

Az Ipar 4.0 keretrendszer, valamint a kapcsolódó technológiák

Framework of Industry 4.0 Technologies

OLÁH J.

Debreceni Egyetem Gazdaságtudományi Kar, Alkalmazott Informatika és Logisztika Intézet,
olah.judit@econ.unideb.hu

Absztrakt. Az erősödő verseny és a globalizáció következtében megváltozott a vállalatok mikro- és makrokörnyezete. Az Ipar 4.0 a negyedik ipari forradalmat jelenti, amely során szorosabban fonódik össze az információs technológia és az automatizálás, ezáltal alapvetően megváltoznak a gyártási módszerek. Nem csupán a technológia térhódításáról van szó, hanem az üzleti folyamatok paradigmaváltásáról is. Az Ipar 4.0 a hazai vállalatok számára is egyre inkább napi valósággá válik, egy új szintre fogja emelni a gyártásban felhasznált erőforrások és szereplők közötti interakciókat. Véleményem szerint az Ipari 4.0 át fogja alakítani a termelés szerkezetét – és meg fogja változtatni a globális versenyképességet – új lehetőségeket ad a vállalatoknak az értékkeremtéshez. Kutatásomban bemutattam az Ipar 4.0 fogalmát, az újszerű technológiáit, keretrendszerét és a kapcsolódó technológiákat, feltártam az intelligens logisztikai megoldásokat és az Ipar 4.0 legfontosabb előnyeit. A fenti eszközök használatakor lényegében nem csak az ipar robbanásszerű fejlődéséről van szó, hanem a teljes gazdaság digitalizációjáról, mely az egész társadalmat érinti. Fontos, hogy a kis- és középvállalkozások is reagáljanak az új technológiai lehetőségekre, egyébként jelentős mértékben lemaradnak.

Abstract. The increasing competition and globalization have changed the micro- and macro environment of companies worldwide. The number 4.0 marks the fourth industrial revolution, bringing information technology and automation closer together leading to fundamental changes in production methods. It is not only about the penetration of technology but also about the paradigm shift in business processes. Industry 4.0 is becoming a daily reality for domestic companies as well, giving rise to the era of high-level interaction among production resources and different players. Industry 4.0 will transform the structure of production and change global competitiveness giving enterprises new opportunities to create added value. In my study I presented the concept of Industry 4.0, its framework and innovative technologies. I described the intelligent logistics solutions and the most important advantages of Industry 4.0. Essentially, the use of these tools include in addition to the explosive development of industry the digitalisation of the entire economy affecting society as a whole. It is of great importance that small and medium-sized enterprises also respond to new technological opportunities otherwise will significantly lagging behind in the digital transition.

1. Bevezetés

Az elmúlt időszakban a végbement fejlődésnek köszönhetően bővült a kutatási és fejlesztési költség, a vállalati méret, az informatikai rendszerek használata és a vásárlói igény a vállalat rugalmasságával kapcsolatos elvárása. A kutatás az információs és kommunikációs rendszerekkel közösen nagy szerepet játszanak egy vállalat versenyképességében [1]. Ugyanakkor fontos az informatikai rendszerek biztonsága is [2]. Számos szakértő foglalkozik a versenyképesség, a termelési teljesítmény és a stratégia kérdéseivel. A vállalatok nem-pénzügyi teljesítményét és azok funkcionális következményeit sokkal ritkábban elemzik, mint a vállalatok üzleti teljesítményét, ezért releváns kutatási kérdés annak vizsgálata, hogy vajon a technológiák használata a vállalatok operatív teljesítményének nagyobb fokú javulását eredményezi-e [3]. Napjainkban azon vállalatok tudnak hosszú távon versenyképesek maradni, akik az egyedi vevői igényeket megfelelő minőségben, rövid átfutási idővel és alacsony költségen tudják kielégíteni. Ezen elvárások kielégítésére való törekvés a logisztikai rendszerek komplexitásának növekedését eredményezte, mely a prognózisok szerint a jövőben is folytatódni fog. A bonyolult logisztikai hálózatok optimalizált működtetése csupán intelligens logisztikai megoldásokkal lehetséges [4].

