

Logisztika 4.0 laboratórium PLC és HMI rendszerének fejlesztése

Development of the PLC and HMI system of the Logistics 4.0 laboratory

Dr. CSERVENÁK Ákos¹ egyetemi adjunktus

¹akos.cservenak@uni-miskolc.hu

¹Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Logisztikai Intézet

HU-3515 Miskolc, Egyetemváros, Tel: +36-46-565-111, <http://geik.uni-miskolc.hu/intezetek/LOG/index.php>

Abstract

With the advancement of Industry 4.0 and Logistics 4.0, it became timely to modernize the Logistics 4.0 laboratory of the University of Miskolc in order to improve the educational infrastructure. One element of this is the transformation of the existing PLC and HMI controlled system. The system has a main control PLC that serves the conveyor, while the loading machine is controlled by a separate PLC. Communication between these two PLCs has been established. Until now, one HMI panel was operated in the system, but now it has been supplemented with three panels, which are located on three sides of the conveyor track for more efficient operation of the system. The communication of the HMI panels with the main PLC has also been established. The main goal of the laboratory development is the installation of a product tracking system. The article presents the steps of this development.

Keywords: logistics, PLC, HMI, communication

Kivonat

Az Ipar 4.0 és Logisztika 4.0 előretörésével időszzerűvé vált a Miskolci Egyetem Logisztika 4.0 laboratóriumának korszerűsítése az oktatási infrastruktúra javításához. Ennek egyik eleme a meglévő PLC és HMI vezérelt rendszer átalakítása. A rendszerben található egy fő vezérlő PLC, amely a szállítópályát szolgálja ki, míg a felrakógépet egy külön PLC vezérli. A kettő közötti kommunikáció létesítése megtörtént. A rendszerben eddig egy HMI panel volt üzemeltetve, most ez kiegészült három darabra, amely a szállítópálya három oldalán található a rendszer hatékonyabb üzemeltetéséhez. A HMI panelek fő PLC-vel való kommunikációja szintén kialakításra került. A laboratórium fejlesztés fő célja egy termék nyomkövetési rendszer beüzemelése. A cikk bemutatja ezen fejlesztés lépéseit.

Kulcsszavak: logisztika, PLC, HMI, kommunikáció

1. BEVEZETÉS

Manapság a Logisztika 4.0 terminológiáját egyre gyakrabban alkalmazzák az ipari életben [1]. A Logisztika 4.0 kifejezéssel kapcsolatos kutatások a Miskolci Egyetemen (ME) is megjelentek [2]-[4]. Az ipari alkalmazások mellett előtérbe kerültek az oktatási célú alkalmazások is. Ezen célból jött létre a Miskolci Egyetemen 13 évvel ezelőtt, még egy másik épületben, a High-Tech Logisztikai Rendszerek Laboratórium [5], amely a piaci igények változásával átnevezésre került Logisztika 4.0 laboratóriummá.

Ez a laboratórium alapvetően az oktatási tevékenység része, ezen kívül lehet szemléltetni az egyes anyagmozgató gépeket, azok együttműködését és automatizált működését. Korábban a laboratórium másik épületben volt, azonban az átköltözés után az egyes automatizált egységek csak külön-külön működtek, ugyanis a laboratórium információs rendszere nem volt teljesen kialakítva. Jelen cikk tárgyalja, hogy hogyan alakul ki ezek együttes működése. A továbbfejlesztés alapvető célja, hogy egy nyomkövetési rendszer alakuljon ki, azaz az automatizált folyamatban egy termék útját lehet követni, valamint terméktípustól függően az automatizált anyagmozgatás irányát is meg lehessen változtatni.

A cikk 2. fejezete a Miskolci Egyetemen található Logisztika 4.0 laboratóriumhoz hasonló laboratóriumokat mutat be, a 3. fejezet a laboratórium korábbi állapotát részletezi, a 4. fejezet az eddigi fejlesztés lépéseit mutatja be.

2. HASONLÓ LOGISZTIKAI LABORATÓRIUMOK

Jelen fejezet két különböző Logisztika 4.0 laboratóriumot mutat be, amelyek Európa területén találhatóak.

