

LOGISZTIKA 4.0 MEGOLDÁSOK AZ OKOS GYÁRBAN

Toldi Krisztián

BSc hallgató, Miskolci Egyetem, Logisztikai Intézet
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: krisztian.toldi703@gmail.com

Hardai Ibolya

PhD hallgató, Miskolci Egyetem, Logisztikai Intézet
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: altibo@uni-miskolc.hu

Bányainé Tóth Ágota

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

Absztrakt

A dinamikusan változó vásárlói igények teljesítése megköveteli a termelési és szolgáltatási tevékenységet végző vállalatok Ipar 4.0 képességeinek fejlesztését a hatékonyság növelése és kapacitásuk bővítése érdekében. Ezen célok eléréséhez szükséges a digitalizáció, a vertikális és horizontális integráció erősítése, valamint a felhő alapú szolgáltatások széles körű elterjesztése. A negyedik ipari forradalom egyre népszerűbbé válik a vállalatok között és három fő területen hat az üzleti világra: a horizontális/vertikális értékláncok integrációja révén, a termékek és szolgáltatások digitalizációja által és a digitális üzleti modell és vevőkapcsolatok kialakulásával. A tanulmányban bemutatjuk egy Ipar 4.0 elvek szerint működő okos gyárban végbemenő anyag- és információ áramlási folyamatokat, valamint a folyamatok hatékony megvalósítását biztosító infrastruktúrális hátteret.

Kulcsszavak: Ipar 4.0, logisztika, okos gyár, digitalizáció

Abstract

Meeting the dynamically changing needs of customers' demands, the development of Industry 4.0 capabilities for companies engaged in production and service activities in order to increase efficiency and expand their capacity. These goals require digitization, strengthening the integration of technologies, and widespread deployment of cloud-based services. This revolution is becoming incredibly popular among companies and affects the business world in three main areas: Through the integration of horizontal/vertical value chains, through the digitization of products and services, and the development of the digital business model and customer relationships. In this article, we present the material and information flow processes that take place in a smart factory operating according to the principles of Industry 4.0.

Keywords: Industry 4.0, logistics, smart factory, digitalization

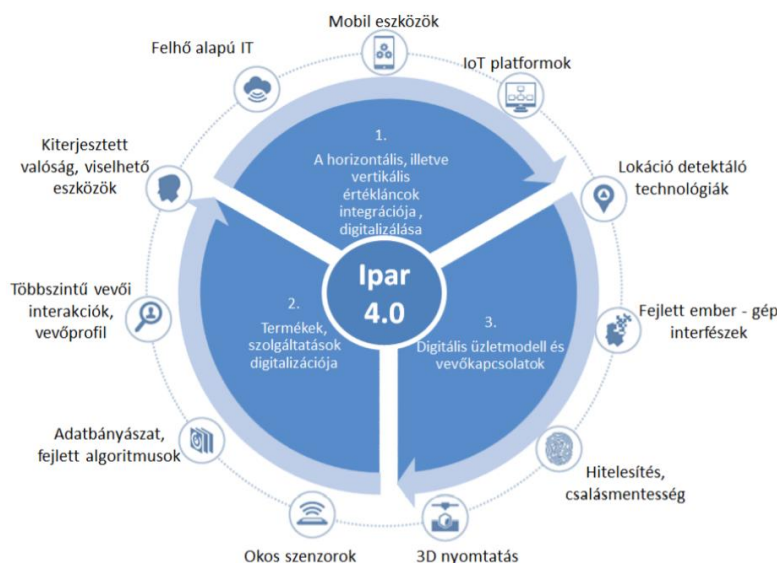
1. Bevezetés

A dinamikusan változó vásárlói igények teljesítése megköveteli a termelési és szolgáltatási tevékenységet végző vállalatok Ipar 4.0 képességeinek fejlesztését a hatékonyság növelése és kapacitásuk bővítése érdekében. A vállalatok számára versenypozíciójuk megőrzéséhez elengedhetetlen az új technológiák alkalmazása a gyártás hatékonyságának fokozása és a vevői

