

AZ IPAR 4.0 FEJLŐDÉSE, HASZNÁLATA ÉS KIHÍVÁSAI NAPJAINKBAN

Erdei Edina

Összefoglalás

Az Ipar 4.0 célja a gyártási és tervezési folyamatok optimalizálása, annak érdekében, hogy a vállalatok időt, pénzt és feleslegesen elhasznált erőforrásokat tudjanak megtakarítani. A tervezési folyamat során a dokumentálásnál és a prototípus elkészítésénél a költség jelentős része megtakarítható, a veszteségek csökkentése pedig hozzájárul a vállalatok növekedéséhez.

Célom, hogy átfogó képet adjak az ipari forradalmakat kiváltó technológiai, gazdasági újításokról, a napjaink fejlett technológiai lehetőségeiről, az Ipar 4.0-t megvalósító rendszerekről. Az Ipar 4.0 nem azt jelenti, hogy ki kell dobni minden 5 évnél régebbi gyártó gépet. Létezik olyan technológia, aminek a segítségével az analóg készülékek is ráköthetők a negyedik ipari forradalom fogaskerekére. Vizsgálatomban kitérek az egyik ilyen technológiára a PHM módszerre, amely a kiber-fizikai rendszerek vállalati üzemi tervezését segíti elő.

Kutatásom során ismertetem az Ipar 4.0 lehetőségeit, veszélyeit és a vállalkozások Ipar 4.0-ról alkotott véleményét. Fontos, hogy a kis- és középvállalkozások is reagáljanak az Ipar 4.0 által hozott új technológiai lehetőségekre, hiszen, ha nem teszik, akkor csúnyán lemaradnak.

Kulcsszavak: Ipar 4.0, PHM módszer, Big Data, felhő alapú rendszerek, intelligens gyár.

JEL: O14

DOI: 10.33032/acr.2019.9.1.49

THE DEVELOPMENT, USE AND CHALLENGES OF INDUSTRY 4.0 TODAY

Abstract

Industry 4.0 aims to optimize manufacturing and design processes to help companies save time, money, and prevent the waste of resources. During the design process, a significant part of the cost can be saved in documentation and prototyping, and loss reduction contributes to the growth of companies.

My goal is to give a comprehensive picture of the technological, economic innovations that trigger industrial revolutions, the advanced technological possibilities of today, and the systems that implement Industry 4.0. Industry 4.0 does not mean that every production machine older than 5 years has to be discarded. There is a technology that can be used to connect analogue devices to the gear of the fourth industrial revolution. In my study, I discuss one of these technologies with the PHM method, which supports corporate business planning of cyber-physical systems.

In my research, I present the opportunities, dangers of Industry 4.0 and the views of businesses on Industry 4.0. It is important that small and medium-sized enterprises also respond to the new technological opportunities brought by Industry 4.0, because if they do not, then they will miss out.

Keywords: Industry 4.0, PHM method, Big Data, cloud based systems, smart factory.

JEL: O14

Bevezetés

Az Ipar 4.0 elnevezés a negyedik ipari forradalomra utal, ami alatt az automatizált, optimalizált és a teljesen integrált termelési folyamatot értjük. A szenzoroknak, munkadaraboknak, gépeknek és az informatikai rendszereknek a horizontális és vertikális kapcsolatát eredményezi a teljes ellátási-lánc mentén. Ennek köszönhetően megváltozik a beszállítók, gyártók és a vevők közötti viszony.

A hálózatokba megvalósuló szervezett gyártás azt jelenti, hogy a termelés rugalmasan tud alkalmazkodni a vevői igényekhez és a külső tényezők változásaihoz. A vevői visszajelzések alapján pedig optimalizálja a termelést és azt az igényekhez alakítja, így a gyártás egy állandóan javuló folyamattá válik, amiben a gépek, termékek, erőforrások ellenőrzik egymást. Ezt nevezzük Ipar 4.0-nak, vagyis amikor a valódi és a digitális világ összeolvad.

