

AZ IPAR 4.0 AZ ERP-ÖKOSZISZTÉMÁK PERSPEKTÍVÁJÁBÓL

THE INDUSTRY 4.0 IN THE PERSPECTIVE OF THE ERP ECOSYSTEMS

A tanulmány vizsgálatának középpontjában a nagy ERP-szállító vállalatok és a rendszereket testre szabó partnereik állnak. Azt kívánja körüljárni, hogy e cégek milyen ipari digitalizációs megoldásokkal, eszközökkel, módszerekkel rendelkeznek, hogyan segítik velük elő az Ipar 4.0 transzformációt. A cikk arra is kitér, hogy az Ipar 4.0 terén bekövetkező átalakulások milyen hatásokat gyakorolnak ezekre a vállalatokra. Az ERP-ökoszisztémák vizsgálata azért is különleges, mert az Ipar 4.0 indirekt módon hat rájuk. Az ERP-szállítóknak és partnereiknek azon vállalatok igényeit kell kielégíteniük, akik idővel adaptálni fogják az Ipar 4.0 elveit. Mindezt csak úgy tudják megtenni, ha proaktívan, időben tisztába jönnek egy potenciális új technológia vagy trend megjelenésével és felkészülnek azok alkalmazására.

Kulcsszavak: Ipar 4.0, ERP (Integrált Vállalatirányítási Rendszer), SAP, HANA, Leonardo Platform

The purpose of this study is to demonstrate how ERP vendors support industrial digitalization solutions and what impact Industry 4.0 has on these companies. What kind of specific tools, solutions and methods can assist an ERP vendor in Industry 4.0 transformation? The investigation of ERP companies is special, because Industry 4.0 affects these companies indirectly. They need to satisfy the demands of the companies that are ready to adapt Industry 4.0 principles. They need to be prepared in advance for the emergence of a new technology or trend, so that they can serve companies that want to use them. Major ERP vendors serve manufacturing companies by combining their key solutions with their ecosystem partner's software, hardware, and service solutions. We can hear and read a lot about market-leading ERP vendors, but not the partners. Partners play a key role in the effective operation of the ERP ecosystem, from system implementation to maintenance.

Keywords: Industry 4.0, ERP (Enterprise Resource Planning), SAP, HANA, Leonardo Platform

Finanszírozás/Funding:

A kutatást az EFOP-3.6.2-16-2017-00007 azonosító számú, Az intelligens, fenntartható és inkluzív társadalom fejlesztésének aspektusai: társadalmi, technológiai, innovációs hálózatok a foglalkoztatásban és a digitális gazdaságban című projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap és Magyarország költségvetése társfinanszírozásában valósul meg.

The research was supported by project EFOP-3.6.2-16-2017-00007 Aspects of developing a smart, sustainable and inclusive society: social, technological, innovative networks in employment and the digital economy.

The project is funded by the European Union and co-financed by the European Social Fund and the budget of Hungary.

Szerzők/Authors:

Dr. Ternai Katalin, egyetemi docens, Budapesti Corvinus Egyetem, (katalin.ternai@uni-corvinus.hu)

A cikk beérkezett: 2019. 07. 01-én, javítva: 2019. 09. 23-án, elfogadva: 2020. 05. 11-én.

This article was received: 01. 07. 2019, revised: 23. 09. 2019, accepted: 11. 05. 2020.

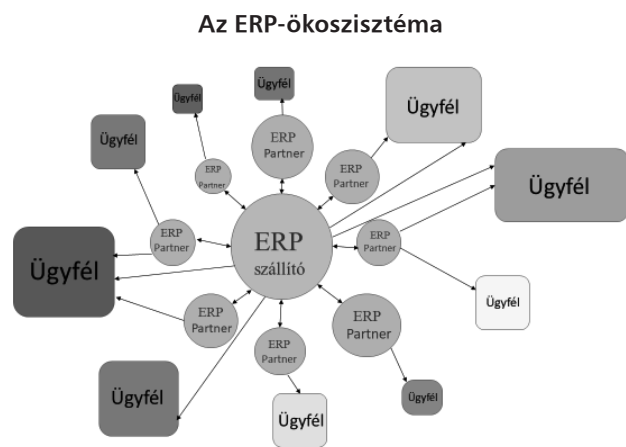
Jelen tanulmány célja annak bemutatása, hogy hogyan támogatják az ERP (Enterprise Resource Planning – magyarul: Integrált Vállalatirányítási Rendszer) szállító vállalatok az ipari digitalizációs megoldásokat, illetve milyen hatással van az Ipar 4.0 (I4.0) ezekre a vállalatokra. Milyen konkrét eszközökkel, megoldásokkal, módszerekkel segítheti az I4.0 transzformációt egy integrált vállalatirányítási rendszereket szállító vállalat? Arra, hogy

a vállalatok mennyire felkészültek az I4.0 technológiák adaptálására, több elemzést is készítettek (Demeter, Losonci, Nagy, & Horváth, 2019; Losonci, Takács, & Demeter, 2019), azonban az ERP-szállítók perspektíváját eddig alig vizsgálták. Az ERP-szállító vállalatok vizsgálata azért is különleges, mivel az I4.0 ezekre a vállalatokra indirekt módon hat. Azoknak a vállalatoknak az igényeit kell kielégíteniük, amelyek készek az I4.0 elveinek adaptálására.

ra. Egy új technológia vagy trend megjelenésére előre fel kell készülniük, hogy időben ki tudják szolgálni az ezeket igénybe venni kívánó vállalatokat. A centrális felépítésű ERP-rendszerekkel kapcsolatban az is kérdés lehet, hogy egyáltalán van-e jövőjük az I4.0 decentralizált világában.

A jelentősebb ERP-szállító vállalatok legfontosabb megoldásai és az ökoszisztéma-partnerek szoftver-, hardver- és szolgáltatási megoldásai egyesítésével szolgálják ki a termék-előállító vállalkozásokat. A piacvezető ERP-szállítókról sokat lehet hallani, olvasni, ez azonban nem mondható el a partnerekről. A partnerek kiemelt szerepet töltenek be egy ERP-ökoszisztéma hatékony működésében a rendszerbevezetéstől kezdve a karbantartásig. Amellett, hogy az ERP-szállítók nagyobb digitalizációs projekteket maguk is vállalnak, a partnerek tevékenysége jelentős licen bevételt jelent számukra. A partnerek pedig különböző kereskedelmi, marketing-, oktatási és egyéb szolgáltatásokhoz juthatnak (1. ábra).

1. ábra



Forrás: saját szerkesztés

A kutatási kérdések megválaszolásához a szakirodalom mellett három különböző vállalatnál készített interjú tapasztalatait használtam fel. Az SAP AG (továbbiakban SAP) céget mint piacvezető ERP-szállítót mutatom be a tanulmányban. Az eset jól illusztrálja, hogy milyen jelentős előrelátásra, felkészülésre, befektetésekre, fejlesztésekre, termékbővítésre van szükség egy ilyen mértékű, forradalminak nevezhető technológiaváltáshoz. A kutatásba bevont második vállalat egy nagyvállalati szektorban tevékenykedő SAP-partner. A harmadik vállalatnak kisvállalatok az ügyfelei. Azért fontos ez, mert a kis-, és középvállalkozásokat (KKV) sem kerüli el az I4.0, viszont ebben a szektorban még sokan nem rendelkeznek ERP-rendszerrel sem. A két partnervállalattal kapcsolatban elsősorban azt vizsgáltam, hogy hogyan befolyásolja az I4.0 a tevékenységeiket, milyen I4.0 projektjeik vannak és hogyan hasznosítják ezeket a megoldásokat.

A tanulmány felépítése a következő: az irodalmi áttekintésben elsőként az I4.0 kialakulását, technológiáit mutatom be. Ezt követően egy fejezet vizsgálja az I4.0 hatását az ERP-rendszerekre, illetve az ERP-rendszerek helyét és szerepét az I4.0 környezetben.

A következő fejezetben a kutatómódszertant ismertetem, majd az esettanulmányok következnek. Végül az eredményeket összegzem.

Az Ipar 4.0

Az I4.0 alapjai Németországból indultak ki, a német kormány által kezdeményezett iparkorszerűsítést célzó tervet a „High-Tech Strategy 2020 Action Plan” stratégiájából nőtt ki magát – a munkában az SAP is aktívan részt vállalt. A gyártás és a termelés folyamatainak újragondolása volt a terv, amiből egy egész forradalom bontakozott ki (Hermann, Pentek & Otto, 2016). A vezető ipari országok nemzeti stratégiájában is kiemelt hangsúlyt kapott az I4.0 – ld. “Made in China 2025” (Kenedy, 2015), “Industrial Internet” az USA-ban (US-Industry 4.0, 2015), és Németország törekvéseit (National Initiative, 2015; Eisert, 2014; Perspective, 2015).

Több tanulmány szerint is a negyedik ipari forradalom napjait éljük (Monostori, 2014; KPMG, 2016; PwC, 2016; Nagy, 2019). A korábbi termelési rendszerek már nem tartózkodnak fenn sokáig, hiszen tartós környezeti károkhoz (klímaváltozás) vezetnek, túl sok nem-megújuló energiaforrást emésztnek fel, továbbá az öregedő társadalmak miatt fel kell készülni a munkaerő létszámának csökkenésére is (Wang, Wan, Li & Zhang, 2016). Ez utóbbi kiváltására a robotok és az automatizáció régóta létezik. Az internet viszont – ezek hálózatba kötésével – forradalmasítja a folyamatszervezést. Az I4.0 megvalósulásához a teljes gyártási folyamatról – a folyamatokról, az alapanyagokról, a félkész termékekről és az emberekről is – adatokat kell gyűjteni. A cél, hogy ezekből az adatokból felépíthető legyen egy gyár egyszerűsített, valós idejű modellje. Ez a digitalizáció alapja. Az amerikai megközelítés inkább a termékek, a berendezések digitális funkcióira koncentrál, míg a német szemlélet szerint az I4.0 a gyártás digitalizációjáról szól. Utóbbi szerint nemcsak a gyár, hanem az egész beszállítói értéklánc digitálisan kommunikál egymással, így sokkal hatékonyabb módon lehet megszervezni a termelést, gyorsabban lehet beavatkozni a folyamatokba.

A magyar kormány kezdeményezésével indult el az Ipar 4.0 technológiai platform megalakítása, amit a Magyar Nemzetgazdasági Minisztérium a Magyar Tudományos Akadémiával együtt készített német minta alapján. A platform célja a magyarországi I4.0 stratégia kialakítása, majd a végrehajtás koordinálása. Ebben a programban az állami és tudományos szféra szereplőin túl különböző gyártó- és szolgáltatóvállalatoktól érkező szakemberek is részt vesznek, mint például az SAP. A platformtagok az állam számára elkészítették az „Ipar 4.0 iparfejlesztési stratégia” elnevezésű dokumentációt. Ez a stratégia határozza meg a platform eddigi működését, illetve tartalmaz minden olyan, az I4.0-val kapcsolatos információt, ami a mai magyar vállalatokra vonatkozik.

