Magyar Tudomány 187/11 (2026), 1569–1582
DOI: 10.1556/2065.187.2026.11.9

A mesterséges intelligencia alkalmazási trendjei európai uniós felmérések, hazai kutatások és a nemzetközi szakirodalom tükrében

Application Trends of Artificial Intelligence in the Light of European Union Surveys, Domestic Research, and International Literature

Lülök Gergely[1] – Sebestyén Zoltán[2]

[1] PhD-hallgató, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar Menedzsment és Vállalkozásgazdaságtan Tanszék, Budapest
lulok.gergely@edu.bme.hu

[2] egyetemi docens, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar Menedzsment és Vállalkozásgazdaságtan Tanszék, Budapest
sebestyen.zoltan@gtk.bme.hu

Absztrakt

A mesterséges intelligencia (MI) robbanásszerű fejlődése ellenére az EU-ban jelentős különbségek vannak a vállalati adaptációban. Tanulmányunk a „magyar paradoxon" strukturális hátterét vizsgálja: a kiemelkedő elméleti kutatási potenciál és az uniós átlagtól elmaradó vállalati adaptáció közötti rendszerszintű összefüggéseket. A PRISMA-alapú szakirodalom-elemzés (50 nemzetközi és 50 hazai Q1-es cikk) rámutatott: a nemzetközi fősodor a fenntarthatóságot és az infrastruktúrát célozza, főként mélytanulással. Ezzel szemben a hazai kutatás fókuszában a feldolgozóipar és az IT-szektor áll. Megállapítjuk, hogy a hazai tudományos fókuszterületek és a leginkább fogadóképes piaci szektorok közötti strukturális eltérés érdemi magyarázattal szolgálhat a mérsékeltebb gazdasági diffúzióra.

Abstract

The rapid development of artificial intelligence (AI) notwithstanding, significant differences exist in corporate adoption across the EU. Our study examines the structural background of the "Hungarian paradox": the systemic relationship between Hungary's outstanding potential for theoretical research and its below-EU-average level of corporate adoption. A PRISMA-based literature analysis of 50 international and 50 Hungarian Q1-ranked articles reveals that the international mainstream focuses on sustainability and infrastructure, primarily through deep learning. By contrast, Hungarian research focuses on the manufacturing and IT sectors. We argue that the structural mismatch between domestic academic research priorities and the market sectors most receptive to AI may provide a significant explanation for the more moderate diffusion of AI in the economy.

Kulcsszavak: mesterséges intelligencia, technológiai adaptáció, nemzetközi összehasonlítás, hazai kutatás, iparági trendek

Keywords: artificial intelligence, technological adoption, international comparison, Hungarian research, industry trends

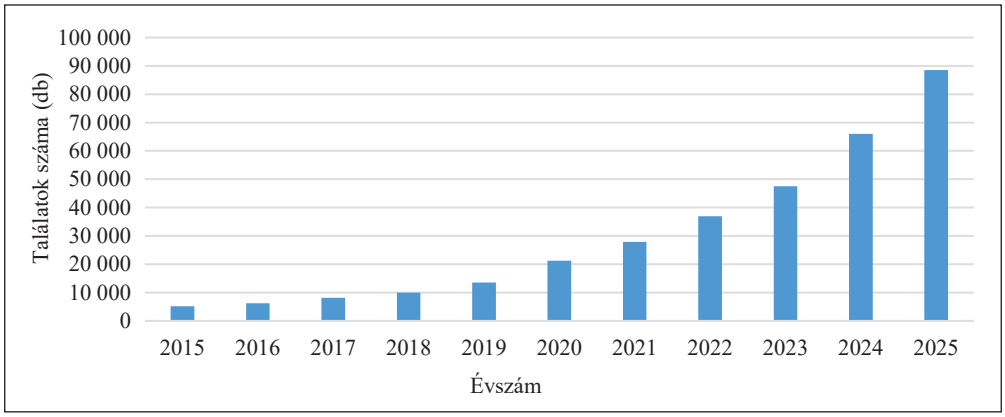
© 2026 Akadémiai Kiadó

Brought to you by MTA Könyvtár és Információs Központ olvasók | Unauthenticated | Downloaded 11/17/26 03:02 PM UTC

1. Bevezetés

A technológiai fejlődés történetében ritkán látni olyan léptékű átrendeződést, mint amilyet a mesterséges intelligencia idézett elő az elmúlt évtizedben. Ami korábban szűk szakmai műhelyek belügye vagy futurisztikus elképzelés volt, mára a gazdasági közbeszéd és a stratégiai tervezés megkerülhetetlen alapkövévé vált. Ezt a robbanásszerű térnyerést talán semmi sem szemlélteti jobban, mint a tudományos érdeklődés számszerűsíthető növekedése a vezető publikációs adatbázisokban.

Ha megvizsgáljuk a releváns szakirodalmi keresési trendeket, egyértelműen kirajzolódik a dinamika: 2015-ben valamivel több mint 5000 találatot adtak a keresőkifejezések, 2025-re pedig ez a szám több mint 17-szeresére nőtt, meghaladva a 88 000-et *(1. ábra)*. Ez az exponenciális emelkedés jelzi, hogy az MI mára kilépett az informatika szűk keretei közül, és multidiszciplináris, a gazdaság és a társadalom minden rétegét átható kutatási területté vált.



1. ábra. Az MI-vel kapcsolatos keresési trendek 2015–2025 között
Forrás: saját szerkesztés a Scopus és Web of Science adatbázisokban alkalmazott keresőkifejezések alapján

Felmerül azonban a kérdés, hogy ez a fokozott tudományos figyelem és a publikációs zaj mennyire csapódik le a reálgazdaságban. Vajon a kutatóintézetek eredményei beépülnek-e a mindennapi vállalati működésbe, és termelnek-e valós üzleti értéket? Ha a technológiai diffúzió oldaláról vizsgáljuk a folyamatot, a kép sokkal árnyaltabb, különösen közép-európai perspektívából nézve.

