

IPAR 4.0 ÉRETTSÉG MEGHATÁROZÁSÁNAK MÓDSZEREI

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: altilles@uni-miskolc.hu

Tamás Péter

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

Skapinyecz Róbert

adjunktus, Miskolci Egyetem, Logisztikai Intézet
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: altskapi@uni-miskolc.hu

Absztrakt

Napjainkban a vállalatok egyre fokozódó ütemben kezdik megvalósítani az úgynevezett Ipar 4.0 koncepcióra épülő fejlesztéseket a termelési, valamint a logisztikai rendszereik vonatkozásában. Ezt egyrészt kikényszeríti a piaci verseny is, ugyanakkor sok esetben a fő hajtóerőt az a felismerés jelenti, hogy az Ipar 4.0 megoldásainak alkalmazásával az automatizálás egy ténylegesen magasabb szintje érhető el, számottevő költségmegtakarítás elérése mellett.

Ugyanakkor problémaként jelentkezik, hogy az egyes vállalatok eltérő fejlettségi szintről indulnak, amit tovább bonyolítanak az eltérő iparági sajátosságok. Ebből kifolyólag nagy haszna lehet egy olyan módszertan kialakításának, amely segítséget nyújthat az egyes szereplők számára az adott Ipar 4.0 fejlesztések megvalósíthatóságához szükséges fejlettségi szint meghatározásához. A publikáció célja, hogy részben lefedtesse az elméleti alapokat egy ilyen jellegű vizsgálati eszköz kialakításához.

Kulcsszavak: Ipar 4.0, lean, digitalizáció, autonómia

Abstract

Nowadays, companies are starting to implement developments in their production and logistics systems based on the so-called Industry 4.0 concept at an increasing pace. On the one hand, this is also forced by market competition, but in many cases the main driving force is the realization that with the use of Industry 4.0 solutions, a truly higher level of automation can be achieved with significant cost savings.

At the same time, it is a problem that individual companies start from different levels of development, which is further complicated by different industry characteristics. Therefore, it can be of great benefit to develop a methodology that can help each actor to determine the level of development required to make a particular Industry 4.0 development feasible. The aim of the publication is to partially lay down the theoretical foundations for the creation of such a research tool.

Keywords: Industry 4.0, lean, digitalization, autonomy

1. Az Ipar 4.0 érettség meghatározásának jelentősége

Napjainkban a gazdaság szinte minden területén megfigyelhető az Ipar 4.0 koncepció alkalmazásának terjedése. Ennek egyik elsődleges oka, hogy gazdasági szempontból nézve az Ipar 4.0 alkalmazása lehetővé teszi az egyedi vevői igények kielégítését a tömeggyártásra jellemző termelési költségek mellett [1]. Az, hogy ez lehetséges, természetesen a koncepció mögött álló új technológiák együttes alkalmazásának köszönhető, amelyek közül is kiemelendő az úgynevezett kiber-fizikai rendszerek létrehozása és a nagy adatelemzésben („big data”) rejlő lehetőségek kiaknázása [2]. Főleg az előbbi rendszerek létrehozásában játszik óriási szerepet az automatizálás és a korszerű mesterséges-intelligencia alkalmazások felhasználása, míg a nagy adatelemzés lehetővé teszi, hogy az így létrejött rendszerekből gyűjtött adatok újszerű felhasználásával – nem ritkán szintén a mesterséges intelligencia eszközeire támaszkodva – korábban ismeretlen összefüggésekre lehessen fényt deríteni. Az utóbbi összefüggések feltárása különösen nagy szerepet játszhat a hatékonyság növelésében, többek között például soha nem látott pontossággal válnak előre jelezhetővé a berendezések meghibásodásai és a termékhibák [3], de például eddig elérhetetlen pontossággal válhatnak előre jelezhetővé a vevői igények változásai is.