2. Szakirodalmi áttekintés

Az 1. ipari forradalom az első mechanikus szövőszék (1784) feltalálásával kezdődött, majd számos víz- és gőzhajtású mechanikus gyártó berendezés bevezetésére került sor. A 2. ipari forradalom kezdetét az első sertésvágóhídi futószalag alkalmazása jelentette Cincinnati-ben (1870). Ezután megindult a tömeggyártás a villamos energia felhasználásával. A 3. ipari forradalom az 1970-es évek elején vette kezdetét a tárolt programú vezérlés (SPS – Speicherprogrammierbare Steuerung) elterjedésével. Az elektronika és az IT (információs technológia) bevezetése elősegítette a gyártás további automatizálását. A társadalom mélyreható változásai, az üzleti vállalkozások, és a technológia mind arra utalnak, hogy egy új ipari forradalom van folyamatban. Az Ipar 4.0 a negyedik ipari forradalmat jelenti, amely során szorosabban fonódik össze az információs technológia és az automatizálás, ezáltal alapvetően megváltoznak a gyártási módszerek [5].

3. Az Ipar 4.0 keretrendszere, valamint a kapcsolódó technológiák

3.1. Az Ipar 4.0 fogalma

Az Industry 4.0 – Ipar 4.0 fogalma széles körben használatos szerte Európában, különösen Németország ipari szektorában. Az Egyesült Államokban és általánosságban az angol nyelvű területeken a szakértők az Internet of Things (IoT dolgok internete), a mindenség internete (Internet of everything), vagy az ipari internete (industrial internet) kifejezéseket használják erre.

Az Ipar 4.0 mára a gyártási és infokommunikációs technológiai innovációkon túl egy új szemléletű iparfejlesztési politika irányát jelöli ki. Az ipar és ökoszisztémájának digitalizációja mára az Európai Unió fejlődésének kulcskérdésévé vált [6]. A kifejezés magában foglalja különböző ipari folyamatok

változását, szorosabb összefonódását, melyek alatt az egyre elterjedtebb, gépek közötti kommunikáció (Machine-to-Machine - M2M) kiemelt szerepet játszik. A gyártással foglalkozó cégek berendezkedése új úton indult el, amin haladva egyre jobban eltávolodnak a tömeggyártástól és egyre közelebb jutnak a testre szabott termeléshez és az egyedi termékek gyártásához. Ezzel együtt akár a teljes ellátási lánc digitalizációja is megvalósíthatóvá válik [7]. Az Ipar 4.0 pedig egy olyan koncepció, amely az újkeletű forradalom kihívásaira ad válaszokat, mégpedig elsősorban az ipari folyamatok teljes digitalizációjával. Nem csupán a technológia térhódításáról van szó, hanem az üzleti folyamatok paradigmaváltásáról is. Magyarországnak és Európának pont az Ipar 4.0-ra van szüksége [7]. Az értelmezését nem célszerű az új technológiákra szűkíteni [8-10]. Ez utóbbi kutatók érvei szerint az Ipar 4.0 korszakának valódi újdonságát a szervezeti és üzleti modellbeli közelítések pontosabban mutatják be. Az egyes technológiai megoldások sajátosságainál fontosabb, hogy az értékláncok koordinátorai az új technológiák segítségével új szervezeti felállásban minden korábbinál átfogóbb és integráltabb módon kontrollálják az értéklánc egészét, követik nyomon (és fejlesztik adott esetben tovább) a termékeket, azok teljes életciklusán keresztül [10-12-13]. Ez utóbbi megközelítés tehát nem a termelési képességek javulását hangsúlyozza, hanem azt, hogy maga az üzletvitel helyeződik új alapokra.

Módszertani szempontból az Ipar 4.0 és a digitális gazdaság kérdését egymástól elválaszthatatlan fogalmakként kezeljük. Definíciónk szerint az Ipar 4.0 a dolgok és szolgáltatások internete (Internet of Things, IoT) fogalmára építő, új gyártásfilozófia és működési mód, amikor okosgyárak (smart factories) jönnek létre azáltal, hogy az erőforrásokat, a gépeket és még a logisztikai rendszereket is online integrált rendszerré, egyfajta kiberfizikai rendszerré kötik össze. Ily módon pedig független és önoptimalizáló helyi termelési folyamatok alakulnak ki [14].

