

## MESTERSÉGES INTELLIGENCIA KIVÁLASZTÁSA ÉS FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEI A LOGISZTIKA TERÜLETÉN

Veres Péter 

adjunktus, Miskolci Egyetem, Logisztikai Intézet

3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: [peter.veres@uni-miskolc.hu](mailto:peter.veres@uni-miskolc.hu)

### Absztrakt

*Manapság a mesterséges intelligenciával ellátott rendszerek körbevesznek minket, mégis vannak olyan területek, ahol nem, vagy csak elvétve használják őket. Ezen területek egyike a logisztika. Bár az önvezető járművek már régen megjelentek, a teljesen autonóm járművek pedig rohamosan terjednek, ezen kívül nem hallani más részterületéről a logisztikának, ahol a mesterséges intelligencia betöltene bármilyen szerepet. Jelen cikkben feltárásra kerülnek a mesterséges intelligencia formái és ezek hasznosíthatósága a logisztika, azon belül is elsősorban a belső logisztika területén. Meghatározásra kerülnek még olyan adatok és paraméterek, amelyeket érdemes gyűjteni és előkészíteni egy MI számára, hogy később ezekből hasznos információt, előrejelzéseket és folyamatok közötti váratlan kapcsolatokat lehessen feltárni.*

**Kulcsszavak:** belső logisztika, mesterséges intelligencia, neurális háló

### Abstract

*Nowadays, systems with artificial intelligence are all around us, yet there are areas where they are not used, or are used only occasionally. One of these areas is logistics. Although self-driving vehicles have been around for a long time, and fully autonomous vehicles are spreading rapidly, apart from this, there is no other area of logistics where artificial intelligence plays significant role. This article explores the forms of artificial intelligence and their usability in logistics, primarily in the field of internal logistics. Data and parameters that are worth collecting and preparing for an AI are also defined, so that useful information, predictions and unexpected connections between processes can be discovered with it.*

**Keywords:** internal logistics, artificial intelligence, neural network

### 1. Bevezetés

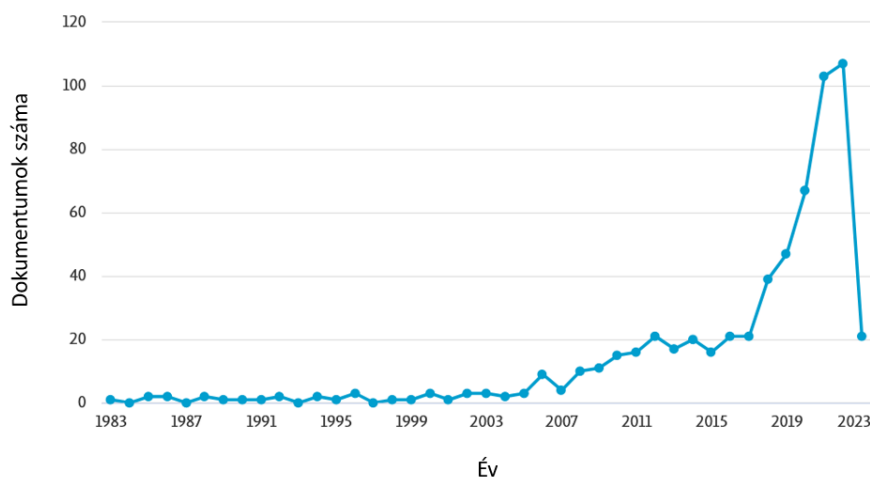
A közelmúltban, mint az a közhírekből is látszik, nagyon megugrott a Mesterséges Intelligenciák nem csak kutatásban és iparban való fejlesztése és hasznosítása, hanem a közéletben is egyre jobban kezd elterjedni az aktív használata. Eddig a nagyvállalatok alkalmazták a mesterséges intelligencia egyes formáit időjárás meghatározására [1], vegyületek és szövetek kémiai és biológia vizsgálatára [2] részvényekkel való kereskedelemre [3], fogyasztói igények felmérésére [4], testre szabott reklámok [5] és tartalmak [6] létrehozására, valamint a legnagyobb szöveg keresőrendszerek üzemeltetésre [7], és csak hogy a legismertebbeket említsem. Az elmúlt évtizedet leszámítva, nagyon sokan félték Mesterséges Intelligenciától, hatásaitól, erejétől és tudatra ébredésétől [8], amelyre nagy hatással volt a túlzó média, azonban jelenleg kezdik elfogadni és megérteni, hogy egy hasznos eszközről van szó, amelyet ha megfelelően használunk, nem tud kárt okozni. Csak hogy megemlítsék egy konkrét példát: a ChatGPT nevezetű chatbot olyan népszerűségnek örvend, melyre még nem volt precedens. 2022 decemberében napi 12 millió használóval és 100 millió teljes felhasználóbázissal bírt [9]. Képes kvázi értelmesen biztonságosan beszélgetni, lehet tőle segítséget kérni bizonyos témában, vagy meg lehet írni vele a házi feladatunkat, amelyből hatalmas botrány kerekedett az USA-ban [10].