Az I4.0 egy olyan koncepció, amely az új kihívásokra ad válaszokat, elsősorban az ipari folyamatok teljes digitalizálásával. A fizikai gépek és tárgyak egy információs hálózatba integrálódnak, a gazdaság pedig egyetlen intelligens információs rendszerbe kapcsolódik. Nem csak

technológiai térhódításról van szó, hanem az üzleti folyamatok paradigmaváltásáról is. A technológiai fejlődésnek nagy jelentősége van, az I4.0 középpontjában pedig azok a jelentős új potenciálok és lehetőségek állnak, melyek ezekhez a technológiai előrelépésekhez kötődnek.

Az I4.0 az „Internet of Things and Services” (IoT/ IoS) gyártási környezetbe való bevonásával egy teljesen újszerű ipar képét vázolja fel (Acatech, 2013.). Az IoT valójában a rendszerek, gépek és eszközök közös hálózatra kapcsolásával jön létre. Lehetővé válik a gépek számára, hogy emberi beavatkozás nélkül, valós időben kommunikáljanak egymással, úgynevezett „Machine to Machine” (M2M) kommunikációt használva. Az I4.0 vállalat számára az egyik legnagyobb értéket a rendszerei és eszközei között zajló folyamatos kommunikációból kinyerhető valós idejű adatok (Big Data) jelentik.

A gyártósorokra felszerelt szenzorok generálják az adatokat, amelyek jelentéseket adhatnak, információkat közölhetnek környezetükkel a gyártási vagy logisztikai folyamatok során, mind saját, mind pedig a készülőben lévő termék állapotáról. Ennek az új képességnek az az alapja, hogy minden szenzor és minden termék saját, egyedi azonosítóval rendelkezik és ezek alapján beazonosítható. A termékről és a gyártásról végig a teljes értékteremtési folyamat alatt információ gyűlik mind a vállalat egészére, mind a folyamatokra külön-külön, és mind a termékre vonatkozóan. A folyamatok során keletkezett adatokat „felhőbe” (cloud) tárolják, ami egy hálózaton kialakított, azon belül bárholnan elérhető adattárolási rendszer. A felhőből elérhető adatok képezik alapját az olyan elemzéseknek, amelyek hozzájárulhatnak a folyamatok stabilizációjához, optimalizálásához, fejlesztéséhez. A gyártási folyamatba kapcsolt rendszerek integráltsága, illetve az információtechnológiai (IT) eszközök és a fizikai/termelési rendszerek ilyen mértékű összekapcsolódása olyan összetett kiber-fizikai rendszert (Cyber-physical system, CPS) eredményez, amelynek köszönhetően valós időben irányítható a termelés, és a rendszerek is képesek egymást felügyelni, optimalizálni, fejleszteni és egymással összehangoltan termelni (Nagy, 2017). A Siemens ambergi elektronikus vezérlőegységeket gyártó gyárában például maguk az elkészülésre váró termékek irányítják a termelést, a munkafolyamatok sorozatát. A termékekhez tartozó termékkód segítségével folytatnak kommunikációt az őket előállító gépekkel arról, hogy éppen milyen műveletre van szükségük. A Siemens ezen üzemében naponta 50 millió folyamat információt tárolják el a központi rendszerben. Ezek alapján pedig egy egyedi szoftverre bízzák a gyártási szabályok és folyamatok meghatározását. Ebben az „okos gyárban” a munkának mindössze 25%-át végzik emberek, akik a gépek üzemeltetéséért, karbantartásáért és fejlesztéséért, valamint a gyár tisztántartásáért felelősek (IFUA Horváth & Partners, 2017).

A negyedik ipari forradalom egyik legnagyobb vívmánya, hogy az automatizációt egy sokkal magasabb szintre emeli, mint ahogy eddig megismertük. Már nemcsak a mechanikus és algoritmizálható feladatok kerülhetnek gépi irányítás alá, hanem a komplexebb elemzések, az önálló működés és a működésoptimalizálás is megvalósul-

hat. A megjelenő mesterséges intelligencia az iparban a big data analitikára épülő magasabb szintű gépi tanulás révén fejlődik (Kovács, 2017).

ERP az I4.0-ban, I4.0 az ERP-ben

Arra, hogy a vállalatok mennyire felkészültek az I4.0 technológiák adaptálására, több elemzést is készítettek, azonban az ERP (Enterprise Resource Planning – magyarul: Integrált Vállalatirányítási Rendszer) szállítók perspektíváját eddig alig vizsgálták. Különösen érdekes, hogyan oldható meg az I4.0 decentralizált infrastruktúra és az ERP központi adatbázisához kapcsolódó üzleti megoldások illesztése.

Az I4.0 forradalminak nevezhető kihívásai jelentős háttal vannak a vállalatokra, illetve a korszerű vállalatok működését támogató integrált informatikai rendszerekre. Az alapvető igény az összes releváns információ valós idejű rendelkezésre állása, ami feltételezi azt, hogy az értéklánc objektumai hálózatba legyenek kapcsolva, valamint azt a képességet, hogy ezekből az adatokból minden időpontban az optimális értékfolyam meghatározható legyen. Az emberek, objektumok és rendszerek összekötése révén olyan dinamikus, valós időben optimalizált, önszervező és a vállalatok között átívelő többletértéket termelő hálózatok jönnek létre, amelyek különböző kritériumok, pl. költség, rendelkezésre állás és erőforrás-felhasználás szerint optimalizálhatók. Az integrált vállalatirányítási rendszereknek kell az újabb és újabb kihívásokkal megbirkózniuk – új működési feltételek között kell értékteremtő módon támogatni az irányításban az új típusú innovatív vállalatokat. A kérdés az, hogy az új területek menedzselése hogyan integrálható a szervezet meglévő működésébe, és az azt támogató informatikai alkalmazásrendszerbe.

Josef Basl 2017-es kutatásában vizsgálta, hogy az I4.0-t használó vállalatokon belül mely rendszerek azok, amelyeknél bevezették az I4.0 technológiáit, valamint, hogy azokat milyen arányban vezették be, illetve tervezik bevezetni. A kutatást cseh vállalatokon végezte, mert európai viszonylatban ott a legnagyobb az ipar részesedése a teljes gazdasági termelésből. A felmérés eredményei nem állnak távol a vezető globális országok eredményeitől. A felmérésből az derült ki, hogy az ERP-rendszerekre van a legnagyobb hatással az I4.0 (80%) (Basl, 2017). A kulcs érintett rendszerfajták az ERP-rendszerek, azoknak is elsősorban a fizikai folyamatokhoz közeli részei, azaz a szállítmányozás, logisztika, gyártás, karbantartás, esetleg értékesítés. Kevésbé érinti az I4.0 a pénzügy-számvitel, kontrolling, beruházásmenedzsment, HR-folyamatokat. Az üzemirányítási rendszereket (manufacturing execution system) nagymértékben érinti az I4.0, hiszen ezek azok a rendszerek, amelyek létrejönnek, illetve átalakulnak a digitális technológiának köszönhetően.

Az I4.0 technológiákat a cégek ERP-rendszereikbe integrálják. Így legfőképp azoknak az iparban tevékenykedő vállalatoknak ajánlott az I4.0 bevezetése, amelyek felépítésüket tekintve elég strukturáltak ahhoz, hogy rendelkezzenek integrált vállalatirányítási rendszerrel, továbbá már kiépítettek egy megfelelő informatikai architektúrát, ami-

be könnyen lehet bekapcsolni az új megoldásokat. Ezeknek a cégeknek versenylőnyt biztosít ez az újgenerációs technológia (Basl, 2016).

Haddara és társa tette fel azt a kérdést, hogy az ERP-rendszerek képesek-e támogatni az „okos gyár” elképzeléseket (Haddara & Elragal, 2015). Szerintük ez a koncepció valós idejű, kétirányú kommunikációt igényel a gépek, folyamatok és termékek között. Amennyiben az ERP-rendszerek képesek támogatni az ilyen típusú kommunikációt, az ezen rendszerek új szintre emelkedését jelenti.

Porter és Heppelmann (2014) szerint is szorosan köthetnek az ERP-rendszerek és az I4.0 technológiák egymáshoz. Az ERP-szállítóknak gondoskodniuk kell az „okos” termékek integrálásáról és támogatásáról rendszereikben. Az ERP-rendszerek és az IoT integrálása globális igény, így nem meglepő, hogy a vezető ERP-szállítók: az SAP, Oracle és Microsoft 2015-ben már az első tíz IoT-szállító között volt (Microsoft 3.; SAP 8.; Oracle 10.) (IoT report, 2015). Egy 2017-es Gartner-felmérés alapján a Salesforce, SAP, Oracle és Microsoft már beépítettek fejlett mesterséges intelligencia (MI) technikákat is ERP-rendszereikbe az intelligens automatizálás érdekében (Cearley, Walker, & Andrews, 2017).

Az Oracle 2018-ban jelentette be az „Autonomous Database” szolgáltatását, amely a világ első autonóm adatközponti felhőmegoldása. További autonóm szolgáltatásokat is fejleszt olyan specifikus irányokban, mint a mobil alkalmazások és chatbotok, adatintegráció, blockchain, biztonság és menedzsment, illetve olyan adatközponti fejlesztéseket, mint az online tranzakciófeldolgozás (OLTP). A cég az „Oracle Cloud Platform” összes szolgáltatását autonóm – önvezérlő – funkciókkal vértette fel, már elérhetőek az „Oracle Autonomous Analytics Cloud”, az „Oracle Autonomous Integration Cloud” és az „Oracle Autonomous Visual Builder Cloud” szolgáltatások. Az új generációs platformszolgáltatások beépített mesterséges intelligenciát és gépi tanulási algoritmusokat alkalmaznak.

A Microsoft nagyvállalati szintű felhőalapú számítási platformja a Microsoft Azure. A nyílt és rugalmas platform a felhőszolgáltatások állandóan bővülő gyűjteménye, amely szabadságot biztosít alkalmazások létrehozásában, kezelésében és üzembe helyezésében nagyméretű, globális hálózat használatával.

