Necz, D. (2018). A mesterséges intelligencia hatása a szerzői jogra. *Iparjogvédelmi és Szerzői Jogi Szemle*, 123(6), 51–76.
- Necz D. (2022). A mesterséges intelligencia felhasználásával történő adatkezelések egyes sajátos szempontjai. *ACTA HUMANA: HUNGARIAN CENTRE FOR HUMAN RIGHTS PUBLICATIONS*, 10(3), 51–76.
- Négyesi I. (2017). A mesterséges intelligencia és a hadsereg I. *Hadtudományi Szemle*, 10(2), 23–34.

- Newman, M., & Gough, D. (2020). Systematic Reviews in Educational Research: Methodology, Perspectives and Application. In O. Zawacki-Richter, M. Kerres, S. Bedenlier, M. Bond, & K. Buntins (Szerk.), *Systematic Reviews in Educational Research* (o. 3–22). Springer Fachmedien Wiesbaden. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-27602-7\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-658-27602-7_1)
- Ojha, D. S. T. (2022). Artificial Intelligence In Special Education. *Journal of Positive School Psychology*, 8341–8345.
- Omankwu, O. C., Nwagu, C. K., & Inyama, H. (2017). *Robotics and Artificial Intelligence: Differences and Similarities*. 15(12).
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Papadopoulou, M. T., Karageorgiou, E., Kechayas, P., Geronikola, N., Lytridis, C., Bazinas, C., Kourampa, E., Avramidou, E., Kaburlasos, V. G., & 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), 1155. <https://doi.org/10.3390/children9081155>
- Papakostas, G. A., Sidiropoulos, G. K., Lytridis, C., Bazinas, C., Kaburlasos, V. G., Kourampa, E., Karageorgiou, E., Kechayas, P., & Papadopoulou, M. T. (2021). Estimating Children Engagement Interacting with Robots in Special Education Using Machine Learning. *Mathematical Problems in Engineering*, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2021/9955212>
- Popenici, S. A. D., & 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), 22. <https://doi.org/10.1186/s41039-017-0062-8>
- Radácsi, L. (2024). *Gondolkodj okosan! - Az intellektuális szupererő*. MCC Press.
- Rice, M., & Dunn, S. (2023). The Use of Artificial Intelligence with Students with Identified Disabilities: A Systematic Review with Critique. *Computers in the Schools*, 40, 1–21. <https://doi.org/10.1080/07380569.2023.2244935>

- Romero, C., & Ventura, S. (2020). Educational data mining and learning analytics: An updated survey. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery*, 10(3), e1355. <https://doi.org/10.1002/widm.1355>
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: A modern approach* (Third edition, Global edition). Pearson.
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A modern approach (4th ed.)*. Pearson.
- Sadiku, M., Ashaolu, T. J., Ajayi-Majebi, A., & Musa, S. (2021). Artificial Intelligence in Education. *International Journal Of Scientific Advances*, 2. <https://doi.org/10.51542/ijscia.v2i1.2>
- Schalock, R. L., Buntinx, W., Borthwick-Duffy, S., Luckasson, R., Snell, M., Tassé, M. J., & Wehmeyer, M. (2007). *User's guide: Mental retardation: Definition, classification and systems of supports: Applications for clinicians, educators, disability program managers, and policy makers, 10th ed* (o. 67). American Association on Intellectual and Developmental Disabilities.
- Searle, J. R. (1984). *Minds, Brains and Science*. Harvard University Press.
- Selwyn, N. (2022). The future of AI and education: Some cautionary notes. *European Journal of Education*, 57. <https://doi.org/10.1111/ejed.12532>
- Shah, P. (2023). *AI and the Future of Education: Teaching in the Age of Artificial Intelligence*. Jossey-Bass.
- Shokat, S., Riaz, R., Rizvi, S. S., Khan, I., & Paul, A. (2022). Characterization of English Braille Patterns Using Automated Tools and RICA Based Feature Extraction Methods. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22(5), 1836. <https://doi.org/10.3390/s22051836>
- Smibert, A. (2020). *Mesterséges intelligencia. Okos gépek, gondolkodó robotok – és tudományos gyakorlatok gyerekeknek*. Cser Kiadó.
- Soykan, E., Özdamlı, F., & 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), 57–64. <https://doi.org/10.5937/IJCRSEE1702057S>
- Srivastava, S., Varshney, A., Katyal, S., Kaur, R., & Gaur, V. (2021). A smart learning assistance tool for inclusive education. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 40(6), 11981–11994. <https://doi.org/10.3233/JIFS-210075>
- Szabóné Balogh, Á. (2023). Mesterséges intelligencia az oktatásban. *Mesterséges intelligencia*, 5(2), 51–61. <https://doi.org/10.35406/MI.2023.2.51>