Ennek fényében nehéz elképzelni, hogy vannak olyan ipari területek, ahol szinte egyáltalán nem használnak mesterséges intelligenciát, se a tervezési, se a kivitelezési, se az üzemeltetési fázisokban, pedig az Ipar4.0 elvekben és irányokban automatizálás címszó alatt ez is szerepel [11]. Elsősorban az ipari gyártásra és a gyártást kiszolgáló logisztikára gondolhatunk.

Jelen kutatás célja a belső logisztikában rejlő lehetőségek kiaknázásának bemutatása mesterséges intelligenciák segítségével. Elsősorban egy mélyreható szakirodalmi kutatás eredményeképpen megismerhetjük a mesterséges intelligenciák fajtáit, valamint a jelenlegi és lehetséges alkalmazási területeit. Ezután ismertetésre kerülnek olyan adatok és paraméterek, amelyeket érdemes a rendszerünkben gyűjteni, megtisztítani és rendszerezni, hogy egy MI-be táplálva később olyan hasznos információt és kimenteket kapjunk, amely segít a tervezésben és a különböző folyamatok közötti kapcsolatok megismerésében.

## 2. Szakirodalmi áttekintés

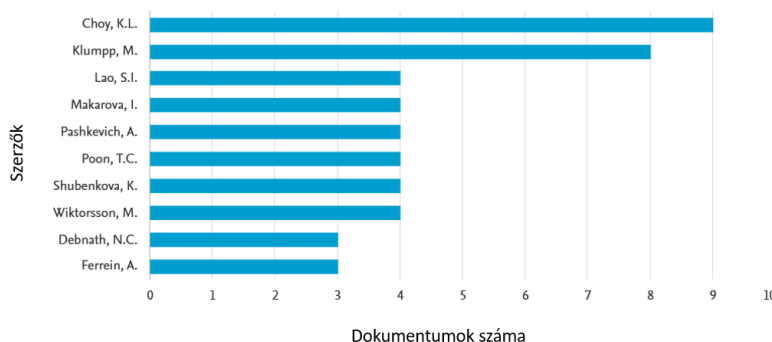
Mint ahogy az emberek többsége, én is először a különböző populáris médiákból halottam először a mesterséges intelligenciáról, akkor még közömbösen álltam a téma előtt, nem értettem a működését, csak azt, hogy milyen hatalmas dolgokra képes azokban a fiktív és kevésbé fiktív világokban. Az elmúlt néhány évben azonban egyre több ezzel kapcsolatos informatívabb cikket és videót láttam, amely érdekesebbé tette a témát számomra, az egyik videó amelyik a legnagyobb hatást keltette bennem és végre elmagyarázta hogyan működnek alapszinten egyes mesterséges intelligenciák a CGP Grey Youtube csatornáján a „How AIs, like ChatGPT, Learn” [12] volt, amelyet 5 éve rakott fel az internetre. Ezek után egyre jobban érdekelni kezdett a MI-k működése. Ekkor kezdtem el szakirodalmakban is keresni a lehetőségeket és jó megoldásokat. A szisztematikus irodalomkutatási technika, melyet már korábban megismertem, nagyon jól jött. A SCOPUS szakirodalmi adatbázisban a következő keresési paraméterekkel TITLE-ABS-KEY ( artificial AND intelligence AND logistics AND production OR warehouse ) összesen 600 dokumentumot talált, amelyekből többet át is olvastam.



1. ábra. Keresési dokumentumok száma évenkénti elosztásban

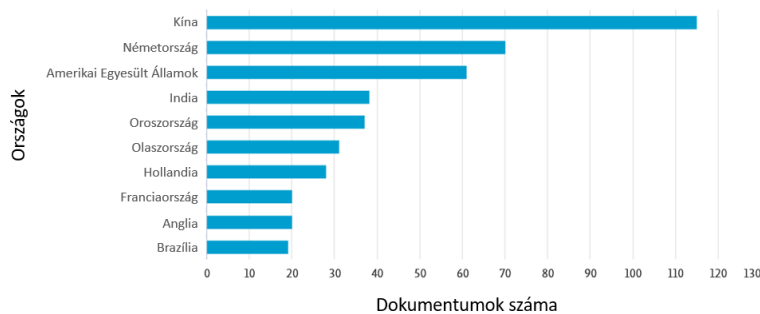
Az 1. ábrán jól látszik, hogy a 600 dokumentum milyen arányban jelent meg az évek során. Könnyedén megfigyelhető az a trend, amelyről a bevezetés szólt, miszerint az elmúlt időszakban exponenciálisan

folyamatosan nő a mesterséges intelligenciával foglalkozók száma, még a logisztikai területen is. Jelenleg ötször több publikáció készül a témában, mint 5 évvel ezelőtt.