Az I4.0 a fejlett technológiák használata arra, hogy digitalizálják azokat az ipari folyamatokat, amelyeken keresztül magas fokú hatékonyság, növekedés vagy akár új üzleti modellek kialakulása érhető el. Az üzleti folyamatokat már digitalizálták 10-20 évvel ezelőtt, amikor a vállalatirányítási rendszerek megjelentek. A cégek rendelkeznek ERP-rendszerekkel, ahol a pénzügy-számvitel, az anyaggazdálkodás, a gyártástervezés és ehhez kapcsolódó folyamatok és adatok integráltan megtalálhatók. Természetesen különböző vállalatok, különböző érettségi szinten rendelkeztek ilyen rendszerekkel. Ha még visszamegyünk az időben egy évtizedet, akkor abban az időszakban jelentek meg és terjedtek el széles körben az automatizált ipari technológiák, olyan gépek, amikben egy-egy munkafolya-

matot automatizálni képes programozható logikai vezérlők vannak. Azonban ez a két réteg – az ERP-rendszerek, valamint az automatizált gépek – hosszú éveken keresztül nem kapcsolódtak össze.

A fizikai gyártási folyamatnak van olyan szintje, ami jellemzően nincs benne az ERP-rendszerekben. Például a munkaerőváltás miatti gépsorleállítás, vagy a nem tervezett, illetve hibák miatti fennakadás. Ezeket az információkat ma már szenzorokkal és analitikai eszközökkel hatékonyan fel lehet dolgozni és az eredményeket meg lehet jeleníteni.

Az Autopro és az SAP Hungary közös kutatásából az derül ki, hogy a Magyarországon működő autóiipari vállalatok túlnyomó többsége (70%) már rendelkezik digitális jövőképpel, vagy hamarosan kidolgozza azt (12%). A megkérdezett cégek többsége használ ERP-rendszert, amellyel alapvetően elégedett is. A legerjedtebbek a standard megoldások, amelyek gyakran összekötöttesben állnak más, többnyire termelési, logisztikai, pénzügyi vagy controlling alrendszerekkel. Mind a vállalatirányítási rendszert nem használók körében, mind a digitális jövőképpel nem rendelkezők esetében is felülreprezentáltak a hazai tulajdonú vállalkozások. A digitális eszközök közül a legerjedtebb az e-számlázás (50%), gyakoriak a digitális termékek és szolgáltatások, valamint az elektronikus értékesítés is. Az I4.0 technológiák közül leginkább a robotizációt, a prediktív karbantartást, az IoT-t és a gépek közötti kommunikáció előnyeit használják a mindennapokban. A fejlett szenzor-technológia leginkább a termelésben és a logisztikában van jelen, de előfordul, hogy a minőségbiztosítás terén is alkalmazzzák (Autopro és SAP Hungary, 2018).

Kutatási kérdések és módszertan

Jelen tanulmány az alábbi kérdésekre keresi a választ:

- Az I4.0 decentralizált világában hol a helye az ERP-rendszereknek?
- Milyen konkrét eszközökkel, megoldásokkal, módszerekkel segítheti az I4.0 transzformációt egy integrált vállalatirányítási rendszereket szállító vállalat?
- Hogyan befolyásolja az I4.0 a partnercégek tevékenységeit, milyen I4.0 projektjeik vannak és hogyan hasznosítják ezeket a megoldásokat?

Az ERP-ökoszisztémákra fókuszálva három vállalatnál mélyinterjúk alapján készített esettanulmányokat mutatunk be. Bár ez nem tekinthető nagy tömegű, reprezentatív mintavételnek, a vállalati interjúk jól megválasztott vállalatoknál zajlottak. Az ERP-szállító vállalatokra az I4.0 indirekt módon hat, az általuk kiszolgált vállalatok igényein keresztül. A vállalatok kiválasztásánál fontos szempont volt, hogy az egyik a nagyvállalati, a másik a KKV-szektorban tevékenykedő cég legyen, valamint piacvezető ERP-szállító partnereként működjenek. Egy új technológia vagy trend megjelenésére előre fel kell készülniük, hogy időben ki tudják szolgálni az ezeket adaptálni kívánó vállalatokat. Ez utóbbira példaként lett kiválasztva az SAP cég. Az SAP és termékeinek bemutatásához több olyan, korábbi kutatásból származó infor-

máció van az anyagban, amelyek még nem kerültek publikálásra, bár szakdolgozatok, TDK-munkák születtek belőlük (pl. Szeker, 2019). A magyar kormány kezdeményezésével indult az Ipar 4.0 technológiai platform, ami a Magyar Nemzetgazdasági Minisztérium és a Magyar Tudományos Akadémia összefogásával együtt készült német minta alapján. A platform célja a magyarországi Ipar 4.0 stratégia kialakítása, majd végrehajtásának koordinálása. Ebben a programban különböző gyártó- és szolgáltatóvállalatoktól érkező szakemberek is részt vettek, mint például az SAP. Az általuk készített „Ipar 4.0 iparfejlesztési stratégia” határozza meg a platform eddigi működését. A kutatás során több olyan platformtaggal is készült interjú, akik az SAP képviselőiben dolgoztak a dokumentumon (Szeker, 2018).

A kutatásba bevont további vállalatok két nagy ERP-szállító vállalat magyar partnere. A Szapporta Kft. a nagyvállalati szektorban levő vállalatokat szolgálja ki, és nagy tapasztalatuk van az SAP termékeinek bevezetésében. Az Ecobit Kft. a KKV-szektorban tevékenykedik és a hazai, valamint nemzetközi szinten is piacvezető Microsoft Dynamics Nav-ot értékesíti. A vállalatok és az egyetem közötti kapcsolat nem újkeletű, évtizedek óta van szoros együttműködés velük.

Az esettanulmányok elkészítéséhez a terület szakirodalmi feldolgozásán felül számos egyéb adatforrást is felhasználtam (konferenciák, vállalatlátogatások, vendégelőadások, szakdolgozatok, publikus és belső dokumentumok). A kutatási módszertan tehát leíró jellegű esettanulmány, revelatív és példászerű (Yin, 2012).

Intelligens Vállalat – SAP

Az SAP legújabb hívószava, az intelligens vállalat olyan koncepciót ír le, amellyel a vállalatok a legfejlettebb technológiák együttműködésével oldhatják meg az üzleti élet új kihívásait. Az intelligens vállalattá váláshoz három kulcskomponenst határozott meg – intelligens programkészlet, intelligens technológiák és digitális platform (2. ábra).

Az *intelligens programkészlet* integrált üzleti megoldásokat, alkalmazásokat jelent (a 2. ábrán „World of Business”), amelyek testre szabhatóak a vállalat méretei és iparági szükségletei szerint. A programkészlet központjában az S/4 HANA, az SAP ERP-rendszere áll, amely jelenleg 25 iparágnak nyújt támogatást. Emellett az SAP széleskörűen kínál alkalmazásokat logisztikára (Supply Chain Collaboration – SAP IBP (Integrated Business Planning), SAP Ariba, SAP SNC (Supply Network Collaboration)), ügyféltámogatásra (SAP Hybris Marketing), valamint az emberi erőforrások kezelésére (SAP Success Factors).

Az *intelligens technológiák* összességét – gépi tanulás, IoT, analitika, blockchain és Big Data – az SAP Leonardo integrálja (az ábrán „SAP Leonardo Solution”). Az SAP Cloud Platform (SCP) egy „platform as a service” szolgáltatása az SAP-nak. A szenzorokból és egyéb eszközökből (az ábrán „Physical World”) származó adatok az SAP Leonardo Edge-n keresztül kerülnek a platform HANA adatbázisába. A technológiákon kívüli szolgáltatások és iparágakra szabott innovációs „csomagok” is a Leonardo részét képezik, velük válhat egy megoldás személyre szabottá (SAP, 2019a).

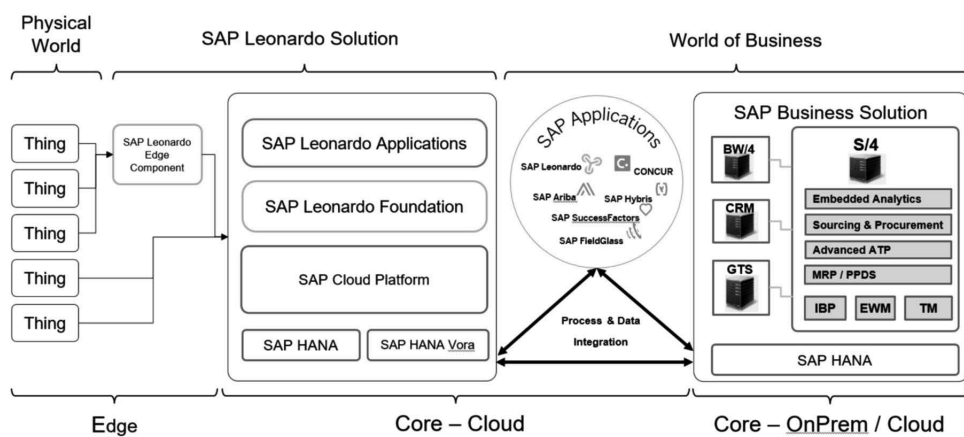
A harmadik pillért a *digitális platform* jelenti, aminek két fő funkciója van, az adatkezelés és az üzletialkalmazás-fejlesztés (SAP, 2019b). A fejlesztés az SAP Cloud Platformon valósul meg, ami egy olyan PaaS (platform mint szolgáltatás), ami lehetővé teszi az üzleti alkalmazások fejlesztését, meglévő alkalmazások személyre szabását, „on-premise” és felhőalapú megoldások integrálását (SAP Help Portal, 2019). Az adatkezelésért az SAP Hana Data Management Suite felel, amelynek célja, hogy a cégek minden típusú adatát összegyűjtse és valós időben kombinálja. Az SAP Data Hub ennek a megoldásnak képezi a részét, agilis adatkezeléssel és komplex adatfeldolgozási lehetőségekkel (SAP, 2019c).

Az SAP vállalat

Az SAP AG-t 1972-ben öt korábbi IBM-mérnök alapította, jelenleg a világ harmadik legnagyobb szoftvercége, és első az ERP-rendszerek piacán. A cég neve a

2. ábra

Az Intelligens Vállalat Kulcskomponensei



Forrás: Tulasan & Hidvégi (2017, p. 4)

kezdeti időszakban Systemanalyse und Programmentwicklung volt, majd később változott a most is aktuális Systeme Anwendungen Produkte szócsoporthra, melynek rövidítése az SAP (Rendszerek, Alkalmazások és Termékek az adatfeldolgozásban). A német gyökerű SAP szoftvergyártó a vállalati alkalmazások vezető szállítója. Éves árbevétele meghaladja a 23 milliárd eurót, munkatársainak létszáma megközelíti a százezret. Megoldásait világszerte több mint 400 ezer szervezet használja a legkisebb cégektől a legnagyobb vállalatcsoportokig. Jelenleg a világ összes pénzügyi tranzakciójának 74%-a közvetett, vagy közvetlen módon valamely SAP termék közreműködésével történik. A Fortune magazin által nyilvántartott 500 legnagyobb nyereséggel bíró, ipari tevékenységet végző vállalatának megközelítőleg 80%-a valamilyen SAP-termék felhasználója (Adroit People, 2019). Az SAP-termékfejlesztések fókuszpontjában a vállalati irányítási rendszerek vannak.