A témában végzett korábbi kutatások már rámutattak a tagállamok közötti digitális érettségbeli különbségekre. Az Európai Unió tagállamainak rangsorolása során munkatársainkkal strukturális eltéréseket azonosítottunk (Lülök–Dobos 2025), és az alkalmazási területek szintjén vizsgáltuk a vállalati integráció mélységét (Lülök–Dobos–Sebestyén 2025), átfogó statisztikai elemzéseink pedig megerősítették

Brought to you by MTA Könyvtár és Információs Központ olvasók | Unauthenticated | Downloaded 11/17/26 03:02 PM UTC

a technológiai használat egyenlőtlen európai eloszlását (Lülök–Dobos–Sebestyén 2026). Ezt a diagnózist maradéktalanul alátámasztják a legfrissebb összeurópai felmérések is (Eurostat 2025).

Bár az uniós átlag a teljes vállalati szektort nézve 19,95% volt, ami a technológia tömeges elterjedésének kezdetét jelzi, a tagállamok közötti olló ahelyett, hogy zárulna, tovább nyílt. Az adatokból világosan kirajzolódik a magyar gazdaság sajátos kettőssége. Egyfelől a hazai kutatók korán felismerték a technológia jelentőségét (Benczúr–Gyimóthy–Szegedy 2025). A magyar tudományos közösség a mélytanulás globális áttörése előtt és után is jelentős eredményeket ért el, a hazai szféra nemzetközi szinten is kompetensnek számít. Másfelől a vállalati szféra abszorpciós képessége korlátosnak tűnik. Magyarországon a vállalati használat az összes tevékenységet vizsgálva mindössze 10,37% volt, ami alig fele az uniós átlagnak. Még elgondolkodtatóbb a helyzet régiós versenytársainkhoz mérve. Csehország 17,60%-os értékével már az uniós átlagot ostromolja, de a korábban hasonló szinten álló Lengyelország is dinamikusabb pályára állt.

Jelen tanulmány célja ezen ellentmondás – azaz a kiemelkedő elméleti kutatási háttér és az alacsony szintű vállalati hasznosulás – feloldása a szakirodalom elemzésén keresztül. Feltételezésünk szerint a hazai kutatás fókuszai eltérhetnek a nemzetközi fősodor azon trendjeitől, amelyek a közvetlen üzleti hasznosulást, például a folyamatoptimalizálást célozzák. Ennek vizsgálatára egy szisztematikus, kétpilléres szakirodalom-elemzést végeztünk a PRISMA-protokoll szerint, összevetve a nemzetközi élvonal és a hazai tudományos szféra legfontosabb, Q1-es minősítésű publikációit.

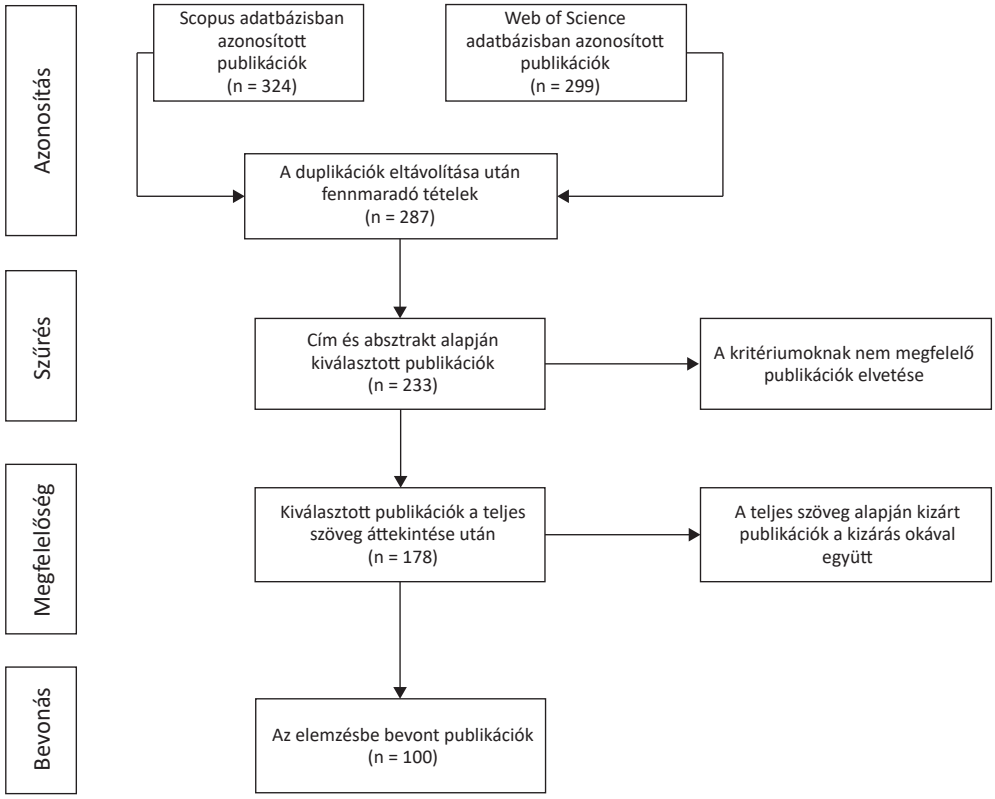
2. Módszertan

Kutatásunk alapvető célkitűzése a mesterséges intelligencia iparági és tudományos alkalmazásának átfogó vizsgálata, különös tekintettel a nemzetközi trendek és a hazai eredmények közötti strukturális eltérésekre. Ennek érdekében komplex kutatási stratégiát alkalmaztunk, amelynek gerincét egy szisztematikus szakirodalom-elemzés adja, kiegészítve az Európai Unió technológiai adaptációs szintjére vonatkozó kvantitatív háttérelemzéssel. A tudományos források kiválasztása és feldolgozása során a PRISMA-protokoll irányelveit követtük, amely biztosítja az átláthatóságot és a forráskiválasztás visszakövethetőségét az azonosítástól a végső beválogatásig.