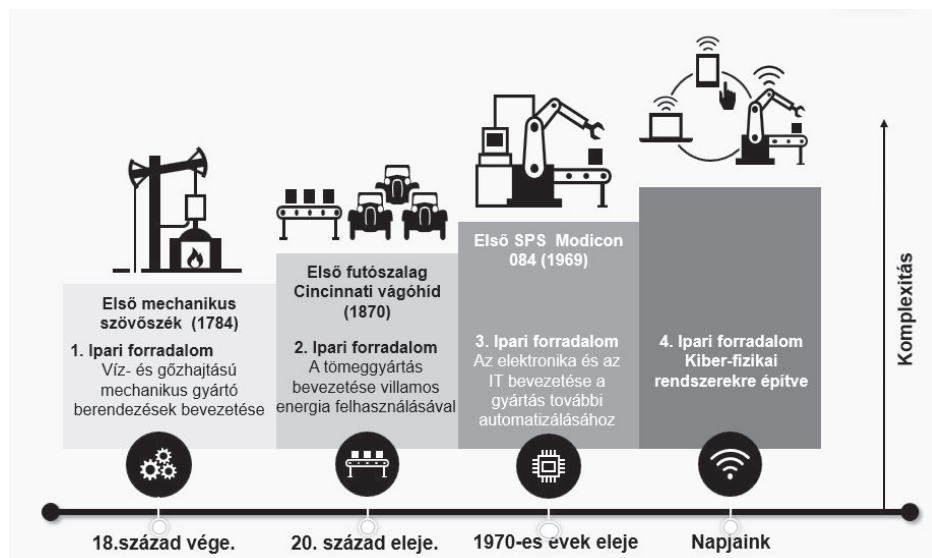
Az Ipar 4.0-hoz tartozó technológiákat három nagyobb területre oszthatjuk fel: felhő alapú rendszerek, kiber-fizikai rendszerek, intelligens gyárak. A negyedik ipari forradalom kapcsán kutatásomban szót ejtek a 3D szimulációról, a Big Data analitikáról, IoT (Internet of Things) eszközökről, robotokról, az adatintegrációs hálózatokról, felhőkről és az okos gyárakról. Az Ipar 4.0-t megvalósító rendszerek mellett ismertetem azok módszertani hátterét is.

Bemutatom a gyors fejlődés előnyeit és veszélyeit, amiközben világossá válhat, hogy lényegében nem csak az ipar robbanásszerű fejlődéséről van szó, hanem a teljes gazdaság digitalizációjáról, mely az egész társadalmat érinti.

Az Ipar 4.0 kialakulása

A technológiai fejlődés gyors változást generálhat, ami gyökeres gazdasági átalakulást és társadalmi átalakulást indukálhat. Az ipari fejlődésben három jelentős minőségbeli változás jelent meg, amik teljes ipari megújuláshoz vezettek, tovább társadalmi és gazdasági átalakuláshoz. A közeljövőben egy negyedik, ilyen szintű változás előtt állunk, ami jelentős és intenzív fellendülést eredményez az ipar és az élet minden területén (Cevikcan - Ustundag, 2018).

Az első ipari forradalom során a gőzgépek lehetővé tették a munkafolyamatok gépesítését, ami az emberi munkaerő részleges kiváltását okozta, továbbá tervezhetőbbé vált az alapanyag ellátás a gőzmozdonyokkal és a gőzhajókkal. (1. ábra.) Kialakult a manufaktúrákban a munkamegosztás, ezáltal lehetővé vált a részfolyamatok gépesítése. Az ipari forradalomhoz tartozott egy összetett gazdasági és társadalmi átalakulás. Ez a fejlődés eleinte munkahelyek megszűnés vezetett, de a termelés gyors növekedése a munkaerő igényt is növelte, amely a munkásosztály kialakulásához vezetett (Skilton - Hovsepian, 2018).



1. ábra. Az ipari forradalmak jelentős újításai.

Forrás: Popp et al., 2018.

Az első ipari forradalom vonzataként kialakult egy új gazdasági világregend, megjelentek az új nagyhatalmak, mint például Németország és az USA, valamint lehetővé vált a tőke világméretű áramlása is. A második ipari forradalmat szintén egy új technológiai vívmány váltotta ki. Az elektromos és a robbanómotoros hajtás lehetővé tette a tényleges tömegtermelés bevezetését. Az elektromos ipar, vegyipar és az autópár új húzóágazatként jelent meg és kialakult a szolgáltatóipar. Teljesen átalakult a termelés a villamosmotor alkalmazásával, mivel az új technológia kiváltotta az emberi erőt. A vízierőművek építésével és a transzformátorok alkalmazásával lehetőség nyílt a villamosenergia szélesebb körű felhasználására. Felgyorsult a közlekedés és a világítás következtében kialakult a három műszakos termelés. Az elektromosság terjedésével a távközlés is egyre gyorsabb ütemben fejlődött (Barnatt, 2017).

A harmadik nagy minőségi átalakulást az ipari termelés területén a számítástechnika és ezzel az informatika, valamint az elektronika és a közlekedés fejlődése váltotta ki. Mindezek együtt hozták létre azt, hogy lehetővé vált a termelés automatizálása és a termékek olcsó szállítása. A telekommunikáció ugrásszerű fejlődésen ment keresztül, az Internet vált a magán és az üzleti élet új kommunikációs színterévé, ami lehetővé tette a gyors üzleti folyamatok lebonyolítását és az üzleti partnerek összekapcsolását országhatárokon keresztül is. Sokak szerint a harmadik ipari forradalom még ma is tart, mivel az ipar fejlettségi színvonala jelentősen különbözik országonként és régióként (Marsh, 2017).