Az Ipar 4.0 a negyedik ipari forradalmat jelenti, amely során szorosabban fonódik össze az információs technológia és az automatizálás, ezáltal alapvetően megváltoznak a gyártási módszerek. A cél az alábbi 4 kritérium teljesülése [5]:

- 1. Horizontális integráció:** Az okos gyár folyton igazodik környezetének új körülményeihez és optimalizálja a termelési folyamatait. Ez az értékláncban az ügyfelek és a beszállítók integrációján keresztül valósul meg.
- 2. Vertikális integráció:** Az okos gyárban az emberek és a gépek, valamint az egyéb erőforrások egy digitális modellben képződnek le és egymással a kiber-fizikai rendszereken (Cyber Physical System- CPS) keresztül kommunikálnak.
- 3. Az okos termékek:** A saját folyamatukról információkkal rendelkeznek, az adatokat összegyűjtik, majd továbbítják a különböző gyártási fázisok felé.
- 4. Az ember maga áll a középpontban, ő maga az értékteremtés vezérlője.**

3.2. Az Ipar 4.0 újszerű technológiái

Három nagyobb területre oszthatók fel az Ipar 4.0-hoz tartozó technológiák:

- **Felhő alapú rendszerek (Cloud Computing):** Nagy és valós idejű adatok (Big Data), okos alkalmazások.

- **Kiber-fizikai rendszerek (CPS):** Beépített szenzorok alkalmazásával az okos termékek kommunikálni tudnak a gyártás folyamán, így például információt közölnek magukról.
- **Intelligens gyár (Smart Factory):** Ember és gép közötti intelligens hálózatba kapcsolódást jelent, olcsó automatizálással és valós idejű adatokkal. Ennek technológiai alapját a kiber-fizikai rendszerek alkotják, melynek elemei IoT megoldás segítségével kommunikálnak egymással. Az átlagember számára azonban sokkal kézzelfoghatóbbak azok a fejlesztések, melyek a jövőnk mindennapjainak részévé fognak válni az okos eszközök vagy az önvezető járművek további elterjedése révén.

3.3. Az Ipar 4.0 keretrendszere

A negyedik ipari forradalom eszközei új lehetőségeket teremtenek az intelligens logisztikai rendszerek kialakításában, működtetésében, ezért mutatjuk be az alábbiakban ezen eszközökhöz kapcsolódó fontosabb ismereteket.

Dolgok internete (Internet of Things - IoT): Az egyedileg azonosítható fizikai objektumok, eszközök összekapcsolását is jelöli egy internethez hasonló struktúrában. A hálózati struktúra nem csak „embereket köt össze”, hanem dolgokat, eszközöket is. Az „okos eszközök” kommunikálnak egymással. Az IoT szerepe is nő a gazdálkodásban. Ezek olyan eszközöket jelentenek, amelyek SIM-kártyát tartalmazó modemek segítségével működnek, így a hálózaton keresztül az egész ország területén lehet őket használni. Annak érdekében, hogy az emberiség az általa működtetett rendszerek hatékonyságát tovább tudja fokozni elengedhetetlen a felhasznált „dolgok”-ról való adatgyűjtés, illetve a kapott adatok alapján a rendszer működésébe való beavatkozás. Egy egyszerű példával élve, hogyha a technológiai berendezések fontosabb alkatrészeit olyan érzékelőkkel látnánk el, amelyek még a meghibásodás előtt jelzik a problémát, akkor időben beavatkozhatunk és elkerülhetjük a termelés leállását [4].

Az Internet of Things egyik lényeges jellemzője, hogy meg tudjuk állapítani, melyik információ honnan, melyik eszköztől érkezett. Másik fontos jellemzője, hogy ne csak begyűjteni tudjuk az adatokat, hanem – azok kiértékelését követően – távolról be is tudunk avatkozni a folyamatokba. A kommunikációnak tehát kétirányúnak kell lennie [15]. A listáknál maradva nézzük, mi az a hét kulcsszó, ami a Dolgok Internetét és a hozzá kapcsolódó folyamatokat jellemzi:

Beolvasztás: az eszköznek képesnek kell lennie olyan működési adatokat előállítani, melyeknek köszönhetően beépíthetők a vállalat informatikai infrastruktúrájába.

Kapcsolat: a szenzorok és egyéb csatlakozási pontok révén létrejövő intelligens kapcsolatok elengedhetetlenek a megfelelő hálózat kiépítéshez, hiszen ennek hiányában a szükséges adatok sem nyerhetők ki.

Feldolgozás: a nyers adatok önmagukban még nem elegendők, értelmet a megfelelő összefüggésben történő elemzéssel nyernek.

Centralizálás: a Dolgok Internete egyre több helyen jelen van, és mivel a segítségével nyert adatfolyamok egymástól igencsak eltérhetnek, a megfelelő elemzéshez központi helyen kell összefutniuk a méréseknek, adatsoroknak.

Felismerés: tisztában kell vele lenni, hogy miről is szól maga az adat, hiszen e nélkül nem lehet megfelelő kontextusban kezelni azt.