- Szűts, Z. (2024). A mesterséges intelligencia hatásai: Remények, félelmek, forgatókönyvek és megoldások. *Educatio*, 33(1), 24–33. <https://doi.org/10.1556/2063.33.2024.1.3>
- Turing, A. M. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, 59(October), 433–460. <https://doi.org/10.1093/mind/lix.236.433>
- Uddin, Md. Z., Shahriar, Md. A., Mahamood, Md. N., Alnajjar, F., Pramanik, Md. I., & Ahad, M. A. R. (2024). Deep learning with image-based autism spectrum disorder analysis: A systematic review. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 127, 107185. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.107185>
- UNESCO. (2015). *Qingdao Declaration: Seize digital opportunities, lead education transformation*. UNESCO IITE. <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*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303> (2024.02.27.)
- Vágó-Kürti A., & Virányi A. (2023). IKT eszközök a gyógypedagógia szolgálatában—A tanulást segítő technológiák használatának nemzetközi gyakorlata tanulásban akadályozott gyermekek oktatásában Szisztematikus szakirodalmi áttekintés. *Gyógypedagógiai Szemle*, 51(2), 143–158. <https://doi.org/10.52092/gyosze.2023.2.1>
- Vahabzadeh, A., Keshav, N. U., Abdus-Sabur, R., Huey, K., Liu, R., & 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), 85. <https://doi.org/10.3390/bs8100085>
- Varga J. (2016). 90 évvel ezelőtt született Kemény János, az informatika úttörője. *Valóság*, 59(8), 92–98.
- Vargáné Molnár M., & Stefanik K. (2018). Autizmus-specifikus szociális készségfejlesztő csoporttréningek értékelésének szempontjai: A LEGO alapú támogatás áttekintése. *Gyógypedagógiai Szemle*, 46(3), 155–168.
- Vicci, H. (2024). Emotional Intelligence in Artificial Intelligence: A Review and Evaluation Study. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4818285>
- Vinichenko, M., Rybakova, M., Vinogradova, M., Malyshev, M., & Maksimov, A. (2020). The Effect of Digital Economy and Artificial Intelligence on The Participants of The School Educational Process. *Propósitos y Representaciones*, 8. <https://doi.org/10.20511/pyr2020.v8nSPE2.694>

- Virányi, A. (2014). *Gyógypedagógusok ismeretei és vélekedésük az infokommunikációs eszközök és a gyógypedagógia kapcsolatáról*.  
<https://edit.elte.hu/xmlui/handle/10831/39943>
- Watters, J., Hill, A., Weinrich, M., Supalo, C., & Jiang, F. (2021). An Artificial Intelligence Tool for Accessible Science Education. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, 24(1). <https://doi.org/10.14448/jesd.13.0010>
- Wechsler, D. (1958). *The measurement and appraisal of adult intelligence*, 4th ed (o. ix, 297). Williams & Wilkins Co. <https://doi.org/10.1037/11167-000>
- Wu, T., He, S., Liu, J., Sun, S., Liu, K., Han, Q.-L., & Tang, Y. (2023). A Brief Overview of ChatGPT: The History, Status Quo and Potential Future Development. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 10(5), 1122–1136.  
<https://doi.org/10.1109/JAS.2023.123618>
- Xu, W., & Ouyang, F. (2022). A systematic review of AI role in the educational system based on a proposed conceptual framework. *Education and Information Technologies*, 27.  
<https://doi.org/10.1007/s10639-021-10774-y>