A folyamat első lépésében, az *azonosítási szakasz*ban egységes keresési stratégiát alkalmaztunk mindkét vizsgált csoportra a Scopus és a Web of Science adatbázisokban. A keresőkifejezések között a „mesterséges intelligencia”, a „gépi tanulás” és a „mélytanulás” szerepeltek, amelyeket a releváns gazdasági szektorok megnevezésével kombináltunk. A vizsgálat időhorizontját a két minta eltérő jellegéhez igazodva határoztuk meg. A nemzetközi korpusz esetében a technológiai élvonal legfrissebb eredményeinek rögzítése érdekében a keresés súlypontja a 2020 és 2025 közötti időszakra esett, ugyanakkor a minta tartalmazza a területet megalapozó, 1999-ig visszanyúló nagy hatású publikációkat is. A hazai minta esetében a magyar kutatási ökoszisztéma

Brought to you by MTA Könyvtár és Információs Központ olvasók | Unauthenticated | Downloaded 11/17/26 03:02 PM UTC

fejlődéstörténetének és folytonosságának feltárása céljából a vizsgálatot kiterjesztettük az 1980-as évektől napjainkig terjedő időszakra, biztosítva ezzel a klasszikus iskolák és a modern eredmények együttes vizsgálatát. Ebből a körből azonosítottuk a potenciális tanulmányokat *(2. ábra)*.



2. ábra. A PRISMA-módszer lépéseinek bemutatása
Forrás: saját szerkesztés a Scopus és Web of Science adatbázisokból kinyert adatok alapján

A szűrési szakaszban az elsődleges feladat a duplikátumok és a nem releváns dokumentumtípusok eltávolítása volt. Ezt követően a címek és absztraktok áttekintésével kizártuk azokat a tanulmányokat, amelyek nem érték el a Q1-es minősítést, vagy nem tartalmaztak konkrét iparági vagy módszertani relevanciát. A hazai listánál ebben a fázisban ügyeltünk arra, hogy a minta lefedje a legfontosabb kutatási központokat és a területet megalapozó korai, nagy hatású publikációkat is. A megfelelőségi vizsgálat során a teljes szöveges elemzés következett, amelyben értékeltük a publikációk tudományos hatását, az alkalmazott módszertan robusztusságát és a szektorális besorolhatóságot. A nemzetközi cikkeknél a magas idézettség és az empirikus jelleg volt a döntő, míg a hazaiaknál a tudományos áttörés mértéke és a nemzetközi visszhang.

Brought to you by MTA Könyvtár és Információs Központ olvasók | Unauthenticated | Downloaded 11/17/26 03:02 PM UTC

A folyamat végén, a bevonás szakaszában célunk két egymással összevethető méretű és minőségű minta kialakítása volt, így végül 50 nemzetközi és 50 hazai vonatkozású tanulmányt választottunk ki.

A végleges, 100 elemű korpuszt tematikusan kategorizáltuk az MI különböző technológiai megoldásai és iparági alkalmazásai szerint. A feldolgozáshoz egységes kategória-rendszert alakítottunk ki Teymoor Khosravi és munkatársai (Khosravi–Al Sudani–Oladnabi 2023) taxonómiája alapján, amely hét fő csoportba – gépi tanulás, természetesnyelv-feldolgozás, számítógépes látás, robotika, automatizációs rendszerek, szakértői rendszerek és kognitív számítástechnika – rendezi a megoldásokat. A technológiai dimenzió mellett minden publikációt besoroltunk a NACE Rev. 2 osztályozási rendszer szerinti gazdasági ágazatba is, lehetővé téve annak vizsgálatát, hogy mely szektorok számítanak a fejlesztések elsődleges célterületeinek. A kvalitatív eredmények makrogazdasági kontextusba helyezéséhez az Eurostat hivatalos vállalati felméréseinek adatait és a publikációs adatbázisok keresési trendjeit használtuk fel.

Jelen kutatás elsősorban az elméleti publikációk iparági fókuszát térképezi fel. Fontos rögzíteni, hogy egy adott szektorra vonatkozó tudományos eredmény publikálása nem vonja maga után a technológia automatikus és tényleges hasznosulását az adott iparágban. A publikációs trendek az innovációs potenciált és a kutatói fókuszokat jelzik, a valós piaci implementáció mértéke ettől eltérhet. Ennek megfelelően a vizsgált mintában szereplő cikkek részterületi arányai a tudományos érdeklődést reprezentálják, nem pedig az azonnali gazdasági penetrációt.

3. A hazai, illetve nemzetközi szakirodalmak elemzése

A nemzetközi és hazai kutatási trendek feltérképezéséhez 50-50 darab, Q1-es minősítésű publikációt elemeztünk. A vizsgálati korpusz időbeli kiterjedése a két minta esetében eltérő dinamikát követ: a nemzetközi válogatás az ezredfordulótól napjainkig terjedő időszak technológiai élvonalát és legmagasabb idézettségű eredményeit reprezentálja, míg a hazai gyűjtés egy szélesebb, az 1980-as évektől a jelenkorig tartó fejlődéstörténeti ívet ölel fel, bemutatva a magyar kutatóműhelyek folytonosságát. Az eredményeket a NACE Rev. 2 (TEÁOR) ágazati besorolás főbb csoportjai mentén strukturáltuk, feltárva, hogy az egyes szektorokat célzó kutatásokban mely MI-technológiák dominálnak.

