AZ IPAR 4.0 TECHNOLÓGIÁK SZEREPE A LOGISZTIKAI RENDSZEREK OPTIMALIZÁLÁSÁBAN

Járvás Tamás
PhD hallgató
Logisztikai Intézet, Gépészmérnöki és Informatikai Kar
jarvas.tamas@student.uni-miskolc.hu

ABSZTRAKT

Az új technológiák alkalmazása jelentős hatással van a vezető ipari vállalatok logisztikai működésére. Ezek az innovációk kulcsfontosságúak, mivel közvetlenül befolyásolják a vállalati teljesítményt és az vevői elégedettséget. Az ellátási lánc és logisztikai tevékenységek során több ponton is felléphetnek problémák, mint például a késedelmes kiszállítások, útvonalbeli hatékonytalanságok vagy a kezelési minőség hiányosságai.

A szenzorok bevezetése a logisztikában lehetővé teszi a folyamatok hatékonyabb nyomon követését és növeli a rugalmasságot, mely a logisztikai folyamtokban kulcstényező. Az interneten keresztül a felhőbe továbbított adatok és a partnerekkel történő megosztásuk révén a rendszer szintű optimalizálás érhető el. Ennek eredményeképpen a vállalat értékteremtő tevékenységei folyamatosan és valós időben monitorozhatóak, valamint a váratlan események kezelése is megkönnyebbül.

1. LOGISZTIKA 4.0: AZ AUTOMATIZÁLÁS ÉS DIGITALIZÁCIÓ ÚJ KORSZAKA A SZÁLLÍTMÁNYOZÁSBAN

A modern logisztikai rendszerek fejlődésének élvonalában a Logisztika 4.0 áll, amely mélyreható változásokat hoz a vállalati ellátási láncokban. Ez a megközelítés integrálja az Ipar 4.0 legkorszerűbb technológiáit, mint a robotizálás, automatizálás, és az intelligens szenzorok alkalmazását, hogy új szintre emelje a raktározási, anyagmozgatási és szállítási folyamatok hatékonyságát. A raktárakban például az összekapcsolódás és a digitális tervezési rendszerek lehetővé teszik a termelési igények és beszerzési megrendelések folyamatos monitorozását, lehetővé téve a vállalatok számára, hogy proaktívan alkalmazkodjanak a változó igényekhez.

A Logisztika 4.0 megoldások, mint a kiterjesztett valóság, robotizált rakodási rendszerek és intelligens szenzorok, forradalmasítják a komissiózást és raktározást. Ezek a technológiák nem csak a munkafolyamatok hatékonyságát növelik, de a dolgozók teljesítményének monitorozását és fejlesztését is lehetővé teszik. A WMS (raktárirányító) rendszerek, kihasználva a valós idejű adatokat, pontosan képesek előre jelezni a készletek és beszállítások kezelését, ahol a robotizált tevékenységek a fő szerepet játsszák.

A Logisztika 4.0 hatása a szállítási folyamatokra is kiterjed. Az áruszállítás tervezése során a termelési adatok alapján pontosan meghatározható a szükséges szállítási kapacitás. Az árukba épített szenzorok javítják a nyomon követést, csökkentik a rakodási időket, és növelik az áruk azonosításának pontosságát. A modern GPS technológiák és az innovatív eszközök új lehetőségeket nyitnak meg a szállítási folyamatok optimalizálásában.

Végezetül, a Logisztika 4.0 nem csak technológiai, hanem üzleti és jogi kihívásokat is felvet. A PwC jelentése rávilágít, hogy az Ipar 4.0 iránti beruházások már nem csak a jövő trendjei, hanem a jelen valóságai. A vállalatoknak, amelyek nem szeretnének lemaradni, stratégiailag kell beruházniuk ezekbe a technológiákba, hogy élvezhessék a digitalizáció és a szállítási lánc integrációjának előnyeit. A Logisztika

4.0 tehát kritikus szerepet játszik a vállalatok versenyképességének növelésében, a hatékonyság javításában és a költségek csökkentésében.