## Mellékletek

### 1. melléklet: Keresőkifejezések és logikai operátorok kialakítása az EBSCO adatbázisban

| Kiterjesztők: egyenértékű tárgykörök alkalmazása              |                                       |          | Szűkítés iránya ->                                         |                        |             |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------|------------------------|-------------|
| Boole-operátor                                                | Keresés típusa                        | Összesen | Tudományos (lektorált folyóiratok) + Akadémiai folyóiratok | Teljes szöveg elérhető | Ebből angol |
| TI "artificial intelligence" AND TI "special education"       | kifejezések címben                    | 6        | 5                                                          | 0                      | 0           |
| AB "artificial intelligence" AND AB "special education"       | kifejezések absztraktban              | 22       | 19                                                         | 4                      | 4           |
| SU "artificial intelligence" AND SU "special education"       | kifejezések tárgykör keresőszavaiként | 30       | 18                                                         | 4                      | 4           |
| TX "artificial intelligence" AND TX "special education"       | kifejezések minden szövegben          | 1550     | 1236                                                       | 1185                   | 1173        |
| TI "artificial intelligence" AND TI "special needs education" | kifejezések címben                    | 0        | 0                                                          | 0                      | 0           |
| AB "artificial intelligence" AND AB "special needs education" | kifejezések absztraktban              | 0        | 0                                                          | 0                      | 0           |
| SU "artificial intelligence" AND SU "special needs education" | kifejezések tárgykör keresőszavaiként | 0        | 0                                                          | 0                      | 0           |
| TX "artificial intelligence" AND TX "special needs education" | kifejezések minden szövegben          | 97       | 95                                                         | 93                     | 93          |
| TI "artificial intelligence" AND TI disabilit*                | kifejezések címben                    | 27       | 22                                                         | 6                      | 6           |
| AB "artificial intelligence" AND AB disabilit*                | kifejezések absztraktban              | 294      | 238                                                        | 115                    | 107         |
| SU "artificial intelligence" AND SU disabilit*                | kifejezések tárgykör keresőszavaiként | 195      | 132                                                        | 64                     | 63          |
| TX "artificial intelligence" AND TX disabilit*                | kifejezések minden szövegben          | 10860    | 8987                                                       | 8672                   | 8603        |
| TI "artificial intelligence" AND TI impairment                | kifejezések címben                    | 11       | 10                                                         | 4                      | 4           |
| AB "artificial intelligence" AND AB impairment                | kifejezések absztraktban              | 199      | 179                                                        | 93                     | 91          |
| SU "artificial intelligence" AND SU impairment                | kifejezések tárgykör keresőszavaiként | 19       | 17                                                         | 8                      | 8           |
| TX "artificial intelligence" AND TX impairment                | kifejezések minden szövegben          | 9232     | 8630                                                       | 8345                   | 8326        |
| TI "artificial intelligence" AND TI disorder                  | kifejezések címben                    | 65       | 57                                                         | 28                     | 28          |

|                                                             |                                       |       |       |       |       |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| AB "artificial intelligence" AND AB disorder                | kifejezések absztraktban              | 812   | 724   | 427   | 422   |
| SU "artificial intelligence" AND SU disorder                | kifejezések tárgykör keresőszavaiként | 417   | 346   | 169   | 169   |
| TX "artificial intelligence" AND TX disorder                | kifejezések minden szövegben          | 23199 | 21015 | 19978 | 19867 |
| TI "artificial intelligence" AND TI autism                  | kifejezések címben                    | 23    | 19    | 8     | 8     |
| AB "artificial intelligence" AND AB autism                  | kifejezések absztraktban              | 98    | 84    | 46    | 45    |
| SU "artificial intelligence" AND SU autism                  | kifejezések tárgykör keresőszavaiként | 81    | 62    | 29    | 29    |
| TX "artificial intelligence" AND TX autism                  | kifejezések minden szövegben          | 3393  | 2863  | 2758  | 2747  |
| TI "artificial intelligence" AND TI "hearing loss"          | kifejezések címben                    | 3     | 3     | 1     | 1     |
| AB "artificial intelligence" AND AB "hearing loss"          | kifejezések absztraktban              | 19    | 15    | 6     | 6     |
| SU "artificial intelligence" AND SU "hearing loss"          | kifejezések tárgykör keresőszavaiként | 2     | 2     | 1     | 1     |
| TX "artificial intelligence" AND TX "hearing loss"          | kifejezések minden szövegben          | 743   | 647   | 629   | 627   |
| TI "artificial intelligence" AND TI blindness               | kifejezések címben                    | 0     | 0     | 0     | 0     |
| AB "artificial intelligence" AND AB blindness               | kifejezések absztraktban              | 99    | 87    | 52    | 51    |
| SU "artificial intelligence" AND SU blindness               | kifejezések tárgykör keresőszavaiként | 21    | 8     | 4     | 4     |
| TX "artificial intelligence" AND TX blindness               | kifejezések minden szövegben          | 2747  | 2272  | 2209  | 2203  |
| TI "artificial intelligence" AND TI "learning difficult*"   | kifejezések címben                    | 0     | 0     | 0     | 0     |
| AB "artificial intelligence" AND AB "learning difficult*"   | kifejezések absztraktban              | 7     | 6     | 3     | 3     |
| SU "artificial intelligence" AND SU "learning difficult*"   | kifejezések tárgykör keresőszavaiként | 0     | 0     | 0     | 0     |
| TX "artificial intelligence" AND TX "learning difficult*"   | kifejezések minden szövegben          | 919   | 810   | 798   | 791   |
| TI "special education" AND TI "intelligent tutoring system" | kifejezések címben                    | 1     | 1     | 0     | 0     |
| AB "special education" AND AB "intelligent tutoring system" | kifejezések absztraktban              | 4     | 4     | 0     | 0     |
| SU "special education" AND SU "intelligent tutoring system" | kifejezések tárgykör keresőszavaiként | 0     | 0     | 0     | 0     |
| TX "special education" AND TX "intelligent tutoring system" | kifejezések minden szövegben          | 168   | 160   | 153   | 152   |
| TI "special education" AND TI "expert system"               | kifejezések címben                    | 1     | 1     | 0     | 0     |