Az *építőipar*t vizsgáló nemzetközi kutatási trendek látványos változást mutatnak, a fókusz a tervezéstől a kivitelezésig terjedő folyamatok algoritmikus támogatására helyeződik. A kutatások a statikus modellek elhagyását és dinamikus eszközök bevezetését szorgalmazzák, miközben az automatizált tanulás a költségbecslés pontosságának növelését célozza. A zöld szempontok is felértékelődtek, a modellek már számolnak a szén-dioxid árával is (Elmousalami–Elshaboury–Elyamany 2024; Liu et al. 2024; Ottaviani et al. 2025). Az építkezések ellenőrzésénél az automatizált megoldások kutatása került előtérbe, ahol drónos és kamerás rendszerek tesztelését végzik, a rendszerek pedig előre látják a hulladékképződést (Cha–Moon–Kim 2022;

Brought to you by MTA Könyvtár és Információs Központ olvasók | Unauthenticated | Downloaded 11/17/26 03:02 PM UTC

Han–Hsu–Huang 2024). A tervezés terén a mélytanulási modellek ígéretesek a változtatások hatásainak előrejelzésében, régi épületeknél pedig a virtuális valóság alkalmazhatóságát vizsgálják a gyorsabb felmérés érdekében (Abdulfattah et al. 2023; Baradaran Rahimi et al. 2025). Az adatelemzés irodai és pályázati munkafolyamatokba való integrálását számos tanulmány vizsgálja, algoritmusokkal célozva a feladatok rangsorolását és a jogi viták kimenetelének előrejelzését (Bilal–Oyedele 2020; Chou–Cheng–Wu 2013; Hassan et al. 2023). A hazai kutatások ezen a téren technológiailag mélyebb, specifikusabb megoldásokkal jelentkeznek. Baráth Dániel és Jiří Matas (Barath–Matas 2021) a gépi látás területén értek el áttörést egy olyan optimalizációs eljárással, amely zajos környezetben is pontosan ismeri fel a térbeli struktúrákat, támogatva ezzel a geometriai modellezést. Nagy és munkatársai (Nagy–Kovács–Benedek 2021) a pontfelhő alapú változásdetektálásban alkalmaztak mélytanulást, lehetővé téve az építési környezet változásainak automatikus azonosítását durván illesztett 3D adatokon is. Li és munkatársai (Li et al. 2022) pedig a környezeti kockázatelemzés terén használtak felügyelt tanulást a talajvíz-kitermelés okozta felszínmozgások vizsgálatára.

A *feldolgozóipar* nemzetközi szinten a biztonság növelésére és a váratlan helyzetek kezelésére fókuszál. Az erőforrásigény változásaira kevert algoritmusokat ajánlanak, a lassú szimulációk kiváltására pedig neurális hálókat javasolnak a szakirodalomban, megcélozva a gyorsabb döntéshozatalt (Goli 2024; van der Beek et al. 2025). A prediktív karbantartás terén a kutatott valós idejű modellek a hibák előrejelzését és a leállások csökkentését hivatottak elérni, ami különösen a betonüzemekben jelenthet előnyt (Alshboul et al. 2024). A hazai kutatói közösség ezen a területen évtizedek óta világszínvonalú eredményeket mutat fel. Márkus András és Hatvany József már a korai időszakban szakértői rendszerekkel vizsgálták a töredékes mérnöki tudás hasznosítását (Márkus–Hatvany 1987). Váncza József és Márkus András genetikus algoritmusokkal és ontológiákkal oldották meg a technológiatervezés bonyolult feladatait (Váncza–Márkus 1991). Monostori László úttörő munkái (Monostori 1993; Monostori et al. 1996) a neurális hálózatok ipari potenciálját és a megmunkálási folyamatok valós idejű felügyeletét alapozták meg. A 2000-es években a kutatások az ágensalapú rendszerek (Monostori–Váncza–Kumara 2006) és a megerősítéses tanulás (Csáji–Monostori–Kádár 2006) felé fordultak, növelve a termelés rugalmasságát. A legfrissebb hazai eredmények a precíziós gyártásra koncentrálnak: Viharos Zsolt János és munkatársai adaptív módszerekkel választják ki a legfontosabb gyártási jellemzőket (Viharos et al. 2021), Geier Norbert és munkatársai gépi látással vizsgálják a kompozit fúrási hibákat (Geier et al. 2022), míg Ugonna Loveday Adizue és munkatársai acélötvözetek felületi minőségét jelzik előre (Adizue et al. 2023). Basheer Shaheen és munkatársai akkumulatív neurális hálókkal támogatják a prediktív karbantartást (Shaheen–Kocsis–Németh 2023), Nagy Brigitta és munkatársai pedig a gyógyszergyártásban alkalmaznak értelmezhető neurális hálókat (Nagy et al. 2023). Robert X. Gao és munkatársai átfogó tanulmánya a jövőbeli gyártási irányokat jelöli ki a mélytanulás jegyében (Gao et al. 2024).