Konfiguráció: ekkor indul meg az adatok felhasználása, azaz küldése-fogadása, melynek köszönhetően a gépek hatékonyabb és intelligensebb munkavégzésre képesek.

Koordináció: a munkafolyamatok áttekinthetőbbé és könnyebben tervezhetővé válnak, ha az adatoknak köszönhetően előrelátható például a gépek meghibásodása vagy a hálózatok leállása [15].

Nagy adatállományok (Big Data): Nagy adatállományok és döntési szabályok gyűjteménye és alkalmazása (az adatfeldolgozás egy olyan módja), ahol nagymennyiségű, sokrétű és strukturálatlan adatról van szó. A világban keletkező adatmennyiség megközelítőleg kétfévente megduplázódik, melynek hatására hatalmas mennyiségű adatok keletkeznek az élet különböző területén. A technológiai fejlődésnek köszönhetően egyre több paramétert tudunk mérni és tárolni. Attól azonban még senki sem lesz okosabb, ha óriási, rendezetlen adattömegek vannak a birtokában. A Big Data technológia lényege, hogy az ömlesztett adathalmazból – különféle matematikai, illetve mesterséges intelligencia módszerek segítségével – megpróbál korábban nem ismert összefüggéseket keresni. Ezen összefüggések birtokában a gyártástechnológiai folyamat egyes elemei, illetve a teljes tervezési, gyártási, raktározási és értékesítési hálózat működése javítható, optimalizálható. A nagy mennyiségű adatokból az adatok közötti korrelációk feltárásával hasznos következtetéseket, új szolgáltatásokat hozhatunk létre [4]. Természetesen a gyártási folyamatok digitalizálása azt is jelenti, hogy hatalmas mennyiségű adat keletkezik a gyárakban, aminek az elemzése nem csak nagy számítási kapacitást és adattároló készséget, hanem speciális elemzési tudást is igényel. Ehhez egyrészt kiváló szoftveres támogatásra, másrészt tehetséges IT-szakemberekre is szükség van, méghozzá az adott iparágban szerzett tapasztalattal. Az adatok elemzésének a döntéshozatalban, a gyártási folyamatok javításában és ezek által a versenyképesség növelésében van nagy szerepe [15]. A nagy adattömegek feldolgozásának tudománya és technológiája drámai mértékben fejlődött az utóbbi években [16]. Ma már intelligens algoritmusok számítanak ki és végeznek el olyan feladatokat, amelyeket korábban emberek végeztek meglévő tapasztalataikra, rutinjukra vagy éppen intuícióra alapozva: például a termelés- és karbantartás-ütemezést.

Kiber-fizikai rendszer (Cyber-Physical System - CPS): Az informatikai, szoftvertechnológiai valamint mechanikai- és elektronikai elemek egységbe kapcsolását értjük, ahol az elemek egy olyan „adat-infrastruktúrán” keresztül kommunikálnak egymással, mint pl. az internet (a vezérléssel és hálózati kapcsolattal rendelkező elektronikai eszközöket nevezzük kiberfizikai rendszernek). Képesek környezetükből szenzorok segítségével adatokat gyűjteni, valamint a helyzetük elemzését követően cselekedni. A gyakorlati életnek számos olyan területe létezik, amelyekenél a kiber-fizikai rendszerek létrejötte a hatékonyság növekedésével párosulhat, mint például a közlekedésben a gépkocsik informatikai rendszereinek összekapcsolásával csökkenteni lehet a légellenállást, a fogyasztást, a balesetek számát, stb. [4].

Felhő alapú szolgáltatások (Cloud Computing): úgy hajtunk végre programokat, hogy azok nem a helyi számítógépre vannak telepítve, hanem egy másik gépre, s meghívásuk „távról”, interneten keresztül történik. Természetesen és célszerűen az „adatok” is a „felhőben”, nem helyi szervereken helyezkednek el. Műszakilag megfogalmazva: az IT infrastruktúra, pl. a számítógép-erőforrások, adattároló, hálózati erőforrások, valamint a kész szoftver az interneten keresztül áll rendelkezésre,

anélkül, hogy a helyi gépre, gépekre lenne telepítve. A lehetőségeket egy mondatban összefoglalva: A felhő alapú rendszerek lehetővé teszik informatikai erőforrások, adatok, szolgáltatások és digitális üzleti modellek igény szerinti és decentralizált rendelkezésre bocsátását az interneten keresztül [17].