|                                                  |                                       |     |     |     |     |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| AB "special education" AND AB "expert system"    | kifejezések absztraktban              | 6   | 6   | 2   | 2   |
| SU "special education" AND SU "expert system"    | kifejezések tárgykör keresőszavaiként | 0   | 0   | 0   | 0   |
| TX "special education" AND TX "expert system"    | kifejezések minden szövegben          | 365 | 234 | 224 | 224 |
| TI "special education" AND TI "deep learning"    | kifejezések címben                    | 0   | 0   | 0   | 0   |
| AB "special education" AND AB "deep learning"    | kifejezések absztraktban              | 3   | 3   | 2   | 2   |
| SU "special education" AND SU "deep learning"    | kifejezések tárgykör keresőszavaiként | 5   | 5   | 1   | 1   |
| TX "special education" AND TX "deep learning"    | kifejezések minden szövegben          | 939 | 847 | 833 | 830 |
| TI "special education" AND TI "machine learning" | kifejezések címben                    | 1   | 1   | 1   | 1   |
| AB "special education" AND AB "machine learning" | kifejezések absztraktban              | 6   | 5   | 4   | 4   |
| SU "special education" AND SU "machine learning" | kifejezések tárgykör keresőszavaiként | 5   | 5   | 2   | 2   |
| TX "special education" AND TX "machine learning" | kifejezések minden szövegben          | 741 | 669 | 649 | 645 |
| TI "special education" AND TI "chat bot"         | kifejezések címben                    | 0   | 0   | 0   | 0   |
| AB "special education" AND AB "chat bot"         | kifejezések absztraktban              | 0   | 0   | 0   | 0   |
| SU "special education" AND SU "chat bot"         | kifejezések tárgykör keresőszavaiként | 0   | 0   | 0   | 0   |
| TX "special education" AND TX "chat bot"         | kifejezések minden szövegben          | 56  | 46  | 46  | 45  |
| TI "special education" AND TI "smart tutoring"   | kifejezések címben                    | 0   | 0   | 0   | 0   |
| AB "special education" AND AB "smart tutoring"   | kifejezések absztraktban              | 0   | 0   | 0   | 0   |
| SU "special education" AND SU "smart tutoring"   | kifejezések tárgykör keresőszavaiként | 0   | 0   | 0   | 0   |
| TX "special education" AND TX "smart tutoring"   | kifejezések minden szövegben          | 3   | 3   | 3   | 3   |
| TI "special education" AND TI "neural network"   | kifejezések címben                    | 1   | 1   | 0   | 0   |
| AB "special education" AND AB "neural network"   | kifejezések absztraktban              | 0   | 0   | 0   | 0   |
| SU "special education" AND SU "neural network"   | kifejezések tárgykör keresőszavaiként | 0   | 0   | 0   | 0   |
| TX "special education" AND TX "neural network"   | kifejezések minden szövegben          | 505 | 469 | 459 | 456 |

