



ELTE | PPK
PEDAGÓGIAI ÉS PSZICHOLÓGIAI KAR

Mesterséges Intelligencia alkalmazási lehetőségei a tanítási-tanulási folyamatban

Dr. Horváth László

horvath.laszlo@ppk.elte.hu

A tanulás jövője – Együtt a fejlődés útján konferencia

2023. december 6.

A PD-134206 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs alapról biztosított támogatással, az OTKA-PD pályázati program finanszírozásában valósult meg.


NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL
MEGVALÓSULÓ
PROJEKT

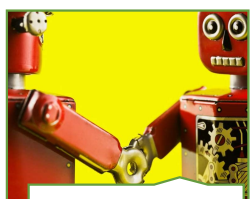
Az oktatást érintő trendek és kihívások



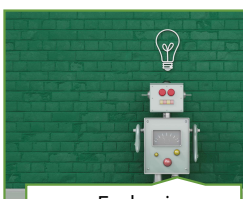
A digitális transzformáció felerősítheti a meglévő egyenlőtlenségeket és újakat hozhat létre (digitális szakadék) (Hargittai, 2021)



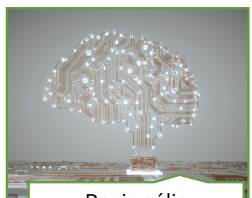
Mi is az a mesterséges intelligencia (MI)?



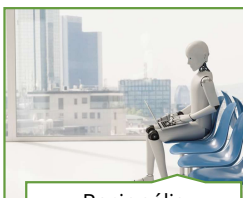
Emberi viselkedés



Emberi gondolkodás



Racionális gondolkodás



Racionális cselekvés

(Teljes) Turing teszt: természetes nyelvi feldolgozás, tudás reprezentáció, automatizált érvelés, gépi tanulás, (számítógépes érzékelés, robotika)

A mesterséges intelligencia olyan ágenseket vizsgál és épít, amelyek „helyesen cselekednek” (*do the right thing*) → **racionális ágens**

(Russel & Norvig, 2021)

"A mesterséges intelligencia (AI) rendszerek olyan, emberek által tervezett szoftveres (vagy hardveres) rendszerek, amelyek fizikai vagy digitális dimenzióban cselekszenek egy összetett cél alapján. Ennek során **adatgyűjtés** révén **érezkelik** környezetüket, **értelmezik** az összegyűjtött strukturált vagy strukturálatlan adatokat, **érvelnek** az ezekből az adatokból származó tudás alapján, vagy **feldolgozzák** az információkat, és **döntenek** az adott cél eléréséhez szükséges legjobb cselekvés(ek)ről. A mesterséges intelligencia rendszerek **képesek adaptálni a viselkedésüket azáltal, hogy elemzik, hogyan befolyásolják a környezetet a korábbi cselekvéseik**"

(AI HLEG, 2019; Fordítás: [deepl.com](https://www.deepl.com))

Problémafelvetés

Nem újkeletű téma: egyre elterjedtebb az MI alkalmazása az oktatásban → tanár-diák interakció minőségének változása (*Garito, 1991*); MI felnyitja a tanulás „fekete dobozát” (*Luckint et al, 2016*)

(Túlzó) optimista elvárások: potenciálisan forradalmasítja a tanulás-tanítás világát (*Florea & Radu, 2019*), világszerte javítja az oktatás minőségét (*Mondal, 2019*); megoldhatja a globális tanárhiányt (*Edwards & Cheok, 2018*)

MI egy nap helyettesítheti a tanárokat (*Guilherme, 2019a; 2019b*)

MI alapú oktatási rendszerek már vannak olyan hatékonyak mint egy emberi tutor (*Chaudhri et al., 2013*)

adaptív tanulási rendszerek nem tudják helyettesíteni a tapasztalt tanárokat (*Kolchenko, 2018*)

előnyük van a tanítási módszerek és a társas befolyás területén (*Vinichenko et al., 2020*)

testi jelenlétet, értékközvetítést nem tudják helyettesíteni (*Felix, 2020*)

- Szakirodalomban kevésbé jelenik meg a kritikai reflexió a mesterséges intelligencia oktatásban való alkalmazásának kihívásaira és kockázataira
- Gyenge kapcsolódás pedagógiai elméleti megfontolásokhoz vagy kiforrotlan pedagógiai alapok
- Legtöbb MIO tanulmány az MI rendszer fejlesztésére fókuszál és nem veszi figyelembe aktív szereplőként a pedagógust

MI potenciálisan gazdagíthatja a tanulók tanulását és kiegészítheti az (emberi) tanárok munkáját, anélkül, hogy nélkülözni kellene őket (*Reiss, 2021*)

(*Zawacki-Richter et al, 2019; González-Calatayud et al., 2021; Chichekian & Benteux, 2022*)