Az SAP jelenleg „felhővállalatként” (cloud company) azonosítja magát, ennek jegyében megoldásait és platformjait a felhős architektúrára alapozza. A felhőalapú fejlesztések során majdnem mindig lecserelik a régi ERP-megoldást az S/4HANA rendszerre.

HANA

Az SAP 2010 májusában jelentette be a HANA (High-Performance Analytic Appliance) termékét, aminek legfontosabb alkotórésze a saját fejlesztésű BAE (Business Analytic Engine) szoftver, illetve más néven ICE (In-memory Computing Engine). Az SAP ezelőtt nem foglalkozott alacsony szintű technológiákkal, operációs rendszerekkel, nincs is hardver üzletága. A Big Data kihívásokra válaszul fogott az SAP a saját adatbázis-motor fejlesztésébe.

Az SAP HANA adatbázis oszloporientált logikát használó, „in-memory” adatbázis. Utóbbi azt jelenti, hogy az adatok nagy részét a szerver memóriájában tartja, így nem kell memóriairásra időt pazarolni. A hagyományos adatbázisok átlagos lemezolvasása öt milliszekundum, míg a memória-rezidens adatbázisoké öt nanoszekundum (Németi & Berczik, 2015). Mivel a gyors elérésű memória ára folyamatosan csökken, egyre inkább megfinaszírozható a megoldás. Az „in-memory” adatbázis megvalósítása nem a HANA újdonsága, korábban is létezett már ez a technológia. Ami miatt viszont a legmodernebb, hogy hatékonyabban oldja meg az egyik legköltségesebb műveletet, az adatok memóriából a cache-be másolását. Ez az oszloporientáltságnak köszönhető, hiszen csak azt az adatot kell mozgatni, amire szükség van. Különböző tömörítő eljárásokat is kidolgoztak a megoldáshoz. A HANA többmagos processzorok segítségével működik, melynek köszönhetően párhuzamosan történnek a számítások. Az adatfeldolgozás új megközelítése alapján a számítások elvégzése az adatbázis rétegben történik az alkalmazás réteg helyett. Ennek előnye, hogy nem kell nagy, részletezett adathalmazokat mozgatni a rétegek között, hanem elég csak a számítások eredményeként előállt aggregált adatállományt. Ennek a gyorsaságnak köszönhetően, a SAP HANA lehetővé teszi a nagy adathalmazon történő elemzést és adatbányászatot.

S/4HANA

Az SAP megújult ERP-platformja, amelyet saját adatközpontjukban és felhőben is futtathatnak a vállalatok, a HANA-ra épül, ezzel minden más konkurens adatbáziskezelő használatát kizárja.

A szoftvercsomag majdnem teljes kódját ártírták. Ennek, és a HANA memórialapú technológiának köszönhetően közel kétezerszer gyorsabb analitikai képességet és tízedakora hardverigényt ígér az új üzleti megoldás. A csomagban egy rendszerbe foglalták a vállalati irányítási, ügyfélkezelési, beszállítói és más funkciókat, és az áttervezett üzleti modelleknek köszönhetően egy-egy feladat elvégzése negyedannyi lépésben történik meg. Az in-memory technológiára épülő új ERP-konceptió következményeként a lekérdezések nagy része közvetlenül az ERP-adatbázison futtatható. Az is az elemző funkciókat segíti, hogy S/4HANA egyszerűsített adatmodellrel használ, ami többek között a redundanciák felszámolásában segít.

A fejlesztésnél kiemelt figyelmet kapott a felhasználói élmény. A szoftvercég Fiori környezetét 2013-ban adta ki azzal a céllal, hogy egységes, és könnyen kezelhető felhasználói felületet biztosítson minden eszköz, például tablet, okostelefon, laptop számára. A felhasználó felület alapja a HTML5. Segítségével egyszerűbben kezelhetőek a leginkább használt funkciók. Az SAP Fiori-ra épülő felület egyszerű és rugalmas személyre szabhatóságot tesz lehetővé.

Az Android operációs rendszerhez készült SAP Fiori Client mobil alkalmazás jobb futásidőt eredményez, ami növelheti a termelékenységet a mindennapi üzleti feladatok bárhol és bármikor történő végrehajtása során. Az SAP Fiori Client a webalapú SAP Fiori alkalmazásokban még magasabb szintű mobilélményt nyújt az eszközintegritásnak, a teljes képernyős működésnek és a továbbfejlesztett mellékletkezelésnek köszönhetően.

SAP Leonardo Platform

A Németországból induló I4.0 a társadalomban és az élet legtöbb területén már jelenlévő technológiák felhasználásával kezdte el az ipar szerkezetének újrafarmálását. A koncepció mégis teljes paradigmaváltást jelent a gyárak, illetve cégek vonatkozásában, főleg a termelés és gyártás tekintetében (Berger, 2014.). Ez a szemlélet vezetett az SAP 2017 májusában tett bejelentéséhez, hogy Leonardo Platform név alatt egyesíti és egy megoldásban integrálja különböző innovatív fejlesztéseit – a gépi tanulás, az IoT, a Big Data, az adat intelligencia, az analitika és a blockchain technológiákat. Az elnevezés Leonardo Da Vinci-re utal. A SAP nem egy új technológiával vagy üzleti megoldással rukkolt elő a piacon, hanem csomagba foglalta meglévő, különálló szolgáltatásait, hogy tetszés szerint lehessen kombinálni azokat. A cél az volt, hogy korszerű digitális innovációs rendszert vehessenek birtokba ügyfeleik. A platform előnye, hogy könnyen kapcsolható vállalati irányítási rendszerekhez. Az SAP integrált innovációs fejlesztéseinek egysége, a Leonardo Platform révén versenybe szállhat az IBM Watson vagy a Microsoft Azure ellen is.

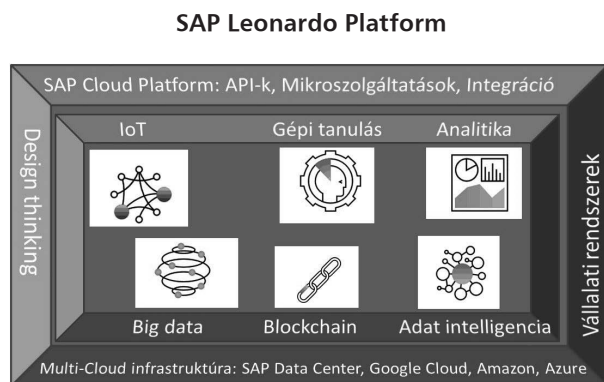
A szenzorok, egyéb eszközökből származó adatok az SAP Leonardo Edge-n keresztül összegyűjtődnek, vala-

mint integrálódnak az S/4 Hana ERP-rendszerbe, az itt leképezett üzleti folyamatokból származó adatokkal. A rendszer tehát nem egy „stand-alone” termék vagy szolgáltatás, hanem szolgáltatások és API-k (Application Programming Interface – alkalmazásprogramozási interfész) összessége, amelyek az SAP Cloud Platform-on futnak. Mivel a Leonardo alkalmazása során több technológia jut szerephez egyszerre, lehetővé válik a különálló szolgáltatások, modulok szinergikus működtetése, valamint a digitális intelligencia ötvözése az ERP-szoftverekkel.

A nemzetközi szakirodalom az Ipar 4.0 dinamikus kibontakozásával kapcsolatban kilenc egymásra ható fejlődéssel bíró technológiát tart számon, melyek a big data-analítika, az autonóm gépek, robotok, a szimulációk, a horizontális és vertikális rendszerek integrálása, a dolgok ipari internete, a kiberbiztonság, a felhőtechnológia, az additív gyártás és a kiterjesztett valóság (Rüßmann, Lorenz, Gerbert, Waldner, Justus, Engel & Harnisch, M. 2015). Az SAP innovációs technológiáinak jelentős része megtalálható ezen felsorolásban, melyek együttes használatuk során nyújthatnak komplex üzleti igényekre megoldást.

Az SAP a „Design Thinking” módszertant javasolja a felhasználói oldal aktív bevonásával és kooperációjával az üzleti folyamatok feltárásához, a hatékonyságot növelő technológiák kiválasztásához, azok kombinációjához, majd egy felhasználói felülettel bíró alkalmazás prototípusának kialakításához. A módszertan lényege, hogy képzeljük el a jövőbeli felhasználót és annak a személyeségi jegyeit, igényét (Personas) és ennek megfelelően kezdjük a fejlesztést (Gilchrist, 2018). A tervezői gondolkodás az innováció felhasználó-központú megközelítése, amely a tervezői eszköztárat használja arra, hogy a felhasználói igényeket, az új technológiai lehetőségeket és az üzleti siker feltételeit egy megoldásban egyesítse. Kifejezetten SAP Leonardo prototípusok készítésére használható a BUILD környezet (<https://www.build.me>), használatával a design thinking lépéseit lehet követni, sablonokat lehet használni (3. ábra).

3. ábra



Forrás: Borbásné Szabó Ildikó (2018, p. 3)

A Leonardo platformon található technológiák és felhasználási lehetőségek:

IoT

Az IoT ötlete már az 1970-es években megszületett, ugyanakkor formalizált kidolgozása 1999-ig váratott magára, mikor Kevin Ashton, az Auto-ID Center vállalat társalapítója a Massachusettsi Műszaki Egyetemen (MIT) elhangzott prezentációban a rádiófrekvenciás azonosításban (RFID) rejlő lehetőségeket tárta fel. Az IoT-t korai fázisában a vezeték nélküli technológiák, a mikro-elektromechanikus rendszerek (MEMS), a mikroszolgáltatások és az internet ötvözésének tekintettük. Mára a számítástechnikai eszközök, a mechanikus és digitális gépek olyan hálózatokként tartjuk számon, amely nélkülözni képes az ember és ember, illetve az ember és gép között felépő bármilyen formájú interakciót (Rouse, 2016).