2. ábra. Keresési dokumentumok száma a TOP10 szerző szerint

Az 2. ábrán a legtöbbet publikáló szerző látható ezen a tématerületen, akik közül kiemelkedő munkássággal rendelkezik Choy, K.L. a kínai Hong Kong Polytechnic University kutatója és Klumpp, M., a németországi Georg-August-Universität Göttingen kutatója. Az ő munkásságukból többet is feldolgoztam és később ezeket részletesen bemutatom. A 3. ábrán a témában legtöbbet publikáló kutatók országai láthatóak, melyek közül Kína és Németország újra felbukkan, emellett az USA-ból is sokan támogatják ezt a területet.



3. ábra. Keresési dokumentumok száma a legtöbbet publikáló országok szerint

A legtöbb kutató egyetért abban, hogy az automatizálás és Ipar 4.0 eszközei nem csak a hardverjeink fejlesztését teszik lehetővé, hanem a szoftveres és döntéshozatali rendszereket is automatizálhatják [13,14,15]. Ehhez a már meglévő vállalati adatbázisokat, például SQL alapúakat, könnyűszerrel össze lehet kapcsolni C#, .Net vagy MATLAB nyelvekkel és rajtuk folyamatosan lehet futtatni MI kereséseket, kapcsolatok megtalálásához [16]. Ezekkel könnyedén olyan IoT-SL (Dolgok Internete – Okos Logisztika) rendszereket kapnánk, ahol okos szerződésekkel és effektívebb kiszolgálással növelhető a raktárak hatékonysága, gyorsabb bevételezést, kiadást, átadást és kiszedés lehet elérni [17]. A COVID-19 pandémiának bár elég sok hátulütője volt, azonban bebizonyította, hogy sokszor otthoni munkával sem áll le a termelés, az okos eszközök és szoftverek, valamint az okos szerződések, kiterjesztett valóság és kiberbiztonság fejlődése, amelyhez az MI-k megkerülhetetlenek, sok lehetőséget és új jó gyakorlatokat adnak [18]. A Mesterséges intelligenciát könnyedén lehet alkalmazni olyan

rendszerekben is, ahol termékek folyamatos követésére van szükség gyártáson belül, azonban csak kevés adat áll rendelkezésre. Ilyenkor a folyamatos követést és mozgást az MI egészíti ki és gondoskodik arról, hogy ez a valóságban is hasonlóan történjen [19]. Ezt a fajta nyomon követést a régebbi bevált vonalkódos rendszerekkel is meg lehet oldani, ahol az MI-t nem csak a követési pontok összekötésére, hanem a leolvasandó jelek és kódok képi értelmezésére is lehet alkalmazni, például sérülés vagy rossz látási viszonyok miatt [20]. A digitális iker és az IoT szoros kapcsolatban állnak egymással, mint az Ipar 4.0 eszközei [21], amennyiben a könyvelést is hozzácsatoljuk, úgy egy DLT (Distributed Ledger Technology - Elosztott főkönyvi technológia) rendszer kapunk, amelyek már költségekkel is tudnak könnyedén kalkulálni, így újabb bemeneti és kimeneti paraméterekkel lehet az MI-ket kiegészíteni [22]. A mesterséges intelligencia kutatások egyik legnagyobb területe a képfeldolgozás, ami feltétlenül szükséges az önvezető járművek és vizuális felismerő rendszerek működéséhez. Ezen rendszerek betanításához nagy mennyiségű adatra van szükség, amelyet ha folyamatosan akarunk bővíteni felhő alapú szolgáltatásokat kell igénybe venni, az EDGE computing erre is ad megoldást [23].

Általános logisztikai feladatokra is kiválóan lehet alkalmazni az MI-ket, és ha egy feladathoz megfelelő heurisztikával látjuk el, akkor gyorsítani is tudjuk a betanulást. Ilyen feladat az útvonalkeresés, amelyre a Hangya Kolónia (ACO) vagy a Méh Kolónia Optimálás (BCO) gyors és effektív megoldást tud nyújtani [24]. Mint ahogy már korábban is említésre került, a mesterséges intelligenciákat kiválóan lehet előrejelzések készítésére alkalmazni. A logisztikában ezek lehetnek vevő megrendelési mennyiségek és időszakok, gyártási kapacitások, készletszintek és készlet lekötések [25] vagy esetleg eladási adatok, amelyek tudatában fel lehet készülni a következő időszakra és effektíven gyártani és szállítani [26]. Azonban egy vállalatnál napjainkban nem csak a bevételt és az effektív műveleteket kell figyelembe venni, hanem a környezeti hatásokat és szennyezéseket is. Az okos gyárakhoz tartozó zöld gyártást az MI-k támogatni tudják és mint néhány tanulmányból kiderült, 10-20%-os anyagmennyiségi és akár 30-50%-os eszközhasználati kihasználást lehet elérni szállítási flottáknál [27], amelyekhez akár MaaS (Mobility as a Service - A mobilitás, mint szolgáltatás) rendszereket is igénybe lehet venni [28]. Egy másik nagyon fontos logisztikai feladat, amelyre már léteznek betanuló Mesterséges Intelligenciák, az az ütemezés és időbeosztás készítés [13]. Mind a gépeket, mint például automata gyártósorokat és AGV-eket is ütemezni kell [29], hogy minél jobb kihasználtsággal dolgozzanak, mind az embereket munkarendekbe és jó csapatokba kell osztani, hogy együtt tudják végezni a munkájukat [30].