Mesterséges intelligencia az oktatásban

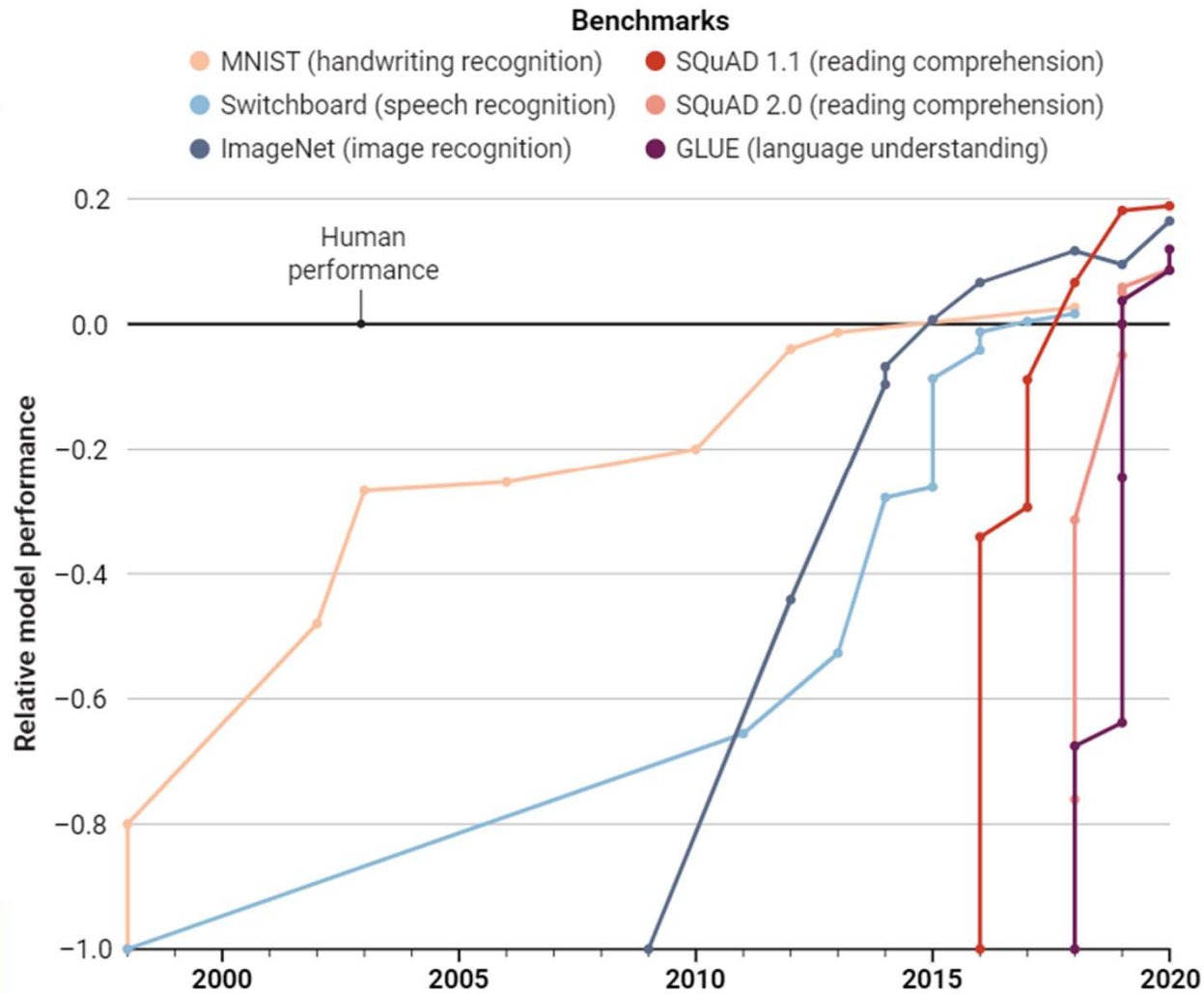
- Az oktatási szektor épphogy felocsúdott a COVID-19 okozta iskolabezárások sokkja alól → újabb felforgató hatással kell szembenézni az MI kapcsán (Tuomi, 2022)
- **Beijingi-konszenzus** (UNESCO, 2019): aláíró országok megerősítik elköteleződésüket az IKT és kifejezetten az MI minőségi és inkluzív oktatás támogatására való felhasználásában (kapcsolódva a fenntartható fejlődési célokhoz)
- Több mint 62 ország rendelkezik **nemzeti MI stratégiával** (Magyarország is) (Maslej et al., 2023)
- **Horizon jelentés** a tanulás-tanítás területéről 2022: MI olyan kulcstechnológia lesz a jövőben, ami alapvetően befolyásolja az oktatás világát (Pelletier et al., 2022)



Néhány adat a világból – hol tartunk most?

- Oktatási intézmények mintegy $\frac{1}{4}$ -e sikeresen implementált valamilyen MI-alapú megoldást, további 21-23% tervezi ennek rövid- vagy középtávú megvalósítását (*HolonIQ Education Intelligence Unit, 2023*)
- A hallgatók majdnem 75%-a akkor is tervezi használni a generatív MI technológiákat, ha az egyetem be is tiltja azokat (*Ferro, 2023*)
- Vannak olyan egyetemek, amelyek már MI megoldásokat használnak a felvételi dokumentumok elemzésére és a nem-kognitív tényezők értékelésére (*Gilford, 2023*)
- **PIAAC**: MI képes elérni a 3. szintet szövegértésben (OECD átlagban a felnőttek 90%-a ezen szint alatt van) és a 2. szintet matematika területén (OECD átlagban a felnőttek 57%-a ezen szint alatt van) (*OECD, 2023*)

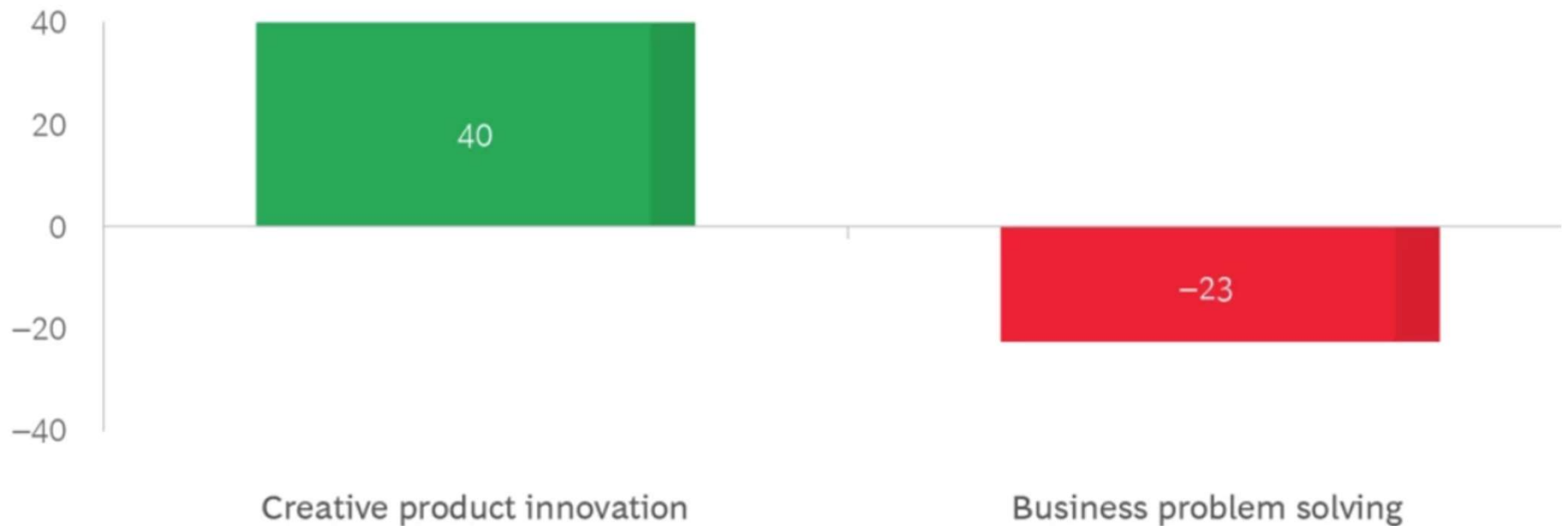
The speed at which artificial intelligence models master benchmarks and surpass human baselines is accelerating. But they often fall short in the real world.