Gép-gép között (M2M) kommunikáció: Olyan adatáramlást jelent, mely emberi közreműködés nélkül, gépek között zajlik. *Folyamata:* 1. Az egyik eszköz valamilyen adatot rögzít. 2. Az adat továbbítása egy kommunikációs hálózaton keresztül a másik eszköz felé. 3. Az adatok értékelése. 4. Válasz – a megfelelő folyamatok beindítása. A gyártás folyamata minden eddiginél jobban optimalizálhatóvá válik, de a lehetőségek ezzel még nem merülnek ki. Az intelligens gépek, valamint termékek olyan szolgáltatásokat is kínálhatnak az Interneten, amelyekkel a gép-gép közötti (M2M) kommunikáció által különböző beavatkozásokat kezdeményezhetnek [18].

Kierjesztett valóság (Augmented Reality - AR): Bővített valóság valós idejű információkkal. Az olyan rendszereket jelent, amelyek az alábbi három fő jellegzetességgel rendelkeznek: valós és virtuális tárgyak keverednek valós környezetben, valós időben interaktív, 3D-s kiterjedésű.

Mobil alapú technológiák: lehetővé teszik a digitális adatátvitelt, így az internet használatát is.

Blockchain (blocklánc technológia): Egy adatblokkokból álló digitális lánc terminológiája. Lehetővé teszi a biztonságos adathordozásnak azt a formáját, ahol a blokkokban tárolt adatok egymást követően kriptográfiát használva sorba rendeződnek és így egy láncot alkotnak.

Rádiófrekvenciás azonosítás (Radio Frequency Identification - RFID): Egy olyan technológia, amely rádióhullámokat használ az adatok továbbítására. Az RFID a vonalkódokhoz hasonlít, viszont működésében eltér, mivel a vonalkódokat optikai módszerekkel olvashatjuk le, RFID esetében azonban a leolvasás rádióhullámok segítségével történik. Az RFID a vonalkód olvasóknak egy modernbb változata, mely esetén nincs szükség arra, hogy az eszköz „rálásson” a tag-re, hanem például egy csomag tartalmát annak felbontása nélkül is leolvashatjuk.

Digitális kamera technológia: Ezek a megfigyelők már élesebb és részletgazdagabb felvételeket adnak. Szemben az analóg rendszerekkel, amelyeknél számolni kellett nagyítás esetén képkockásodással.

Global Positioning System (Globális Helymeghatározó Rendszer - GPS) az Amerikai Egyesült Államok Védelmi Minisztériuma (Department of Defense) által (elsődlegesen katonai célokra) kifejlesztett és üzemeltetett – a Föld bármely pontján, a nap 24 órájában működő – globális műholdas navigációs rendszer (GNSS).

Globális helymeghatározó műholdrendszer (Global Navigation Satellite Systems – GNSS): a gyűjtőneve azoknak a SAT alapú navigációs rendszereknek, melyek autonóm földrajzi helymeghatározásra alkalmasak a Föld teljes felszínén. Több ilyen rendszer van a megvalósítás

fázisában, vagy rendelkezik már a szükséges műholdakkal és földi állomásokkal, néhány közülük globális, mások még csak lokális pozícióadatokat szolgáltatnak.

I4Log: I4Log Ipari Modul képes a SmartFactory IT oldali támogatására, azaz az Ipar 4.0 ajánlás/kutatás céljainak megfelelően gyártósori adatgyűjtést, adatelemzést, és döntéstámogatást nyújt a minőségbiztosítás, karbantartás optimalizálás, energia/anyag felhasználás területén.

Kollaboratív robot: Ketrec nélküli robotika, ami a robotok olyan fejlettségi szintje esetén lehetséges, amikor a robot képes az emberrel közös munkahelyen (munkafolyamaton) dolgozni úgy, hogy képes érzékelni a robotkar útjába eső akadályokat (pl. embert), és annak veszélyeztetése nélkül dolgozik.

Manufacturing Execution System (MES): Nincs Industrie 4.0 MES nélkül – vallják a szakemberek, ahol az Industrie 4.0 technológiai alapjának az eszközök egy „horizontális hálózatba kapcsolását” tekintik, míg a MES alatt a „gyártás”, a folyamatok információinak vertikális összekapcsolását és „láthatóságát” értik. A gyártással, logisztikával, személyezettel és minőségbiztosítással kapcsolatok információkat transzparens módon együtt kell látni, át kell tudni tekinteni. Jóllehet a MES-t említik a „gyártásirányítás” szinonimájaként is, alapvetően abban különbözik egy hagyományos ERP rendszertől, hogy egy „folyamat-közel” rendszer, közvetlenül kapcsolódik a folyamatautomatizálás megosztott (és egységes hálózatba kapcsolt) rendszeréhez, s így valós időben teszi lehetővé a gyártási folyamat irányítását, vezérlését és ellenőrzését. Tulajdonképpen közvetlenül az ERP alatt áll, s többek között „kiszolgálja” az ERP rendszert „üzemi információkkal” [19].