Brought to you by MTA Könyvtár és Információs Központ olvasók | Unauthenticated | Downloaded 11/17/26 03:02 PM UTC

Az *információ és kommunikáció* ágazatában nemzetközileg a szoftverminőség áll a középpontban. A legújabb modellek mélyrehatóan, a kód belső szerkezetét és hálózati kapcsolatait vizsgálva keresik a rejtett hibákat (Mehta et al. 2025; Singh–Chhabra 2024). A projektvezetés hatékonyságát új modellek mérik, főleg a rendszer-integrációnál (Hong et al. 1999), a fejlesztők munkáját pedig adatátalakító eszközök segítik (Bilbao et al. 2023). A hazai kutatások ezen a téren rendkívül erősek és sokrétűek. A Roska-féle iskola (Roska–Chua 1993; Chua–Roska 1993) a celluláris neurális hálózatokkal forradalmasította a képfeldolgozást és az optikai karakterfelismerést (Szirányi–Csicsvári 1993). Horst Bunke és Csirik János a minta- és alakzatfelismerés elméleti alapjait bővítették (Bunke–Csirik 1995). A szoftverfejlesztés terén Gyimóthy Tibor és munkatársai nagy hatású munkája bizonyította, hogy a szoftvermetrikák alapján a gépi tanulás képes előre jelezni a hibákat (Gyimóthy–Ferenc–Siket 2005). Forstner Bertalan és munkatársai a modellalapú kódgenerálásban értek el eredményeket (Forstner et al. 2006). A beszédfelismerés és nyelvtechnológia területén is kiemelkedő a hazai teljesítmény. Olaszy Gábor és munkatársai a gépi szövegfelolvasást (Olaszy et al. 2000), Váradi Tamás és Kiss Gábor a párhuzamos korpuszok építését (Váradi–Kiss 2001), Kocsor András és Tóth László pedig a fonémák osztályozását és a hibrid beszédfelismerő modelleket fejlesztették (Kocsor–Tóth 2004; Toth–Kocsor 2007). Takács Gábor és munkatársai a Netflix-verseny kapcsán alkottak világhírű ajánlórendszereket (Takács et al. 2009). A legújabb kutatások a társadalomtudományi szövegelemzést (Sebők–Kacsuk 2021), a 6G hálózatokat (Merluzzi et al. 2023), a generatív nyelvi modellek morfoszintaktikai vizsgálatát (Acs et al. 2023), a vakcinaszkepticizmus hálózati terjedését (Béres et al. 2023) és a logfájlok anomáliadetektálását (Horváth–Kádár–Szilágyi 2023) célozzák.

A *szakmai, tudományos és műszaki tevékenységek* területe nemzetközileg vegyes képet mutat: a technológia a projektvezetés megújításának, az időbecslés pontosításának és a kockázatkezelés átláthatóbbá tételének potenciálját hordozza magában (Wauters–Vanhoucke 2016; Wauters–Vanhoucke 2017; Badhon et al. 2025). Az agilis módszerek és az MI integrációjára új elméleti modellek születtek, a csevegőrobotok üzleti innovációs hatását pedig több esettanulmány vizsgálja (Takeuchi et al. 2024; Sabahi–Parast 2020; Wamba 2022; Wang–Lin–Shao 2022; Chatterjee et al. 2021; Kyriakopoulos et al. 2025; Liu et al. 2025). A tudományban az MI alapvető eszköz: segíti a mezőgazdasági előrejelzéseket, az anyagtudományi felfedezéseket és az orvosi diagnosztikát (Lee et al. 2020; Liu et al. 2020; Duwe et al. 2024; Kop et al. 2022). A kutatást szövegelemzők segítik, felmérve a jövőbeli szoftverigényeket (Wobst–Lueg 2025; Garbero–Carneiro–Resce 2021; Capatina et al. 2020; Charles et al. 2025; Sadeghi et al. 2024). A hazai kutatások ezen a téren erősen elméleti és orvosi fókuszúak. Dombi József és Kóczy László a fuzzy logika és a bizonytalanságkezelés alapjait fektették le (Dombi 1982; Dombi 2008; Kóczy–Hirota 1993). Dana Angluin és munkatársai (Angluin et al. 1997), valamint Csáji Balázs Csanád és munkatársai (Csáji–Campi–Weyer 2015; Csáji–Kis 2019) a tanulási algoritmusok robusztusságát és a statisztikai tanuláselméletet gazdagították. Jelasity Márk és Dombi József evolúciós algoritmusokkal oldottak meg tervezési problémákat (Jelasity–Dombi 1998). Csiszárik Adrián

Brought to you by MTA Könyvtár és Információs Központ olvasók | Unauthenticated | Downloaded 11/17/26 03:02 PM UTC

és munkatársai a mély neurális hálók belső reprezentációit (Csiszárik et al. 2021), Pósfai Márton és munkatársai pedig a fizikai hálózatok szerkezetét vizsgálták (Pósfai et al. 2024). Az orvosi alkalmazások terén Ribli Dezső és munkatársai mammográfiás diagnosztikát segítő mélytanulási modellt (Ribli et al. 2018), Paragh György és munkatársai a hiperkoleszterinémia azonosítását (Paragh et al. 2018), Kerepesi Csaba és munkatársai pedig az öregedéskutatást (Kerepesi et al. 2018) támogató algoritmusokat fejlesztettek. A legfrissebb eredmények között szerepel Juhász Vanda és munkatársai biológiai életkorbecslése (Juhász et al. 2024), Fóthi Árpád és munkatársai az ember-gép együttműködést segítő testtartásbecslése (Fóthi et al. 2024), valamint Hegedüs Pál és munkatársai agykutatási modelljei (Hegedüs et al. 2023).

A *szállítás és raktározás* világában nemzetközileg a gépi tanulás dominál, kiváltva a régi szimulációkat. Neurális hálókat tesztelnek például a repülőtéri bővítések késésekre gyakorolt hatásának kiszámítására (Al-Ghzawi–El-Rayes 2024), az adatelemzés pedig hatékonyabbá teszi az irodai munkát és a katasztrófavédelmi logisztikát (Dubey et al. 2022). A hazai kutatások ezen a téren a robotika és az autonóm rendszerek irányába mutatnak. Zsedrovits Tamás és munkatársai fedélzeti, látásalapú érzékelő és elkerülő rendszert fejlesztettek kisrepülőgépek számára, lehetővé téve a biztonságos repülést (Zsedrovits et al. 2016). Szemenyei Márton és Vladimir Estivill-Castro a robotfoci területén dolgoztak ki valós idejű objektumdetekciós megoldást (Szemenyei–Estivill-Castro 2022), míg Antal Péter és munkatársai (Antal–Péni–Tóth 2023) megerősítéses tanulással tanítottak be miniatűr drónokat komplex akrobatikus manőverek végrehajtására.