(GRAPHIC) K. FRANKLIN/SCIENCE; (DATA) D. KIELA ET AL., DYNABENCH: RETHINKING BENCHMARKING IN NLP, DOI:10.48550/ARXIV.2104.14337

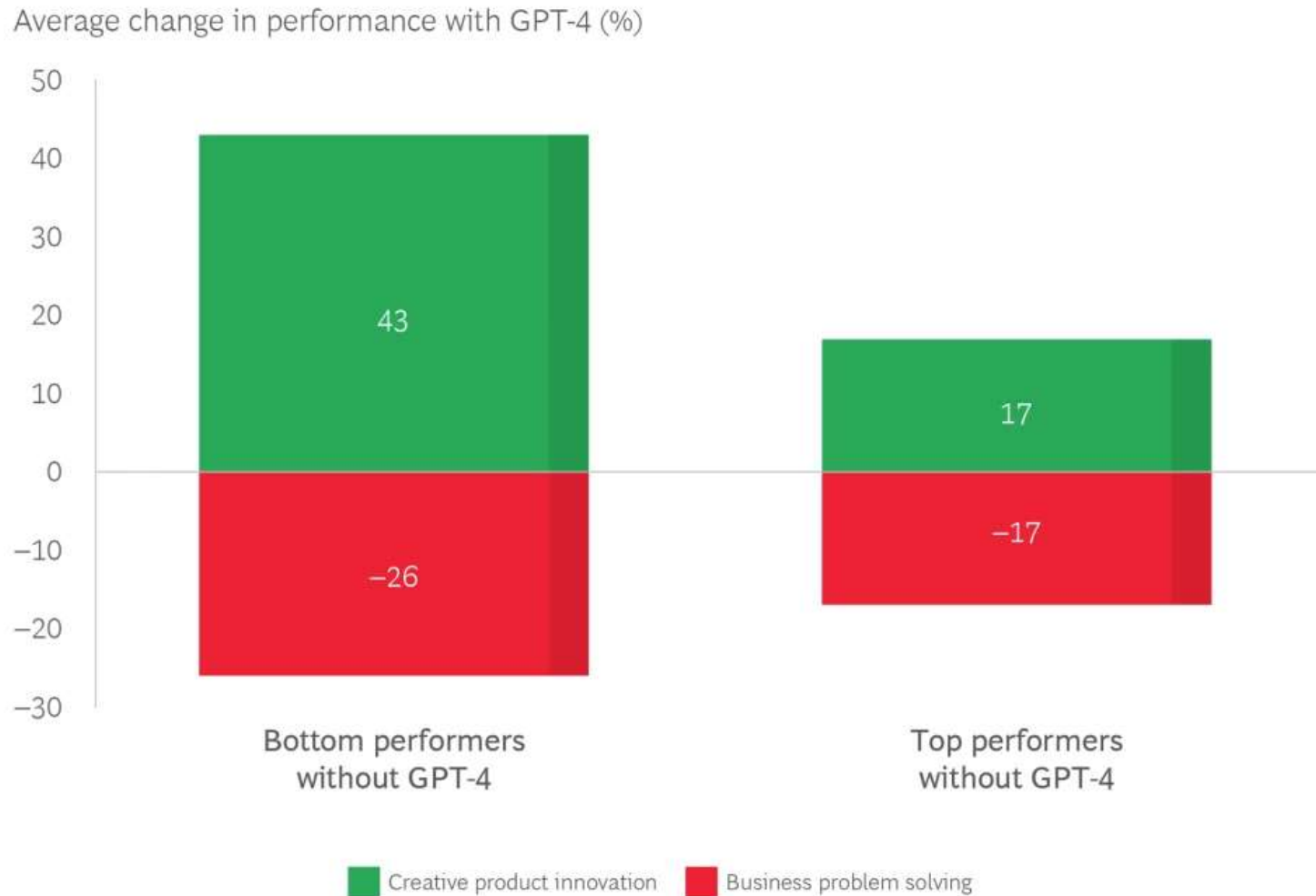
Exhibit 1 - Generative AI Significantly Boosts or Hurts Performance, Depending on the Type of Task