igények kielégítése révén. A forgalom növelése mellett a költséghatékony gazdálkodás, illetve a zavarmentes működés biztosítása érdekében az újítások alkalmazására való igény egyre inkább növekszik. Napjainkban az ipari fejlődés jelenlegi szakaszát, ami a digitalizációt, a robotizálást és automatizálást helyezi előtérbe, Ipar 4.0-nak nevezzük. Az Ipar 4.0 technológiai eszközök, tevékenységek összessége révén, a digitalizáció nyújtotta lehetőségek kiaknázásával biztosítja a termelési és a logisztikai folyamatok átláthatóságát a teljes ellátási lánc integrációjával. A negyedik ipari forradalom során fontos szerep jut a logisztikának. A Logisztika 4.0 az anyagmozgató berendezések és a logisztikai rendszerek digitalizációjára és virtualizációjára irányul, amely kognitív logisztikai folyamatok kialakítását teszi lehetővé, amit az intelligens működés és a tanulási készség jellemez [1].

2. Az Ipar 4.0 gazdasági hatása

Az Ipar 4.0 technológiák iparvállalati alkalmazása nem valósulhat meg egyik napról a másikra, hanem csak folyamatos fejlesztések eredményeként. A közbenső célokat tartalmazó fejlesztési stratégia kidolgozását az adott cégnek kell elvégeznie. Ezt a stratégiát a cégen belül a vállalatvezetéssel, az egyes osztályokkal, illetve az IT-szervezettel közösen kell kidolgozni és fejleszteni annak érdekében, hogy magas sikertényezőt tudjanak elérni. Ezek az átalakulási folyamatok egyre népszerűbbé válnak a vállalatok számára és a horizontális/vertikális értékláncok összevonásával, termékek, szolgáltatások digitalizációjával, valamint a digitális üzletmodell és vevőkapcsolatok kialakulásával hatnak az üzleti világra [1]. Az Ipar 4.0 keretrendszerét az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra Az Ipar 4.0 keretrendszere [2]

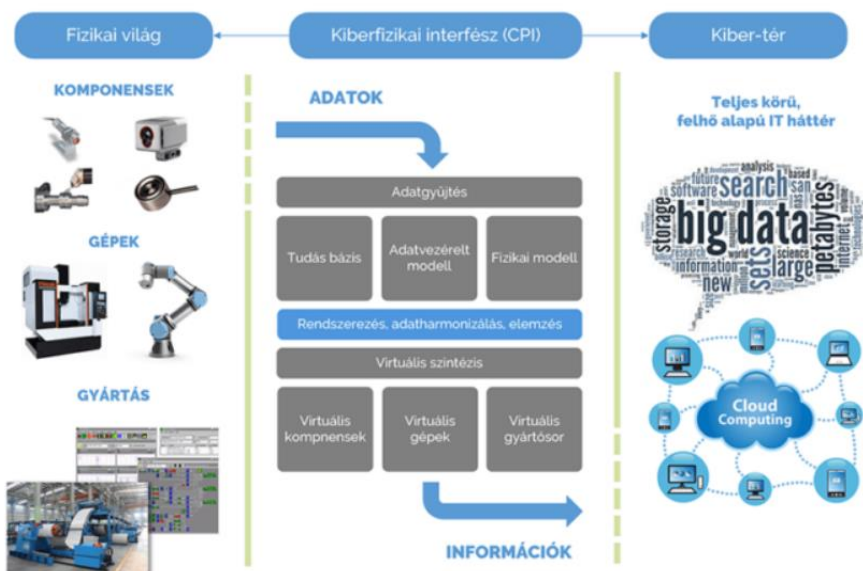
Az 1. ábra szerint az Ipar 4.0 szempontjából létfontosságú a megfelelő informatikai fejlettség, illetve az Internet of Things (Dolgok Internete) vonatkozásában a megfelelő hálózati kapcsolat. A termékek és szolgáltatások integrációja sokkal inkább hardver alapú, mivel megfelelő szenzorok és különböző

interaktív felületek szükségesek hozzá. Ezzel szemben a harmadik területen a hardver és a szoftver együttműködése is szükséges a hatékony működés megvalósítása érdekében.