2. A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA HATÁSA A LOGISZTIKÁRA

A gyártás és logisztika világában a digitális és fizikai környezet összekapcsolásának jelentősége egyre nő. Ebben a kontextusban a digitális ikermodellek egy vállalati környezet virtuális reprezentációját nyújtják, amely támogatja az üzleti döntéshozatalt, az erőforrások hatékonyabb felhasználását, előrejelzéseket és a folyamatok átfogó nyomon követését. Ezek az intelligens rendszerek, melyeket az utóbbi időben a mesterséges intelligencia alkalmazásainak növekedése még inkább előtérbe helyezett, kulcsfontosságúak a gyártási és logisztikai folyamatok optimalizálásában.

MI-alapú rendszerek olyan ember alkotta szoftverek vagy hardverek, melyek adatgyűjtéssel érzékelik környezetüket, analizálják az információkat, és döntéseket hoznak a célkitűzések elérése érdekében. Ezek a rendszerek szimbolikus szabályokon vagy tanuló numerikus modelleken alapulhatnak, alkalmazkodva a környezeti változásokhoz.

Az MI technológiájának alkalmazása javítja a vállalatok hatékonyságát, például a robotika bevonásával, a logisztikai láncok finomításával vagy a logisztikai eszközök karbantartási tevékenységek és lehetséges problémáik előrejelzésével.

Napjainkban, az Ipar 4.0 korában elengedhetetlen, hogy a szervezetek a versenyképesség megőrzése érdekében fejlesszék magukat a digitalizáció szempontjából. Ez mindegyikük számára mást jelent, attól függően, hogy milyen helyzetben vannak, és milyen célokat terveznek elérni.

3. AZ AUTOMATIZÁLÁS 4.0 JELENTŐSÉGE A LOGISZTIKAI RUGALMASSÁGRA

Az automatizálás 4.0 az Ipar 4.0 keretében egy kulcsfontosságú fogalom, amely az intelligens technológiák és a gépi tanulás alkalmazásával jelentősen megnöveli a gyártási és üzleti folyamatok hatékonyságát és rugalmasságát a korábbi 3. Ipari forradalomban betöltött szerepétől. Ez a fejlődési szakasz az előző ipari forradalmaknál lényegesen eltérő, mivel a digitális technológiák összehangolt integrációjával radikálisan átalakítja a termelést, az ellátási. Az automatizálás 4.0 kiemelkedik a korábbi változatoktól azáltal, hogy a gépek, rendszerek és emberek közötti intelligens kommunikációra és önszerveződésre helyezi a hangsúlyt, így lehetővé téve a gyorsabb, hatékonyabb és rugalmasabb termelést, valamint az adatvezérelt döntéshozatalt.

Az automatizálás olyan folyamat, amely során az emberi munkát automatikus rendszerek, gépek vagy szoftverek végzik. Az automatizálás célja az emberi erőforrások hatékonyabb kihasználása, az idő megtakarítása, a hibák csökkentése növekvő hatékonyság mellett. Az automatizálás révén azok a folyamatok, amelyek eleve kézi folyamatok voltak, automatizált folyamatokká válnak, ami az ipari folyamatoknak nagyobb önállóságot biztosít.

A logisztikai automatizálás a logisztikai folyamatok automatikus vezérlését és ellenőrzését jelenti. Az automatizálás célja a logisztikai folyamatok hatékonyságának, pontosságának és gyorsaságának javítása. Az automatizált

logisztikai rendszerek lehetővé teszik a termékek mozgatásának nyomon követését, a raktározás és a kiszállítás optimalizálását, a beszerzési és elosztási folyamatok automatizálását.

Az automatizált logisztikai rendszerek a számítógépes rendszerek, a vonalkódolvasók, a raktári rendszerek, a fuvarozási nyomonkövető rendszerek, a mobil eszközök és az internetes rendszerek kombinációját használják a logisztikai folyamatok ellenőrzésére és automatizálására. Általánosságban elmondható, hogy számos konkrét lehetőség kínálkozik az automatizálási koncepciók logisztikai rendszerekben történő megvalósítására az általános hatékonyság és rugalmasság javítása érdekében. Ebben az összefüggésben egy szisztematikus irodalmi áttekintés alapján [3] az alábbiak szerint lehet csoportosítani és összefoglalni a gépesített logisztikai automatizálás alkalmazásait és típusait:

- ♦ Automatizált be- és kirakodó rendszerek
- ♦ Automatizált irányított járművek (AGV)
- ♦ Automatizált tárolási és visszakereső rendszerek (AS/RS)
- ♦ Automata targoncák gépesített mozgatáshoz
- ♦ Gépesített raklapozás
- ♦ Ipari robotok/robotika
- ♦ Különféle típusú körhinták, szállítószalagok és szállítószalag alapú válogatás rendszerek
- ♦ Lift és forgótányérok/segédeszközök
- ♦ Lineáris hajtóművek
- ♦ Mozgó fedélzetek és átvilágító és/vagy válogató rendszerek
- ♦ Tételszedő eszközök

A következőkben kiemeljük a három leggyakrabban használt logisztikai automatizálási lehetőséget, melyek a leghatékonyabban, a legrövidebb megtérülési idővel valósíthatók meg.

Az AGV-k az anyagmozgatási folyamatok automatizálásának egyik hatékony eszközei a logisztikában, általuk megoldható az áruk automatizált mozgatása. Rendelkeznek érzékelőkkel és navigációs rendszerekkel, amelyek lehetővé teszik, hogy az automatizált járművek precízen és biztonságosan közlekedjenek a raktárakban és a gyártósorokon. Az AGV-k nagyfokú rugalmasságot kínálnak a logisztikai folyamatok során, mivel képesek alkalmazkodni az eltérő raktári és gyártási környezetekhez. Rendkívül skálázhatóak, amelyek lehetővé teszik a logisztikai folyamatok és a termelés növelését a gyártási és raktári folyamatokban. Az AGV-k integrálhatók az automatizált raktári rendszerekkel, amelyek tovább növelik az automatizálási hatékonyságot. Használatuk jelentős előnyöket kínál a logisztikai folyamatok során, az alacsonyabb költségek és az emberi hibák minimalizálása mellett.

Azonban a robotika használata a logisztikai folyamatokban nem korlátozódik az AGV-kra. Az iparban használt robotok széles skálája található, beleértve a kis- és közepes méretű, mobil robotokat, amelyek képesek különböző feladatok végrehajtására, mint például a dobozok vagy termékek mozgatása, címkézése vagy csomagolása. Az iparban használt robotok mellett a logisztikai robotika másik fontos területe a kollaboratív robotok (cobotok) alkalmazása. A kollaboratív robotok olyan

robotok, amelyek képesek együtt dolgozni az emberekkel és lehetővé teszik az ember-robot együttműködést. [1])

Manapság szállítószalagos rendszereket meglehetősen könnyű megvalósítani. A szállítószalag rendszer kiválasztása a mozgatandó anyagtól, a rendelkezésre álló helytől és a további műveletekhez szükséges helytől függ. A szállítószalagok elhelyezhetők a földön és/vagy a fej fölött, érzékelők és aktuátorok segítségével integrálhatók. Ezáltal a gépek, eszközök, rendszerek és termékek képesek emberi beavatkozás nélkül automatizáltan összekapcsolódni egymással [4,5]. A szállítószalag-rendszerek nem olyan rugalmasak, mint az AGV-k, de gyakori szállítási feladatok mellett a szállítószalag-rendszer jó megoldás az automatizálásra mechanikai egyszerűségük, megbízhatóságuk, valamint nagyon hatékony anyagátviteli képességük és rugalmasságuk miatt.

Kimondható, hogy az automatizálás hatása jelentős a fizikai logisztikára, mivel az alábbi fontos előnyöket biztosítja a vállalatok számára:

Hatékonyabb raktározás: Az automatizált raktározási rendszerek segítségével a vállalatok hatékonyabban tudják kezelni a raktárkészletüket és gyorsabban megtalálhatják a keresett termékeket.

Pontosabb nyomonkövetes és készletkezelés: Az automatizált nyomonkövetési rendszerek segítségével a vállalatok valós időben tudják nyomon követni a termékek mozgását, ami javítja a raktározás és a kiszállítás pontosságát. Az automatizált raktári rendszerek lehetővé teszik a pontosabb készletkezelést is, mivel az automatizált raktári rendszerek képesek a pontos készletmeghatározásra, a raktári áru nyomon követésére és az áru mozgásának optimalizálására.