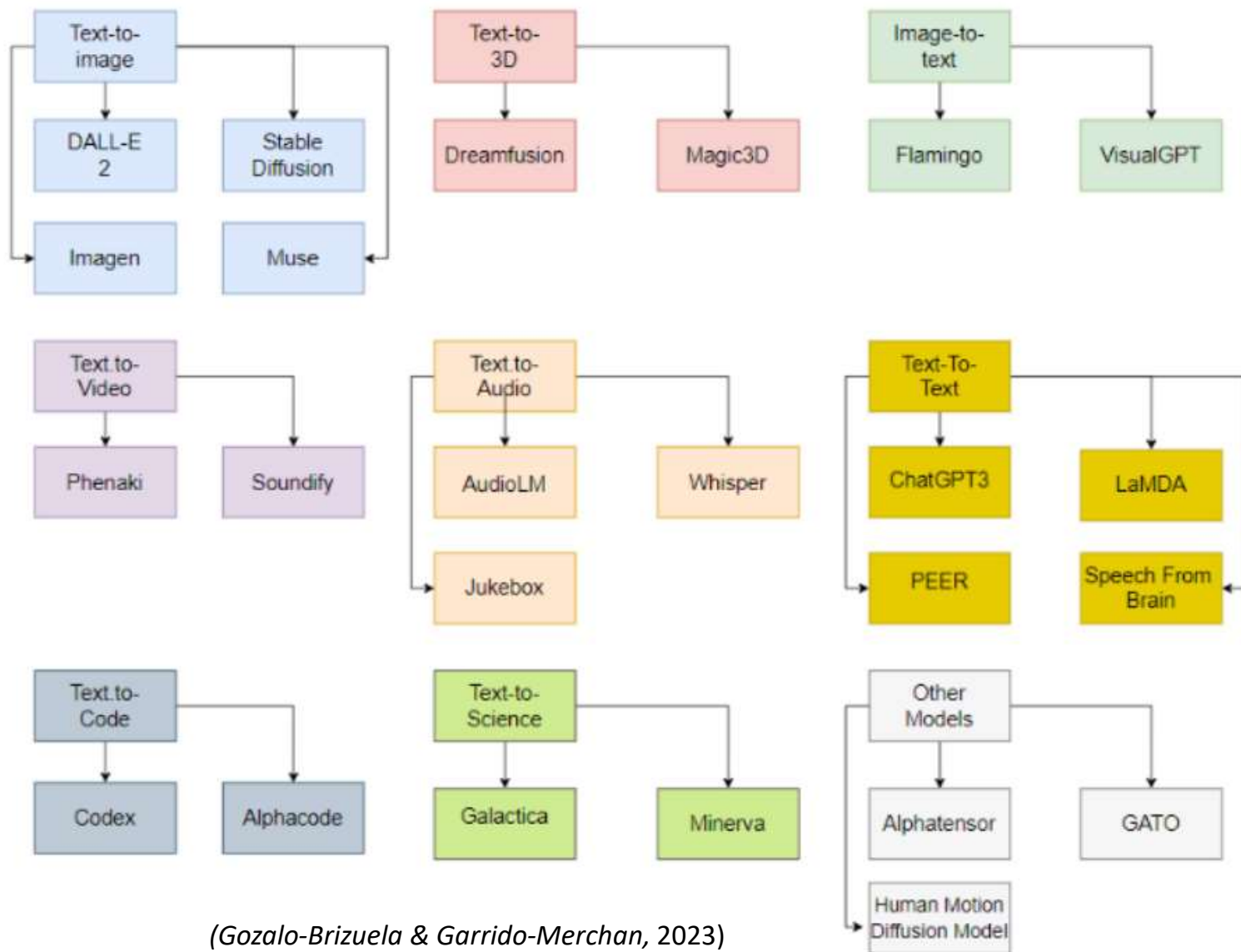
Difference in individual performance with GPT-4 compared with control group (%)



Sources: Human-Generative AI Collaboration Experiment (May-June 2023); BCG analysis.

Exhibit 2 - Generative AI's Performance Effect Is Strongest When Baseline Proficiency Is Lowest





(Gozalo-Brizuela & Garrido-Merchan, 2023)

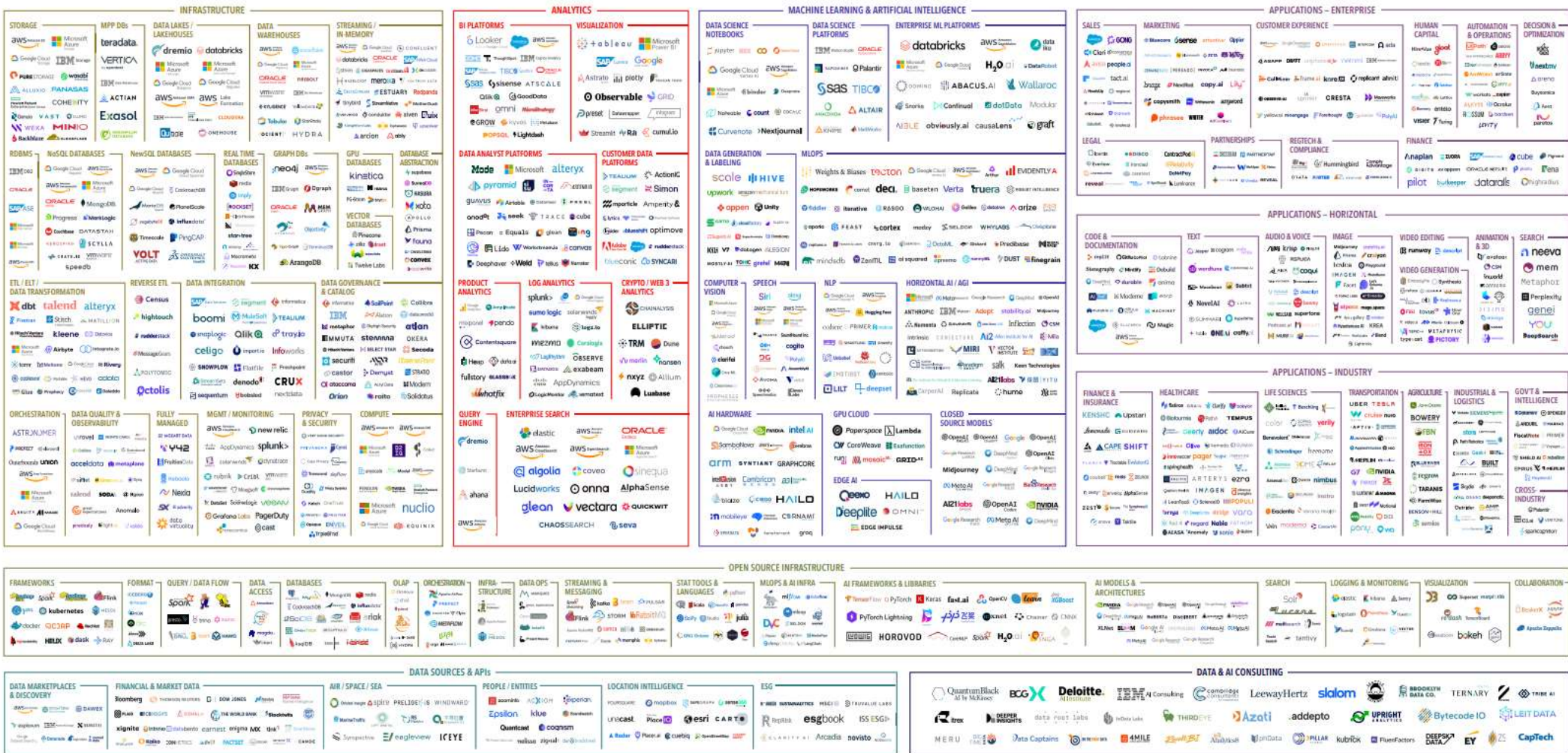
GPT/‘Generative’ AI Edtech Landscape

Last updated 12/19/22



<https://www.reachcapital.com/wp-content/uploads/2023/01/Generative-AI-Edtech-Overview-Reach-Capital-221219.pdf>