Összetett és intelligens szenzorok: *Összetett szenzoroknak* olyan szenzorokat nevezünk, amelyek egynél több elemiszenzort tartalmaznak, ezáltal új érzékelési információt („dimenziót”) nyújtanak. Az *intelligens szenzorok* (intelligent/smart sensors) olyan szenzorok, amelyek a közvetlen érzékelésen/transzdukción túl több funkciót tartalmaznak, pl. kommunikáció, esetleg részleges jelkiértékelés).

PLM alkalmazás a Siemens PLM Software alkalmazása. A program alapvetően az iparban előforduló termelési és logisztikai folyamatok szimulációjára, optimalizációjára szolgál. A gyártócellák működésétől kezdve a teljes gyárkomplexumok modellezéséig a termelés különböző szintjei modellezhetőek a program használatával. A PLM olyan üzleti stratégiai megközelítés, amely lehetővé teszi a vállalat közös szellemi tőkéjének (Corporate Intellectual Capital-CIC) hatékony kezelését és felhasználását.

Egyéb alkalmazások: 3D nyomtatás, 3D szekennelés, gyártási automatizálás egyedi gépekkel, robot technológia, többcélú gyártósorok, mesterséges intelligencia, mobil végberendezések, alkalmazásintergráció, MES/ERP/PPS rendszerek.

3.4. Intelligens logisztikai megoldások

Intelligens logisztikai megoldásokon azon eszközöket/(rész)rendszereket értjük, melyek képesek reagálni (automatikus információtovábbítással és/vagy a saját működésük szabályozásával) a külső környezet változásaira. Az intelligens logisztikai megoldások alkalmazásával és továbbfejlesztésével lehetővé válhat a logisztikai rendszerek veszteségeinek jelentős mértékű csökkenése. A veszteségek csökkenése elsősorban annak eredménye, hogy a feladatok elvégzésének reakcióideje lerövidül, illetve a rendszer objektumai (forrás és nyelő objektumok, anyagmozgató eszközök, személyzet, stb.) közötti optimalizált együttműködés növekedésével az emberi- és gépi erőforrások kihasználásának hatékonysága növekszik.

A gyakorlatban jelenleg alkalmazott fontosabb intelligens logisztikai megoldások a következők:

- **Intelligens azonosító- és mérőeszközök** (külső környezet kedvezőtlen változásáról automatikus üzenetet küld, pl. hőmérséklet, vagy páratartalom egy előírt érték alá csökkent).
- **Intelligens technológiai berendezés** (pl. azonosítóeszköz adatai alapján automatizált megmunkálás, szenzorok segítségével a meghibásodás előrejelzése).
- **Intelligens minőség-ellenőrzés** (pl. a terméken elhelyezett RFID chip adatai alapján végzi el a berendezés a szükséges ellenőrzéseket).
- **Intelligens anyagmozgató berendezés** (pl. környezeti adatok alapján automatikus működés).
- **Intelligens raktár** (pl. érzékelők segítségével a készletfogyás alapján automatikus rendelésfeladás történik).
- **Intelligens logisztikai rendszerek** (pl. Az Ipar 4.0 aktuális eszközrendszerének felhasználásával létrehozott, az ember-gép és/vagy gép-gép közötti kommunikáción alapuló részben/teljesen automatizált logisztikai rendszerek).

3.5. Az ipar 4.0 legfontosabb előnyei

1. Az új eszközöknek köszönhetően hatékonyabbá válhatnak a folyamatok. Nyilvántartja a tesztelési adatokat és biztosítja a nyomon követést is. A gyártás pillanatnyi eredményességének mérése a másik jelentős pont. A pontos adatok folyamatosan nyomon követhetők a fali kivetítőkön. Látható az adott műszak aktuális elmaradása, többletteljesítménye, az adott hónap termelékenységi mutatói, valamint a megfelelő és a selejt mennyiségek darabszáma. A havi és az éves gyártási teljesítményekről is pontos képet ad: a dolgozók saját maguk is láthatják, hogy hol tart az adott műszak gyártási teljesítménye a normához képest, naprakész információkkal szolgál a termelés hatékonyságáról a vezetésnek.