Csökkentett hibalehetőség: Az automatizált rendszerek minimálisra csökkentik az emberi hibák lehetőségét, ami javítja a logisztikai folyamatok pontosságát.

Fokozott hatékonyság: Az automatizált rendszerek segítségével a vállalatok növelhetik a logisztikai folyamatok hatékonyságát, mivel a rendszerek gyorsabban és pontosabban tudják végrehajtani a feladatokat. Az automatizált folyamatok csökkenthetik a késedelmet és a hibákat, ami jelentősen csökkentheti a veszteségeket.

Magasabb szintű biztonság: Az automatizált rendszerek nagyobb biztonságot nyújtanak, mivel azok minimálisra csökkentik a manuális munkaerő részvételét. Az automatizált berendezések és rendszerek miatt kisebb a balesetek és a sérülések kockázata, mivel azok a munkavállalók helyett dolgoznak, így az ilyen esetekből bekövetkező állásidőveszteség is minimális.

A fentiek főleg a Fizikai ellátás rugalmasságára és a Fizikai elosztás rugalmasságára vannak hatással a logisztikai rugalmasság komponensei közül.

Az automatizálás hatását a logisztikai rugalmasságra képlettel a következőképpen lehet leírni:

$$LR = f(t, Q, A, C),$$

ahol LR a logisztikai rugalmasságot jelöli, t a lead time, Q az áruk készlete, A az automatizáltság szintje, C pedig a rugalmasságot korlátozó tényezők. A függvény az automatizálás szintjét, valamint a fent felsorolt tényezők hatását veszi figyelembe a logisztikai rugalmasságra. Az automatizálás növelése általában növeli a logisztikai rugalmasságot, de az automatizáltság hatása eltérő lehet a különböző tényezőkre. Például, ha az automatizálás csökkenti a manipulációs terület méretét egy raktárban,

akkor nőhet a raktár kapacitása, akkor a logisztikai rugalmasság javulhat, mivel a vállalatok nagyobb készlettel tudnak rendelkezni, ami növeli a rendelkezésre álló áruk számát. Ugyanakkor, ha az automatizálás csökkenti a lead time-ot (t), akkor a rugalmasság javulhat azzal, hogy a vállalatok gyorsabban tudnak reagálni a változó igényekre. Az automatizálás hatása azonban korlátozható a rugalmasságot befolyásoló tényezők miatt, például az áruk szállítására rendelkezésre álló infrastruktúra korlátozása miatt. Az automatizálás pozitív hatással van az ellátási lánc, azon belül a logisztika rugalmasságára és ezt a függvényt használva a vállalatok kiszámíthatják, hogy az automatizálás milyen mértékben növeli ezt a rugalmasságot.

Az automatizálásnak, mint mindennek, megvannak a maga előnyei és hátrányai. Az automatizált gépek megjelenésével az ipar olyan forradalmat élt át, amely új módszertant indított el. Az automatizálás előnyei közül kiemelhetjük a megnövekedett termelékenységet, a költségmegtakarítást, a jobb életminőséget és a munkakörülmények javulását. Másrészt az automatizálásnak vannak hátrányai, nehézségei. A kockázatok közül a következőket kell kiemelni: technológiai függőség és elavulás, a beruházási és karbantartási költségek növekedése és a képzettebb személyzettől való függés.

Az előzőek ellenére vitathatatlan, hogy az automatizálás segítségével a vállalatok hatékonyabban tudják kezelni a logisztikai folyamatokat, ami javítja a hatékonyságukat, csökkenti a költségeiket és javítja a minőséget. Ezenkívül az automatizálás lehetővé teszi a vállalatok számára, hogy a folyamatosan változó piaci igényekhez igazodva gyorsabban reagáljanak és hatékonyabban alkalmazkodjanak, azaz nőjön a logisztikai rendszerek rugalmassága.