A *villamosenergia-, gáz- és gőzellátás* szektorában nemzetközileg a zöld célok vezetnek. A szén-dioxid tárolásának és termelésének gépi tanulással való optimalizálása kiemelt kutatási irány a lassú fizikai modellek kiváltására (You–Ampomah–Sun 2020; You et al. 2020; Vo Thanh et al. 2023; Ning et al. 2024). Döntéstámogató rendszerek segítik a megújulóenergia-, a biogáz- és a zöldhidrogén-projektek értékelését (Shen et al. 2024; Bortoluzzi–Furlan–dos Reis Neto 2022; Yüksel et al. 2024; Shahbaz et al. 2025). A vizsgált hazai mintában ez a szektor nem jelenik meg; a magyar kutatások fókusza inkább a gyártás és az információs-kommunikációs területek felé tolódik.

A *vízellátás, hulladékkezelés és szennyezésmentesítés* területén nemzetközileg az adatvezérelt kockázatkezelés dominál. Új modellek hivatottak előre jelezni a vízminőség romlását és a nehézfémszennyezést (Nong et al. 2024; Wang et al. 2024), míg a hulladékkezelésben a technológia a létesítmények helykiválasztásának optimalizálását célozza (Hou et al. 2024; Safaei-Farouji et al. 2022). A hazai kutatások ezen a téren a mezőgazdasági vízgazdálkodás és a precíziós gazdálkodás irányából kapcsolódnak: Kovács Attila térbeli és időbeli adatok együttes elemzésével, gépi tanulási módszerekkel becsüli meg a terméshozamot, ami közvetve a természeti erőforrások, így a víz hatékonyabb felhasználását is támogatja (Kovács 2021).

Brought to you by MTA Könyvtár és Információs Központ olvasók | Unauthenticated | Downloaded 11/17/26 03:02 PM UTC

4. Eredmények

Kutatásunk kvantitatív elemzési szakaszában a kiválasztott 50-50 tanulmányt vizsgáltuk meg bibliometriai jellemzők, ágazati besorolás és az alkalmazott MI-technológiák (Khosravi–Al Sudani–Oladnabi 2023) mentén.

4.1. Bibliometriai elemzés: forrásminőség és tudományos hatás

A vizsgálatba bevont tanulmányok a tudományterület legmagasabb presztízsű fórumain jelentek meg. A nemzetközi és hazai minta összehasonlítása *(1. táblázat)* rávilágít a két kutatói közösség eltérő orientációjára és a hazai eredmények kiemelkedő hatására.

1. táblázat. Az öt legmagasabb h-indexű folyóirat

Nemzetközi		Hazai vonatkozású	
Science of the Total Environment	399	*IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*	435
Journal of Hazardous Materials	375	*Advances in Neural Information Processing Systems*	415
Journal of Cleaner Production	354	*Nature Physics*	348
Chemical Engineering Journal	337	*Scientific Reports*	347
Applied Energy	323	*IEEE Transactions on Signal Processing*	314

Forrás: saját szerkesztés a Scopus és Web of Science adatbázisok tudománymetriai adatai alapján

2. táblázat. Az öt legmagasabb idézettségű folyóirat

Nemzetközi		Hazai vonatkozású	
International Journal of Information Management	579	*IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications*	1642
Technological Forecasting and Social Change	553	*CIRP Annals – Manufacturing Technology*	1610
International Journal of Production Economics	535	*IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Analog and Digital Signal Processing*	1517
Expert Systems with Applications	390	*IEEE Transactions on Software Engineering*	1284
Journal of Cleaner Production	302	*Scientific Reports*	957

Forrás: saját szerkesztés a Scopus és Web of Science adatbázisok idézettségi adatai alapján

Brought to you by MTA Könyvtár és Információs Központ olvasók | Unauthenticated | Downloaded 11/17/26 03:02 PM UTC

Míg a nemzetközi vezető folyóiratok (h-index alapján) elsősorban a *környezettudomány* és a *vegyipar* területéről kerülnek ki (pl. *Science of the Total Environment, Journal of Hazardous Materials*), addig a hazai publikációk a *számítástudomány,* a *fizika* és a *mérnöki tudományok* legmagasabban jegyzett lapjaiban *(IEEE TPAMI, Nature Physics, NeurIPS)* jelennek meg. Ez jelzi a magyar kutatások erős elméleti és alapkutatási fókuszát. A hazai mintában *(2. táblázat)* több kiemelkedő idézettségű publikáció található.

A hazai vonatkozású kiemelt hatású publikációk idézettsége jelentősen meghaladja a nemzetközi mintáét. Míg a nemzetközi listán a vezető folyóiratok vizsgált cikkei 300–600 közötti összesített hivatkozást értek el, addig a hazai listát *a tudományterületet alapjaiban meghatározó, történelmi jelentőségű műveket* közlő lapok vezetik. A hazai listán szereplő *IEEE Transactions on Circuits and Systems I* vagy a *CIRP Annals* folyóiratokban megjelent cikkek összesített idézettsége az 1600-at is meghaladja, ami bizonyítja, hogy a magyar kutatás nemcsak követője, hanem formálója is a globális tudománynak.