Nem véletlen tehát, hogy az Ipar 4.0 koncepció alkalmazása már eddig is óriási hatással volt mind a logisztika, mind pedig a termelés területére [4]. Ebből kifolyólag egy ideje már megjelent az igény arra is, hogy olyan modellek kerüljenek kidolgozásra, amelyek segíthetnek az úgynevezett „Ipar 4.0 érettség” meghatározásában egy adott szervezetre vonatkozólag. Itt lényeges meghatározni, hogy az érettségi modellek a szervezetnek vagy a folyamatnak a fejlesztés során aktuálisan elért érettségét mérik egy bizonyos célállapothoz képest. Beszélünk úgynevezett felkészültségi modellekről is, ezek célja a kiinduló állapot rögzítése, ami lehetővé teszi a fejlesztési folyamat elindítását. Néhány jellegzetes érettségi és felkészültségi modellt foglal össze a soron következő 1. táblázat [5]:

1. táblázat. Létező Ipar 4.0 felkészültségi és érettségi modellek áttekintése (értékelési modellek) [5]

Modell neve	Intézmény/forrás	Értékelési megközelítés
IMPULS – Ipar 4.0 felkészültség (2015)	VDMA, RWTH Aachen, IW consult	Értékelés 6 dimenzióban, amely 18 egységet foglal magában, amely a felkészültséget mutatja 5 szinten.
Felhatalmazás és végrehajtási stratégia az Ipar 4.0-hoz (2016)	Lanza	Az Ipar 4.0 érettségének értékelése gyors ellenőrzésként és a megvalósítási folyamatmodell részeként
Ipar 4.0 / Digitális műveletek önértékelés (2016)	Pricewaterhouse Coopers	Online önértékelés 6 dimenzióban; középpontban a digitális érettség 4 szinten
A kapcsolt vállalat érettségi modellje (2014)	Rockwell Automaton	Az érettségi modell az Ipar 4.0 megvalósításának ötfokú megközelítése részeként; technológiaszempontú értékelés 4 dimenzióban
Schumacher (2016)	TU Wien, Fraunhofer Austria	Értékelés 9 dimenzióban. További részletek 62 érettségi egységben
ACATECH Schuh (2017)	acatech – National Academy of Science and Engineering	Értékelés 6 dimenzióban ami 18 területen van tovább részletezve és az érettségi szintet mutatja 6 szinten
SIMMI 4.0 (2016)	TU Dresden	Értékelés 4 dimenzióban. Az érettségi szintet mutatja 5 szinten

2. A kialakítandó módszert jellemző alapvető szempontok meghatározása

Az előbbiekből egyértelműen kiderült, hogy az Ipar 4.0 érettség értékelés szempontjából fontos az előfeltételek megléte. Ebben a fejezetben ezért a célunk egy olyan módszer alapvető jellemzőinek a meghatározása, amely egy folyamat vagy szervezet esetében jól használható mind az Ipar 4.0 felkészültség, mind pedig az érettség meghatározására. Ez azt is jelenti, hogy a módszernek alkalmazhatónak kell lennie mind a felkészülési folyamat megkezdése előtti úgynevezett felkészültségi értékelésre, mind pedig a felkészülési folyamat közbeni állapot megragadására (ez utóbbi az érettségi értékelés). A módszer kialakításánál továbbá figyelembe kell venni az alábbi általános célokat és megállapításokat is:

- Az értékelés szempontjából a termelési folyamatokra kell helyezni a hangsúlyt. Digitális adatgyűjtés és feldolgozás nem termeléshez kapcsolódó területekről ugyan nem jelent szigorúan vett Ipar 4.0 alkalmazást, de az ott alkalmazott megoldások és tapasztalatok jó kiinduló alapot jelenthetnek annak megvalósításához.
- Elsősorban meg kell teremteni egy működő vállalatirányítási rendszer előfeltételeit. Ehhez szükséges egy valamilyen működő vállalatirányítási vagy menedzsment rendszer megléte. Ez biztosítja az alapvető integritást és a szabályozott működést. A folyamatoknak szabályozottnak és megismételhetőnek kell lenniük.
- A folyamatokat egyszerűsíteni kell és átláthatóvá kell tenni. Ehhez ismerni és használni kell a lean alapelveit, amely szükséges ahhoz, hogy a fellépő veszteségeket azonosítani tudjunk és rendszerezetten tudjunk dolgozni azok csökkentésén.
- A meghatározott és megismételhető folyamatokat stabilizálni kell és folyamatosan javítani. Ehhez szükséges különböző statisztikai módszerek alkalmazása, amelyek segítségével képességvizsgálatokat és folyamatszabályozást tudunk végezni. Eredményeket tudunk kiértékelni és trendeket meghatározni.
- Az adatgyűjtés digitális formája segíti a későbbi adatfeldolgozást. Megteremti a gyors és hatékony adatfeldolgozás lehetőségét.
- A vállalon belüli számítógépes hálózat az adatok gyűjtését, áramlását, tárolását, feldolgozását gyorsítja, segíti. Az adatok tárolását, feldolgozását, az azokhoz való hozzáférést rendszergazdai szinten kell kezelni. Ehhez megfelelő tárolókapacitás és informatikai infrastruktúra szükséges. Mindemellett megfelelő felhasználói jogosultságkezelést kell biztosítani.
- Egy vállaltirányítási szoftver használata mind a vállalat vezetése szempontjából fontos, mind a folyamatok hatékonyságát nagyban növelheti. Minél több folyamatra terjed ki, annál magasabb szintű integrációt valósít meg.
- A képességek egy magasabb szintjét jelenti, ha rendelkezésre áll szoftverfejlesztési képesség, szakértelem a vállalon belül. Ezzel biztosítani lehet a gyűjthető és gyűjtendő adatok rendszerezett formában történő tárolását és hatékony feldolgozását. A felhasználói szoftverhasználattól a testre szabott szoftveres adatfeldolgozás lehetőségét teremti meg.
- Az automatikus adatgyűjtéshez és a termelő eszközök hatékony irányításához szükség van ipari automatizálási képességre. Ez megteremti a hálózatra kapcsolt termelőeszközök széles körű kiterjesztésének lehetőségét a vállalon belül, amely megnyitja az utat különböző termelésirányítási szoftverek hatékony alkalmazása felé.

A rendszer akkor lép Ipar 4.0 szintre, ha mindezek eredőjeként létrejön a termelési folyamat egy digitálisan leképezett ikerpárja. Ez egy olyan rendszer, amely a meghatározott adatokat valós időben gyűjti és dolgozza fel. A feldolgozást különböző algoritmusok végzik automatikusan és az ezek ered-

ményeként megszületett döntések a rendszer fizikai valójában ténylegesen végrehajtnak automatikusan. Ekkor már autonóm rendszerről beszélünk és elértük az Ipar 4.0 szintjét. Ezzel összefüggésben ugyanakkor fontos megállapítani a horizontális és a vertikális integráció szintjét is, amely képet ad az Ipar 4.0 alkalmazás terjedelméről és mélységéről a vállalaton belül.

Az Ipar 4.0 felkészültséget az alábbi szempontrendszer szerint értékelhetjük. Minél több feltétele teljesül a feltételrendszernek, annál magasabb a vállalat Ipar 4.0 érettségi szintje. Az egyes szempontok mellé mérőszámokat és súlyozást lehet meghatározni, amely az értékelést segíti. A javasolt szempontrendszer felépítése az előzőekben ismertetett célok és megállapítások figyelembevételével tehát a következő:

- Vállalatirányítási rendszer - Menedzsment rendszer
 - Bevezetett és működő rendszer pl. ISO 9000 szerint
- Lean alapelvek alkalmazása
 - Folyamatos fejlesztés
- Statisztikai módszerek alkalmazása (pl. statisztikai folyamatszabályozás)
- Rendszerezett digitális adatgyűjtés és feldolgozás
- Vállalaton belüli számítástechnikai hálózat
 - Rendszergazda
 - Felhasználói jogosultságmenedzsment
 - Tárolókapacitás (szerver)
 - Egyéb informatikai infrastruktúra
- Vállalatirányítási szoftver használata (pl. SAP)
 - Folyamatok lefedettsége
- Magas szintű informatikai szakértelem
 - Szoftverfejlesztési képesség
- Magas szintű mechatronikai szakértelem
 - PLC programozás és ipari vezérléstechnika
 - Ipari automatizálás
- Hálózatra kötött termelő berendezések
 - Termelési adatok automatikus gyűjtése
- Gyártásirányítási szoftver használata (pl. MES)
- Digitális iker
 - Valós idejű adatgyűjtés
 - A gyűjtött adatok automatikus feldolgozását végző algoritmusok
 - Az adatfeldolgozás eredményeként megszületett döntések automatikusan végrehajtnak a valóságban
 - Horizontális és vertikális integráció szintje

Az előbbieken lefektetett szempontrendszer egy ezzel társuló megfelelő súlyozási eljárással tehát már alkalmas lehet arra, hogy kiindulási alapot biztosítson a megvalósítani kívánt általános módszertan kialakításához.

3. Összefoglalás és a jövőbeni kutatási irányok felvázolása

A publikációban bemutatásra került az Ipar 4.0 koncepció jelentősége a termelés és a logisztika területein. Ebből egyértelműen kiderült az is, hogy napjainkban egy szervezet vagy folyamat szempontjából meghatározó jelentősé van az Ipar 4.0 felkészültség és érettség meghatározásának. Ezzel összhangban felsorolásra került néhány jellegzetes, az előbbieket meghatározására szolgáló modell is, azok meghatározó jellemzőivel egyetemben.

A publikáció második részében összefoglaltuk azokat a célokat és megállapításokat, amiket figyelembe kell venni ahhoz, hogy meg tudjunk határozni egy önálló szempontrendszer, amely kiinduló alapja lehet egy eddig még nem létező értékelési módszer kialakításának. Az új módszer létrehozásával a célunk az lenne, hogy egy általánosan használható eszközt biztosítsunk a szervezetek számára, amely egyaránt használható mind az Ipar 4.0 felkészültség, mind pedig az érettség meghatározására egy tetszőleges környezetben, beleértve a logisztikai alkalmazásokat is.

A jövőbeni lehetséges kutatási irányoknak egyrészt tehát fókuszálnia kell a módszer alapvető lépéseinek meghatározására, ami értelemszerűen lehetővé teszi majd a részletesebb eljárások kidolgozását. Másrészt fontos kutatási cél lehet az is, hogy pontosan meghatározzuk a lehetséges felhasználói köröket, ami további segítséget jelenthet a kialakítandó eljárások pontos specifikációjához. Ezeknek a kutatási irányoknak a bemutatását további publikációk keretében tervezzük megvalósítani.

4. 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] Tamás, P.: *Application of value stream mapping at flexible manufacturing systems Key Engineering Materials*, 686 pp. 168-173.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.686.168>
- [2] Mayer, V., Cukier, K.: *Big Data, A revolution that will transform how we live, work, and think*, Houghton Mifflin Harcourt, 2013, ISBN 978-0-544-00269-2
- [3] Illés, B., et al.: *New challenges for quality assurance of manufacturing processes in industry 4.0*, Solid State Phenomena, Vol. 261., Trans Tech Publications Ltd, 2017.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.261.481>
- [4] Bányai, T., Petrillo, A., De Felice, F.: *Industry 4.0 – impact on intelligent logistics and manufacturing*, 1st ed. London: Intech Open; 2020. <https://doi.org/10.5772/intechopen.76554>
- [5] Colli, M., et al.: *Contextualizing the outcome of a maturity assessment for Industry 4.0*, IFAC-Papers Online, 51.11 (2018) pp. 1347-1352. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.343>