

A KORSZERŰ VEZETŐ NÉLKÜLI TARGONCÁK ALKALMAZÁSI SZEMPONTJAINAK BEMUTATÁSA AZ IPAR 4.0 SZEMSZÖGÉBŐL

Fükő László

PhD hallgató, Miskolci Egyetem, Logisztikai Intézet
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: laszlo.fuko@hotmail.com

Illés Béla

egyetemi tanár, Miskolci Egyetem, Logisztikai Intézet
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: atilles@uni-miskolc.hu

Tamás Péter

intézetigazgató egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Logisztikai Intézet
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: alttpeti@uni-miskolc.hu

Absztrakt

A logisztikai költségek a versenyképesség szempontjából igen jelentős tényezők egy termelő vállalatnál. Ezeknek a költségeknek az állandó csökkentése és a folyamatok optimalizálása megkerülhetetlen feladat, ami egyben állandó lehetőséget is biztosít a költségcsökkentésre az újabb és újabb elérhető technológiák bevezetése révén. Az optimalizálás egyik irányát az új technológiák alkalmazása jelenti, amelyre napjainkban az egyik legjobb példát a vezető nélküli targoncák elterjedése szolgáltatja. A publikációban ezeknek a berendezéseknek az alkalmazási szempontjait kívánjuk összefoglalni az Ipar 4.0 elveinek figyelembevételével.

Kulcsszavak: logisztika, vezető nélküli targoncák, Ipar 4.0, alkalmazási szempontok

Abstract

Logistics costs are a very important factor for a production company to be competitive. Constantly reducing these costs and optimizing processes is an inescapable task that also provides a permanent opportunity to reduce costs through the introduction of newer and newer technologies. One of the directions for optimization is the use of new technologies, one of the best examples of which today is the proliferation of driverless forklifts. In this publication, we intend to summarize the application aspects of these devices, taking into account the principles of Industry 4.0.

Keywords: logistics, Automated Guided Vehicles (AGVs), Industry 4.0, application aspects

1. Bevezetés

Napjainkban a munkaerő költsége egy állandóan növekvő költségtényező, ami jól megválasztott automatizálási projektek segítségével kiváltható, illetve csökkenthető. Egy alacsony költségű automatizálási projekt során olyan tevékenységekre kell koncentrálnunk, amelyek során kevés döntéshozó vagy magas intellektuális tevékenységre van szükség. Ezen egyik lehetőség a vállalaton belüli logisztikai tevékenységek területén a vontató targoncákkal történő anyagmozgatás esetében adódik, ahol az anyagot meghatározott útvonalon és időközönként mozgatjuk vezetővel ellátott targoncák segítségével [1].

A targoncát vezető személy a munkaideje nagy részében egyszerű, járművezetési feladatokat lát el. Ez a tevékenység önvezető targoncák segítségével teljes mértékben kiváltható, viszonylag alacsony beruházási költségek mellett, rövid megtérülési idők érhetőek el. A továbbiakban a vezető nélküli targoncák alkalmazásánál felmerülő kérdésekkel foglalkozunk, kitérünk azok előnyeire és hátrányaira, valamint a rendszer kiválasztásának egyes szempontjaira, a telepítés és az üzemeltetés során felmerülő műszaki és egyéb kérdésekre, befolyásoló tényezőkre.

2. Vezető nélküli targoncák alkalmazásának létjogosultsága és főbb jellegzetességeik

A vezető nélküli targoncákkal végzett anyagmozgatás nagy emberi erőforrást igénylő folyamat, például konténer mozgatása [2], ami könnyen automatizálható. A művelet során nincs szükség bonyolult döntési folyamatokra. Az emberi hozzáadott érték kevés a ráfordított munkaórák számához viszonyítva, ezért a folyamat könnyen automatizálható. Minél hosszabb a megtett távolság és ezáltal a menetidő, a vezető nélküli targoncákat annál jobban megéri alkalmazni. Főleg kis forgalmú utakon alkalmazhatók jól.

Különböző gyártók és szolgáltatók különböző hardware-eket és rendszereket kínálnak [3]. Ezek közül számos lézeres technológiára épül. Ehhez tükröket kell kiépíteni kb. 2,2m magasságban, ahol az útmeghatározáshoz használt lézer pásztáz. A tükröket kb. 10 méterenként kell elhelyezni. Szintén léteznek szenzortechnológián alapuló rendszerek is. A korábban elterjedten használt mágnes lapkás, kijelölt kötőpályás technológia már nincs az aktuális kínálatban. Ez a legrugalmatlanabb technológia. Az egyik korszerű megoldás olyan elven működik, hogy menet közben beszkeneli a környezetét és az így kialakult 3 dimenziós térkép alapján tájékozódik a jármű [4]. Míg a vontatók több tonnát is képesek mozgatni egyszerre [5], addig más rendszerek egy csomagolási egységet szállítanak a rendeltetési helyére.