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 (Nagy et al., 2018):

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 (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.*

Az életünket alapvetően megváltoztatta az okos eszközök megjelenése. Amíg manapság körülbelül 6,6 milliárd számítógép van hálózatba kötve, addig 1995-ben ez a szám még csak 6 millió volt, ami - becslések szerint - 2020-ra akár 50 milliárdra is nőhet. A további fejlődés eredményeképpen intelligens kapcsolat és kommunikáció jön létre a gépek között a kiber-fizikai rendszerekben (Husi, 2016).

Ezekben a kiber- fizikai rendszerekben kialakul a gép- gép közötti kommunikáció, ez teszi lehetővé, hogy emberi beavatkozás vagy segítség nélkül a készülékek információt kezdeményezhetnek és cserélhetnek. A legfontosabb kérdés, hogy ez az ipar számára milyen előnyöket jelent.

A vállalatok nagy része szerint az Ipar 4.0 bevezetése növelni fogja a versenyképességüket. A vállalatoknak pedig csak kis része az, aki tényleg látja, hogy ez miként fogja megváltoztatni az üzleti tevékenységeiket. A digitális átalakulásnak hatása lesz a helyi és a globális érték-áramlásra, egyaránt érintve az alacsony és a magas költségű országokat is (Deloitte, 2014).

Az Ipar 4.0 technológiák

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

- *Felhő alapú rendszerek* (Cloud Computin): 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 (Denkena - Morke, 2017).

- *Intelligens gyár* (Smart Factory): Ember és gép közötti intelligens hálózatba kapcsolódást jelent, alacsony költségű automatizálással és valós idejű adatokkal.

A negyedik ipari forradalom alapjai az alábbi főbb technológiai pillérek. Ezek fejlődése és bevezetése önmagukban is nagymértékű hatékonyság és termelékenységnövekedést okoznak, együttesen pedig jelentős lendületet adhat a gazdaság minden területének.

Már széles körben alkalmazzák a 3D *szimulációt* a termékek tervezése során, az anyagok és a szerkezetek, valamint a termelési folyamatok modellezésére. A jövőben egyre jobban elterjedhet a szimuláció alkalmazása a gyártásban is. A valós idejű gyártási szimuláció lehetővé teszi a valós és az ideális működés azonnali összehasonlítását, ezáltal optimalizálható a termelés. Lehetővé válik a gyártósor virtuális leképezési és a termék virtuális legyártása, így letölthetők a gyártáshoz szükséges paraméterek, amivel akár 80 %-os időnyereség érhető el a szerszámok beállítására szánt időből (Degryse, 2016).

A *Big Data analitika* csak nemrég került be a gyártásba, ezzel lehetőség nyílt a minőség optimalizálására a gyártás során kialakuló adattömeget elemzésével, amivel nagy energiamennyiség takarítható meg. Az Ipar 4.0 állásfoglalása szerint a gyártó berendezésből, a CRM és a vállalatirányító rendszerekből összegyűjtött és megfelelően értelmezett adattömegek segíthetik a valós idejű döntéshozatalt (Krumeich et al., 2016).

A mikroelektronika és a kommunikációs technológiák fejlődésével lehetővé vált, hogy a gyártásban minden termék (szerszám, eszköz, érzékelő, félkész és késztermék) egyedi azonosítóval rendelkezzen és hálózatba köthető legyen. Ezek mind együtt teszi lehetővé, hogy egymással kommunikálhassanak és felruházhatók legyenek informatikai erőforrással. Jelenleg a gyártásban csak az érzékelők kis része van hálózaton. Az *IoT* (Internet of Things) révén a termelésben részt vevő összes egység, érzékelő és félkész termék hálózati kapcsolattal és beágyazott intelligenciával rendelkezik. A szenzorok gyártási folyamatokról valós idejű információt szolgáltatnak, majd a Big Data analízis segítségével azonnali döntés hozható gyártás kiesés nélkül, ami hatékonyságnövekedést eredményez (Garbie, 2016).

Robotokat már jó ideje használnak előre beprogramozott monoton műveletek végrehajtására. A jövőben az autonómítás, a flexibilitás és a kooperáció fejlődésével a robotok és az emberek önműködően összehangolt működése is lehetővé válik (Oláh et al., 2018).