THE 2023 MAD (MACHINE LEARNING, ARTIFICIAL INTELLIGENCE & DATA) LANDSCAPE



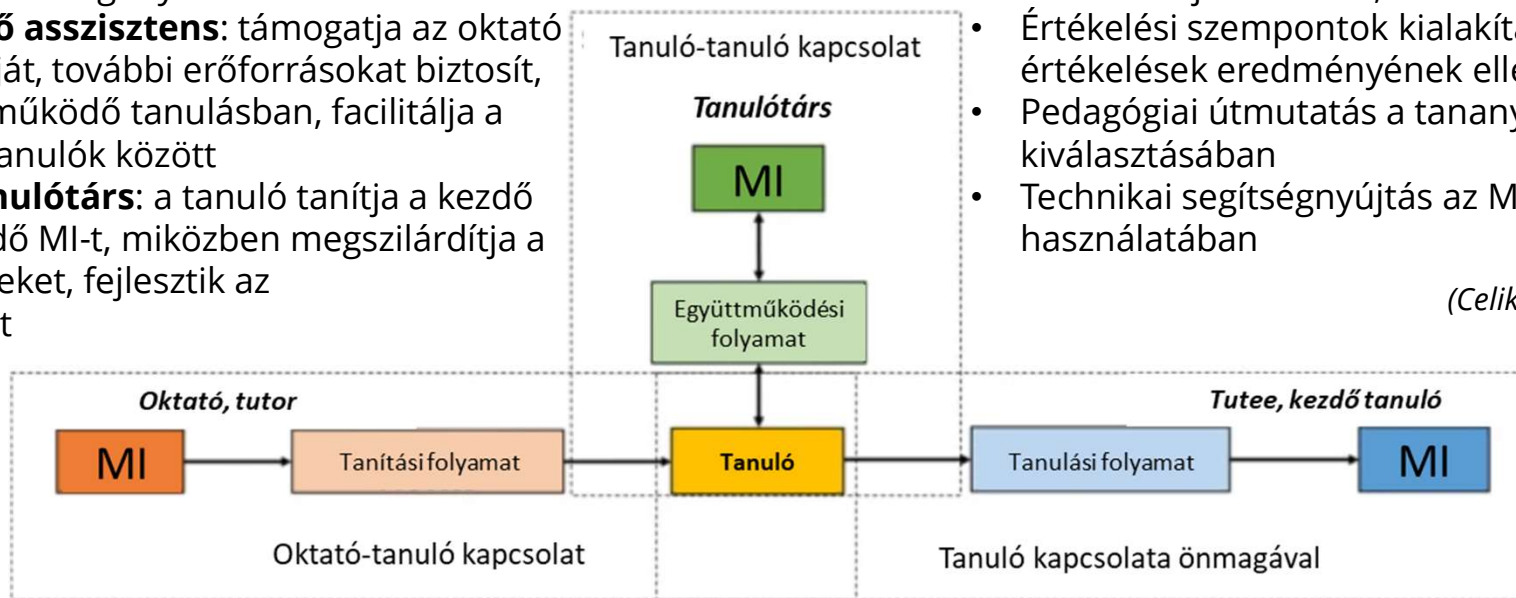
<https://mad.firstmark.com/>

Gyakorlati MI és átalakuló tanári szerepek

MI szerepek:

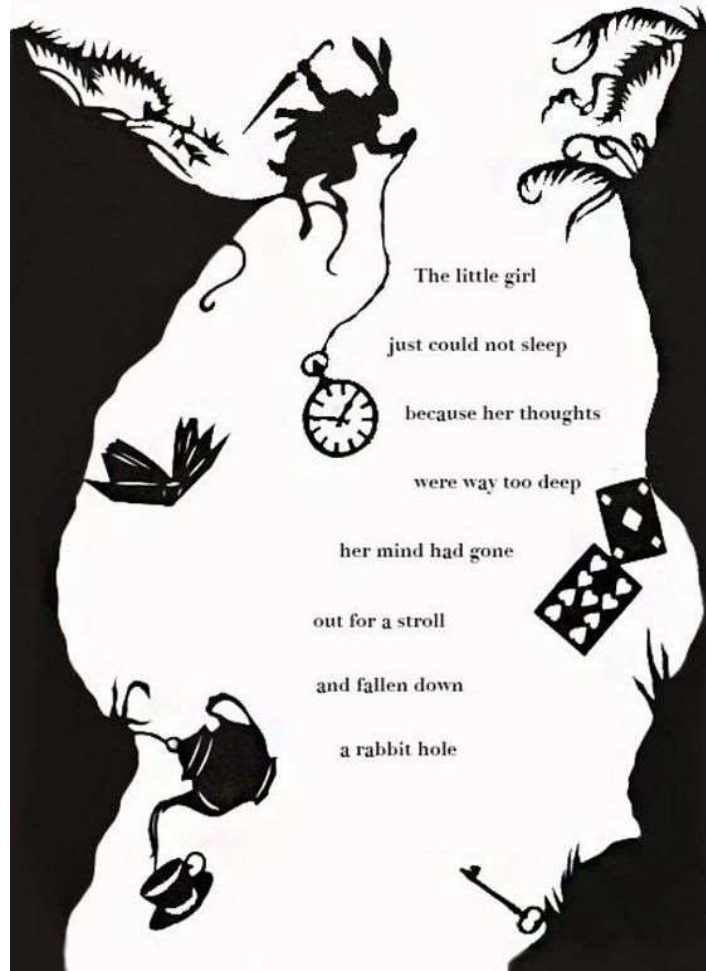
- **MI mint direkt közvetítő az oktató és a tanuló között:** személyre szabott visszajelzés, tanulói teljesítmény értékelése, tanítási tartalom hozzáigazítása a tanulói igényekhez
- **MI mint kiegészítő asszisztens:** támogatja az oktatót és a tanuló munkáját, további erőforrásokat biztosít, támogat az együttműködő tanulásban, facilitálja a kommunikációt a tanulók között
- **MI mint kezdő tanuló:** a tanuló tanítja a kezdő tanulóként viselkedő MI-t, miközben megszilárdítja a tanulási eredményeket, fejlesztik az énhatékonyságukat

(Xu & Ouyang, 2021)



(Celik et al, 2022)

Módszertani megfontolások



Bloom's Taxonomy Revisited

Use this table as a reference for evaluating and making changes to aligned course activities and assessments (or, where possible, learning outcomes) that account for generative Artificial Intelligence (AI) tool capabilities and distinctive human skills.