A digitalizáció révén lehetővé válik az adatok jobb rendelkezésre állása, kiértékelhetősége az üzemeken belüli és az üzemeket átfogó ellátási láncokban. Az információ valós idejű rendelkezésre állása számos potenciált hordoz magában, ugyanis a rendszer állapotáról folyamatosan tájékoztatást kapunk, így tisztában vagyunk a megrendelések és erőforrások pillanatnyi állapotával. Ennek eredményeként a felmerülő kapacitáshiányok, vagy többletek rögtön meghatározhatók, ami nagyban segíti a kapacitástervezést és a költségek minimalizálását [1].

3. Okos gyárak

A hatékonyság növelésében élen járnak az okos gyárak (Smart Factories), amelyek az Ipar 4.0 vívmányait foglalják magukban (2. ábra). Ezekben a létesítményekben megvalósul a teljes digitalizáció, megtalálható a teljesen automatizált gyártósor, a fejlett ember-gép kapcsolat, a felhő alapú számítások, stb.



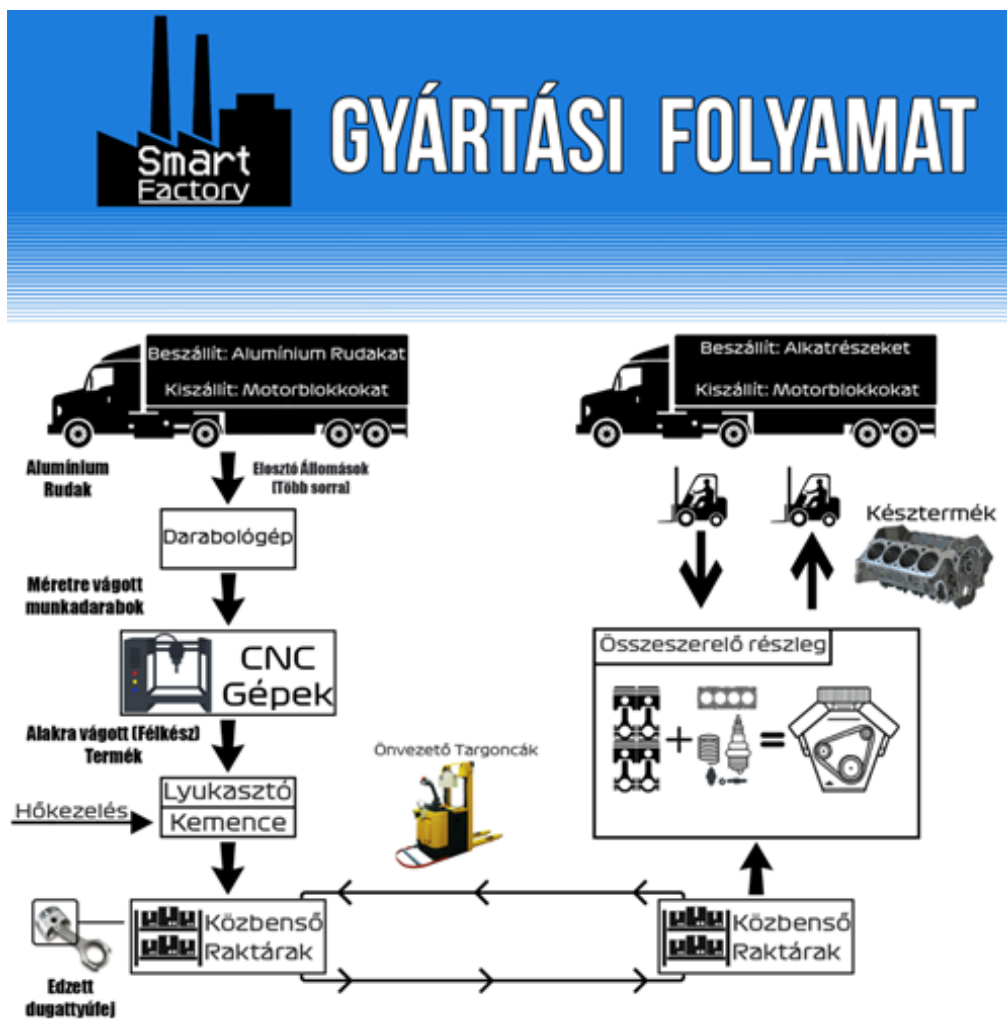
2. ábra Ipar 4.0 filozófia alapján megtervezett okos gyár módszertani felépítése [3]