2.1. Logisztika 4.0 laboratóriumok Dortmundban, Németországban

A németországi Fraunhofer Intézet Logisztikai és Anyagáramlási folyamatok Intézete (IML) rendelkezik egy Ipar 4.0 részleggel [6]. A Logisztika 4.0 alkalmazása már 2014-ben megfogalmazódott [7]. A részleg gyakorlatilag egy laboratórium csoport, amely rendelkezik vállalati és kutatói laboratóriumokkal.

A vállalati laboratóriumok (lásd 1. ábra) lehetővé teszik a vállalatok és kutatók számára, hogy aktívan együttműködjenek a Fraunhofer Anyagáramlási és Logisztikai Intézetben, és közvetlen együttműködésben valósítsanak meg különböző innovációkat. A laboratóriumokban lehetőség van a téma azonosításától a piacra kész üzleti eset kialakításáig. Ezzel a Fraunhofer IML olyan környezetet teremtett, ahol a vállalatok interdiszciplináris együttműködést folytathatnak a kutatókkal. A legmodernebb gyártástechnológiák (3D nyomtatás, SMD gyártás stb.) mellett lehetőséget biztosítanak ideiglenes munkahelyeket a projektpartnerek számára, hogy a helyszínen együttműködhesse a laborcsoportokban [8].



1. ábra Ipar 4.0 vállalati laboratóriumok a németországi dortmundi Fraunhofer IML-ben [8]

A kutatóhelységeket négy témacsoport szerint lehet csoportosítani [9]:

- Innovationlab Hybrid Services in Logistics: Itt fejlesztik a következő generációs iparág 4.0-s megoldásait a hozzáadott érték növelése érdekében.
- Packaging Laboratory: Rakodóegységek, nagy teherhordók, szállítócsomagolások és raklapok vizsgálatára alkalmas laboratórium.
- Swarm Intelligence: LivingLab Cellular Transport Systems: »Raj intelligencia« a logisztikához (lásd 2/a. ábra). A cél az ellátási láncok energiahatékonyabbá tétele
- Technology on Demand Lab: Laboratórium kis sorozatok és prototípusok készítésére



(a) Fraunhofer-IML



(b) NTNU

2. ábra Rajintelligenciát használó szállító járművek a Fraunhofer-IML-ben Dortmundban, Németországban [9] és Logistics 4.0 laboratórium a norvégiai NTNU-nál [12]

A kutatóhelyiségekben logisztikai kutatási berendezéseket biztosítanak a kutatók számára. A helyiségekben lehetőség van csomagolási tesztekől a legkülönbözőbb azonosítási technológiáknak a rajntelligencia kutatásáig.

2.2. Logisztika 4.0 laboratórium Norvégiában

Németország és Magyarország mellett Norvégiában is található egy Logisztika 4.0 laboratórium [10]-[11].

A laboratóriumot 2018 végén hozták létre, hogy támogassa a norvég egyetem több hazai és nemzetközi szintű projektjében végzett kutatási tevékenységét. A laboratórium lehetővé teszi a valós logisztikai folyamatok és az anyagmozgatási tevékenységek megismétlését a termelési rendszerekben, beleértve [10]-[11]:

- több összeszerelő munkaállomás,
- kis méretű raktári rész,
- anyagmozgató rendszerek, amely különböző kocsí típusokat foglal magában,
- anyagkezelést támogató rendszerek (kanban, látványtáblák).

A laboratórium integrálja a logisztikában használatos fejlett technológiákat, mint például [10]-[11]:

- Fejlett szimulációs szoftver termelési és logisztikai rendszerekhez,
- Beltéri helymeghatározó rendszerek,
- Mozdásrögzítő rendszerek,
- Kiterjesztett és magával ragadó valóság (AR és IR),
- Vizuális interaktív táblák,
- Valós idejű vezérlés.

2019-ben a LOG4.0 labor a következőkkel bővült [10]-[11]:

- Együttműködő robotok kézi munkahelyeken;
- Mobil robotok a raktározásban;
- Intelligens anyagmozgató rendszerek;
- Új kiterjesztett valóság (AR) technológiák;
- Segédeszközök és szerszámok intelligens kezelők és intelligens mérnökök/menedzserek számára;
- Új technológiák a termelési és logisztikai rendszerek digitalizálásához;
- Innovatív felügyeleti technológiák a termelési rendszerek megbízhatósága és karbantarthatósága érdekében

A laboratóriumban alkalmazott AGV-kről a 2/b. ábra mutat részletet [12].