All course activities and assessments will benefit from **review** given the capabilities of AI tools; those at the **Remember** and **Analyze** levels may be more likely to need **amendment**.

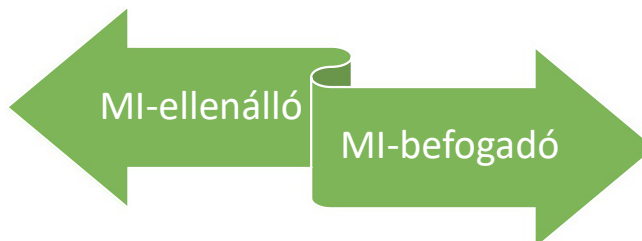


Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

| | RECOMMENDATION | AI CAPABILITIES | DISTINCTIVE HUMAN SKILLS |
|------------|----------------|---|---|
| CREATE | Review | Suggest a range of alternatives, enumerate potential drawbacks and advantages, describe successful real-world cases | Formulate original solutions incorporating human judgement, collaborate spontaneously |
| EVALUATE | Review | Identify pros and cons of various courses of action, develop rubrics | Engage in metacognitive reflection, holistically appraise ethical consequences of alternative courses of action |
| ANALYZE | Amend | Compare and contrast data, infer trends and themes, compute, predict | Critically think and reason within the cognitive and affective domains, interpret and relate to authentic problems, decisions, & choices |
| APPLY | Review | Make use of a process, model, or method to illustrate how to solve a quantitative inquiry | Operate, implement, conduct, execute, experiment, and test in the real world; apply creativity and imagination to idea & solution development |
| UNDERSTAND | Review | Describe a concept in different words, recognize a related example, translate | Contextualize answers within emotional, moral, or ethical considerations |
| REMEMBER | Amend | Recall factual information, list possible answers, define a term, construct a basic chronology | Recall information in situations where technology is not readily accessible |

Forrás: <https://ecampus.oregonstate.edu/faculty/artificial-intelligence-tools/meaningful-learning/>

Forrás: Holton, D. (2023): Adapting Your Teaching to AI Generator Tools. Handout.
<https://docs.google.com/document/d/1CKGVICgEjkfp2hVxQR4y8rNOKRajgjk5cbot52pE9Y/edit#>



Megakadályozás, felismerés

- MI detektorok használata pl. GPTZero, Turnitin (!) \leftrightarrow **OpenAI ellenőrző szoftvere 9% false-positive, 26% true positive**
- A diákoktól kért munkákba építtessünk be személyes reflexiókat, pontos hivatkozásokat
- **AI Misuse Rubric:** (ellenőrizzük, hogy az írásbeli feladataink esetében milyen mértékben merül fel az MI-vel való visszaélés lehetősége):

Átalakítás

- Megoldás menetének bemutatása (pl. [Flip](#))
- Intézményi közös állásfoglalás, útmutató
- MI által létrehozott produktum kritikai értékelése
- Valóságához közeli, valós problémákra irányuló feladatok ([Alternative Assessment Worldwide](#); [Authentic Assessment](#))
- Nyílt hozzáférésű videók, szövegek készítése ([Open Pedagogy Notebook](#), [OER-Enabled Pedagogy](#))
- Próbáljuk ki a [társértékelést](#)

Beépítés

- Valós élethelyzetben fogják használni az MI-t? Akkor próbáljuk ki velük
- [Ideas for Using ChatGPT in Education](#)
- [100 kreatív ötlet az AI oktatási alkalmazására](#)
- Konstruktív összehangolás alapján a pedagógiai tervezés átgondolása
- Bloom-taxonómia segítségével a tanulási-tanítási tevékenységek és értékelés átgondolása

Néhány konkrét eszköz bemutatása

Tervezés, ötletelés:

- [Diffit](#) - tananyagokat generál témák alapján (tananyag, összefoglaló, szótár, tesztkérdések, kifejtős kérdések, interaktív promptok)
- [EduAide.ai](#) – komplex tervező eszköz (óratervek, kooperatív feladatok, játékosítás, projekt-alapú tanulás, értékelő rubrika stb.) megadott kulcsszavak alapján, módosítható outputokkal

Értékelés:

- [Conker](#): Megadott téma vagy szöveg alapján vegyes típusú kvízkérdések generálása, importálása Google kérdőívbe.

Tanulás:

- [Wisdolia](#): Böngésző-bővítmény ami youtube videóból/pdf fájlból generál tanulókártyákat és rövid összegzést.
- [Character.ai](#): Karakterek gyűjteménye (vagy saját karakter létrehozása), amelyekkel beszélgetés folytatható (pl. híres vagy történelmi személyek, life coach, tanulópartner).