A termékek követése minden iparágban alapkövetelmény, így az okos gyár megfelelő hatékonyságának elérése érdekében is elengedhetetlen az alkatrész/termék gyáron belüli és gyáron kívüli nyomon követése, azonosítása. Az előbbi elsődleges célja a termék megfelelő minőségének biztosítása. Ehhez elengedhetetlen az átlátható gyártási folyamatok kialakítása és a követelmények megfelelő teljesítése. Egy ilyen rendszer működtetésében mind a vevő, mind a gyártó érdekelt. A folyamatos megfigyelés és nyomon követés révén a termelés során jelentkező hibák könnyebben beazonosíthatók és javíthatók.

Az okos gyárban a termelés nyomon követése révén megvalósítható az átfutási idő minimalizálása. A folyamatok nyomon követése a Dolgok Internete (Internet of Things / IoT) alkalmazásával valósítható meg, ami az eszközök hálózatszerű összekapcsolását jelenti [4].

4. Az okos mintagyár logisztikai folyamata

A kutatómunka keretében egy okos mintagyár koncepcióját dolgoztuk ki. A negyedik ipari forradalom vívmányai napjainkban leginkább az autógyártásban találhatók meg, így az általunk megtervezett mintagyár autógyártási beszállítóként dugattyúk gyártásával és motorblokkok összeszerelésével foglalkozik. A gyártási folyamatot és annak anyagellátását biztosító logisztikai folyamatot számos intelligens eszköz (pl. önvezető targonca, automatizált raktár, kollaboratív robot, stb.) segíti. A gyártási folyamatot a 3. ábra szemlélteti.



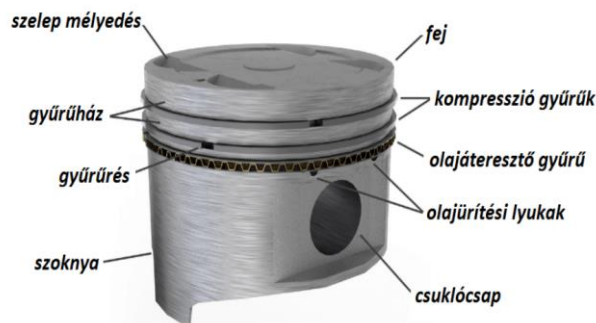
3. ábra Az okos mintagyár gyártási és logisztikai folyamata [saját szerkesztés]

A dugattyúgyártás alapanyaga egy 2,75 méter hosszú alumínium rúd, amit egy gépi fűrész kisebb méretű hengerekre vág. A gyártási folyamat következő fázisában a lyukasztót előmelegítik, miközben a munkadarabok áthaladnak egy kemencén, ahol ugyanolyan hőmérsékletre melegítik azokat, mint a lyukasztót. Majd a hengereket kivesszük a kemencéből és a munkagépbe helyezzük. A gép közel 2000

tonna nyomást gyakorol egy hengerre, amitől az felveszi a dugattyú alakját. A létrejött hőmennyiség miatt a dugattyút egy órán át levegővel kell hűteni.

A lehűtés után CNC marógépet alkalmaznak a felesleges fém leválasztására a dugattyú alapformáról, közelítve a kész alakhoz. Aztán egy nagy furatot készítenek a dugattyú mindkét oldalán. Ide kerül a csuklócsap, melynek feladata a dugattyú hajtókarhoz rögzítése a motor összeszerelésekor (4. ábra). A fúrás után a CNC marógép további anyagot választ le a dugattyú mindkét oldaláról, ahol a furatok készültek. Ennek a műveletnek a legfőbb célja a súlycsökkentés. Ezt követően további anyagleválasztás történik ott, ahova korábban a három gyűrű került. Ezek után a félkész munkadarabok hőkezelésen esnek át.