2. Selejtek számának csökkentése. Egyre jobban növelni kell a termelést, mivel egyre jobban fokozódik a verseny. Ennek a selejtgyártás csökkentés az egyik módja. Az Ipar 4.0 megoldásaival nagymértékben csökkenthető a selejtek száma a gyártási folyamatok módosításával és a selejtgyártási okok meghatározásával.

3. Az alkalmazottak motiváltabbak lesznek és nő a teljesítményük. A rendszer információkat jelenít meg a gyártóüzemben elhelyezett kijelzőkön (pl. mennyi van még hátra az adott rendelés teljesítéséből), így a dolgozók ellenőrizhetik, hogy hogyan viszonyul a saját teljesítményük a

normához, valamint tudatában vannak annak, hogy ezeket az információkat a főnökük is látja. Ez a megoldás bizonyítottan hatással van pszichológiailag az alkalmazottak hatékonyságára.

4. Csökkenthető a munkaerő probléma. Az elmúlt években Magyarországon nagymértékű munkaerőhiány alakult ki, főleg a szakmunkás munkaerőpiacon. Az intelligens félautomata vagy automata rendszerekkel csökkenthető az emberi munka igénye.

5. Költségmegtakarítás. Az áramszolgáltatókkal kötött szerződés egy bizonyos fogyasztási sávra vonatkozik, ugyanis ha a fogyasztó – akár rövid ideig – a sáv felső határánál többet fogyaszt, akkor a túlfogyasztott áramot jelentősen magasabb áron kaphatja. Egy nagyobb cég áramfogyasztása is 90% feletti pontossággal előre jelezhető a múltbeli adatok és a gyártástervek figyelembevételével, illetve a fogyasztás monitorozásával, sőt a figyelmeztető rendszer üzenetet tud küldeni az energetikusnak, ha az előre tervezett áramfogyasztás feletti igény várható. Az áramköltség 2-3%-a takarítható meg a rendszer segítségével [3] [15].

4. Következtetések, javaslatok

Véleményem szerint az Ipari 4.0 át fogja alakítani a termelés szerkezetét - és meg fogja változtatni a globális versenyképességet - új lehetőségeket ad a vállalatoknak az értékteremtéshez. Az Ipar 4.0 egy új szintre fogja emelni a gyártásban felhasznált erőforrások és szereplők közötti interakciókat. Vállalatok, beszállítói és vevők közötti rendszerek integrálása még hiányzik és a vállalaton belüli részlegek között sem jött még létre a teljes integráció, ezért a gyártás, szerviz, tervezés, különböző készletek, rendelések sem alkotnak egy rendszert. Az Ipar 4.0 viszont megoldja ezt a problémát, mivel univerzális adatintegrációs hálózatok alakulnak ki, aminek a segítségével a vállalat külső és belső folyamatai egy integrált rendszert alkotnak [20]. Az új technológiák bevezetése önmagukban is nagymértékű hatékonyság és termelékenységnövekedést okoznak, együttesen pedig jelentős lendületet adhat a gazdaság minden területének [3].

A fenti eszközök használatakor lényegében nem csak az ipar robbanásszerű fejlődéséről van szó, hanem a teljes gazdaság digitalizációjáról, mely az egész társadalmat érinti. Fontos, hogy a kis- és középvállalkozások is reagáljanak az új technológiai lehetőségekre, egyébként jelentős mértékben lemaradnak [21]. A negyedik, majd az ötödik ipari forradalom előidézi a digitalizáció versenyét. Ha a vállalatok ebben nem tudnak helyt állni, akkor eltűnnek a süllyesztőben, ahogyan ezt az ipari forradalmak időszakában tapasztaltuk. A hazai vállalkozások Ipar 4.0 evolúciójának ugyanakkor két alapvető gátja van: a tudás hiánya és a forráshiány. Ha viszont a kkv-k nem mozdulnak meg, akkor csúnyán lemaradnak. A negyedik ipari forradalom csúcsra fogja járatni a versenyt, és aki ebben nem tud helyt állni - ahogyan az ipari forradalmak idején megszokott - szépen eltűnik a süllyesztőben.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Innovációs és Technológiai Minisztériuma ÚNKP-19-4-DE-147 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával és a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült.