Záró gondolatok

Zöld és digitális kettős átállás

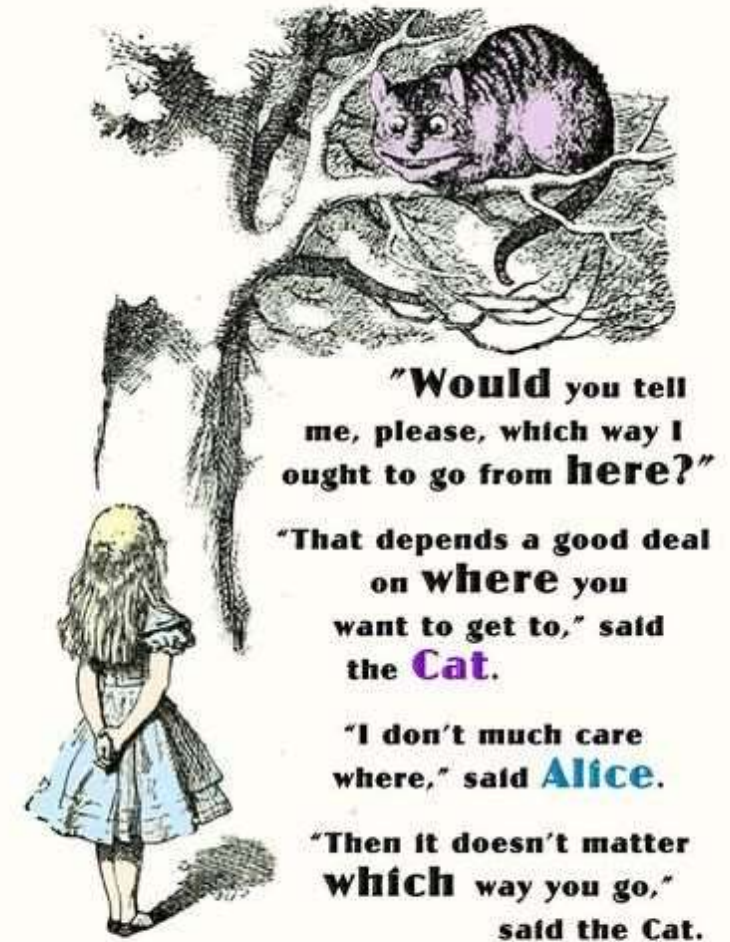
- ChatGPT éves szinten kb. 8,4 t szén-dioxidot termel (2x mint egy átlagos ember);
- Egy átlagos 20-50 üzenetváltásból álló beszélgetéshez kb. 500ml víz szükséges (v.ö. milliós nagyságrendű felhasználói bázis)

Adatok mennyisége és minősége

- Neveléstudományi kutatások szerepe
- MI-generált tartalmak ellepik az internetet?

Új kihívások az oktatás területén

- Kritikai gondolkodás, információkeresési és ellenőrzési technikák (←→ fakenews, deepfakes stb.)
- Átalakuló munkaerőpiaci elvárások: a 2023 szeptemberében belépő elsős diák felkészítése a 2035+ -ös munkaerőpiacra
- Hogyan alakítja át a pedagógiai munkát?





ELTE | PPK
PEDAGÓGIAI ÉS PSZICHOLÓGIAI KAR

Köszönöm a megtisztelő figyelmet!

Dr. Horváth László

horvath.laszlo@ppk.elte.hu



Szakirodalom 1:

- Aldahdouh, A. A. (2017). Does Artificial Neural Network Support Connectivism's Assumptions? *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 13(3), 3-26.
- Apiola M.-V. & Sutinen E. (2020) Towards constructivist design of artificial intelligence: Perspectives and ideas. *Constructivist Foundations* 16(1): 055–056. [link](#)
- Bai, X., & Stede, M. (2022). A survey of current machine learning approaches to student free-text evaluation for intelligent tutoring. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 1–39. DOI:10.1007/s40593-022-00323-0
- Bearman, M., Ryan, J., & Ajjawi, R. (2022). Discourses of artificial intelligence in higher education: A critical literature review. *Higher Education*. <https://doi.org/10.1007/s10734-022-00937-2>
- Bengel, D. (2020). *Organizational Acceptance of Artificial Intelligence: Identification of AI Acceptance Factors Tailored to the German Financial Services Sector*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-30794-3>
- Bulathwela, S., Pérez-Ortiz, M., Holloway, C., & Shawe-Taylor, J. (2021). Could AI Democratise Education? Socio-Technical Imaginaries of an EdTech Revolution. In arXiv [cs.CY]. [link](#)
- Bulathwela, S., Perez-Ortiz, M., Yilmaz, E., & Shawe-Taylor, J. (2020). TrueLearn: A family of Bayesian algorithms to match lifelong learners to open educational resources. *Proceedings of the ... AAAI Conference on Artificial Intelligence*. AAAI Conference on Artificial Intelligence, 34(01), 565–573. DOI:10.1609/aaai.v34i01.5395
- Chaka, C. (2023). Fourth industrial revolution—A review of applications, prospects, and challenges for artificial intelligence, robotics and blockchain in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 18. [link](#)
- 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>
- Celik, I., Dindar, M., Muukkonen, H., & Järvelä, S. (2022). The promises and challenges of artificial intelligence for teachers: A systematic review of research. *TechTrends: For Leaders in Education & Training*, 66(4), 616–630. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00715-y>
- Chaudhri, V. K., Lane, H. C., Gunning, D., & Roschelle, J. (2013). Intelligent learning technologies: Applications of artificial intelligence to contemporary and emerging educational challenges. *AI Magazine*, 34(3), 10–12. DOI:10.1609/aimag.v34i3.2482
- Chichekian, T., & Benteux, B. (2022). The potential of learning with (and not from) artificial intelligence in education. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 5, 903051. DOI:10.3389/frai.2022.903051
- Datta, S. (2022). Role of artificial intelligence in education. *International Journal of English Learning & Teaching Skills*, 4(4), 1–9. DOI:10.15864/ijelts.4408
- Downes, S. (2020). Recent work in connectivism. *European Journal of Open Distance and E-Learning*, 22(2), 113–132. DOI:10.2478/eurodl-2019-0014
- Fahd, K., Venkatraman, S., Miah, S. J., & Ahmed, K. (2022). Application of machine learning in higher education to assess student academic performance, at-risk, and attrition: A meta-analysis of literature. *Education and Information Technologies*, 27(3), 3743–3775. DOI:10.1007/s10639-021-10741-7
- Felix, C. V. (2020). The role of the teacher and AI in education. In *Innovations in Higher Education Teaching and Learning* (pp. 33–48). Emerald Publishing Limited.
- Florea, A. M., & Radu, S. (2019). Artificial Intelligence and Education. In *2019 22nd International Conference on Control Systems and Computer Science (CSCS)*, Bucharest, Romania. 381-382. DOI:10.1109/CSCS.2019.00069
- Ge, Z., & Hu, Y. (2020). Innovative application of artificial intelligence (AI) in the management of higher education and teaching. *Journal of Physics. Conference Series*, 1533(3), 032089. DOI:10.1088/1742-6596/1533/3/032089
- Garito, M. A. (1991). Artificial intelligence in education: evolution of the teaching-learning relationship. *British Journal of Educational Technology: Journal of the Council for Educational Technology*, 22(1), 41–47. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.1991.tb00050.x>
- González-Calatayud, V., Prendes-Espinosa, P., & Roig-Vila, R. (2021). Artificial Intelligence for student assessment: A systematic review. *Applied Sciences (Basel, Switzerland)*, 11(12), 5467. <https://doi.org/10.3390/app11125467>
- Guan, C., Mou, J., & Jiang, Z. (2020). Artificial intelligence innovation in education: A twenty-year data-driven historical analysis. *International Journal of Innovation Studies*, 4(4), 134–147. <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2020.09.001>
- High Level Expert Group on Artificial Intelligence (AI HLEG) (2019). A definition of AI: Main capabilities and disciplines. [link](#)
- Hof, B. (2021). The turtle and the mouse: how constructivist learning theory shaped artificial intelligence and educational technology in the 1960s. *History of Education*, 50(1), 93–111. DOI:10.1080/0046760x.2020.1826053
- Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker, T., Shum, S. B., Santos, O. C., Rodrigo, M. T., Cukurova, M., Bittencourt, I. I., & Koedinger, K. R. (2022). Ethics of AI in education: Towards a community-wide framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(3), 504–526. DOI:10.1007/s40593-021-00239-1
- Huang, J., Saleh, S., & Liu, Y. (2021). A review on artificial intelligence in education. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 10(3), 206. DOI:10.36941/ajis-2021-0077
- Kasinathan, G. (2020). Making AI work in Indian education. *SSRN Electronic Journal*. DOI:10.2139/ssrn.3873187