A hőkezelés végeztével egy gép rágravírozza a munkadarabra az egyedi azonosítóját, ezáltal biztosítva a munkadarab nyomom követhetőségét a termelési folyamat egyes fázisaiban. Ezt követi a termék minőségellenőrzése, melyhez intelligens méréstechnikai eszközöket használnak.



4. ábra A dugattyúfej részei [5]

A gyártási folyamat végén a dugattyúk egyedi azonosítójuk alapján a közbenső raktár megfelelő pozíciójára kerülnek, ahol a dugattyúk tárolását körforgó állványos raktározási rendszer alkalmazásával valósítjuk meg. A dugattyúk közbenső raktárba való szállítását önvezető targoncák végzik. A közbenső raktárból a dugattyúk a JIT-elveknek (just-in-time) megfelelően kerülnek az összeszerelő üzembe.

A szerelő üzemben történik a motorblokkok összeszerelése. A szereléshez szükséges alkatrészek mozgatását automatizált anyagmozgató berendezések végzik, a szerelési folyamatban a dolgozók munkáját kollaboratív robotok segítik, melyek feladata az emberi tevékenységek támogatása [6]. Az üzemben ezáltal megvalósul az ember-robot együttműködés, ami a két egység tökéletes összhangban való munkavégzését jelenti. A módszerrel egyszerű és pontos illesztés jöhet létre, így javítva a termék minőségét. A szerelési folyamat végén a kész motorblokkok a készáruraktárba kerülnek kiszállításra. A vevői igények alapján, a JIT-elv figyelembe vételével a motorblokkok az autógyárakhoz kerülnek beszállításra.

5. Az okos mintagyár logisztikai rendszere

Egy korszerű gyár költséghatékony működéséhez, a vevői igények megfelelő színvonalú kielégítéséhez és az átfutási idők minimális szinten való tartásához elengedhetetlen az Ipar 4.0 technológia széleskörű alkalmazása [7]. A következőkben az okos mintagyár logisztikai rendszerének fontosabb elemeit és az információáramlás folyamatát ismertetjük.

5.1. Automatizált raktározási rendszer

A gyártási folyamat végén a kész dugattyúk egységakomány formájában kerülnek a közbenső raktárba, amely FIFO (first in first out) elv szerint működik, vagyis amelyik termék korábban került betárolásra, azt kell először felhasználni. Ezt a működési elvet biztosítja az általunk választott automatizált körforgó állványos raktározási rendszer, mely alkalmas az összeszereléshez szükséges alkatrészek tárolására.

Amint a legyártott dugattyúk, valamint a szereléshez szükséges alkatrészek bekerülnek a raktárba, a beérkeztető kapu leolvasója regisztrálja a belépő egységakományokat. A közbenső raktárba belépő alkatrészek nyomon követése a beléptetéstől folyamatosan biztosított. A leolvasott információk alapján történik az egységakományok betárolása a közbenső raktár megfelelő rekeszébe. Az összeszerelő üzemből érkező igény alapján történik a közbenső raktárból a szereléshez szükséges alkatrészek kitarolása és kommissiózása. Az alkatrészek összegyűjtésének időszükséglete az automatizált közbenső raktár révén minimálisra csökkenthető. A szereléshez szükséges alkatrészek igény vezérelt kiszállítását önvezérelt targoncák valósítják meg. Az összeszerelő üzembe való beszállítás így a JIT-elvnek megfelelően valósulhat meg.

5.2. Önvezető targoncák

A munkáltatók álma olyan munkatársak alkalmazása, akik nem betegek, nem fáradtak, és a teljes munkaidőt végigdolgozzák. Az okos gyárakban költséghatékonyan működő logisztikai berendezésekre van szükség, mivel a kiszámíthatóság és gyorsaság elengedhetetlen tényezői a JIT-elv megvalósításának és a piaci versenyképesség megőrzésének.