3. MISKOLCI EGYETEM LOGISZTIKA 4.0 LABORATÓRIUMA

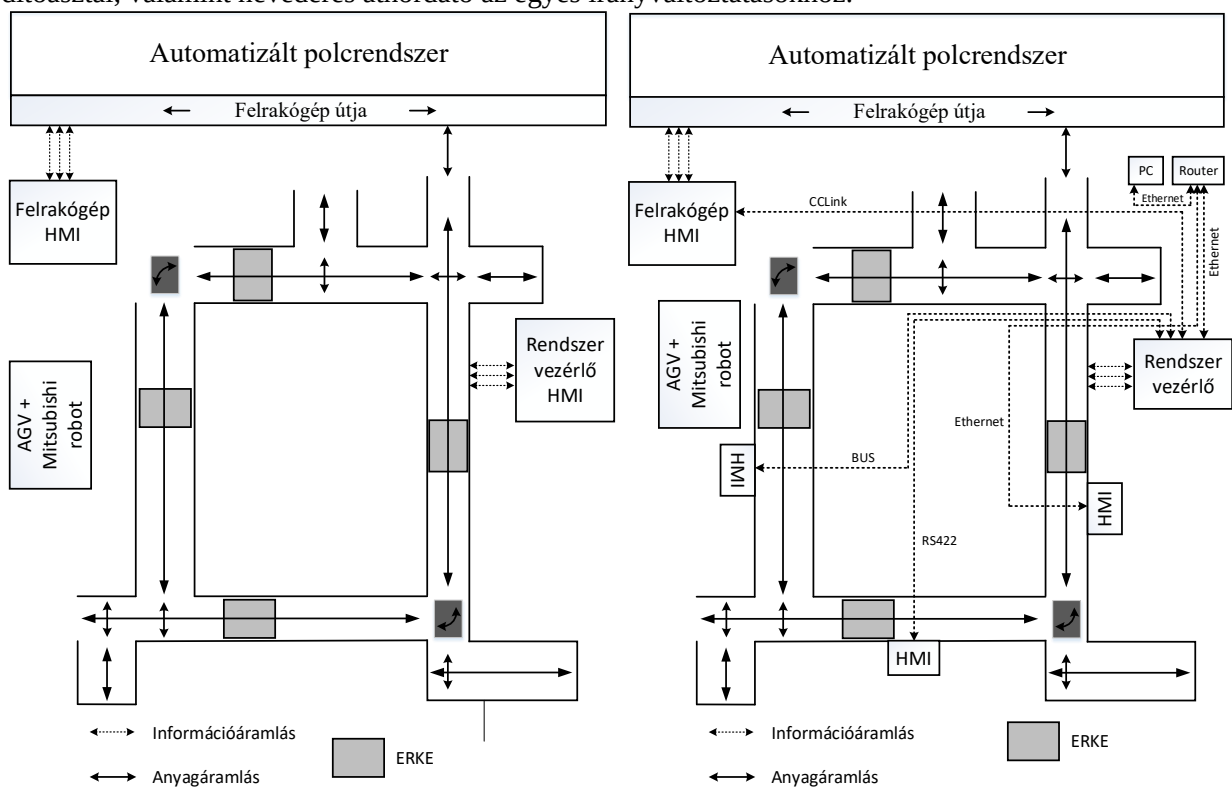
Jelen fejezet részletezi a Miskolci Egyetemen található Logisztika 4.0 laboratórium fejlesztés előtti állapotát, amelyet a 3. ábra mutat. A laboratórium a következő fő részekből áll, amelyek részt vesznek az anyagmozgatásban:

- Automatizált ERKE (EgységRakomány Képző Eszközök) mozgató rendszer
- Polcrendszer automatizált felrakógéppel
- AGV



3. ábra Logisztikai 4.0 laboratórium a Miskolci Egyetemen 2022-ben a fejlesztés előtt (saját fotó)

Az automatizált ERKE mozgató rendszer mozgatja az egységgrakomány képző eszközként szolgáló ládákat túlnyomórészt görgőspályával, amelyet kiegészít hevederes szállítoszalaggal rendelkező fordítóasztal, valamint hevederes áthordató az egyes irányváltóztatásokhoz.