Az Ipar 4.0 egy új szintre fogja emelni a gyártásban lévő erőforrások és szereplők közötti interakciókat. Vállalatok, beszállítói és vevők közötti rendszerek nincsennek még integrálva, és a vállalaton belüli részlegek között sincs meg a teljes integráció, ezért a gyártás, szerviz, tervezés, különböző készletek, rendelések sem alkotnak egy

rendszer. Az Ipar 4.0 viszont megoldja ezt a problémát, univerzális *adatintegrációs hálózatok* alakulnak ki, aminek a segítségével a vállalat külső és belső folyamatai egy integrált rendszert alkotnak (Manu, 2015).

Már ma is megjelennek próbálkozások arra vonatkozóan, hogy a *felhőbe* bizonyos vállalati alkalmazásokat és analitikai kapacitásokat telepítsenek, viszont a gyártási tevékenységekre ez napjainkban még nem jellemző. Az Ipar 4.0 -hoz a telephelyek, berendezések és a külső partnerek között információ-megosztás szükséges (Oláh et al., 2018). A gyártásban résztvevő gépek egyes funkciói a felhőben kerülnek megvalósításra, így a szenzorok adatai a felhőben valós időben rendelkezésre állnak, majd az ott kialakított számítástechnikai kapacitás alkalmazásával azonnal tárolhatók, feldolgozhatók, analizálhatók és megoszthatók. Ehhez szükséges a felhő alapú technológiák fejlesztése és az internet elérhetőségének megbízhatóságának növelése (McKinsey, 2016).

Az *okos gyárak* megvalósításának alapja a fent említett technológiai pillérek. Az okos gyárak önszervező gyártósori modulokból épülnek fel, melyek egymással képesek kommunikálni. Ezek a modulok olyan gyártói erőforrásokat képeznek majd, amelyek ismert alapúak és a tervezési és vállalatirányítási rendszerekkel egybeintegráltak.

Az Ipar 4.0-t megvalósító rendszerek

Az Ipar 4.0 technológiai alapja az eszközök egy horizontális hálózatba való integrálása.

A *MES* (Manufacturing Execution System) a folyamatok és a gyártás információinak vertikális láthatóságát és összekapcsolását jelentik. A MES valójában abban különbözik egy szokványos ERP rendszertől, hogy folyamat közelebbi, azaz közvetlenül kapcsolódik a folyamat-automatizálás rendszeréhez, így lehetővé teszi valós időben a gyártási folyamat vezérlését, irányítását és ellenőrzését. Közvetlenül az ERP alatt helyezkedik el, amelyet üzemi információkkal lát el többek között (Zhong et al., 2013).

A *CPS Gate* (Cyber-physical system) egy intelligens modul, amely a szolgálja folyamatadatokat kommunikációját. Ezt a modult a CP Factory gyárában használják, amely egy kiber-fizikai oktató és kutató létesítmény is, és a termelőüzemek különböző állomásait modellezi. Az üzem célja: a hálózatépítés és digitalizáció terén használt módszerek és technológiák kidolgozása és tesztelése. Az üzem munkaállomásain a CPS Gate a folyamatvezérlés alapmoduljaként működik, online hálózatba kapcsolva a feldolgozás alatt lévő termékekhez kapcsolódó csatlakoztatott informatikai (ERP) és a gyártásirányítási rendszerekkel (MES) (Lee et al., 2016).

A *BI* (Business Intelligence) egy gép-független interfész, amely képes a heterogén gépparktól érkező jeleket (hőmérséklet, nyomás, mennyiség...) fizikai kommunikáción vagy I/O-n keresztül egy felsőbb szintű rendszerhez (MES, ERP) illeszteni. Egy műszerezetlen egyetemes eszterga gép különböző paraméterei ily módon kapcsolhatóak egy felsőbb szintű rendszer felé, ennek segítségével. Ezen felül lehetséges egy fejlettebb kommunikációval rendelkező gép becsatolása is alapvető, szabványos ipari protokollon keresztül. Szabványos adatbázis felülettel rendelkezik a felsőbb szintű rendszer felé, melyen keresztül egyszerű lekérdezéseket felhasználva elérhetővé teszi az általa gyűjtött adatokat. A BI lehetőséget biztosít a gépre történő visszacsatolásra, pl. feltételhez kötötten tiltani/engedélyezni lehet azt (ilyen eset: nem lehet indítani a gépet bejelentkezés nélkül). Továbbá lehetőség van státusz-torony elhelyezésére a gépeken, amelyen keresztül információhoz juthat az operátor/műszakvezető az éppen futó folyamat, vagy a gép pillanatnyi státuszáról. A BI alkalmazásával lehetőség van az elavult, régi gépek automatizálására is, azaz „okossá” lehet tenni azokat a gyártósorokat is, melyek még nem Ipar 3.0 kompatibilisek.