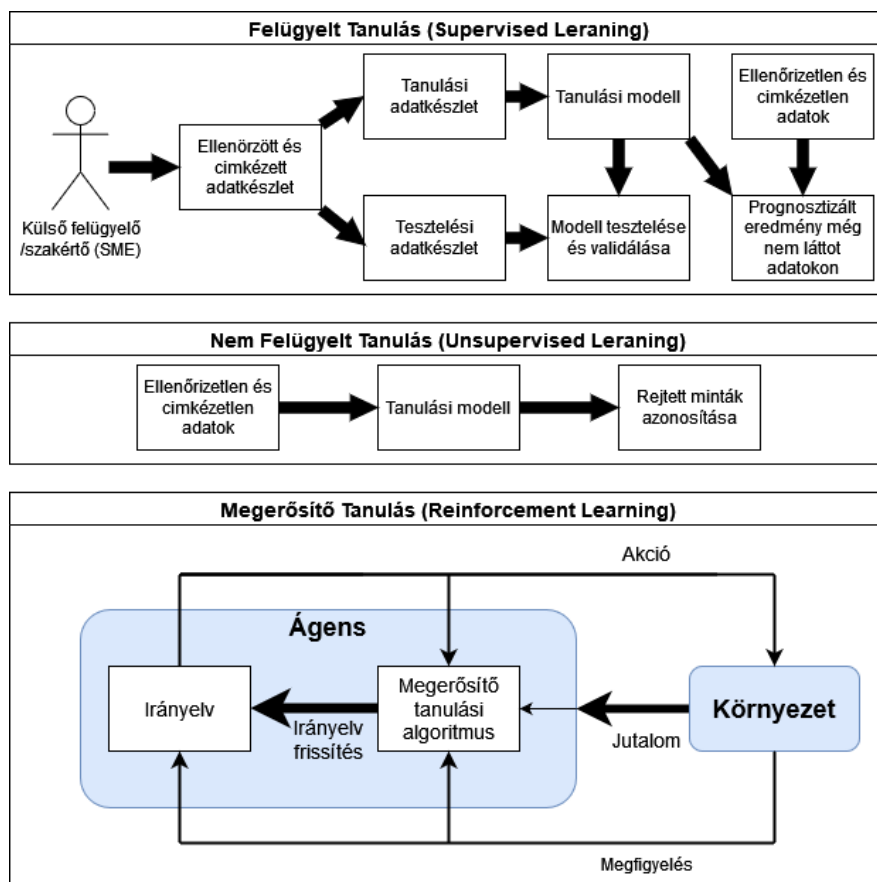
Egy szintén kiemelkedő tématerület a mezőgazdaság, amelyre számtalan publikáció tér ki a témában. Érthető is, mivel a legtöbb esetben, a mezőgazdaság által előállított alapanyagok és termékek különböznek egymástól még, ha ugyanarról a területről is jönnek, gyors lejárati idővel rendelkeznek, a visszakövethetőségük [31], mint élelmiszer és egészségügyi termékek egyre fontosabbak és különböző igényeket kell kielégíteni különböző helyeken. Az egyik ilyen tanulmányban a körték kalcium hiányát vizsgálták MI segítségével, hogy színből képről megállapítsák, hogy a gyümölcsnek van-e baja [32]. Egy másik tanulmány a mezőgazdaságban használatos UAV (unmanned aerial vehicles - pilóta nélküli légi járművek) előnyeit, hátrányait, kezelhetőségét és alkalmazhatóságát vizsgálta, különböző szempontok, mint például költség és megtérülés alapján [33].

A szakirodalmi feldolgozásból egyértelműen látszik, hogy a Mesterséges Intelligenciákat jelenleg a gyártóipar és a logisztikai területek az önvezető járműveken és egyes képfelismerő rendszereken kívül szinte alig használják, pedig a potenciál benne van és amennyiben egy vállalat már eleve rendelkezik adatbázissal, viszonylag könnyen rá lehet illeszteni egy vizsgáló szoftvert, amely folyamatosan fut és keresi az összefüggéseket, segít a döntésekben és előrejelzéseket ad.