A Miskolci Egyetem Logisztikai Intézetének laboratóriumában is található egy prototípus vezető nélküli targonca, amely az ottani anyagmozgató rendszer része [6]. A targoncával és annak mozgásvezérlésével doktori kutatás foglalkozik [7] – [9].

Az automata targoncákat érdemes kiegészíteni automata felrakó, illetve leszedő rendszerekkel [10]. Így tovább optimalizálható az ellátási folyamat. Ezek hatékonysága jobb, ha több palettát egyszerre tudnak felrakni, vagy leszedni a szállítókocsikra, illetve azokról. Automata föliázó és pántoló gépek is csatlakoztathatók a rendszerhez, aminek következtében a gyártósorok utáni logisztikai folyamatok teljesen automata módon emberi beavatkozás nélkül valósíthatók meg. Ezeknek a gépeknek a működési sebessége viszonylag alacsony ezért a teljes folyamat kialakításakor erre is figyelni kell. A targoncák nem kötőpályás felrakókkal és leszedőkkel is kombinálhatók.

Az automata gépek a kollaboratív robotokkal ellentétben még nem rendelkeznek szenzoros burkolattal, ami lehetővé tenné, hogy emberek közelében megfelelő biztonságtechnikai megoldások alkalmazása nélkül legyenek alkalmazhatóak. Az automata targoncák néhány lényeges tulajdonsága:

- Lassan pozícionálnak a végpontokon.
- Kevésbé forgalmas helyeken alkalmazhatók. A rendszer kivárja, amíg teljesen akadálymentesen tud közlekedni.
- Nem tud olyan kanyarodási íven közlekedni, mint az ember által vezetett járművek. Ezek többnyire az alkalmazott biztonsági távolságokból erednek.
- Az alkalmazott ütközést detektáló szenzorok miatt zökkenőmentes útvonalat kell biztosítani számukra.
- A lézeres tükrök 2,2 m magasságban történő elhelyezése okán a minimális áthaladási magasság alulról korlátos.

- A rázkódásokból eredő anyaglepergések miatt kritikusak az átjárók.
- A lepergett anyag az útvonalon marad, ami a forgalom leállításához vezethet.
- Az útvonalak nem szükségszerűen szélesebbek, mint a hagyományos targoncák esetében.

A biztonságtechnikai szempontok a vezető nélküli targoncák esetében fokozottabban jelentkeznek. Biztosítani kell például, hogy gyalogos ne tudjon a vontatóra kapcsolt szerelvények közé kerülni. Mivel a rendszer csak előrefelé pásztáz, a szerelvény vontató utáni történéseit nem kezeli a rendszer. A forgalom jelentősen befolyásolhatja a működést. A szembeforgalom például megállást eredményezhet, ha két jármű túl közel kerül egymáshoz. A gyalogosforgalom lassíthatja a rendszert a gyakori megállások miatt.

A menetidőt a jármű nem tudja tartani, ha gyakran és sokat áll forgalmi vagy egyéb okból, ezért a nagy forgalom mindenképpen hátrány. E miatt JIT / JIS rendszerben történő anyagellátásra nem kifejezetten alkalmas. Forgalmas helyen kimondottan nem. Ez javítható alacsony forgalmú utak mentén elhelyezett drop-off zónák kialakításával és automata leszedő rendszerek alkalmazásával. Ehhez a vontatott kocsikat is el kell látni hajtott E-keretekkel, ami a beruházási költségeket lényegesen emeli.

A vezető nélküli targoncákat leginkább ott lehet alkalmazni, ahol két raktár közötti anyagmozgatásra van szükség. A rendszer teljesen akkor automatizálható, ha a feltöltés és a leszedés is automata és megvalósul az M2M (gép-gép) kommunikáció. Ez kiküszöbölheti a nagy forgalomból eredő zavarokat.

A mágnes pályás rendszerek a kötött pályából eredő kényszernyomvonalak okán csökkenthetik a forgalmi okokból bekövetkezett zavarokat és gyorsíthatják az anyagáramlást. Mágnes pályás rendszereknek nagyobb a létjogosultsága, amennyiben a gyártási terület elrendezése állandó, ritkán következik a gyártósorok áthelyezése (pl. autóiipari gyártósorok esetén). Részben erre vezethető vissza, hogy sokáig ez a megoldás volt a legelterjedtebb [11], ugyanakkor napjainkban a gyorsabban változó igényekhez már jobban illeszkednek a korszerűbb, rugalmasabb útvezetést lehetővé tévő technológiák (mint például a korábban is említett lézeres pásztázás).