Anyag és módszer

A módszertant Jay Lee, Edzel Lapira, Behrad Bagheri, Hung-An Kao állították össze és publikálták „Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment” című cikkükben. A módszert a kiber-fizikai rendszerekhez használható „időgép módszertannak” (Time Machine Methodology for Cyber-Physical Systems) nevezték, mely nem egyedi, így számos más módszer is alkalmazható (Lee et al., 2013).

Egy Ipar 4.0 alkalmazás tervezésére CPS alapú módszertan alakítható ki a kiber-fizikai rendszerek képességeinek ismeretében. Az adatok hozzáférhetősége azonban önmagában nem elegendő. Ezért egy hatékony alkalmazkodó módszertan szükséges. A PHM (Product Homomorphysm Method) módszer az algoritmusokkal történő további elemzésekre, az adatok kezelésére és feldolgozására ad lehetőséget.

A PHM egy kombinatorikus megközelítés egyszerű, logikai programok tanulására. Ennek alkalmazásakor azt feltételezzük, hogy a probléma egy olyan szekvenciális feladat, amit útvonal gráffal lehet reprezentálni. A PHM-ben nincs megkötés a gráf mélységére, vagyis nem lehet limitálni az elemzés során figyelembe vett környezeti méretet. A PHM módszertan segíti a kiber-fizikai rendszerek ipari üzemben történő beállítását (Huang et al., 2010).

Eredmények

Az Ipar 4.0 nem azt jelenti, hogy ki kell dobni minden 5 évnél régebbi gyártó gépet. Létezik egy technológia, aminek a segítségével az analóg készülékek is ráköthetők a negyedik ipari forradalom fogaskerekére. A Bosch szerint érdemes az eredetileg online kapcsolat nélküli eszközöket is hálózatra csatlakoztatni, hiszen költséghatékonyság az IoT-n keresztül így is jelentősen növelhető.

Az Internet of Things szinte nem ismer határokat, annyira, hogy akár a régi muzeális darabok is felokosíthatóak. Például Robert Bosch cégalapító, 1887-től személyesen dolgozott egy 129 éves, lábbal hajtható öntöttvas esztergapadon. Többek között ezzel készültek annak a mágneses gyújtásrendszernek az alkatrészei is, amely a 19. század végén az első nagy sikerű terméként meghozta a sikert a vállalat számára. A társaság a gépet a múzeumból egyenesen az Ipar 4.0 korába repítette, melyhez az új IoT-gateway technikája szolgál műszaki háttérként, ami az IoT számára lett kifejlesztve. A hálózatra kapcsolt rendszer a megfelelő szoftver, érzékelők és IoT-kompatibilis ipari ellenőrző modulok teszik lehetővé az öreg eszterga paramétereinek korszerű és pontos ellenőrzését (Struth, 2016).

Az Ipar 4.0 bevezetésének egyik legnagyobb pozitívuma, hogy *optimalizálásra* kerülnek a termelési folyamatok az értéklánc teljes hosszában. A ma még elszigetelt gyártócellák helyett teljesen integrált és automatizált gyártósorok jönnek létre ennek következtében. Növekszik a gyártási folyamatok termelékenysége, rugalmassága, minősége és sebessége.

A gyártási folyamatok és a termékek tervezése, a gyártás *automatizálása* virtuálisan, egy integrált folyamat keretein belül történik az ügyfelek, a szállítók és a gyártók közreműködésével. Minimálisra csökken a fejlesztés során legyártott prototípusok száma.

Növekszik a gyártási folyamatok *flexibilitása*, és lehetővé válik a nagy sorozatú termelésbe belefoglalt egyedi vagy kis-sorozatú termékek gazdaságos legyártása is. Lehetővé teszik az egymással kommunikáló robotok, okos gépek és okos termékek ezt a rugalmasságot, amelyek bizonyos mértékű autonóm döntési körrel rendelkeznek majd.

Az öntanulásra és önoptimalizációra képes berendezések révén valósul meg a gyártási folyamatok továbbfejlesztése (pl. a berendezések önműködően és önállóan átállítják saját paramétereiket érzékelve a félkész termék bizonyos tulajdonságait). Az autonóm robotokat és járműveket alkalmazó automatizált logisztika a gyártás igényeihez alkalmazkodik.

Az Ipar 4.0 lehetővé teszi az egyéni igényeknek megfelelő termékek tömegtermelését, a vevői igényekre történő gyorsabb reagálást, illetve felgyorsítja és megalapozza az új üzleti modellek adaptálását, valamint más innovációk és új gyártási eljárások gyors bevezetését.

Rövidtávon költségeket tud *megetakarítani* az ipar 4.0-nak köszönhetően (pl. bérköltségek), hiszen gyorsabban érkezik részletes információ a gyártásról, hatékonyabbá válnak a folyamatok, és az „okos termékek” képesek kommunikálni a gyártás folyamán a beépített szenzorok segítségével, így többek között információt közölni önmagukról.