|                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                       |      |      |      |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|
| TI "special education" AND TI robot                                                                                                                            | kifejezések címben                                                                                                                                    | 5    | 5    | 2    | 2    |
| AB "special education" AND AB robot                                                                                                                            | kifejezések absztraktban                                                                                                                              | 33   | 28   | 8    | 8    |
| SU "special education" AND SU robot                                                                                                                            | kifejezések tárgykör keresőszavaiként                                                                                                                 | 8    | 5    | 2    | 2    |
| TX "special education" AND TX robot                                                                                                                            | kifejezések minden szövegben                                                                                                                          | 1619 | 1118 | 1078 | 1055 |
| AB (special needs education or special needs or disabilit* or impairment) AND AB (ai or artificial intelligence or deep learning or machine learning or robot) | fogyatékossgot, károsodásokat érintő és mesterséges intelligenciára vonatkozó kifejezések az absztraktban                                             | 3871 | 3433 | 1965 | 1911 |
| AB (special needs education or disabilit* or impairment) AND AB (ai or artificial intelligence or deep learning or machine learning or robot)                  | fogyatékossgot érintő és mesterséges intelligenciára vonatkozó kifejezések az absztraktban                                                            | 3720 | 3316 | 1903 | 1851 |
| AB (special needs education or disabilit*) AND AB (ai or artificial intelligence or deep learning or machine learning or robot)                                | fogyatékossgot érintő és mesterséges intelligenciára vonatkozó kifejezések az absztraktban                                                            | 1598 | 1353 | 751  | 717  |
| AB "special needs education" AND AB (ai or artificial intelligence or deep learning or machine learning or robot)                                              | gyógypedagógiai oktatás és mesterséges intelligenciára vonatkozó kifejezések az absztraktban                                                          | 0    | 0    | 0    | 0    |
| AB "special education" AND AB (ai or artificial intelligence or deep learning or machine learning or robot)                                                    | gyógypedagógiai oktatás és mesterséges intelligenciára vonatkozó kifejezések az absztraktban                                                          | 81   | 67   | 24   | 24   |
| AB "special education" AND AB (ai or artificial intelligence or deep learning or machine learning or robot) NOT systematic review                              | gyógypedagógiai oktatás és mesterséges intelligenciára vonatkozó kifejezések az absztraktban szisztematikus áttekintések kivételével                  | 72   | 58   | 19   | 19   |
| AB "special education" AND AB (ai or artificial intelligence or deep learning or machine learning or robot) NOT systematic review NOT bibliometric             | gyógypedagógiai oktatás és mesterséges intelligenciára vonatkozó kifejezések az absztraktban szisztematikus áttekintések és bibliometriák kivételével | 70   | 56   | 17   | 17   |

|                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                          |    |    |                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|--------------------------------------------------------------|----|
| AB "special education" AND AB (ai or artificial intelligence or deep learning or machine learning or robot or neural network) NOT systematic review NOT bibliometric                                                       | gyógypedagógiai oktatás és mesterséges intelligenciára vonatkozó bővített kifejezések az absztraktban szisztematikus áttekintések és bibliometriák kivételével                                                           | 71 | 57 | 17                                                           | 17 |
| AB "special education" AND AB (ai or artificial intelligence or deep learning or machine learning or robot or neural network) NOT systematic review NOT bibliometric + év szerinti szűrés                                  | gyógypedagógiai oktatás és mesterséges intelligenciára vonatkozó kifejezések az absztraktban szisztematikus áttekintések és bibliometriák kivételével az elmúlt 10 évben (2014-2024, valójában 2023 az utolsó listázott) | 56 | 45 | 13                                                           | 13 |
| AB "special education" AND AB (ai or artificial intelligence or deep learning or machine learning or robot or neural network or intelligent tutoring system ) NOT systematic review NOT bibliometric                       | gyógypedagógiai oktatás és mesterséges intelligenciára vonatkozó tovább bővített kifejezések az absztraktban szisztematikus áttekintések és bibliometriák kivételével                                                    | 79 | 65 | 21                                                           | 21 |
| AB "special education" AND AB (ai or artificial intelligence or deep learning or machine learning or robot* or neural network or intelligent tutoring system ) NOT systematic review NOT bibliometric + év szerinti szűrés | gyógypedagógiai oktatás és mesterséges intelligenciára vonatkozó tovább bővített kifejezések az absztraktban szisztematikus áttekintések és bibliometriák kivételével (2014-2024, valójában 2023 az utolsó listázott)    | 57 | 46 | 13                                                           | 13 |
|                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                          |    |    | A pontos duplikátumok el lettek távolítva a találatok közül. | 11 |

Forrás: keresés EBSCO adatbázisokban- Academic Search Complete, Education Research Complete (<https://web.p.ebscohost.com/>) 2024.01.17-2024. 02.15.

## 2. melléklet: Nyilatkozat a mesterséges intelligencia használatáról

### NYILATKOZAT

Kijelentem, hogy mesterséges intelligencia alkalmazást/programot (pl. képalkotó, szövegalkotó) nem használtam a dolgozat készítése során. Jelen nyilatkozat aláírásával tudomásul veszem, hogy amennyiben bizonyítható, hogy a dolgozatot nem magam készítettem, illetve mesterséges intelligencia alkalmazás/program segítségét vettem igénybe vagy a dolgozattal kapcsolatban szerzői jogi jogsértés ténye merül fel, a Szekció megtagadja a dolgozat befogadását.

Dátum: 2024. október 8.



Aláírás

BORSODI ZSÓFIA

Név (olvashatóan)

Lezárás dátuma: 2024.11.07.