3. Vezető nélküli targoncákra épülő anyagmozgató rendszerek telepítési szempontjai

A karbantartási és fenntartási költségek hasonlóak a manuális rendszerekhez, a beruházási költségek viszont magasabbak. A beruházási költségek kb. 50-60 ezer Eurót tesznek ki vontatónként, ellentétben a manuális vontatókkal, ahol ez az összeg kb. 25-30 ezer Eurót tesz ki.

A rendszer telepítését és programozását a szolgáltató végzi. Ez teszi ki a telepítési költségek jelentős részét. Egy rendszer telepítési költsége kb. 100 ezer Euró + a vontatók darabszámától függő többletköltségek.

A fentiek alapján kijelenthető, hogy nem a gépek és berendezések bekerülési költsége miatt nagyobb a beruházási költség, mint a manuális rendszereknél, hanem a rendszer programozása és telepítése növeli meg azokat. A költségeket tovább növeli, hogy a rendszer bővítése és átkonfigurálása gyakran csak a szolgáltató által végezhető el.

Az ilyen rendszerek megtérülési időtartama általában 1 és 5 év között mozog. Ez függ a telepítési költségek és az automatizálással megspórolt emberi munkaerő arányától. Ezen felül javíthatja vagy akár ronthatja is a megtérülési időt az ellátási lánc hatékonyságából eredő költségmegtakarítás vagy a zavarokból eredő költségek, illetve azok elhárításának költsége. Előfordulhat, hogy a zavarok elhárítására külön létszámot kell biztosítani, ami a megspórolt költségeket részben felemészti. A megtérülési idő tovább javítható, ha a beruházáshoz támogatás vehető igénybe. Manapság az automatizálási vagy Ipar 4.0 projektekhez elérhetőek különböző támogatási formák.

A manuális platformra épülő, de automatizált rendszerek rugalmasabbak, mint a teljesen automata platformra tervezettek. A manuális platform esetén a gépeket kézi üzemmódban lehet üzemeltetni szűk-séghelyzetben, így az anyagellátás a rendszerhibák kiküszöböléséig is fenntartható.

A rendszerek felépíthetők úgy, hogy az egyes vontatókba bizonyos szintű intelligenciát telepítünk, majd az egyes rendszerelemek együttes intelligenciája adja a rendszer összetett intelligenciáját (distributed intelligence). Ez a megoldás egyébként az automatizált logisztikai rendszerek szélesebb területén is kezd egyre inkább általánosan alkalmazottá válni [12].

Jól használhatók az Ipar 4.0 alapelvek a rendszerek kialakításánál. Ha létrehozuk a rendszer digitális ikerpárját és az adatokat valós időben képezzük le benne, akkor a rendszerbe programozott intelligencia segítségével összetett funkciókat valósíthatunk meg. A rendszer tud például útvonalat optimalizálni, vagy forgalmi helyzeteket megelőzni, ami megállásokhoz vezethet.

Összetett biztonsági funkciókat is megvalósíthatunk velük. Az útvonal mentén meghatározhatjuk például a jármű maximális haladási sebességét útvonal-szakaszonként vagy akár a forgalmi helyzethez igazodóan. A pontból B pontba történő anyagtranszportokat valósíthatunk meg előre meghatározott idő-pontokra programozva.

Karbantartási funkciókat is automatizálhatunk. A targonca automatikusan kiállhat például töltőállomásra, ha az akkumulátorok töltöttségi szintje indokolja vagy egy szervizpontra, ha bizonyos paraméterek ezt indokoltá teszik, miközben a rendszer gondoskodik egy tartalék targonca beállításáról a kieső egység funkciójának átvételére.

A rendszer a járatos ERP vagy MES szoftver rendszerekre alapozva is kiépíthető, ilyen esetben általában szükség van egy illesztő programra, ami a rendszerek közötti adatáramlást biztosítja. Ezt általában MIDWARE-nek nevezik.

4. Összefoglalás

Az előzőekben bemutatásra kerültek a korszerű vezető nélküli targoncák alkalmazásának legfontosabb elméleti és gyakorlati szempontjai, több helyen is kitérve a területen alkalmazott aktuális ipari megoldásokra. Ahogy az a publikációból kiderült, a napjainkban alkalmazott rendszerek már lényegesen rugalmasabb felhasználást tesznek lehetővé a korábbi évtizedek kizárólag kötöttpályás megoldásaihoz képest. Ezt természetesen azok a fentiekben ismertetett újszerű technológiai megoldások teszik lehetővé, mint például a lézeres pásztázásra épülő útmeghatározás vagy az osztott intelligenciára (distributed intelligence) épülő feladatkiosztás és problémamegoldás.