### 3. Mesterséges intelligenciák fajtái és alkalmazhatóságuk

A médiában és a kutatási platformokon is sokat lehet hallani a mesterséges intelligenciáról, amely egy gyűjtőszó. Beletartozik minden, ami élőlényként képes valamilyen szintű gondolkodásra, feladat megoldásra vagy döntésre. A legtöbbször azonban amikor erről a témáról és eszközeiről beszélünk, a Gépi Tanulás (ML – Machine Learning) eszközeire gondolunk, amely valamilyen számítógépes program. A gépi tanulásnak is több fajtája van. Először is 3 nagy kategóriára bontjuk:

- felügyelt tanulás (SL),
- nem felügyelt tanulás (USL),
- megerősítő tanulás (RL).



4. ábra. Gépi tanulás fajtái

A felügyelt tanulás olyan feladatokra alkalmas, amelyet emberek vagy más eszközök is meg tudnak oldani, és képesek vagyunk példákat mondani ezekre, amelyeken betanulnak és tesztelnek. Két fő feladat csoportra lehet bontani az erősségeiket: osztályozás és regresszió. Osztályozási algoritmusokat alkalmaznak csalások és spam észlelésére és képek osztályozására, a regressziós algoritmusok pedig segítenek előre jelzéseket adni például vevő igényekre, árakra, készletekre [34].

A nem felügyelt tanulás az érveléssel történő tanulás, hogy azonosítsa a rejtett mintákat egy címkézetlen adatkészletben. Nincs felügyeletük, ezért előkészítés nélkül is képesek dolgozni, azonban általánosabban elmondható, hogy lassabbak, ha hasonló problémára szeretnénk használni, mint az előző csoportot. A nem felügyelt tanulási algoritmusok erőssége az asszociáció, az anomália-észlelés és

a dimenziócsökkentés. Felügyelet nélküli tanulási alkalmazásokat lehet alkalmazni ügyfélszegmentálásra, a piaci kosárelemzésre, a csalások felderítése, a hálózatbiztonsági elemzésekre [34].

A megerősítő tanulás során az ágens interakcióba lép a környezettel azáltal, hogy érzékeli annak állapotát, és megtanul lépéseket tenni a hosszú távú jutalom maximalizálása érdekében. Miközben az ügynök akciókat hajt végre, meg kell őriznie az egyensúlyt a feltárás és a kiaknázás között azáltal, hogy különféle kísérleteket és hibákat hajt végre, hogy előnyben részesítse azokat a tevékenységeket, amelyek a jövőben a legnagyobb jutalmat hozzák. A megerősítő tanulási algoritmusok értékalapúak, irányelv-alapúak vagy modellalapúak, amelyeket a robotikában és az üzletfejlesztésben használnak. [34].

A három főcsoporton kívül még léteznek alcsoportok, kevert csoportok és heurisztikák, melyekből jelen publikációban csak az egyik alcsoportra térnek ki részletesen, ugyanis ez alapján lehet bekategorizálni a programozási technikát és a várható eredményt. A 1. táblázatban látható milyen jelenleg is használt technikák vannak a gépi tanulás címszó alatt.

**1. táblázat. Gépi tanulás technikái és leírása [35]**

Technika magyarul	Technika angolul	Rövid.	Definíció
Mesterséges neurális hálózat	Artificial Neural Network	ANN	Az ANN-ok gépi tanulási modellek vagy nemlineáris osztályozók, amelyeket a bemenetek és a kimenetek közötti összetett kapcsolatok modellezésére használnak osztályozási célokra. Az ANN modell több egységet (réteget) tartalmaz az információfeldolgozáshoz, amelyeket neuronoknak nevezünk. A rétegeket általában bemeneti rétegnek, rejtett rétegnek és kimeneti rétegnek nevezik.
-	Deep Belief Network	DBN	A Deep Belief Network Egy generatív grafikus modell, amely többszintű neurális hálózatot használ, hogy a betanítási adatokból olyan reprezentációt tanuljon meg, amely nagy valószínűséggel rekonstruálhatja a betanítási adatok szemantikáját és tartalmát.
Konvolúciós Neurális Hálózat	Convolutional Neural Network	CNN	A konvolúciós neurális hálózatok olyan neurális hálózatok, amelyek hálószerű struktúrájú adatok feldolgozására specializálódtak. Ezt a hálózatot két fontos tulajdonság jellemzi. Először is, az egységek közötti helyi kapcsolati minta megismétlődik a teljes hálózaton. Másodsor, minden egységnek ugyanazok a paraméterei. Amelyek lehetővé teszik a hálózat számára, rögzítse a strukturális kontextust és megtanulja a kódelemre vonatkozó információkat, függetlenül a kódban elfoglalt helyétől.
Ismétlődő Neurális Hálózat	Recurrent Neural Network	RNN	Az ismétlődő neurális hálózat (RNN) a mesterséges neurális hálózatok olyan osztálya, ahol a csomópontok közötti kapcsolatok irányított grafikon egy időbeli sorozat mentén. Az RNN szekvenciális feldolgozást hajt végre az egységek szekvenciális modellezésével, és képes „megjegyezni” a korábbi számítások információit
Hosszú-Rövid Távú Memória	Long-Short Term Memory	LSTM	A Long Short-Term Memory az ismétlődő neurális hálózat egyik altípusa, amely az adatszekvenciák feldolgozására specializálódott. Az LSTM hálózat LSTM egységekből áll. Az