(a) Korábbi állapot (2022)

(b) Későbbi állapot (2023)

4. ábra Folyamatok az ME Logisztika 4.0 laboratóriumában – korábbi és későbbi állapot (saját objektum)

Az automatizált polcrendszer az ERKE mozgató rendszertől tudja elvenni a ládákat, és egy adott ütemezés szerint elhelyezni a megfelelő helyen. Az AGV pedig automatizált mobilis szállítást képes biztosítani a laboratórium különböző pontjai között. Az információs rendszert tekintve az egyes részek ekkor még teljesen függetlenül működtek egymástól, ahogy a 4/a. ábra mutatja. A folytonos vonal a lehetséges anyagáramlás útját, míg a szaggatott vonal az egyes információáramlási útvonalakat jelöli, amely itt még csak a fentebb felsorolt egyes alrészeken belül látható.

4. VEZÉRLŐRENDSZER FEJLESZTÉSE A LABORATÓRIUMBAN

A fejezet ismerteti a 3. fejezetben leírt kiinduló állapothoz képesti fejlesztéseket.

Felrakógép PLC és fő rendszer PLC-je közötti Mitsubishi CCLink kommunikáció bekötés

Annak érdekében, hogy a görgőspálya rendszer és felrakógép közötti automatizált anyagmozgatás megtörténhessen, első lépésben a két rendszer közötti kommunikációt kell kialakítani. Mivel a két rendszer PLC-je Mitsubishi gyártmányú, így a Mitsubishi saját CCLink kommunikációs protokollja adódott megoldásnak. Az ehhez szükséges kábelezés kialakításra került a PLC két modulja között.

Görgőspályarendszer PLC változó listájának kigyűjtése

A fejlesztés része a meglévő PLC program áttekintése, és a működtetést biztosító változók csoportosítása az alábbiak szerint:

- Bemeneti változók: szenzorokról érkező jelek
- Kimeneti változók: aktuátorokra küldött jelek
- Memóriaterület változók: PLC-n belüli változók
- Időzítő változók
- Adatváltozók: számok kezelésére alkalmas változók

Két darab újabb HMI panel elhelyezés, elektronikai és kommunikációs bekötés

Régebben a laboratórium része volt egy külön palettázó rendszer is, amely viszont a SCARA típusú robot megszűnése miatt már nem volt használható, így már évekkel ezelőtt áthelyezésre került. A SCARA típusú robot alapja (lásd 3. ábra) még megvolt az átköltöztetett laboratóriumban, de funkció hiányában ez a rész is eltávolításra került.

A máshová áthelyezett palettázó rendszeren volt két darab HMI panel, amit újra lehetett használni. Ezen HMI panelek leszerelésre kerültek, majd a görgőspálya-rendszer 3. ábrán látható jobb és középső oldalán elhelyezésre kerültek, ahogy az 5. ábra illusztrálja. A HMI panelek tápellátásának bekötése (230V) mellett szükséges volt a kommunikációs csatornák bekötése is. Az egyik HMI panel RS422 protokollon keresztül közvetlenül kapcsolódik a PLC-hez, míg a másik HMI panel Ethernet kommunikációt alkalmaz, amely egy routeren keresztül kommunikál a PLC-vel. A PLC-router közötti Ethernet kommunikáció kialakításával továbbá lehetővé vált a PLC helytől függetlenebb programozása is. A fejlesztés része volt még a HMI panelek grafikus megjelenítés átprogramozása, amellyel a rendszert ezekről is lehet irányítani.



5. ábra Kettő darab újabb HMI panel elhelyezése és rendszert kiszolgáló HMI panel áthelyezés a laboratóriumban (saját fotó)

Görgőspálya-rendszert kiszolgáló korábbi HMI panel áthelyezés, átprogramozás, polcrendszer vezérlés felület beállítása

A két újabb HMI panel elhelyezése mellett adódott a laboratóriumban már meglévő HMI panel áthelyezése is, ugyanis a korábbi helyén egy laboratóriumi bemutató során a bemutató személynek át kellett menni a rendszer túloldalára, ami a hallgatóság számára optikailag nem mutatott jól. Így a vezérlőszekrény oldaláról leszerelésre került ezen HMI panel, és átkerült a 4. ábrán látható rendszer bal oldalára, ami a továbbiakban a rendszer fő HMI paneljeként szolgál. A HMI panel grafikus menüjének kiegészítése is megtörtént, amely során a polcrendszert már erről a panelről is lehetett irányítani, nem csak a felrakógép melletti HMI panelről. A polcrendszer vezérlése kiterjed a HOME pozíció beállítására, illetve doboz átadására a két rendszer között. A fejlesztés további hozadéka volt még, hogy ezúttal automata üzemmódban már együttműködött a két rendszer. Az áthelyezés utáni állapotot a 6. ábrán látszik.