Az új alkalmazási lehetőségek lehetővé tették az önvezető targoncákra épülő anyagmozgató rendszerek korábbiaktól jóval szélesebb körű felhasználását. Ezért is lényeges, hogy a publikációban külön kitértünk arra is, hogy milyen feltételek mellett és jellemzően milyen megtérülési idővel számolva lehetséges az ilyen típusú rendszerek kiépítése és üzemeltetése.

Ahogy az a fentiekből kiderült, lényeges szempont az is, hogy az ilyen rendszerek jellemzően egy Ipar 4.0 elvet követő termelési rendszer részeként működnek. Ezért tehát fokozott figyelmet kell szentelni a vezető nélküli targoncák és a többi objektum közötti anyagáramlási kapcsolat megvalósításának, valamint a gép-gép közötti kommunikáció megfelelő szintű megvalósításának is.

Összességében tehát elmondható, hogy a cikkben sikerült egy átfogó képet nyújtanunk a korszerű vezető nélküli targoncák alkalmazásának legfontosabb jellegzetességeiről, valamint az ilyen típusú rendszerek telepítésének és működtetésének meghatározó szempontjairól. Úgy véljük, hogy a technológia fejlődésével a vezető nélküli targoncák alkalmazása egyre szélesebb körben válhat indokoltá, ezért is érdemes folyamatosan figyelmet szentelni ezen terület fejlődésének.

5. Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutató munka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] Vis, I.F.A., Harika, I.: Comparison of vehicle types at an automated container terminal. OR Spectrum 2004, 26 (1):117-143. <https://doi.org/10.1007/s00291-003-0146-2>
- [2] Briskorn, D., Drexl, A., Hartmann, S.: Inventory-based dispatching of automated guided vehicles on container terminals. OR Spectrum 2006, 28(4):611-630. <https://doi.org/10.1007/s00291-006-0033-8>
- [3] Lynch, Liam & Coleman, Joseph & Newe, Thomas & Walsh, Joseph & Clifford, John & Toal, Daniel. Automated Ground Vehicle (AGV) and Sensor Technologies-A Review. 2019. <https://doi.org/10.1109/ICSensT.2018.8603640>
- [4] Rozsa, Z., Sziranyi, T. Obstacle prediction for automated guided vehicles based on point clouds measured by a tilted lidar sensor. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems 2018, 19(8):8283563. <https://doi.org/10.1109/TITS.2018.2790264>
- [5] Bilge, Ü., Tanchoco, J.M.A. AGV Systems with Multi-Load Carriers: Basic Issues and Potential Benefits. Journal of Manufacturing Systems 1997, 16(3):159-174. [https://doi.org/10.1016/S0278-6125\(97\)88885-1](https://doi.org/10.1016/S0278-6125(97)88885-1)
- [6] Tamás, P., Bányai, T., Illés, B., Tollár, S., Veres, P., Cservenák, Á., Hardai, I., Skapinyecz, R.: *Development Possibilities of the High-tech Logistics Laboratory Established at the Institute of Logistics of the University of Miskolc*. Journal of Engineering Research and Reports 2020,13(3):60-68. <https://doi.org/10.9734%2Fjerr%2F2020%2Fv13i317127>
- [7] Cservenák, Á.: *Further development of an AGV control system*. Lecture Notes in Mechanical Engineering 2018:376-384. https://doi.org/10.1007%2F978-3-319-75677-6_32
- [8] Cservenák, Á.: *Motion planning for Automated Guided Vehicles*. Acta Technica Corviniensis – Bulletin of Engineering 2018, 11(4):33-38. <http://acta.fih.upt.ro/pdf/2018-4/ACTA-2018-4-05.pdf>
- [9] Cservenák, Á.: *Mobil robot mozgásának vezérlése*. Multidiszciplináris Tudományok: A Miskolci Egyetem Közleménye 2019, 9(4):438-443. <https://doi.org/10.35925%2Fj.multi.2019.4.45>
- [10] Sun, X., Ma, Z., Wang, Z., Ai, C.: The development of stereoscopic warehouse stacker control system based on motion controller. MATEC Web of Conferences 2017.139. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201713900038>
- [11] Cselényi, J., Illés, B.: *Logisztikai rendszerek I. című könyv* (2004), Miskolci Egyetemi Kiadó
- [12] Cselényi, J., Illés, B.: *Anyagáramlási rendszerek tervezése és irányítása I.* (2006), Miskolci Egyetemi Kiadó