			egység kulcseleme egy memóriacella, amely lehetővé teszi az értékek rövid és hosszú időközönkénti tárolását
-	Gated Recurrent Unit	GRU	A GRU a visszatérő neurális hálózatok újabb generációja, és nagyon hasonlít egy LSTM-hez. A GRU az LSTM bemeneti, kimeneti és felejtési kapuja helyett a reset kaput és a frissítési kaput tartalmazza

#### 4. Logisztikai feladatok, melyek felhasználhatók MI-ben

A szakirodalom kutatásból látszik, hogy melyek azok a gyártási és belső logisztikai területek és rendszerelemek, amelyekre hatással lehet egy mesterséges intelligencia alkalmazása. Ezeket a következő 2. táblázatba rendeztem feladat, adatok/paraméterek és elérhető eredmény szempontjából. Ezen felül mellé van írva, hogy melyik gépi tanulás csoport melyik technikáját ajánlom hozzá.

2. táblázat. Logisztikus feladatok és megoldási lehetőségeik MI alkalmazásával

Feladat	Adatok, paraméterek	Elérhető eredmény	ML cs.	Tech.
Teljesen önvezető, autómon járművek üzemeltetése	Képek és szenzorok adatainak gyűjtése, elemzése	jobb útvonalak, effektív szállítás, biztonságos közlekedés	SL	ANN DBN
Vevői igények előrejelzése	Hisztórikus vevői adatok feldolgozása, mennyiségek időszakok	Előre tervezés, felesleges gyártás kiküszöbölése	SL USL	ANN DBN
Külső/belső szállítások üzemeltetése	Térképadatok, útvonaladatok, koordináták, szállítási idők, útvonalinformációk	Szállítási távolság, költség, -idő csökkentése	USL RL	CNN RBN
Raktár effektív üzemeltetése	készlet-, szállítási nagyságok, illetve gyakoriságok, készletforgási adatok	Raktár kihasználás, raktár elrendezés javítása	SL RL	ANN DBN
Gyártási logisztika fejlesztése	Gyártástámogatási adatok, szállításimennyiségek, gyakoriságok	Effektív gyártási tárolás és szállítás	RL	CNN LSTM GRU
Effektív csapat építés és műszakrend	Műszakadatok, munkaidők, csapatadatok és effektivitási számok	Műszakrendek könnyebb kezelése, műszakban dolgozók effektivitása és kapcsolatok javítása	SL	ANN DBN LSTM
Objektumok, eszközök telepítése	Elrendezési adatok, tervek, anyagmozgatási adatok objektumok között, méretek	Effektív elrendezés, helykihasználás, útvonalak	RL	CNN LSTM GRU
Kiberbiztonság,	Jelenlegi kommunikációs rendszer adatai és csatornái	Támadások elenni védelem, jó kommunikáció, okos szerződések	USP	LSTM GRU

#### 5. Összefoglalás

Az utóbbi időben nagyon fellendült a mesterséges intelligenciák szerepe mind a kutatásokban, az iparban és a közélet számára is, azonban azt ipar egyes területein, mint amilyen a gyártás vagy belső logisztika, a gyakorlatban csak ritkán és akkor is specifikus okokból alkalmaznak MI-eket. A

szakirodalom feldolgozás során kiderült, hogy már a legtöbb témát érintő feladatra létrehoztak vagy ajánlanak valamilyen mesterséges intelligenciával ellátott szoftver vagy rendszert, amely segít az előrejelzésekben, rejtett kapcsolatok feltárásában és effektív működés létrehozásában. A cikkben megjelennek az gépi tanulás fajtái és technikái, amelyek hozzá vannak rendelve egyes gyártási és logisztikai feladatokhoz, amelyeket effektíven meg tudnak oldani vagy segítséget tudnak nyújtani.

## 6. Köszönetnyilvánítás



„Az innovációs és technológiai minisztérium ÚNKP-22-4. Kódszámú új nemzeti kiválóság programjának a nemzetikutatási, fejlesztési és innovációs alapról finanszírozott szakmai támogatásával készült.”