Az önvezető targoncák tökéletesen megfelelőek erre a célra, mivel vezető nélkül is képesek működni. Az irányító rendszerrel való folyamatos kommunikáció lehetővé teszi a pontos, menetrendszerű indulást és a megbízható szállítást. Ezek a szállítóegységek előre megtervezett útvonalakon közlekednek és a folyamatos kommunikáció révén a feladatok valós idejű ütemezése és végrehajtása, valamint a működés során felmerült hibák kiküszöbölése a legrövidebb idő alatt megvalósítható.

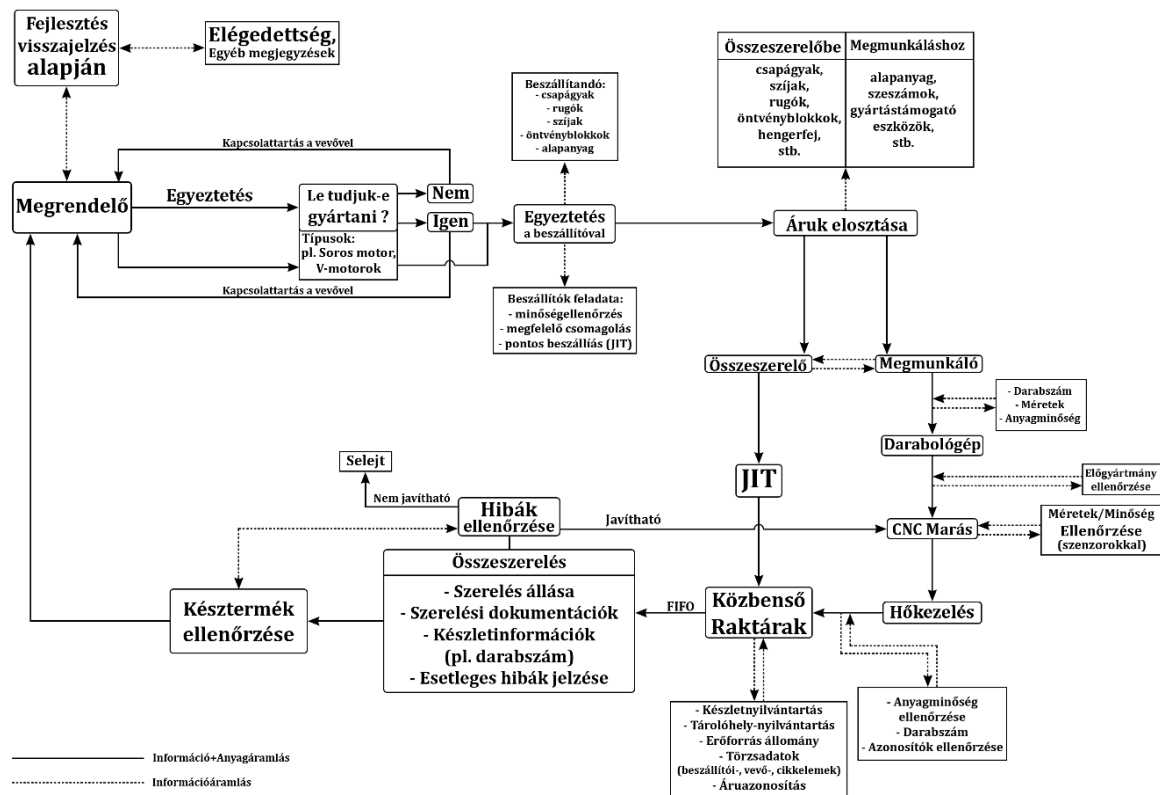
5.3. A mintagyár anyag- és információ áramlása

A 3. ábrán bemutatott okos mintagyár gyártási és szerelési folyamatainak gazdaságos megvalósításához elengedhetetlen az anyag- és információáramlási folyamatok optimális kialakítása (5. ábra).

Az 5. ábra szemlélteti az okos mintagyárunk anyag- és információáramlási folyamatait, melyek optimális kialakítása a termelő rendszer költséghatékony működésének előfeltétele.