Az IoT technológia kiaknázása kapcsán leggyakrabban emlegetett eszköz a szenzor, amelynek elsődleges funkciója, hogy a környező világ összes mérhető attribútumát rögzítse, majd adatfeldolgozó alkalmazás(ok) felé továbbítsa a gyűjtött adatok sokaságát. Fontos, hogy a szenzor energiaigénye minél alacsonyabb legyen, és hálózati feszültséghez való csatlakozás hiányában akár akkumulátor használatával is üzemeltethető legyen. Az emberi interakciótól mentes M2M kommunikációt számos adatátviteli technológia biztosíthatja. Történhet RFID és olvasó eszközök segítségével, Wi-Fi használatával közepes távolságok (100 m) áthidalása és nagy adatátviteli sebesség mellett, LPWAN-nal (Low-Power Wide-Area Network) nagy távolságok (10-15 km) lefedése esetén, illetve mobilhálózaton keresztül (Invitech, 2019).

Az SAP IoT technológiai szolgáltatása nem tartalmazza az ügyfelek eszközökkel való ellátását. A Leonardo a felhőben elhelyezett IoT moduljára épülő felhasználó felületet, cockpit-et (műszerfalat) bocsát a felhasználók rendelkezésére. Azzal, hogy az IoT modul is a felhőplatformon kapott helyet, lehetőség nyílik, hogy más felhőszolgáltatások képességeit is kiaknázza. A leggyakoribb foratókönyvek szerint az IoT a gépi tanulás modul felhasználása mellett látja el feladatait, oly módon, hogy a szenzorokból érkező témérdek adatmennyiségből mintázatot, tendenciákat segít felismerni (Habók, 2017).

Gépi tanulás

Az International Data Corporation magyar leányvállalatának becslése szerint az évtized végére 44 zettabájt (44 trillió gigabájt) adatmennyiség generálódik, melynek körülbelül 37 százaléka lesz üzletileg hasznosítható (Kis, 2014). Egy véletlenszerű adathalmazból való szabályszerű mintázat felfedezése a szokásostól eltérő programozási megközelítést igényel. A Leonardo gépi tanulás szolgáltatásának felhőalapú alkalmazása lehetővé teszi egyedi modellek létrehozását, szöveg-, beszéd- és képfelismerést egyaránt. Mint minden önálló modul, így ez is rendelkezik önálló felhasználói felülettel, ugyanakkor a komplex üzleti igények, feladatok többnyire más modulokkal való integrációját is igénylik.

Big Data

A Big Data jelenség az, amikor nagy mennyiségű struktúrált, már üzleti felhasználásra alkalmas előkészített adat,

valamint strukturálatlan, különböző forrásból származó és más-más formátumú adat egyszerre árasztja el az üzleti működést napi rendszerességgel. A célok elérésében nem feltétlenül az adatmennyiség nagysága számít, inkább az, hogy milyen módon kerül felhasználásra, elemzéssel miként nyerhetünk olyan betekintést, amely jobb üzleti döntésekhez és stratégiai cselekvésekhez vezet. Az IBM felmérése szerint világszerte napi szinten megközelítőleg 2,5 exabit ($2,5 \times 10^{18}$ bit), vagyis 2,5 trillió bit adat keletkezik. Erre a nagyságrendű adatfolyamra már Big Data-ként hivatkozunk, mely mobilinternet használatából, gépek közötti kommunikációból és szenzorok használata során generálódó adatból tevődik össze (IT Services Hungary, 2013).

Az adatok összességéből felhasználásra kész információ kinyerésére az üzletiintelligencia-eljárások szolgálnak. Az SAP ezen eljárások mindegyikét képes támogatni felhőplatformján és on-premise szoftverek révén egyaránt, vagyis a teljes adatkinyerés-átalakítás-betöltés (ETL) folyamatától – mely magába foglalja az adatok validációját, tisztítását, átalakítását, aggregálását, betöltését – egészen az adattárházban való tárolásig, majd az onnan történő riportok, elemzések, analitika, vizualizációk készítéséig.

Adatintelligencia

A technológiát gyakorta foglalják az üzletiintelligencia-eljárások közé tévesen. Az adatintelligencia a különböző formában – adattisztítás, analitika, riportok után – előálló adatok vizsgálatát teszi lehetővé azzal a céllal, hogy eddig még feltáratlan összefüggésekre derüljön fény. Míg az üzleti intelligencia az üzleti folyamatok és a hozzájuk tartozó adatok megértésére fókuszál, addig az adatintelligencia a jövőbeli célokat, döntéshozatalt szolgálja az üzleti intelligencia révén előálló információt felhasználva.

Az SAP adatintelligencia megoldása lehetővé teszi vállalatok számára saját adataik, illetve partnereiktől, ügyfeleiktől, valamint más iparágból érkező adatok kereskedelmi értékesítését, miután az adatok anonimizálása és aggregálása megtörtént. A vállalatok ezáltal képesek válhatnak extra bevételi forrásra szert tenni Data as a Service (DaaS) szolgáltatást nyújtva ügyfelek számára (SAP, 2019d). Mára számos DaaS szolgáltató létezik és a feljük irányuló kereslet is jelentősnek mutatkozik. Ezzel az üzleti intelligencia eszköztár nem minden elemével (például adattisztítási képesség) rendelkező vállalatoknak sem kell a döntéseik alapjául szolgáló adatokat nélkülözniük.

Analitika

Az üzleti intelligencia eszköztárának felhasználói szemszögből legnagyobb látványossággal és hatásfokkal bíró eszköze az analitika, mely során a folyamat elején beérkezett, majd validált, megtisztított, homogenizált, aggregált, adattárházba betöltött és ott normálformákba rendezett adat vizuális formát ölt, ezáltal hordozva információt. Az üzleti analitika olyan megoldások összessége, amely modelleket és szimulációkat alkalmazva a múltra vonatkozó, leíró, a jelenre igaz, előíró és a jövőbe tekintő, prediktív, előrejelző információkat szolgáltat.

Az SAP 2015 végén hozta létre a HANA Cloud Platform-ba költöztetett üzleti analitikai Software as a Service (SaaS) szolgáltatását, az SAP Analytics Cloud-ot (SAC). A termék megoldást nyújt az üzleti intelligencia, a vizualizáció, a prediktív analitika, a vállalati teljesítmény-kezelés és az irányítás, kockázat és megfeleléskezelés területekre egyaránt, mely kompatibilis az „on-premise” SAP-rendszerekkel is. A SAC lehetővé teszi adatelemzők és üzleti döntéshozók számára a vizualizációt, tervezést és előrejelzést egy biztonságos felhőplatformon. A SAC forradalmi mivolta abból is ered, hogy nem igényel adat-integrációt akkor sem, ha forrásként nem SAP-termék áll rendelkezésre. Bár kompatibilitása meglehetősen széleskörű más adatforrásokra nézve, ugyanakkor a benne rejlő potenciál kiaknázására akkor kerülhet igazán sor, ha adatforrásként egy „on-premise” vagy felhő HANA áll rendelkezésre. A Leonardo részeként az integráció más modulokkal a SAC-nál is megvalósul, például a prediktív analitikához a gépi tanulást alkalmazza (Rouse, 2016).

Blockchain

A blockchain technológia egy „peer-to-peer” elven működő tranzakciós hálózat, amelyben a blokklánc elemei tranzakciók egymásba fűzött láncolatát alkotják. Ezen kriptográfiai algoritmusokkal titkosított láncok sorozata egy decentralizált, vagyis minden felhasználó birtokában lévő adatbázisként szolgál, amely az összes eddig végbement tranzakciót tartalmazza a valaha létrejött első tranzakciótól. Azáltal, hogy a láncok elemei alkotta adatbázis konzisztens tartalomként érhető el az interneten, egy főkönyvként funkcionál. A blokklánc logika egyben lehetővé teszi, hogy a rendszer mindenféle központi, monetáris intézménytől független fizetési tranzakció létrehozására (is) alkalmas legyen, ezáltal mentesül a pénzintézetek kezelési és egyéb tranzakciós, terhelő költségeitől. Fizetési rendszerként való felhasználása mellett még számos kiaknázatlan lehetőséggel bír, mivel forráskódja nyílt, szabaddal nem védett technológia.

A tranzakciós technológia információátadást biztosít két fél között automatikus és biztonságos módon. Lényege, hogy az egyik fél egy tranzakciós folyamatot kezdeményez egy blokk létrehozásával. Ezután a blokk hozzáadódik egy lánchoz annak utolsó elemét alkotva, így biztosítva a láncsorozatban utána következő blokkok megváltoztathatatlanságát. Az így kapott blokk sorozat mindenki birtokában áll az interneten, garantálva a tranzakciók érintetlenségét, integritását. Mielőtt a blokk hozzáadódna a lánchoz, azt algoritmusok segítségével egy olyan hash karaktersorozattá alakítják, amely a láncban előtte lévő blokkok hash értékét is tartalmazza. A hash függvény sajátosságai adódik, hogy ha a kódolandó értéket, esetünkben egy blokkot a láncban megváltoztatnak, vagyis hamisítanak, az a teljes lánc hash értékének megváltoztatásával jár. Az így képzett láncot, mivel nem egyezne az interneten fellelhető példányaival, nem fogadná el a hálózat többi tagja.

Az SAP Leonardo felhőplatformjának blokklánc szolgáltatásával szeretné a technológia üzleti felhasználhatóságát vállalatok figyelmébe ajánlani, mivel az nem csupán

fizetési szolgáltatások (például Bitcoin) lebonyolítására alkalmas. Az SAP blokklánc technológiájával támogatja a vállalatok okos szerződések útján létrejött rendelkezéseinek kezelését, valamint az így létrejövő fizetési kötelezettségek teljesítését egyaránt (CMSC Media, 2019).

Open Industry 4.0 Alliance

A 2019 áprilisában Hannoverben megrendezett MESSE kiállításon az SAP, a Beckhoff, az Endress+Hauser, a Kuka és a Samson közösen bejelentették az Open Industry 4.0 Alliance nevű szervezet létrehozását. A szövetség nem akar saját szabványokat kidolgozni, hanem a meglévő szabályozásokat venné alapul egy szabványosított, nyílt és egységes keretrendszerhez, amely összeköti egymással a gyárakat, a logisztikai egységeket és a különböző szolgáltatásokat. A hálózatba kötött gépeknél az adatsere meg csak korlátozottan valósul meg, mert az egyes gyártók termékei különböző technológiákat használnak, ezért eltérő nyelveken kommunikálnak. A cél az, hogy az ügyfelek egymáshoz csatlakoztathassák azokat a gépeket és rendszereket, amelyekre éppen szükségük van. Azt egy logó mutatná meg, hogy mely berendezések és megoldások kompatibilisek egymással. Egyelőre még hiányzik néhány nagy beszállító és gyártó, azonban mivel a szervezet mindenki előtt nyitott ez a helyzet változni fog. Érdeklőség, hogy 2011-ben éppen ezen a szakvásáron jelentették be az Ipar 4.0 elnevezést. (MESSE, 2019)

Partnervállalatok

A kutatásba bevont vállalatok két nagy ERP-szállító vállalat magyar partnercégei. A fő kérdés az volt, hogyan viszonyulnak az I4.0 várható és már jelentkező igényeihez, hogyan befolyásolja az I4.0 a vállalatok tevékenységeit. Milyen ipari digitalizációs megoldásokat vezetnek be és hogyan hasznosítják a vállalatok ezeket a megoldásokat. Milyen I4.0 projektjeik vannak, hogyan integrálják az Ipar 4.0-t és milyen hatással vannak egymásra ezek a cégek. A Szapporta Kft. a nagyvállalati szektorban levő vállalatokat szolgálja ki, és nagy tapasztalatuk van az SAP termékeinek bevezetésében. Az Ecobit Kft. a KKV-szektorban tevékenykedik és a hazai, valamint nemzetközi szinten is piacvezető Microsoft Dynamics Nav-ot értékesíti.