## 7. Irodalom

- [1] Anandharajan, T.R.V., Hariharan, G.A., Vignajeth, K.K., Jijendiran, R., Kushmita (2016). Weather Monitoring Using Artificial Intelligence. 2nd International Conference on Computational Intelligence and Networks (CINE), 2016, pp. 106–111. <https://doi.org/10.1109/CINE.2016.26>.
- [2] Balogh, J.I., Szócska, M., Palicz, T.G., Kontsek, E., Pollner, P., Ugrin, I., Joó, T. (2022). A mesterséges intelligencia alapú megoldások fejlesztése és bevezetése az egészségügyben–kézműves manufaktúrától a gyártósról. Informatika és Menedzsment Az Egészségügyben, 21(2), pp. 56–63. <https://doi.org/10.53020/IME-2022-206>
- [3] Khan, Z.H., Alin, T.S., Hussain, M.A. (2011). Price prediction of share market using artificial neural network (ANN). International Journal of Computer Applications, 22(2), pp. 42–47.
- [4] Khrais, L.T. (2020). Role of Artificial Intelligence in Shaping Consumer Demand in E-Commerce. Future Internet, 12(12), 226. <https://doi.org/10.3390/fi12120226>
- [5] Shah, N., Engineer, S., Bhagat, N., Chauhan, H., Shah, M. (2020). Research trends on the usage of machine learning and artificial intelligence in advertising. Augmented Human Research, 5, pp. 1–5. <https://doi.org/10.1007/s41133-020-00038-8>
- [6] Carta, S.M., Consoli, S., Giuliani, A., Podda, A.S., Recupero, D.R. (2022). CulturAI: Semantic Enrichment of Cultural Data Leveraging Artificial Intelligence. IEEE Access, 10, pp. 127328–127344. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3226070>
- [7] Vaidya, R., Trivedi, D., Satra, S., Pimpale, P.M. (2018). Handwritten Character Recognition Using Deep-Learning. 2018 Second International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies (ICICCT) 2018, pp. 772–775. <https://doi.org/10.1109/ICICCT.2018.8473291>.
- [8] Gherhes, V. (2018). Why are we afraid of artificial intelligence (AI). European Review of Applied Sociology, 11(17), pp. 6–15. <https://doi.org/10.1515/eras-2018-0006>
- [9] Leiter, C., Zhang, R., Chen, Y., Belouadi, J., Larionov, D., Fresen, V., Eger, S. (2023). ChatGPT: A Meta-Analysis after 2.5 Months. arXiv preprint, 2302.13795. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.13795>
- [10] Khalil, M., Er, E. (2023). Will ChatGPT get you caught? Rethinking of plagiarism detection. arXiv preprint 2302.04335. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.04335>
- [11] Peres, R.S., Jia, X., Lee, J., Sun, K., Colombo, A.W., Barata, J. (2020). Industrial artificial intelligence in industry 4.0-systematic review, challenges and outlook. IEEE Access, 8, pp. 220121–220139. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3042874>