Hivatkozások

- [1] Duľová Spišáková, E. - Mura, L. - Gontkovičová, B. - Hajduová, Z. (2017): *R&D in the context of Europe 2020 in selected countries*. Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research, Vol. 51., No. 4., 243-261. pp.
- [2] Ključnikov, A - Mura, L. - Sklenár, D. (2019): *Information security management in SMEs: factors of success*. Entrepreneurship and Sustainability Issues. Vol. 6., No. 4., 2081-2094. pp. [https://doi.org/10.9770/jesi.2019.6.4\(37\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2019.6.4(37))
- [3] Oláh J. - Popp J. - Erdei E. (2019): *Az Ipar 5.0 megjelenése: ember és robot együttműködése*. Logisztikai trendek és legjobb gyakorlatok. V. évf., 1. sz., 12-19. pp.
- [4] Illés B. (2016): *Logisztikai trendek*, UMI-TWINN Projekt. MultiScience - XXX. microCAD International Multidisciplinary Scientific Conference, University of Miskolc, Hungary, 21-22 April 2016, 1-6. pp.
- [5] Nagy J. - Oláh J., Erdei E., Máté, D., Popp, J. (2018): *The Role and Impact of Industry 4.0 and the Internet of Things on the Business Strategy of the Value Chain - The Case of Hungary*. Sustainability. Vol. 10., No. 10., 3491, 1-25. pp.
- [6] Internet 1 (2019): https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/digital-transformation_en. Digital transformation, Letöltve: 2019. 09. 03.
- [7] Bakon K. - Skrop A. - Jaskó Sz. - Holczinger T. (2019): *A gyár komponens szerepe az Ipar 4.0 koncepcióban*. Műszaki, technológiai és gazdasági kihívások a 21. században nemzetközi magyar nyelvű tudományos konferencia. 2019. május 21. http://publicatio.bibl.u-szeged.hu/15684/1/MuTeGaKi2019_Osszefoglalok.pdf
- [8] Turzó P. A. (2019): *A gazdasági hírforrás*. Portfólio. <http://www.portfolio.hu/tool/print.php?i=237125&k=2>. Letöltve: 2019. 09. 03.
- [9] Bharadwaj, A. - El Sawy, O. A. - Pavlou, P. A. - Venkatraman, N. (2013): *Digital business strategy: toward a next generation of insights*. MIS Quarterly. Vol. 37., No. 2., 471-482. pp.
- [10] Erol, S. - Schumacher, A. - Sihn, W. (2016): *Auf dem Weg zur Industrie 4.0 – ein dreistufiges Vorgehensmodell*. In: Biedermann, H. (Ed.) Industrial Engineering und Management. Springer Gabler, 247-266. pp.
- [11] Kagermann, H. - Helbig, J. - Hellinger, A. - Wahlster, W. (2013): *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0: Securing the Future of German Manufacturing Industry*; Final Report of the Industrie 4.0 Working Group. Forschungsunion. http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report_Industrie_4.0_accessible.pdf
- [12] Porter, M. E. - Heppelmann, J. E. (2014): *How smart, connected products are transforming competition*. Harvard Business Review. Vol. 92., No. 11., 64-88. pp.
- [13] Porter, M. E. - Heppelmann, J. E. (2015): *How smart, connected products are transforming companies*. Harvard Business Review. Vol. 93., No. 10., 96-114. pp.
- [14] Kovács O. (2017): *Az ipar 4.0 komplexitása – II*. Közgazdasági Szemle. LXIV. évf., 970-987. pp.
- [15] Husi G. (2016): *Ipar 4.0*. Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Egyetemi Jegyzet, Debrecen.
- [16] Babiceanu, R. F. - Seker, R. (2016): *Big Data and virtualization for manufacturing cyber-physical systems: A survey of the current status and future outlook*. Computers in Industry. Vol. 81., 128-137. pp.

- [17] Internet 2 (2019): <http://industry4.hu/en/fogalomtar/felho-alapu-szolgaltatasok-cloud-computing>. Felhő alapú szolgáltatások (Cloud Computing), Letöltve: 2019. 09. 03.
- [18] Fehér N. (2018): *Logisztika 4.0.* 36-49. pp.
- [19] Internet 3 (2019): <http://industry4.hu/en/fogalomtar/mes-manufacturing-execution-system>. MES (Manufacturing Execution System), Letöltve: 2019. 09. 03.
- [20] Manu, A. (2015): *Value Creation and the Internet of Things: How the Behavior Economy will Shape the 4th Industrial Revolution.* Routledge.
- [21] Máté, D. - Darabos, É. - Dajnoki, K. (2016): *The impact of human capital on labour productivity regarding 'ET 2020' targets: case study.* Network Intelligence Studies. Vol. 4., No. 7., 61-67. pp.