A továbbfejlesztett laboratórium jelenlegi állapota

A fejlesztések mellett időszakos javítások és karbantartások is történtek, pl. kábelek vagy görgőspálya gömbszíjak cseréje. A rendszer információs rendszere a 4/b. ábrán látható. Az eddig továbbfejlesztett rendszert a 6. ábra szemlélteti. Itt már megjelenik egy információ-megjelenítő monitor is, amely jelen cikkhez képesti továbbfejlesztési tervek egyik része.



6. ábra Logisztikai 4.0 laboratórium a Miskolci Egyetemen 2023-ben a fejlesztés után (saját fotó)

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Összefoglalásként leírható, hogy már az eddigi fejlesztések is jelentősen hozzájárultak a laboratórium alkalmazhatóságához az oktatás és kutatások terén. Ahogy a Bevezetésben szó volt róla, a végső cél egy nyomonkövetési rendszer kialakítása lenne. Ennélfogva a 2023-as állapothoz képest a továbbfejlesztés lépései a következők, amelyek nagy része megvalósult 2025-re: vonalkódolvasók telepítése, OPC szerver üzembehelyezése a leolvasók és PLC közötti adatcseréhez, monitorok felhelyezése rendszer információinak megjelenítéséhez, a főprogram átdolgozása, valamint meglévő RFID kapuk programozása.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Malagon-Suarez, C. & Orjuela Castro, J. (2023). Challenges and Trends of the logistics 4.0. Ingenieria. 28. e18492. 10.14483/23448393.18492
- [2] Dobos, P., Cservenák, Á., Skapinyecz, R., Illés, B. & Tamás, P. (2021) Development of an Industry 4.0-Based Analytical Method for the Value Stream Centered Optimization of Demand-Driven Warehousing Systems, SUSTAINABILITY 13(21), 33 p
- [3] Akkad, M.Z. & Bányai, T. (2021) Applying Sustainable Logistics in Industry 4.0 Era. Lecture Notes in Mechanical Engineering, 22:222-234. https://doi.org/10.1007/978-981-15-9529-5_19
- [4] Matyi, H., Veres, P., Bányai, T., Demin, V. & Tamás, P. (2020) Digitalization in industry 4.0: the role of mobile devices, JOURNAL OF PRODUCTION ENGINEERING 23 : 1 pp. 75-78., 4 p.
- [5] Tamás, P., Bányai, T., Illés, B., Tollár, S., Veres, P., Cservenák, Á., Hardai, I. & Skapinyecz, R. (2020) 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 13 : 3 pp. 60-68. , 9 p. (2020)
- [6] Industry40-Lab-Center – Fraunhofer IML, https://www.iml.fraunhofer.de/de/abteilungen/b1/intralogistik-und-it-planung/dienstleistungen/Logistik_4_0.html
- [7] Akinlar S. Logistics 4.0 and challenges for the supply chain planning and IT. Fraunhofer IML, Dortmund, Germany; 2014
- [8] Enterprise Labs - Fraunhofer IML, Research Halls and Laboratories <https://www.iml.fraunhofer.de/en/for-companies/enterprise-labs.html>
- [9] Industry40-Lab-Center - Fraunhofer IML, Research Halls and Laboratories, https://www.iml.fraunhofer.de/en/institute_profile/researchhallslaboratories.html
- [10] NTNU: Logistics 4.0 Laboratory, <https://www.ntnu.edu/mtp/laboratories/logistics-4.0-laboratory>
- [11] Sgarbossa, F. LOGISTICS 4.0 LAB, NTNU, https://www.ntnu.no/documents/1263511339/1283212696/Sgarbossa_opening.pdf/2f67eed1-9718-4d88-aa36-721d631f3ce1
- [12] NTNU: Grand Opening of Logistics 4.0 laboratory and SMARTLOG seminar, <https://www.ntnu.no/smartlog/grand-opening-of-logistics-lab>