A Szapporta Kft.

A Szapporta Kft. 2003-ban alakult SAP-termékek bevezetésére és ezekhez kapcsolódó egyedi fejlesztésekre specializálódott. Innovatív fejlesztő cég, amely a piacról beérkező igényeket próbálja leképezni fejlesztéseiben. Céljuk az igényekből termékeket, vagy legalább újrafelhasználható kódokat létrehozni. A Szapporta Kft. megalakulása óta együttműködésben dolgozik az SAP Hungary Kft.-vel, az SAP „Channel partnere”, és „mySAP All-in-One Sales & Service Provider” partner. A cég tavalyi árbevétele 300 millió forint volt.

A tanácsadói gárda összeszokott, bevezetésekben többéves tapasztalattal rendelkező munkatársakból áll. Teljes SAP-bevezetéseket tudnak végezni ügyfeleik részére, illetve teljes körű támogatást tudnak nyújtani az üzem-

szerű működés során. A cég élenjár a mobil technológiákban, egyedülálló know-how-val rendelkezik. Olyan tématerületeket céloznak meg, amelyek SAP és SAP közeli megoldásokat hoznak össze. Például a PLC integrálása a gyártási moduldal.

Vevőkörük 80%-a a gyógyszer- és autóiparban, illetve a nagykereskedelemben található. A vevőkörökben felmerült valós piaci igények a legfőbb motiváló eszközök.

Azért választották a logisztikát hosszú távon, mert egy raktár logisztikai rendszerét nagyon nehéz szabványosítani, felhőbe vinni. Minden raktár logisztikai rendszerének vannak specialitásai, emiatt nagyon egyedi rendszerek születnek. Nincs olyan raktárlogisztikai rendszer, ahol a komissiózást ne kellene testre szabni. A komissiózás, a kiszolgálási folyamat, az ehhez kapcsolódó betárolás, mind ügyfélspecifikus megoldások.

A testre szabás igénye mellett az ügyfelek bizalmatlansága is oka annak, ha nem felhőmegoldást választanak. Azt gondolják, hogy könnyen elérhetővé válik az adat egy harmadik fél számára, emiatt nem is hajlandóak nyitni ilyen típusú megoldások felé. Ezáltal a nagyobb ERP-szállító cégek nem foglalkoznak ezekkel az egyedi projektekkel, így a Szapporta cég tölti be ezt a piaci rést.

Az I4.0 értelmezése a cégen belül

Tanácsadó cégeként mindig nagyon fontosnak tartották az innovációt és ennek ötvözését az SAP-megoldásokkal. Az ehhez kapcsolódó termékeket és megoldásokat igyekeznek folyamatosan fejleszteni, így próbálnak olyan I4.0-ás megoldásokat is létrehozni, amikkel kiszolgálhatják azokat a cégeket, ahol az igény jelentkezik. A tulajdonosok, illetve a vezető fejlesztők közösen azonosítanak a piac oldalán jelentkező megoldandó üzleti igényeket és arra belső projektet indítanak. A projektek felépítése mindig attól függ, hogy mekkora a cég, akinek dolgoznak és ott milyen specialitások vannak.

A cégnél tehát úgy jelenik meg az I4.0, hogy tulajdonképpen I4.0 kompatibilis termékeket gyártanak. A vállalat az I4.0 megoldásokkal nagyobb bevételhez jut, valamint több ügyféllel tud kapcsolatba kerülni, ezáltal közép- és hosszú távon is gazdasági előnyre tesz szert.

A finanszírozásra nem kapnak külső segítséget, így a cég teherbíró képességének erejéig tudnak csak saját projekteket megvalósítani, ezért gyakran elhúzódnak ezek a projektek. Sokszor erőforráshiány miatt is csúszik a megvalósítás. Az I4.0-ás projekteket a többi projektből finanszírozzák. Tervezett pénzügyi keret nincs. Már többször próbálkoztak pályázatokkal is, de a keret kifogyása miatt nem kaptak támogatást. Ha születik egy ígéretesnek tűnő fejlesztési gondolat, elképzelés, akkor ahhoz rendelnek egy belső projektet. Ezeket az előkészített belső projekteket olyankor realizálják, amikor valamelyik projektjük indítása csúszik és a kollégáknak felszabadul az idejük.

Az I4.0 projektek bemutatása

Az első I4.0-ás projekt egy RFID-keretrendszer kialakítása SAP logisztikai modul illesztéssel. Mindig arra törekcsenek, hogy logisztikai megoldások terén komplex megoldásokat tudjanak adni. Így az SAP-rendszert és az ahhoz

kapcsolódó termináltechnológiát, vonalkódnyomtatást, vonalkódolvasást 2D, 3D vonalkódok kezelését, RFID stb. szolgáltatásokkal együtt kínálják komplex megoldásként. Például a COOP-nál az általuk végzett utolsó fejlesztés arról szólt, hogy a kommissiózás folyamatának idejét lerövidítsék, ezáltal növelve a hatékonyságot. Az ilyen jellegű fejlesztések az FMCG (Fast Moving Consumer Goods) iparágban jellemzőek.

Logisztikai központoknál előfordulhat, hogyha elfogy az áru, akkor mobiltelefonon keresztül rendelnek újat. A dolgozó a polc előtt csak megnyom egy gombot a telefonján, hogy utántöltést kérjen. Ezt követően pedig a rendszer tudja, miből mennyi hiányzik és automatikusan megrendeli.

A raktározásban próbálnak olyan terméket létrehozni, hogy a raktárosnak lehetőleg minél kevesebb munkája legyen. A terminállal csak beolvassa a QR-kódokat. A kód beolvasásban már benne van az enter (végrehajtás) is, így nem kell semmiféle gombot megnyomnia, csak ha valami hibát észlel. Ekkor a terminálról leolvassa, mi a hiba és csak akkor avatkozik be. Továbbá hanghívással is jelezheti a hibát a terminál.

A gyógyszeriparban szintén vannak projektjei a cégnek. Egy magyar gyógyszergyárnak dolgoztak ki például megoldást egy állandó minőségi problémára. A gyógyszerek nagyon szigorú szabályozás alatt vannak a teljes életciklus alatt. Adott, hogy hány fokon lehet szállítani az egyes gyógyszereket, így fontos, hogy azokról szállítás közben is dokumentálható, valós idejű információkat nyerjenek ki. A felhőalkalmazások teszik lehetővé az adatok folyamatos követését. Lehetőség van arra is, hogy a hőmérsékleti adatokat bluetooth-on keresztül is lekérjék: a raklap mellől, anélkül, hogy hozzányúlának, meg tudják határozni a belső hőmérsékletét. Ezt az adatot közvetlenül küldik az SAP ERP-be, ahol a minőségi paraméterek azonnal vizsgálat alá kerülnek. Később az SAP levelező szoftverét felhasználva, mint egy külső rendszert, emailt küldenek az ügyfélnek az adatokról. Biztonságtechnikailag nagyon jó megoldás, mert mindenhol van már „mail” szűrés. Az így kinyert adatokból látható, hogy milyen hőmérsékleti görbe alatt szállították az adott gyógyszert. Telefonról beállítható, hogy milyen időközönként készüljön adatbeolvasás. Az RFID-val szemben a Bluetooth előnye, hogy sokkal gyorsabban kiolvasható, tehát például száz mérési adatot ki lehet olvasni egy bluetooth-szal két másodperc alatt, míg RFID-olvasóval mindez körülbelül fél perc. Továbbá mindez egy mobiltelefonnal is működik, nincs szükség speciális leolvasóra. Olyan szenzorral is elláthatók ezek a gyógyszeresomagok, amelyek segítségével megállapítható, hogy felbontották-e azokat vagy sem, fényt kapott-e vagy sem.

Vannak olyan projektek, ahol a validálás nagyon sokat számít, mert ha a programba valamilyen hiba csúszik, akkor elég komoly anyagi károkat okozhatnak vele, vagy akár életveszélyt is jelenthet. Például a gyógyszeriparban nagyon komoly validálási folyamatok vannak, külön terv kell hozzá, tesztelés, elfogadási folyamat, amiket az iparágban nem jártas tanácsadó nem ismer. Tehát nagyon

fontos az, hogy melyik iparágban mik a specialitások. Az FMCG-iparágban az a fontos, hogy nagyon gyorsak legyenek, míg a gyógyszeriparnál a biztonság a lényeg. Minden iparágban megvan a saját fogalmi rendszere, amit hosszú évtizedek alatt lehet elsajátítani.

Az Ecobit Kft.

Az Ecobit Kft. 1992 óta van jelen a magyar ERP-piacon, ezalatt jelentős tapasztalatot szereztek informatikai tanácsadásban, oktatásban, egyedi szoftverfejlesztésben, kis- és közepes vállalkozások ERP- és CRM-rendszereinek bevezetésében. Programjaikat jelenleg is több száz vállalkozás használja Magyarországon és az Európai Unióban. Az ügyfélközpontság, üzletfelek tevékenységének alapos megismerése és megértése jelenti az alapot a gyors és hatékony, testreszabott alkalmazások megtervezéséhez és megvalósításához. Fő tevékenységük a Microsoft Dynamics NAV (korábbi nevén Navision) integrált vállalatirányítási rendszerek bevezetése, a vállalati igényeknek megfelelő testre szabása, továbbfejlesztése. Ezekre a rendszerekre alapozva fejlesztik az egyedi igényeket kielégítő speciális, vállalatirányítási és ügyfélkapcsolat-kezelési megoldásokat. Specialitásuk közé tartozik a Microsoft Dynamics NAV szakértői feladatainak ellátása, hibásan bevezetett rendszerek helyrehozása, célzott, speciális fejlesztések elvégzése (pl. e-számla fejlesztés a NETLOCK KFT-vel közösen).