4.2. Iparági fókuszok: globális alkalmazás és hazai fejlesztés

A szektorok és az alkalmazott technológiák metszetének részletes vizsgálata rávilágít arra, hogy a két mintában éles strukturális különbségek vannak az iparági preferenciákban és az alkalmazott MI-megoldásokban. A *nemzetközi mintá*ban *(3. táblázat)* a kutatások súlypontja azokra az ágazatokra helyeződik, amelyek a fenntarthatóság és az infrastrukturális modernizáció frontvonalába tartoznak. Kiemelkedő az *építőipar* (20%) és a *villamosenergia-ellátás* (16%) aránya. Technológiailag a profil erősen a *mélytanulás*ra koncentrálódik (az építőiparban 6, az energetikában 5 cikk), ami a komplex tervezési adatok, a hálózati optimalizálás és a fogyasztás-előrejelzés kifinomult igényeit tükrözi. A legdiverzívebb képet a *szakmai, tudományos tevékenység* mutatja (38%), ahol a kognitív számítástechnikától a természetesnyelv-feldolgozásig széles a spektrum.

Ezzel szemben a *hazai vonatkozású mintá*ban *(4. táblázat)* a kutatási aktivitás a technológia-előállítás és a hagyományos ipar köré csoportosul. A *feldolgozóipar* súlya (24%) négyszerese a nemzetközinek, technológiai profilja pedig egyedülálló: a *dimenziócsökkentés* (6 db) dominanciája a gyártási szenzoradatok zajszűrésére és a releváns változók kiválasztására utal (Ipar 4.0). Az *információ és kommunikáció* szektor (32%) a hazai NLP-kutatások központja (szöveggenerálás, gépi fordítás), míg a *szállítás és raktározás* területén megjelenő *robotika* (3 db) az autonóm rendszerek hazai kutatását jelzi.

Brought to you by MTA Könyvtár és Információs Központ olvasók | Unauthenticated | Downloaded 11/17/26 03:02 PM UTC

3. táblázat. Szektorok és MI-kategóriák keresztmetszete (nemzetközi minta)

NACE Rev. 2 szektor	MI-kategória	MI-alkategória	Mennyiség	Százalék
Adminisztratív és támogató szolgáltatások	Kognitív számítástechnika	–	1	2%
Építőipar	Gépi tanulás	Felügyelt tanulás	4	8%
		Mélytanulás	6	12%
Feldolgozóipar	Gépi tanulás	Felügyelet nélküli tanulás	1	2%
		Mélytanulás	2	4%
Információ és kommunikáció	Automatizációs rendszerek	–	1	2%
	Gépi tanulás	Felügyelt tanulás	2	4%
		Mélytanulás	1	2%
Szakmai, tudományos, műszaki tevékenység	Gépi tanulás	Dimenziócsökkentés	1	2%
		Felügyelet nélküli tanulás	1	2%
		Felügyelt tanulás	5	10%
		Mélytanulás	5	10%
	Kognitív számítástechnika	–	2	4%
	Természetesnyelv-feldolgozás	Kérdésmegválaszolás	2	4%
		Tartalomkinyerés	1	2%
		Témamodellezés	2	4%
Szállítás és raktározás	Gépi tanulás	Mélytanulás	1	2%
Villamosenergia-, gáz-, gőz- és légkondicionálás-ellátás	Szakértői rendszerek	–	1	2%
	Gépi tanulás	Felügyelet nélküli tanulás	2	4%
		Mélytanulás	5	10%
Vízellátás, hulladékkezelés és szennyezésmentesítés	Gépi tanulás	Felügyelet nélküli tanulás	1	2%
		Felügyelt tanulás	2	4%
		Mélytanulás	1	2%

Forrás: saját szerkesztés a vizsgált nemzetközi publikációk tartalomelemzése alapján

Brought to you by MTA Könyvtár és Információs Központ olvasók | Unauthenticated | Downloaded 11/17/26 03:02 PM UTC

4. táblázat. Szektorok és MI-kategóriák keresztmetszete (hazai vonatkozású minta)

NACE Rev. 2 szektor	MI-kategória	MI-alkategória	Mennyiség	Százalék
Építőipar	Gépi tanulás	Felügyelet nélküli tanulás	1	2%
		Felügyelt tanulás	1	2%
		Mélytanulás	1	2%
Feldolgozóipar	Automatizációs rendszerek	–	1	2%
	Gépi tanulás	Dimenziócsökkentés	6	12%
		Felügyelt tanulás	1	2%
		Megerősítéses tanulás	1	2%
		Mélytanulás	1	2%
	Szakértői rendszerek	–	1	2%
	Tervezői rendszerek	–	1	2%
Információ és kommunikáció	Automatizációs rendszerek	–	1	2%
	Gépi tanulás	Dimenziócsökkentés	1	2%
		Felügyelet nélküli tanulás	1	2%
		Felügyelt tanulás	3	6%
		Mélytanulás	5	10%
	Természetesnyelv-feldolgozás	Gépi fordítás	1	2%
		Szentimentelemzés	1	2%
		Szöveggenerálás	2	4%
		Témamodellezés	1	2%
Szakmai, tudományos, műszaki tevékenység	Gépi tanulás	Felügyelet nélküli tanulás	1	2%
		Felügyelt tanulás	7	14%
		Mélytanulás	3	6%
	Szakértői rendszerek	–	3	6%
	Tervezői rendszerek	–	1	2%
Szállítás és raktározás	Robotika	–	3	6%
Vízellátás, hulladékkezelés és szennyezésmentesítés	Gépi tanulás	Felügyelt tanulás	1	2%

Forrás: saját szerkesztés a vizsgált hazai vonatkozású publikációk tartalomelemzése alapján

Brought to you by MTA Könyvtár és Információs Központ olvasók | Unauthenticated | Downloaded 11/17/26 03:02 PM UTC

4.3. Közgazdasági és versenyképességi szempontok

A tudományos fókuszterületek elemzése mellett elengedhetetlen a vizsgált szektorok tényleges piaci adaptációs teljesítményének vizsgálata. Az Eurostat legfrissebb adatbázisa (Eurostat 2026) rávilágít arra a strukturális feszültségre, amely a hazai innovációs ökoszisztémát jellemzi. Az adatok komparatív elemzése alapján kimutatható, hogy miközben az uniós átlag a feldolgozóiparban 17,27%, az információ és kommunikáció ágazatban pedig 62,52%, a hazai vállalati szféra jelentős elmaradást mutat.