4. KONKLÚZIÓ, ÖSSZEFOGLALÁS

Mindenekelőtt a logisztika továbbra is létfontosságú feltétele annak, hogy megfizethető költségek mellett rugalmasan, kiváló szolgáltatási színvonalat biztosítsanak a vállalatok. A jelenlegi, gyorsan változó üzleti környezetben a logisztikai rugalmasság elengedhetetlen összetevője annak, hogy a vállalat képes legyen kezelni az ellátási lánc bizonytalanságait és teljesíteni tudja az ügyfelek igényeit. Az Ipar 4.0, az automatizálás, a robotika egyértelmű hatékonyság és rugalmasságjavulást jelenti a logisztikába. Ez az integráció jelentős hatással van a logisztikai rugalmasságra, mivel lehetővé teszi az ellátási lánc műveleteinek valós idejű nyomon követését és ellenőrzését, csökkentve a kézi beavatkozás szükségességét. Növelve a logisztikai folyamatok hatékonyságát és reagálóképességét erőforrásokat szabadíthat fel a stratégiaibb feladatokhoz. Az automatizáláson kívül számos más területnek is van hatása a logisztikai rugalmasságra, így az alábbi területek vizsgálata is a kutatás tárgyát képezi és ezeken keresztül további összefüggések tárhatók fel:

♦ Valós idejű monitorozás: az IoT-technológiákon alapuló érzékelők és az RFID-címkék használata lehetővé teszi a szállítmányok valós idejű nyomon követését és felügyeletét, lehetővé téve a vállalatok számára, hogy gyorsabban és hatékonyabban reagáljanak a kereslet változásaira és a kínálati zavarokra.

♦ Prediktív elemzés: A gépi tanulási algoritmusok különféle forrásokból származó adatok, például időjárási körülmények, forgalmi minták és szállítási

információk elemzésére használhatók a potenciális fennakadások előrejelzésére és a logisztikai műveletek optimalizálására.

♦ Fokozott láthatóság: Az Ipar 4.0 technológiák nagyobb rálátást biztosítanak az ellátási láncra, lehetővé téve a vállalatok számára, hogy azonosítsák a hatékonyság hiányát és a fejlesztendő területeket és megalapozottabb döntéseket hozzanak.

♦ Rugalmas és agilis működés: A legújabb technológiák kiaknázásával a vállalatok rugalmasabb és agilisabb ellátási láncot hozhatnak létre, amely hatékonyabban tud reagálni a kereslet változásaira és az ellátási zavarokra és minimalizálja a hulladékot és a hatékonyságot.

IRODALOMJEGYZÉK

[1] BÁNYAI T., BÁNYAINÉ TÓTH Á., ILLÉS B., TAMÁS P.: **Ipar 4.0 és Logisztika**, Miskolci Egyetem, Miskolc, 2019. ISBN: 978-963-385-182-7

[2] CLOSS, D.J., SWINK, M. and NAIR, A.: **The role of information connectivity in making flexible logistics programs successful**, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 35 No. 4, 2005

[3] H. ZSIFKOVITS, M. WOSCHANK, S. RAMINGWONG and W. WISITTIPANICH: **State-of-the-Art Analysis of the Usage and Potential of Automation in Logistics**, 2019, ISBN 978-3-030-25425-4

[4] JESCHKE, S., C. BRECHER, H. SONG, and D. B. RAWAT (eds.): **Industrial Internet of Things**. Cham: Springer, 2017

[5] MCGUIRE, P.M.: **Conveyors: Application, Selection, and Integration**. BocaRaton, FL: CRC Press., 2009

[6] QINGYU ZHANG, MARK A. VONDEREMBSE and Jeen-Su LIM: **Logistics flexibility and its impact on customer satisfaction**, The International Journal of Logistics Management, 2005, ISSN: 0957-4093

[7] SKIPPER, J. B. and HANNA, J. B.: **Minimizing supply chain disruption risk through enhanced flexibility**, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 2009

[8] TUMMALA, V. M. R., PHILLIPS, C. L. M. and JOHNSON, M.: **Assessing supply chain management success factors: a case study**, Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 11, 2006

[9] UPTON, D. M.: **The management of manufacturing flexibility**, California Management Review, 1994

[10] PWC (2016B): **Industry 4.0 - Building the digital enterprise: Transportation and logistics key findings**. PricewaterhouseCoopers LLP