Az okos mintagyárunk esetén a dugattyú gyártása és a motorblokk összeszerelése során jelentkező anyagmozgatási feladatok optimális megvalósításához elengedhetetlen az információ áramlási folyamatok megfelelő kialakítása, az adatgyűjtés, az adatátvitel és adatfeldolgozás valós idejű megvalósítása. Az elfogadott vevői megrendelések alapján történik a dugattyú gyártásához és a motorblokk összeszereléséhez szükséges alkatrészek beszerzése a beszállítóktól. Az optimális beszerzési folyamat feltételezi a megfelelő információ áramlást a vevők és a mintagyár, valamint a mintagyár és a beszállítók között.

A beszállítást követően az alkatrészek, majd a gyártási folyamatban és az összeszerelés során a félkész termékek nyomon követése folyamatosan biztosított a megfelelő IoT eszközök alkalmazása révén.



5. ábra Anyag- és információ áramlás a mintagyárban [saját szerkesztés]

Az automatizált raktározási és anyagmozgató rendszer révén az anyagáramlási folyamatok megvalósításához szükséges információk folyamatosan rendelkezésre állnak, az irányításhoz szükséges döntések valós időben meghozhatók, szükség esetén korrigálhatók. Az Ipar 4.0 technológia alkalmazása lehetővé teszi a JIT-elvek alkalmazását az alkatrészek beszállítása, valamint a motorblokkok vevőkhöz történő kiszállítása során.

6. Összefoglalás

A tanulmányban áttekintettük, milyen gazdasági előnyöket nyújt a negyedik ipari forradalom az iparvállalatok számára. Az Ipar 4.0 technológiák alkalmazása leginkább az okos gyárakban figyelhető meg, ezért egy okos mintagyár koncepciójának kidolgozását tűztük ki célul. A mintagyár termelési folyamatainak lehatárolását követően az Ipar 4.0 technológiát alkalmazó logisztikai rendszer kialakítását jelöltük ki feladatként.

A kialakított logisztikai rendszer önvezető targoncák, automatizált raktározási rendszer és automatizált anyagmozgató berendezések alkalmazásával biztosítja az igény vezérelt anyagmozgató feladatok valós idejű végrehajtását. Ehhez azonban elengedhetetlen az információáramlás optimális kialakítása, melyre vonatkozó koncepciónk ismertetése része a tanulmánynak.

7. Köszönetnyilvánítás

A cikkben/előadásban/tanulmányban 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.

Felhasznált irodalom

- [1] Bányai T., Bányainé Tóth Á., Illés B., Tamás P. Ipar 4.0 és logisztika. Miskolci Egyetem, 2019. ISBN 9789633581827
- [2] Fehér N.: Ipar 4.0 - Logisztika 4.0, <https://cashflownavigator.hu/files/Logisztika-4pontnulla.pdf> Letöltve: 2020.07.15.
- [3] Mondovics J. (2017): A gyártás és a disztribúció összhangtalansága. <https://logisztika.com/a-gyartas-es-a-disztribucio-osszhangtalansaga/> Letöltve: 2020.07.15.
- [4] Matyi, H., Veres, P., Bányai, T., Demin, V., Tamás, P. Digitalization in Industry 4.0: the role of mobile devices. *Journal of Production Engineering* 2020, 23(1):75-78. <http://doi.org/10.24867/JPE-2020-01-075>
- [5] Két Molnár Autó: Dugattyú, avagy a motor szíve <https://ketmolnarauto.hu/kozvetetel/dugattyu-avagy-a-motor-szive> Letöltve: 2020.07.15.
- [6] Miben térnek el a kollaboratív robotok a hagyományos ipari robotoktól? <https://www.cnc.hu/2017/02/miben-ternek-el-a-kollaborativ-robotok-a-hagyomanyos-ipari-robotoktol/> Letöltve: 2020.07.15.
- [7] Strandhagen, J.O., Vallandingham, L.R., Fragapane, G., Strandhagen, J.W., Stangeland, A.B.H., Sharma, N. Logistics 4.0 and emerging sustainable business models. *Advances in Manufacturing* 2017, 5(4):359-369. <https://doi.org/10.1007/s40436-017-0198-1>