Az Ipar 4.0 előnyei közé tartozik a *folyamatellenőrzés* és az állapot megfigyelés, melyek segítségével a minőségbiztosítást követhetjük nyomon és a nem tervezett állásidők megelőzésére szolgál. A folyamatellenőrzés során a paraméterek és érzékelők egész sorát méri.

Az Ipar 4.0 legfontosabb előnyei

1. Az ipar 4.0 megoldásainak köszönhetően hatékonyabbá válhatnak a folyamatok

Nyilvánartja a tesztelési adatokat, valamint biztosítja a nyomon követést is. A gyártás pillanatnyi eredményességének mérése a másik jelentős pont. A pontos adatok folyamatosan nyomon követhetők a falı kivetítőkön. Látható az adott műszak aktuális elmaradása, plusz teljesítménye, az adott hónap termelékenységı mutatóı, valamint a megfelelı és a selejt mennyiségek darabszáma. A havi és az éves gyártási teljesítményekrıl 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 vezetőségnek.

2. Selejtekek 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 selejtekek száma a gyártási folyamatok módosításával és a selejt okok meghatározásával.

3. Az alkalmazottak motiváltabbak lesznek és nő a teljesítményük

A rendszer információkat jelenít meg a gyártóüzemben elhelyezett kijelzıkön (pl. mennyi van még hátra az adott rendelés teljesítésébıl), 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. Tapasztalati úton megállapított általános tény, hogy 10-30%-os teljesítménynövekedés érhető el pusztán a produktivitás vizualizálásával. Erre a megoldásra jó példa partnerünk: a Haldex Hungary Kft., ahol rövid időn belül kimutatható volt a pozitív változás.

4. Az Ipar 4.0-val 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. Az Ipar 4.0-nak köszönhetően költségeket tud megtakarítani (pl. rezsiköltség)

Az áramszolgáltatókkal kötött szerződés egy bizonyos fogyasztási sávra vonatkozik, és akár rövid ideig is, ha a fogyasztó 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 a figyelmeztető rendszer üzenetet tud küldeni az energetikusnak, ha az előre tervezetten felüli fogyasztás várható. Az áramköltség 2-3%-a takarítható meg a rendszer segítségével.

Az Ipar 4.0 kockázatai

Az ipari informatika, az automatizálás, a digitalizáció nem hagyja érintetlenül a munka világát sem, hiszen több szakértő is a munkahelyek tömeges megszűnését, ezáltal állástalan milliók képét vetíti előre az ipar 4.0 terjedésével. Az egyik központi téma a korábbi ipari forradalmak során mindig az volt, hogy jött egy technológia, ami miatt sokan elvesztik a megélhetésüket. Tudjuk, hogy a változást senki nem tűri jól, különösen, ha az épp a munkát, illetve annak elvesztését érinti. De látszik, hogy az ember végül mégiscsak dolgozik, és egy még érdekesebb, összetettebb és fontosabb munkát kapott a monoton „embergép-szerű” munka helyett.

Az Ipar 4.0 sikeres bevezetésére a munkatársak kompetenciái jelentik a garanciát. A vállalatok egyöntetűen egyetértenek abban, hogy a munkatársakkal szembeni *minőségi elvárásokat* az Ipar 4.0 nagymértékben megváltoztatja. Az ilyen pozíciót betöltő munkatársak egyre nagyobb mértékben kapnak koordináló- és irányító szerepet. A teamekben való munka jelentősége a hálózatba kapcsolódás növekvő mértéke miatt is egyre nagyobb lesz. Az Ipar 4.0 miatt nem csak a feladatok, hanem a „környezet” is változnak. A sok adminisztratív tevékenység (pl. számlázás) és az egyszerűbb operatív tevékenység (pl. alapanyag előkészítés) is számos vállalatnál már automatikusan „a digitalizált világban” történik.

Vitathatatlan, hogy valamilyen szinten csökkenni fog a termelésben közvetlenül részt vevők száma, de a jogos félelmet a közelmúlt példái enyhíthetik. Ezek a problémák új pozíciók létrejöttével, valamint nagyrészt átképzéssel megoldhatók. Nagyarányú valóságos létszámcsökkenés helyett, inkább újrapozicionálásról lehetne beszélni.

A felszabaduló munkaerő az Ipar 4.0 révén nyereséget hozó módon lehetne bevetni más területeken. A kreativitást, esztétikai érzéket, vagy mélyebb logikát követelő,

sok esetben speciális feladatok jól képzett és tapasztalt munkaerő nélkül nem oldhatók meg. Például a minőséget döntően befolyásolja a termékek szaga egy vegyiparhoz tartozó üzemben. Ma még azonos vegyi összetevők esetén, egyetlen gép sem tud különbséget tenni a kellemetlen szag és a jó illat között.