Szakirodalom 2:

- Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., ... Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. In EdArXiv. DOI:10.35542/osf.io/5er8f
- 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. DOI:10.21692/haps.2018.032
- Kop, R., & Hill, A. (2008). Connectivism: Learning theory of the future or vestige of the past? The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 9(3). DOI:10.19173/irrodl.v9i3.523
- Krstić, L., Aleksić, V., Krstić, M., (2022). Artificial intelligence in education: A review. Proceedings TIE 2022, 223–228. DOI: 10.46793/TIE22.223K
- Lameras, P., & Arnab, S. (2021). Power to the teachers: An exploratory review on artificial intelligence in education. Information (Basel), 13(1), 14. DOI:10.3390/info13010014
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). Intelligence unleashed: An argument for AI in education. [Link](#)
- Malik, G., Tayal, D. K., & Vij, S. (2019). An analysis of the role of artificial intelligence in education and teaching. In Advances in Intelligent Systems and Computing (pp. 407–417). Springer Singapore.
- Mondal, K. (2019). A Synergy of Artificial Intelligence and Education in the 21st Century Classrooms. 2019 International Conference on Digitization (ICD), 68-70.
- Namoun, A., & Alshantqi, A. (2020). Predicting student performance using data mining and learning analytics techniques: A systematic literature review. Applied Sciences, 11(1), 237. DOI:10.3390/app11010237
- Niemi, H. (2021). AI in learning: Preparing grounds for future learning. Journal of Pacific Rim Psychology, 15, 183449092110381. DOI:10.1177/18344909211038105
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100041. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041>
- Ouyang, F., & Jiao, P. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100020. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100020>
- Reiss, M. J. (2021). The use of AI in education: Practicalities and ethical considerations. London Review of Education, 19(1). DOI:10.14324/lre.19.1.05
- Rienties, B., Køhler Simonsen, H., & Herodotou, C. (2020). Defining the boundaries between artificial intelligence in education, computer-supported collaborative learning, educational data mining, and learning analytics: A need for coherence. *Frontiers in Education*, 5. DOI:10.3389/educ.2020.00128
- Russel, S., & Norvig, P. (2021). Artificial Intelligence. A Modern Approach. 4. kiadás. Pearson.
- Samoili, S., Lopez Cobo, M., Delipetrev, B., Martinez-Plumed, F., Gomez Gutierrez, E., & De Prato, G. (2021). AI Watch. Defining Artificial Intelligence 2.0. Publications Office of the European Union. DOI:10.2760/019901
- Su, J., & Zhong, Y. (2022). Artificial Intelligence (AI) in early childhood education: Curriculum design and future directions. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100072. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100072>
- Tahiru, F. (2021). AI in education: A systematic literature review. *Journal of cases on information technology*, 23(1), 1–20. DOI:10.4018/jcit.2021010101
- Vazhayil, A., Shetty, R., Bhavani, R. R., & Akshay, N. (2019). Focusing on teacher education to introduce AI in schools: Perspectives and illustrative findings. 2019 IEEE Tenth International Conference on Technology for Education (T4E).
- Vinichenko, M. V., Rybakova, M. V., Vinogradova, M. V., Malyshev, M. A., Maksimov, A. A. (2020). The effect of digital economy and artificial intelligence on the participants of the school educational process. *Propósitos y Representaciones*, 8(SPE2). DOI:10.20511/pyr2020.v8nspe2.694
- Wang, L. (2020). Artificial intelligence and career development of college teachers: Challenge and countermeasures. *Journal of Physics. Conference Series*, 1550(2), 022030. DOI:10.1088/1742-6596/1550/2/022030
- Wilson, H. J., & Daugherty, P. R. (2018). *Human + Machine: Reimagining Work in the Age of AI*. Boston, MA: Harvard Business Review Press.
- 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(3), 4195–4223. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10774-y>
- Xue, Y., & Wang, Y. (2022). Artificial intelligence for education and teaching. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2022, 1–10. DOI:10.1155/2022/4750018
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Zhao, M., Liu, W., Saif, A. N. M., Wang, B., Rupa, R. A., Islam, K. M. A., Rahman, S. M. M., Hafiz, N., Mostafa, R., & Rahman, M. A. (2023). Blockchain in online learning: A systematic review and bibliographic visualization. *Sustainability*, 15(2), 1470. DOI:10.3390/su15021470