Az Ecobit 2014 januárjában elindította a felhőalapú intelligens informatikai megoldások és szolgáltatások projektjét. A projekt olyan termékeket és szolgáltatásokat kíván kifejleszteni, amelyek szervesen kapcsolódnak a már kialakult felhőalapú rendszerekhez. A projektet a CeBIT kiállításon mutatták be Hannoverben 2016-ban.

Az üzleti modelljük két részből áll, egyrészt egy állandó havi fix bevételből, másrészt a fejlesztési és bevezetési projektekből. A cég évi 300 milliós árbevétellel rendelkezik. A vállalat fő erőssége a 26 éves szakmai múltra visszatekintő tapasztalata. Az utóbbi öt évben folyamatosan és dinamikusan tud a cég növekedni. Ez számszerűleg 20% pénzbeli növekedést jelent. Előtte kevésbé volt dinamikus a növekedés. A ma jelenlévő munkaerőhiány miatt kapacitásproblémákkal küzdenek, azaz több a megkeresés, mint amennyit el tudnak vállalni. Bármennyire is elfogadottnak tűnt már tíz évvel ezelőtt is az integrált rendszer, a KKV-szektorban az ügyfeleket nem igazán foglalkoztatta, meg kellett győzni őket alkalmazásukról. Mára ez teljesen megváltozott, az ügyfelek igénylik a minél nagyobb integrációt. Másrészt a gazdasági és a jogszabályi környezet is megváltozott. Például az online számlázás esetén gyakorlatilag megkezdhetetlenek a különféle jogszabályok. Az online számlák kézzel történő felvitele tulajdonképpen lehetetlen, ami nagyon jó példa arra, hogy szükséges digitalizálni. Miután ennél a területnél teljesen elfogadott lett az automatizálás, a jogszabályokat is úgy alkotják meg, hogy engedélyezzék az informatikával való megvalósítást. Inentől fogva az ügyfelek is alkalmazkodnak ehhez. Ma már nem nagyon kell meggyőzni az ügyfeleket, hogy a digitális gazdaság irányába mozduljanak el.

Az I4.0 értelmezése a cégen belül

Az I4.0 a cég számára azt jelenti, hogy a termelési folyamat a megrendeléstől kezdve a kiszállítáig teljes egészében automatizált. A rendszer minden része online módon működik. I4.0 alatt az online kapcsolatot értik.

5-10 évvel ezelőtt a szolgáltató, kereskedő cégek domináltak, de mostanra a piac teljesen átrendeződött és egyre több gyártó vállalat van. Rengeteg pályázat és támogatás is van, amik elősegítik a gyártóüzemek fejlődését. Tíz évvel ezelőtt alig lehetett gyártómodulokat értékesíteni, ma már ennek nagy piaca van. Vannak kifejezetten csak a gyártást támogató pályázatok is, ami nagyban elősegíti az I4.0 terjedését. Az Ecobit a Navision vállalatirányítási rendszerbe fejlesztett I4.0-ás gyártó modul.

Az I4.0 projektek bemutatása

Az első említett projektben egy gyártó vállalat ERP-rendszeréhez kellett online módon kezelhető IoT eszközöket integrálni. A szerszámgépeknél lehetővé tették, hogy a PLC-k kapcsolódjanak az ERP-rendszerekkel és információt cserélhessenek. Ilyen információ például, hogy a gép mikor dolgozott, mikor volt karbantartás alatt, mikor volt technológiai szünet stb. Ezáltal lehetővé válik a kihasználtság mérése, és ami még fontosabb, hogy pontosan lehet tudni, hogy a gép mennyit futott az adott hónapban. Ezt utólag nagyon nehéz lenne látni, emiatt ez nagyon jó kontrollingszükséglet is. Tehát gyakorlatilag a gépnek van egy olyan interfésze, amit közvetlenül SQL adatbázishoz lehet kapcsolni. Tulajdonképpen a legfontosabb információk – amit a gépek tudnak kommunikálni – közvetlenül az adatbázisba kerülhetnek. Ezt követően lehet tervezni a karbantartást. Ezek az integrált I4.0-s eszközök nagyon sok pluszt jelentenek a karbantartásban, a gépelemek működésében, az üzembiztonságban és az utókalkulációban.

A második projekt egy olyan raktári ERP-rendszer, amelyben a mobileszközök automatizált kommunikációját valósították meg. Az integrált rendszerekből most már a raktározást is továbbfejlesztették úgy, hogy a készleteknek a raktárba való helyezése és raktárból való kiléptetése online módon történik. Azért tudtak megjelenni raktározási célszoftverek, mert az ERP-rendszerek nem voltak megfelelően fejlettek. A Navision 4.0-ás változatában még nagyon gyenge volt a raktármodul, ezért vásároltak hozzá egy kifejezetten profi megoldást. Azonban ez csak offline módon volt integrálható a rendszerrel, így ezen projekt kapcsán igazítani kellett az egész rendszert az I4.0 elvárásaihoz.

Az offline feldolgozásban kihelyezett terminálokkal rögzítik az információkat valós időben vagy nap végén. Ez egy időben csúsztatott megoldás. Mostanában jelentkezik igény a valódi online bekötésekre. Olyan ügyfélnél jelentkezhet elsősorban ez az igény, ahol a gyártásnál darabra pontosan meg kell mondani, hogy az milyen anyagokból lett összeállítva, kik voltak a beszállítók, milyen szállítmányból és milyen tanúsítvánnyal készült. Például egyedi kontaktlencsék gyártását kellett támogatni egy projektben. Nagyon szigorúak az előírások, bármiféle probléma esetén 5-10 év múlva is meg kell tudni mondani, hogy azt mikor, ki szállította be és milyen alapanyagokból. Az ilyen

szigorú adminisztrációt követő rendszereknél komoly törvényi előírások vannak.

Az I4.0 projektekre valódi megtérülés nehezen számítható, hosszú távon térülhetnek meg. Drágák a termékek és nehezen szerezhetők be a valódi információk. A projektek innovációs jellegéből adódóan új területeket kell megismerni, új technológiákat kell alkalmazni és a projekt veszteséges lehet. Azonban, amiket egyszer kifejlesztettek, azokat újra felhasználhatják, így hosszú távon, 3-4 év távlatában nagy megtérüléssel lehet számolni.

A cég 25 éves működése során az a tapasztalat, hogy a fő kudarctényezők mindig az emberekhez köthetők. Az emberi tényező az utóbbi öt évben kritikussá vált. Nagyon nagy a fluktuáció, így hiába vesznek fel és képeznek ki profi szakembereket, ma nagyon gyorsan mozdulnak. IT-cégnél egy komoly szakembert kiképezni több év, emiatt ez komoly beruházás a cégnek. Az IT-s projektekben az ember jelenti a legnagyobb költséget, emiatt nagyon fontos, hogy ott tudják tartani, mert nagyon értékes a cég számára.

Összegzés

Az első kutatási kérdés arra kereste a választ, hogy az I4.0 decentralizált világában van-e helye, ha igen, hol a helye az ERP-rendszereknek. Az ERP-rendszereknek a 90-es évek óta sok kihívásnak kellett megfelelniük, jelentős átalakuláson mentek keresztül (Ternai, 2003). A legújabb próbatétel, hogy a központi adatbázissal és hierarchikusan szervezett üzleti folyamatokkal rendelkező ERP-rendszerek hogyan fognak viszonyulni a jövő vállalatirányításához, ha a termelés az I4.0 decentralizált vezérlésű gyártóeszközökkel kommunikáló okos termékek és alkatrészek révén zajlik.

Mind a szakirodalom, mind a feldolgozott vállalati esetek azt mutatják, hogy az ERP-rendszerek „életben maradnak” az I4.0 feltételei között, meg tudnak birkózni az új kihívásokkal és képesek értékteremtő módon támogatni a vállalatokat. A bemutatott vállalati projektek összhangban vannak azokkal a kutatási eredményekkel, amelyek szerint az I4.0 által leginkább érintett rendszerfajták az ERP-rendszerek, mégpedig elsősorban a fizikai folyamatokhoz közeli részei, azaz a szállítmányozás, logisztika, gyártás és karbantartás (Basl, 2017). A vállalatok képesek integrálni ezeket az újgenerációs technológiákat az ERP-rendszereikbe, ami versenyelőnyt biztosít számukra (Basl, 2016). A vállalati esetek alapján az is megállapítható, hogy az ERP-rendszerek képesek támogatni a valós idejű, kétirányú kommunikációt a gépek, folyamatok és termékek között.

A következő kutatási kérdés (*Milyen konkrét eszközökkel, megoldásokkal, módszerekkel segítheti az I4.0 transzformációt egy integrált vállalatirányítási rendszereket szállító vállalat?*) megválaszolásához az SAP tevékenységét és megoldásait mutattam be, mint jó gyakorlatot.

Ahhoz, hogy egy szoftverszállító cég meg tudjon felelni egy új trend kihívásainak, időben fel kell készülnie. Az SAP elsőként csatlakozott az I4.0 stratégiához, a német

kormány által kezdeményezett iparkorszerűsítést célzó munkában aktívan részt vállalt (Hermann et al., 2016).

Az integrált vállalatirányítási rendszereket fejlesztő cégek a stratégiájukba beemelik a termelő vállalatok fejlesztését szolgáló I4.0 eszközök integrálását és támogatását (Porter et al., 2014; Cearley et al., 2017). Az SAP az intelligens technológiák összességét – gépi tanulás, IoT, analitika, blockchain és Big Data – a SAP Leonardo Platformon kínálja. Megoldásait és platformjait a felhős architektúrára alapozza. A Big Data kihívások készítették az SAP-t saját adatbázismotor fejlesztésébe, holott előzőleg nem foglalkozott alacsony szintű technológiákkal, operációs rendszerekkel, nincs hardver üzletága sem. Ez nem csak termékbővítést, de üzletimodell-váltást is jelentett a vállalatnál. A HANA memórialapú adatbázis lehetővé teszi a nagy adathalmazon történő elemzést és adatbányászatot. Az S/4HANA az SAP megújult, HANA-ra épülő ERP-platformja. Az új koncepció közvetkezményeként az analitikus lekérdezések nagy része közvetlenül az ERP-adatbázison futtatható. A vezető ERP-szállítók (SAP, Microsoft, Oracle) megbirkóznak az I4.0 kihívásaival, partneri szövetségeket létesítve komplex, egységes keretrendszerben kínálnak testreszabott megoldásokat ügyfeleknek (MESSE, 2019).

A partnercégekre vonatkozóan pedig az alábbi kutatási kérdés fogalmazódott meg:

Hogyan befolyásolja az I4.0 a partnercégek tevékenységeit, milyen I4.0 projekteik vannak és hogyan hasznosítják ezeket a megoldásokat?