Sem Magyarországon, de Európában sincs meg a szükséges személyzet a vállalatoknál ahhoz, hogy a digitális átalakulást az Ipar 4.0-ra végrehajtsák. A cégek egyharmada rendelkezik a megfelelő IT struktúrával ehhez a lépéshez, de csak fele gondolja azt, hogy az IT infrastruktúrájuk nem teljesen alkalmas. A megfelelő IT infrastruktúrájuk a többi cég szerint nincs meg ehhez. Az átalakulás sikeres kivitelezéséhez, elengedhetetlen, hogy a cégek elegendő ráfordítást szánjanak egy kiváló IT infrastruktúrába és a megfelelő képességeik fejlesztésébe.

Az informatika kulcsfontosságú, a nem kielégítő IT- és információbiztonság a legveszélyesebb és ez jelenti a legnagyobb kockázatot az Ipar 4.0 területén. Egy termelői üzem számára kockázatos lehet az is, ha ideiglenesen elveszítik a kontrollt a gyártás felett. Nem csak egy termék, hanem termékek ezrei válhatnak hibássá, különösen a nagy-komplexitású rendszerek esetén.

A gyártási rendszerek vállalaton belüli vertikális integrációját az Ipar 4.0 megköveteli, illetve ezek horizontális integrációját a vevők és a beszállítók rendszereivel, melyhez szabványosított interfészeket és protokollokat használ. Ezeknek az egységes rendszereknek a védelme és biztonsága a jövőben még nagyobb fontossággal bír majd.

Következtetések, javaslatok

A technológiai fejlődés gyors változást generálhat, ami gyökeres gazdasági és társadalmi átalakulást indukálhat. A vállalatok nagy része szerint az Ipar 4.0 bevezetése növelni fogja a versenyképességüket. A vállalatoknak pedig csak kis része az, aki tényleg látja, hogy ez miként fogja megváltoztatni az üzleti tevékenységeiket. A digitális átalakulásnak hatással van a helyi és a globális érték-áramlásra, egyaránt érintve az alacsony és a magas költségű országokat.

A negyedik ipari forradalom által az új technológiák bevezetése önmagukban is nagymértékű hatékonyság és termelékenység-növekedést okoznak, együttesen pedig jelentős lendületet adhat a gazdaság minden területének. Lehetővé válik a gyártósor virtuális leképezési és a termék virtuális legyártása, így letölthetők a gyártáshoz szükséges paraméterek, amivel akár 80 %-os időnyereség érhető el a szerszámok beállítására szánt időből.

A Big Data analízis segítségével azonnali döntés hozható gyártás kiesés nélkül, ami hatékonyságnövekedést eredményez. A ma még elszigetelt gyártócellák helyett teljesen integrált és automatizált gyártósorok jönnek létre, aminek köszönhetően nö-

vekszik a gyártási folyamatok termelékenységére, rugalmasságra, minőségre és sebességre. Az Ipar 4.0 megoldásaival nagymértékben csökkenthető a selejtek száma a gyártási folyamatok módosításával és a selejt okok meghatározásával, valamint az áramköltség 2-3%-a is megtakarítható a rendszer segítségével.

Tagadhatatlan, hogy valamilyen szinten csökkenni fog a gyártásban közvetlenül részt vevők száma, viszont a munkavállalók helyzete az új pozíciók létrejöttével, valamint nagyrészt átképzéssel megoldható. Nagyarányú valóságos létszámcsökkenés helyett, inkább újra pozicionálásról lehet beszélni. A felszabaduló munkaerőt az Ipar 4.0 révén nyereséget hozó módon lehet bevetni más területeken.

Az Ipar 4.0 eszközök használatakor lényegében nem csak az ipar robbanásszerű fejlődéséről van szó, hanem a teljes gazdaság digitalizációjáról, mely az egész társadalmat érinti. Javaslom, hogy a kis- és középvállalkozások is reagáljanak az Ipar 4.0 által hozott új technológiai lehetőségekre, hiszen, ha nem teszik, akkor csúnyán lemaradnak. A negyedik ipari forradalom pedig a csúcra fogja járni a digitalizáció versenyét, és amelyik vállalat ebben nem tud helyt állni - ahogyan az ipari forradalmak idején megszokott - az szépen eltűnik a süllyesztőben.