Magyarországon a technológia valós gazdasági penetrációja a feldolgozóiparban kritikusan alacsony szinten áll, elmaradva a régiós versenytársak teljesítményétől is. Ezzel szemben az információ és kommunikáció ágazatban – ahol a hazai NLP és szoftvertechnológiai kutatások is összpontosulnak – a vállalati alkalmazás már érdemi volumenben jelenik meg. Ez a kettősség igazolja hipotézisünket: a magyar MI-fejlesztések jelentős része olyan tőkeigényes, hagyományos ipari környezetet céloz meg, amelynek abszorpciós képessége korlátozott. A nemzetközi trendekkel ellentétben a szolgáltatási szektorok és a tudásintenzív ágazatok gyorsabb dinamikája hazánkban még nem tudta teljes mértékben integrálni a rendelkezésre álló elméleti tudástőkét, ami a versenyképességi olló további nyílását vonhatja maga után.

5. Konklúzió

Tanulmányunk kiindulópontját az a magyar innovációs ökoszisztémát jellemző sajátosság adta, melyben a nemzetközileg elismert elméleti kutatási háttér mellett a mesterséges intelligencia vállalati abszorpciója – az uniós trendekkel összevetve – mérsékeltebb dinamikát mutat. Az elvégzett vizsgálatok – az Eurostat makrogazdasági adatainak elemzése és a PRISMA-protokoll szerinti összehasonlító szakirodalomkutatás – megerősítették a strukturális aszimmetria jelenlétét, és feltárták annak mélyebb okait.

Az eredmények alapján a következő fő következtetések vonhatók le:

1. A „Lab-to-Market” szakadék számszerűsíthető mélysége: Az elemzés rámutatott a hazai ökoszisztéma kettősségére. Míg a vizsgált hazai vonatkozású Q1-es publikációk tudományos hatása kiemelkedő (a hazai lista két legmagasabb értéke meghaladja az 1600 összesített hivatkozást, míg a nemzetközi top 5 értékei 302 és 579 között mozognak), addig ez a tudástőke nem konvertálódik a statisztikai mutatókban is tükröződő reálgazdasági hatássá. Ezt igazolja, hogy 2025-re Magyarországon a vállalati MI-használat az összes tevékenységet nézve 10,37%, míg a stratégiailag hangsúlyos feldolgozóiparban mindössze 7,78%-on áll, ami drasztikus elmaradás az Európai Unió 17,27%-os átlagához és különösen a régiós versenytársakhoz (pl. Csehország 16,73%) képest.

Brought to you by MTA Könyvtár és Információs Központ olvasók | Unauthenticated | Downloaded 11/17/26 03:02 PM UTC

2. Iparági divergencia: A szakirodalom-elemzés rávilágított, hogy a hazai kutatás fókuszai elválnak a nemzetközi fősodortól. A globális kutatások a társadalmi kihívásokra reagálva az építőipar (20%) és a villamosenergia-ellátás (16%) területére koncentrálnak, támogatva a fenntarthatósági és okosváros-koncepciókat. Ezzel szemben a hazai kutatás-fejlesztés erősen polarizált: a tevékenység 56%-a két szektorba, az információ és kommunikáció (32%), valamint a feldolgozóipar (24%) területére tömörül. Különösen beszédes, hogy a feldolgozóipar hazai súlya négyszerese a nemzetközinek (6%), ami a magyar gazdaság erős ipari gyökereit és az Ipar 4.0 megoldások dominanciáját tükrözi, ugyanakkor jelzi a szolgáltatói és infrastrukturális szektorok innovációs lemaradását.
3. Technológiai konzervativizmus: A vizsgálat technológiai szinten is kimutatta a különbséget. A nemzetközi trendeket a mélytanulás 42%-os dominanciája jellemzi, ami lehetővé teszi a nagy adatmennyiségek komplex kezelését. A hazai szférában ezzel szemben a klasszikus felügyelt tanulás és a specifikus mérnöki megoldások (pl. dimenziócsökkentés a gyártásban, szakértői rendszerek) az uralkodók. Ez arra enged következtetni, hogy a hazai kutatás fókuszai elsősorban a jól definiált, zárt rendszerű optimalizálási feladatokra irányulnak.

Összességében megállapítható, hogy a magyar lemaradás nem a tudományos kompetencia hiányából fakad, hanem a kutatási irányok és a piaci igények közötti szinkron hiányából. A hazai MI-fejlesztések „bennragadnak" az akadémiai szférában és a speciális gyártástechnológiákban, és nem szivárognak át a szélesebb gazdaság szövetébe. A felzárkózás kulcsa a jövőben a kutatási portfólió diverzifikálása (nyitás az energetika és az épített környezet felé), valamint az elméleti kiválóságot a kkv-szektor számára is elérhetővé tevő transzferfolyamatok erősítése lehet.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Egyetemi Kutatói Ösztöndíj Program (EKÖP) keretében a Kooperatív Doktori Program (EKÖP-KDP-25) ösztöndíjas támogatásával, a Kulturális és Innovációs Minisztérium, valamint a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap támogatásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

Az irodalomjegyzék tételei terjedelmi okok miatt a folyóirattól független külső szerveren érhetők el: https://drive.google.com/file/d/1WJipOKdP-boFf2ifv9TkLcA-z_7nOm0Y/view?usp=drive_link

Brought to you by MTA Könyvtár és Információs Központ olvasók | Unauthenticated | Downloaded 11/17/26 03:02 PM UTC