- [12] CGP GREY YouTube channel (2023, január 22).: How AIs, like ChatGPT, Learn. <https://www.youtube.com/watch?v=R9OHn5ZF4Uo>
- [13] Zhang, C., Wu, Y., Ma, Y., Song, W., Le, Z., Cao, Z., Zhang, J. (2023). A review on learning to solve combinatorial optimisation problems in manufacturing. *IET Collaborative Intelligent Manufacturing*, 5(1), 12072. <https://doi.org/10.1049/cim2.12072>
- [14] Bányai, T., Zaher, A.M. (2021). The Impact of Industry 4.0 on the Future of Green Supply Chain, Green Supply Chain: Competitiveness and Sustainability. *IntechOpen Paper*, 6. <https://doi.org/10.5772/intechopen.98366>
- [15] Bányai, Á., Efimenko, D., Illés, B., Bányai, T., Tamás, P. (2020). Multi-channel supply chain optimisation in cyber-physical environment under quantity discounts. *Journal of Production Engineering*, 23(1), pp. 65–70. <https://doi.org/10.24867%2FJPE-2020-01-065>
- [16] Guo, Y., Zhang, W., Qin, Q., Chen, K., Wei, Y. (2023). Intelligent manufacturing management system based on data mining in artificial intelligence energy-saving resources. *Soft Computing*, 27(7), pp. 4061–4076. <https://doi.org/10.1007/s00500-021-06593-5>
- [17] Alsudani, M.Q., Jaber, M.M., Ali, M.H., Abd, S.K., Alkhayyat, A., Kareem, Z.H., Mohhan, A.R. (2023). Smart Logistics with IoT-Based Enterprise Management System using Global Manufacturing. *Journal of Combinatorial Optimization*, 45(2), 57. <https://doi.org/10.1007/s10878-022-00977-5>
- [18] Schislyaeva, E., Krasovskaya, I., Palkina, E., Plis, K. (2023). The Development of Logistics in the Context of the Knowledge Economy. *The Current State and Features of Management*, 371, 4043. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337104043>
- [19] Rokoss, A., Popkes, L., Kramer, K., Green, T., Schmidt, M. (2023). AI Kanban Containers Mobile, Decentralized Logistic Data Acquisition using Edge-ML. *ZWF Zeitschrift Fuer Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 118(1-2), pp. 59–63. <https://doi.org/10.1515/zwf-2023-1004>
- [20] Anderson, M.M., Fort, K. (2023). Ethical Internal Logistics 4.0: Observations and Suggestions from a Working Internal Logistics Case. *Studies in Computational Intelligence*, 1083, pp. 317-328. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-24291-5\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-031-24291-5_25)
- [21] Gupta, M., Jauhar, S.K. (2023). Digital innovation: An essence for Industry 4.0. *Thunderbird International Business Review*, 2023, 22337. <https://doi.org/10.1002/tie.22337>
- [22] Vilas-Boas, J.L., Rodrigues, J.J.P.C., Alberti, A.M. (2023). Convergence of Distributed Ledger Technologies with Digital Twins, IoT, and AI for fresh food logistics: Challenges and opportunities. *Journal of Industrial Information Integration*, 31, 100393. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2022.100393>
- [23] Mo, Y., Sun, Z., Yu, C. (2023). EventTube: An Artificial Intelligent Edge Computing Based Event Aware System to Collaborate With Individual Devices in Logistics Systems, *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 19(2), pp. 1823-1832. <https://doi.org/10.1109/TII.2022.3189177>
- [24] Das, S.K., Rathee, N., Mahajan, A., Trivedi, S. (2023). Intelligent Networking Model to Identify Optimal Path in Supply Chain Management for Cold Chain Logistics to Hospital Industry. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2023, pp. 647–662. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-6945-4\\_48](https://doi.org/10.1007/978-981-19-6945-4_48)
- [25] Chrissolouris, G., Alexopoulos, K., Arkouli, Z. (2023). Artificial Intelligence in Manufacturing Systems. *Studies in Systems, Decision and Control*, 436, pp. 79–135. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-21828-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-031-21828-6_4)
- [26] Eldred, M. E., Thatcher, J., Rehman, A., Gee, I., Suboyin, A. (2023). Leveraging AI for Inventory Management and Accurate Forecast-An Industrial Field Study. *Society of Petroleum Engineers - SPE Symposium: Leveraging Artificial Intelligence to Shape the Future of the Energy Industry 2023*. <https://doi.org/10.2118/214457-MS>

- [27] Suboyin, A., Eldred, M. E., Thatcher, J., Rehman, A., Gee, I., Anjum, H. (2023). Environomics Framework for Sustainable Business Practices: Industrial Case Studies on True Impact Reduction and Process Optimization Through AI. Society of Petroleum Engineers - SPE Symposium: Leveraging Artificial Intelligence to Shape the Future of the Energy Industry 2023. <https://doi.org/10.2118/214459-MS>
- [28] Kuznetsova, G.V., Podbiralina, G.V. (2023). Transport Digitalization. Lecture Notes in Networks and Systems, 549, pp. 579–608. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-16598-6\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-031-16598-6_25)
- [29] Schweitzer, F., Bitsch, G., Louw, L. (2023). Choosing Solution Strategies for Scheduling Automated Guided Vehicles in Production Using Machine Learning, Applied Sciences (Switzerland), 13(2), 806. <https://doi.org/10.3390/app13020806>
- [30] Klumpp, M. (2018). Automation and artificial intelligence in business logistics systems: human reactions and collaboration requirements. International Journal of Logistics Research and Applications, 21(3), pp. 224–242. <https://doi.org/10.1080/13675567.2017.1384451>
- [31] Du, X., Wang, X., Hatzenbuehler, P. (2023). Digital technology in agriculture: a review of issues, applications and methodologies. China Agricultural Economic Review, 15(1), pp. 95–108. <https://doi.org/10.1108/CAER-01-2022-0009>
- [32] Yogesh, Dubey, A.K., Rocha, A. (2023). A non-invasive approach for calcium deficiency detection in pears using machine learning. Neural Computing and Applications. <https://doi.org/10.1007/s00521-023-08444-w>
- [33] Smirnov, A., Smolokurov, E., Timofeeva, E., Osmanov, M. (2023). Problems and prospects for the development of unmanned aerial vehicles in Russia. E3S Web of Conferences, 363, 04046. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202236304046>
- [34] Renu, K. (2023). Supervised, Unsupervised, and Reinforcement Learning: An Intuitive explanation of Supervised, Unsupervised, and Reinforcement learning along with the differences. <https://arshren.medium.com/supervised-unsupervised-and-reinforcement-learning-245b59709f68>
- [35] Nasraldeen, A. A. K., Nehéz, K. (2021). Overview of modern software bug prediction approaches. Miskolci Egyetem Doktoranduszok Fóruma Szekciókiadványa 2021.