Köszönetnyilvánítás

“ AZ EMBERI ERŐFORRÁSOK MINISZTERIUMA ÚNKP-18-3 KÓDSZÁMÚ ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG PROGRAMJÁNAK TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT”

Hivatkozott források

- [1.] Barnatt, C. (2017): 3D Printing: The Next Industrial Revolution. ExplainingTheFuture.com; CreateSpace Independent Publishing Platform.
- [2.] Cevikcan, E. – Ustundag, A. (2018): Industry 4.0: managing the digital transformation. Springer series in advanced manufacturing, Springer, 2018.
- [3.] Degryse, C. (2016): Digitalisation of the Economy and Its Impact on Labour Markets. ETUI Working Paper No. 2016.02
- [4.] Deloitte (2014): Industry 4.0 study, Deloitte Basel, Online, Available: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturingindustry-4-0-24102014.pdf>

- [5.] Denkena, B. – Morke, T. (2017): *Cyber-Physical and Gentelligent Systems in Manufacturing and Life Cycle. Genetics and Intelligence - Keys to Industry 4.0.* Academic Press.
- [6.] Garbie, I. (2016): *Sustainability in Manufacturing Enterprises: Concepts, Analyses and Assessments for Industry 4.0.* Green Energy and Technology, Springer International Publishing. DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-319-29306-6>
- [7.] Huang H.,Gong, T., Chen, P., Malekian, R., Chen, T. (2016): Secure Two-Party Distance Computation Protocol Based on Privacy Homomorphism and Scalar Product in Wireless Sensor Networks, *Tsinghua Science and Technology*, Vol. 21, Issue 4, pp. 385-396, doi: 10.1109/TST.2016.7536716
- [8.] Husi, G. (2016): *Industry 4.0 (Hungarian)*, University of Debrecen, https://www.researchgate.net/publication/301607839_Industry_40_Hungarian
- [9.] Krumeich, J. – Werth, D. – Loos, P. (2016): Prescriptive Control of Business Processes. New Potentials Through Predictive Analytics of Big Data in the Process Manufacturing Industry. *Business & Information Systems Engineering*, 58. évf., 4. szám 261-280. o.
- [10.] Lee, J., Bagheri, B., Kao, H.-A. (2014): A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems, *Manufacturing Letters*, Elsevier, Vol. 3, pp. 18-23. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001>
- [11.] Lee, J., Lapira, E., Bagheri, B., Kao, H.-A. (2013): Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment, *Manufacturing Letters*, Elsevier, Vol 1., Issue 1., pp. 38-41.
- [12.] Manu, A. (2015): *Value Creation and the Internet of Things: How the Behavior Economy will Shape the 4th Industrial Revolution.* Routledge.
- [13.] Marsh, P. (2017): *The New Industrial Revolution: Consumers, Globalization and the End of Mass Production.* Yale University Press.
- [14.] McKinsey Digital (2016): *Industry 4.0 After the Initial Hype – Where Manufacturers Are Finding Value and How They Can Best Capture It.* McKinsey&Company. Elérhető: https://www.mckinsey.com/-/media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/getting%20the%20most%20out%20of%20industry%204%200/mckinsey_industry_40_2016.ashx Letöltve: 2018.11.19

- [15.] 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* 2018, 10(10), 3491; 25. p. DOI: <https://doi.org/10.3390/su10103491>
- [16.] Oláh, J., Karmazin, Gy., Pető, K., Popp, J. (2018): Information technology developments of logistics service providers in Hungary, *International Journal of Logistics Research and Applications*, 21:3 pp. 332-344, 13 p. <https://doi.org/10.1080/13675567.2017.1393506>
- [17.] Oláh, J., Zéman, Z., Balogh, I., Popp, J. (2018). Future challenges and areas of development for supply chain management. *Logforum* 14 (1), 11. DOI: 10.17270/J.LOG.2018.238
- [18.] Popp J., Erdei E., Oláh J. (2018): A precíziós gazdálkodás kilátásai Magyarországon. *International Journal of Engineering and Management Sciences (IJEMS)*, Vol. 3. (2018). No. 1, DOI: 10.21791/IJEMS.2018.1.15.
- [19.] Skilton, M. – Hovsepian, F. (2018): *The 4th Industrial Revolution: Responding to the Impact of Artificial Intelligence on Business*. Palgrave Macmillan.
- [20.] Zhong, R.Y., Dai, Q. Y., Qu, T., Hu, G.J., Huang, G.Q. (2013): RFID-enabled real-time manufacturing execution system for mass-customization production, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Elsevier, Vol. 29, Issue 2., pp. 283-292. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2012.08.001>

Szerző:

Erdei Edina

PhD hallgató

Debreceni Egyetem Gazdaságtudományi Kar

Alkalmazott Informatika és Logisztika Intézet, Logisztika Menedzsment Tanszék

edina.erdei@econ.unideb.hu