A nagy ERP-szállító cégek megoldásait és platformjaikat jelenleg elsősorban a felhős architektúrára alapozzák. A felhőalapú fejlesztéseket kevésbé testre szabható, szabványos, kész megoldásként kínálják ügyfeleknek. Bizonyos területeket, például egy raktár logisztikai rendszerét nagyon nehéz szabványosítani, ügyfélspecifikus megoldásokra van igény. A nagyobb ERP-szállító cégek nem foglalkoznak ezekkel az egyedi projektekkel, így a partnercégek töltik be ezt a piaci rést. Mindkét vizsgált partnercég beszámolt olyan projektről, ahol raktári keretrendszerben, mobil eszközök automatizált kommunikációját valósították meg. Az FMCG (Fast Moving Consumer Goods) iparágban fontos, hogy nagyon gyorsak legyenek.

Szigorú adminisztrációt követő rendszereknél komoly törvényi előírásoknak kell megfelelni, például egyedi kontaktlencsék gyártásánál. Bármiféle probléma esetén 5-10 év múlva is darabra pontosan meg kell mondani, hogy a termék milyen anyagokból lett összeállítva, kik voltak a szállítók, milyen szállítmányból és milyen tanúsítvánnyal készült.

A gyógyszeriparban nagyon fontos a biztonság – a gyógyszerek nagyon szigorú szabályozás alatt vannak a teljes életciklus alatt. Olyan szenzorral láthatók el a gyógyszeresomagok, amelyek segítségével megállapítható, hogy például felbontották-e vagy fényt kapott-e. Lehetőség van arra is, hogy a hőmérsékleti adatokat bluetoothon keresztül is lekérjék a raklap mellől, így távolról is meg tudják határozni a belső hőmérsékletet.

Az I4.0 térhódításával ma már nagy piaca van a gyártómoduloknak. Mindkét partnercég említett olyan projek-

tet, amelyben egy gyártóvállalat ERP-rendszeréhez kellett online módon kezelhető IoT eszközöket integrálni. A szerszámgépeknél lehetővé tették, hogy a PLC-k kapcsolódjanak az ERP-rendszerekkel és információt cserélhessenek. Gyakorlatilag a gépnek van olyan interfésze, amit közvetlenül SQL adatbázishoz lehet kapcsolni. Ezek az integrált I4.0-s eszközök nagyon sok pluszt jelentenek a karbantartásban, a gépelemek működésében, az üzembiztonságban és az utó kalkulációban.

A vizsgált partnercégek egyelőre nem használnak minden rendelkezésre álló I4.0 technológiát, indirekt módon, az ügyfelek által adaptálni kívánt I4.0 eszközöket szabványos testre, integrálják az ERP-rendszerekbe. Az innovációt igénylő projekteik költségesek, ezért igyekeznek termékeket, újrafelhasználható kódokat fejleszteni, amiket így több ügyfélnek is eladhatnak. Ezzel újabb ügyféligényeket is gerjesztenek. Az I4.0 projektek esetén valódi megtérülés nehezen számítható, hosszú távon térülhetnek meg.

A KKV-szektorban is átrendeződött a digitalizációra vonatkozó piaci igény, létszükséglet az informatikai rendszerek használata.

A munkaerőhiány az ERP-ökoszisztéma vállalatait is nagyban érinti, az utóbbi öt évben kritikussá vált.

Felhasznált irodalom:

- Acatech (2013). *Securing the future of German manufacturing industry, Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*. Federal Ministry of Education and Research <https://en.acatech.de/publication/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-4-0-final-report-of-the-industrie-4-0-working-group/>
- Autopro és SAP Hungary (2018). Nagyot kockáztatnak a magyar cégek. Retrieved from <https://m2mzona.hu/auto/nagyot-kockaztatnak-a-magyar-cegek/amp>
- Basl, J. (2017). Pilot Study of Readiness of Czech Companies to Implement the Principles of Industry 4.0. *Management and Production Engineering Review*, 8(2), 3-8. Retrieved from <https://journals.pan.pl/dlibra/show-content?id=106284&>
- Basl, J. (2016). *Enterprise information systems and technologies in Czech companies from the perspective of trends in industry 4.0*. Confenis Conference, Wien. <https://hal.inria.fr/hal-01630542>
- Berger, R. (2014). *Industry 4.0 The new industrial revolution (How Europe will succeed?)* http://www.iberglobal.com/files/Roland_Berger_Industry.pdf
- Borbásné Szabó, I. (2018). *Informatikai megoldások a digitális transzformáció szolgálatában: SAP Leonardo*. Előadás EFOP-3.6.1-16-2016-00013 Intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztések a Budapesti Corvinus Egyetem Székesfehérvári Campusán, Székesfehérvár.
- Cearley, D., Walker, M., & Andrews, W. (2017). *Top 10 Strategic Technology Trends for 2018: Intelligent Apps and Analytics*. Gartner, Inc. Retrieved from <https://www.gartner.com/doc/3811368?srcId=1-6595640781>

- CMSC Media (2019). *SAP Unveils Blockchain Service in the Cloud*. <https://www.cms-connected.com/PromoNews/SAP-Debuts-New-Leonardo-Blockchain-as-a-Service>
- Demeter, K., Losonci, D., Nagy, J., & Horváth, B. (2019). Tapasztalatok az Ipar 4.0-val – egy esetalapú elemzés. *Vezetéstudomány*, 50(4), 11-23. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2019.04.02>
- Eisert, R. (2014). *Sind Mittelständler auf Industrie 4.0 vorbereitet?* <http://www.wiwo.de/unternehmen/mittelstand/innovation-readiness-index-sind-mittelstaendler-aufindustrie-4-0-vorbereitet/10853686.html>.
- Gilchrist, B. (2018). *Design Thinking and Intelligent Technologies | SAP Leonardo, SAP News Center*. <https://news.sap.com/2018/08/design-thinking-intelligent-technologies>.
- Haddara, M., & Elragal, A. (2015). The Readiness of ERP Systems for the Factory of the Future. *Procedia Computer Science*, 64, 721–728. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.598>
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. In 2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS) (pp. 3928-3937). Koloa, HI. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>.
- IFUA Horváth & Partners (2017). *Ipar 4.0 megoldások 2017-ben*. <https://www.controllingportal.hu/ipar-4-0-megoldasok/Invitech> (2019). *Internet of Things technológia*. <https://www.invitech.hu/iot/technologia>
- IT Services Hungary (2013). *Mi az a „Big Data”?* <https://www.it-services.hu/hirek/mi-az-a-big-data/>, Letöltés dátuma: 2019. 05. 14.
- Kenedy, S. (2015). *Made in China (2025)*. Center for Strategic and International Studies. Retrieved from <http://csis.org/publication/made-china-2025>
- Kis E. (2014). A big data előszobája. *Computerworld*. Retrieved from <https://computerworld.hu/uzlet/a-big-data-eloszobaja-149212.html>
- Kovács O. (2017). Az ipar 4.0 komplexitása – I. *Közgazdasági Szemle*, 64(7-8), 823-851. <https://doi.org/10.18414/KSZ.2017.7-8.823>
- KPMG (2016). *The factory of the future*. Retrieved from <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/es/pdf/2017/06/the-factory-of-the-future.pdf>
- Losonci, D., Takács, O., & Demeter, K. (2019). Az Ipar 4.0 hatásainak nyomában – a magyarországi járműipar elemzése. *Közgazdasági Szemle*, 66(2), 185-218. <https://doi.org/10.18414/KSZ.2019.2.185>
- MESSE (2019). Retrieved from <https://www.hannovermesse.de/en/supporting-program/event-program/conferences>
- Monostori, L. (2014). Cyber-physical production systems: Roots, expectations and R&D challenges. *Procedia CIRP*, 17, 9-13. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.03.115>
- Nagy, J. (2019). Az Ipar 4.0 fogalma és kritikus kérdései – vállalati interjúk alapján. *Vezetéstudomány*, 50(1), 14-26. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2019.01.02>
- Némethi R. & Berczik M. (2015). *SAP HANA, mint az innováció záloga* (Előadás). Budapest: Simonyi Konferencia.
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2014). How Smart, Connected Products are Transforming Competition. *Harvard Business Review*, 92(11), 64–88. Retrieved from. <https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition>
- PwC (2016). *Industry 4.0 – Building the digital enterprise*. PriceWaterhouseCoopers LLP. Retrieved from <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>
- Rouse, M. (2016). *Definition: SAP Analytics Cloud*. TechTarget. Retrieved from <https://searchsap.techtarget.com/definition/SAP-Cloud-for-Analytics>, Rübmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). *Industry 4.0. The Future of Productivity and Growth in Manufacturing*. Retrieved from https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx#chapter2_section7
- SAP (2019a). *SAP Leonardo Intelligent Technologies*. Retrieved from. <https://www.sap.com/products/leonardo.html>, Letöltés dátuma: 2019.05.14.
- SAP (2019b). *The Intelligent Enterprise*. Retrieved from. <https://www.sap.com/products/intelligent-enterprise.html>, Letöltés dátuma: 2019.05.14.
- SAP Help Portal (2019). *Installation Guide for SAP Data Hub*. Retrieved from <https://help.sap.com/doc/922191c241c74d00bcbc3efaa06f8606/2.4.latest/en-US/loio922191c241c74d00bcbc3efaa06f8606.pdf>, Letöltés dátuma: 2019.05.14.
- SAP (2019c). *Data Management*. Retrieved from. <https://www.sap.com/products/technology-platforms/data-management.html>, Letöltés dátuma: 2019.05.14.
- SAP (2019d). *SAP Data Hub*. Retrieved from. <https://developers.sap.com/topics/data-hub.html>, Letöltés dátuma: 2019.05.06
- Szeker V. (2018). *ERP vállalatok felkészültsége az Ipar 4.0 támogatására* (TDK-dolgozat). BCE. Gazdálkodástudományi kar. Gazdaságinformatika, Budapest.
- Szeker V. (2019). *Az Ipar 4.0 hatása a magyar iparvállalatokra és az ERP szállító cégekre* (Szakdolgozat). BCE. Gazdálkodástudományi kar. Gazdaságinformatika, Budapest.
- Ternai K. (2003). Az ERP-rendszerek metamorfózisa. *Vezetéstudomány*, 34(7-8.), 35-38.
- Tulusan, J., & Hidvégi, P. (2017). SAP Leonardo Digital Manufacturing: Important Steps, Partners, Project, Hungary. In *Industry 4.0 Workshop, 20th September 2017*, Budapest.
- Yin, R. K. (2012). *Applications of Case Study Research* (3rd edition). Thousand Oaks: Sage.
- Wang, S., Wan, J., Li, D., & Zhang, C. (2016). Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 12(1). Retrieved from <https://journals.sagepub.com/doi/10.1155/2016/3159805>